



**T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EKŞİ KARA VE GÖK ÜZÜM ÇEŞİDİ (*Vitis Vinifera* L.) TOHUMLARININ
ÇİMLENMELERİNE MEYVE GELİŞME DÖNEMİNDE BOR VE ÇİNKO
UYGULAMALARI İLE TOHUMUN KATLANMASI SONRASINDA GİBERELLİK
ASİT VE SODIUM NİTROPRUSSİDE UYGULAMALARININ ETKİLERİ**

Erdem VERGİLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalını

Ağustos-2019

KONYA

Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Erdem VERGİLİ tarafından hazırlanan ‘**Ekşi Kara ve Gök Üzüm çeşidi (*Vitis vinifera* L.) tohumlarının çimlenmelerine meyve gelişme döneminde bor ve çinko uygulamaları ile tohumun katlanması sonrasında Giberellik asit ve Sodium nitroprusside uygulamalarının etkileri**’ adlı tez çalışması 06/08/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Zeki KARA



Danışman

Prof. Dr. Zeki KARA



Üye

Prof. Dr. Birhan MARASALI KUNTER



Üye

Prof. Dr. Ali SABİR



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa YILMAZ
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Selçuk Üniversitesi BAP koordinatörlüğü tarafından 18201063 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmaya her bilgi ve ifadenin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.



Erdem VERGİLİ

Tarih: 06.08.2019

ÖZET

EKŞİ KARA VE GÖK ÜZÜM ÇEŞİDİ (*Vitis vinifera* L.) TOHUMLARININ ÇİMLENMELERİNE MEYVE GELİŞME DÖNEMİNDE BOR VE ÇİNKO UYGULAMALARI İLE TOHUMUN KATLANMASI SONRASINDA GİBERELLİK ASİT VE SODİUM NİTROPRUSSİDE UYGULAMALARININ ETKİLERİ

Erdem VERGİLİ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Zeki KARA

2019, 45 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Zeki KARA

Prof. Dr. Birhan MARASALI KUNTER

Prof. Dr. Ali SABİR

Tohum çimlenmesi, bitkilerin daha sonraki büyüme ve üretimini etkileyen, kritik bir rol oynayan önemli bir ekolojik ve agronomik özelliktir. Biyoaktif molekül nitrik oksit (NO), bitkilerde antioksidan olmanın yanı sıra bir proksidandır. Gibberellic asit (GA_3 olarak), tohum çimlenmesini artırır. Bu çalışmada, tohum gelişme döneminde Bor (B) ve Çinko (Zn) uygulanmış asma (*Vitis vinifera* L. cvs 'Ekşi Kara' ve 'Gök Üzüm') tohumlarının tohumun canlılığı, tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine Sodyum nitroprussid (SNP, NO donörü olarak) ve GA_3 uygulamalarının etkileri test edilmiştir. B ve Zn uygulamaları Konya ili Hadim ilçesinde ticari bir bağda ve sulu SNP (0 ve 1 mM 24 saat ve 1 mM 48 saat) ve GA_3 (GA_3 0, 1 g L⁻¹ 24 saat ve 1 g L⁻¹ 48 saat) uygulamaları 2017 ve 2018 yıllarında Selçuk Üniversitesi'nde +4 °C'de 90 gün katlanmış tohumlara sulu çözeltileri halinde gerçekleştirilmiştir. Borik asidin yaprak spreyi (%0 ve %0.15 (312 mg L⁻¹) ve Zn sülfat (%0, %0.25 (575 mg L⁻¹ Zn) çiçeklenmeden yaklaşık iki hafta sonra yapılan Zn sülfat (asma başına 280 ml ZnSO₄ 7H₂O) uygulamalarıyla gerçekleştirildi. Sonuçlar, SNP ve GA_3 uygulamalarının asma tohumlarında tohum çimlenme oranını artırdığını ve B ve Zn yaprak uygulamalarının da benzer etkiler ortaya koyduğunu göstermiştir. Kontrol, B ve Zn uygulanmış tohumlara yapılan uygulamaların fide gelişimine etkileri, kültür çeşidi ve uygulama süresine bağlı bulunmuştur. Sonuçlar SNP ve GA_3 uygulamalarının asma tohumlarında tohum canlılığı ve tohum çimlenmesini teşvik edilmesinde yararlı olduğunu göstermiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar SNP'nin, özellikle asma ıslahına yönelik melezleme çalışmaları ile elde edilen tohumların bitkiye dönüşüm süreçlerindeki kayıpların azaltılmasında kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Asma, tohum, tohum dinlenmesi, nitrik oksit, çimlenmenin uyarılması

