

İĞDIR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KIŞLIK KANOLA (*Brassica napus* L.) ÇEŞİTLERİNİN *IN VITRO*
REJENERASYONU ÜZERİNE FARKLI EKSPLOANT TİPLERİNİN ve BİTKİ
BÜYÜME DÜZENLEYİCİLERİNİN ETKİSİ**

Eyüp PEKER

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

İĞDIR

2016

Her Hakkı Saklıdır.

Yrd. Doç. Dr. Ahmet Metin KUMLAY danışmanlığında, Eyüp PEKER tarafından hazırlanan bu çalışmada 15/12/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarla Bitkileri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Bünyamin YILDIRIM

İmza: 

Üye : Doç. Dr. Taşkın POLAT

İmza: 

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ahmet Metin KUMLAY

İmza: 

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim kurulunun / / tarih ve / sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

.....

Yrd. Doç. Dr. Bahri GÜR

Enstitü Müdürü

ÖZET

KIŞLIK KANOLA (*Brassica napus* L.) ÇEŞİTLERİNİN *IN VITRO* REJENERASYONU ÜZERİNE FARKLI EKSPLANT TİPLERİNİN ve BİTKİ BÜYÜME DÜZENLEYİCİLERİNİN ETKİSİ

PEKER, Eyüp

Yüksek Lisans Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Ahmet Metin KUMLAY

Kasım 2016, 56 sayfa

Bu araştırma “Tesadüf Bloklarında Bölünen Bölünmüş Parseller Deneme Deseni”ne göre üç tekerrürlü olarak Erzurum Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Doku Kültürü Laboratuvarı’nda yürütülmüştür. Çalışmada Elvis ve Californium kanola çeşitlerinin sürgün ucu, hipokotil ve kotiledon eksplantları kullanılmıştır. Bitki büyüme ortamı olarak MS ortamına sadece %5 sukroz içeren kontrol ortamı yanında 6 farklı besiyeri (T1: 3.0 mg L⁻¹ BAP; T2: 1.0 mg L⁻¹ IAA; T3: 1.0 mg L⁻¹ NAA; T4: 2.0 mg L⁻¹ BAP + 1.0 mg L⁻¹ KIN; T5: 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ NAA; T6: 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ IAA) kullanılmıştır. Bitkicikler 6 hafta süre ile uzun gün fotoperiyot (16 saat aydınlık, 8 saat karanlık) şartlarında tutulmuşlardır. Altıncı hafta sonunda şu gözlemler alınmıştır: İlk sürgün verme gün sayısı, bitkinin canlı kalma oranı, sürgün uzunluğu, yan dal sayısı, boğum sayısı, boğum aralığı, yaprak alanı, kök sayısı, kök uzunluğu, bitki yaş ve kuru ağırlıkları. Çalışma sonucunda Elvis kanola çeşidinin Californium çeşidine göre, incelenen özellikler yönünden ön planda olduğu görülmüştür. Sürgün ucu ve hipokotil eksplantlarının kotiledon eksplantına göre daha olumlu sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Sitokin + oksin bitki büyüme düzenleyicisi kombinasyonunun (BAP + NAA ve BAP + IAA), sürgün ve kök gelişiminde daha etkin olduğu, ancak BAP + KIN ve tek başına NAA uygulamasının da incelenen özelliklerde önemli artışa sebep olduğu tespit edilmiştir. Californium çeşidi (11.21 gün), Elvis çeşidine göre (12.94 gün) daha erken sürgün vermeye başlamış olmasına rağmen, Elvis çeşidi (25.04 mm) daha uzun bitkicikler vermiştir (Californium, 18.47 mm). Sürgün ucu, hipokotil ve kotiledon eksplantlarında sırasıyla 31.13 mm, 21.01 mm ve 13.13 mm sürgün uzunlukları belirlenmiştir. Ortamlar arasında en uzun bitkicikler BAP + KIN ortamında (31.62 mm) elde edilmiş, bunu BAP + IAA ortamı (20.66 mm) takip etmiştir. Çalışma sonucunda iyi bir sürgün gelişimi için; Elvis çeşidi, sürgün ucu ve hipokotil eksplantları ile BAP + NAA, BAP + IAA ve BAP + KIN kombinasyonlarının tavsiye edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kanola, *Brassica napus* L., doku kültürü, *in vitro*, sürgün rejenerasyonu, bitki büyüme düzenleyicileri.

ABSTRACT

THE EFFECTS of DIFFERENT EXPLANT TYPES and PLANT GROWTH REGULATORS on the *IN VITRO* REGENERATION of WINTER RAPESEED (*Brassica napus* L.) VARIETIES.

PEKER, Eyüp

Ms Thesis, Department of Field Crops

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Ahmet Metin KUMLAY

November 2016, 56 pages

This research was carried out at the Tissue Culture Laboratory of Erzurum Eastern Anatolia Agricultural Research Institute according to the “Split – Split Plot Design in Randomized Blocks” with three replications. Shoot tip, hypocotyl and cotyledon explants of Elvis and Californium canola (*Brassica napus* L.) genotypes were used in the study. In addition to control media (only 5% sucrose), 6 different plant growth regulators (T1: 3.0 mg L⁻¹ BAP; T2: 1.0 mg L⁻¹ IAA; T3: 1.0 mg L⁻¹ NAA; T4: 2.0 mg L⁻¹ BAP + 1.0 mg L⁻¹ KIN; T5: 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ NAA; T6: 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ IAA) were added to MS media to culture explants. Explants were incubated under long-day photoperiod conditions (16 h light, 8 h dark) for 6 weeks. At the end of the 6th weeks, following observations were taken: days to the first shoot appearance; plantlet survival rate; the length of shoots, roots and nodes; the number of shoots, roots and nodes; diameter of leaves; fresh and dry weigh of plantlets. As a result of the study, it was seen that Elvis genotype had significant better plantlet characteristics compared to Californium cultivar. Shoot tip and hypocotyl explants gave better results compared to cotyledon explants. It is also clear from the results that, the combination of cytokinin + auxin (BAP + NAA and BAP + IAA) was effective on the improvement of shoot and root regeneration. However, application of BAP + KIN and only NAA was also effective on plantlet micropropagation. Although, days to shoot appearance were earlier in Californium (11.21 days) compared to Elvis (12.94 days), Elvis gave the longest shoots (25.04 mm), compared to Californium (18.47 mm). Shoot tips, hypocotyls and cotyledons illustrated 31.13 mm, 21.01 mm and 13.13 mm shoot lengths, respectively. The longest plantlets were determined on BAP + KIN (31.62 mm) and followed by BAP + IAA (20.66 mm). As a result of the study, Elvis cultivar, shoot tip and hypocoty explants with BAP + NAA, BAP + IAA and BAP + KIN media combinations could be advised for better canola micropropagation.

Key words: *Brassica napus* L., tissue culture, *in vitro*, shoot regeneration, plant growth regulators.

TEŞEKKÜR

“İki Kışlık Kanola (*Brassica napus* L.) Çeşidinin *in vitro* Rejenerasyonu Üzerine Farklı Eksplant Tiplerinin ve Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin Etkisi” konulu yüksek lisans tezimin planlanmasından yazılmasına kadar her konuda bilgi, tecrübe ve samimiyetiyle bana destek olan ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam, Sayın Yrd. Doç. Dr. Ahmet Metin KUMLAY’a ve laboratuvar çalışmalarında verdiği desteklerden dolayı Sayın Dr. Canan KAYA’ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Yüksek lisans eğitimimin her aşamasında bilgilerini ve tecrübelerini benimle paylaşan ve yön veren bölüm hocalarıma şükranlarımı sunarım.

Yüksek Lisans tezimin kurulumu ve yürütülmesi aşamasından yazılmasına kadar olan tüm süreçte, her konuda bana yardımcı olan ve aynı zamanda çalışmalarım sırasında sonsuz sabır ve hoşgörü gösteren sevgili aileme teşekkürlerimi sunuyorum.

Eyüp PEKER

Kasım, 2016

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

%	Yüzde
μM	Mikromolar
cm	Santimetre
g	Gram
l	Litre
mg L^{-1}	Miligram/Litre
ml	Mililitre
mm	Milimetre
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat Derece
pH	Toprak Reaksiyonu

Kisaltmalar

2,4 D	Diklorofenoksiasetik Asit
2IP	6-(γ,γ -dimetillallylamino) Pürin
AgNO_3	Gümüş Nitrat
BA	Benzil Adenin
BAP	Benzil Amino Pürin
BBD	Bitki Büyüme Düzenleyicileri
EDTA	Etilendiamintetra Asetik Asit
F	F Değeri
GA_3	Gibberellik Asit
GB_5	Gamborg B ₅ Besin Ortamı
IAA	Indol-3-Asetik Asit
IBA	Indol-3-Bütirik Asit
IPA	İzopentenil Adenin
JA	Jasmonik Asit
KIN	Kinetin (6-Furfurylamino pürine)

LSD	Least Significant Difference
MS	Murashige ve Skoog (1962) Besi Ortamı
NAA	Naftalen Asetik Asit
SD	Serbestlik Derecesi
TDZ	Thidiazuron
T₀	Kontrol Ortamı (%5 Sukroz)
T₁	1. Ortam 3.0 mg L ⁻¹ BAP
T₂	2. Ortam 1.0 mg L ⁻¹ IAA
T₃	3. Ortam 1.0 mg L ⁻¹ NAA
T₄	4. Ortam 2.0 mg L ⁻¹ BAP + 1.0 mg L ⁻¹ KIN
T₅	5. Ortam 2.0 mg L ⁻¹ BAP + 0.1 mg L ⁻¹ NAA
T₆	6. Ortam 2.0 mg L ⁻¹ BAP + 0.1 mg L ⁻¹ IAA
ZR	Zeatin Riboside
ZT	Zeatin

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No:	Sayfa no:
Şekil 3.1. Kanola tohumlarının; petri kapları ve kavanozlarda çimlendirilmesi	11
Şekil 3.2. Hazırlanan eksplantların besi ortamlarına aktarılması	14
Şekil 3.3. Sürgün verme gün sayılarının (gün) belirlenmesi	16
Şekil 3.4. Bitki canlı kalma oranları (%)’nın belirlenmesi	16
Şekil 3.5. Sürgün uzunlu (mm)’nun ölçülmesi	17
Şekil 3.6. Boğum sayısı (adet)’nın belirlenmesi	17
Şekil 3.7. Bitki büyüme odasında (iklim odası) gözlemlerin kaydedilmesi	18

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge no:	Sayfa no:
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılmış bitki büyüme düzenleyicileri ve konsantrasyonları 13	
Çizelge 4.1. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin sürgün verme gün sayısına ait varyans analizi sonuçları	19
Çizelge 4.2. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin sürgün verme gün sayısı ortalama değerleri	21
Çizelge 4.3. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin bitki canlılık oranlarına ait varyans analizi sonuçları	22
Çizelge 4.4. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin bitki canlılık oranı ortalama değerleri	23
Çizelge 4.5. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin sürgün uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları	25
Çizelge 4.6. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin sürgün uzunluğu ortalama değerleri	27
Çizelge 4.7. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin yan dal sayısına ait varyans analizi sonuçları	28
Çizelge 4.8. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin yan dal sayısı ortalama değerleri	30
Çizelge 4.9. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin boğum sayısına ait varyans analizi sonuçları	31
Çizelge 4.10. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin boğum sayısı ortalama değerleri	33

Çizelge 4.11. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin boğum aralığına ait varyans analizi sonuçları	34
Çizelge 4.12. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin boğum aralığı ortalama değerleri	35
Çizelge 4.13. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin yaprak alanına ait varyans analizi sonuçları	36
Çizelge 4.14. Farklı eksplant kaynakların besi ortamlarında kanola çeşitlerinin yaprak alanı ortalama değerleri	37
Çizelge 4.15. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin kök sayısına ait varyans analizi sonuçları	38
Çizelge 4.16. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin kök sayısı ortalama değerleri	40
Çizelge 4.17. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin kök uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları	41
Çizelge 4.18. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin kök uzunluğu ortalama değerleri	43
Çizelge 4.19. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin bitki yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları	44
Çizelge 4.20. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin bitki yaş ağırlığı ortalama değerleri	45
Çizelge 4.21. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin bitki kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları	46
Çizelge 4.22. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin bitki kuru ağırlığı ortalama değerleri	47

İÇİNDEKİLER

ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
İÇİNDEKİLER	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
3. MATERYAL ve METOD	11
3.1. Materyal	11
3.2. Metod	11
3.2.1. Çalışmada Kullanılan Alet, Ekipman ve Malzemelerin Sterilizasyonu	11
3.2.2. Çalışmada Kullanılan Kanola Çeşitlerinin ve Bitkisel Materyalin Hazırlanması	12
3.2.3. Bitki Rejenerasyonu İçin Doku Kültürü Ortamlarının Hazırlanması ve Sterilizasyonu	12
3.2.4. Çalışmada Kullanılan Bitki Büyüme Düzenleyicileri ve Fonksiyonları	13
3.2.5. Hazırlanan Eksplantların Besi Ortamlarına Aktarılması ve İnkübasyon	14
3.2.6. Verilerin Elde Edilmesi	15
3.2.7. Verilerin Değerlendirilmesi	18

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	19
4.1. Sürgün verme gün sayısı (gün)	19
4.2. Bitki canlılık oranı (%)	22
4.3. Sürgün uzunluğu (mm)	24
4.4. Yan dal sayısı (adet)	28
4.5. Boğum sayısı (adet)	31
4.6. Boğum aralığı (mm)	34
4.7. Yaprak alanı (mm ²)	36
4.8. Kök sayısı (adet)	38
4.9. Kök uzunluğu (mm)	41
4.10. Bitki yaş ağırlığı (mg)	44
4.11. Bitki kuru ağırlığı (mg)	46
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	48
6. KAYNAKLAR	50
ÖZGEÇMİŞ	56

1. GİRİŞ

Kanola bitkisi (*Brassica napus* L.) tohumundaki %45-50 yağ içeriğinden dolayı, birim alandan yüksek yağ verimi sağlayabilen, yazlık ve kışlık olarak ekilebilen, küspesinde yüksek kalite ve oranda protein bulunan ve biodizel yakıt olarak kullanılabilen bir yağ bitkisi olmasından dolayı, son zamanlarda üzerinde çok sayıda araştırma yürütülen bir bitkidir. Kanadalı bitki ıslahçıları 1970'li yıllarda kanola bitkisi üzerinde yaptıkları ıslah çalışmaları sonucunda elde ettikleri, yağında %2'nin altında erusik asit ve küspesinin her gramında 30 µM'ün altında glukozinolat içeren, yeni çeşitlere kanola adını vermişlerdir. Kanola çeşitlerinden elde edilen bitkisel yağın besin değeri ve içeriği bakımından zeytinyağı ve yerfıstığı yağının kalitesine yakın olup, dünyada önemli bir kısmı insan beslenmesinde kullanılmaktadır (Köycü, 2006; İlkdoğan, 2008). Dünya 2014 yılı verilerine göre; 42.335.442 ha'lık alandan, 82.554.422 milyon ton kanola üretimi gerçekleştirilmiş olup, 195 kg/da'lık verim elde edilmiştir (Anonymous, 2014). Ülkemizde de 32.133 ha'lık bir alandan, 110.000 ton'luk üretim ve 342 kg/da'lık verimle, yağ bitkileri arasındaki yerini almaktadır (Anonim, 2014).

Klasik metotlarla, kanola ıslahı çok zaman alan maliyetli bir çalışma gerektirmektedir. Ancak, klasik kanola ıslah yöntemlerine biyoteknolojik yöntemlerin monte edilmesiyle yeni bir kanola çeşidi ıslah etmek daha kısa sürede ve daha az maliyetle mümkün olabilmektedir. Bu yöntemler ile ayrıca, yeni ıslah edilen çeşitlerin biyotik ve abiyotik stres faktörlerine dayanıklılığının belirlenmesi daha kolay ve etkili olabilmektedir. Son zamanlarda kanola bitkisinde yapılan biyoteknolojik çalışmalarla yağ kalitesi yüksek değişik stres faktörlerine dayanıklı yeni çeşitlerin ticari olarak piyasaya sürülmesi mümkün olabilmektedir (Lu *et al.*, 2011). Ancak, biyoteknolojik yöntemler çok yoğun doku kültürü çalışmaları ve etkili bitki rejenerasyon protokolleri gerektirmektedir. Kanolada gen transferi ve doku kültürü ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmasına rağmen, bugüne kadar ki çalışmalar yalnızca sınırlı sayıda çeşit üzerine yoğunlaşmıştır (Maheswari *et al.*, 2011). Yapılan gen transferinin kanoladaki tezahürü ise ancak doku kültürü yöntemleri ile test edilebilmektedir (Rezai *et al.*, 2013). Doku kültürü ortamlarında meristem, sürgün ucu, sap ince hücre tabakası, sap kesimi, kotiledon, hipokotil, yaprak diskleri, kökler ve boğumlardan hızlı çoğaltım

yapılabilmektedir. Direkt eksplanttan rejenerasyon meydana getirilmesi, bitkinin genetik yapısında herhangi bir değişiklik oluşturmadığı için, bu bitkiden daha sonra yapılacak bilimsel çalışmaların doğruluk payının artmasına da önemli katkı sağlayacaktır (Maheswari *et al.*, 2011; Rezai *et al.*, 2013).

