

T.C.
BARTIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Crambe orientalis L. var. *orientalis* L.' nin MİKRO ÜRETİMİ
ÜZERİNE FARKLI BAP ve NAA KONSANTRASYONLARININ
ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN
YUSUF CEYLAN

DANIŞMANI
DOÇ. DR. ALİ SAVAŞ BÜLBÜL

BARTIN-2015

**T.C.
BARTIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

***Crambe orientalis* L. var. *orientalis* L.' NİN MİKRO ÜRETİMİ ÜZERİNE FARKLI
BAP ve NAA KONSANTRASYONLARININ ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAZIRLAYAN
YUSUF CEYLAN**

2008

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Ali Savaş BÜLBÜL**

BARTIN-2015

KABUL VE ONAY

Yusuf CEYLAN tarafından hazırlanan “*Crambe orientalis* L. var. *orientalis* L.’ İN MİKRO ÜRETİMİ ÜZERİNE FARKLI BAP VE NAA KONSANTRASYONLARININ ETKİLERİ” başlıklı bu çalışma, 28/12/2015 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Ali Savaş BÜLBÜL (Danışman)

Üye: Doç. Dr. Ayşe KAPLAN

Üye: Yrd. Doç. Dr. Yonca SURGUN

Bu tezin kabulü Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/...../20... tarih ve 20..../.....-..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. H. Selma ÇELİKAY

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Ali Savaş BÜLBÜL danışmanlığında hazırlamış olduğum "*Crambe orientalis* L. var. *orientalis* L.'İN MİKRO ÜRETİMİ ÜZERİNE FARKLI BAP ve NAA KONSANTRASYONLARININ ETKİLERİ" adlı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

Yusuf CEYLAN

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmalarım sırasında danışmanlığımı yürüten, büyük destek ve yardımını gördüğüm değerli hocam Doç. Dr. Ali Savaş BÜLBÜL'e içtenlikle teşekkür ederim.

Yüksek lisans öğrenimime bilgi ve emekleri ile katkı sağlayan, çalışmanın her basamağında destek ve yardımını gördüğüm, bilgisinden, tecrübesinden, bilgeliğinden çok yararlandığım değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Fethi Ahmet ÖZDEMİR'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü değerli hocam Prof. Dr. Kemal BÜYÜKGÜZEL'e cömert yardımları ve desteği için teşekkür ederim. Ayrıca tez jürümde yer alan Doç. Dr. Ayşe Kaplan ve Yrd. Doç. Dr. Yonca SURGUN'a teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Tohumların tedarik edilmesinde bizlere yardımcı olan Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'ne teşekkür ederim.

Bugünlere ulaşmamı sağlayan ve büyük emeği bulunan başta anneme, babama ve aileme sonsuz sevgilerimi ve saygılarımı sunarım

Son olarak da, hayatıma girdiği ilk günden bu yana mutluluk kaynağım olan eşim Arş. Gör. Kevser Betül CEYLAN' a göstermiş olduğu sabır, destek ve anlayış için şükranlarımı sunarım.

Yusuf CEYLAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

***Crambe orientalis* L. var. *orientalis* L.'NİN MİKRO ÜRETİMİ ÜZERİNE FARKLI BAP VE NAA KONSANTRASYONLARININ ETKİLERİ**

Yusuf CEYLAN

**Bartın Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı**

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ali Savaş BÜLBÜL

Bartın-2015, Sayfa: 52+ xiii

Crambe L. (*Brassicaceae*) içerdiği yüksek miktardaki erusik asit bakımından önemli bir endüstriyel yağ bitkisidir. Bu tez çalışmasında, *Crambe orientalis* L. var. *orientalis* L. bitkisine farklı konsantrasyonlarda BAP (6-benzil amino pürin) – NAA (α -naftalin asetik asit) fitohormon kombinasyonları uygulanarak etkili bir rejenerasyon protokolü geliştirmek amaçlanmıştır. *Crambe orientalis* var. *orientalis* tohumları hormon içermeyen MS (Murashige ve Skoog, 1962) ortamında kültüre alınmış ve çimlenmesi sağlanmış, gelişen ondört günlük fidelerden eksplant kaynağı olarak kotiledon boğum ve hipokotil kullanılmıştır. Kültüre alınan eksplantlar 0,25, 0,50, 1,00 ve 2,00 mg/L BAP ve 0, 0,25 ve 0,50 mg/L NAA (12 farklı kombinasyon) içeren MS besin ortamlarında kültüre alınmıştır. Yapılan tez çalışmasında BAP ve NAA'in farklı konsantrasyonlarının kallus oluşum oranı (%), sürgün oluşum oranı (%), eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı ve ortalama sürgün uzunluğu üzerindeki etkileri tespit edilmiştir. Hipokotil eksplantlarının kültüre alınması sonucu uygulanan bütün hormon konsantrasyonlarında kallus oluşumu gözlenmiş olup, bu oran %67,87 ile %1,22 arasında değişmiştir. Hipokotil eksplantlarında sürgün elde edilen sürgün rejenerasyonu %95,67 ile %44,49 arasında değişmiş olmakla birlikte, ortalama rejenerasyon sürgün en fazla 1,00 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA içeren MS besin

ortamından (%95,67) elde edilmiştir. Kültüre alınan hipokotil eksplantlarında için eksplant başına ortalama sürgün sayısının $27,34 \pm 0,69$ ile $6,02 \pm 0,68$ arasında olduğu, eksplant başına ortalama sürgün sayısının ise en fazla $27,34 \pm 0,69$ ile $1,0$ mg/L BAP + $0,25$ mg/L NAA içeren MS besin ortamından elde edildiği tespit edilmiştir. Kültüre alınan hipokotil eksplantları için ortalama sürgün uzunluğunun $7,54 \pm 0,62$ cm ile $3,12 \pm 1,24$ cm aralığında olduğu, ortalama sürgün uzunluğunun en fazla olduğu ortamın $7,54 \pm 0,62$ cm ile $1,00$ mg/L BAP içeren MS besin ortamı olduğu belirlenmiştir. Çalışmada uygulanan tüm hormon konsantrasyonlarında kotiledon boğum eksplantlarından kallus oluşumu gözlenmiş olup ortalama kallus oluşum yüzdesi %51,64 ile %1,76 aralığında değişmiştir. Uygulanan hormon kombinasyonlarında kotiledon boğum eksplantlarında sürgün rejenerasyonu gözlenmiş olup, ortalama rejener sürgün yüzdesinin %73,17 ile %49,71 arasında değiştiği, ortalama rejener sürgün yüzdesinin ise $1,00$ mg/L BAP + $0,25$ mg/L NAA (%73,17) içeren MS besin ortamından elde edildiği tespit edilmiştir. Kotiledon boğum eksplantları için eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısının $18,14 \pm 1,36$ ile $6,12 \pm 0,98$ aralığında olduğu, eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısının ise en fazla $2,00$ mg/L BAP + $0,25$ mg/L NAA (%18,14) içeren MS besin ortamı olduğu saptanmıştır. Kotiledon boğum eksplantlarından elde edilen sürgünlerde ortalama sürgün uzunluğunun $5,64 \pm 2,01$ cm ile $2,66 \pm 1,66$ cm arasında olduğu, ortalama sürgün uzunluğunun en fazla $2,00$ mg/L BAP içeren MS besin ortamı olduğu bulunmuştur. Hipokotil eksplantı ile kotiledon boğum eksplantı karşılaştırıldığında sürgün oluşturma açısından hipokotil eksplantının kotiledon boğum eksplantına kıyasla daha uygun bir eksplant kaynağı olduğu tespit edilmiştir. Rejenere edilen sürgünler $0,50$, $1,00$ ve $2,00$ mg/L NAA içeren MS besin ortamlarında köklendirilmiştir. $0,50$ mg/L NAA içeren MS besin ortamında %21,78, $1,00$ mg/L NAA içeren MS besin ortamında %34,46, $2,00$ mg/L NAA içeren MS besin ortamında ise %41,32 oranında köklenme elde edilmiş olup genel olarak rejener sürgünlerin köklendirilmelerinin güç olduğu tespit edilmiştir. En iyi köklenmenin %41,32 oranı ile $2,00$ mg/L NAA içeren MS besin ortamında olduğu tespit edilmiştir. Yapılan tez çalışması *Crambe orientalis* var. *orientalis* ile daha önce mikro üretimi konusunda çalışma yapılmamış olmasından dolayı özgün ve temel veriler içermektedir.

Anahtar Kelimeler

Brassicaceae, *Crambe orientalis* L. var. *orientalis* L., mikro üretim, BAP, NAA, Hipokotil, Kotiledon boğum

Bilim Kodu

401.01.03

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EFFECTS OF DIFFERENT BAP AND NAA CONCENTRATIONS ON MICROPROPAGATION OF *Crambe orientalis* L. var *orientalis* L.

Yusuf CEYLAN

**Bartın University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology**

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Ali Savaş BÜLBÜL

Bartın-2015, Pp: 52 + xiii

Crambe L. is a species of *Brassicaceae* family. It is an important industrial oil plant in respect to its high amount of erusic acid. The micropropagation of *Crambe orientalis* L. var. *orientalis* L. has not been studied yet. The aim of this thesis is to develop an efficient micropropagation protocol for *Crambe orientalis* L. var. *orientalis* L. species by using different concentrations of BAP (6-benzylaminopurine) – NAA (α -naphthalene acetic acid) hormone combinations. The seeds of *Crambe orientalis* var. *orientalis* were germinated *in vitro*. Cotyledon node and hypocotyl parts from fourteen-days seedlings were used as explant sources. The explants were cultured on MS media containing 0.25, 0.50, 1.00 and 2.00 mg/L BAP and 0, 0.25 and 0.50 mg/L NAA (12 different combinations). The effects of hormone concentrations on the mean callus regeneration percentage (%), on the mean shoot regeneration percentage (%), on the mean number of shoots per explant and on the mean length of shoots are determined. Callus formation resulted in all the hormone concentrations we used for our hypocotyl explants, and the mean callus regeneration percentage was between 67.87% and 1.22%. The shoot regeneration from hypocotyl explants formed on all hormone concentrations we used, and the mean shoot regeneration percentage was high, ranging between 44.49% and 95.67%. The most productive medium in respect to shoot regeneration is the MS medium containing 1.00 mg/L BAP + 0.25 mg/L

NAA hormone combination with 95.67% shoot regeneration rate. The mean number of shoots per explant for our hypocotyl explants varied between 6.02 ± 0.68 and 27.34 ± 0.69 . The highest mean shoot number per explant was on MS medium containing 1.00 mg/L BAP + 0.25 mg/L NAA with 27.34 ± 0.69 shoots per explant. The mean shoot length for our hypocotyl explants varied between 3.12 ± 1.24 cm and 7.54 ± 0.62 cm, and the highest shoot length was 7.54 ± 0.62 cm that was seen on MS medium containing 1.00 mg/L BAP. Callus formation resulted in all the hormone combinations we used for our cotyledon nodes, and the callus regeneration percentage was between 1.76% and 51.64%. The shoot regeneration from cotyledon node explants formed on all hormone concentrations we used, and the mean shoot regeneration percentage was high, ranging between 49.71% and 73.17%. The most productive medium in respect to shoot regeneration is the MS medium containing 1.00 mg/L BAP + 0.25 mg/L NAA hormone combination with 73.17% shoot regeneration rate. The mean number of shoots per explant for our cotyledon node explants varied between 6.12 ± 0.98 and 18.14 ± 1.36 . The highest mean shoot number per explant was on MS medium containing 2.00 mg/L BAP + 0.25 mg/L NAA with 18.14 ± 1.36 shoots per explant. The mean shoot length for our hypocotyl explants varied between 2.66 ± 1.66 cm and 5.64 ± 2.01 cm, and the highest shoot length was seen on MS medium containing 2.00 mg/L BAP with 5.64 ± 2.01 cm. When the hypocotyl explants were compared with the cotyledon node explants, we demonstrated that the hypocotyl explants are more efficient sources of explants than cotyledon node explants. Regenerated shoots were rooted on MS media containing 0.50, 1.00 and 2.00 mg/L NAA. The rooting ratios were 21.78%, 34.46% and 41.32% respectively. We determined that the rooting of regenerated shoots was generally difficult. The best rootings resulted on MS media containing 2.00 mg/L NAA.

Key Words

Brassicaceae, *Crambe orientalis* L. var. *orientalis* L., micropropagation, callus, shoot, BAP, NAA

Scientific Code

401.01.03

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL ve ONAY	ii
BEYANNAME.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	viii
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.1 <i>Crambe</i> L. Cinsi.....	2
1.2 Endüstriyel Alanda <i>Crambe</i>	8
1.3 Bitki Doku Kültürü	15
1.3.1 Bitki Büyüme Düzenleyicileri.....	16
BÖLÜM 2 MATERYAL VE YÖNTEM	19
2.1 Bitki Materyali	19
2.2 Sterilizasyon.....	19
2.2.1 Cam Malzeme Ve Ekipmanların Sterilizasyonları.....	19
2.2.2 Besin Ortamı Sterilizasyonu.....	19
2.2.3 Tohum Sterilizasyonu	20
2.3 Büyüme Ortamları	20
2.4 Bitki Büyüme Düzenleyicileri	20
2.5 <i>Crambe orientalis</i> L. var. <i>orientalis</i> L. Tohumlarının <i>İn Vitro</i> ' da Çimlendirilmesi	21
2.6 Kotiledon, Kotiledon Boğum ve Hipokotil Eksplantlarının Elde Edilmesi.....	21
2.7 Kültür Koşulları	21
2.8 Rejenere Sürgünlerin Köklendirilmesi	21
BÖLÜM 3 BULGULAR.....	23
BÖLÜM 4 TARTIŞMA	31

	<u>Sayfa</u>
KAYNAKLAR.....	42
ÖZGEÇMİŞ.....	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
1.	Crambe orientalis var. orientalis türünün doğal ortamındaki hali3
2.	Erusik asitten elde edilen kimyasal bileşiklerin % oranları.....10
3.	Hipokotil eksplantından <i>in vitro</i> üretim (a) ortalama kallus oluşum yüzdesinin en fazla olduğu 0,25 mg/L BAP + 0,50 mg/L NAA içeren MS besin ortamı.....28
	(b) Ortalama rejenere sürgün yüzdesinin en fazla olduğu 1,00 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA içeren MS besin ortamı.....28
	(c) Eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısının en fazla olduğu 1,00 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA içeren MS besin ortamı.....28
	(d) ortalama sürgün uzunluğunun en fazla olduğu 1,00 mg/L BAP içeren MS besin ortamı.....28
4.	Kotiledon boğum eksplantında <i>in vitro</i> üretim (a) ortalama kallus oluşum yüzdesinin en fazla olduğu 0,25 mg/L BAP + 0,50 mg/L NAA içeren MS besin ortamı.....29
	(b) Ortalama rejenere sürgün yüzdesinin en fazla olduğu 1,00 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA içeren MS besin orta.....29
	(c) Eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısının en fazla olduğu 2,00 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA içeren MS besin ortamı.....29
	(d) ortalama sürgün uzunluğunun en fazla olduğu 2,00 mg/L BAP içeren MS Besin ortamı.....29
5.	(a) 0,50 mg/L NAA içeren MS besin ortamında gelişen kökler.....30
	(b) 1,00 mg/L NAA içeren MS besin ortamında gelişen kökler30
	(c) 2,00 mg/L NAA içeren MS besin ortamında gelişen kökler.....30

TABLULAR DİZİNİ

Tablo		Sayfa
No		No
1.	<i>Brassicaceae</i> familyasına ait bazı türlerin yağ ve erusik asit içerikleri.....	11
2.	Murashige ve Skoog (1962) (MS) Ortamı.....	22
3.	Çalışmada kullanılan MS besin ortamları ve içerikleri.....	23
4.	BAP ve NAA konsantrasyonlarının hipokotil eksplantı üzerindeki etkileri.....	24
5.	BAP ve NAA konsantrasyonlarının kotiledon boğum eksplantı üzerindeki etkileri.....	27

KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat derece
2,4-D	2,4-diklorofenoksi asetik asit
2,4,5-T	2,4,5-triklorofenoksi asetik asit
2-iP	6-(γ - γ -dimetilalliamino) pürin
μ M	Mikromolar
ABA	Absisik asit
AgNO ₃	Gümüş nitrat
BA	6-benziladenin
BAP	6-benzil amino pürin
BBD	Bitki büyüme düzenleyicileri
BR	Brassinosteroid
cm	Santimetre
c.v.	Kültür
dm ³	Desimetreküp
GA ₃	Giberellik asit
ha	Hektar
HCl	Hidroklorik asit
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
IAA	İndol-3-asetik asit
IBA	İndol-3-butirik asit
JA	Jasmonik asit
kg	Kilogram
M	Molarite
m ³	Metreküp
MS	Murashige ve Skoog besin ortamı
MUFA	Mono doymamış yağ asidi
N	Normalite
N6	Chu N6 ortamı
NAA	α -naftalin asetik asit
NaOCl	Sodyum hipoklorit
NaOH	Sodyum hidroksit

PMS	Premenstral sendrom
SAFA	Doymuş yağ asidi
STS	Gümüş thiosülfat
TDZ	Thidiazuron
TYMV	Turp sarı mozaik virüsü
USDA	Amerika Tarım Bakanlığı
WPM	McCown odunsu bitki ortamı

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Tüm dünyada üretimi yapılan yağların %80'i gıda sektöründe, %20'si de hayvan besleme ve endüstri sektöründe kullanılmaktadır. Dünya üzerinde bir yılda üretilen 94 milyon ton yağ üretilmektedir. Üretimi yapılan yağ asidinin, %14'ü yağ endüstrisinde kullanılmaktadır ayrıca reçine, şampuan, köpük, kozmetik, bitkisel yağlar, mürekkep, cilt kremleri, sabunlar, yüzey kaplayıcıları, deterjanlar, temizlik maddeleri gibi endüstriyel ürünlerin üretimi için kullanılmaktadır (Çömlekçioğlu, 2005).

İnsanlar bitkisel yağları öncelikle gıda olarak kullanmışlardır. Gıda olarak değerlendirilen bitkileri kültür ortamına almaya çalışmışlardır. Son yıllarda, petrol ve türevlerinin fiyatlarında yaşanan aşırı dalgalanmalar ve sonucunda meydana gelebilecek ekonomik ve enerji krizine karşın, gelişmiş ülkeler bitkisel yağların petrol türevlerine alternatif bir kaynak olduğunu ve biyodizel olarak kullanılabilirliğini ön plana çıkartmışlardır. Bitkisel ve hayvansal yağlardan elde edilen oleokimyasallar, petrokimyasal bileşimli mineral yağlara benzemekte ve bu yağlar, mineral yağlara oranla daha kolay değişime uğramakta, farklı yapı ve özelliklere sahip ürünler elde etmeye olanak sağlamaktadır. Bitkisel yağlarda yapılan bu değişimler, yağın çevreci ve biyolojik yollardan ayrışabilme gibi karakteristik özelliklerini etkilememiş ve bu yağlardan elde edilen ürünler yenilenebilir özelliğinden dolayı ilgi odağı haline gelmiştir (Mungan, 2005).

Türkiye'de pamuk, ayçiçeği, soya, mısır, fındık ve zeytinde endüstriyel amaçlı yağ üretimi yapılmaktadır. Dünyada ise bu durum tam tersidir. Geleneksel olarak tarımı yapılan ürünlerin üretimi, tüketimden daha fazladır. Soya fasulyesi, buğday ve mısırdaki yaklaşık on yıldır bu durum böyle süregelmektedir. Tüketim üretimin gerisinde kalmasından dolayı rekabet giderek artmıştır. Tarımda meydana gelen üretim fazlalığı ve petrol endüstrisinden kaynaklı artan kirlilik, çiftçileri ve endüstri sektörünü eski bitkiler için yeni kullanım alanı bulmaya veya *Crambe*, *Jajoba*, *Lesqurella* gibi yeni bitkiler keşfetme çalışmalarına yönlendirmektedir (Ericson ve Bassin, 1990).