ABSTRACT

MS THESIS

EFFECTS OF BORON AND ZINC TREATMENTS DURING THE BERRY DEVELOPMENT STAGE AND GIBBERELIC ACID AND SODIUM NITROPRUSSIDE APPLICATION AFTER STRATIFICATION OF ‘EKŞİ KARA’ AND ‘GÖK ÜZÜM’ GRAPE (*Vitis vinifera* L.) VARIETIES SEED GERMINATION

Erdem VERGİLİ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY

**THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
HORTICULTURE**

Advisor: Prof. Dr. Zeki KARA

2019, 45 Pages

Jury

Prof. Dr. Zeki KARA

Prof. Dr. Birhan MARASALI KUNTER

Prof. Dr. Ali SABIR

Seed germination is a key ecological and agronomic trait, which plays a critical role affecting the subsequent growth and production of higher plants. The bioactive molecule nitric oxide (NO) is a prooxidant as well as antioxidant in plants. Gibberellic acid (as GA₃), enhance the seed germination. In the present study, we tested the effects on seed viability, seed germination and seedling development of Sodium nitroprusside (SNP as NO donor) and GA₃ applications on the Control, and Boron (B) and Zinc (Zn) applied grapevine seeds (*Vitis vinifera* L. cvs ‘Ekşi Kara’ and ‘Gök Üzümler’) that were stratified at +4 °C, 90 days. B and Zn study was carried out in a commercial vineyard in Konya province Turkey, and aqueous solution of SNP (0, and 1 µM 24 h and 1 µM 48 h) and GA (GA₃ 0, 1 g L⁻¹ 24 h and 1 g L⁻¹ 24 h) treatments applied at stratified seeds in Selcuk University, during 2017 and 2018. Foliar spray of boric acid (0% and 0.15% (312 mg L⁻¹) and Zn sulfate (%0, 0.25% (575 mg L⁻¹ Zn) Zn sulfate (280 ml per grapevine ZnSO₄·7H₂O) done approximately two weeks after of blooming. Results showed that SNP and GA₃ enhanced seed viability and seed germination rate in grape seeds, and B and Zn foliar applications were also promoted seed viability, seed germination rate in both cultivars. Effects of applications on seedling development were depend on cultivar and application time in Control, and B and Zn applied seeds. The results indicated that SNP and GA₃ treatments were useful for promoting seed viability and seed germination rate in grapevines. The results obtained from this study suggest that SNP can be used to reduce losses in plant transformation processes of seeds obtained by hybridization studies especially for grapevine breeding.

Keywords: Grapevine, seed, seed dormancy, nitric oxide, stimulation of germination

ÖNSÖZ

Tez çalışmalarım süresince yardımlarını eksik etmeyen, akademik kariyerimin oluşmasında bana derin bilgisiyle yardımcı ve destek olan Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi danışman hocam Prof. Dr. Zeki KARA'ya teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çalışmalarımın her aşamasında yardım ve desteklerini gördüğüm Araştırma Görevlisi Sayın Dr. Kevser YAZAR'a, Araştırma Görevlisi Sayın Osman DOĞAN'a Ziraat Mühendisi Sayın Ömer Alper KÜÇÜKBASMACI'ya Ziraat Mühendisi Hatice KÜÇÜKBASMACI'ya teşekkür ederim. Bu günlere ulaşmamda her türlü maddi ve manevi destekleriyle yanımda olan aileme şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim.