Kanola ile ilgili çalışmalar yapan birçok araştırmacı; kanola bitkisinde hızlı rejenerasyon yeteneğinin, bitki ıslahında istenen karakterlerin aktarılmasında önemli bir metot olarak ortaya konulduğunu belirtmişler ve *in vitro* şartlarda hızlı bir şekilde gelişen ve rejenere olan kanola çeşitlerinin vejetasyon sürelerini 30-60 gün gibi kısa bir sürede tamamlayabildiğini vurgulamışlardır. Bu durumun normal tarla şartlarında 6 ayda yetiştirilebilen kanola ile karşılaştırıldığında önemli bir avantaj olarak karşımıza çıkmaktadır (Koh and Loh, 2000). Bu şekilde hızlı gelişen kanola çeşitleri genetik moleküler biyoloji, bitki ıslahı, hücre biyolojisi ve fizyolojisi araştırmalarında kullanıldığında çok geniş aralıkta çalışma imkânı sağlayacaktır. Hızlı gelişme yeteneğinin kültür çeşitlerine aktarılmasıyla doku kültürü ve biyoteknoloji çalışmalarında farklı karakterlerin kısa zamanda ortaya çıkmasına sebep olabilecektir. Bütün bu nedenlerle, bizim çalışmamızda; ülkemizde yaygın olarak üretimi yapılan iki farklı kışlık ticari kanola (*Brassica napus* L.) çeşitlerinden alınan farklı bitki parçacıklarının, *in vitro* rejenerasyonunda değişik hormon kombinasyonlarının etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler, daha sonraki tarla ve biyoteknolojik çalışmalara esas ve gelecekte yapılabilecek ıslah çalışmalarının da temelini teşkil edebilecektir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Klasik çoğaltma yöntemlerinden tamamen farklı bir yapıya sahip olan doku kültürleri aslında bir çoğaltma yöntemidir. Bitki doku kültürleri sayesinde, modern ıslah yöntemleri diye adlandırılabilen; virüsten temiz (ari) materyal elde edilmesi, vejetatif çoğaltma, genetik materyalin muhafazası, embriyo kültürü, anter kültürü, kallus kültürü, değişik hücre kültürleri ve protoplast kültürü gibi mikroçoğaltım yöntemlerinin bitki ıslahında kullanılması mümkün olmuştur (Arslan, 1985; Kumlay, 2005).

Lazzeri *et al.* (1987) soya fasülyesinde yaptıkları somatik embriyo çalışmasında, gelişmemiş zigotik embriyo ve kotiledonlardan MS ortamında NAA, 2,4 – D, BAP ve IBA kullanarak somatik embriyo elde etmişlerdir. Bu çalışmada, oksin ve türevlerinin daha verimli olduğunu gözlemlemişlerdir.

Zhang and Bhalla (1999) *in vitro* şartlarda, 7 farklı kanola çeşidinden alınan kotiledon, hipokotil ve kök eksplantlarının sürgün oluşturma durumlarını incelemişler ve çalışılan bütün çeşitlerin sürgün oluşumuna olumlu tepki verdiklerini, eksplantlar içinde ise, kök eksplantının rejenerasyona en iyi cevap verdiğini tespit etmişlerdir.

Xue *et al.* (2000) dört *Brassica napus* ve altı *Brassica juncea* çeşidinin hipokotil eksplantlarını 2.0, 3.0 ve 4.0 mg L⁻¹ BA ve 2.0, 4.0 ve 6.0 mg L⁻¹ KIN ile birlikte 0.6 mg L⁻¹ NAA veya 1.0 mg L⁻¹ NAA içeren MS ortamında kültüre almışlardır. Çeşitler, ortam kombinasyonları ve bunlar arasındaki interaksiyonlar önemli bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre; sürgün gelişimi için optimum ortamın, MS ortamına ilave edilen 2 – 4 mg L⁻¹ BA + 0.6 mg L⁻¹ NAA içeren kombinasyonunun olduğu belirlenmiştir.

Khan *et al.* (2002a) kanolada yaptıkları bir çalışmada, *in vitro* şartlarda yetiştirdikleri fidelerden hipokotil eksplantları kullanarak, BAP, NAA, IAA ve 2,4-D hormonlarının farklı konsantrasyonlarını kullanarak B₅ besi ortamında sürgün ve kallus rejenerasyon yeteneklerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda; 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.5 mg L⁻¹ IAA' dan en fazla sürgün oluşumunun gözlemlendiğini, en etkili köklenmenin yarı katı MS ortamında 0.250 mg L⁻¹ IBA + 0.125 mg L⁻¹ IAA'dan meydana geldiğini rapor etmişlerdir.

Khan *et al.* (2002b) Dunkeld kanola çeşidinin hipokotillerinin alt ve üst kısımlarını eksplant kaynağı olarak kullanarak, *in vitro* şartlarda morfogenez için farklı Bitki Büyüme Düzenleyicisi (BBD) ve AgNO₃ kullanmışlardır. En yüksek sürgün rejenerasyon oranının (%96) BBD eklenmiş MS ortamından alındığı, ortamda gümüş nitrat bulunmamasının bitkilerin rejenerasyon potansiyelini %50 gibi belirgin oranda düşürdüğü, aynı ortamda eksplantların periyodik olarak alt kültüre alınması, çoklu sürgün rejenerasyonuna sebebiyet verdiğini belirtmişlerdir. *In vitro*'da geliştirilmiş sürgünlerin, 0.250 mg L⁻¹ IBA ve 0.125 mg L⁻¹ IAA ile desteklenmiş yarı katı MS ortamına aktarıldıklarında, köklendirmede %100 oranında başarı elde edildiğini gözlemlemişlerdir.

Zhang and Bhalla (2004)'nın yaptıkları çalışmada, 7 farklı kanola çeşidi kullanılmış ve Rainbow çeşidinin *in vitro* rejenerasyona en iyi tepki verdiğini belirlemişlerdir. 3.0 mg L⁻¹ BAP + 0.2 mg L⁻¹ NAA + 0.01 mg L⁻¹ giberellik asit konsantrasyonlarında Rainbow çeşidinin kotiledon eksplantlarından %55 oranında bitki rejenerasyonu ve her bir eksplanttan 2.47 adet sürgün elde etmişlerdir.

Jonoubi *et al.* (2004) İran'da yaptıkları bir araştırmada, kanola bitkisinden hipokotil eksplantlarını Thidiazuron (0.15 ve 0.30 mg L⁻¹) ve BA (1.5, 3.0 ve 4.5 mg L⁻¹)' içeren ortamlarda 7, 14 ve 21 günlük sürelerle inkübasyona tabi tutmuşlar ve rejenerasyon yeteneklerini test etmişlerdir. Çalışma sonucunda en iyi sürgün rejenerasyonunu 4.5 mg L⁻¹ BA + 0.3 mg L⁻¹ Thidiazuron içeren ortamlardan elde edilmiştir. Araştırmacılar, eksplantların inkübasyonda tutulma sürelerinin, bitkiciklerin rejenerasyon yeteneklerini yüksek oranda etkilediğini ortaya koymuşlardır. 21 günlük inkübasyon süresinin daha iyi rejenerasyon verdiğini ve eksplantların 2.0 mg L⁻¹ IBA içeren besi ortamına aktarılmaları halinde çok sayıda köklenme meydana geldiğini rapor etmişlerdir.

Akasaka-Kennedy *et al.* (2005) kanolada yaprak eksplantından sürgün rejenerasyonu üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar başlangıçta 3 genotipte, içinde AgNO₃ eklenmiş besi ortamında önemli ölçüde sürgün oluşumunun gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir. Sonradan 48 genotipi daha incelemişler, sürgün rejenerasyonunun çok geniş varyasyon olduğunu fark etmişlerdir. Sürgün oluşum oranının

%0 ve %100 arasında değiştiğini, eksplant başına düşen tomurcuk sayısının 7.5 adet olduğunu rapor etmişlerdir. Yaprak eksplantından oluşan sürgün rejenerasyonunun, kotiledon eksplantına göre, %28 daha fazla olduğunu saptamışlardır.

Ali *et al.* (2007) kanolada yaptıkları bir çalışmada Star, Westar ve Cyclon çeşitlerini, eksplant kaynağı olarak hipokotil ve kotiledon yapraklarını kullanmışlar, en iyi reaksiyonun hipokotil eksplantlarından alındığını gözlemlemişlerdir. Çalışma sonucunda; 0.5 mg L⁻¹ 2,4-D, AgNO₃ ve BAP konsantrasyonlarında Star çeşidinde hipokotil ve kotiledon yapraklarından %96-98 oranında en iyi sürgün rejenerasyonun gerçekleştiğini rapor etmişlerdir. Elde edilen sürgünler daha sonra köklendirme ortamlarına alınmış ve en iyi sonuçlar yarı katı MS ortamına ilave edilen 0.3 mg L⁻¹ IBA konsantrasyonundan, %90 oranla Westar çeşidinden elde ettiklerini rapor etmişlerdir.

Kamal *et al.* (2007) çalışmalarında Sarıgöl, Quantum ve Option 500 çeşitlerinin kotiledon yaprakları, hipokotil ve kök gibi farklı bitki eksplantları kullanarak BAP, NAA, KIN, 2,4-D, AgNO₃, IBA ve sukrozun farklı konsantrasyonlarını içeren besi ortamlarına aktarmışlardır. Çalışmada kanolanın morfogenetik potansiyelinin çeşide, eksplant kaynağına, hormon kombinasyonlarına ve besi ortamı konsantrasyonlarına bağlı olduğunu göstermişlerdir. Hipokotil ve köklerle mukayese edildiğinde kotiledonların yüksek oranda rejenerasyon yeteneğine sahip olduğunu belirlemişlerdir. En iyi rejenerasyon kapasitesi Quantum çeşidinde görülmüş; bu çeşidin kotiledon eksplantları ile yapılan bitki rejenerasyon testinde kullanılan bütün ortamlardaki rejenerasyon yeteneğinin % 68.8'e kadar ulaştığını fark etmişlerdir. Besi ortamına ABA ilavesi rejenerasyon oranını büyük oranda arttırmış, ancak en yüksek sürgün rejenerasyonunun (%100) kültür ortamına 1.0 mg L⁻¹ NAA, 8.0 mg L⁻¹ BAP ve 3.0 mg L⁻¹ ABA içeren hormonlar ilave edildiğinde kotiledon eksplantlarından elde edildiğini rapor etmişlerdir.

Ghnaya *et al.* (2008) Jumbo, Drakkar, Pactol ve Cossair çeşitlerinin hipokotil ve yaprak sapı eksplantlarını kullanarak, sürgün oluşum yeteneklerini incelemişlerdir. 4 çeşit arasında Jumbo ve Drakkar çeşitlerinin, Pactol ve Cossair çeşitlerine göre rejenerasyon oranlarının daha yüksek olduklarını rapor etmişlerdir. Araştırmacılar, Jumbo

çeşidinin; 0.3 mg L⁻¹ NAA + 3 mg L⁻¹ BAP konsantrasyonlarında, hipokotil eksplantlarından en yüksek sürgün rejenerasyonunu (%46.7) oranını ve sürgün sayısını (7.50 adet) verdiğini bildirmişlerdir.

Burbulis *et al.* (2008) Litvanya'da yürütmüş oldukları bir çalışmada, farklı kültür ortamlarının ve eksplant kaynaklarının kışlık kanola çeşitlerinin yanal sürgün rejenerasyonu üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada BAP, NAA veya Zeatin ve 2,4-D'nin farklı konsantrasyonlarını kullanmışlardır. Sürgün rejenerasyonunda %0-37.5 arasında değişen oranlarda geniş bir varyasyon gözlemlemişler ve bitki başına 0-3.8 adet tomurcuk sayısını elde etmişlerdir. Genellikle kotiledondan elde edilen kallusten geliştirilen sürgünlerin, hipokotilden elde edilenlere göre daha yüksek oranda rejenerasyon oranı verdiğini, buna karşın hipokotilden elde edilen kallusten geliştirilen bitkiciklerin, bitki başına daha yüksek boğum sayısı verdiğini gözlemlemişler, en iyi sonuçları 4.0 mg L⁻¹ BAP ve 0.05 mg L⁻¹ NAA içeren besi ortamlarından elde etmişlerdir.

Munir *et al.* (2008) farklı ortam kombinasyonları kullanmak suretiyle kanola çeşitlerinin hipokotillerinden kallus oluşumu ve bitkicik rejenerasyonunu test etmişlerdir. Çalışmalarında, 4 farklı kanola çeşidi (Dunkeld, Oscar, H-19 ve Rainbow) kullanılmış, eksplantlardan önce kallus oluşturulmuş ve kalluslar daha sonra 10 farklı bitki rejenerasyon ortamına aktarılmışlardır. Bitki rejenerasyon ortamlarında; en yüksek rejenerasyon oranı 1.0 mg L⁻¹ IAA + 1.0 mg L⁻¹ Zeatin içeren ortamdan elde edilmiş, bunu 2.0 mg L⁻¹ BAP + 1.0 mg L⁻¹ KIN içeren ortam takip etmiştir. Çalışılan dört çeşit arasında, Oscar çeşidinin oldukça yüksek oranda rejenerasyon gösterdiğini, buna karşın Rainbow çeşidinin en düşük rejenerasyon kapasitesinin olduğunu ifade etmişlerdir.

Burbulis *et al.* (2009) Litvanya'da yaptıkları çalışmada, hipokotillerden ve tek boğum kesimlerinden elde edilen sürgünlerin rejenerasyon kabiliyetlerini test etmişlerdir. Çalışmada 10 çeşit kullanılmış; çeşitler arasında en iyi sürgün gelişimi Valesca çeşidinin hipokotil eksplantlarından elde edilmiş, buna karşın Insider, Siska ve Kazimir H. çeşitlerinin tek boğum kesimleri ise daha iyi sürgün gelişimi göstermişlerdir. Sürgün rejenerasyon etkinliğinin büyük oranda kullanılan eksplant tipiyle alakalı olduğunu görmüşler: Tek boğum kesimlerinden elde edilen rejenerasyon

oranlarını Casino çeşidinde %25.78, Libea çeşidinde ise %85.11 olarak tespit etmişlerdir. Dışarıdan BBD ilavesinin hem hipokotilden hem de sap parçalarından sürgün oluşumunu uyardığını, ancak kullanılan hormonların etkilerinin her çeşit için farklı olduğunu gözlemlemişlerdir. BAP sitokinini SW Celcius, Silvia ve Siska çeşitlerinin hipokotillerinden en etkin sürgün rejenerasyonu verdiğini, buna karşın 10 çeşidin ancak 7'sinin tek boğum kesimlerinden sürgün rejenerasyonu elde edilebildiğini belirtmişlerdir. BAP ve NAA hormon kombinasyonlarının Insider, Kazimir, Valesca ve Casino çeşitlerinin hipokotillerindeki sürgün oluşum oranını önemli bir şekilde artırdığı, ancak tek boğum kesimlerinden sadece Casino ve Liprima çeşitlerinden sürgün rejenerasyonlarının elde edildiğini vurgulamışlardır.

Burbulis *et al.* (2010) kışlık kanola çeşitlerinin hipokotil ve sap parçalarından alınan eksplantlardan sürgün rejenerasyonunda çeşit ve büyüme düzenleyicilerinin etkilerini belirlemek için bir çalışma yürütmüşlerdir. Hipokotillerden elde edilen sürgünler %0 ile %26.0 oranında rejenere olurken, sap parçacıklarından alınan eksplantlardan %38.7 ile %100 oranında sürgün rejenerasyonu olduğunu tespit etmişlerdir. Üç kanola çeşidinden (Maskot, Terra H, Ability) hipokotil eksplantlarından en yüksek sürgün rejenerasyonu gerçekleşirken, Sponsor çeşidinden ise sap parçacıklarından alınan eksplantlardan, en iyi sürgün rejenerasyonu gözlemlemişlerdir. 4.0 mg L^{-1} BAP + 0.05 mg L^{-1} NAA hormon kombinasyonunda; Maskot ve Terra H çeşitlerinden alınan hipokotil eksplantlarından, Campino çeşidinden alınan sap parçacık eksplantlarından ise, en etkili sürgün rejenerasyonunun olduğunu bildirmişlerdir. BAP sitokinini çalışılan 11 kanola çeşidinden 10'nun sap kesimlerinde başarılı bir sürgün rejenerasyonu bildirmişlerdir. Rejenere olan bitkicikleri, daha sonra 0.1 mg L^{-1} NAA konsantrasyonunda başarılı bir şekilde köklendirmişlerdir. Araştırmacılar, kışlık kanola çeşitlerinin moleküler genetik çalışmalarında ve *in vitro* seleksiyon denemelerinde yararlı bir araç olarak kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

Khan *et al.* (2010) kanolada yürüttükleri bir çalışmada, 6 farklı çeşidin farklı BAP, NAA ve AgNO_3 konsantrasyonları MS ortamına ilave edilmiş ve buradaki kallus oluşumunu müteakip sürgün gelişimi belirlenmeye çalışılmıştır. Kallusten sonra en uygun bitki rejenerasyonunda hormon kombinasyonu 2.5 mg L^{-1} BAP, 0.1 mg L^{-1} NAA

ve 2.0 mg L⁻¹ AgNO₃ konsantrasyonlarından elde edilmiştir. Kök oluşumunda en uygun rejenerant 0.5 mg L⁻¹ NAA uygulanmasından Tori-7 çeşidinden elde edilmiştir.

Bano *et al.* (2010) üç farklı hardal (*Brassica juncea*) çeşidinin kullanıldığı bir çalışmada; oksin olarak NAA ve IAA, sitokinin olarak BAP ve Kinetin fitohormonlarının farklı konsantrasyonları kullanılmıştır. Kallusten sonra en yüksek sürgün oluşumunun ise (%22.31) 3.0 mg L⁻¹ BAP + 0.3 mg L⁻¹ NAA ve 3.0 mg L⁻¹ Kinetin + 0.3 mg L⁻¹ IAA içeren ortamda belirlenmiştir. En yüksek rejenerasyon etkinliğinin ise 3.0 mg L⁻¹ BAP + 0.3 mg L⁻¹ NAA içeren ortamlarda olduğu görülmüştür.