Crambenin yüksek erusik asit içermesi endüstriyel gelişmelerden kaynaklanan gereksinimlerin artış ve farklılık göstermesi nedeniyle *Crambe* de tercih edilen alternatif tarım ürünlerinden biri haline gelmiştir.

1.1 *Crambe* L. Cinsi

Dünya üzerinde *Brassicaceae* familyası 350 cins ve yaklaşık 4000 türe sahiptir. Türkiye’de ise 85 cins ve 515 tür bulunmaktadır. *Brassicaceae* familyası üyelerinin çoğu Kuzey Yarımküre’nin ılıman ve özellikle serin bölgelerinde, Akdeniz ile Güneybatı ve Orta Asya’da daha yoğun bir yayılış göstermektedirler (Durak, 1999). *Brassicaceae* familyasının bazı türleri süs bitkisi, bazıları sebze ve yem bitkisi, bazıları ise tohumlarından yağ elde etmek amacıyla ekonomik gelir sağlayan türlerdir (Durak, 1999).

Brassicaceae familyasının *Crambe* L. cinsi, tek ya da çok yıllık bir yağ bitkisidir. Cinsin dünya üzerinde 30 adet türü mevcuttur. *Crambe* ayrıca Etiyopya karalahanası, Habeş hardalı, Habeş karalahanası, karalahana olarak da bilinmektedir (Knights, 2002). Ülkemizde ise bu tür akyumak olarak adlandırılmaktadır (Güner vd., 2012). *Crambe* alloheksaploid ($2n=6x=90$) bir cinstir (Seyis vd., 2013). *Crambenin* ortaya çıktığı bölgeler Güney-Batı Asya’nın İran-Turan alanları ve Akdeniz Bölgesi olduğu bilinmektedir. Bu bitkiler olumsuz çevre koşullarına karşı direnebildikleri için özellikle hem kış hem de baharda yetişebilme ve devamlılığını sağlayabilme kabiliyetine sahiptirler. Adaptasyon kabiliyetleri yüksek olmalarından dolayı Asya’dan Batı Avrupa’ya kadar uzanan bir alanda yayılmışlardır (Köybaşı, 2008).

Ülkemizde *Crambe* cinsine ait on adet tür bulunmaktadır. Bu türler *C. alutacea* Hand.-Mazz., *C. grandiflora* DC., *C. hispanica* L., *C. maritima* L., *C. orientalis* L. subsp. *orientalis* var. *orientalis*, *C. orientalis* L. subsp. *orientalis* var. *dasycarpa* O.E.Schulz, *C. orientalis* L. subsp. *sulphurea* (Stapf ex O.E.Schulz) Prina, *C. tataria* Sebeök var. *tataria*, *C. tataria* Sebeök var. *aspera* (M.Bieb.) Boiss., *C. tataria* Sebeök var. *parviflora* (Hub.-Mor.&Reese) Hedge&Hub.-Mor.’dır (Güner vd., 2012). *C. orientalis* L. türünün yayılışı İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güney-Doğu Anadolu’da geniş bir alana sahiptir (Davis, 1965). Linnaeus’nin “Species Plantarum” adlı kitabında da yer alan *C. maritima* L., Karadeniz sahillerinde ve Trakya Bölgesi’nde yaygın olarak bulunmaktadır (Durak, 1999). *Crambe* bitkisine ait taksonlardan, *C. tataria* var. *parviflora* endemik takson olup, yetiştiği

dar habitat bakımından tehlike altında (E), *C. maritima* zarar görebilir (V), *C. tataria* var. *tataria* ve *C. orientalis* var. *orientalis* (Şekil 1) ise nadir *Crambe* taksonlarıdır (Çömlekçioğlu, 2008).



Şekil 1: *Crambe orientalis* var. *orientalis* türünün doğal ortamındaki hali (Fotoğraf: Burcu Tarıkahya HACIOĞLU, 2014)

C. abyssinica türünün tek yıllık türleri daha çok Akdeniz bölgelerinde ve Etiyopya'dan Tanzanya'ya kadar yayılan geniş bir bölgede bulunmaktadır. Bu türün çalı formları Kanarya Adaları–Madeira bölgelerinde daha yaygındır ve bir türü de Şili'de yer almaktadır. *C. abyssinica*'nın tür isminde Habeşli anlamı taşıyan “abyssinica” kelimesine sahip olmasına rağmen türün merkezi Güney-Batı Asya'nın Türkiye-İran bölgesidir. *C. filliformis* İspanyol ve Portekizlilerin Şili ve Patagonya bölgesini istila edip bu bölgeye yerleşmesi ile bu bölgeye kadar gelmiştir. *C. maritima* Baltık Kıyıları, Kuzey Akdeniz ve Karadeniz bölgelerinde iyi geliştiği için bu alanlarda yaygın bir şekilde görülmektedir. Fakat muhtemelen eski gemiciler aracılığı ile geniş alanlara yayılmıştır. Kuzey ve Batı Afrika'da yer alan *Crambe* türleri, Kuzey Afrika'ya göç eden insanlar ile taşındığı tahmin edilmekte ve Akdeniz Bölgesi'nin bir türü olan Etiyopya bölgesinde doğal bir tür haline gelen *C. hispanica* türünün yakın akrabasıdır. Bu yayılım mantıklıdır, zira eski çağlarda iletişim Kızıl Deniz ve Nil Vadisi üzerinden sağlandığı bilinmektedir (Seyis vd., 2013).

Crambe tek yıllık ya da çok yıllık bir bitki olup, alt kısımları tüylü, üst kısımları tüysüz, gövde tabanından itibaren az dallanan, kazık köklü ve boyu ise 50-150 cm arası değişen bir

bitkidir. Bitkinin alt kısımlarında yer alan yaprakları oval ve kalp şeklinde, yaprak sapları uzun ve kenarları düzgün olmayan bir yapıdadır. Bitkinin üst kısmında yer alan yapraklar ise mızrak şeklindedir. Çiçek topluluğu seyrek salkım şeklinde olup, çiçek tomurcukları küçük, taç yaprakları ise beyaz renktedir. Çiçek yapısı tipik *Brassicaceae* çiçek yapısındadır ve beyaz renge sahiptir. Çiçek tabanlarında dördü uzun, ikisi kısa anterler mevcuttur ve bol miktarda nektar salgılayan nektar bezlerine sahiptir. Buda bitkinin arıları kendisine çekmesini sağlamaktadır. Bu sebepten dolayı yabancı dölleme mevcut olup, iklim koşullarının zor olduğu koşullarda ve kendileme ile kendine dölleme de yapabilmektedir (Seyis vd., 2013). Tohum büyükçe bir embriyoya sahiptir, endosperm az ya da hiç yoktur (Durak, 1999).

Crambenin çiçeklenme süresi 42 ile 64 gün arasında değişmekte ve bu süre ortalama 54 gündür. Çiçeklenme periyodu 12 ile 15 gün sürdükten sonra, bitki fizyolojik olgunluğuna ulaşır. *Crambenin* tarımsal ekimi don riski geçtikten sonra nisan sonu veya mayıs başı gibi yapılmaktadır. Eğer tohumların ekimi mayıs sonu ya da haziran başına kadar yapılmazsa, tohum eldesinde ve yağ oranında önemli bir azalma meydana gelir (Enders ve Schatz, 2013). *Crambe* tohumlarının yaklaşık olarak %50'si kahverengine dönüşmesiyle, *Crambe* fiziksel olgunluğa ulaştığı bilinmektedir (Knights, 2002).

Yurdumuzda doğal yayılış gösteren bitkiler üzerinde, günümüze kadar taksonomik çok sayıda çalışma bulunduğu halde, böylesine zengin tür çeşitliliğine sahip flora elementlerinin taksonomik özelliklerinin yanında diğer biyolojik özelliklerinin de ortaya konulduğu çalışmalar ise yok denecek kadar azdır. Son yıllarda sanayileşme, tarım alanlarının açılması ve kentleşme ile birlikte yurdumuz florasında tahrip edilmekte ve hatta bazı türlerin biyolojik özellikleri incelenmeden yok olmaktadır (Durak, 1999).

Birçok taksonun habitatu yanlış, düzensiz ve aşırı yapılanma nedeniyle ciddi şekilde zarara uğramıştır. *C. maritima* türünün habitatını araştırmak için Şarköy/Tekirdağ'a gidildiğinde, sahil şeridinde meydana gelen yapılaşma nedeni ile bitkinin doğal yayılış alanının zarar gördüğü gözlemlenmiştir. Buna benzer başka bir durumda ise *C. tataria* var. *parviflora* türünde rastlanmış olup (Davis, 1965; Ekim vd., 1989) Uşak ve Salihli arasında yirminci kilometrede bulunması gereken bir türün, bölgenin sanayi bölgesi olmasından dolayı seyrek bir yayılış gösterdiği ortaya konmuştur. Durak (1999), yapmış olduğu çalışmada, *C. orientalis* var. *alutacea* İran-Turan ve Suriye çöl elementi olup yurdumuzda çok sınırlı bir

bölgede, (Adıyaman Kahta'da) yayılış göstermekte olup elde olamayan nedenler ile bu lokaliteye varılmadığı belirtilmiştir. Hatta çeşitli herbaryum merkezlerinde incelenen örnekler arasında bu örneğe rastlanmadığını tespit etmiştir.

Crambe bazik ve nötral topraklarda ve en çok da kuru topraklarda yetişmektedir. pH değeri 6,0 ile 7,5 arasındaki kurak topraklara adapte olmuştur (Enders ve Schatz, 2013). *Crambe* kuraklığa karşı duyarlı bir bitki olmasına rağmen, en iyi verim, nemli topraklarda elde edilmiştir. *Crambe* ağır killi ve suya doygun zemini tolere edemez (Oplinger vd., 1991). Besin yönünden fakir topraklarda ve gölge ya da yarı gölge de büyüebilme özelliğine sahip olan *Crambe*, -20°C' ye kadar dayanır. Toprak sıcaklığı 10°C ve 30°C arasında iken çimlenme gösterebilmektedir. Tuzlu topraklarda sıcaklık 10°C'nin altına düştüğünde ise bitkinin çimlenme oranı düşmektedir. *Crambe* bitkisinin tuza karşı toleransı buğdayın tuza toleransına benzemektedir (Enders ve Schatz, 2013). Kuraklığa karşı toleranslı, adaptasyon kabiliyeti yüksek olan akyumak, ümit veren birkaç ürün arasında yer almaktadır (Glaser, 1996). Akyumak büyüme sezonu sonunda, sıcaklık ve kuraklığa karşı kanoladan daha dirençli olduğu ve akyumağın daha fazla ürün getirisi olduğu belirlenmiştir (Knights, 2002).

Crambe en iyi orta killi topraklarda yetişirken kumlu topraklarda dahi yetiştiği belirlenmiştir (Seyis vd., 2013). *Crambenin* kuraklığa karşı toleransı mısır, kanola, hardal ve soya fasulyesinden daha fazladır (Enders ve Schatz, 2013). *Crambe* yetiştirme süresi boyunca toprak çeşidi ve toprak nemine göre 800 – 1500 mm³ suya ihtiyaç duymaktadır (Seyis vd., 2013). Küresel ısınmadan dolayı meydana gelen su ve sulama problemleri ve bilim adamlarının kuraklığa dayanıklı bitkiler üretmek için gösterdiği çabalar göz önüne alındığında *Crambe* türünün son derece önemli bir bitki olduğu anlaşılmaktadır.

Özellikle yabani ot ile rekabet *Crambe* verimini azaltmaktadır. Köklü tilki kuyruğu otu (*Amaranthus retroflexus* L.), tilki kuyruğu otu (*Setaria* spp.), madımak, *Chenopodium album* L., bazı *Ambrosia* türleri ve süpürge otu (*Kochia* sp.) *Crambe* için zararlıdır. *Crambe* üretimi için seçilen bölgeler herbisit problemine sahip olmamalı ve herbisitlerden arındırılmalıdırlar. Çünkü *Crambe* için Treflan dışında kullanılabiliyor herbisit ilacı bulunmamaktadır (Nelson vd., 1993).

Crambe ekimi, küçük taneli tahıllardan (arpa, buğday, mısır vb.) ya da diğer çim bitkilerinden sonra yapılmalıdır. Bu rotasyon haşere döngüsünün kırılmasını ve *Crambe* üretimi için toprak koşullarının düzenlenmesini sağlar (Knights, 2002). *Crambe*, *Crambeden* sonra ya da kolza, vahşi lahana gibi yakın akraba türlerden sonra kesinlikle yetiştirilmemelidir (Laghetta vd., 1995).

Tohum veriminin artırılmasında ve tohum yatağında yer alan tohumun iyi bir şekilde çıkması için azot çok önemli bir besin elementidir. Ortamda yeteri kadar fosfat var ise, genellikle 20-30 kg/ha azot varlığı tohum için yararlı olmaktadır. İklim ve toprak yapısına bağlı olarak azot seviyesinin yüksek olması durumunda, *Crambenin* çiçek yapısı olumsuz etkilenerek, tohum verimi ve tohumun yağ içeriğinin azalmasına sebep olmaktadır (Seyis vd., 2013).

Crambenin kültür bitkisi olarak kullanımı 1933 yılında Boronez Botanik İstasyonu'nda (Boronez Botanical Station) ve Sovyetler Birliği'nde başlamıştır (Oplinger vd., 1991). İkinci Dünya Savaşı'nın ardından İsveç, Rusya ve Polonya'da *Crambenin* tarla denemeleri yapıldığı rapor edilmiştir. Bitkiye ait bazı ıslah çalışmaları ve bitki ile ilgili araştırmalar ise savaşın ardından farklı ülkelerde yapılmıştır (Seyis vd., 2013).

Crambe ilk defa Amerika'ya 1940'lı yıllarda gelmiştir. Kuzey Dakota araştırma merkezlerinde ise 1958 yılından bu yana yetiştirilmektedir. Araştırmalar sonucunda ise *Crambe abyssinica* türünün ticari üretimi, 1990 yılında başlamış ve halen de devam etmektedir.

Kuzey Dakota'da *Crambe* ile ilgili birkaç hastalık gözlemlenmiştir. 1993 yılında meydana gelen aşırı nemli koşullar nedeni ile *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary (beyaz küf) ve *Alternaria brassicicola* (Schwein.) Wiltshire (kara leke) neden olduğu mantar enfeksiyonları meydana gelmiş ve önemli derecede ürün kaybına sebep olmuştur. *Sclerotinia sclerotiorum* enfeksiyonu gövde, tohum kabuğu, yapraklar ve dallarda başlar. Yüksek bitki popülasyonu, yüksek nem, yüksek inokulum düzeyi ve aşırı nitrojen miktarı beyaz küf hastalığı için elverişli ortam hazırlamaktadır. *Crambe* için en önemli diğer hastalık nedeni *Alternaria brassicicola* mantarıdır. Bu fungus tohumlarda ve gövdede kararmaya neden olmakta ve tohum gelişimini azaltmaktadır. Bu fungusu karşı alınacak en iyi önlem yüksek kaliteli tohum kullanmak olacaktır. Ayrıca tohumları funguslardan

arındırmak için fungusit kullanılabilir ya da tohumlara sıcak su ile muamele edilebilir (Oplinger vd., 1991). Çiçeklenme döneminde meydana gelen aşırı nemden dolayı sklerotinia enfeksiyonu meydana gelmektedir. Hasat öncesi meydana gelen yağış, mantar hastalıklarının artış göstermesine sebep olmaktadır. Tohumlarda fungal faktörlerin varlığını hafifletmek ve yüksek yağ oranı sebebiyle depolama esnasında kızışmayı ve yağın oksidasyon ile bozulmasını engellemek için yüksek nem oranına sahip tohumların hasadı yapıldıktan sonra kurutulmasına dikkat edilmelidir. *Crambe*, TYMV (Turnip Yellow Mosaic Virus) karşı yüksek derecede duyarlıdır. Yaprak yüzeyi sarardıktan sonra yaprakta ölüm meydana gelir. Çekirge ve pire bu virüsün taşıyıcılarıdır (Knights, 2002).

Crambe fideleri, yaprak biti ve pire böceği tarafından saldırıya uğrayabilirler. Şuan kullanılabilir insektisit mevcut değildir. Eğer uygun insektisit kullanılacak ise uygun zamanda yapılmalıdır (Oplinger vd., 1991). *Crambe* özellikle pire böceğine karşı gösterdiği direnç ve sıcaklık stresine karşı toleransı ile kullanılabilir bir gen kaynağı oluşturmaktadır. *C. abyssinica* ve *Brassica* arasında yapay bir dölleme ile embriyo/ovaryum kurtarma tekniği kullanılarak sıcaklığa toleranslı ve pireye karşı dirençli yeni tohumlar elde edilebilir (Warwick ve Gugel, 2003).

C. abyssinica 2000 yılında, Amerika, Kanada, birkaç Avrupa ülkesinde, Pakistan ve Hindistan'da ekilmiş, Çin ve İtalya'da ise hektar başına 900 – 1130 kg yağlık tohum elde edilmiştir. Bununla birlikte farmasötikal, kozmetik, plastik, yağlama gibi birçok sanayi alanında kullanılması nedeniyle Avusturya, Belçika, Danimarka, Fransa, Almanya, İtalya, Portekiz, İngiltere ve Arjantin gibi ülkeler *Crambeye* karşı bilimsel bir ilgi göstermektedirler (Lalas vd., 2012).

1990 yılında güney İtalya'nın iklimsel koşullarında *C. abyssinica*, *C. kraliki*, *C. hispanica* ve *C. filiformis* yetiştirilmiş ve bu dört türün erusik asit içeriği bakımından benzerlik gösterdiği gösterilmiştir. Fakat *C. kraliki*, ve *C. filiformis* türlerinin agronomik performanslarının zayıflığı nedeniyle üretimine devam edilmemiştir (Laghetti vd., 1995).

Avrupa ve Rusya'da *Crambe* bitkisinden dekar başına elde edilen verim 150 – 200 kg arasında iken bu oran Amerika'da daha azdır (Seyis vd., 2013). *Crambe* üretimi Rusya'da 1125 – 1622 kg/ha iken Amerika'da 450 – 2522 kg/ha olarak değişiklik göstermektedir (Falasca vd., 2010).

Amerika başta olmak üzere *C. abyssinica* bitkisinin tarımının yapıldığı gelişmiş ülkelerde bu türün tohumunun önemi son yıllarda giderek artmaktadır. Çünkü türün yüksek kar getirisi ve bileşeninin farklı endüstriyel alanlarda kullanılabilir olması bu türü daha cazip kılmaktadır. Tohumla beraber hasat edilen kavuzun kuru ağırlığı %25 oranında selüloz bakımından zengin olup, kağıt endüstrisinde de kullanılmaktadır (Tittonel, 1995). Yuvarlak tohumlarının ihtiva ettiği yağda yüksek oranda erusik asit mevcuttur. USDA (United States Department of Agriculture)'nın onaltı yıl devam eden sistematik çalışmaları neticesi ile 1957 yılında potansiyele sahip yeni türlerin araştırılması sonucunda 8000 bitki türü arasından yüksek erusik asit içeren *Crambe* bitkileri ön plana çıkarılmıştır (Glaser, 1996).

1990 yılında *Crambe* ıslahı kapsamında Hollanda'da bulunan Plant Research International laboratuvarında çalışmalar yoğunlaşmıştır. Islah çalışmalarında geç çiçeklenen eski Avrupa köy ırkı ve iki tane erken çiçeklenen, daha yeni Amerikan hatları kullanılmıştır. Tanede verimin artırılması, tanedeki yağ oranının kolza tanesindeki yağ oranına yakın olacak şekilde artırılması, glikosinolat düzeyinin mümkün olduğu kadar azaltılması veya tamamen sıfırlanması, yağda bulunan erusik asit seviyesinin artırılarak maksimum düzeye yükseltilmesi, *Alternaria*, *Sclerotinia* gibi hastalıklar ve diğer önemli zararlılara karşı direnç veya tolerant genotiplerin geliştirilmesi, yatmaya dayanıklılığın artırılması, harnupların çatlamaması ve dormansi periyodunun kısaltılması gibi ıslah kriterleri üzerine çalışılmaktadır (Seyis vd., 2013).