Erdem VERGİLİ
KONYA-2019

İçindekiler

ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	7
3. MATERYAL VE METOT	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1 Bitkisel Materyal.....	15
3.1.1.1. ‘Ekşi Kara’	15
3.1.1.2. ‘Gök Üzüm’	15
3.1.2. Kimyasal Materyaller.....	16
3.1.2.1. Bor ve Çinko	16
3.1.2.2. Giberellik Asit (GA).....	16
3.1.2.3. Sodyum Nitroprusside (SNP).....	16
3.1.3. Üzüm çekirdekleri.....	17
3.2. Metot.....	17
3.2.1. Deneme deseni	17
3.3. Gözlem ve Analizler	18
3.3.1. Tohum canlılık oranının tespiti	18
3.3.2. Tohum çimlenme oranının tespiti	18
3.3.3. Bitki boyu (cm)	18
3.3.4. Boğum sayısı (adet)	18
3.3.5. Boğum arası uzunluğu (mm).....	18
3.3.6. Yaprak alanı (cm ²)	19
3.3.7. Yaprak klorofil içeriği (mg kg ⁻¹).....	19
3.4. Verilerin Değerlendirilmesi	19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	20
4.1. Tohum Canlılık Oranları	20
4.2. Tohum Çimlenme Oranları.....	20
4.3. Fide Gelişimi	28
4.3.1. Sürgün uzunluğu (cm).....	28
4.3.2. Boğum aralarının çapı (mm).....	29

4.3.3. Boğum aralarının uzunluğu (cm)	30
4.3.4. Boğum sayıları (adet).....	31
4.4. Yaprak alanı (cm ²).....	32
4.5. SPAD değerleri.....	33
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	35
5.1. Sonuçlar.....	35
5.2. Öneriler.....	35
KAYNAKÇA	36
ÖZGEÇMİŞ.....	46

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	: Derece Santigrat
ABA	: Abscisik asit
ACC	: 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asit
APX	: Askorbat peroksidaz
AsA	: Askorbik asit
B	: Bor
BBD	: Bitki büyüme düzenleyicileri
CAT	: Katalaz
cm	: Santimetre
cm ²	: Santimetre kare
CN	: Siyanid
GA	: Giberellik Asit
GR	: Glutasyon reduktaz
GSH	: Glutasyon
H ₂ O ₂	: Hidrojen peroksit
IAA	: Indol Bütirik Asit
IAA	: Indol-3-asetik asit
KNO ₃	: Potasyum nitrat
mg	: Miligram
mm	: Milimetre
MST	: β-merkaptopilüvat sülfurt transferaz
NaOCl	: Sodyum hipoklorit
NO	: Nitrik oksit
PAL	: Phenylalanine ammonia layase
PEG	: Polietilen glikol
ROS	: Reaktif oksijen türleri
SNP	: Sodyum nitroprussid
SOD	: Superoksit dismutas
Zn	: Çinko

1. GİRİŞ

Asma (*Vitis vinifera* L.), dünyada en çok yetiştirilen ve en fazla ekonomik öneme sahip meyve türlerinin başında gelmektedir. Bunun en önemli nedeni; asmanın ürünü olan üzümün sofralık, kurutmalık, meyve suyu ve şaraplık gibi çok yönlü değerlendirme şekillerine sahip olmasıdır. Aynı zamanda rakı, konyak ve hafif içkiler gibi yüksek ticari öneme sahip ürünler olarak da değerlendirilmektedir. Bağcılık ve şarap yapımı binlerce yıldan beri insan kültürünün ve bazı dinlerin bir parçası olmuştur. Bugün, ekonomik öneme sahip bir ürün olmasının dışında, Batı dünyasında değişik sektörlerde çok geniş iş sahası yaratması ve bazı durumlarda ulusal kültür veya yaşam stili ile bağlantılı olmasından dolayı ayrı bir öneme sahiptir (Gökbayrak, 2005).

Dünya’da toplam olarak 6931353 ha alanda üzüm üretimi yapılmaktadır. 2017 yılında toplam 74276583 ton dünya üretimi yapılmıştır. Dünya üzüm üretiminde Türkiye 4200000 ton ile 6. sırada yer almaktadır. Çin 13083000 ton ile birinci sırada yer alırken, İtalya, USA, Fransa, İspanya Çini takip etmektedir (Faostat, 2017).