Zeynali *et al.* (2010) yaptıkları çalışmalarda, kanola bitkisinden elde edilen somatik embriyolarda çeşit ve BBD'nin etkisini belirlemişlerdir. Yaptıkları çalışmada iki farklı kanola çeşidi, hipokotil ve kotiledon olmak üzere iki farklı eksplant kaynağı, *in vitro* şartlarda somatik embriyo oluşturma potansiyelini test etmeye çalışmışlardır. Çalışmada NAA, 2,4-D ve BAP hormonlarını kullanmışlardır. Araştırmacılar, Talayeh çeşidinin, RGS003 çeşidine göre daha fazla somatik embriyo meydana getirdiğini ve rejenerasyon kabiliyetinin diğer çeşide göre daha önemli olduğunu fark etmişlerdir. Ayrıca, Talayeh çeşidinden elde edilen somatik embriyogenesiste en etkin ortamın %2.0 sukroz, 6.0 mg L⁻¹ sodyum klorit, 3.0 mg L⁻¹ BAP, 2.0 mg L⁻¹ NAA ve 2.0 mg L⁻¹ 2,4-D içeren modifiye MS ortamının olduğunu ve somatik embriyogenesiste en uygun eksplant parçasının hipokotil eksplantları olduklarını bildirmişlerdir.

Alam *et al.* (2013) Bangladeş'te kanola bitkisinde en uygun rejenerasyon sistemini geliştirmek amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Çalışmalarında hipokotil ve petiol içeren kotiledon yapraklarından embriyojenik kallus oluşumu yoluyla bitki rejenerasyonu gerçekleştirmişlerdir. Kallus oluşumundan sonraki sürgün gelişiminde 3.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ NAA içeren besiyerinin en uygun olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, en fazla sürgün sayısında 5.0 mg L⁻¹ AgNO₃ + 0.5 mg L⁻¹ Kinetin içeren ortamdan elde etmişlerdir. *In vitro*'da rejenere olan kanola bitkiciklerinin sürgünleri 2.5 mg L⁻¹ NAA ve 1.0 mg L⁻¹ IBA içeren ortamlarda en iyi gelişmiş kök sistemleri meydana getirmişlerdir.

Tarinejad *et al.* (2013) kanolada yaptıkları bir çalışmada, hipokotil eksplantları kullanmak üzere; 4 farklı kanola çeşidi (Talaye, Okapi, Hyola 401 ve RGS003), aydınlık ve karanlık şartlarda olmak üzere 3 farklı inkübasyon süresi, 7 farklı besi ortamı ve 4 farklı eksplant kaynağı kullanmışlardır. Çalışma sonucunda Hyola 401 çeşidinin 0.1 mg L^{-1} NAA ortamında, 10 günlük eksplant süresinde en yüksek rejenerasyon oranına (%55) sahip olduğu ve RGS003 çeşidinin ise 0.1 mg L^{-1} NAA + 0.5 mg L^{-1} KIN ortamında, 10 günlük eksplant süresinde %46.65 oranıyla rejenerasyonun gerçekleştiğini kaydetmişlerdir. 15 günlük inkübasyon süresinin altındaki sürelerin, rejenerasyona daha iyi cevap verdiklerini tespit etmişlerdir.

Tarinejad (2013) kanola bitkisinin farklı fizyolojik yaştaki kotiledon eksplantlarını değişik BBD olan ortamlarda kültüre almıştır. Çalışma sonucunda RGS003 çeşidinin 0.01 mg L^{-1} BAP ile ön muameleye tabi tutulmuş, 4 günlük kotiledon yapraklarının %64 ile en yüksek rejenerasyon oranı verdiğini saptamıştır. Ayrıca, 1.5 cm'den uzun maksimum sürgün sayısı (6.91 adet) 0.5 mg L^{-1} BAP içeren ortamdan elde edilirken, 1.5 cm'den kısa olan en fazla sürgün sayısı 0.01 mg L^{-1} BAP içeren ortamdan elde edilmiştir. Mikro çoğaltıma verdiği olumlu tepki ve yüksek rejenerasyon yeteneği nedeniyle en uygun çeşidin RGS003 olduğu ve bu çeşidin daha sonraki gen transfer çalışmalarında ve agronomik özelliklerin belirlenmesinde kullanılabileceği vurgusu yapılmıştır.

Rezaei *et al.* (2013) dört kışlık ve üç yazlık kanola çeşidinin kotiledon ve hipokotil eksplantlarını BAP + NAA kombinasyonunda AgNO_3 varlığında veya yokluğunda direkt sürgün rejenerasyonuna tabi tutmuşlardır. En yüksek sürgün rejenerasyonu ve sürgün sayısı SLM046 ve PF-7045 çeşitlerinin kotiledon eksplantlarından 0.1 mg L^{-1} NAA içeren ortamdan alınmış, buna karşın RGS003 ve Opera çeşitlerinin hipokotilleri 1.0 mg L^{-1} NAA içeren ortamda en yüksek değeri vermiştir. Ayrıca, ortama AgNO_3 ilavesi incelenen bütün çeşitlerin sürgün rejenerasyonunda önemli bir şekilde etkili olmuştur.

Rani and Srivastava (2014) kanola bitkisinin *in vitro* şartlardaki rejenerasyon yeteneğini farklı besi ortamlarında test etmişlerdir. Araştırmacılar; en yüksek rejenerasyon oranını (%100) ve direkt sürgün oluşumunu 3.0 mg L^{-1} BAP içeren ortamda sap disk

eksplantlarından elde etmişlerdir. Sap disk eksplantları $2.0 - 4.0 \text{ mg L}^{-1}$ BAP içeren ortamda, herhangi bir kallus oluşumu göstermeden 14. günden sonra sürgün oluşturmaya başlamışlardır. Oluşan sürgünler daha sonra 0.5 mg L^{-1} IBA içeren 1/2 MS ortamında kök oluşumuna bırakılmış olup, kaliteli kökler elde edilmiştir.

Gerszberg *et al.* (2015) lahanada (*Brassica oleracea* var. *capitata*) yürüttükleri bir araştırmada; *in vitro*'da, 8 çeşit lahana (Zora, Brunswiçka, Ula, Ditmarska, Kamienna glowa, Amager, Slawa of Enkhuizen ve Replika), 2 farklı eksplant kaynağı (hipokotil ve kotiledon) kullanılarak, kallus ve organogenesis oluşumlarını kaydetmişlerdir. Hipokotil eksplantlarından kallus oluşumunun daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Amager çeşidinin, diğer çeşitlere göre sürgün ve tomurcuk sayıları (7.50 adet) bakımından, daha ileride olduğunu bildirmişlerdir. $8.8 \text{ } \mu\text{M}$ BAP + $0.53 \text{ } \mu\text{M}$ NAA hormon kombinasyonunda, en yüksek sürgün rejenerasyon oranına %88.80 sahip olduğunu belirtmişlerdir. En etkili köklenmenin ise, $5.37 \text{ } \mu\text{M}$ NAA ortamında test etmişlerdir.

Khalil *et al.* (2015) Pactol çeşidinin, mısır bitkisi gibi sıcak iklim şartlarına en uygun çeşit olduğunu belirterek, bu çeşidin *in vitro* şartlarda sürgün rejenerasyonunu test etmişlerdir. Araştırmacılar direkt sürgün rejenerasyon çalışmalarında hipokotil eksplantı kullanmışlar en iyi sürgün rejenerasyon oranı (%88.30) ve maksimum sürgün sayısını (10.5 adet) 0.45 mg L^{-1} Thidiazuron + 3.0 mg L^{-1} BA ve 0.1 mg L^{-1} NAA içeren ortamdan elde edildiğini rapor etmişlerdir. İndirekt sürgün rejenerasyon çalışmalarında ise en iyi sürgün rejenerasyon oranı (%73.75) ve maksimum sürgün sayısını (7.38 adet) 0.15 mg L^{-1} 2,4 D + 1.0 mg L^{-1} BA ve 0.5 mg L^{-1} NAA içeren ortamdan elde edildiğini rapor etmişlerdir. Çalışma sonucunda su stresine dayanıklı yeni çeşitlerin üretilbileceğini ve genetik çalışmalara ışık tutabilecek yeni bir adım oluşturabileceği de ortaya konulmuştur.

Lone *et al.* (2016) kanola bitkisinde önce kallus oluşturmuşlar, daha sonra kallusden sürgün rejenerasyonu elde etmişlerdir. Çalışma sonucunda 5.0 mg L^{-1} BAP ve 0.5 mg L^{-1} 2,4-D içeren MS ortamlarının GSL-1 çeşidinde en yüksek sürgün rejenerasyonu gerçekleştirdikleri ve farklı konsantrasyonlarda uygulanan hormonlar arasındaki farkın istatistiki anlamda önemli olduğunu rapor etmişlerdir.

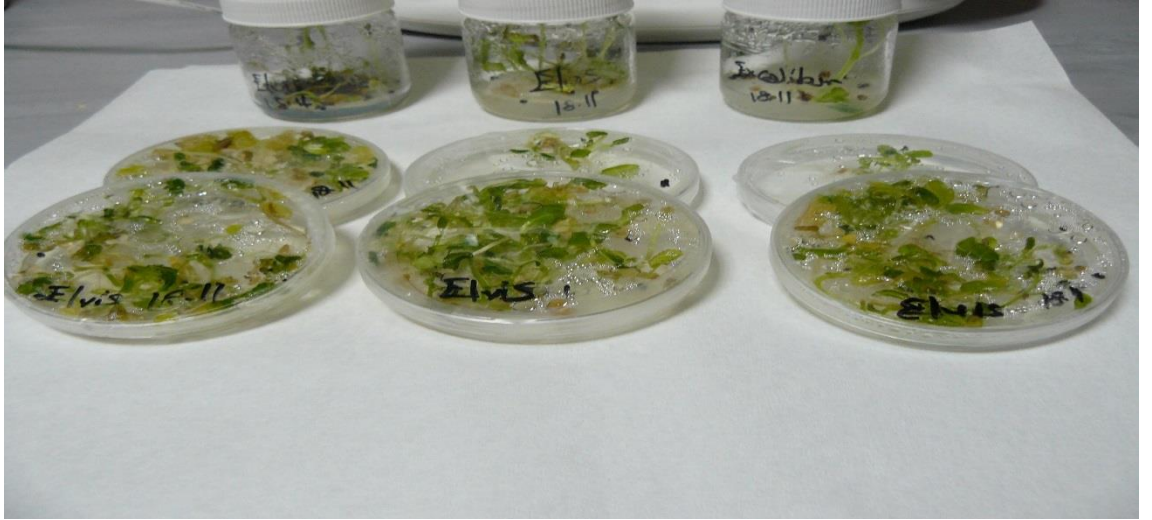
3. MATERYAL ve METOD

3.1. Materyal

Çalışmada Türkiye’de yaygın olarak üretimi yapılan Elvis ve Californium kışlık kanola çeşitleri kullanılmıştır.

3.2. Metod

Tohumlar, agar ortamına (MS ortamı) ilave edilerek çimlenmesi sağlanmış ve buradan da elde edilen çimlenmiş tohumlardan; hipokotil, kotiledon ve sürgün ucu eksplantları alınmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Kanola tohumlarının; petri kapları ve kavanozlarda çimlendirilmesi

3.2.1. Çalışmada Kullanılan Alet, Ekipman ve Malzemelerin Sterilizasyonu:

Bitki eksplantlarının konulacağı cam tüpler ve besi ortamlarının hazırlanmasında kullanılan saf su 121°C’de 15 dak. tutulmak suretiyle sterilize edilmiştir. Petri kapları, bisturi, pens ve diğer malzemelerde alüminyum folyaya sarılarak 180-200°C’de 3 saat süreyle etüvde tutulmak suretiyle sterilize edilmişlerdir. Steril çalışma kabini (laminar kabin)’nin içi çalışmaya başlamadan önce %70’lik etil alkol ile silinmiş, çalışmadan 30 dakika önce steril kabin çalıştırılarak ortam sterilizasyonu sağlanmıştır.

3.2.2. Çalışmada Kullanılan Kanola Çeşitlerinin ve Bitkisel Materyalin Hazırlanması:

Kanola tohumları bir beher içerisinde yıkanıp temizlenmiş, daha sonra yine bir beher içerisinde seyreltik çamaşır suyu içerisinde tutularak kap makro ve mikro organizmalardan arındırılmıştır. Deterjanla muamele edilen tohumlar distile su deterjandan arındırılarak ve bir süre %70'lik etil alkol içerisinde tutularak mikroorganizmalardan arındırılmıştır. Alkolle muamele edilen tohumlar, ticari sodyum hipoklorit çözeltisi (%20'lik) içerisinde bir süre tutulduktan sonra distile su ile birkaç dakika 5-6 kez yıkanarak alkolden ve sodyum hipokloritten arındırılmıştır. Islak olan tohumlar kurutma kâğıtları üzerine bırakılarak, sularının iyice alınması sağlanmıştır.

3.2.3. Bitki Rejenerasyonu İçin Doku Kültürü Ortamlarının Hazırlanması ve Sterilizasyonu:

Murashige ve Skoog (1962) tarafından ortaya konulan MS ortamı için gerekli olan makro ve mikro elementler ile organik bileşiklerin stok çözeltileri hazırlanmış ve bunlardan gerekli miktarlar alınarak MS ortamı hazır hale getirilmiştir. Sürgün gelişim ortamları için %5 sukroz ilave edilerek iyice çözünmesi sağlanmış, ortamın pH'ı 5.6-5.8'e ayarlanarak steril çift distile su ile hacmi 1 litreye tamamlanmıştır. pH ayarlandıktan sonra %8 agar ilave edilerek, çözelti kaynama noktasına yakın bir değere kadar ısıtılıp agarın ortamda tortu ve kalıntı bırakmayacak şekilde çözünmesi sağlanmıştır. Daha sonra cam balon içerisinde bulunan besi ortamları otoklavda 121°C'da 15 dakika tutulduktan sonra hafifçe soğutulmuş, cam balon dışarıdan dokunulacak bir sıcaklığa düştüğünde (yaklaşık 40-50°C) ise tüplere aktarılmıştır. Bitki büyüme düzenleyicileri (hormonlar) sıcaklığa hassas olduklarından 0,2 µM miliporlardan geçirilerek ortama ilave edilmişlerdir (Çizelge 3.1). Hormon ilavesinden sonra cam balonda bulunan besi yerleri donmadan her bir kavanoza 20-25 ml besi ortamı konularak tüplerde katılaşmaları beklenmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılmış bitki büyüme düzenleyicileri ve konsantrasyonları

Bitki büyüme düzenleyiciler ve konsantrasyonlar (mg L ⁻¹)					Kaynaklar
Ortamlar	BAP	IAA	KIN	NAA	
T0	1.0 x MS ortamı (kontrol)				Tüm kaynaklar
T1	3.0	-	-	-	Zeynali <i>et al.</i> , 2010
T2	-	1.0	-	-	Munir <i>et al.</i> , 2008
T3	-	-	-	1.0	Kamal <i>et al.</i> , 2007
T4	2.0	-	1.0	-	Munir <i>et al.</i> , 2008
T5	2.0	-	-	0.1	Burbulis <i>et al.</i> , 2009
T6	2.0	0.1	-	-	Munir <i>et al.</i> , 2008

3.2.4. Çalışmada Kullanılan Bitki Büyüme Düzenleyicileri ve Fonksiyonları:

Benzil Amino Pürin (BAP): Kanola çeşitlerinin doku kültürü uygulamalarında direkt sürgün oluşumu, somatik embriyogenesis ya da kallus oluşumundan sonra, yeni bitki gelişimi ve rejenerasyonu için kullanılan en önemli hormonlardır (Burbulis *et al.*, 2009). Hücre bölünmesinde etkili olan, yaşlanmayı geciktiren, organ oluşumu ve gelişimine katkıda bulunan ve yanal sürgün oluşumunu teşvik eden hormonlardır (Budak ve ark., 1994; Kaynak ve Ersoy, 1997; Kumlay ve Eryiğit, 2011).

Kinetin (6-Furfurylaminopurine=KIN): Bitki dokularında özellikle hücre bölünmeleri sırasında ortaya çıkan ve sitokinin yapısındaki organik maddelerdir. Çimlenen tohumlardan, akan özlerden ve genç meyvelerden izole edilmişlerdir. Yapraklarda nükleaz ve proteaz oluşumunu engelleyerek protein yıkımını önledikleri ve bu yolla yaşlanmayı geciktirdikleri bilinmektedir. Doku kültürü ortamlarında kallus oluşumu ve daha sonra bitki gelişimine katkıda bulunduğu belirlenmiştir (Kumlay, 2005; Kumlay ve Eryiğit, 2011).

Indol-3-Asetik Asit (IAA): Bitki hormonu olan oksin bütün yüksek bitkiler tarafından sentezlenir ve en çok bulunan oksin formu ise Indol-3-asetik asit (IAA)'tir. Araştırmacılar IAA'nın doğal olarak oluşan tek oksin olduğunu belirtmişlerdir. Doğal oksinler daha çok tepe tomurcukları ve yapraklardan meydana gelirler ve bitkide tepeden aşağıya doğru inerler. IAA bitkinin büyüme gösteren uç kısımlarında (koleoptil ucu, tomurcuk, yaprak ve kök ucu) oldukça fazla bulunmaktadır. Apikal dominantta, tropikal tepkilerde, vasküler doku oluşumunda, yaprak veya meyve dökülmesinin

önlenmesinde, etilen sentezinin uyarılmasında, çiçeklenmenin engellenmesi ve teşvikinde ve adventif kök gelişimini sağlamada etkilidirler (Kumlay, 2005; Kumlay ve Eryiğit, 2011).

Naftalen Asetik Asit (NAA): Oksin grubu büyüme düzenleyicisi olup, hücrelerin genişleyip büyümesine sebep olan doku gelişimi ve kök oluşumunu teşvik eden kimyasal bileşiklerdir. Oksin grubu diğer hormonlarda olduğu gibi NAA de ışığa duyarlı olup, ışıkta inaktive olabilmekte ve bunun sonucu olarak hücre büyümesi yavaşlamakta, fototropizm olarak bilinen bitkilerin tek taraflı ışıklandırılmalarında ışığa yönelme olayına neden olabilmektedir. Doku kültürü ortamlarında kallus oluşumu ve sürgün gelişimini teşvik ettikleri görülmüştür (Kumlay, 2005; Kumlay ve Eryiğit, 2011).