1.2 Endüstriyel Alanda *Crambe*

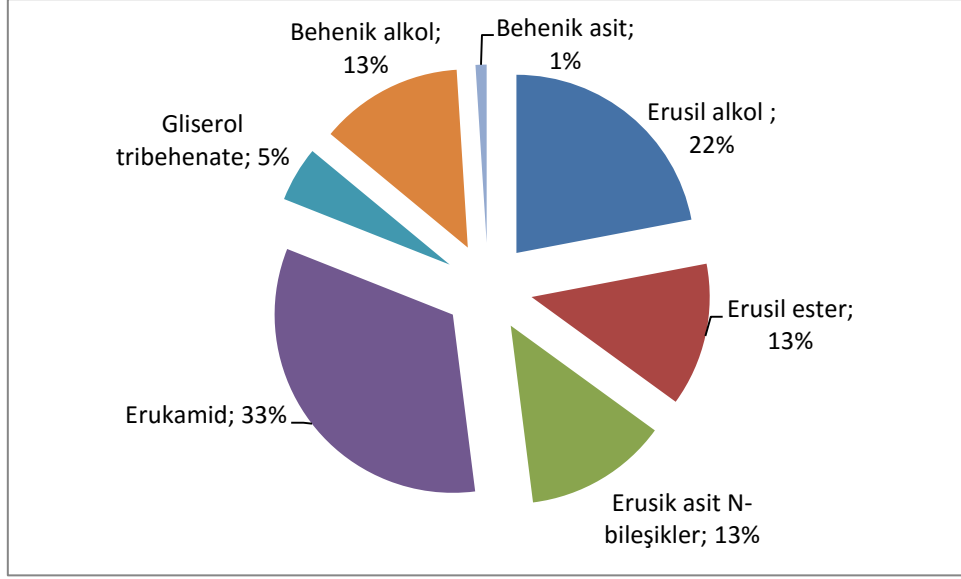
Crambe günümüzde endüstriyel amaçla kullanılan yağ bitkilerine mükemmel bir örnek temsil etmektedir. *Crambe* tohumunun yağ içeriği pek çok çalışma ile araştırılmış ve *Crambe* tohum yağının erusik asit bakımından oldukça zengin olduğu ortaya çıkarılmıştır (Tablo 1). Erusik asit, 22 karbonlu uzun hidrokarbon zincirleridir ve çift bağa sahiptir. *Crambe* diğer endüstriyel yağ tohumlarından %10 – 15 oranında daha fazla erusik asit içermektedir (Yang vd., 2005; Li vd., 2012). *Brassicaceae* ailesi içerisinde en yüksek yağ asidi içeren tohum olmasının en önemli nedeni, kendi türü dışından herhangi bir bitki ile döllenemez olması ve böylece gen akışı sorununun da ortadan kaldırılmasıdır (Li vd., 2012). Erusik asit bakımından zengin yağlar yüksek kaynama ve buharlaşma (299°C) özelliğine sahiptirler. Yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklı ve düşük sıcaklıklarda ise sıvı

kalma özelliği, bu yağı iyi bir kayganlaştırıcı ve transfer yağı olarak kullanılmasını sağlamaktadır (Grombacher vd., 1993).

Birçok endüstriyel alanda erusik asit bakımından zengin yağlar kullanılmaktadır. 2040 yılına kadar oleokimyasalların kullanımı konusunda erusik asit oranının %95 civarında olacağı tahmin edilmektedir. *Crambe* tohum yağı erusik asit bakımından yüksek bir orana sahip olması nedeni ile yemeklik yağ olarak değerlendirilememektedir. Hayvanlar üzerine yapılan deneylerde, erusik asitin yüksek miktarlarda olması sonucunda kalp hastalıklarının ortaya çıktığı saptanmıştır. Erusik asitin insalarda sağlık problemlerine sebep olduğu kanıtlanmamıştır fakat hayvan sağlığını etkileyen bir durumun insan sağlığını da olumsuz bir şekilde etkileyebileceği ifade edilmiştir (URL-1, 2011).

Çömlekciöğlü vd. (2007) *Crambenin* bazı türleri üzerine yapmış olduğu çalışmalarında erusik asit miktarının değişiklik gösterdiğini gözlemlemiştir. Bu farklılığın türler arası genetik farklılık, gelişim periyodu, ekolojik faktörler ve bitki organına ya da kısmına göre değiştiği belirtilmiştir. Erusik asitten elde edilen kimyasal bileşiklerin oranları Şekil 2’de verilmiştir.

Erukamid, erusik asitin dönüştürülmesi ile elde edilen ve endüstride plastik imalatında kayganlaştırıcı olarak kullanılan bir kimyasaldır. Günümüzde mineral yağların türevlenmesi ile elde edilen hidrokarbonlar, plastiğin yapımında kullanılmaktadır. Bu tür hidrokarbonlar hidrofobik olmaları nedeni ile biyodegradasyona uğramazlar (Knights, 2002).



Şekil 2. Erusik asitten elde edilen kimyasal bileşiklerin % oranları (Knights, 2002).

Bununla birlikte erukamid mineral yağlara kıyasla daha fazla ısı uzaklaştırma kapasitesine sahiptir. En iyi mineral yağ, en fazla 500-600°C ısıyı uzaklaştırabilmektedir. *Crambe* yağı, mineral yağlar ile olabildiğince tamamlayıcı görevdedir ve farklı sıcaklıklar için maksimum seviyede ısı uzaklaştırma oranlarına sahip olabilir. Çözünmeyen resin veya çözünmeyen sakız ürünleri gibi herhangi bir oksidasyon ve polimerizasyon oluşturmamaktadır (Knights, 2002).

Erükamid ayrıca polietilen filmlerde anti-bloke edici madde olarak, renkli kalem ve parlatici yapımında, film ve slaytlarda, yapıştırıcı madde, köpük önleyici, korozyon önleyici, antistat (durağanlığı önleyici), aşınmayı önleme amaçlı kaplayıcı madde olarak kullanılmaktadır. Erusik asit genel olarak gıda ambalajlanmasında, plastik torbalarda, stretch vs. gibi polyolefin filmlerde etkili, fakat yapıştırıcı olmayan bir malzeme olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda naylon 1313'e veya hidrojenasyon ile behenik aside dönüşebilir. Behenik asit, kozmetik, parfüm, lastik, doku yumuşatıcı, ilaç üretimi, pestisit üretimi, farmasötikal, ısı transfer ısısı, saç şekillendirici ve boyaların üretimi gibi farklı amaçlarda kullanılmaktadır (Seyis vd., 2013). Ayrıca *Crambe* yağı çelik levha yapımı için çelik endüstrisinde ve tekstil endüstrisinde, parfüm endüstrisinde, deterjan endüstrisinde, pestisit endüstrisinde, yazıcı mürekkebinde kullanılır (Nelson vd., 1993). *Crambe* yağındaki %1,89 oranındaki sabunlaşmayan madde sitosterol, campesterol ve hezkosanol ve dokosanol adlı uzun zincirli alifatik alkollerden oluşmaktadır. (Knights, 2002; L alas vd., 2012). Steroller, kandaki kolesterol seviyesinin azalmasında margarin

katkı maddesi olarak, alkoloidler ise jojoba ve balina sperm yağına benzer sıvı balmumu üretmek amacı ile uzun zincirli yağ asitlerinin esterleşmesinde kullanılabilir. Ayrıca *Crambe* yağı mineral yağlara kıyasla çok daha fazla geri dönüşümlüdür ve yağ çözücü olarak çok etkilidir (Seyis vd., 2013; Knights, 2002). Ayrıca *Crambe* yağının biyolojik ayrışma özelliğine sahip olması çevre için de oldukça önemlidir.

Yüksek erusik asitin bir türevi olan kaprenin, düşük yağ oranına sahiptir ve kakao yağına benzer. Şeker ve diğer gıdalarda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Enders ve Schartz, 2013).

Tablo 1: *Brassicaceae* familyasına ait bazı türlerin yağ ve erusik asit içerikleri (Zanetti vd., 2012)

Tür	Yağ (%)	Erusik Asit (%)
<i>Brassica carinata</i> A. Braun	37 - 51	35 - 48
<i>Brassica juncea</i> (L.) Czern	35 - 45	18 - 49
<i>Brassica napus</i> L. var. <i>oleifera</i> Metzg (HEAR)	35 - 45	45 - 54
<i>Crambe abyssinica</i> Hochst. ex R.E. Fries	30 - 35	45 - 60
<i>Eruca sativa</i> Mill.	28 - 30	34 - 47
<i>Sinapsis alba</i> L.	25 - 30	33 - 51

Yeni endüstriyel tohumların ticarileştirilmesi kırsal bölgelerin ekonomilerini birçok yönden etkilemektedir. Tarımsal gelir, yeni tohum olanakları ve talebin artması ile birlikte artar. Tarımsal üretim artarsa, girdi düzeyi, taşımacılık ve depolama da artar. Yeni ürünlerin üretilmesi, ham maddelerin işlenmesi gibi tarım endüstrisi ile alakalı yeni mesleklerin ortaya çıkmasını sağlar. Tarım ürünlerinin fabrikalarda kullanılması, tarımsal gelire duyulan ihtiyacın artması gibi tarımsal gelirin geliştirilmesi sayesinde kırsal bölgelerde yaşayan insanlara birçok iş olanağı sağlanmış olur. Direkt olarak ya da dolaylı yollardan *Crambe* üretiminin total ekonomiye yaptığı katkı incelendiğinde 3,6 milyon dolarlık bir satış gerçekleştirildiği, 1,8 milyon dolarlık katma değer vergisi sağlandığı ve 48 tane yeni iş imkanı sağladığı belgelendirilmiştir (Salsviger, 1997).

Amerikan Yenilenebilir Yağ Federasyonu (American Renewable Oil Association), 1997 yılında 435 üretici ile yaklaşık olarak 205.000 dönüm (50000 akre) üzerine *Crambe* üretimi için anlaşma yapmış ve her sene ekili alanın yaklaşık olarak 115.000 (28000 akre)

dönüm arttırılacağını açıklamıştır. Yapılan bu anlaşma ile ülke içindeki *Crambe* yağı ihtiyacının karşılanması amaçlanmıştır (Salsviger, 1997).

Crambe yakın alanlardaki kanola ve endüstriyel kolza bitkisi gibi uygun yağlı tohumlu bitkiler ile çapraz tozlaşma yapabilir. Çapraz tozlaşma sonucu endüstriyel kullanıma uygun, erusik asit miktarı orta düzeyde, yağ elde edilebilmektedir (Wang vd., 2000).

Crambe tohumu temelde yağ, nitrojensiz bir ekstrakt ve proteinden oluşmaktadır. *Crambe* yağının endüstri alanındaki yaygın kullanımı dışında besinsel değeri de araştırılmıştır. Deneysel olarak yapılan kültür çalışmaları neticesinde kabuksuz *Crambe* tohumunun içeriğinin %46 oranında yağ ve %27 oranında ise protein içerdiği saptanmıştır. (Gastaldi vd., 1998). *Crambe* yağı yağ asitlerinin %90'ından fazlası doymamış yağ asitleridir. Doymamış yağ asitlerinin büyük bir kısmını, %78,4 ile çoklu doymamış yağ asitleri, (özellikle %56 oranında bulunan erusik asit) %17,2 oleik asit, %8,2 linoleik asit, %5,4 linolenik asit, %3,4 eikosanoik asit oluşturmaktadır. Doymuş yağ asitlerinin ise %0,7'sini stearik asit, %1,8'ini ise palmitik asit oluşturmaktadır (Seyis vd., 2013).

Crambe meyvesinin %17,5 oranında yağ içerdiği, bitkinin toprak üstü kısmının ise (yapraklar ve gövde) ise komarin, C vitamini ve β – karoten içerdiği belirlenmiştir. Tohumlarının geleneksel tıpta üst solunum yolları tıkanıklığı için kullanıldığı da bilinmektedir (Okhunov vd., 2011). *Crambenin* toprak üstü kısmı Kafkaslarda antiskorbüt olarak kullanıldığı da bilinmektedir (Okhunov vd., 2012).

Wang vd. (2000), tarafından yapılan *Crambenin* Çin'de üretilmesi çalışmalarında tohum yağ oranının %34,48 ve erusik asit oranının ise %62,50' ye ulaştığı saptanmıştır. Chengdu bölgesine ekim ayının başı ve ortasında ekilen *Crambe* ortalama olarak 15 – 18°C'de ve az yağış ile gelişmiştir. Mart ayının ortasında da çiçeklenmiştir (Wang vd., 2000).

C. orientalis ve *C. tataria* üzerine yapılan çalışmalarda linolenik asit miktarının %21,21 ve %15,01, linoleik asit miktarının ise %12,42 ve %9 olduğu belirlenmiştir. Linoleik asit, kardiyovasküler hastalıklar, prostat kanseri, maküler dejenerasyon (sarı nokta hastalığı), iskemi, ve KA-kaynaklı epilepsi, linolenik asit ise anti-inflamatuar özellikler, otoimmün hastalıklar, arterit (eklem iltihabı), egzema, PMS (premenstrual sendrom), anti-kanser ajan, antikonvülsan tedavisi, tümör gelişimi ve metastaz gibi hastalıkların tedavisinde önemlidir.

Her iki tohum için doymuş yağ asidi (SAFA, saturated fatty acid) oranı *C. orientalis* için %4,87, *C. tatarica* için ise %3,22 ve mono doymamış yağ asitleri (MUFA, monounsaturated fatty acid) ise %53,53 ve %40,07 olarak belirlenmiştir. Yağ asidi tayinine bakıldığında *C. abyssinica* tohum yağının, zeytin yağından daha fazla doymamış yağ içerdiği gözlemlenmiştir (Lalas vd., 2012).

Tohumdan yağ çıkarıldıktan sonra geriye kalan protein, hayvansal besinlerde (küspe) kullanılmaktadır. Küspe içerisindeki protein-aminoasit kompozisyonu, küspenin besinsel değerinin yüksek olduğunu göstermektedir (Gastaldi vd., 1998, Stolarski vd., 2013).

Glikozinolatlar bir sekonder metabolittir ve *Brassicaceae* ailesinde doğal olarak bulunur. Tek mideli hayvanlardan, domuz ve kümes hayvanlarında sindirilen glikozinolatlar toksisiteye sebep olurlar. Sığır ve koyun gibi ruminant hayvanlar glikozinotlara karşı daha büyük bir toleransa sahiptir. Glikozinolat içeren yemlerin ruminant hayvanların karaciğer ve böbreklerine zarar verdiği ve iştah kaybına neden olduğu gözlemlenmiştir (Falasca vd., 2010). Ayrıca altı gün boyunca glikozinat ile beslenen ineklerde işkembe mikroflorası etkinliğinin azaldığı tespit edilmiştir (Knights, 2002). Glikozinolat içeren yemler, sağmal ineklerde iyodin metabolizmasını olumsuz etkilenmesinden dolayı tercih edilmemekte, et için beslenen büyükbaş hayvanlarda ise kullanılmaktadır (Glaser, 1996). Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration of USA), *Crambenin* içermiş olduğu yüksek glikozinolat nedeniyle *Crambenin* besi hayvanı yemi olarak kullanılmasını, yemin %4,2'si olacak şekilde kullanılması halinde, ek besin olarak kullanılabilirliğini onaylamıştır. (Wang vd., 2000). *Crambe* tohumları yağ için işlenip un haline getirildikten sonra 1-cyano-2-hydroxy-3-butene toprak patojenleri ve yabancı otları engellemede; 2-(S)-1-cyano-2-hydroxy-3-butene ve feniletıl cyanid ise meyve sineğine karşı insektisit olarak değerlendirilmektedir (Seyis vd., 2013).

Glikozinatların %90'ından fazlası doğal olarak bir organik nitril olan epigoitrine dönüşür. Tohumda ise epigoitrin, tiyoglikosidaz isimli bir hidroliz enzimi ile glikosidazdan biyolojik olarak ayrılmaktadır. Bitki çimlendiğinde, bitki dokuları yumuşadığında ve tohum ezildiğinde hidroliz reaksiyonu meydana gelmektedir. Tiyoglikosidaz enzimi ısı ile etkisiz hale gelmektedir. Fakat sindirim kanallarında yer alan bakterilerin bazılarında bu enzim aktivitesi mevcuttur ve ham *Crambe* tohumu ya da *Crambe* küspesi ile yemlenen besi hayvanlarının sindirim kanallarında yer alan epigoitrin, glikozinatlardan hidroliz

edilerek ayrılır. Epigoitrinin tadı acıdır ve bu nedenle yemi tatsızlaştırır. Bu da *Crambenin* besinsel değeri için önemlidir. Çünkü *Crambenin* içeriğinde yer alan epigoitrin ile bağlantılı olan toksik sebeplerden uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla çalışmalar yapılmakta ve farklı yöntemler geliştirilmektedir (Erickson ve Bassin, 1990).

Dünyada odunun kağıt hamurunun ham maddesi olarak tüketilmesi giderek azalmaktadır. Bu nedenle tarımsal atıkların kağıt hamuru hammaddesi olarak kullanılması tarımsal atıkların değerlendirilmesi için en iyi çözüm yollarından bir tanesidir. Ülkemiz bir tarım ülkesi olarak kağıt sanayinde kullanılmak üzere büyük bir tarımsal atık potansiyeline sahiptir. Ülkemizde yıllık odun hammaddesi miktarı 20 milyon m³'tür ve bunun büyük bir kısmı yakacak olarak kullanılmaktadır. Fakat mobilya, yonga levha, lif levha, kereste, mobilya vb. gibi odun işleyen diğer endüstri dalları ile kağıt sektörünün odun hammaddesi bakımından bu sektörler ile rekabet içinde olduğu düşünüldüğünde, yakacak olarak kullanılan oduna alternatif olarak kağıt sektöründe kullanılmak üzere farklı hammadde kaynakları kullanmak zorunlu hale gelmiştir (Çömlekçioğlu, 2005).

Odun tüketiminde meydana gelen artış nedeniyle, odunsuz lif bitkileri, tek yıllık ya da iki yıllık bitkiler, kısa sürede yetişmeleri nedeniyle kağıt üretimi için oduna çok önemli bir alternatif olmaktadır. Bu sebeple kağıt hamuru endüstrisi hammaddesi için odunsuz bitkiler çok önemlidir. Özellikle Avrupa'da odunsuz kağıt hamur üretimi giderek artmıştır ve odunsuz bitkiler üzerinde yapılan araştırmalar yüksek biyokütle veren ürünler üzerinde yoğunlaşmıştır (Çömlekçioğlu, 2005). *Crambe abyssinica* selülozu kimyasal türevlerinin hazırlanmasını sağlayan uygun bir polimer içermektedir (Gastaldi vd., 1998).

Crambe bitkisinin tohumları önce sap kısmından ayrılır sonrada yağı çıkarıldıktan sonra birçok endüstriyel alanda kullanılmaktadır. Ama bu durum bitkinin sap kısmı için geçerli değildir. Bitkinin sapsarı ısı enerjisi amacı ile kullanılmaktadır. Fakat bu yöntem çevreye zarar verdiği için kötü bir yöntemdir. Bu nedenle *Crambe* bitkisinin sap kısımlarının kağıt hamuru üretiminde kullanılması daha alternatif bir yöntem olacaktır.

Son yıllarda önemli bir enerji kaynağı olan biyodizel konusunda, *Crambe* de önemli bir alternatif bitki olmuştur. Biyodizel konusunda yağ bitkileri, endüstriyel amaç ile kullanılan yakıt rezervlerindeki problem ve iklimsel değişimler nedeni ile son yıllarda gittikçe dikkat çekmektedir. Yakıtlar nedeni ile meydana gelen hava kirliliğini sonlandırmak ve küresel

ısınma tehdidini azaltmak amacıyla biyodizel, bu konuda önemli bir yere sahiptir (Seyis vd., 2013).