İslah çalışmalarında melez bireylerin sağlıklı bir şekilde elde edilebilmesi için, melez tohumların yüksek oranda çimlendirilmesi ve bitkiye dönüştürülmesi büyük öneme sahiptir (Marasalı, 1992). Asmalarda çekirdek çimlendirilmesi üzerine yürütülen çalışmaların sonuçlarına göre, asma çekirdekleri diğer birçok bitkiye göre çimlendirilmesi zor olan bitkiler arasında yer almaktadır (Ağaoğlu, 1999). Bu nedenle üzüm çekirdeklerinin çimlenme güçlerini ve çimlenme sonrası bitkiye dönüşüm oranların arttırılmasına yönelik uygulamaların test edildiği çalışmalar önem arz etmektedir. Üzüm çekirdeklerinin sağlıklı bir şekilde çimlendirilmesi için öncelikle tohumlardaki fizyolojik dinlenme ortamdan kaldırılması gerekmektedir. Bunun için, çekirdek bünyesinde bulunan çimlenmeyi engelleyici kimyasalların baskısının ortadan kaldırılması için soğuk uygulamaları önemli etkisi sahiptir (Eris, 1976). Bununla birlikte, Giberellik asit ve bazı kimyasallar çimlenmeyi arttırıcı etkiye sahiptir (Jacobsen ve ark., 2002).

Ülkemizde ilk ıslah çalışmalarına seleksiyon yöntemleri ile başlanmış daha sonra sofralık üzümlerde melezleme çalışmalarına girilerek kombinasyon ıslahına geçilmiştir (Ağaoğlu, 1986). Ülkemizde sofralık, iri taneli üzüm çeşitlerini elde etmek amacıyla ilk ıslah çalışmaları 1973 yılında Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü’nde başlatılmıştır. 1988 yılında Yalova Çekirdeksizi (Beyrut Hurması x Perlette), 1991 yılında Ergin Çekirdeksizi (Beyrut Hurması x Perlette), 1997 yılında Samancı Çekirdeksizi (Beyaz

Şam x Perlette) tescil edilerek üretime sunulmuştur (Uslu ve Samancı, 1998). Ülkemizde sofralık üzümler üzerine yapılan melezleme ıslah çalışmalarında başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Uslu ve Samancı, 1992).

Tohum çimlenmesi, bitkilerin daha sonraki büyümesi ve verimini etkileyen, kritik bir rol oynayan önemli bir ekolojik ve agronomik özelliktir. Çimlenme, tohumun uyusukluk durumunu ve çimlenme potansiyelini belirleyen hem iç hem de dış işaretlerle düzenlenir (Holdsworth ve ark., 2008).

Asma tohumlarının tatmin edici bir şekilde çimlenmesi genellikle yaklaşık 5 °C'de bir soğuk katlama işleminden sonra, yaklaşık 18 °C'de olgunlaşmanın ardından meydana gelir (Selim ve ark., 1981). Otuz günlük bir katlama uygulaması tatmin edici bir çimlenme verir (yaklaşık %75 oranında, cv Red Romi). Bununla birlikte, bu tür ön uygulamaların gerekliliği GA uygulamalarıyla azaltılabilir (Yeou-Der ve ark., 1968; Kachru, 1969; Manivel ve Weaver, 1974; Pal ve ark., 1976; Selim ve ark., 1981) soğukta katlama ve GA işleminin faydaları, katlama işleminden önce GA uygulanması şartıyla birleştirilebilir (Kachru, 1969; Manivel ve Weaver, 1974; Selim ve ark., 1981). Önerilen konsantrasyonlar, 24 saate kadar bir uygulama süresiyle 2000 ila 8000 mg e⁻¹ arasında değişmiştir (Yeou-Der ve ark., 1968; Manivel ve Weaver, 1974; Selim ve ark., 1981). Bu uygulamaların ardından geliştirilen bitkilerde erken dönemde büyüme, hipokotil ve ilk boğumların uzaması normaldir (Yeou-Der ve ark., 1968).