3.2.5. Hazırlanan Eksplantların Besi Ortamlarına Aktarılması ve İnkübasyon:

Petri kabları ve kavanozlarda bulunan, MS ortamında çimlendirilmiş tohumlardan elde edilen hipokotil, kotiledon yaprakları ve sürgün ucu eksplantları steril kabin içerisinde alınmış, daha önce etüvde steril edilmiş cam petri kapları içerisinde steril bir bisturi yardımıyla kesilip alınmış ve içerisinde besi ortamı olan tüplere aktarılmışlardır (Şekil 3.2). Her bir tüp içerisine 4 adet eksplant konulmuştur. Eksplant konulmuş tüpler 16 saat aydınlık şartlarda $24 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de ve 8 saat karanlık $18 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de, 2000 lüks ışık yoğunluğundaki fotoperiyot şartlarına alınmışlardır.



Şekil 3.2. Hazırlanan eksplantların besi ortamlarına aktarılması

3.2.6. Verilerin Elde Edilmesi:

Araştırma laboratuvar koşullarında sürdürülmüştür. Gözlemler; eksplantların, besi ortamlarına alınmasından itibaren, 6 haftalık bir süreci kaplamıştır. Daha sonra bu süreç sonunda, agronomik özellikler kaydedilmiş ve veriler aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

1. İlk sürgün verme gün sayısı (gün): Büyütme kabinine alınmış bitkicikler, 3 günde bir kontrol edilerek, ilk sürgün verme gün sayısı olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.3).

2. Sürgün meydana getiren eksplant oranı (bitki canlı kalma oranı) (%): Her ortama konulan bitkicikler tespit edilerek, bunlardan canlı kalan bitkicikler oran olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.4).

3. Sürgün uzunluğu (mm): Besi ortamına konulan eksplantların sürgün vermesi tespit edilerek, 6 hafta sonundaki sürgün uzunluğu elektronik kumpas yardımıyla ölçülerek, mm olarak belirlenmiştir (Şekil 3.5).

4. Yan dal sayısı (adet): Bitkilerin hasadı sırasında sürgün üzerinde bulunan yan dallar belirlenerek, adet olarak kaydedilmiştir.

5. Boğum sayısı (adet): Bitkilerin hasadı sırasında sürgün üzerinde bulunan boğumlar sayılarak adet olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.6).

6. Boğum aralığı (mm): Bitkilerin hasadı sırasında sürgün üzerinde bulunan boğumlar arası mesafe cetvel yardımıyla ölçülerek mm olarak belirlenmiştir.

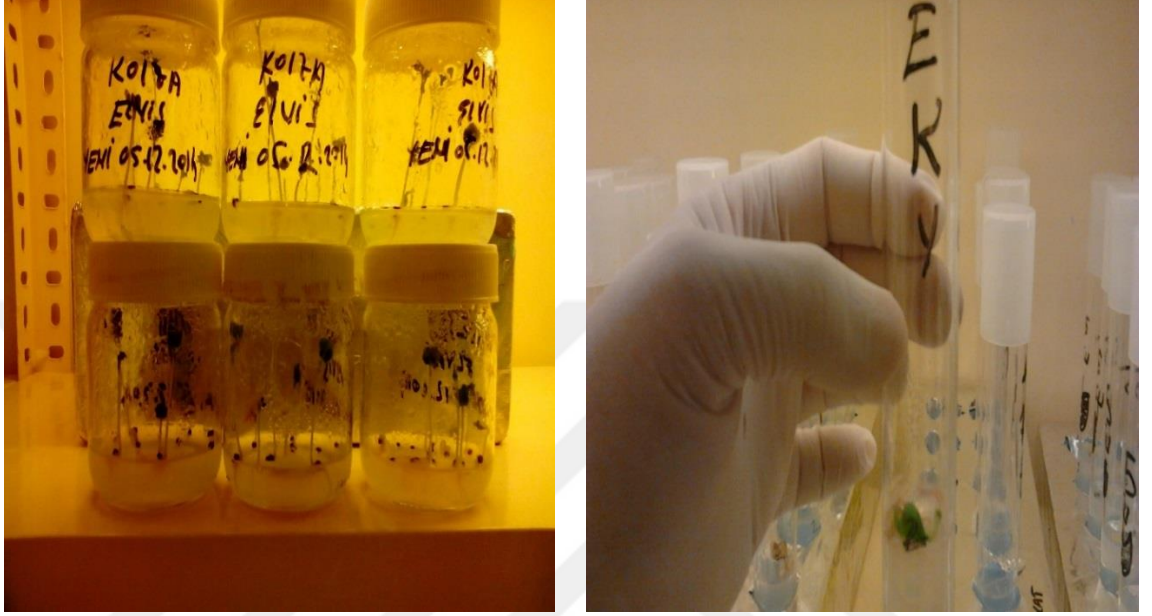
7. Yaprak alanı (mm²): Hasat edilen bitkiciğin üzerinde bulunan yapraklardan 4 tanesi tesadüfi olarak seçilmiş (dörtten az olan yapraklarda hepsi sayılmış) ve kumpas yardımıyla yaprağın eni ve boyu ölçülerek, mm² olarak kaydedilmiştir.

8. Kök uzunluğu (mm): Sürgün üzerinde bulunan köklerden 10 tanesi tesadüfi seçilmiş (10'dan az olan köklerde hepsi sayılmış), uzunlukları cetvelle ölçülmek suretiyle mm olarak kaydedilmiştir.

9. Kök sayısı (adet): Sürgün üzerinde bulunan kökler sayılarak bitki başına kök sayısı adet olarak kaydedilmiştir.

10. Bitki yaş ağırlığı (mg): Hasat edilen tam bitki, ağardan arındırıldıktan sonra hassas terazi ile tartılarak, mg birimiyle yaş ağırlık olarak belirlenmiştir.

11. Bitki kuru ağırlığı (mg): Hasat edilen tam bitki agardan arındırılıp, etüvde kurutulmaya tabi tutulmuş, sonra hassas terazi ile tartılarak, mg birimiyle kuru ağırlık olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.3. Sürgün verme gün sayılarının (gün) belirlenmesi



Şekil 3.4. Bitki canlı kalma oranları (%)’nin belirlenmesi



Şekil 3.5. Sürgün uzunluğu (mm)'nin ölçülmesi



Şekil 3.6. Boğum sayısı (adet)'nin belirlenmesi

3.2.7. Verilerin Değerlendirilmesi:

Araştırmamızın ana hatlarını teşkil eden uygulamalar aşağıda detaylı bir şekilde verilmiştir:

1. Çalışmamızda Elvis ve Californium kışlık kanola çeşitleri kullanılmıştır.
2. Hipokotil, kotiledon yaprakları ve sürgün ucu olmak üzere 3 farklı eksplant kaynağı değerlendirmeye alınmıştır.
3. Bitkilerin rejenerasyonunda bir tanesi hormonsuz (%5 sukroz içeren) kontrol ortamı ve 6 farklı hormon kombinasyonu olmak üzere, toplam 7 besi ortamı kullanılmıştır.
4. Buna göre çalışma “Tesadüf Bloklarında Bölünen Bölünmüş Parseller Deneme Deseni”ne göre 2 çeşit, 3 farklı eksplant kaynağı ve 7 farklı besi ortamı uygulamaya alınmış, ayrıca her uygulamadan 3 tekerrür yapılarak değerlendirilmiştir. $2 \text{ çeşit} \times 3 \text{ eksplant kaynağı} \times 7 \text{ besi ortamı} \times 3 \text{ tekerrür} = 126$ tüp değerlendirmeye tabi tutulmuş, gerekli gözlem ve değerlendirmeler bu 126 tüp üzerinde yapılmıştır (Şekil 3.7).
5. İncelenen özelliklere ait verilerin İstatistik Analizleri; Tesadüf Bloklarında Bölünen Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre TARİST İstatistik Programı’nda yapılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılmasında LSD çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.



Şekil 3.7. Bitki büyütme odasında (iklim odası) gözlemlerin kaydedilmesi

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Sürgün verme gün sayısı (gün)

Farklı kanola çeşitlerinde eksplant kaynakları üzerine, hormon konsantrasyonlarının etkisinin incelendiği bu çalışmada, yapılan istatistiki analizi sonucunda; çeşit, eksplant, ortam ve bunlar arasındaki tüm interaksiyonlar, sürgün verme gün sayısı üzerine etkisi, istatistiki olarak çok önemli ($p < 0.01$) olmuştur (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin sürgün verme gün sayısına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S. D.	Kareler Ortalaması
Çeşit (a)	1	94.29**
Hata-1	2	0.15
Eksplant (b)	2	639.74**
Çeşit x Eksplant (axb)	2	61.54**
Ortam (c)	6	105.70**
Çeşit x Ortam (axc)	6	14.24**
Hata-2	8	0.40
Eksplant x Ortam (bxc)	12	29.83**
Çeşit x Eksplant x Ortam (axbxc)	12	6.23**
Genel	53	
V.K. (%): 6.98		

** : %1 seviyesinde önemli, * : %5 seviyesinde önemli

Araştırmanın sürgün verme gün sayısı ile ilgili bulguları Çizelge 4.2’de belirtilmiştir. Farklı kanola çeşitlerinden Californium çeşidi daha erken sürgün vermeye başlamış (11.21 gün) bunu Elvis çeşidi (12.94 gün) takip etmiştir. Eksplantlardan sürgün ucu eksplantı en erken sürgün vermeye başlamış olup (7.95 gün), bunu hipokotil (12.55 gün) ve kotiledon (15.71 gün) eksplantları takip etmiştir. Besi ortamlarında ise, en erken sürgün oluşumu; 1.0 mg L⁻¹ NAA içeren ortamdan elde edilmiş (7.28 gün), bunu 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ NAA (11.56 gün) ve 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ IAA içeren ortamlar (11.56 gün) ile takip etmiştir. Kontrol ortamında ise sürgün en geç oluşmaya başlamıştır (14.39 gün). İnteraksiyon incelendiğinde en erken sürgün verme gün sayısı ile Californium çeşidinin sürgün ucundan 1.0 mg L⁻¹ NAA içeren ortamdan elde edilmiş (4.33 gün), bunu yine Californium çeşidinin sürgün ucu eksplantı, 2.0 mg

L^{-1} BAP + $1.0 \text{ mg } L^{-1}$ Kinetin ortamında (5.33 gün) ve kontrol (5.67 gün) ortamında vermiştir.

Kamal *et al.* (2007) Quantum çeşidinin kotiledon eksplantlarının BAP ve NAA içeren ortamlarda tutulması durumunda, 13. ve 18. günler arasında ilk sürgünün meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Buna karşın, Burbulis *et al.* (2008)'ın NL-611 çeşidinin hipokotil eksplantının üç kanola çeşidi üzerinde yaptıkları araştırmada, ilk sürgün verme gün sayısı (10. gün) $4.0 \text{ mg } L^{-1}$ BAP + $0.05 \text{ mg } L^{-1}$ NAA ortamında, elde etmişlerdir. Yine Burbulis *et al.* (2009) tarafından 10 farklı kanola çeşidinde yürüttükleri bir çalışmada, $4.0 \text{ mg } L^{-1}$ BAP + $0.05 \text{ mg } L^{-1}$ NAA ortamında Valesca çeşidinin hipokotil eksplantlarından, 14. günden sonra ilk sürgün gözlemlenmeye başlanmıştır. Bu durumun kanola çeşitlerinin morfojenetik potansiyelinden, eksplant kaynaklarından, hormon konsantrasyonları ve bunların kombinasyonlarından kaynaklanmaktadır (Kamal *et al.* 2007; Burbulis *et al.* 2009; Kumlay, 2014). Benzer çalışmalar kanolanın farklı çeşitlerinde ilk sürgün verme gün sayısı olarak; Munir *et al.* (2008) 2. hafta içinde ve Khan *et al.* (2009) ilk kallus oluşumundan (6.02 gün) sonraki ikinci hafta içinde olduğunu belirten farklı araştırmacılar tarafından da kayda geçmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin sürgün verme gün sayısı ortalama değerleri

Çeşitler	Eksplantlar	B E S İ O R T A M L A R I									
		Kontrol	BAP	IAA	NAA	BAP+KIN	BAP+NAA	BAP+IAA	Ortalama		
Elvis	Hipokotil	15.33 hı	14.67 h	11.33 f	9.00 e	15.67 i	11.67 f	13.00 g	12.95 cd		
	Sürgün Ucu	13.33 g	7.00 c	8.00 d	7.00 c	16.00 i	7.00 c	13.00 g	10.19 b		
	Kotiledon	20.33 I	16.67 ij	19.00 k	7.00 c	16.67 ij	16.00 i	14.00 g	15.67 d		
Californium	Hipokotil	12.67 g	15.00 hı	11.33 f	8.67 de	16.33 ij	11.67 f	9.33 e	12.14 c		
	Sürgün Ucu	5.67 bc	6.00 bc	6.00 bc	4.33 a	5.33 b	6.00 bc	6.67 c	5.71 a		
	Kotiledon	19.00 k	17.67 jk	19.00 k	7.67 d	16.67 ij	17.00 j	13.33 g	15.76 d		
Çeşit Ortalamaları	Elvis	16.33 e	12.78 d	12.78 d	7.68 ab	16.11 e	11.56 c	13.33 de	12.94 b		
	Californium	12.44 d	12.89 f	12.11cd	6.89 a	12.78 d	11.56 c	9.78 b	11.21 a		
Eksplant Ortalamaları	Hipokotil	14.00 ef	14.83 f	11.33 d	8.83 bc	16.00 g	11.67 d	11.17 d	12.55 b		
	Sürgün Ucu	9.50 c	6.50 ab	7.00 b	5.67a	10.67 cd	6.58 ab	9.83 c	7.95 a		
	Kotiledon	19.67ıı	17.17 h	19.00 i	7.33 b	16.67 gh	16.5 gh	13.67 e	15.71 c		
Genel Ortalama		14.39 d	12.83 c	12.44 c	7.28 a	14.44 d	11.56 b	11.56 b	12.07		

4.2. Bitki canlı kalma oranı (%)

Kanola çeşitlerinde hormon konsantrasyonlarının etkisinin incelendiği bu çalışmada, yapılan istatistiki analiz sonucunda bitkiciklerin canlı kalma oranı; çeşitler, eksplantlar ve ortamlar arasındaki fark ile bunlar arasındaki ikili ve üçlü interaksiyonlar çok önemli ($p < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin bitki canlılık oranlarına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S. D.	Kareler Ortalaması
Çeşit (a)	1	1116.07**
Hata-1	2	14.88
Eksplant (b)	2	4062.50**
Çeşit x Eksplant (axb)	2	312.50**
Ortam (c)	6	358.80**
Çeşit x Ortam (axc)	6	97.55**
Hata-2	8	59.52
Eksplant x Ortam (bxc)	12	98.38**
Çeşit x Eksplant x Ortam (axbxc)	12	75.23**
Genel	53	
V.K. (%): 8.99		

** : %1 seviyesinde önemli, * : %5 seviyesinde önemli

Araştırmada bitkilerin canlı kalma oranı ile ilgili verileri incelendiğinde; en yüksek bitki canlı kalma oranı Californium çeşidinde %90.47 olarak, bunu Elvis çeşidi %84.52 oranıyla takip etmiştir. Eksplantlardan sürgün ucu eksplantı en fazla bitki canlı kalma oranı göstermiş (%97.61), bunu hipokotil (%86.90) ve kotiledon (%77.97) eksplantları izlemiştir. Ortamlara baktığımızda en yüksek bitki canlılık oranı 1.0 mg L⁻¹ NAA ortamından elde edilmiş (%95.83), bunu 3.0 mg L⁻¹ BAP (%90.27) ve 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ NAA (%87.50) ortamları takip etmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin bitki canlılık oranı ortalama değerleri

Çeşitler	Eksplantlar	B E S İ O R T A M L A R I									
		Kontrol	BAP	IAA	NAA	BAP+KIN	BAP+NAA	BAP+IAA	Ortalama		
Elvis	Hipokotil	75.00 d	100.00a	75.00 d	91.67 b	75.00 d	75.00 d	75.00 d	80.95 b		
	Sürgün Ucu	83.33 c	100.00a	100.00 a	100.00 a	91.67b	100.00 a	91.67b	95.43 ab		
	Kotiledon	75.00 d	75.00 d	75.00 d	91.67 b	75.00 d	75.00 d	75.00 d	77.39 c		
Californium	Hipokotil	81.33 c	91.67b	91.67 b	100.00 a	91.67 b	100.00 a	91.67b	92.57 ab		
	Sürgün Ucu	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00 a	100.00a	100.00 a	100.00 a	100.00 a		
	Kotiledon	75.00 d	75.00 d	75.00 d	91.67 b	75.00 d	75.00 d	83.33 c	78.58 c		
Çeşit Ortalamaları	Elvis	77.78 c	91.67ab	83.33 bc	94.44 a	80.56 c	83.33 bc	80.56 c	84.52 b		
	Californium	86.11 b	88.89 b	88.89 b	97.22 a	88.89 b	91.67 ab	91.67 ab	90.47 ab		
Eksplant Ortalamaları	Hipokotil	79.17cd	95.33 ab	83.33 c	95.33 ab	83.33 c	87.50 bc	83.33 c	86.90 b		
	Sürgün Ucu	91.67 b	100.00 a	100.00 a	100.00 a	95.83 ab	100.00 a	95.83ab	97.61 a		
	Kotiledon	75.00 d	75.00 d	75.00 d	91.67 ab	75.00 d	75.00 d	79.67cd	77.97 c		
Genel Ortalama		81.94 de	90.27 b	86.11 cd	95.83 a	84.72 d	87.50 c	86.11 cd	87.50		

İnteraksiyon incelendiğinde ise, en yüksek bitkilerin canlı kalma oranı tüm hormon ortamlarında %100 oranıyla Californium çeşidinin sürgün ucu eksplantında olduğu saptanmıştır. Bunu Elvis çeşidinin sürgün ucu eksplantı yine %100 oranıyla IAA, BAP, NAA ve BAP + NAA ortamları takip etmiştir (Çizelge 4.4).