İklimsel değişiklikler işlenebilir toprakların durumunu da değiştirmektedir. Özellikle petrol fiyatlarındaki artış nedeni ile çiftçi, biyoyakıt olarak kullanılan bitkilerin üretimine yönelmektedir. Bu durum ise işlenebilir arazi ve gıda fiyatlarının artmasına neden olmaktadır. LBST (Lifetime Breed Suitability Test) analizine göre, ulaşırmada kullanılan yakıtın, petrol fiyatlarındaki yüksek maliyet nedeniyle darboğazda olması, 2015–2025 yılları arasında geleneksel enerji kaynaklarında küresel manada bir azalış olacağını göstermektedir. Biyoyakıt için alternatif olan *Crambe*, özellikle *Crambe abyssinica*, tarımsal alanlar dışında marjinal alanlarda da yetiştirilebilir olması bu türe biyoyakıt üretiminde avantaj sağlamaktadır. Hatta son yıllarda Brezilyalı soya fasulye üreticileri *Crambe* üzerine büyük ilgi göstermektedir. *Crambe* üretiminin düşük maliyeti, mekanik hasat edilebilir olması ve soya fasulyesinden sonra mart ve nisan ayında kış mahsulü olarak kullanılabilir olması *Crambe* üretimi için avantaj sağlamaktadır (Falasca vd., 2010).

1.3 Bitki Doku Kültürü

Bitki doku kültürü, aseptik şartlarda suni bir besin ortamında hücre, doku veya organ gibi bitki kısımlarından (eksplant) kontrollü çevre koşullarında yeni doku, bitki veya bitkisel ürünlerin üretilmesidir (Babaoğlu vd., 2002; Koç, 2015). Sadece bitki hücrelerine ait olan totipotensi özelliği, tek bir eşeysiz bitki hücresinden tüm bir bitkinin rejenere edilmesini sağlamaktadır (Stewart, 2012). Bitki doku kültürü, bitki biyoteknolojisinin önemli bir dalı olup, bitkilerin çoğaltımı başta olmak üzere, hormonlar üzerinde yapılan çalışmalarda, transgenik bitkilerin elde edilmesi ve üretilmesi çalışmalarında, yeni çeşit geliştirmek ve mevcut çeşitlerde genetik varyabilite oluşturmada, kaybolmakta olan türlerin korunmasında ve çoğaltılması zor olan türlerin üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır (Babaoğlu vd., 2002).

“*In vitro* üretim” ve “mikroüretim” de denilen doku kültüründe tomurcuklar, kökler, kotiledonlar, gövde parçaları, yaprak, hipokotil, boğum ve boğum araları, sürgün uçları, meristemler vb. gibi yeni bir bitkiyi oluşturabilecek bitki parçaları eksplant kaynağı olarak kullanılabilir.

Yeni bir çeşit geliştirmek için klasik ıslah yöntemleri ile 10-15 yıl gibi uzun bir zamana ihtiyaç varken, doku kültüründe çok daha kısa sürede aynı sonucu elde etmek mümkündür. Bugüne kadar biyoteknolojik yöntemler kullanılarak mısır, çeltik, buğday, hardal, kolza, tütün, patates, şeker pancarı, pamuk, şeker kamışı, yonca, biber, lahana, domates, kabak ve kavunda çeşitler geliştirilmiştir. Ayrıca bitkilerin doğal ortamında cins ve tür arasında, melezlemeleri engelleyen genetik veya sitoplazmik uyumsuzluk gibi engeller doku kültürü yöntemi ile daha kolay aşılmaktadır (Kurt ve Şavşatlı, 2005).

1.3.1 Bitki Büyüme Düzenleyicileri

Bitki büyüme düzenleyicileri; bitkilerin sentezlediği, çok düşük yoğunlukta dahi fizyolojik olaylara etki edebilen ve sentezlendikleri bölgede veya daha uzak bölgelerde etkili olan organik bileşiklerdir. Doğal ve sentetik yollarla elde edilen tüm hormonlara bitki büyüme düzenleyicileri de denilmektedir. En çok kullanılanlar, oksin, sitokinin, absisik asit, jasmonik asit, giberallik asit, etilen ve brassinosteroidlerdir (Babaoğlu vd., 2002; Stewart 2012).

Oksin, ilk keşfedilen bitki hormonudur, hücre uzamasını ve hücre bölünmesini, vasküler dokuların farklılaşmasını, kök oluşumunu ve lateral kök gelişimini teşvik eder. Bitkilerde fototropizma ve geotropizma tepkimelerine aracı rolü vardır. Meyve oluşumunu teşvik eder ve bazı meyvelerde olgunlaşmayı geciktirir. Yaprak ve meyvede absisyonu engeller ve senesensi geciktirir (Stewart, 2012). Oksinler tek olarak kullanıldıklarında kallus oluşumunu, hücre süspansiyonlarının oluşumunu ve somatik embriyo oluşumu uyarımını, sürgün rejenerasyonunu ve somatik embriyo oluşumunu ve sitokininlerle birlikte yine kallus oluşumunu sağlarlar. Temel hormon formu IAA (indol-3-asetik-asit) tir. NAA, IBA (indol-3-bütirik asit), 2,4-D (2,4-diklorofenoksi asetik asit), 2,4,5-T (2,4,5-T-triklorofenoksi asetik asit) ve pikloram bitki doku kültüründe kullanılan sentetik oksin hormonlarıdır (Koç, 2015).

Sitokinin, genellikle bitki büyüme ve düzenlenmesinde oksinden sonra ikinci büyük hormon olarak kabul edilmektedir (Stewart, 2012). Bitkilerde yaşlanmayı geciktirir, sürgün büyümesi ve hücre bölünmesini teşvik eder ve ayrıca sürgünlerde köklenmeyi ve embriyogenesi engeller. Sitokininler, kotiledon büyümesinin uyarılması, kloroplast gelişimi ve yapraklarda yaşlanmanın gecikmesine neden olurlar. Hücre büyümelerini

uyarma ve morfogenezini kontrol etmek için oksinlerle beraber kullanılırlar. Doku kültürü besiyerlerine eklendiklerinde apikal dominansı aşarak lateral dallanmayı uyarırlar. Bu yüzden IAA' nın antagonistidirler (Koç, 2015). 2-iP (6-(y-y-dimetilalliamino) pürin) ve zeatin doğal sitokinin, BA (Benzil adenin), BAP ve kinetin ise doku kültüründe kullanılan sentetik sitokinin hormolarıdır (Babaoğlu vd., 2002).

Absisik asit (ABA), dormansiyi uyarmak, kuraklık ve diğer stres faktörlerini algılamada kullanılır. Stomaların kapanmasını teşvik eder, gövde büyümesini engeller, tohumlarda dormansiyi ve tohum depo proteinlerinin üretimini uyarır. Ayrıca yaralanmaya karşı gen transkripsiyonun uyarılmasında yer alarak patojenlere karşı savunmada rol oynar. Giberellik asidin antogonistidir (Stewart, 2012).

Jasmonik asit (JA), bir yağ asidi türevi olan bitki hormonudur. Patojen savunma yolları ile sıkı ilişki içindedir. Herhangi bir böcek uyarısının JA sentezini arttırdığı ve JA' nın patojen savunmada kullanılan proteinlerin üretimini arttırdığı tespit edilmiştir (Stewart, 2012).

Giberellik asit (GA₃), ilk olarak mantarda keşfedilmiştir. Bitki uzamasını teşvik eder, tohum dormansi durumunun kırılmasında rol alır, embriyo ve ovül kültürlerinin gelişiminde ve uzun gün koşullarında çiçek gelişiminde rol alır. Organogenesis ve adventitif kök oluşumunu ise engeller (Stewart, 2012).

Etilen, meyve olgunlaşmasını ve fidelerde üçlü yanıtı teşvik ettiği bilinen bir hidrokarbon gazdır. Fidelerin üçlü yanıtı, gövdede apikal kanca oluştuğu ve kök kalınlaşmasının arttığı özel bir gelişimsel programdır. Dormansiden çıkmayı, adventitif kök oluşumunu, çiçek açılımını ve ayrıca çiçek ve yaprak senesensini teşvik eder (Stewart, 2012).

Brassinosteroid (BR), 1979 yılında kolza bitkisi (*Brassica napus* L.) polenlerinden elde edilen organik çözeltilinin gelişimi teşvik edici aktiviteye sahip olduğu gösterilerek keşfedilmiştir. BR, bitiki üzerinde fizyolojik, sitolojik ve biyokimyasal etkiler göstermektedir. Bitkilerde abiyotik strese karşı dayanıklılığı artırır. Tohum çimlenmesini arttırdığı, hücre duvarının esnekliğini artırarak hücre uzamasına neden olduğu ve kök uzamasını uyardığı tespit edilmiştir. Sitogenetik olarak mitotik indeks ve kromozom anomalisi üzerinde yapılan çalışmalarda BR uygulamasının her iki parametreyi arttırdığı

tespit edilmiştir. Ayrıca BR uygulamasının nükleik asit ve protein miktarını arttırdığı da belirlenmiştir. (Ceylan, 2014)

Bu çalışmanın amacı ülkemizde doğal olarak yetişen *Crambe orientalis* var. *orientalis* türüne farklı konsantrasyonlarda BAP-NAA uygulanmasına maruz bırakarak etkili bir rejenerasyon protokolü geliştirmektir. Çalışmadan elde edilen bulgular ışığında bu türe gen aktarımı ile ilgili çalışmalarda temel ve kaynak oluşturacağı düşünülmektedir.

BÖLÜM 2

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Bitki Materyali

Çalışmamızda doğal habitatından toplanmış olan *Crambe orinetalis* L. var. *orientalis* L. bitkisinin tohumları, bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Bitki tohumları Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir. *Crambe* cinsinin sistematığı şu şekildedir.

Division: Spermatophyta

Altdivisio: Angiospermeae

Classis: Magnoliopsida (Magnoliatae, Dicotyledonae)

Altclassis: Dilleniidae

Ordo: Capparales

Familiya: *Brassicaceae* (*Cruciferae*)

Cins: *Crambe* L.

2.2 Sterilizasyon

2.2.1 Cam Malzeme Ve Ekipmanların Sterilizasyonları

Laboratuvar çalışmalarımızda kullanılan petri, erlen, beher, pens, bisturi gibi malzemeler Pastör fırınında 160 °C' de 4 saat bekletilerek steril olmaları sağlanmıştır.

2.2.2 Besin Ortamı Sterilizasyonu

Çalışmada kullanılan MS (Murashige ve Skoog 1962, 473-494) (Tablo 2) besin ortamlarının sterilizasyonu otoklavda 120 °C' de, 1,5 atmosfer basınç altında 20 dakika tutularak sağlanmıştır.

2.2.3 Tohum Sterilizasyonu

Bitki tohumlarının mantar, bakteri ve benzeri organizmalardan arındırılmasını sağlamak için kullanılan dezenfektan dozu ve bunun için gerekli olan sterilizasyon süreleri her bir tohum için farklıdır. Bundan dolayı optimum dezenfektan dozu ve sterilizasyon süresinin belirlenmesi çok önemlidir (Yıldız, 2000). Bazı antibiyotikler, gümüş nitrat, hidrojen peroksit ve civa tohum yüzey sterilizasyonu için kullanılmaktadır. Ancak ticari sodyum hipoklorit (çamaşır suyu) en yaygın kullanıma sahiptir (Özcan ve Özgen, 1996). Çalışmamızda kullanılan tohumların yüzey sterilizasyonunda ticari çamaşır suyu (ACE-Türkiye, %5 NaOCl) kullanılmış ve tohumlar çamaşır suyunda 20 dakika boyunca bekletilmiştir. Yüzeysel sterilizasyonu yapılan tohumlar üç defa steril saf sudan geçirildikten sonra hormon içermeyen MS ortamında, steril magentalar içerisinde çimlenmeye bırakılmıştır. Çalışmaya buradan elde edilen steril fideler ile devam edilmiştir.

2.3 Büyüme Ortamları

Hazırlanan besin ortamlarında MS mineral tuz ve vitaminleri ile %3 sükroz ve %0.65 bitki agar (Duchefa) kullanılmıştır. Ortam hazırlamada çift distile saf su kullanılmış olup, her besin ortamına farklı konsantrasyonlarda bitki büyüme düzenleyicileri ilave edilmiştir. Besin ortamlarının pH'sı 1 N NaOH ve 1 N HCl kullanılarak 5.8'e ayarlanmıştır.

2.4 Bitki Büyüme Düzenleyicileri

Bu tez çalışmasında kullanılan bitki büyüme düzenleyicileri (BAP ve NAA) Duchefa firmasından temin edilmiştir. Uygun çözücülerde çözdürülen bitki büyüme düzenleyicileri, stok solüsyonlar uygun oran ve miktarlarda elde edilmiştir. Hazırlanan hormon stokları çözeltiler 1 mg/L olacak şekilde hazırlanmış ve 4°C'de muhafaza edilmiştir. Bitki büyüme düzenleyicileri çalışmanın amacına uygun olarak belirlenen konsantrasyonlarda besin ortamına ilave edilmişlerdir.

2.5 *Crambe orientalis* L. var. *orientalis* L. Tohumlarının *In Vitro*'da Çimlendirilmesi

Yüzey sterilizasyonu yapılan tohumlar steril magentalar içerisinde %3 sükröz içeren ve %0,65 agar ile karıştırılan MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Tohumların çimlenmesinden sonra gelişen steril fidelerden kotiledon, hipokotil ve kotiledon boğum kısımları eksplant olarak kullanılmıştır.

2.6 Kotiledon, Kotiledon Boğum ve Hipokotil Eksplantlarının Elde Edilmesi

Kotiledon boğum, kotiledon ve hipokotil eksplantları steril şekilde yetiştirilen fidelerden elde edilmiştir. Elde edilen eksplantlar rejenerasyon ortamına konulmadan önce yaklaşık 0,5 cm uzunluğunda parçalara ayrılmıştır. Steril magentalar içerisinde MS besin ortamında uygun bitki büyüme düzenleyicileri konsantrasyonları eklenerek 16/8 ışık/karanlık fotoperiyodunda 500 $\mu\text{molm}^{-2}\text{sec}^{-1}$ floresans ışıklandırılmasında iklim dolabında (Fitotron, Sanyo, Gellenkamp PLC, Birleşik Krallık) inkübe edilmiştir. Bütün çalışmalar steril hava akışlı kabin içerisinde yapılmıştır.

2.7 Kültür Koşulları

Tüm kültürler 16/8 ışık/karanlık fotoperiyodunda 500 $\mu\text{molm}^{-2}\text{sec}^{-1}$ beyaz floresans altında $24\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta inkübe edilmişlerdir. Çalışmada bir magentaya beş adet eksplant yerleştirilmiş, her bir deneme üç tekrarlı olacak şekilde planlanmış ve bu tekrarlı denemeler sonucu standart sapma değerleri hesaplanmıştır.

2.8 Rejenere Sürgünlerin Köklendirilmesi

Rejenere olan sürgünler belirli bir uzunluğa geldikten sonra 0,5, 1.00 ve 2.00 mg/L NAA içeren MS besin ortamında köklendirilmiştir. Köklenen sürgünler saksılara aktarılarak çevre şartlarına uyumu sağlanması sağlanmıştır.

Tablo 2: MS Ortamı (Murashige ve Skoog, 1962).

Bileşikler	Konsantrasyon (mg/l)
CaCl ₂ .2H ₂ O	440
KNO ₃	1900
NH ₄ NO ₃	1650
KH ₂ PO ₄	170
MgSO ₄ .7H ₂ O	370
MnSO ₄ .4H ₂ O	22,3
ZnSO ₄ .7H ₂ O	8,6
H ₃ BO ₃	6,2
KI	0,83
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,025
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0,25
CoCl ₂ .6H ₂ O	0,025
Na ₂ EDTA.2H ₂ O	37,3
FeSO ₄ .7H ₂ O	27,8
Glycine	2,0
Nicotinic Acid	0,5
Thiamine-HCl	0,1
Pyrodoxine-HCl	0,5
myo-inositol	100

BÖLÜM 3

BULGULAR

Bu çalışmada *Crambe orientalis* var. *orientalis* bitkisinin tohumları *in vitro* ortamda çimlendirilmiş, 14 günlük steril fidelerden alınan kotiledon boğum, kotiledon ve hipokotil kısımları eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır. Kullanılan eksplantlar 0,25, 0,50, 1,00 ve 2,00 mg/L BAP ve 0, 0,25 ve 0,50 mg/L NAA (12 farklı kombinasyon) içeren MS farklı besin ortamlarında kültüre alınmıştır (Tablo 3). Kullanılan kotiledon eksplantlarının tamamında gelişme gözlenememiştir. Kültüre alınan eksplantların BAP ve NAA hormonlarının kallus oluşum oranı (%), sürgün oluşum oranı (%), eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı ve ortalama sürgün uzunluğu üzerinde etkileri tespit edilmiştir. NAA ve BAP uygulamalarının hipokotil eksplantı üzerindeki etkileri Tablo 4’de, kotiledon boğum eksplantı üzerindeki etkileri de Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 3: Çalışmada kullanılan MS besin ortamları ve içerikleri.

Besin ortamı	BAP mg/L	NAA mg/L
MS1	0,25	0
MS2	0,50	0
MS3	1,00	0
MS4	2,00	0
MS5	0,25	0,25
MS6	0,50	0,25
MS7	1,00	0,25
MS8	2,00	0,25
MS9	0,25	0,50
MS10	0,50	0,50
MS11	1,00	0,50
MS12	2,00	0,50

Tablo 4: BAP ve NAA konsantrasyonlarının hipokotil eksplantı üzerindeki etkileri.

Hormonlar		Ortalama Kallus Oluşum Yüzdesi (%)	Ortalama Rejenere Sürgün Yüzdesi (%)	Eksplant Başına Düşen Ortalama Sürgün Sayısı	Ortalama Sürgün Uzunluğu (cm)
BAP (mg/L)	NAA (mg/L)				
0,25	0	5,61	62,46	16,23±0,72	3,12±1,24
0,50	0	3,49	69,93	19,83±1,01	5,11±2,21
1,00	0	1,62	74,19	20,01±0,66	7,54±0,62
2,00	0	1,22	78,42	22,29±1,73	6,96±0,86
0,25	0,25	43,83	75,66	20,61±2,42	6,13±1,62
0,50	0,25	36,99	83,73	24,66±1,52	4,22±2,42
1,00	0,25	21,21	95,67	27,34±0,69	7,25±0,74
2,00	0,25	13,44	88,11	25,03±2,02	5,99±2,34
0,25	0,50	67,87	44,49	10,20±1,26	6,00±0,98
0,50	0,50	52,69	47,34	9,96±2,00	5,03±1,36
1,00	0,50	36,16	58,29	9,77±1,44	5,22±1,46
2,00	0,50	32,91	61,25	6,02±0,68	6,23±0,72

Çalışmada uygulanan BAP ve NAA konsantrasyonlarında ve bunların kombinasyonlarında hipokotil eksplantlarında kallus oluşumu gözlenmiş olup ortalama kallus oluşum yüzdesi %1,22 ile %67,87 arasında değişmiştir. Ortalama kallus oluşum yüzdesinin en fazla olduğu ortamın %67,87 ile 0,25 mg/L BAP + 0,50 mg/L NAA içeren MS besin ortamı olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3a). 0,25 mg/L NAA içeren kombinasyonlar içerisinde 0,25 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA içeren ortamda %43,83 oranında, NAA içermeyen kombinasyonlar içerisinde ise sadece 0,25 mg/L BAP içeren ortamda %5,61 oranında kallus oluşumu gözlemlenmiştir.

Kullanılan bütün hormon konsantrasyonlarında hipokotil eksplantlarında sürgün rejenerasyonu gözlenmiş olup, ortalama rejenere sürgün yüzdesinin %44,49 ile %95,67 arasında değiştiği ortalama rejenere sürgün yüzdesinin en fazla olduğu ortamın %95,67'lik bir oran ile 1,00 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA içeren MS besin ortamında olduğu tespit

edilmiştir (Şekil 3b). NAA hormonunun 0,50 mg/L olan kombinasyonlarından ise 2,00 mg/L BAP + 0,50 mg/L NAA içeren ortamda %61,25 oranında, sadece 2,00 mg/L BAP içeren ortamda ise %78,42 oranında rejenere sürgün oluşumu gözlemlenmiştir.