Asma tohumlarının çimlendirilmesinde başka PGRC test edilmiş ancak hiçbir faydalı görünmemiştir (NAA, IAA, ABA, BTOA, Morphactin, ® CCC, SADH, BA, Kinetin, Thiourea ve CEPA) (Shaulis ve ark., 1966; Yeou-Der ve ark., 1968; Shaulis ve Smart, 1974). Test edilen gibberellinlerden (GA₃, GA_{4/7} ve GA₁₃) sadece GA_{4/7} önerilmemiştir (Pal ve ark., 1976). GA_{4/7} karışımı, ılımlı konsantrasyonlarda hemen hemen aynı GA₃ etkinliğine sahip olmasına rağmen, yüksek konsantrasyonlarda (500 mg e⁻¹) çimlenmede belirgin bir düşüşe neden olmuştur.

Çimlenme için gerekli olan üzüm çekirdeği, suya batırılarak seçilmelidir, çünkü yüzen tohumların (boş tohumlar) çimlenme olasılığı çok düşüktür (% çimlenme ve % boş tohum arasındaki korelasyon, 14 çeşit için-0.95'e eşittir) (Olmo, 1934). Boş tohumun, tohum gelişiminin geç aşamasında embriyo kürtajı ile ilişkili olduğu, muhtemelen çiçeklenmeden sonraki iki meyve gelişme dönemleri arasındaki sürelerin yetersiz olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Olmo, 1934). Bu sorunun bir çözümü için embriyo kültürünü kullanmak mümkün olsa da normal embriyo gelişimini sağlamak için meyve olgunlaşmasını geciktirici uygulamaların kullanımı Bouquet (1977) tarafından önerilmiştir.

BTOA ile 20 mg e⁻¹, çiçeklenmeden 4-5 hafta sonra muamele edilmesi, Perle de Csaba tohumlarının çimlenme oranını büyük ölçüde arttırıldı. Madeleine Angevine ve Cardinal için daha az etki kaydedildi. Uygulamanın zamanlaması oldukça önemli ve meyve büyümesinin maksimum uzatılması için başvurulan yöntemin optimal olduğu gösterilmiştir (Coombe ve Hale, 1973).

Bor karbonhidrat ve fenolik metabolizmaları ile meristemlerde hücre bölünmesi, hücre duvarı yapısı, polen çimlenmesi, polen tüpün büyümesi ve zarların bütünlüğüne translokasyona katılır (Nyomora ve ark., 2000; Perica ve ark., 2001; Brown ve ark., 2002; O'Neill ve ark., 2004; Goldbach ve Wimmer, 2007; Creasy ve Creasy, 2009; Gimeno ve ark., 2012). Asmada tane bağlama, başarılı bir tozlanma, polen tüpü büyümesi ve döllenmeye bağlıdır (May, 2004). B eksikliği, meyve bağlamada azalmaya, küçük boncuklanmış “saçma iriliğinde meyveler” ve çiçek ve meyve salkımı nekrozuna neden olur ve meyve kalite ve verimi üzerinde ciddi bir etkiye sahiptir (Christensen ve ark., 2006).

Çinko, hücre bölünmesi, nükleik asit metabolizması ve protein sentezi üzerinde özel bir etkiye sahiptir (Marschner, 2011). Zn, oksin biyosentezinde rol oynar (indol-3-asetik asit [IAA]) (Alloway, 2008) ve kloroplast oluşumu ve döllenmesine katkıda bulunur (Mullins ve ark., 1992). Hem büyüyen dokularda Zn talebinin hem de ilkbahar mevsiminde hava şartlarının bir sonucu olarak, birçok tür, büyüme mevsiminin başlarında Zn eksikliği göstermektedir. Ayrıca, Zn eksikliği kumlu toprak ve yüksek pH'lı, kireçli topraklarda yaygındır. Birçok yaprak döken türlerde Zn eksikliği, polen üretimi ve fizyolojisi, çiçek anatomisi ve verimi üzerinde belirgin bir etkiye sahip olabilir (Swietlik, 2002; Pandey ve ark., 2009).