Uliaie *et al.* (2008); farklı kışlık kanola çeşitlerinde yürüttükleri bir araştırma sonucunda, rejenerasyon için en uygun ortamın 3.0 mg L^{-1} BAP + 0.15 mg L^{-1} NAA içeren ortam olduğunu belirlemişlerdir. Al-Naggar *et al.* (2010) beş farklı kanola çeşidinden, Serw 4 çeşidinin sürgün rejenerasyonuna en olumlu tepki veren çeşit olduğunu ayrıca, en yüksek sürgün rejenerasyonunun 4.0 mg L^{-1} benzil adenin (BA) ilave edilmiş, MS ortamında kotiledondan üretilmiş kültürlerden elde ettiklerini bildirmişlerdir. Burbulis *et al.* (2010); tarafından 11 kanola üzerinden, 4.0 mg L^{-1} BAP + 0.05 mg L^{-1} NAA ortamında sap parçacıklarından, %100 canlılık oranıyla Sponsor çeşidinde gözlemlemişlerdir. Hussain *et al.* (2014); üç farklı kanola çeşidinin, hipokotillerinden direk sürgün rejenerasyonunda Wester (%87.60), Con-1 (%84.40) çeşitlerinin, Pakola (%54.20) ile kıyaslandığında daha yüksek rejenerasyon oranı verdiğini belirlemişlerdir. Rani and Srivastava (2014); Kanola bitkisinde yaptıkları bir çalışmada, en yüksek rejenerasyon oranını (%100) ve direkt sürgün oluşumunu 3.0 mg L^{-1} BAP içeren ortamda sap disk eksplantlarından elde ettiklerini bildirmişlerdir. Yine Khalil *et al.* (2015); Pactol kanola çeşidinin Mısır şartlarına en uygun çeşit olduğunu, hipokotil eksplantlarının en yüksek canlı kalma oranını (%88.30) 0.45 mg L^{-1} Thidiazuron + 3.0 mg L^{-1} BA ve 0.1 mg L^{-1} NAA içeren ortamda verdiğini rapor etmişlerdir. Kanolada daha önce yapılan çalışmalarda Kamal *et al.* (2007) %100, Ali *et al.* (2007) %96-98, Burbulis *et al.* (2008) %95.80, Munir *et al.* (2008) %70.83 ve Burbulis *et al.* (2009) %85.11 canlı kalma oranları tespit etmişlerdir.

4.3. Sürgün uzunluğu (mm)

Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi sürgün uzunluğu parametresine ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre çeşitler, eksplantlar ve hormonlar ile ikili ve üçlü interaksiyonlar arasındaki fark istatistiki olarak çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.5. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin sürgün uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S. D.	Kareler Ortalaması
Çeşit (a)	1	1359.83**
Hata-1	2	0.82
Eksplant (b)	2	3422.43**
Çeşit x Eksplant (axb)	2	407.96**
Ortam (c)	6	356.85**
Çeşit x Ortam (axc)	6	151.50**
Hata-2	8	2.24
Eksplant x ortam (bxc)	12	85.60**
Çeşit x Eksplant x Ortam (axbxc)	12	72.89**
Genel	53	
V.K. (%): 4.61		

** : %1 seviyesinde önemli, * : %5 seviyesinde önemli

Çeşitlerden Elvis çeşidinin ortalama sürgün uzunluğu 25.04 mm, Californium çeşidinin ise 18.47 mm olarak ölçülmüştür. Eksplantlardan sürgün ucu eksplantı 31.13 mm ile en uzun sürgün uzunluğu kaydedilmiş olup, bunu 21.01 mm ile hipokotil ve 13.13 mm ile kotiledon eksplantı izlemiştir. Ortamlara bakıldığında en uzun bitkicikler 2.0 mg L⁻¹ BAP + 1.0 mg L⁻¹ KIN kombinasyonundan (31.62 mm) elde edilmiş, bunu 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ IAA (20.66 mm), 1.0 mg L⁻¹ NAA ve 1.0 mg L⁻¹ IAA (her ikisinde 20.31 mm) takip etmiştir (Çizelge 4.6).

İnteraksiyon incelendiğinde Californium çeşidinin sürgün ucu eksplantı 2.0 mg L⁻¹ BAP + 1.0 mg L⁻¹ Kinetin ortamında en uzun bitkicikleri vermiş (47.15 mm), bunu Elvis çeşidinin sürgün ucu eksplantı 2.0 mg L⁻¹ BAP + 1.0 mg L⁻¹ Kinetin (44.33 mm) ve Californium çeşidinin sürgün ucu eksplantı 1.0 mg L⁻¹ NAA ortamları (41.19 mm) takip etmiştir (Çizelge 4.6).

Genel anlamda Elvis çeşidinin ve sürgün ucu eksplantının diğer çeşit ve eksplantlara göre daha ön plana çıktığı görülmektedir. Xue *et al.* (2000) kanola bitkisinde yürüttükleri bir çalışmada; sürgün gelişimi için optimum ortamın, MS ortamına ilave edilen 2 – 4 mg L⁻¹ BA + 0.6 mg L⁻¹ NAA içeren kombinasyonun

olduğunu belirtmişlerdir. Khan *et al.* (2002a) kanolanın *in vitro* fidelerinden aldıkları hipokotil eksplantlarından en uzun sürgünleri (45-55 mm) 2.0 mg L^{-1} BAP + 0.5 mg L^{-1} IAA ortamında saptamışlardır. Munir *et al.* (2008) Oscar kanola çeşidinin hipokotil eksplantlarından, 2.0 mg L^{-1} BAP + 1.0 mg L^{-1} KIN ve 1.0 mg L^{-1} IAA + 1.0 mg L^{-1} ZT ortamlarında, en uzun sürgünler (30-40 mm) alındığını rapor etmişlerdir. Tarinejad *et al.* (2013) Hyola 401 çeşidinin sap kesimi eksplantlarından 0.1 mg L^{-1} NAA ortamında, 35 mm uzunluğunda sürgünler elde edildiğini bildirmişlerdir. Daha önceki literatür çalışmalarında belirtilen bu sonuçlar bizim çalışmamızla benzerlik arz etmektedir. Yine Lone *et al.* (2016) yaptıkları bir çalışma sonucunda, GSL-1 kanola çeşidinde 5.0 mg L^{-1} BAP ve 0.5 mg L^{-1} 2,4-D içeren MS ortamlarının, en yüksek sürgün rejenerasyonu gerçekleştirdiklerini ve farklı konsantrasyonlarda uygulanan bu hormonlar arasındaki farkın istatistiksel anlamda önemli olduğunu rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.6. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin sürgün uzunluğu ortalama değerleri

Çeşitler	Eksplantlar	B E S İ O R T A M L A R I								
		Kontrol	BAP	IAA	NAA	BAP+KIN	BAP+NAA	BAP+IAA	Ortalama	
Elvis	Hipokotil	27.30 d	25.13 e	33.58 c	21.64 fg	38.87 b	26.13 de	22.40 f	27.87 b	
	Sürgün Ucu	24.32 e	38.25 b	34.43 c	28.20 cd	44.33 ab	09.08 m	26.83 de	29.34 ab	
	Kotiledon	13.28 jk	13.11 jk	12.57 k	11.23 l	27.87 d	12.75 k	14.64 ij	15.07 c	
Californium	Hipokotil	17.44 h	14.16 j	14.55 jj	15.46 i	13.33 jk	12.38 k	11.83 kl	14.17 cd	
	Sürgün Ucu	19.73 g	19.98 g	17.75 gh	41.19 ab	47.15 a	28.57 cd	36.09 bc	30.06 a	
	Kotiledon	10.12 lm	7.50 n	9.00 m	12.72 k	18.19 gh	8.66 mn	12.16 kl	11.19 d	
Çeşit Ortalamaları	Elvis	21.63 c	25.50 bc	26.86 b	20.36 cd	37.03 a	22.65 c	21.29 c	25.04 a	
	Californium	15.76 d	13.88 e	13.77 e	23.12 c	26.22 b	16.54 d	20.02 cd	18.47 b	
Eksplant Ortalamaları	Hipokotil	22.38 e	19.64 f	24.06 de	18.55 f	26.09 d	19.25 f	17.12 fg	21.01 b	
	Sürgün Ucu	22.03 e	29.12 c	26.09 d	34.70 b	45.75 a	28.82 c	31.47 bc	31.13 a	
	Kotiledon	11.70 gh	10.31 h	10.79 h	11.98 gh	23.03 de	10.71 h	13.39 g	13.13 c	
Genel Ortalama		18.69 c	19.69 bc	20.31 b	20.31 b	31.62 a	19.59 bc	20.66 b	21.75	

4.4. Yan dal sayısı (adet)

Yan dal sayısı verilerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de belirtilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre çeşitler, eksplantlar, ortamlar ve bunlar arasındaki ikili ve üçlü interaksyonlar istatistiki olarak çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin yan dal sayısına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S. D.	Kareler Ortalaması
Çeşit (a)	1	0.29**
Hata-1	2	01.17
Eksplant (b)	2	35.34**
Çeşit x Eksplant (axb)	2	3.74**
Ortam (c)	6	6.06**
Çeşit x Ortam (axc)	6	5.84**
Hata-2	8	0.49
Eksplant x ortam (bxc)	12	1.15**
Çeşit x Eksplant x Ortam (axbxc)	12	0.82**
Genel	53	
V.K. (%): 24.12		

** : %1 seviyesinde önemli, * : %5 seviyesinde önemli

Yan dal sayısı bakımından en fazla sayısı 3.21 adet ile Elvis çeşidinden alınmış, bunu 3.11 adet ile Californium çeşidi takip etmiştir. Eksplant ortalamalarına göre sürgün ucu ekplantı en fazla yan dal sayısı (4.10 adet) vermiş, bunu hipokotil (3.12 adet) ve kotiledon (2.26 adet) eksplantları izlemiştir. Bitki büyüme düzenleyicileri yönünden incelendiğinde en fazla yan dal sayısı; 2.0 mg L⁻¹ BAP + 1.0 mg L⁻¹ KIN kombinasyonundan (3.94 adet) elde edilmiş, bunu 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ NAA (3.67 adet) ve 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ IAA (3.17) kombinasyonları takip etmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8’in incelenmesinden görülebileceği gibi, interaksyona bakıldığında en fazla yan dal sayısı Californium çeşidinin sürgün ucundan 1.0 mg L⁻¹ NAA içeren ortamdan (7.00 adet) elde edilmiş, bunu Californium ve Elvis çeşitlerinin sürgün ucu ekplantı 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ NAA ortamı (5.00 adet) ve Californium çeşidi,

sürgün ucu ve hipokotil eksplantı 2.0 mg L⁻¹ BAP+ 0.1 mg L⁻¹ IAA (4.67 adet) takip etmiştir.

Elde edilen sonuçların çeşitlere, eksplantlara ve ortamlara göre farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Ortamlara bakıldığında hormonların tek başına kullanımından ziyade, sitokinin + oksin kombinasyonunun belirgin bir şekilde yan dal sayısını artırdığı görülmektedir. Bu durum kombinasyonların tek kullanımlardan daha etkili olduğunu belirten Kumlay (2014)'ın çalışmasıyla ve bazı araştırmalarla benzerlik arz etmektedir. Zira, Zhang and Bhalla (2004)'nın çalışmasında *in vitro* rejenerasyona en iyi tepki veren kanola çeşidinin Rainbow olduğunu ve 3.0 mg L⁻¹ BAP, 0.2 mg L⁻¹ NAA ve 0.01 mg L⁻¹ gibereellik asit içeren ortamdan eksplant başına 2.47 adet yan dal elde ettiklerini bildirmişlerdir. Burbulis *et al.* (2009) 4.21 adet yan dal almışlardır. Yine benzer şekilde Burbulis *et al.* (2010) kanola sap eksplantlarını 4.0 mg L⁻¹ BAP ortamında inoküle etmişler ve eksplant başına 3.90 adet yan dal aldıklarını bildirmişlerdir. Ancak, değişik tür, çeşit ve hormonları kullanan diğer araştırmacıların çalışmalarından farklı sonuçlar alınmıştır. Khan *et al.* (2010) çalışılan bütün kanola çeşitlerinde sürgün rejenerasyon oranı ve sürgün sayısı yönünden kotiledon ve hipokotillerin diğer eksplantlarla kıyaslandığında en iyi tepki veren eksplantlar olduğunu belirtmişlerdir. Rezai *et al.* (2013) dört kışlık ve üç yazlık kanola çeşitlerini kullanarak yaptıkları bir çalışma sonucunda, en yüksek sürgün rejenerasyonu ve sürgün sayısı SLM046 VE PF-7045 çeşitlerinin kotiledon eksplantlarından 0.1 mg L⁻¹ NAA içeren ortamdan alınmasına karşın, RGS003 ve Opera çeşitlerinin hipokotilleri 1.0 mg L⁻¹ NAA içeren ortamda en yüksek değerini verdiklerini kaydetmişlerdir. Yine Khalil *et al.* (2015) Pactol kanola çeşidinin hipokotil eksplantlarını 0.45 mg L⁻¹ Thidiazuron + 3.0 mg L⁻¹ BA ve 0.1 mg L⁻¹ NAA içeren ortamda inoküle etmişler ve 10.50 adet sürgün elde ettiklerini rapor etmişlerdir. Tarinejad (2013) 6.91 adet, Chikkala *et al.* (2009) 7.30 adet Ghnaya *et al.* (2008) 7.50 adet, Khan *et al.* (2002a) 14.50 adet ve Khan *et al.* (2002b) 18.30 adet yan dal sayısı aldıklarını literatürlerine eklemişlerdir.

Çizelge 4.8. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin yan dal sayısı ortalama değerleri

Çeşitler	Eksplantlar	B E S İ O R T A M L A R I									
		Kontrol	BAP	IAA	NAA	BAP+KIN	BAP+NAA	BAP+IAA	Ortalama		
Elvis	Hipokotil	2.67 e	3.00 de	4.00 c	2.33 ef	4.33 c	4.67 bc	3.33 d	3.48 b		
	Sürgün Ucu	3.33 d	3.33 d	4.33 c	3.00 de	4.33 c	5.00 b	3.67 cd	3.86 ab		
	Kotiledon	2.00 f	1.67 fg	2.33 ef	1.67 fg	3.33 d	2.67 e	2.33 ef	2.29 c		
Californium	Hipokotil	1.33 g	2.33 ef	2.33 ef	3.67 cd	4.67 bc	2.67 e	2.33 ef	2.77 bc		
	Sürgün Ucu	3.33 d	3.33 d	3.00 de	7.00 a	4.00 c	5.00 b	4.67 bc	4.33 a		
Çeşit Ortalamaları	Kotiledon	1.00 h	2.33 ef	1.67 fg	3.00 de	3.00 de	2.00 f	2.67 e	2.23 c		
	Elvis	2.67 cd	2.67 cd	3.56 bc	2.33 d	4.00 ab	4.11 ab	3.11 c	3.21 a		
Eksplant Ortalamaları	Californium	1.89 e	2.67 cd	2.33 d	4.56 a	3.89 b	3.22 c	3.22 c	3.11 a		
	Hipokotil	2.00 f	2.67 de	3.17 cd	3.00 d	4.50 ab	3.67 bc	2.83 d	3.12 b		
Genel Ortalama	Sürgün Ucu	3.33 c	3.33 c	3.67 bc	5.00 a	4.17 b	5.00 a	4.17 b	4.10 a		
	Kotiledon	1.50 f	2.00 e	2.00 e	2.33 de	3.17 cd	2.33 de	2.50 de	2.26 c		
Genel Ortalama		2.28 d	2.67 c	2.94 bc	2.94 bc	3.94 a	3.67 ab	3.17 b	3.15		

4.5. Boğum sayısı (adet)

Boğum sayısı parametresine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9’da belirtilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre çeşitler, eksplantlar ve ortamlar ile çeşit x ortam ve eksplant x ortam interaksyonları çok önemli ($p<0.01$) bulunmuş, buna karşın çeşit x eksplant ve çeşit x eksplant x ortam interaksyonları ise, istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin boğum sayısına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S. D.	Kareler Ortalaması
Çeşit (a)	1	0.20**
Hata-1	2	0.13
Eksplant (b)	2	9.63**
Çeşit x Eksplant (axb)	2	0.01 ^{ns}
Ortam (c)	6	0.87**
Çeşit x Ortam (axc)	6	0.16**
Hata-2	8	0.14
Eksplant x Ortam (bxc)	12	0.15**
Çeşit x Eksplant x Ortam (axbxc)	12	0.11 ^{ns}
Genel	53	
V.K. (%): 26.06		

** : %1 seviyesinde önemli, * : %5 seviyesinde önemli, ^{ns}: önemli değil

Çizelge 4.10’un incelenmesinden de görülebileceği gibi, çeşit ortalamaları bakımından en yüksek boğum sayısı Elvis çeşidinden (1.67 adet) elde edilmiş, bunu Californium çeşidi (1.58 adet) takip etmiştir. Eksplantlardan sürgün ucu eksplantı en yüksek boğum sayısını (2.03 adet) vermiş, hipokotil (1.77 adet) ve kotiledon (1.09 adet) eksplantları bunu takip etmiştir. Ortamlar incelendiğinde en yüksek boğum sayısı 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ IAA içeren ortamdan (2.06 adet) elde edilmiş, bunu 1.0 mg L⁻¹ IAA ve 1.0 mg L⁻¹ NAA (her ikisi de 1.67 adet) ortamları ile kontrol ve 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ NAA (her ikisi de 1.61 adet) ortamları takip etmiştir.

İnteraksiyona bakıldığında en fazla boğum sayısının Elvis ve Californium çeşitlerinin sürgün ucu eksplantlarından 2.0 mg L⁻¹ BAP+ 0.1 mg L⁻¹ IAA ortamlarında (2.67 adet) görüldüğü, bunu Californium sürgün ucu eksplantının kontrol ortamı (2.33

adet) ile Elvis çeşidinin sürgün ucunun 1.0 mg L^{-1} IAA ortamının (2.33 adet) takip ettiği belirlenmiştir (Çizelge 4.10).