Kullanılan hipokotil eksplantları için eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısının $27,34 \pm 0,69$ ile $6,02 \pm 0,68$ aralığında olduğu, eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısının en fazla olduğu ortamın $27,34 \pm 0,69$ ile 1,0 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA içeren MS besin ortamı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3c). 0,50 mg/L NAA içeren hormon kombinasyonları arasında en fazla sürgün sayısı 0,25 mg/L BAP + 0,50 mg/L NAA içeren MS ortamında $10,20 \pm 1,26$, NAA içermeyen ortamlar arasında ise sadece 2,00 mg/L BAP içeren MS ortamında $22,29 \pm 1,73$ adet en fazla eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı elde edilmiştir.

Kullanılan hipokotil eksplantları için ortalama sürgün uzunluğunun $3,12 \pm 1,24$ cm ile $7,54 \pm 0,62$ cm aralığında olduğu, ortalama sürgün uzunluğunun en fazla olduğu ortamın $7,54 \pm 0,62$ cm ile 1,00 mg/L BAP içeren MS besin ortamı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3d). 0,50 mg/L NAA içeren hormon kombinasyonları arasında en uzun sürgün uzunluğu $6,23 \pm 0,72$ cm ile 2,00 mg/L BAP + 0,50 mg/L NAA içeren ortamda, NAA hormonunun 0,25 mg/L olan kombinasyonlarından ise $7,25 \pm 0,74$ cm ile 1,00 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA içeren ortamda ortalama en uzun sürgün uzunluğu elde edilmiştir.

Tablo 5: BAP ve NAA konsantrasyonlarının kotiledon boğum eksplantı üzerindeki etkileri.

Hormonlar		Ortalama Kallus Oluşum Yüzdesi (%)	Ortalama Rejenere Sürgün Yüzdesi (%)	Eksplant Başına Düşen Ortalama Sürgün Sayısı	Ortalama Sürgün Uzunluğu
BAP (mg/L)	NAA(mg/L)				
0,25	0	11,19	59,64	9,36±1,62	5,23±0,54
0,50	0	6,16	66,03	11,16±0,98	2,66±1,66
1,00	0	3,48	67,29	15,63±1,10	3,12±0,86
2,00	0	1,76	70,02	17,61±2,01	5,64±2,01
0,25	0,25	41,25	68,16	14,09±1,22	4,10±1,01
0,50	0,25	36,93	71,15	15,13±1,66	4,99±0,66
1,00	0,25	27,33	73,17	17,95±2,41	4,88±0,42
2,00	0,25	19,26	72,96	18,14±1,36	5,11±1,08
0,25	0,50	51,64	49,71	6,12±0,98	4,76±0,59
0,50	0,50	43,65	52,73	8,61±1,63	5,02±1,21
1,00	0,50	31,29	55,19	9,03±0,92	4,26±0,64
2,00	0,50	23,34	57,44	9,69±1,06	3,18±0,71

Kullanılan bütün hormon konsantrasyonlarında kotiledon boğum eksplantlarında kallus oluşumu gözlenmiş olup ortalama kallus oluşum yüzdesinin %1,76 ile %51,64 aralığında olduğu belirlenmiştir. Ortalama kallus oluşum yüzdesinin en fazla olduğu ortamın %51,64'lik oran ile 0,25 mg/L BAP + 0,50 mg/L NAA içeren MS besin ortamı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4a). 0,25 mg/L NAA içeren kombinasyonlar içerisinde 0,25 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA içeren ortamda %41,25 oranında, NAA içermeyen kombinasyonlar içerisinde ise sadece 0,25 mg/L BAP içeren ortamda %11,19 oranında kallus oluşumu gözlemlenmiştir.

Kullanılan bütün hormon konsantrasyonlarında kotiledon boğum eksplantlarında sürgün rejenerasyonu gözlenmiş olup, ortalama rejenere sürgün yüzdesinin %49,71 ile %73,17 gibi yüksek bir oranda olduğu, ortalama rejenere sürgün yüzdesinin en fazla olduğu ortamın %73,17'lik bir oran ile 1,00 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA içeren MS besin

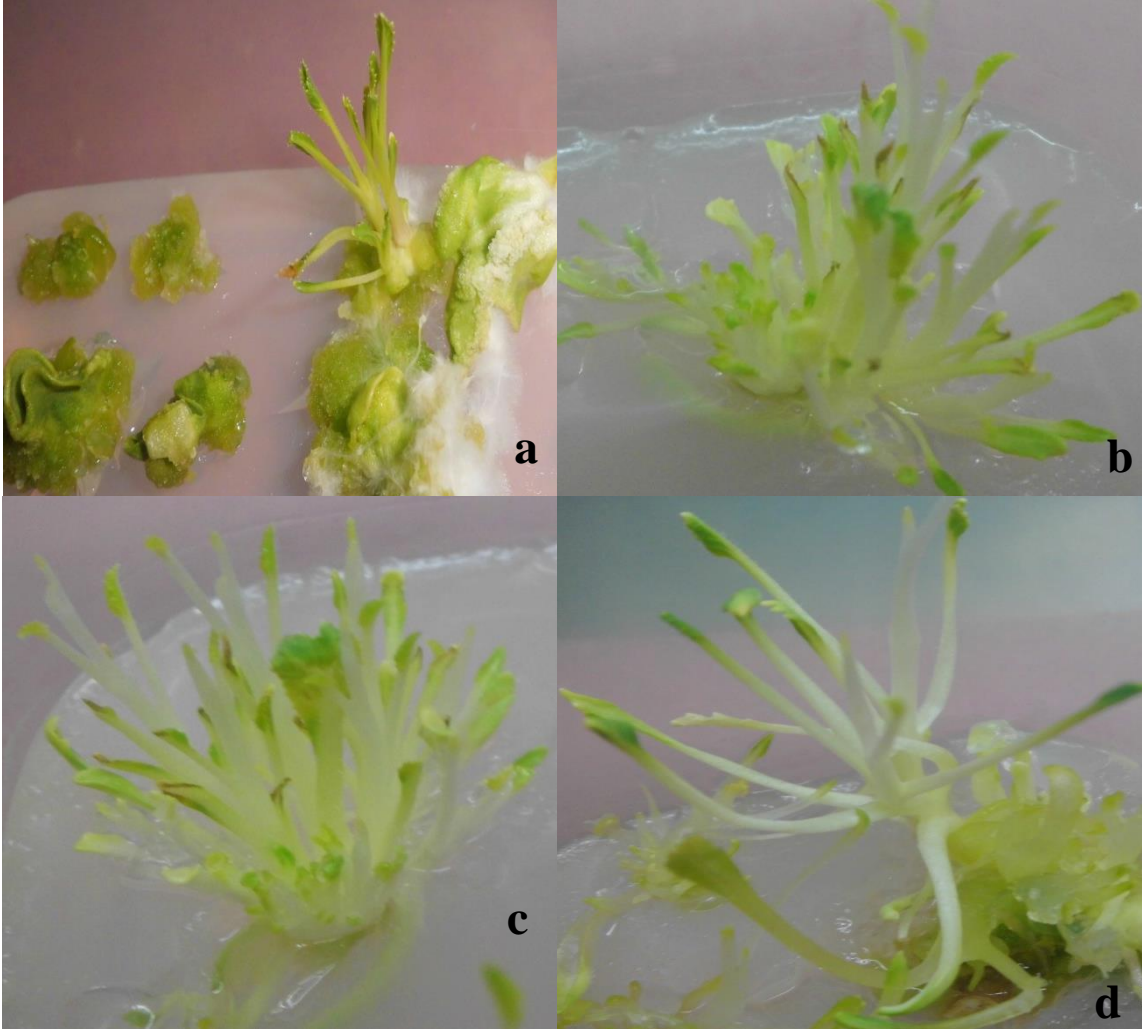
ortamında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4b). NAA hormonunun 0,50 mg/L olan kombinasyonlarından ise 2,00 mg/L BAP + 0,50 mg/L NAA içeren ortamda %57,44 oranında, sadece 2,00 mg/L BAP içeren ortamda ise %70,02 oranında rejenere sürgün oluşumu gözlemlenmiştir.

Kullanılan kotiledon boğum eksplantları için eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısının $6,12 \pm 0,98$ ile $18,14 \pm 1,36$ aralığında olduğu, eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısının en fazla olduğu ortamın $27,34 \pm 0,69$ ile 2,00 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA içeren MS besin ortamı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4c). 0,50 mg/L NAA içeren hormon kombinasyonları arasında en fazla sürgün sayısı 2,00 mg/L BAP + 0,50 mg/L NAA içeren MS ortamında $9,69 \pm 1,06$, NAA içermeyen ortamlar arasında ise sadece 2,00 mg/L BAP içeren MS ortamında $17,61 \pm 2,01$ adet en fazla eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı elde edilmiştir.

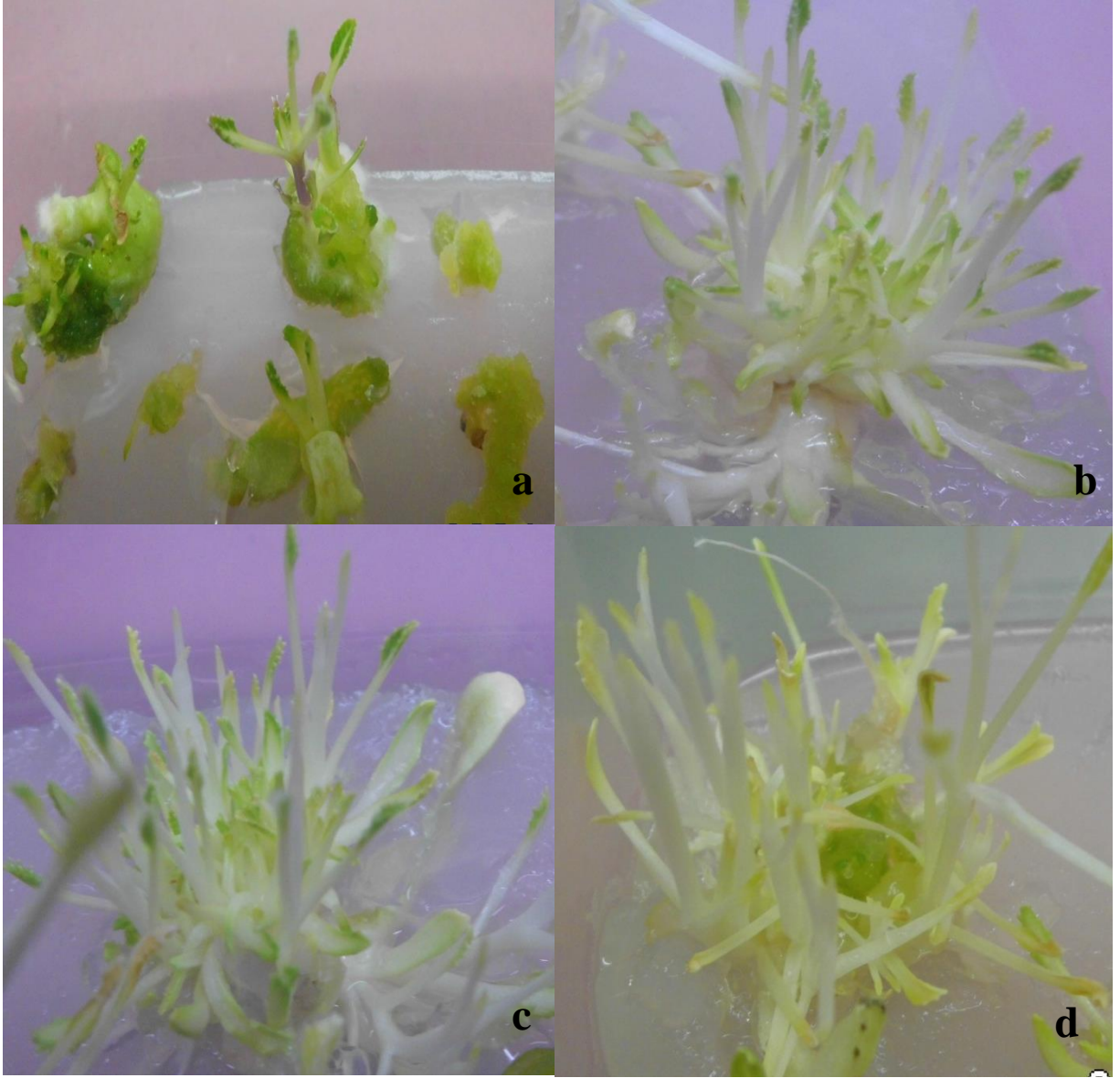
Kullanılan kotiledon boğum eksplantları için ortalama sürgün uzunluğunun $2,66 \pm 1,66$ cm ile $5,64 \pm 2,01$ cm aralığında olduğu, ortalama sürgün uzunluğunun en fazla olduğu ortamın $5,64 \pm 2,01$ cm ile 2,00 mg/L BAP içeren MS besin ortamı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4d). 0,50 mg/L NAA içeren hormon kombinasyonları arasında en uzun sürgün uzunluğu $5,02 \pm 1,21$ cm ile 0,50 mg/L BAP + 0,50 mg/L NAA içeren ortamda, NAA hormonunun 0,25 mg/L olan kombinasyonlarından ise $5,11 \pm 1,08$ cm ile 2,00 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA içeren ortamda ortalama en uzun sürgün uzunluğu elde edilmiştir.

Hipokotil eksplantı kotiledon boğum eksplantı ile karşılaştırıldığında sürgün oluşturma açısından hipokotil eksplantının kotiledon boğum eksplantına kıyasla daha başarılı bir eksplant kaynağı olduğu elde edilen bulgulara dayanarak belirtilebilir. Bunun nedeni eksplantların içerdiği endojen hormon miktarının farklı olmuş olması olabilir.

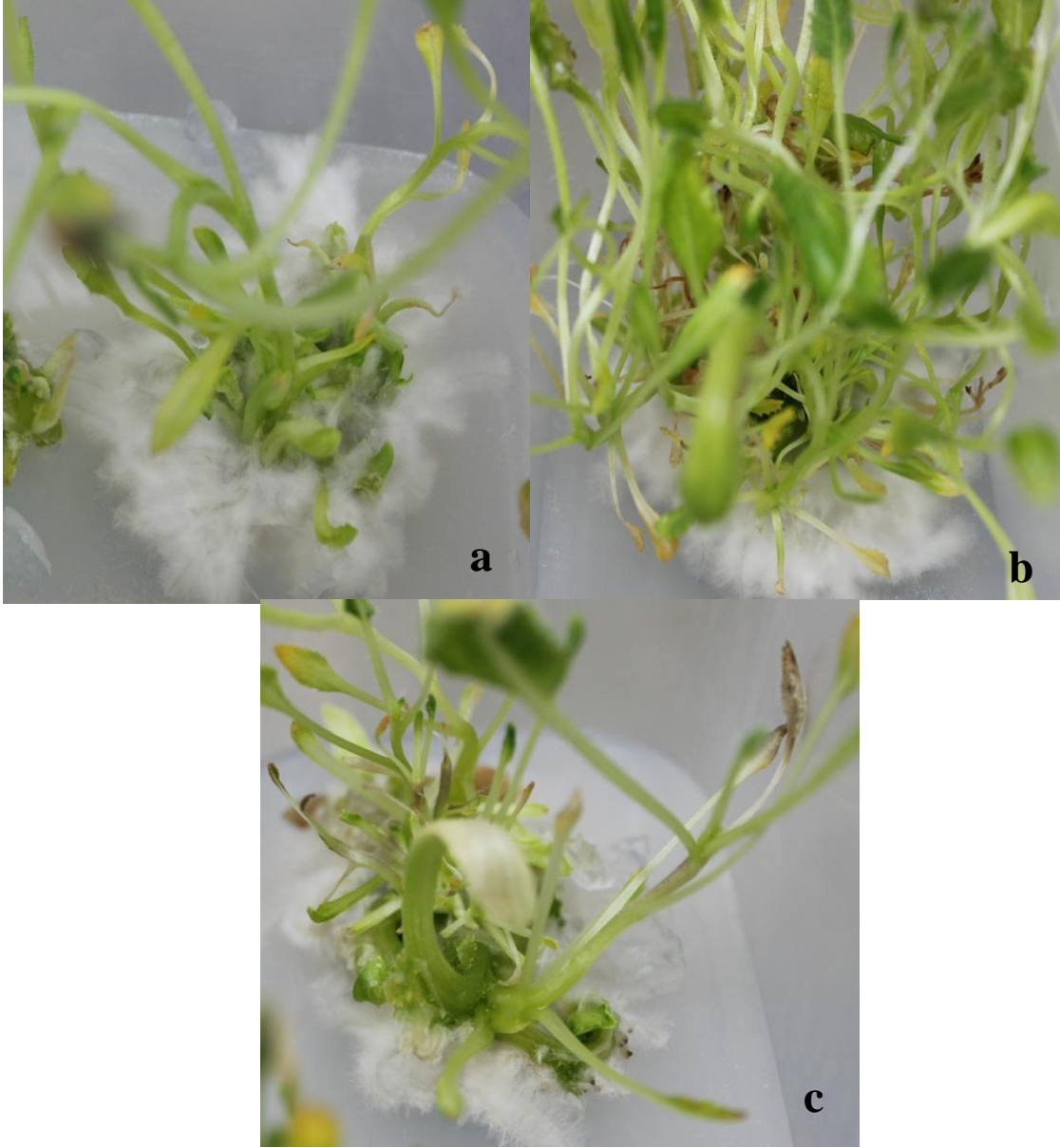
Rejenere edilen sürgünler 0,50, 1,00 ve 2,00 mg/L NAA içeren MS besin ortamında köklendirilmiştir. 0,50 mg/L NAA içeren MS besin ortamında %21,78 oranında (Şekil 5a), 1,00 mg/L NAA içeren MS besin ortamında %34,46 oranında (Şekil 5b), 2,00 mg/L NAA içeren MS besin ortamında ise %41,32 oranında (Şekil 5c) köklenme elde edilmiş olup genel olarak rejenere sürgünlerin köklendirilmelerinin güç olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen veriler ışığında en iyi köklenmenin 2,00 mg/L NAA içeren MS besin ortamında olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3: Hipokotil eksplantından *in vitro* üretim (a) Ortalama kallus oluşum yüzdesinin (%67,87) en fazla olduğu 0,25 mg/L BAP + 0,50 mg/L NAA içeren MS besin ortamı, (b) Ortalama rejenere sürgün yüzdesinin en fazla olduğu (%95,67) 1,00 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA içeren MS besin ortamı, (c) Eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısının en fazla olduğu ($27,34 \pm 0,69$) 1,00 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA içeren MS besin ortamı, (d) Ortalama sürgün uzunluğunun en fazla olduğu ($7,54 \pm 0,74$ cm) 1,00 mg/L BAP içeren MS besin ortamı.



Şekil 4: Kotiledon boğum eksplantında *in vitro* üretim (a) Ortalama kallus oluşum yüzdesinin en fazla olduğu (%51,64) 0,25 mg/L BAP + 0,50 mg/L NAA içeren MS besin ortamı, (b) Ortalama rejenerere sürgün yüzdesinin en fazla olduğu (%73,17) 1,00 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA içeren MS besin ortamı, (c) Eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısının en fazla olduğu ($18,14 \pm 1,36$) 2,00 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA içeren MS besin ortamı, (d) Ortalama sürgün uzunluğunun en fazla olduğu ($5,64 \pm 2,01$ cm) 2,00 mg/L BAP içeren MS besin ortamı.



Şekil 5: Rejenere sürügünlerin köklendirilmesi (a) 0,50 mg/L NAA içeren MS besin ortamında gelişen kökler, (b) 1,00 mg/L NAA içeren MS besin ortamında gelişen kökler, (c) 2,00 mg/L NAA içeren MS besin ortamında gelişen kökler.