Yaprak Zn uygulaması floem hareketliliğinde genellikle sınırlı bir etkiye sahip olmakla birlikte doğrudan yaprak spreyi alan dokular üzerinde en yüksek etkinlik bildirilmiştir (Zhang ve Brown, 1999; Huett ve Vimpany, 2006; Peryea, 2007; Keshavarz ve ark., 2011).

Birkaç araştırmacı hem B hem de Zn içeren uygulamanın sinerjistik bir etkisi olduğunu öne sürmektedir (Stover ve ark., 1999; Keshavarz ve ark., 2011). Zn eksikliği, meyve bağlamayı azaltır ve salkımlarda boncuklanmış tane oluşumunu arttırır (Christensen ve Peacock, 2000).

Yukarıda bahsedilen B ve Zn'nin üreme fonksiyonları, fotosentez verimliliği, Karbonhidrat metabolizması, bölünme ve meyve olgunlaşması ve verimi üzerindeki önemli rollerinden dolayı Zn, bitkiler, hayvanlar ve insanların normal sağlıklı büyümesi ve çoğalması için gerekli bir mikro besindir (Prasad, 2012). Zn, bitkilerde, birçok önemli biyokimyasal

yolda çok çeşitli enzim ve proteinlerin yapısal kurucu veya düzenleyici ko-faktörü olarak kilit bir rol oynar. Bu roller arasında karbonhidrat metabolizması (hem fotosentezde hem de şekerlerin nişastaya dönüştürülmesinde), protein metabolizması, oksin (büyüme düzenleyici) metabolizması, polen oluşumu, biyolojik zarların bütünlüğünün korunması, bazı patojenlerin enfeksiyona karşı direnci bulunur (Alloway, 2004; Krämer ve Clemens, 2005). Bu nedenle, Zn'nin birçok önemli fizyolojik fonksiyonu Zn-eksik bitkilerde normal olarak çalışamaz ve bitki büyümesi olumsuz etkilenir (Srivastava ve Singh, 2009).

SNP'nin yan ürünü olan Nitrik oksit (NO) biyolojik açıdan çok önemli bir serbest radikaldır ve 1992 yılında 'yılın molekülü' olarak tanımlanmıştır. Fizyoloji ve tıp alanında memeli hücreleri tarafından üretilen biyolojik bir arabulucu olarak keşfedilmiştir (Koshland, 1992). Son yıllarda nitrik oksidin bitkiler üzerindeki etkilerine birçok çalışmada değinilmiştir (Bolwell, 1999; Lamattina ve ark., 2003). Bitkilerden NO salgılandığı ilk olarak 1975 yılında soya bitkisinde gözlenmiştir (Klepper, 1979). Nitrik Oksit son derece istikrarsız bir serbest radikal olup algılanması ve ölçülmesi bazı zorluklar içermektedir (Corpas ve ark., 2006).

Reaktif oksijen türleri (ROS) hem normal hem de stres koşullarında çimlenmenin düzenlenmesinde önemli bir rol oynar. Birçok bitki türünde uyku ve tohum çimlenmesini kırmak için ROS birikimi gerekir (Bailly ve ark., 2008; Gniazdowska ve ark., 2010a; Leymarie ve ark., 2011). Bununla birlikte, tuzluluk gibi koşullar altında ROS üretim hızı, oksidatif strese neden olarak çarpıcı bir şekilde artmaktadır (Miller ve ark., 2010). Temsil edici bir ROS olan H₂O₂'nin, tuzlu koşullar altında çimlendirilen tohumlarında, belirgin bir şekilde gecikmiş çimlenme ile korele olan, tuzlu olmayan koşullardakinden daha fazla biriktiği tespit edilmiştir (Lee ve ark., 2010; Lin ve ark., 2012). Ek olarak, H₂O₂, Arabidopsis'teki uyku hali ve tohum çimlenmesinin uyarılması sırasında abscisik asit (ABA) ve GA arasındaki etkileşime aracılık eder ve ROS'nin hormon etkileşimlerine aracılık ettiğini gösterir. (Leymarie ve ark., 2011).