Bilindiği gibi bitkilerin hızlı ve etkin bir şekilde rejenerasyonunda en önemli faktörlerden birisi boğum sayısıdır. Bu nedenle *in vitro* rejenerasyonda boğum sayısının artırılması hedeflenmektedir (Kumlay, 2014). Elde edilen bu çalışmalar, kanola bitkisinde daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik arz etmektedir. Burbulis *et al.* (2008) kanola bitkisinin hipokotil eksplantlarından oluşturulan kallusten geliştirilen sürgünlerin, bitki başına yüksek sayıda boğumlar (3.80 adet) verdiğini gözlemlemişler ve en iyi sonuçları 4.0 mg L^{-1} BAP ve 0.05 mg L^{-1} NAA içeren ortamlardan elde etmişlerdir.

Ancak, bazı durumlarda farklı sonuçlar elde edildiği de rapor edilmiştir. Akasaka-Kennedy *et al.* (2005)'un kanola bitkisinin yaprak eksplantlarını kullanarak yaptıkları çalışmada; ortama AgNO_3 ilavesinin kallus oluşumunu önemli derecede etkilediğini, boğum oluşturma yüzdesini %90'a kadar yükselttiğini ve eksplant başına boğum sayısını (6.00 adet) arttırdığını rapor etmişlerdir. Gerszberg *et al.* (2015) Amager lahanası çeşidinden alınan hipokotil eksplantlarını $8.88 \mu\text{M}$ BAP + $0.53 \mu\text{M}$ NAA içeren ortamda en yüksek boğum sayısı (7.50 adet) tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.10. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin boğum sayısı ortalamaları

Çeşitler	Eksplantlar	B E S İ O R T A M L A R I									
		Kontrol	BAP	IAA	NAA	BAP+KIN	BAP+NAA	BAP+IAA	Ortalama		
Elvis	Hipokotil	2.00 b	1.33 c	2.00b	1.67 bc	1.67 bc	1.67 bc	2.33 ab	1.67 bc	2.33 ab	1.81 ab
	Sürgün Ucu	2.00 b	1.67bc	2.33 ab	2.00 b	1.67 bc	2.00 b	2.67 a	2.00 b	2.67 a	2.04 a
	Kotiledon	1.00 cd	1.00 cd	1.33 c	1.00 cd	1.33 c	1.00 cd	1.33 c	1.00 cd	1.33 c	1.15 b
Californium	Hipokotil	1.33 c	1.33 c	1.67 bc	2.00 b	1.67 bc	2.00 b	2.00 b	1.67 bc	2.00 b	1.71 ab
	Sürgün Ucu	2.33 ab	1.67 bc	1.67bc	2.00 b	1.67 bc	2.00 b	2.67 a	1.67 bc	2.67 a	2.01 a
	Kotiledon	1.00 cd	1.00 cd	1.00cd	1.00 cd	1.00 cd	1.00 cd	1.33 c	1.00 cd	1.33 c	1.05 c
Çeşit Ortalamaları	Elvis	1.67 bc	1.33 d	1.89 b	1.56 c	1.56 c	1.56 c	2.11a	1.56 c	2.11a	1.67 a
	Californium	1.56 c	1.33 d	1.44cd	1.67 bc	1.44 cd	1.67 bc	2.00 ab	1.67 bc	2.00 ab	1.58 a
Eksplant Ortalamaları	Hipokotil	1.67 c	1.33 cd	1.83bc	1.83bc	1.67 c	1.83bc	2.17 b	1.67 c	2.17 b	1.77 b
	Sürgün Ucu	2.17 b	1.67 c	2.00 b	2.00b	1.67 c	2.00 b	2.67 a	1.67 c	2.67 a	2.03 a
	Kotiledon	1.00 de	1.00 de	1.17 d	1.00 de	1.17 d	1.00 de	1.33 cd	1.00 de	1.33 cd	1.09 c
Genel Ortalama		1.61 ab	1.33 bc	1.67 ab	1.67 ab	1.50 b	1.61 ab	2.06 a	1.61 ab	2.06 a	1.63

4.6. Boğum aralığı (mm)

Çizelge 4.11'deki analiz sonuçlarına göre; çeşit, eksplant ve ortam parametreleri ile bunlar arasındaki ikili ve üçlü interaksiyon farkları çok önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.11. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin boğum aralığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S. D.	Kareler Ortalaması
Çeşit (a)	1	549.21**
Hata-1	2	0.43
Eksplant (b)	2	183.36**
Çeşit x Eksplant (axb)	2	73.35**
Ortam (c)	6	38.83**
Çeşit x Ortam (axc)	6	41.22**
Hata-2	8	0.35
Eksplant x Ortam (bxc)	12	25.79**
Çeşit x Eksplant x Ortam (axbxc)	12	27.00**
Genel	53	
V.K. (%): 7.41		

** : %1 seviyesinde önemli, * : %5 seviyesinde önemli

Çeşitler arasında en geniş boğum aralığı; Elvis çeşidinden (14.88 mm) elde edilmiş, bunu Californium çeşidi (10.71 mm) takip etmiştir. Eksplantlardan en geniş boğum aralığı, sürgün ucundan (15.17 mm) elde edilmiş, bunu hipokotil (11.85 mm) ve kotiledon (11.26 mm) eksplantları takip etmiştir. Ortamlardan, en geniş boğum aralığı; 3.0 mg L⁻¹ BAP'tan (15.72 mm) alınmış, bunu 1.0 mg L⁻¹ NAA (13.39 mm), 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ NAA (12.59 mm) ve 2.0 mg L⁻¹ BAP + 1.0 mg L⁻¹ KIN (12.38 mm) ortamları takip etmiştir. İnteraksiyon incelendiğinde ise; Elvis sürgün ucu eksplantı 3.0 mg L⁻¹ BAP ortamı (21.85 mm) en geniş aralığı vermiş, bunu Californium sürgün ucu eksplantı 3.0 mg L⁻¹ BAP ortamı (21.36 mm) ve Elvis hipokotil eksplantı 2.0 mg L⁻¹ BAP + 1.0 mg L⁻¹ Kinetin (21.35 mm) ortamları takip etmişlerdir (Çizelge 4.12). Kanola *in vitro* çalışmalarında, boğum aralığı ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmamış, ancak Gnamien *et al.* (2010)'un yem karpuzu (*Citrullus lanatus*) bitkisinde yaptığı *in vitro* çalışmada; boğum aralığı hipokotil eksplantından 1.0 mg L⁻¹ BAP içeren ortamından (9.2 mm) elde edilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin boğum aralığı ortalama değerleri

Çeşitler	Eksplantlar	B E S İ O R T A M L A R I									
		Kontrol	BAP	IAA	NAA	BAP+KIN	BAP+NAA	BAP+IAA	Ortalama		
Elvis	Hipokotil	10.23 g	15.78 cd	13.12 e	13.48 de	21.35 ab	19.30 gh	15.43 cd	15.53 ab		
	Sürgün Ucu	13.51 de	21.85 a	16.37 c	14.60 d	15.71 cd	15.24 cd	16.33 c	16.23 a		
	Kotiledon	12.61 e	16.38 c	13.32 de	11.22 fg	13.53 de	12.20 ef	10.93 fg	12.89 c		
Californium	Hipokotil	12.06 f	11.43 f	8.29 hi	7.73 ij	6.34 j	6.19 j	6.57 j	8.37 de		
	Sürgün Ucu	8.12 i	21.36 ab	10.87 fg	20.59 b	9.13 gh	13.94 de	14.80 d	14.11 b		
	Kotiledon	10.12 g	7.49 ij	9.00 gh	12.72 e	8.18 i	8.66 h	11.23 f	9.62 d		
Çeşit Ortalamaları	Elvis	12.12 de	18.00 a	14.27 c	13.10 d	16.87 ab	15.58 b	14.23 c	14.88 a		
	Californium	10.10 e	13.43 cd	9.38 ef	13.68 cd	7.89 f	9.59 ef	10.87 e	10.71 b		
Eksplant Ortalamaları	Hipokotil	11.15 ef	13.61 d	10.71 fg	10.61 fg	13.84 d	12.75 de	11.00 f	11.95 b		
	Sürgün Ucu	10.81fg	21.61 a	13.62 d	17.59 b	12.43 de	14.59 cd	15.57 c	15.17 a		
	Kotiledon	11.36 ef	11.93 e	11.16 ef	11.97 e	10.85 fg	10.44 g	11.08 f	11.26 b		
Genel Ortalama		11.11 cd	15.72 a	11.83 cd	13.39 b	12.38 c	12.59 c	12.55 cd	12.79		

4.7. Yaprak alanı (mm²)

Çizelge 4.13’de görüldüğü gibi çeşitler, eksplantlar, ortamlar ve bunlar arasındaki ikili ve üçlü interaksiyonlar, yaprak alanını istatistiksel olarak çok önemli derecede etkilemiştir (p<0.01).

Çizelge 4.13. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin yaprak alanına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S. D.	Kareler Ortalaması
Çeşit (a)	1	2193.59**
Hata-1	2	4.90
Eksplant (b)	2	1500.34**
Çeşit x Eksplant (axb)	2	13.18**
Ortam (c)	6	89.47**
Çeşit x Ortam (axc)	6	238.29**
Hata-2	8	2.26
Eksplant x Ortam (bxc)	12	61.10**
Çeşit x Eksplant x Ortam (axbxc)	12	78.53**
Genel	53	
V.K. (%): 5.25		

** : %1 seviyesinde önemli, * : %5 seviyesinde önemli

Çizelge 4.14 incelendiğinde; çeşitlerden Elvis çeşidi, en geniş yaprak alanı (25.78 mm²) oluşturmuştur. Eksplantlardan sürgün ucunun 28.31 mm² ile ön planda olduğu, bunu hipokotil eksplantı (19.66 mm²) ve kotiledon eksplantının (16.84 mm²) izlediği kaydedilmiştir. Ortamlar incelendiğinde en yüksek yaprak alanı 1.0 mg L⁻¹ NAA (24.87 mm²) ve 1.0 mg L⁻¹ IAA (24.65 mm²) içeren ortamlardan alınmış, bunu kontrol (21.43 mm²) ortamı takip etmiştir.

İnteraksiyona bakıldığında Elvis çeşidinin sürgün ucu eksplantı 2.0 mg L⁻¹ BAP + 1.0 mg L⁻¹ Kinetin ortamda en geniş yaprakları vermiş (42.65 mm²), bunu sırasıyla Californium çeşidinin sürgün ucu eksplantı (39.79 mm²) ve Elvis çeşidinin hipokotil eksplantında 1.0 mg L⁻¹ NAA ortamında (39.14 mm²) takip etmiştir. Araştırma sonucunda; BAP + KIN ortamından elde edilen yaprak alanının, diğer ortamlardan daha fazla olması nedeniyle dikkati çeken önemli bir husustur (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin yaprak alanı ortalama değerleri

Çeşitler	Eksplantlar	B E S İ O R T A M L A R I							
		Kontrol	BAP	IAA	NAA	BAP+KIN	BAP+NAA	BAP+IAA	Ortalama
Elvis	Hipokotil	30.65 b	17.40 cd	39.14 ab	21.12 c	14.27 d	25.96 bc	22.67 c	24.45 b
	Sürgün Ucu	33.18 b	31.78 b	39.05 ab	32.04 b	42.65 a	23.12 bc	24.47 bc	32.33 a
	Kotiledon	19.87 c	23.58 bc	27.04 bc	19.78 c	20.69 c	15.39 d	17.50 cd	20.55 c
Californium	Hipokotil	13.78 d	15.62 d	13.55 d	18.88 cd	14.27 d	13.73 d	14.25 d	14.86 d
	Sürgün Ucu	19.46 c	20.48 c	18.33 cd	39.79 ab	20.21 c	27.93 bc	23.91 bc	24.31 b
	Kotiledon	11.66 de	12.08 de	10.77 e	17.59 cd	11.81 de	12.48 de	15.57 d	13.14 d
Çeşit Ortalamaları	Elvis	27.90 b	24.25 bc	35.08 a	24.31 bc	25.87 bc	21.49 c	21.54 c	25.78 b
	Californium	14.97 e	16.06 de	14.21 e	25.42 bc	15.43 de	18.05 d	17.91 d	17.43 cd
Eksplant Ortalamaları	Hipokotil	22.21 d	16.50	26.34 cd	20.00 de	14.27	19.85 e	18.45 c	19.66 c
	Sürgün Ucu	26.32 cd	26.12 cd	28.68 c	35.91 a	31.43 b	25.53 cd	24.19 d	28.31 a
	Kotiledon	15.77 fg	17.83 f	18.90 ef	18.68 ef	16.26 fg	13.94 g	16.53 fg	16.84 d
Genel Ortalama		21.43 b	20.16 b	24.65 a	24.87 a	20.65 b	19.77 c	19.73 c	21.61

4.8. Kök sayısı (adet)

Farklı hormon kombinasyonları uygulanan kanola çeşitlerinden elde edilen kök sayısı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15’de verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi; farklı çeşitler, eksplantlar, ortamlar ve bunlar arasındaki ikili ve üçlü interaksyonların kök sayısına etkisi istatistiksel olarak çok önemli olmuştur ($p < 0.01$).

Çizelge 4.15. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin kök sayısına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S. D.	Kareler Ortalaması
Çeşit (a)	1	12.07**
Hata-1	2	0.02
Eksplant (b)	2	16.96**
Çeşit x Eksplant (axb)	2	3.17**
Ortam (c)	6	49.90**
Çeşit x Ortam (axc)	6	9.76**
Hata-2	8	0.37
Eksplant x Ortam (bxc)	12	1.38**
Çeşit x Eksplant x Ortam (axbxc)	12	0.77**
Genel	53	
V.K. (%): 22.78		

** : %1 seviyesinde önemli, * : %5 seviyesinde önemli

Çizelge 4.16’dan anlaşılacağı gibi; kanola çeşitlerinde farklı hormon konsantrasyonu uygulamalarından tespit edilen kök sayısı, Elvis çeşidinde daha fazla (4.11 adet) olmuştur. Eksplantlardan sürgün ucu eksplantı en yüksek kök sayısı (4.48 adet) vermiş, bunu hipokotil (3.71) ve kotiledon (3.21) eksplantları izlemiştir. Ortamlara bakıldığında en fazla kök sayısı 1.0 mg L^{-1} NAA içeren ortamdan elde edilmiş (5.78 adet) ve 2.0 mg L^{-1} BAP + 0.1 mg L^{-1} NAA (5.28 adet) ortamları takip etmiştir.

İnteraksiyon incelendiğinde; en fazla kök sayısı Californium çeşidinin sürgün ucu eksplantından 1.0 mg L^{-1} NAA ortamında (8.00 adet) elde edilmiş, bunu Californium çeşidinin sürgün ucu eksplantı 2.0 mg L^{-1} BAP+ 0.1 mg L^{-1} IAA ortamı (6.67 adet) ve Elvis çeşidinin sürgün ucu ve hipokotil eksplantları 1.0 mg L^{-1} NAA; 2.0 mg L^{-1} BAP + 0.1 mg L^{-1} NAA ortamları (6.67’şer adet) takip etmiştir (Çizelge 4.16).

Çalışmada elde edilen bulgular ile dünyada farklı çeşitler kullanılarak yürütülen çalışmada benzerlikler ve farklılıklar bulunmaktadır. Khan *et al.* (2002a) kanolada yaptıkları bir araştırmada, en etkili köklenmenin yarı katı MS ortamında 0.250 mg L^{-1} IBA + 0.125 mg L^{-1} IAA'dan oluştuğunu rapor etmişlerdir. Chamandosti *et al.* (2006) kanola bitkisinde yürüttükleri bir çalışmada; en iyi kök gelişiminin, hipokotil eksplantlarının NAA ve IBA bulunan ortamlarda inoküle edilmesiyle elde edildiğini, sadece 1.0 mg L^{-1} IBA kullanımının bile %90 oranında köklenmenin gerçekleştiğini ve elde edilen kök sayısının 8-9 adet arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Khan *et al.* (2010) ise kök oluşumunda en uygun ortamın, 0.5 mg L^{-1} NAA olduğunu (11 adet) tespit etmişlerdir.

Bano *et al.* (2010) *in vitro* ortamda geliştirilen kanolada; en yüksek köklenme UCD-35 çeşidinden (%53.50) ve hipokotil eksplantlarının 3.0 mg L^{-1} BAP + 0.5 mg L^{-1} NAA ortamında tutulmasıyla (%57.05) elde ettiklerini bildirmişlerdir. Alam *et al.* (2013) *in vitro* ortamında rejenere olan kanola bitkiciklerinin sürgünleri, 2.5 mg L^{-1} NAA ve 1.0 mg L^{-1} IBA içeren ortamlarda en iyi gelişmiş kök sistemlerini meydana getirdiklerini rapor etmişlerdir. Darçın *et al.* (2014) *in vitro*'da yetiştirilen kanola bitkisinde; kök gelişiminin, 1.5 mg L^{-1} IBA içeren MS ortamında (11.33 adet) kök sayısı ile daha etkili sonuç verdiğini tespit etmişlerdir. Yapmış olduğumuz araştırmada; elde ettiğimiz kök sayılarının diğer çalışmalardan farklı olması, muhtemelen çeşit ve hormon kombinasyonların farklı olmasından kaynaklanabilir.