BÖLÜM 4

TARTIŞMA

Brassicaceae familyasının türlerinin büyük bir çoğunluğu hem gıda hem de sanayi sektörü için büyük bir ekonomik değere sahiptirler. Bu familyanın bazı üyeleri sebze ve yem bitkisi, bazıları tohumlarından yağ elde etmek, bazıları ise süs bitkisi olarak kullanılmaktadır (Durak, 1999). *Crambe* endüstriyel amaçla kullanılan yağ bitkilerine çok iyi bir örnektir. *Crambe* tohumu içermiş olduğu yüksek erusik asit nedeniyle endüstriyel amaçla kullanılmaktadır. Yüksek miktarda erusik asit içeren yağlar yüksek kaynama ve buharlaşma (299°C) özelliğine sahip olması yüksek sıcaklıklara dayanması ve düşük sıcaklıklarda sıvı kalması ile iyi bir kayganlaştırıcı ve transfer yağı olarak kullanılmaktadır (Grombacher vd., 1993). Erusik asit yapışkan olmayan bir yapıştırıcı olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla gıda ambalaj sektöründe, plastik torba imalatında, stretch vs. gibi polyolefin filmlerde erusik asit kullanılmaktadır. Bunun dışında ise farmasötikal maksatla, ilaç üretimi, ısı transfer ısısı, pestisit üretimi, parfüm, saç şekillendirici ve boyaların üretiminde, kozmetik sektöründe ve doku yumuşatıcı amacı ile kullanılmaktadır. Çelik endüstrisinde ve tekstil endüstrisinde, pestisit endüstrisinde, yazıcı mürekkebi yapımında ve deterjan endüstrisinde de kullanılmaktadır (Seyis vd., 2013). Erusik asitten türetilen erukamid ise plastik sanayide, polietilen filmlerde anti-bloke edici madde olarak, renkli kalem ve parlaticı yapımında, film ve slaytlarda, yapıştırıcı madde yapımında, köpük önleyici, korozyon önleyici, antistat (durağanlığı önleyici), aşınmayı önleme amaçlı kaplayıcı madde olarak kullanılmaktadır (Seyis vd., 2013).

In vitro sürgün rejenerasyonu oluşturma protokolü türlerin her eksplantı için, kültür süresi, ışık, besleyici ortam, sıcaklık ve gerekli fitohormonlar bakımından farklılık göstermektedir (Babaoğlu vd., 2002; Stewart 2012). Bu çalışmada doğal yetişme ortamından toplanmış olan *Crambe orinetalis* L. var. *orientalis* L. bitkisinin tohumları temin edilerek yapılan tez çalışmasında, bitkisel materyal olarak kullanılmıştır.

Endüstriyel amaçla kullanılan *Crambe* bitkisinde mikroüretim yapmak, rejenerasyonda başarılı sonuçlar veren hormonları konsantrasyonlarını belirlemek ileride yapılacak olan bitki ıslah çalışmaları açısından büyük önem taşımaktadır. Literatürde çeşitli sitokin ve

oksin kombinasyonlarının mikroüretim üzerine etkilerini değerlendiren ve en uygun rejenerasyon protokolünü belirlemeye çalışan önemli sayıda çalışma mevcut olmakla birlikte *Crambe orinetalis* L. var. *orientalis* L. bitkisinde tespit edilmiş bir çalışma mevcut değildir.

Fibigia triquetra (DC.) Boiss. (*Brassicaceae*) türünü *in vitro* koşullarda üretmek isteyen Kozlina vd. (1997), 2,90 μM GA₃ içeren tam ve ½ MS ortamında sürgün oluşumu için farklı BAP konsantrasyonlarını uygulamış ve her bir hormon kombinasyonunu alt kültüre almışlardır. ½ MS + 2,90 μM GA₃ + 0,50 μM BAP hormon kombinasyonu üçüncü alt kültürde en iyi sonucu vermiştir. Köklendirme için ½ MS ortamında farklı kombinasyonlarda NAA, IBA ve IAA hormon kombinasyonları denenmiş ve 8,6 μM IBA hormonu en iyi sonucu vermiştir. BAP ve NAA içeren MS besin ortamında olumlu sonuçlar elde etmeleri bizim bulgularımızı desteklemektedir. Bizde çalışmamızda MS besin ortamında BAP kullanımını ile iyi bir rejenerasyon protokolü geliştirmiş olup NAA içeren MS besin ortamında da köklendirmeyi sağlamamız açısından bu çalışmanın bulguları çalışmamız bulgularını desteklemektedir.

Lim vd. (1997), *Panax ginseng* C.A. Meyer bitkisinin yaprak, petiole (yaprak sapı), çiçek sapı ve kökü eksplant kaynağı olarak kullanarak organogenez ile mikro çoğaltım üzerine çalışmış ve rejenere olan bitkiler üzerinde genetik analizler yapmışlardır. Kallus oluşumu için 4,50 μM 2,4-D + 0,46 μM Kinetin ya da 4,50 μM 2,4-D + 2,90 μM GA₃ + 10 μM STS kombinasyonları uygulanmış ve kallus oluşumunda en yüksek oranı petiol sağlamıştır. Oluşan kalluslar ½ MS + 4,70 μM Kinetin + 10 μM STS ya da ½ MS + 4,40 μM BAP + 2,90 μM GA₃ hormon kombinasyonları kullanarak en iyi sürgün oluşumu yüzdesini elde etmişlerdir. Sürgün oluşumu için kullanılan her iki hormon kombinasyonu, sürgün yüzdesinde çok büyük bir fark oluşturmamıştır. Fakat dördüncü hafta sonunda meydana gelen sürgünlerin büyük bir kısmı (% 86,1) 4,40 μM BAP + 2,90 μM GA₃ hormon kombinasyonu ile elde edilmiştir. Bu çalışmada sürgün oluşumu için kullanılan sitokin olan BAP, bizim çalışmamız ile benzerlik göstermektedir. Elde edilen sürgünler 1,20 μM IBA oksin hormonu içeren ortamda en iyi köklenmeyi sağlamıştır. Bu çalışmada rejenere edilen sürgünlerin köklenmesi için NAA hormonun önemli bir etki gösterdiğinin vurgulanması, köklenme için NAA hormonunu kullanmamızın ne kadar başarılı bir karar olduğunu ortaya çıkarmaktadır.

Brassicaceae familyasının bir başka türü *Camelina sativa* (L.) Crantz bitkisini *in vitro* koşullarda yetiştirmek isteyen Tattersall ve Millam (1999), sitokininlerden BAP, oksinlerden ise NAA hormonlarının çeşitli kombinasyonlarının etkilerini araştırmışlardır. 4,44 μ M BAP + 0,54 μ M NAA hormon kombinasyonu sürgün oluşumunda en etkili sonucu vermiştir. Elde edilen sürgünler 5,40 μ M NAA + 0,44 μ M BAP hormon kombinasyonu ile kök ve kallus oluşumu sağlamıştır. Sürgün ve kallus oluşumu için BAP ve NAA hormon kombinasyonları kullanımı çalışmamızla uyum göstermektedir ve çalışma sonucunda elde ettiğimiz sürgün ve kallus yüzdesi daha yüksek oranda sonuçlanmıştır.

Cuenca ve Amo-Marco (2000), İspanya için endemik olan *Salvia valentina* Vahl ve *Salvia blancoana* Webb & Heldr subsp. *mariolensis* Figuerola türleri ile yapmış oldukları *in vitro* çalışmalarında sürgün elde etmek için farklı konsantrasyonlarda kinetin, BAP ve 2iP hormonlarını uygulamışlardır. Bitkilerin apikal ve nodal kısımları eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır. Kinetin, BAP ve 2iP sitokinin hormonlarının farklı kombinasyonları her iki bitki türünün apikal ve nodal eksplantlarına ayrı ayrı uygulanmıştır. *Salvia blancoana* subsp. *mariolensis* türü nodal ve apikal bölgesi için 4,90 μ M 2iP, *Salvia valentina* türü nodal eksplant için 4,60 μ M Kinetin, apikal eksplant için ise 9,30 μ M Kinetin hormon uygulaması en yüksek rejenerasyon sürgün sonucunu vermiştir. Elde edilen rejenerasyon sürgünleri IAA, IBA, NAA ve IBA/IAA oksin hormon uygulaması ile köklendirilmiştir. En yüksek köklendirme sonucu 11,40 μ M IAA hormon uygulaması ile elde edilmiştir.

Lepidium sativum L. ile ilgili başka bir çalışmada Pande vd. (2002) bitkinin içerdiği önemli bir sekonder metabolit olan lepidin miktarının daha fazla olduğu bitkiler üretmek amacıyla protokol geliştirmişlerdir. Tüm tohumlar otoklav ile steril edilmiş 2,00 mg/L GA₃ solüsyonu içerisinde oniki saat boyunca bekletilmiştir. Hormon içermeyen MS ortamında çimlenmeleri sağlanmıştır. Genç; kotiledon yaprak, hipokotil, radikula ve olgun yaprak, gövde ucu, nodal segment, olmak üzere farklı eksplant kaynakları kullanılmıştır. Olgun eksplantlar %0,5 streptomisin sülfat + %1,0 Bavistin içeren ortamda otuz dakika bekletildikten sonra farklı konsantrasyonlarda Kinetin ve IAA içeren ortamlara alınmıştır. 5,00 mg/L Kinetin + 0,20 mg/L IAA hormon kombinasyonu içeren ortamda ise en yüksek sürgün rejenerasyonu meydana gelmiştir. Genç eksplantlar ise farklı konsantrasyonlarda BAP ve NAA hormonu içeren ortamlarda kallus oluşumu sağlanmıştır. 5,00 mg/L BAP + 2,00 mg/L NAA hormonu içeren ortam, tüm genç eksplantlarda en iyi sonucu veren hormon kombinasyonu olmuştur ve genç eksplantlar içerisinde hipokotil eksplantında

%100 oranında kallus meydana gelmiştir. Elde edilen hipokotil kallusları 3,00 mg/L Kinetin + 0,50 mg/L IAA hormon kombinasyonu içeren ortamda en yüksek sürgün oluşum yüzdesini sağlamıştır.

Pande vd. (2002), elde ettiği bir çok sonuç çalışmamız ile korelasyon göstermektedir. Bitki tohumları hormon içermeyen ortamda çimlendirilmiştir. Kallus oluşumu için kullanılan sitokin ve oksin hormonları çalışmamızda kullanılan hormonlar ile aynıdır ve her iki çalışmada da en yüksek kallus yüzdesi hipokotil eksplantından elde edilmiştir.

Osuna vd. (2006), Meksika halk tıbbında dizanteri ve ishal tedavisinde, böbrek ve karaciğer ile alakalı ağrılarda ve antiprotozoal olarak kullanılan *Lepidium virginicum* L. (*Brassicaceae*) bitkisinde sürgün oluşumunda, sitokin olarak BAP ve kinetin hormonlarını, oksin olarak ise IAA hormonunu kullanmıştır. Çalışmada eksplant kaynağı olarak hipokotil, kotiledon boğum ve kotiledon kullanılmış olup ölçümleri onbeşinci, otuzuncu ve altmışıncı günlerde yapmışlardır. Onbeş günün sonunda kotiledon boğum eksplantından elde edilen sürgün oluşum yüzdesi en yüksek sonucu vermiş ve 0,57 µM IAA + 13,94 µM kinetin hormon kombinasyonu kullanılmıştır. Tüm sürgünler altmış günün sonunda 14,76 µM IBA kullanılarak köklendirilmişlerdir.

Wang vd. (2006), alpin bölgelerde yetişen *Chorispora bungeana* Fisch. & C.A.Mey. (*Brassicaceae*) bitkisinden somatik embriyogenez ile bitki yetiştirme protokolünde, GA₃, NAA ve 2,4-D hormon kombinasyonlarını kullanarak, yaprak eksplantından kallus elde etmişlerdir. 4,00 mg/L GA₃ + 0,20 mg/L NAA + 0,20 mg/L 2,4-D hormon kombinasyonu kallus oluşumunda en yüksek sonucu vermiştir. Elde edilen kalluslardan 1,00 mg/L Kinetin + 0,20 mg/L NAA hormon kombinasyonu ile somatik embriyolar elde edilmiştir. Çalışmamızda NAA miktarındaki artışa bağlı olarak kallus oluşum oranının artması bu çalışmayı desteklemektedir.

İslam vd. (2008), *Linum usitatissimum* L. cv. Neela bitkisinin *in vitro* üretimi üzerine yapmış oldukları çalışmada sürgün ucu ve nodal segmentleri eksplant kaynağı olarak kullanmış ve farklı konsantrasyon ve kombinasyonlardaki BAP, Kinetin, GA₃ ve IBA hormonlarını kullanmışlardır. 2,00 mg/L BAP en yüksek sürgün elde etme oranını sağlarken, ½ MS + 0,50 mg/L NAA ortamı ise en yüksek köklenme ortamını sağlamıştır.

Paunescu (2009), *Alyssum borzaeanum* Nyar. (*Brassicaceae*) bitkisinin *in vitro* üretimi ile yapmış olduğu çalışmada, hipokotil eksplantı kullanmış ve 4,43 µM BAP + 0,57 µM IAA hormon kombinasyonu sürgün rejenerasyonunda en başarılı sonucu vermiştir.

Papaver nudicaule L. geniş ve pastel renkli çiçekleri nedeni ile çiçekçilik sektöründe kullanılan bir süs bitkisidir. Ayrıca Çin tıbbında içerdiği 'nudicauline' alkaloidi öksürük için kullanılmaktadır. Yang vd. (2010), bu bitkinin kallus indüksiyonu ve somatik embriyogenez ile rejenerasyonu için çalışma yapmıştır. 0,10 mg/L BAP + 1,00 mg/L NAA hormon kombinasyonu en yüksek kallus oluşumunu sağlamıştır. Elde edilen kalluslar herhangi bitki büyütme düzenleyicisi içermeyen ortama alınarak embriyogenik kalluslar meydana getirilmiştir. 1,00 mg/L BAP + 1,00 mg/L NAA hormon kombinasyonunu içeren ortamda sürgün elde edilmiştir.

Furmanek ve Banas (2011), *Crambe abyssinica* cv. Mayer bitkisinin yaprak ve kotiledon eksplantları kullanılarak yapılan embriyogenik kallus oluşturma protokolü ile primer ve sekonder embriyogenik kallus oluşturulmuştur. Bu çalışmada sitokinin olarak BAP ve TDZ, oksin olarak ise IAA ve NAA hormon kombinasyonları kullanılmıştır. Primer embriyonik kallus oluşumu için kullanılan kotiledon eksplantına uygulanan 0,50 mg/dm⁻³ TDZ ya da 0,50 mg/dm⁻³ BAP + 0,50 mg/dm⁻³ NAA hormon kombinasyonu %100 bir oran ile en iyi sonucu vermiştir. Çalışmamızda kullanılan 0,50 mg/L BAP + 0,50 mg/L NAA hormon kombinasyonunda ise kotiledon boğum %43,65, hipokotil eksplantı ise %52,69 oranında kallus oluşumu meydana getirmiştir. Araştırmacıların kullandığı *Crambe* ile çalışmamızda kullanılan *Crambe* türünün aynı olmaması ve türlerin hormon konsantrasyonlarına farklı yanıtlar vermesi sonuçların birbirinden farklı olmasına sebep olmuş olabilir.

Kaviani vd. (2011) önemli bir süs bitkisi olan *Matthiola incana* (L.) R.Br. (*Brassicaceae*) bitkisinin sürgün uçlarını kullanarak, bitkinin mikro üretimi için en uygun protokolü araştırmıştır. Bitki tohumları hormonsuz MS besin ortamında çimlendirilmiştir. Çalışmamızda kullandığımız tohumlarda hormonsuz MS ortamında çimlendirilmiştir. Elde edilen filizler sürgün-kök sayı ve uzunluk bakımından incelenmek üzere farklı konsantrasyonlardaki kinetin, NAA ve Kin/NAA hormonlarında incelenmiştir. 2,00 mg/L Kinetin içeren MS ortamında en uzun ve en fazla sürgün sayısı (1,166 cm; 4,64 sırasıyla) elde edilmiştir. Elde edilen sürgünler 2,00 mg/L NAA ve 1,00 mg/L NAA + 2,00 mg/L

Kinetin hormon kombinasyonu ile en fazla kök sayısı (1,85) elde edilmiştir. Kök indüksiyonunda sitokininde pozitif rol oynadığı gösterilmiştir. Ayrıca bu çalışmada NAA hormonunun hem kök indüksiyonu hem de kök uzunluğunu olumlu yönde etkilediği gösterilmiştir.

Çalışmamız Kaviani vd. (2011) çalışması ile uyum içerisindedir. Çalışmada en uzun sürgün sadece sitokin içeren MS ortamında elde edilmiştir. Bizde çalışmamızda 2,00 mg/L BAP hormonu kullanarak 5,64±2,01 cm uzunluğunda en uzun sürgünü elde ettik. Elde edilen sürgünlerin NAA hormonu ile köklendirilmesi de her iki çalışmanın uyum içinde olduğunu göstermektedir.

Li vd. (2011), *Crambe abyssinica* cv. Galactica türünden elde ettikleri hipokotil eksplantı ile büyük bir deneme planlamışlardır. Farklı konsantrasyon ve kombinasyonlarda kullandıkları hormonlar ile AgNO₃, azot kaynağı ve karbon kaynağının *C. abyssinica* bitkisinin sürgün verme frekansını nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Her biri 2,20 mg/L TDZ + 0,50 mg/L NAA + 30 g/L sükroz + 0,50 mg/L AgNO₃ + 0,50 g/L MES + 2.50 g/L Gelrite içeren MS, Lepiovre (Lep), Chu N6 medium (N6) ve McCown's Woody Plant Basal Salt Mixture (WPM) kültür ortamlarının karanlık ve aydınlık ortamlarda sürgün rejenerasyon yüzdesini incelemiş ve en iyi sonucu Lep-aydınlık ortamdan elde etmişlerdir. Ayrıca WPM dışında tüm ortamlarda aydınlık ortamda sürgün verme yüzdesi karanlık ortamda sürgün verme yüzdesinden daha iyi sonuç vermiştir. Tohum çimlendirmesinde ise ½ MS + 10 g/L sükroz + 7 g/L bacto agar kullanılmıştır. 2,20 mg/L TDZ + 0,50 mg/L NAA + 0,50 mg/L AgNO₃ + 0,50 g/L MES + 2,50 g/L Gelrite içeren MS ortamında 10 ve 16 g/L fruktoz ve glukoz içeren ve 20 ve 30 g/L sükroz içeren ortamlar kıyaslanmış ve en iyi rejenerasyon yüzdesi sırasıyla 16 g/L glukoz, 30 g/L sükroz ve 20 g/L sükroz içeren ortamlarından sağlanmıştır. Sürgün oluşum yüzdesinde Lep + 16 g/L glukoz, Lep + 30 g/L sükroz, MS + 30 g/L sükroz içeren ortamlar kıyaslandığında ise en iyi sonucu Lep + 16 g/L glukoz içeren ortamda sağlanmıştır. Aydınlık ve karanlık ortamlarda 2,20 mg/L TDZ + 0,5 mg/L NAA + 0,50 g/L MES + 2,50 g/L Gelrite kombinasyonuna ek olarak ya MS + 30 g/L sükroz ya da Lep + 16 g/L glukoz içeren, farklı konsantrasyonlardaki AgNO₃ içeren ortamların sürgün rejenerasyon yüzdesi incelenmiş ve sırasıyla Lep-Ayd-0,50 mg/L AgNO₃, Lep-Ayd-0,10 mg/L AgNO₃ ve MS-Ayd-0,50 mg/L AgNO₃ sonuçları elde edilmiştir. Çalışmada aydınlık ve karanlık ortam olmak üzere 30 g/L sükroz içeren MS ve 16 g/L glukoz içeren Lep ortamlarında farklı konsantrasyon ve

kombinasyonlarda sitokin ve oksin hormonları uygulanmıştır. MS ortamında sırasıyla; 2,20 mg/L TDZ + 0,50 mg/L NAA-Ayd., 3,30 mg/L TDZ + 0,50 mg/L NAA-Ayd., 2,20 mg/L TDZ + 0,25 mg/L NAA-Ayd. hormon kombinasyonları en yüksek rejenerasyon oranını vermiştir. Lep ortamında ise sırasıyla; 2,20 mg/L TDZ + 0,50 mg/L NAA-Ayd., 3,30 mg/L TDZ + 0,50 mg/L NAA-Ayd., 2,20 mg/L TDZ + 0,25 mg/L NAA-Ayd. hormon kombinasyonları en yüksek rejenerasyon oranını vermiştir.