Çizelge 4.16. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin kök sayısı ortalama değerleri

Çeşitler	Eksplantlar	B E S İ O R T A M L A R I									
		Kontrol	BAP	IAA	NAA	BAP+KIN	BAP+NAA	BAP+IAA	Ortalama		
Elvis	Hipokotil	1.67 fg	4.00 de	3.67 de	5.00 cd	3.00 e	6.67 b	4.33 d	3.33 bc		
	Sürgün Ucu	2.33 ef	5.00 cd	4.33 d	6.67 b	5.00 cd	6.67 b	5.33 c	5.05 a		
	Kotiledon	2.00 f	2.33 ef	2.00 f	4.33 d	2.00 f	5.33 c	4.67 d	3.24 c		
Californium	Hipokotil	2.00 f	1.67 fg	2.00 f	5.67 c	1.67 fg	4.33 d	6.33 bc	3.39 bc		
	Sürgün Ucu	2.33 ef	2.00 f	2.33 ef	8.00 a	2.00 f	4.00 de	6.67 b	3.90 b		
	Kotiledon	1.67 fg	1.67 fg	1.67 fg	5.00 cd	1.33 g	4.67 d	6.33 bc	3.20 c		
Çeşit Ortalamaları	Elvis	2.00 d	3.78 c	3.33 cd	5.33 ab	3.33 cd	6.22 a	4.78 b	4.11 a		
	Californium	2.00 d	1.78 e	2.00 d	6.22 a	1.67 e	4.33 bc	6.44 a	3.49 b		
Eksplant Ortalamaları	Hipokotil	1.83 ef	2.83 de	2.83 de	5.33 bc	2.33 e	5.50 bc	5.33 bc	3.71 b		
	Sürgün Ucu	2.33 e	3.50 d	3.33 d	7.33 a	3.50 d	5.33 bc	6.00 b	4.48 a		
	Kotiledon	1.83 ef	2.00 ef	1.83 ef	4.67 cd	1.67 ef	5.00 c	5.50 bc	3.21 c		
Genel Ortalama	2.00 c	2.78 b	2.67 b	5.78 a	2.50 b	5.28 ab	5.61 a	3.81			

4.9. Kök uzunluğu (mm)

Farklı hormon konsatrasyonları uygulanan kanola çeşitlerinden elde edilen kök uzunluğu değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’ de verilmiştir. Bu çizelgede de görüldüğü gibi; çeşitler, eksplantlar, ortamlar ve bunlar arasındaki ikili ve üçlü interaksyonların kök sayısına etkisi istatistiksel olarak ($p<0.01$) seviyesinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.17. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin kök uzunluğuna ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S. D.	Kareler Ortalaması
Çeşit (a)	1	4.83**
Hata-1	2	0.25
Eksplant (b)	2	763.37**
Çeşit x Eksplant (axb)	2	12.83**
Ortam (c)	6	340.18**
Çeşit x Ortam (axc)	6	153.77**
Hata-2	8	0.43
Eksplant x Ortam (bxc)	12	36.48**
Çeşit x Eksplant x Ortam (axbxc)	12	76.09**
Genel	53	
V.K. (%): 7.26		

** : %1 seviyesinde önemli, * : %5 seviyesinde önemli

Çizelge 4.18’den görülebileceği gibi çeşitlere bakıldığında; Elvis çeşidinin en uzun kökleri verdiği (13.78 mm), bunu ile Californium çeşidinin takip ettiği (13.38 mm) görülmektedir. Eksplantlardan sürgün ucu eksplantının en uzun kökler meydana getirdiği (18.41 mm), bunu hipokotil (12.01 mm) ve kotiledon (10.33 mm) eksplantlarının takip ettiği gözlenmiştir. Ortamlara bakıldığında en uzun kökler 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ IAA ortamından elde edilmiş (20,00 mm), bunu 1.0 mg L⁻¹ NAA (19,53 mm) ve 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ NAA (12.30 mm) ortamlarının takip ettiği görülmektedir.

İnteraksiyon incelendiğinde, en fazla kök uzunluğu Californium çeşidinin sürgün ucu eksplantından 2.0 mg L⁻¹ BAP+ 0.1 mg L⁻¹ IAA içeren ortamdan (40.82 mm) elde

edilmiş, Californium çeşidinin sürgün ucu 1.0 mg L⁻¹ NAA ortamı (34.44 mm) ve Elvis çeşidinin sürgün ucu 1.0 mg L⁻¹ NAA ortamı (21.67 mm) takip etmiştir (Çizelge 4.18).

Kanola bitkisinin kök uzunluğu ve kök sayısı daha sonraki saksı, sera ve toprağa alıştırma dönemlerinde çok önemli olup, bitkinin topraktan azami bir şekilde faydalanmasını sağlayan en önemli etkenlerdendir. Bu nedenle uzun, sağlam ve çok sayıda kök elde edilmesi önem arz etmektedir. Dünyada yapılan çalışmalarda, *in vitro* şartlarda kök sayısını ve uzunluğunu artırmak için çaba gösterilmiş, ancak farklı çeşit ve hormon ortamlarında çok farklı sonuçlar elde edildiği rapor edilmiştir.

Khan *et al.* (2002a) kanolada yürüttükleri bir araştırmada; en etkili köklenmenin, yarı katı MS ortamına ilave edilen 0.250 mg L⁻¹ IBA + 0.125 mg L⁻¹ IAA'dan elde edildiğini rapor etmişlerdir. Slesak *et al.* (2005) kanola hipokotil eksplantlarını 2.0 mg L⁻¹ 2,4 D hormon ortamında tutmuşlar ve 10 gün sonunda %98 oranında ve 5.0 mm uzunluğunda köklenme elde ettiklerini bildirmişlerdir. Khan *et al.* (2010) en iyi köklenmeyi Tori-7 çeşidinden 0.5 mg L⁻¹ NAA uygulamasından elde etmişlerdir. Tarinejad *et al.* (2013) kanola hipokotil eksplantlarını 2.0 mg L⁻¹ IBA ve 0.5 mg L⁻¹ BAP ortamında tutarak 40 mm'den daha uzun kökler elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.18. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin kök uzunluğu ortalamaya değerleri

Çeşitler	Eksplantlar	B E S İ O R T A M L A R I									
		Kontrol	BAP	IAA	NAA	BAP+KIN	BAP+NAA	BAP+IAA	Ortalama		
Elvis	Hipokotil	9.47 e	12.19	12.95 de	14.05 d	10.65 e	9.57 e	17.03 cd	12.27 b		
	Sürgün Ucu	20.28 c	19.94 c	17.44 cd	21.67 c	14.00 d	18.11 cd	14.70 d	18.02 ab		
	Kotiledon	10.30 e	9.30 ef	10.48 e	14.40 d	8.38 f	10.82 e	13.58 d	11.04 c		
Californium	Hipokotil	10.46 e	8.26 f	7.35 g	19.51 cd	7.31 g	9.67 e	19.63 c	11.75 bc		
	Sürgün Ucu	12.97 de	10.44 e	8.99 ef	34.44 b	6.31 h	17.60 cd	40.82 a	18.79 a		
	Kotiledon	7.50 g	9.20 e	7.15 gh	13.12 de	8.12 f	8.02 fg	14.22 d	9.61 d		
Çeşit Ortalamaları	Elvis	13.35 c	13.81 c	13.62 c	16.71 b	11.01 de	12.84 cd	15.11 bc	13.78 a		
	Californium	10.31 e	9.30 ef	7.83 f	22.36 ab	7.24 f	11.77 d	24.89 a	13.38 b		
Eksplant Ortalamaları	Hipokotil	9.97 ef	10.22 e	10.15 e	16.79 c	8.97 fg	9.63 ef	18.33 b	12.01 b		
	Sürgün Ucu	16.63 c	15.19 cd	13.21 de	28.05 a	10.16 e	17.85 b	27.76 ab	18.41 a		
	Kotiledon	8.91 fg	9.25 f	8.82 fg	13.76 d	8.24 g	9.42 f	13.91 d	10.33 c		
Genel Ortalama		11.83 c	11.56 c	10.73 cd	19.53 a	9.13 d	12.30 b	20.00 a	13.59		

4.10. Bitki yaş ağırlığı (mg)

Çeşitler, eksplantlar, ortamlar ve bunlar arasındaki ikili ve üçlü interaksiyonlar arasındaki fark istatiki olarak çok önemli ($p < 0.01$) bulunmuştur (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin bitki yaş ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S. D.	Kareler Ortalaması
Çeşit (a)	1	3040.96**
Hata-1	2	334.91
Eksplant (b)	2	97047.93**
Çeşit x Eksplant (axb)	2	2420.39**
Ortam (c)	6	35021.46**
Çeşit x Ortam (axc)	6	7545.22**
Hata-2	8	73.08
Eksplant x Ortam (bxc)	12	5465.34**
Çeşit x Eksplant x Ortam (axbxc)	12	713.54**
Genel	53	
V.K. (%): 8.13		

** : %1 seviyesinde önemli, * : %5 seviyesinde önemli

Californium çeşidinde, 120.08 mg ile en fazla bitki yaş ağırlığı elde edilmiştir. Bunu Elvis çeşidi, 110.25 mg ile takip etmiştir. Sürgün ucu 168.04 mg ile ilk sırada yer alırken, hipokotil 103.33 mg ve kotiledon 74.11 mg ile takip etmiştir. BBD yönünden en fazla taze ağırlık 2.0 mg L^{-1} BAP + 1.0 mg L^{-1} KIN (186.11 mg) ortamında elde edilmiş, bunu 1.0 mg L^{-1} NAA (162.78 mg), 2.0 mg L^{-1} BAP + 0.1 mg L^{-1} IAA (114.50) ve 2.0 mg L^{-1} BAP + 0.1 mg L^{-1} NAA (110.56 mg) ile takip etmişlerdir. İnteraksiyon bakımından ele alındığında; Californium çeşidinin sürgün ucu eksplantları 323.33 mg ve 300.00 mg ile 2.0 mg L^{-1} BAP + 1.0 mg L^{-1} Kinetin ve 1.0 mg L^{-1} NAA ortamlarında ön planda yer alırken, bunu Elvis çeşidinin sürgün ucu eksplantı 216.67 mg ile 1.0 mg L^{-1} NAA ortamında takip etmiştir (Çizelge 4.20). Daha önce yapılan çalışmalara göz attığımızda; Ali *et al.* (2007) kanola bitkisinin kotiledon eksplantlarından en fazla bitki yaş ağırlığı 0.5 mg L^{-1} 2,4 D + 2.0 mg L^{-1} BAP + 5.0 mg L^{-1} AgNO₃ içeren ortamdan (2200 mg) elde ettiklerini bildirmişlerdir. Abrha *et al.* (2013) tarafından Etiyopya'da Yellow Dodolla hardal çeşidinin hipokotil eksplantlarını, 4 hafta boyunca 0.3 mg L^{-1} IBA ortamında tutmuşlar ve 2000 mg bitki yaş ağırlığı tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.20. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin bitki yaş ağırlığı ortalama değerleri

Çeşitler	Eksplantlar	B E S İ O R T A M L A R I							
		Kontrol	BAP	IAA	NAA	BAP+KIN	BAP+NAA	BAP+IAA	Ortalama
Elvis	Hipokotil	60.00 hi	83.33 gh	90.00 g	113.33 f	123.33 ef	113.33 f	100.00 f	97.62 bc
	Sürgün Ucu	126.67 ef	143.33 de	153.33 de	216.67 c	260.00 b	160.00 d	137.67 e	171.09 a
	Kotiledon	43.33 ij	50.00 i	60.00 hi	70.00 h	73.33 h	63.33 hi	74.33 h	62.04 d
Californium	Hipokotil	63.33 hi	66.67 hh	60.00 hi	166.67 d	186.67 cd	96.67 g	123.33 ef	109.04 b
	Sürgün Ucu	80.00 gh	76.67 h	83.33 gh	300.00 ab	323.33 a	160.00 d	131.67 e	165.00 ab
	Kotiledon	53.33 i	46.67 ij	53.33 i	110.00 f	150.00 de	70.00 h	120.00 ef	86.19 c
Çeşit Ortalamaları	Elvis	76.67 ef	92.22 e	101.11 de	133.33 bc	152.22 b	112.22 cd	104.00 d	110.25 b
	Californium	65.56 f	63.33 f	65.56 f	192.22 ab	220.00 a	108.89 d	125.00 c	120.08 a
Eksplant Ortalamaları	Hipokotil	61.67 gh	75.00 g	75.00 g	140.00 cd	155.00 cd	105.00 ef	111.67 e	103.33 b
	Sürgün Ucu	103.33 ef	110.00 e	118.33 de	258.33 b	291.67 a	160.00 c	134.67 d	168.04 a
	Kotiledon	48.33 i	48.33 i	56.67 h	90.00 fg	111.67 e	66.67 gh	97.17 f	74.11 c
Genel Ortalama		71.11 e	77.78 de	83.33 d	162.78 b	186.11 a	110.56 c	114.50 c	115.17

4.11. Bitki kuru ağırlığı (mg)

Çizelge 4.21’de görüldüğü gibi, çeşitler, eksplantlar, ortamlar ve bunlar arasındaki ikili ve üçlü interaksiyonlar arasındaki fark çok önemli ($p<0.01$) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı eksplant kaynakları ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin bitki kuru ağırlığına ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S. D.	Kareler Ortalaması
Çeşit (a)	1	77.08**
Hata-1	2	2.31
Eksplant (b)	2	850.56**
Çeşit x Eksplant (axb)	2	9.35**
Ortam (c)	6	389.60**
Çeşit x Ortam (axc)	6	55.67**
Hata-2	8	0.65
Eksplant x Ortam (bxc)	12	65.65**
Çeşit x Eksplant x Ortam (axbxc)	12	4.03**
Genel	53	
V.K. (%): 8.42		

** : %1 seviyesinde önemli, * : %5 seviyesinde önemli

Californium çeşidinde, 10.55 mg ile en yüksek bitki kuru ağırlığı tartılmıştır. Bunu Elvis çeşidi, 8.98 mg ile takip etmiştir. Sürgün ucu, 14.76 mg ile ilk sırada yer alırken, hipokotil 8.51 mg ve kotiledon 6.03 mg ile takip etmiştir. Hormonlardan en yüksek kuru ağırlık 2.0 mg L^{-1} BAP + 1.0 mg L^{-1} KIN ortamı (18.49 mg)’ndan elde edilmiş, bunu 1.0 mg L^{-1} NAA (12.09 mg) ve 2.0 mg L^{-1} BAP + 0.1 mg L^{-1} NAA (10.99) takip etmiştir. İnteraksiyon bakımından ele alındığında Californium çeşidinin sürgün ucu eksplantları 2.0 mg L^{-1} BAP + 1.0 mg L^{-1} KIN ortamında (33.49 mg) vermiş, bunu Elvis çeşidinin sürgün ucu eksplantı 2.0 mg L^{-1} BAP + 1.0 mg L^{-1} KIN ortamı (27.45 mg) ve Californium çeşidinin sürgün ucu eksplantı 1.0 mg L^{-1} NAA ortamı (23.09 mg) takip etmiştir (Çizelge 4.22). Çalışmada elde edilen bulgularla, bu konuda yürütülen benzer araştırmalarda bitki kuru ağırlığı bakımından farklılık olduğunu söyleyebiliriz. Zira, Abrha *et al.* (2013) en fazla bitki kuru ağırlığının Yellow Dodolla hardal çeşidinin hipokotil eksplantlarınının 4 hafta boyunca 0.3 mg L^{-1} IBA içeren ortamda elde edildiğini (220 mg) rapor etmişlerdir.

Çizelge 4.22. Farklı eksplant kaynakların ve besi ortamlarında kanola çeşitlerinin bitki kuru ağırlığı ortalama değerleri

Çeşitler	Eksplantlar	B E S İ O R T A M L A R I									
		Kontrol	BAP	IAA	NAA	BAP+KIN	BAP+NAA	BAP+IAA	Ortalama		
Elvis	Hipokotil	3.93 i	6.44 fg	6.21 g	8.05 ef	10.60 e	10.46 e	7.28 f	7.57 c		
	Sürgün Ucu	9.74 e	11.24 de	10.63 e	16.10 c	27.45 b	16.35 c	10.05 e	14.50 ab		
	Kotiledon	3.10 ij	3.91 i	4.14 i	4.85 h	7.11 f	5.58 gh	5.42 gh	4.87 d		
Californium	Hipokotil	4.47 hı	5.40 gh	4.38 hı	12.67 d	18.03 c	9.80 e	11.34 de	9.45 b		
	Sürgün Ucu	7.24 f	6.56 fg	6.14 g	23.09 bc	33.49 a	17.14 c	11.43 de	15.01 a		
	Kotiledon	3.97 i	3.74 i	3.78 i	7.77 f	14.25 cd	6.57 fg	10.22 e	7.19 c		
Çeşit Ortalamaları	Elvis	5.59 e	7.19 d	6.99 de	9.67 cd	15.05 b	10.80 c	7.59 d	8.98 b		
	Californium	5.23 e	5.24 e	4.77 e	14.51 bc	21.92 a	11.17 c	11.00 c	10.55 a		
Eksplant Ortalamaları	Hipokotil	4.20 g	5.92 e	5.30 fg	10.35 d	14.32 cd	10.14 d	9.31 de	8.51 b		
	Sürgün Ucu	8.49 de	8.90d	8.39 de	19.60 b	30.47 a	16.75 c	10.74 d	14.76 a		
	Kotiledon	3.53 g	3.83g	3.97 g	6.31 f	10.68 d	6.08 f	7.83 e	6.03 c		
Genel Ortalama		5.41 e	6.22 d	5.88 de	12.09 b	18.49 a	10.99 bc	9.29 c	9.77		

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Kanola doku kültürü ortamlarında meristem, sürgün ucu, sap ince hücre tabakası, sap kesimi, kotiledon, hipokotil, yaprak diskleri, kökler ve boğumlardan hızlı çoğaltım yapılabildiğinden ve direkt eksplanttan rejenerasyon neticesinde kanola bitkisinin genetik yapısında herhangi bir değişiklik oluşmadığı için çalışmamızda direk rejenerasyon uygulanmıştır. Bu durumun kanola bitkisi ile daha sonra yapılacak bilimsel çalışmaların doğruluk payının artmasına da vesile olacaktır.

Bu araştırmada, Elvis ve Californium kanola (*Brassica napus* L.) çeşitlerinin sürgün ucu, hipokotil ve kotiledon eksplantları ile 7 farklı besi ortamı (T0: %5 sukroz içeren kontrol; T1: 3.0 mg L⁻¹ BAP; T2: 1.0 mg L⁻¹ IAA; T3: 1.0 mg L⁻¹ NAA; T4: 2.0 mg L⁻¹ BAP + 1.0 mg L⁻¹ KIN; T5: 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ NAA; T6: 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.1 mg L⁻¹ IAA) yer almıştır. Varyans analizinde kullanılan değişkenlerin önemlilik derecelerinin belirlenmesinde çeşitler > eksplantlar > Bitki Büyüme Düzenleyiciler şeklinde bir gruplandırma yapılmıştır.

Çalışma sonucunda ilk sürgün oluşum gün sayısının 4.33 – 20.33 gün, bitki canlı kalma oranının %75 - %100, sürgün uzunluğunun 7.50 – 47.15 mm, yan dal sayısının 1.00 – 7.00 adet, boğum sayısının 1.00 – 2.67 adet, boğum aralığının 6.19 – 21.85 mm, yaprak alanının 10.77 – 42.65 mm², kök sayısının 1.33 – 8.00 adet, kök uzunluğunun 6.31 – 40.82 mm, bitki yaş ağırlığının 43.33 – 323.33 mg ve bitki kuru ağırlığının 3.10 – 33.49 mg arasında değiştiği görülmektedir.

Çeşitler bazında incelendiğinde Elvis çeşidinin sürgün uzunluğu (25.04 mm), yan dal sayısı (3.21 adet), boğum sayısı (1.67 adet), boğum aralığı (14.88 mm), yaprak alanı (25.78 mm²), kök sayısı (4.11 adet) ve kök uzunluğu (13.78 mm) yönünden Californium çeşidine göre daha yüksek değerler verdiği görülmüştür. Buna karşın, Californium çeşidi ise sürgün gün sayısı (11.21 gün), bitki canlı kalma oranı (%90.47), bitki yaş (120.08 mg) ve kuru (10.55 mg) ağırlıkları yönünden daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Elvis çeşidinin çalışılan bütün karakterler yönünden ön planda olduğu dikkat çekmektedir. Daha sonra yapılacak doku kültürü çalışmalarında bu çeşidin farklı özelliklerinin *in vitro* olarak test edilmesinde fayda görülmektedir.

Eksplantlar bakımından; sürgün ucu eksplantının bitki canlı kalma oranı (%97.61), sürgün uzunluğu (31.13 mm), yan dal sayısı (4.10 adet), boğum sayısı (2.03 adet), yaprak alanı (28.31 mm²), kök sayısı (4.48 adet), kök uzunluğu (18.41 mm), bitki yaş ağırlığı (168.04 mg) ve bitki kuru ağırlığı (14.76 mg) yönünden daha iyi sonuçlar verdiği dikkat çekmektedir. Buna karşın hipokotil ve kotiledon eksplantlarından elde edilen sonuçların daha düşük değerler verdiği, ancak hipokotil eksplantlarının kotiledonlara göre daha iyi rejenerasyon yeteneği gösterdiği gözlemlenmiştir. Daha sonra yapılacak çalışmalarda daha iyi rejenerasyon yeteneğinden dolayı sürgün ucu eksplantlarının kullanılmasının daha uygun olduğu, ikinci seçenek olarak da hipokotil eksplantlarının kullanılabilceği düşünülmelidir.

Ortamlardan ise en iyi sürgün rejenerasyonunun sitokinin + sitokinin (BAP+KIN) içeren ortamlardan elde edilmesi dikkat çekmekte, bu ortamları sitokinin + oksin (BAP+IAA ve BAP+NAA) kombinasyonları takip etmektedir. Sadece NAA oksini içeren ortamlar, tek başına BAP içeren sitokinin ortamlarına göre, etkili sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Daha sonraki çalışmalarda bu hormonların konsantrasyonları ya da kombinasyonları ayarlanarak yeni ortamların elde edilmesi ve yeni bitki rejenerasyon kültürlerinin oluşturulması mümkündür. Etkin ve iyi bir kök gelişimi için ortama oksin ilavesinin gerekliliği görülmüş, ancak ortama herhangi bir hormon ilave edilmezse dahi kök gelişiminin rahatlıkla olabileceği birçok çalışmada gösterilmiştir. Buna karşın; saksılarda, serada ve tarlada etkin ve hızlı bitki canlılığı için kalın, uzun ve çok sayıda kök gelişimine ihtiyaç bulunmaktadır. Çünkü kökler toprakta tutunmayı ve besin maddelerinin etkin kullanımını sağlayan en önemli organlardır.

Genel değerlendirme yapıldığında; Elvis çeşidinin, sürgün ucu ve hipokotil eksplantlarının ve sitokinin + oksin kombinasyonlarının etkin bir şekilde rejenerasyon olduğu görülmektedir. Bu nedenle, kanola ıslahında zamandan ve masraftan tasarruf ve daha etkin bir seleksiyon için erken ıslah aşamalarında *in vitro* çalışmaların önemi açıkça görülmektedir. Elde edilen bu sonuçların daha sonraki aşamalarda sera ve tarlada test edilmesi de seleksiyon etkinliğini artıracaktır. Ayrıca, klasik ıslah ve genetik mühendisliği yöntemleriyle elde edilen yeni hat ve çeşitlerin biyotik ve abiyotik stres faktörlerine dayanıklılığının doku kültürü ortamlarında test edilmesi ve ticari üretime sunulması da tasarruf sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Abrha, G. T., Mekbib, F. and Admassu, B., 2013. *In vitro* plant regeneration from callus of hypocotyls and cotyledonary explants in Ethiopian mustard (*Brassica carinata* A. Braun), yellow Dodalla cultivar. **Asian Journal of Plant Sciences**, 12 (6-8): 262–270.
- Alam, S. S., Khaleda, L. and Al-Forkan, M., 2013. Establishment of regeneration protocol for canola (*Brassica napus* L.). **Global Journal of Science Frontier Research Biological Science**, 13 (7): 7–11.
- Ali, H., Ali, Z., Ali, H., Mehmood, S. and Ali, W., 2007. *In vitro* regeneration of *Brassica napus* L. Cultivars (Star, Cyclone and Westar) from hypocotyls and cotyledonary leaves. **Pakistan Journal of Botany**, 39 (4): 1251–1256.
- Al-Naggar, A. M. M., Shabana, R., Rady, M. R., Ghanem, S. A., Saker, M. M., Reda, A. A., Matter, M. A. and Eid, S. A. M., 2010. *In vitro* callus initiation and regeneration in some canola varieties. **International Journal of Academic Research**, 2 (6): 356–361.
- Akasaka-Kennedy, Y., Yoshida, H. and Takahata, Y., 2005. Efficient plant regeneration from leaves of rapeseed (*Brassica napus* L.): the influence of AgNO₃ and genotype. **Plant Cell Reports**, 24: 649–654.
- Anonim, 2014. Bitkisel ve Hayvansal Üretim İstatistikleri. [http:// www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr)
- Anonymous, 2014. **FAO Statistical Yearbook**.
- Arslan, N., 1985. Patates tohumluğunda ve çeşitlerin muhafazasında doku kültürlerinden yararlanma imkanları. **Türkiye’de Sertifikalı ve Kontrollü Tohumluk Üretim ve Dağıtım Sorunları Sempozyumu Bildiri Kitabı**, s: 363– 373. (8-10 Şubat 1985, İzmir), Tübitak Yayınları, No:612, Ankara.
- Bano, R., Khan, M. H., Khan, R. S., Rashid, H. and Swati, Z. A., 2010. Development of an efficient regeneration protocol for three genotypes of *Brassica juncea*. **Pakistan Journal of Botany**, 42 (2): 963–969.

- Başalma, D., 1997. Adaptation of winter type germany originated rapeseed (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) cultivars under Ankara conditions. **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi**, 3 (3): 57–62.
- Budak, N., Çalışkan, C. F. ve Çaylak, Ö., 1994. Bitki büyüme regülatörleri ve tarımsal üretimde kullanımı. **Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 31: 289–196.
- Burbulis, N., Kupriene, R. and Blinstrubiene, A., 2008. Callus induction and plant regeneration from somatic tissue in spring rapeseed (*Brassica napus* L.). **Biologija**, 54 (4): 258–263.
- Burbulis, N., Blinstrubiene, A., Kupriene, R., Jonytiene, V., Rugienius, R. and Staniene, G., 2009. *In vitro* regeneration of (*Brassica napus* L.). Shoots from hypocotyls and stem segments. **Zemdirbyste-Agriculture**, 96 (3): 176–185.
- Burbulis, N., Blinstrubiene, A. and Kupriene, R., 2010. Genotypic and growth regulator effects on shoot regeneration from hypocotly and stem segment explants of spring rapeseed (*Brassica napus* L.). **Journal of Food, Agriculture and Environment**, 8 (2): 634–637.
- Chamandosti, F., Majd, A. ve Mehrabian, S., 2006. *In vitro* Plant Regeneration from callus of cotyledons in Canola (*Brassica napus* L.). **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 9 (2): 302–306.
- Chikkala, R. N. V., Nugent, D. G., Dix, J. P. and Stevenson, W. T., 2009. Regeneration from leaf explants and protoplasts of *Brassica oleracea* var. *Botrytis* (cauliflower). **Scientia Horticulturae**, 119: 330–334.
- Darçın, E. S., Kolsarıcı, Ö. and Yıldız, M., 2014. Establishment of efficient regeneration protocol for three rapeseed cultivars. **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, 28 (1): 21–26.
- Gerszberg, A., Hnatuszko-Konka, K. and Kowalczyk, T., 2015. *In vitro* regeneration of eight cultivars of *Brassica oleracea* var. *capitata*. **In Vitro Cell & Development Biology- Plant**, 51 (1): 80–87.

- Ghnaya, A.B., Charles, G. and Branchard, M., 2007. Rapid shoot regeneration from thin cell layer explants excised from petioles and hypocotyls in four cultivars of *Brassica napus* L. **Plant Cell Tissue Organ Culture**, 92: 25–30.
- Gnamien, Y. G., Zoro Bi, I. A., Dje, Y., Toussaint, A. and Baudoin, J. P., 2010. Determination of a Suitable Protocol for Indigenous Oilseed Cucurbits Plant Regeneration. **Tropicultura**, 28 (4): 217–225.
- Hussain, S., Rasheed, A., Latif, M., Mahmood, T. and S, Nagvi, S. M., 2014. Canola (*Brassica napus* L.) regeneration and transformation via hypocotyl and hypocotyl derived calli. **Sarhad Journal of Agriculture**, 30 (2): 165–172.
- İlkdoğan, U., 2008. Dünya ve Avrupa Birliği'nde yağlı tohum ticaretinde gelişmeler-Türkiye bağlamında değerlendirme. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Dış İlişkiler ve Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, **AB Uzmanlık Tezi**, s: 1–137.
- Jonoubi, P., Mousavi, A., Majdl, A. and Daneshian, J., 2004. Improved *Brassica napus* L., regeneration from hypocotyls using thidiazuron and benzyladenine as cytokinin sources. **Pakistan Journal of Botany**, 36 (2): 321–329.
- Kamal, G.B., Illich, K. G. and Asadollah, A., 2007. Effects of genotype, eksplant type and nutrient medium components on canola (*Brassica napus* L.) shoot *in vitro* organogenesis. **African Journal of Biotechnology**, 6 (7): 861–867.
- Kamstaityte, D. and Stanys, V., 2004. Micropropagation of onion (*Allium cepa* L.). **Acta Universitatis Latviensis, Biology**, 676: 173–176.
- Kaynak, L. ve Ersoy, N., 1997. Bitki büyüme düzenleyicilerinin genel özellikleri ve kullanım alanları. **Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 10: 223–236.
- Khalil, S. R. M., Hussein, B. A., Hussein, E. H. A. and Tawfik, M. S., 2015. Establishment of effective regeneration system in Egyptian-adapted canola var.pactol. **Journal of Biotechnological Research**, 6: 35–42.

- Khan, M.R., Rashid, H. and Quraishi, A., 2002a. Effects of various growth regulators on callus formation and regeneration in *Brassica napus* Cv. Oscar. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 5 (6): 693–695.
- Khan, M.R., Rashid, H. and Quraishi, A., 2002b. High frequency shoot regeneration from hypocotyl of canola (*Brassica napus* L.) cv. Dunkled. **Plant Tissue Culture**, 12 (2): 131–138.
- Khan, M. M. A., Hassan, L., Ahmad S. D., Shah, A. H. and Batool, F., 2009. *In vitro* regeneration potentiality of oil seed *Brassica* genotypes with differential BAP concentration. **Pakistan Journal of Botany**, 41 (3): 1233–1239.
- Khan, M. M. A., Arif, A. B. M., Robin, H. K., Nazim-ud-Dowla, M. A. N., Talukder, S. K. and Hassan, L., 2010. *In vitro* regeneration potentiality of Brassica genotypes in differential growth regulators. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, 35 (2): 189–199.
- Koh, W. L. and Loh, C. S., 2000. Direct somatic embryogenesis plant regeneration and *in vitro* flowering in rapid-cycling (*Brassica napus* L.). **Plant Cell Reports**. 19: 1177–1183.
- Köycü, Y., 2006. Kanola bitkisine çeşitli stres uygulamaları sonucunda olan değişikliklerin embriyo kültürü ile saptanması. **Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.**
- Kumlay, A. M., 2005. Patateste (*Solanum tuberosum* L.) *in vitro* şartlarda mikro yumru elde edilmesinde değişik fotoperiyot uygulamaları ve besin ortamlarının etkisi. **Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi.**
- Kumlay, A. M. ve Eryiğit, T., 2011. Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi düzenleyici maddeler: Bitki hormonları. **Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi** 1 (2): 47–56.
- Kumlay, A. M., 2014. Combination of the auxins NAA, IBA and IAA with GA₃ improves the commercial seed-tuber production of potato (*Solanum tuberosum*

- L.) under *in vitro* conditions. **BioMed Research International**, Volume 2014, Article ID 439259, 7 pages.
- Lazzeri, P.A., Hildebrand, D.F. and Collins, G.B., 1987. A procedure for plant regeneration from immature cotyledon tissue of soybean. **Plant Molecular Biology Reports**, 3: 160–167.
- Lone, J. A., Gupta, S. K., Wani, S. H., Bhat, M. A. and Lone, R. A., 2016. *In vitro* regeneration studies in *Brassica napus* with response to callus induction frequency and regeneration frequency. **International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology**, 9 (5): 755–761.
- Lu, C., Jonathan, A., Napier, T., Clemente, E. and Cahoon, E. B., 2011. New frontiers in oilseed biotechnology: Meeting the global demand for vegetable oils for food, feed, biofuel and industrial applications. **Current Opinion in Biotechnology**, 22 (2): 252–259.
- Maheswari, P., Selvaraj, G. and Kovalchuk, I., 2011. Optimization of *Brassica napus* (canola) explant regeneration for genetic transformation. **New Biotechnology**, 29 (1): 144–145.
- Munir, M., Rashid, H., Rauf, M., Chaudhry, Z. and Bukhari, M.S., 2008. Callus formation and plantlets regeneration from hypocotyl of *Brassica napus* by using different media combinations. **Pakistan Journal of Botany**, 40 (1): 309–315.
- Rani, R. and Srivastava, V., 2014. Effect of various growth regulators on direct regeneration of *Brassica* spp. using stem disc as explants. **Asian Journal of Advanced Basic Science**, 3 (1): 43–47.
- Rezai, F., Uliiaie, E. D. and Valizadeh, M., 2013. Optimization of *in vitro* regeneration protocol for some spring and winter cultivars of canola using different explants. **Journal of Academia and Industrial Research**, 2 (6): 316–319.
- Slesak, H., Popielerska, M. and Goralski, G., 2005. Morphological and histological aspects of 2,4 D effects on rape explants (*Brassica napus* L. cv. Kana) Cultured *In vitro*. **Acta Biologica Cracoviensia**, 47 (1): 219–226.

- Tarinejad, A. R., Nezami, P., Mohammadi, D. and Jafari, M., 2013. Response to tissue culture in four canola cultivars through hypocotyl explants. **World Applied Sciences Journal**, 24 (1): 76–83.
- Tarinejad, A. R., 2013. The effect of pre-treatment, genotypes and the age of cotyledonary explants on shoot regeneration in canola. **Technical Journal of Engineering and Applied Sciences**, 3 (13): 1255–1261.
- Uliaie, ED., Farsi, M., Ghreyazie, B. and Imani, J., 2008. Effects of genotype and AgNO₃ on shoot regeneration in winter cultivars of rapeseed (*Brassica napus*). **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 11 (6): 2040–2043.
- Xue, W. J., Yi, S., Mei, C. G., Xiang, L. S., Ping, W. G., Yonglin, S. and Hui, W., 2000. Effects of plant growth regulators and genotypes on the differentiation of *in vitro*-cultured hypocotyls of rapeseed (*Brassica*). **Chinese Journal of Oil Crop Sciences**, 22 (1): 11–13.
- Zhang, Y. and Bhalla, P. L., 1999. Shoot regeneration potential from seedling explants of Australian cultivars of oil seed rape (*Brassica napus* L.). **10th International Rapeseed Congress**, Canberra, Australia.
- Zhang, Y. and Bhalla, P.L., 2004. *In vitro* shoot regeneration from commercial cultivars of Australian Canola (*Brassica napus* L.). **Australian Journal of Agricultural Research**. 55 (7): 753–756.
- Zeynali, M., Zanjani, B. M., Amiri, M.E., Noruzian, M. and Aghajari, S., 2010. Influence of genotype and plant growth regulator on somatic embryogenesis in rapeseed (*Brassica napus* L.). **African Journal of Biotechnology**, 9 (26): 4050–4055.

ÖZGEÇMİŞ

Trabzon İli, Merkez Ortahisar İlçesinde 1972 yılında doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Trabzon'da tamamladı. 1992 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümünde lisans eğitimine başladı ve 1997 yılında mezun oldu. 2011-2013 yılları arasında Kars ili Susuz İlçesinde Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının taşra teşkilatlarında Ziraat Mühendisi olarak görev yaptı. Aynı Bakanlığın Trabzon İli Çaykara İlçe Müdürlüğünde 2013 yılından itibaren görevine devam etmektedir. 2011 yılında Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. Evli ve iki çocuk babasıdır.