Li vd. (2011) yapmış olduğu çalışma ile çalışmamız arasında uyum gösteren birçok faktör bulunmaktadır. Her iki çalışmada da hipokotil, hormon kombinasyonlarına en iyi cevap veren eksplant olduğu için eksplant kaynağı olarak hipokotil kullanılmıştır. 30 g/L sükröz içeren MS ortamı sürgün rejenerasyonunda en ideal ortamlardan biri olduğu gösterilmiştir. Li vd. (2011) yapmış olduğu çalışmada her iki ortamda da (MS ve Lep) 2,20 mg/L TDZ + 0,50 mg/L NAA hormon kombinasyonu en iyi sonucu vermiştir. Bizim çalışmamızda ise 1,00 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA hormon kombinasyonu sürgün rejenerasyonunda en iyi sonucu vermiştir. Kullanılan hormon kombinasyonları arasındaki oran her iki çalışmada da uyum içerisindeydi.

Piovan vd. (2011) İtalya'da "tehlike altında türler" listesine alınan *Crambe tataria* bitkisini *ex situ* koşullarda korumaya almak için bitkiyi direkt organogenez ve somatik embriyogenez yöntemi ile *in vitro* koşullarda çoğaltmışlardır. ½ MS ortamında çimlendirilen tohumlardan, yaprak ve kök, eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır. Her iki eksplant, sitokin olarak BAP ve Kinetin (0, 1,0 ve 2,0 mg/L), oksin olarak ise NAA ve 2,4-D (0, 1,0 ve 2,0 mg/L) hormon kombinasyonları uygulanarak, belirli periyotlarda gözlemlenmiş, eksplantlarda kallus, embriyogenez, somatik embriyogenez ve organogenez oluşumu incelenmiştir. Organogenez oluşumu, sadece kök eksplantlarında ve BAP ve NAA hormon kombinasyonunda meydana gelmiştir. Somatik embriyogenez oluşumu, sadece yaprak eksplantlarında ve BAP ve NAA hormon kombinasyonunda meydana gelmiştir. Kallus oluşumu ise organogenez oluşumu hariç her iki eksplant için hemen hemen tüm hormon kombinasyonlarında meydana gelmiştir. Kallus oluşumu yaprak eksplantı için 1,0 mg/L 2,4-D + 2,0 mg/L Kinetin hormon kombinasyonunda, kök eksplantı için ise 2,0 mg/L 2,4-D + 1,0 mg/L Kinetin hormon kombinasyonunda en yüksek sonucu vermiştir. Kallus oluşumu yaprak eksplantında daha fazla meydana gelmiştir. Elde edilen kalluslara BAP ve NAA hormon kombinasyonları uygulanarak elde edilen somatik embriyolar incelenmiş ve 1,0 mg/L BAP + 1,0 mg/L NAA hormon kombinasyonu en iyi

sonucu vermiştir. Eksplant başına düşen sürgün sayısı en yüksek 2,0 mg/L BAP + 2,0 mg/L NAA hormon kombinasyonunu içeren ortam da elde edilmiştir. Piovan vd. (2011) hem MS hem de sükröz yoğunluğunun köklenme üzerindeki etkisini görmek için eksplantları, tam MS ve ½ MS ortamlarında 0, 10, 20 ve 30 g/L sükröz içeren ortamlarda köklendirmiş ½ MS + 20 g/L sükröz içeren ortam en iyi köklenme yüzdesini elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Piovan vd. (2011) *Crambeden* direkt organogenez yöntemi ile sürgün elde ederken BAP ve NAA hormonlarını kullanmaları çalışmamız ile uyum göstermektedir. Ayrıca kallus oluşumunda kullanılan sitokinin ve oksin hormonları arasındaki oran da çalışmamız ile uyum içerisindedir. Ayrıca sürgün elde etmek için kullanılan sitokinin ve oksin hormonları çalışmamızda kullandığımız hormonlar ile aynıdır.

Cüce (2012), *Vaccinium arctostaphylos* L. (*Ericaceae*) bitkisinin sürgün kültürü ile mikroçoğaltımı üzerine yapmış olduğu çalışmada WPM ve MS besi ortamlarında farklı kombinasyonlarda zeatin ve IBA kombinasyonları denenmiş ve WPM + 2,00 mg/L zeatin + 0,10 mg/L IBA kombinasyonundan en iyi rejenere sürgün oluşumunu sağlamıştır. Elde edilen sürgünler 0,50 mg/L IBA hormonu içeren WPM besin ortamlarında köklendirilmiştir.

Derelli vd. (2012), *Linum usitatissimum* L. türünün 'Clarck' çeşidi üzerine yapmış oldukları *in vitro* çalışmalarda eksplant kaynağı olarak hipokotili kullanmış ve sürgün rejenerasyonunda 1,00 mg/L BAP + 0,02 mg/L NAA hormon kombinasyonunun en iyi sonucu verdiği tespit edilmiştir. Sürgün rejenerasyonunda kullanılan hormonların ve kullanılan eksplant kaynağının aynı olması, çalışmamızla birebir örtüşmektedir.

Kloska vd. (2012), *Brassicaceae* familyasından *Sinapis alba* L. türü ile yapmış oldukları çalışmada Polonya'da yetişen iki kültür bitkisi olan Bamberka ve Nakielska türlerini, sitokinin olarak BAP, zeatin, ve kinetin hormonlarını, oksin hormonu olarak ise IAA, NAA ve GA₃ hormonlarını kullanmışlardır. Yapmış oldukları çalışmayı kullanılan sitokinin hormonlarının baş harfleri (B, K ve Z) ile gruplandırmışlar ve çalışmalarında eksplant kaynağı olarak hipokotil ve kotiledon kullanmışlardır. Sürgün oluşumunda hipokotil kaynağının, kotiledon kaynağından üç kat daha etkili olduğu bulunmuştur. Nitekim bizim çalışmamızda da hipokotil eksplantı kullanılan kotiledon boğum eksplantına göre daha

olumlu sonuçlar vermiştir. Bu durumun nedeni kullanılan eksplantların içermiş oldukları endojen hormon miktarı olabilir. Bu sonuç bizim bulgularımız ile uyum göstermektedir. 4,40 µmol BAP + 0,57 µmol IAA hormon kombinasyonunun sürgün oluşumunda en etkili sonucu verdiği gösterilmiştir. Sürgün oluşumunda kullanılan hormonlar çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Elde edilen sürgünlerin köklendirmesinde ise 4,40 µmol BAP + 0,53 µmol NAA hormon kombinasyonu her iki kültür bitkisi için en iyi sonucu verdiğini belirtmişlerdir. Bamberska bitkisinde hipokotil %61,5, kotiledon %100, Nakielska bitkisinde ise hipokotil %64,7, kotiledon %100 oranında köklendiğini tespit etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da köklendirme ortamı olarak NAA kullanılmış en iyi köklenme 2,00 mg/L NAA içeren MS besin ortamından elde edilmiştir.

Göre (2014), farklı eksplant kaynaklarının ve farklı bitki büyüme düzenleyicilerinin *Camelina sativa* (L.) Crantz bitkisinin Vniimk-17 ve Ames-26686 çeşitleri üzerine yapmış oldukları çalışmada kök, boğum araları ve yaprakları eksplant kaynağı olarak kullanmıştır. Bu çalışmada ve çalışmamızda kallus ve sürgün oluşumu için kullandığımız BAP ve NAA hormonlarını kullanılmıştır. 1,0 mg/L BAP + 1,0 mg/L NAA hormon kombinasyonunda en fazla kallus oluşumu, 0,5 mg/L BAP + 0,5 mg/L NAA hormon kombinasyonunda ise en fazla sürgün oluşumu gözlenmiştir.

Özdemir ve Türker (2014) yabani aspir (*Carthamus persicus* Wild) bitkisinin sürgün ucunu eksplant kaynağı olarak kullanıp BAP-NAA konsantrasyonlarının kallus oluşumu, rejenerasyon sürgün yüzdesi, eksplant başına düşen sürgün sayısı, sürgün uzunluğu, eksplant başına düşen kök sayısı ve kök uzunluğu için kullanılan BAP-NAA kombinasyonlarının etkili olduğunu göstermişlerdir. Bu çalışma bulguları bizim çalışma sonuçlarımızı desteklemektedir.

Qi vd. (2014), *Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E.Fr. türünde ile genetik transformasyon çalışmaları yapmışlardır. Uyguladıkları *in vitro* rejenerasyon protokolünde farklı konsantrasyonlarda BAP ve NAA hormonları denemişlerdir. Kotiledon ve kotiledon boğumu eksplant kaynağı olarak kullanmış ve her iki eksplant için microagar ve phytoblend katılaştırıcı ajanlarını gruplar halinde denemişlerdir. Araştırmacılar, kotiledon boğum eksplantlarına uygulanan 0,50 µM NAA + 2,20 µM BAP hormon kombinasyonu en yüksek sürgün oluşum yüzdesini verdiğini ortaya koymuşlardır.

Bizim çalışmamız ile Qi vd.'nin (2014) çalışmasının sonuçları benzerlik göstermiştir. Uygulanan sitokin ve oksin hormonlarının aynı olması ve hormon konsantrasyonları arasında benzerlik olması her iki çalışmanın birbirini desteklediğini göstermektedir. Çalışmamızda katılaştırıcı ajan olarak plant agar kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan microagar ve phytoblend katılaştırıcı ajanları, çalışmamızdaki hormon konsantrasyonları değiştirilmeden uygulanabilir.

Bhasin vd. (2015) halk arasında bakteri ve fungal enfeksiyonların tedavisinde, romatizmal ağrıların ve şişliklerin tedavisinde, anne sütünün arttırılmasında, dizanteri, ishal ve deri hastalıklarının tedavisinde ve yatıştırıcı olarak kullanılan *Lepidium sativum* L. (*Brassicaceae*) bitkisinin *in vitro* üretimi için sitokinlerden Kinetin ve BAP oksinlerden IAA; kallus üretimi için ise sitokinlerden Kinetin ve BAP oksinlerden ise 2,4-D hormonlarının çeşitli kombinasyonlarının etkilerini araştırmıştır. MS ortamında yapılan çalışmada 2,00 mg/L IAA + 5,00 mg/L BAP kullanımının sürgün oluşumunda, 2,00 mg/L 2,4-D + 0,50 mg/L Kinetin + 0,50 mg/L BAP kullanımı ise kallus oluşumunda en iyi sonucu vermiştir. Bu çalışmada sürgün oluşumu için kullanılan sitokin ve oksin hormon kombinasyonları arasındaki oranlar çalışmamızda sürgün oluşumu için kullandığımız ve en iyi sonuç aldığımız 1,00 mg/L BAP + 0,25 mg/L NAA içerikli besin ortamından çıkan sonuçlara benzerlik göstermektedir.

Fabaceae familyasının zehirli bir türü olan *Oxytropis glabra* (Lam.) DC. içerdiği Swainsonine alkaloidi nedeniyle besiciliğe büyük zarar vermektedir. Bitkiyi tüketen besilerde aşırı zayıflık, düşük gebelik, erken doğum, doğum anormallikleri ve hatta ölüm meydana gelmektedir. He vd. (2015), bitkiyi *in vitro* ortamda yetiştirerek içerdiği Swainsonine alkaloidi miktarını gözlemlemek istemiştir. Olgun tohumlar hormon içermeyen MS ortamında otuz gün boyunca çimlendirilmiştir. Filizlenen tohumlardan elde edilen yapraklar eksplant kaynağı olarak kullanılmış ve TDZ, BAP ve NAA hormon kombinasyonları sürgün oluşum yüzdeleri ve eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı incelenmiştir. 10 µM BAP + 1,0 µM NAA hormon kombinasyonu ile %85,60 sürgün oluşum yüzdesi ve 8,2 adet eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı elde edilmiş, sonrasında eksplantlar 4°C' de yedi gün boyunca tutularak sürgün oluşum yüzdesi %88,40 ve eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı 12,6'ya çıkarılmıştır. Sitokin olarak BAP, oksin olarak ise NAA kullanımı çalışmamız ile uyum içerisindedir. Elde edilen sürgünler köklendirme için en iyi sonucu veren 1,00 µM IBA hormonu içeren besi

ortamında köklendirilmiştir. Mikro üretim ile elde edilen bitkiler HPLC yöntemi ile incelenmiş ve hiçbir bitkide Swainsonine alkaloidine rastlanmamıştır.

Koç (2015), bazı humik maddelerin kolza (*Brassica napus* L.) c.v. PR46W31 çeşidi üzerinde sürgün rejenerasyonu ve antioksidan enzim aktivitesine etkisini araştırmıştır. Kallus ve sürgün oluşumu için BAP ve NAA hormon kombinasyonlarını kullanmıştır. Kallus oluşumunda 0,50 mg/L BAP + 0,20 mg/L NAA, toplam sürgün sayısı ve sürgün oranında ise 1,00 mg/L BAP + 0,20 mg/L NAA hormon kombinasyonları en iyi sonucu vermiştir. Kallus ve sürgün oluşumunda kullanılan hormon ve hormon kombinasyonu çalışmamız ile birebir benzemektedir.

Crambe orientalis var. *orientalis* bitkisinin *in vitro* üretimi konusu yönüyle özgün olup, bu tür ile yapılan ilk çalışmadır. Özellikle bitkinin içermiş olduğu yüksek erusik asit miktarı nedeniyle endüstriyel yağ bitkileri arasında özel bir yere sahiptir. Çalışmamızda kotiledon boğum ve hipokotil kısımları eksplant kaynağı olarak kullanılmış, BAP ve NAA hormon kombinasyonları kallus ve sürgün oluşumu için, farklı konsantrasyondaki NAA hormonu ise köklendirme için kullanılmıştır. Geliştirmiş olduğumuz protokol farklı hormonlar denenerek ya da farklı eksplant kaynakları kullanılarak modifiye edilebilir. Genetik çalışmalar dahilinde tür içi kültür çeşitleri arttırılabilir. Özellikle içermiş olduğu erusik asit miktarını arttırmayı hedefleyen yeni çalışmalar da yapılabilir. Bitkinin yağ oranını arttırmak için farklı denemeler kurulup elde edilen türlerin yağ içeriği tespit edilebilir.

Gen kaynaklarının korunmasında ve bitki ıslahı çalışmalarında *ex situ* ya da *in situ* koruma yapılırken ıslah edilen bitki *in vitro* koşullarda üretilmelidir. Yapmış olduğumuz çalışmanın verimliliği göz önünde bulundurulduğunda geliştirdiğimiz protokol *Crambe orientalis* var. *orientalis* bitkisinin ıslahı için uygulanabilir.

KAYNAKLAR

- Akter F., Parver M.S., Islam M.S., Mondol P.C. ve Alam M.F. (2008). Effect of different hormones on *in vitro* regeneration of linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Plant Environmental Development*, 2(2): 135-138.
- Babaoğlu, M., Gürel, E. ve Özcan, S. (2002). *Bitki Biyoteknolojisi Doku Kültürü ve Uygulamaları*. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya, 374 s.
- Bhasin P., Bansal D., Grewal A. ve Sehrawat A.R. (2015). Rapid micropropagation of *Lepidium sativum* L. - A medicinal herb for folklore remedies. *Journal of Pharmacy Research*, 9(7): 480-483.
- Carlsson A.S. (2009). Plant oils as feedstock alternatives to petroleum – A short survey of potential oil crop platforms. *Biochimie*, 91: 665–670.
- Ceylan K.B. (2014). Bakır Stresi ve Brassinosteroidlerin Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, İstanbul, 62 s.
- Chhikara S., Dutta I., Paulose B., Jaiwal P.K. ve Dhankher O.P. (2012). Development of an Agrobacterium-mediated stable transformation method for industrial oilseed crop *Crambe abyssinica* ‘BelAnn’. *Industrial Crops and Products*, 37: 457–465.
- Cruz V.M.V. ve Dierig D.A. (2012). Trends in literature on new oilseed crops and related species: Seeking evidence of increasing or waning interest. *Industrial Crops and Products*, 37: 141–148.
- Cuenca S. ve Amo-Marco B. (2000). *In vitro* propagation of two Spanish endemic species of *Salvia* through bud proliferation. *In Vitro Cellular Development Biology—Plant*, 36: 225–229.
- Cüce M. (2012). *Vaccinium arctostaphylos* L. (*Ericaceae*)’nin Sürgün Kültürü İle Mikroçoğaltımı. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Trabzon, 63 s.
- Çömlekçiöğlü N. (2005). Ülkemizde Doğal Olarak Yayılış Gösteren *Crambe* spp.’nin Kimyasal İçeriğinin ve Endüstriyel Kullanım Alanlarının İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, 53 s.
- Çömlekçiöğlü N., Karaman S. ve İlçim A. (2008). Oil composition and some morphological characters of *Crambe orientalis* var. *orientalis* and *Crambe tataria* var. *tataria* from Turkey. *Natural Product Research*, 22(6): 525–532.
- Daubos P., Grumel V., Iori R., Leoni O., Palmieri S. ve Rollin P. (1998). *Crambe abyssinica* meal as starting material for the production of enantiomerically pure fine chemicals. *Industrial Crops and Products*, 7: 187–193.

- Derelli E., Vaziri P.A., Mirzapour M. ve Yıldız M. (2012). Dokuda su eksikliğinin neden olduğu stresin *in vitro* şartlar altında keten (*Linum usitatissimum* L.) hipokotil eksplantlarından sürgün rejenerasyonu üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(1): 153-156.
- Durak Z.K. (1999). Bazı *Crambe* L. Türleri Üzerinde Morfolojik, Anatomik Ve Palinolojik Çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Eskişehir, 74 s.
- Ekim, T., Koyuncu, M., Erik, S. ve İlarıslan, R. (1989). *Türkiye'nin Tehlike Altındaki Nadir ve Endemik Bitkileri*, Türkiye Tabiatını Koruma Derneği, Yayın No: 18, Ankara.
- Enders G. ve Schatz B. (2013). *Crambe Production*, USA.
- Erickson, D.B., Bassin, P., (1990). *Rapeseed and Crambe: Alternative Crops with Potential Industrial Uses*, Agricultural Experiment Station, Kansas State University Bulletin, Manhattan.
- Falasca S.L., Flores N., Lamas M.C., Carballo S.M. ve Anschau A. (2010). *Crambe abyssinica*: an almost unknown crop with a promissory future to produce biodiesel in Argentina. *International Journal of Hydrogen Energy*, 35: 5808-5812.
- Fontana F., Lazzeri L., Malaguti L. ve Galletti S. (1998). Agronomic characterization of some *Crambe abyssinica* genotypes in a locality of the Po Valley. *European Journal of Agronomy*, 9: 117-126.
- Francisco-Ortega J., Fuertes-Aguilar J., Gomez-Campo C., Santos-Guerra A., ve Jansen R.K. (1999). Internal transcribed spacer sequence phylogeny of *Crambe* L. (Brassicaceae): molecular data reveal two old world disjunctions. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 11(3): 361-380.
- Francisco-Ortega J., Fuertes-Aguilar J., Kim S.C. Santos-Guerra A., Crawford D.J. ve Jansen R.K. (2002). Phylogeny of the Macaronesian endemic *Crambe* section dendro *Crambe* (Brassicaceae) based on internal transcribed spacer sequences of nuclear ribosomal DNA. *American Journal of Botany*, 89(12): 1984-1990.
- Furmanek T. ve Banas W. (2011). Embryogenic callus formation by cotyledon and leaf explants of *Crambe abyssinica* seedlings. *Journal of Biotechnology, Computational Biology and Bionanotechnology*, 92(2): 209-213.
- Gastaldi G., Capretti G., Focher B. ve Cosentino C. (1998). Characterization and properties of cellulose isolated from the *Crambe abyssinica* Hull. *Industrial Crops and Products*, 8: 205-218.
- Glaser L.K. (1996). *Crambe: An Economic Assessment of the Feasibility of Providing Multiple-Peril Crop Insurance*. Economic Research Service for the Risk Management Agency, Federal Crop Insurance Corporation, USA.
- Göre M. (2014). Eksplant Kaynakları ve Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin Ketencik (*Camelina sativa* (L.) Crantz)'de Sürgün ve Bitki Oluşumuna Etkileri Üzerinde

Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun, 93 s.

- Grombacher, A., Nelson, L. A., ve Baltensperger, D. D. (1993). *Crambe* production. Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Lincoln, USA.
- Guan R., Lager I., Li X., Stymne S. ve Zhu L. (2014). Bottlenecks in erucic acid accumulation in genetically engineered ultrahigh erucic acid *Crambe abyssinica*. *Plant Biotechnology Journal*, 12: 193–203.
- Gümüşçü A., Çöçü S., Uranbey S., İpek A., Çalışkan M. ve Arslan N. (2008). *In vitro* micro-propagation of endangered ornamental plant-*Neotchihatchewia isatidea* (Boiss.) Rauschert. *African Journal of Biotechnology*, 7(3): 234-238.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T. (Eds.) (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- Hanus-Fajerska E., Wiszniewska A. ve Muszyńska E. (2012). *In vitro* multiplication and acclimatization of *Biscutella laevigata* (Brassicaceae) to cultivation in greenhouse conditions. *Journal of Biotechnology, Computational Biology and Bionanotechnology*, 93(2): 97-101.
- He W., Guo B., Fan P., Guo L. ve Wei Y. (2015). *In vitro* propagation of a poisonous plant *Oxytropis glabra* (Lam.) DC. *Plant Cell Tissue Organ Culture*, 120: 49–55.
- Hussain S., Rasheed A., Latif M., Mahmood T. ve Naqvi M.S. (2014). Canola (*Brassica napus* L.) regeneration and transformation via hypocotyl and hypocotyl derived calli. *Sarhad Journal Agriculture*, 30(2): 165-172.
- Ítavo L.C.V., Soares C.M., Ítavo C.C.B.F., Dias A.M., Petit H.V., Leal E.S. ve Souza A.D.V. Calorimetry, chemical composition and *in vitro* digestibility of oilseeds. *Food Chemistry*, 185: 219–225.
- Jalali N., Naderi R., Shahi-Gharahlar A. ve Teixeira da Silva J. A. (2012). Tissue culture of *Cyclamen* spp. *Scientia Horticulturae*, 137: 11–19.
- Kalender, B., (2002). Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Tohum Yağı Ekstraksiyonu ve Yağın Kompozisyonunun Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir, 88 s.
- Kaviani B. (2014). Micropropagation of *Matthiola incana* using BA and IBA. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 4(3): 1071-1078.
- Kaviani B., Hesar A.A. ve Kharabian-Masouleh A. (2011). *In vitro* propagation of *Matthiola incana* (Brassicaceae) - an ornamental plant. *Plant Omics Journal*, 4(7): 435-440.

- Kaviani B., Hesar A.A., Tarang A., Zanjani S.B., Hashemabadi D. ve Ansari M.H. (2013). Effect of kinetin (Kn) and naphthalene acetic acid (NAA) on the micropropagation of *Matthiola incana* using shoot tips, and callus induction and root formation on the leaf explants. *African Journal of Agricultural Research*, 8(30): 4134-4139.
- Kaviani B., Zamirae F., Zanjani S.B., Tarang A. ve Torkashvand A.M. (2014). *In vitro* flowering and micropropagation of *Lisianthus (Eustoma grandiflorum)* in response to plant growth regulators (NAA and BA). *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 13(4): 145-155.
- Kaviani B., Hesar A.A., Tarang A., Zanjani S.B., Hashemabadi D. ve Rezaei M.A. (2011). Callus induction and root formation on the leaf micro-cuttings of *Matthiola incana* using Kn and NAA. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science*, 11(3): 456-461.
- Kher M.M., Joshi D., Nekkala S., Nataraj M. ve Raykundaliya D. (2014). Micropropagation of *Pluchea lanceolata* (Oliver & Hiern.) using nodal explant. *Journal of Horticultural Research*, 22(1): 35-39.
- Klóska L., Cegielska-Taras T. ve Piętko T. (2012). Regeneration capacity of selected genotypes of white mustard (*Sinapis alba* L.). *In Vitro Cellular Developmental Biology—Plant*, 48: 180–188.
- Knights S.E. (2002). *Crambe: A North Dakota Case Study*. Rural Industries Research and Development Corporation, USA.
- Koç Y. (2015). Bazı Humik Maddelerin Kolza (*Brassica napus* L.) c.v. Pr46w31 Çeşidi Üzerindeki Bazı Fizyolojik Parametreler, Sürgün Rejenerasyonu ve Antioksidant Enzim Aktivitesine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Sakarya, 57 s.
- Kocak M., Izgu T., Sevindik B., Tutuncu M., Curuk P., Simsek O., Kacar Y., Teixeira da Silva J.A., Mendi Y.Y. (2014). Somatic embryogenesis of Turkish *Cyclamen persicum* Mill. *Scientia Horticulturae*, 172: 26–33.
- Kurt O. ve Şavşatlı Y. (2005). Bitkisel biyoteknolojiye genel bir bakış. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3): 126-133.
- Köybaşı Ö. (2008). Çukurova Koşullarında Bazı *Crambe* Türlerinin Verim ve Yağ Oranlarının Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 58 s.
- Laghetti G., Piergiorganni A.R. ve Perrino P. (1995). Yield and oil quality in selected lines of *Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E. Fries and *C. hispanica* L. grown in Italy. *Industrial Crops and Products*, 4: 203-212.
- Lalas S., Gortzi O., Athanasiadis V., Dourtoglou E. ve Dourtoglou V. (2012). Full characterisation of *Crambe abyssinica* Hochst. seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89: 2253–2258.

- Ledoux D.R., Belyea R.L., Wallig M.A. ve Tumbleson M.E. (1999). Effects of feeding *Crambe* meal upon intake, gain, health and meat quality of broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology*, 76: 227-240.
- Li X., Ahlman A., Lindgren H. ve Zhu L. (2011). Highly efficient *in vitro* regeneration of the industrial oilseed crop *Crambe abyssinica*. *Industrial Crops and Products*, 33: 170–175.
- Li X., Fan J., Gruber J., Guan R., Frentzen M. ve Zhu L. (2013). Efficient selection and evaluation of transgenic lines of *Crambe abyssinica*. *Front Plant Science*, 4(162): 1-9.
- Li X., Loo E.N., Gruber J., Fan J., Guan R., Frentzen M., Stymne S. ve Zhu L. (2012). Development of ultra-high erucic acid oil in the industrial oil crop *Crambe abyssinica*. *Plant Biotechnology Journal*, 10: 862–870.
- Lim H.T., Li H.S. ve Eriksson T. (1997). Regeneration of *Panax ginseng* C.A. Meyer by organogenesis and nuclear DNA analysis of regenerants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 49: 179–187.
- Matkowski A. (2008). Plant *in vitro* culture for the production of antioxidants—A review. *Biotechnology Advances*, 26: 548–560.
- Mungan A. (2005). Kahramanmaraş Ekolojik Koşullarında Farklı Ekim Zamanları ve Ekim Sıklıklarının *Lesquerella fendleri*' nin Verim ve Kalitesine Etkisi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Adana, 117 s.
- Murashige, T., Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15: 473–494.
- Nelson L.A., Grombacher A. ve Baltensperger D.D. (1993). *Crambe Production*. NebGuide, University of Nebraska, Lincoln, USA.
- Pevalek-Kozlina B., Pavlica M. ve Vujevic M. (1999). Micropropagation of *Degenia velebitica* (Deg.) Hay., a Croatian endemic plant species. *Phyton (Austria) Special issue: "Plant Physiology"*, 39(3): 293-296.
- Okhunov I. I., Bobakulov Kh. M., Aripova S. F., Abdullaev N. D. ve Khuzhaev V. U. (2012). Component composition of *Crambe orientalis*. *Chemistry of Natural Compounds*, 47(6): 1018–1019.
- Okhunov I.I., Levkovich M.G., Abdullaev N.D., Khuzhaev V.U. ve Aripova S.F. (2011). Alkaloids from *Crambe kotschyana* endemic to Uzbekistan. *Chemistry of Natural Compounds*, 47(3): 487-489.
- Okhunov I. I., Levkovich M. G., ve Aripova S. F. (2013). Crambain, a new alkaloid from plants of the genus *Crambe*. *Chemistry of Natural Compounds*, 49(2): 320-322.

- Oplinger, E. S., Oelke, E. A., Kaminski, A. R., Putnam, D. H., Teynor, T. M., Doll, J. D., ve Noetzel, D. M. (1991). *Crambe: alternative field crops manual*. St. Paul: University of Minnesota, USA.
- Osuna L., Tapia-Perez M.E., Figueroa O., Jimenez-Ferrer E., Garduno-Ramirez M.L., Gozalaez-Garza M.T., Carranza-Rosales P. ve Cruz-Vega D.E. (2006). Micropropagation of *Lepidium virginicum* (Brassicaceae), a plant with antiprotozoal activity. *In Vitro Cellular Developmental Biology—Plant*, 42: 596–600.
- Qi W., Tinnenbroek-Capel I., Schaart J.G., Huang B., Cheng J., Visser R.G.F., Loo E.N ve Krens F.A. (2014). Regeneration and transformation of *Crambe abyssinica*. *BioMed Central Plant Biology*, 14(235): 1-12.
- Özcan, S. ve Özgen M. (1996). Bitki genetik mühendisliği. *Kükem Dergisi*, 1(1): 69-95.
- Özdemir F.A. ve Türker M. (2014). Yabani Aspir'in (*Carthamus persicus* Wild) *in vitro* çoğaltımında farklı BAP-NAA kombinasyonlarının etkisi. *YYÜ Tarım Bilgileri Dergisi*, 24(1): 30-35.
- Pande D., Malik S., Bora M. ve Srivastava P.S. (2002). A rapid protocol for *in vitro* micropropagation of *Lepidium sativum* Linn. and enhancement in the yield of Lepidine. *In Vitro Cellular Developmental Biology—Plant*, 38: 451–455.
- Paulose B., Kandasamy S. ve Dhankher O.P. (2010). Expression profiling of *Crambe abyssinica* under arsenate stress identifies genes and gene networks involved in arsenic metabolism and detoxification. *BioMed Central Plant Biology*, 10(108): 1-12.
- Paunescu A. (2009). Hormonal regulation of somatic embryogenesis and organogenesis in *Alyssum borzaeaeum* Nyár. *in vitro* culture system. *Electronic Journal of Biology*, 5(3): 45-48.
- Piovan A., Canito R. ve Filippini R. (2014). Somatic embryogenesis and glucosinolate/myrosinase system in vulnerable *Brassica repanda* subsp. *glabrescens* (Poldini) Gómez-Campo. *Scientia Horticulturae*, 172: 317–324.
- Piovan A., Cassina G. ve Filippini R. (2011). *Crambe tataria*: actions for *ex situ* conservation. *Biodiversity Conservation*, 20: 359–371.
- Prevalek-Kozlina B., Kostovic-Vranjes V. ve Slade D. (1997). *In vitro* propagation of *Fibigia triquetra* (DC.) Boiss., a rare stenoendemic species. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 51: 141–143.
- Rubio F., Gonçalves A.C., Dragunski D.C., Ricardo C., Tarley T., Meneghel A.P. ve Schwantes D. (2015). A *Crambe abyssinica* seed by-product as Biosorbent for lead (II) removal from Water. *Desalination and Water Treatment*, 53: 139–148.
- Rudloff E. ve Wang Y. (2011). *Crambe Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, USA, 97-116.

- Salsgiver J. (1997). *Crambe Production and Processing: A Case Study of the Effects on Rural Areas in North Dakota*. Industrial Uses, Economic Research Service/USDA, USA.
- Salsgiver J. (1997). Industrial uses of agricultural products such as *Crambe* play a role in rural community development. *Rural Development Perspectives*, 12(3): 38-44.
- Sanyal A. ve Decocq G. (2009). Biological flora of the British Isles: *Crambe maritima*. *Journal of Ecology*, 103: 769–788.
- Seyis F., Aydın E. ve Çopur M. (2013). Alternatif yağ bitkisi: *Crambe* (*Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E. Fries). *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(2): 108-114.
- Stewart C.N. (2012). *Plant Biotechnology and Genetics: Principles, Techniques and Applications*. Wiley: New Jersey, USA.
- Stolarski M., Krzyaniak M., Snieg M., Christou M. ve Alexopoulou E. (2013). Production costs and residues evaluation of *Crambe abyssinica* as an energy feedstock. *Environmental Biotechnology*, 9(2): 59-64.
- Tattersall A. ve Millam S. (1999). Establishment and *in vitro* regeneration studies of the potential oil crop species *Camelina sativa*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 55: 147–149.
- Tittonel, E.D. (1995). *Crambe abyssinica*—general outline, AIR3-CT94-2480 *Crambe abyssinica*: A comprehensive programme. Workshop Part 4- Utilization, USA.
- URL-1 (2011). <http://tna.europarchive.org/20110116113217/http://www.food.gov.uk/>, At the National Archives, 16/01/2011.
- Xu K., Yang Y. ve Li X. (2012). Ectopic expression of *Crambe abyssinica* lysophosphatidic acid acyltransferase in transgenic rapeseed increases its oil content. *African Journal of Biotechnology* 9(25): 3904-3910.
- Wallig M.A., Belyea R.L. ve Tumbleson M.E. (2002). Effect of pelleting on glucosinolate content of *Crambe* meal. *Animal Feed Science and Technology* 99: 205–214.
- Wang I., An L., Wang R., Yang D., Si J., Fu X., Chang J. ve Xu A. (2006). Plant regeneration of *Chorispora bungeana* somatic embryogenesis. *In Vitro Cellular Developmental Biology—Plant*, 42: 148–151.
- Wang Y.P., Tang J.S., Chu C.Q. ve Tian J. (2000). A preliminary study on the introduction and cultivation of *Crambe abyssinica* in China, an oil plant for industrial uses. *Industrial Crops and Products*, 12: 47–52.
- Warwick S.I ve Gugel R.K. Genetic variation in the *Crambe abyssinica* – *C. hispanica* – *C. glabrata* complex. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50: 291–305.

- Woods W.R. (1990). *Rapeseed and Crambe: Alternative Crops with Potential Industrial Uses*. Agricultural Experiment Station, Kansas State University Bulletin 656, Manhattan, USA.
- Yang X., Al-Duri B., (2005). Kinetic modeling of liquid-phase adsorption of reactive dyes on activated carbon. *Journal of Colloid and Interface Science*, 287: 25–34.
- Yang J.L., Zhao B., Seong E.S., Kim M.J. Kang W.H., Kim N.Y., Yu C.Y., Li C.H. (2010). Callus induction and high-efficiency plant regeneration via somatic embryogenesis in *Papaver nudicaule* L., an ornamental medicinal plant. *Plant Biotechnology Reports*, 4: 261–267.
- Yaniv Z., Shabelsky E., Schafferman D., Granot I. ve Kipnis T. (1998). Oil and fatty acid changes in *Sinapis* and *Crambe* seeds during germination and early development. *Industrial Crops and Products*, 9: 1–8.
- Yıldız, M. (2000). Keten Bitkisinde Adventif Sürgün Rejenerasyonu ve *Agrobacterium tumofaciens* Aracılığıyla Gen Aktarımı. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara, 135 s.
- Yıldız M., Tansı S. ve Sezen S.M. (2014). New plants with commercial potent. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 1: 1036-1042.
- Yıldıztuğay E., Küçüköyük M., Özel M. ve Özdemir C. (2009). A new record for the flora of Turkey: *Crambe hispanica* L. (*Brassicaceae*). *Turkish Journal of Botany*, 33: 227-230.
- Zakizadeh S., Kaviani B. ve Onsinejad R. (2013). *In vitro* rooting of amaryllis (*Hippeastrum johnsonii*), a bulbous plant, via NAA and 2-iP. *Annals of Biological Research*, 4(2): 69-71.
- Zanetti F., Mosca G., Rampin E., ve Vamerali T. (2012). Adaptability and sustainable management of high-erucic *Brassicaceae* in mediterranean environment. *Oil Seeds, Agricultural and Biological Sciences*, 99-116.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Yusuf CEYLAN
Doğum Yeri ve Tarihi : İstanbul - 06.03.1987

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi,
Biyoloji (İngilizce) Bölümü (2006 - 2011)

Yüksek Lisans Öğrenimi : Maramra Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji
Anabilim Dalı (2011 -)
Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji
Anabilim Dalı (2014-2015)

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyet/Yayımlar : Likenlerin Gelişimi ve Büyüme Hızının Üzerinde
Ekolojik Faktörlerin Etkisinin Likenometrik Yöntemlerle
Değerlendirilmesi,
Yusuf CEYLAN, Birkan AÇIKGÖZ, Gülşah
ÇOBANOĞLU
Uluslar arası Katılımlı 21. Ulusal Biyoloji Kongresi,
İzmir, Poster, 2012.

Observing the effects of some environmental factors on
lichen growth rate by lichenometric method.

Yusuf CEYLAN, Birkan AÇIKGÖZ, Gülşah
ÇOBANOĞLU

II (X) International Botanical Conference of Young
Scientists, St. Petersburg, 2012.

Liken Büyüme Hızındaki Farklılıkların Likenometrik Ölçüm Yöntemiyle İzlenmesi,

Yusuf CEYLAN, Birkan AÇIKGÖZ, Gülşah ÇOBANOĞLU

Liken Araştırmaları Derneği Bülteni, Sayı:2, 10-16, 2013.

Bazı Liken Örneklerinden CTAB Yöntemi ile DNA İzolasyonu,

Nesibe Ezgi KANDEMİR, Ezgi Yağmur ÇIRAK, Mukadder ÖRÜK, Yusuf CEYLAN

Uluslararası Katılımlı-21.Ulusal Biyoloji Öğrenci Kongresi, TRABZON, Poster, 2014.

MS (Murashige ve Skoog) Besi Ortamında Bazı Patojen Bakteri Türlerinin Üremesinin İncelenmesi,

Nesibe Ezgi KANDEMİR, Ezgi Yağmur ÇIRAK, Yusuf CEYLAN

Uluslararası Katılımlı-22. Ulusal Biyoloji Öğrenci Kongresi, ANKARA, Poster, 2015.

Fregaria vesca'nın Bazı Patojen Bakteriler Üzerinde Antimikrobiyal Etkisinin İncelenmesi,

Nesibe Ezgi KANDEMİR, Ezgi Yağmur ÇIRAK, Yusuf CEYLAN

Uluslararası Katılımlı-22. Ulusal Biyoloji Öğrenci Kongresi, ANKARA, Sözlü Sunum, 2015.

Farklı BAP-NAA Konsantrasyonlarının *Menta spicata*'nın Mikro Üretimi Üzerine Etkileri,

Süleyman DOĞAN, Fethi Ahmet ÖZDEMİR, Yusuf CEYLAN

1. Ulusal Bitki Biyolojisi Kongresi, BOLU, Sözlü

Sunum, 2015.

Anadolu Florasındaki Rhaponticum Hill. (Compositae)
Cinsine ait Türlerin Polen Mikromorfolojilerinin
Araştırılması,
Ali Savaş BÜLBÜL, Mehmet FIRAT, Yusuf CEYLAN,
Elif Ezgi AYVAT
Ekoloji 2015, SİNOP, Poster, 2015.

İş Deneyimi

Çalıştığı Kurumlar : Bartın Üniversitesi

İletişim

E-Posta Adresi : yceylan@bartin.edu.tr
ysf.cyln@gmail.com

Tarih : 28/12/2015 (Tez sınav tarihi)