Nitrik oksit (NO), gelişimin hemen hemen tüm aşamalarında çevresel streslere karşı çeşitli bitki tepkilerinin kontrol edilmesinde ve düzenlenmesinde rol oynayan bir sinyal molekülü görevi görür (Delledonne ve ark., 1998; Durner ve Klessig, 1999; García-Mata ve Lamattina, 2001; Beligni ve ark., 2002; Zhao ve ark., 2004; Shi ve ark., 2005; Zhao ve ark., 2007; Wang ve ark., 2009) tohum çimlenmesi, kök gelişimi, bitki hücresi yaşlanması ve stoma kapanmasında rol alır (Lamattina ve ark., 2003) ve ayrıca konsantrasyon ve dahil olduğu metabolik durumuna bağlı olarak koruyucu veya toksik olarak apoptozda da (Beligni ve Lamattina, 2002) yer almaktadır (Beligni ve Lamattina, 1999). NO'nun koruyucu etkileri, lipid peroksidasyonunda rol oynayan reaktif oksijen türlerinin (ROS) seviyeleri ve

toksitesinin düzenlenmesiyle ilişkilendirilebilir (Sharpe ve ark., 2003; Hung ve Kao, 2004; Hummel ve ark., 2006).

Bu nedenle, NO, doku anti-oksidan kapasitesi ve lipid peroksidasyonunu düzenleyerek membran bağlı enzimlerin ve substratların hücre alt bölümlerini koruyarak hasat edilmiş meyve, sebze ve süs bitkilerinde esmerleşme konusunda rol oynayabilir (Duan ve ark., 2007). NO, genellikle düzenleyici aktivitesini ROS gibi diğer moleküller ile sıkı koordinasyon içinde uygular (Wang ve ark., 2009; Gniazdowska ve ark., 2010b). Siyanid (CN), NO tarafından üretilen birincil uçucu, dormansi parçalanma bileşiğidir. Donör SNP (Paul ve ark., 2006), ozon stresi ve iyon eksikliği gibi çeşitli koşullar altında etilen üretimini uyarır (Gniazdowska ve ark., 2007; Ahlfors ve ark., 2009; García ve ark., 2011; Bogatek ve ark., 2012), böylece çimlenmeyi uyarır (Gniazdowska ve ark., 2010b; Liu ve ark., 2010). Bununla birlikte, NO'nun üzüm çekirdeği canlılığı ve tohum çimlenmesi üzerindeki etkileri hakkında bilgi eksikliği vardır.

Giberellinler tohum çimlenmesini artırmak ve dormansinin ortadan kaldırılması amacıyla kullanılmaktadırlar. Gibberellinler genellikle direk olarak tohumlara uygulanmakta ve çimlenmeyi arttırmaktadırlar. Hücre duvarlarındaki plastidleri arttırarak büyümeyi teşvik eder, karbonhidratları şekere dönüştürür ve hücre duvarındaki basıncı azaltır. Böylece hücre içerisine su alındığından hücre uzaması meydana gelmiş olur (Arteca, 2013). Tohumlara Gibberellin uygulaması, α -amilaz gibi, bir takım hidrolaz enzimlerinin üretimini de teşvik etmektedir (İpek ve ark., 2008). Ayrıca GA₃ kısa bitkilerin boyunu uzatırken, sap kalınlığını inceltmekte, yaprak alanını düşürmekte ve yaprakların yeşil renginin açılmasına neden olmaktadır. Çimlenme de ise özellikle yabani bitkilerin tohumlarında dormansinin kırılmasını ve çimlenme oranının artmasını sağlamaktadır.

Kimyon tohumlarının çimlenme oranının %87.5 olduğunu, ancak artan tuz konsantrasyonları ile çimlenme oranının %13.3-63.3'e düştüğünü bildirmiştir (Kafi, 2006). İpek ve arkadaşlarının çalışmasında *Arctium lappa*'da yaşlı tohumlara GA₃ ve KNO₃'ün etkili olduğunu söylerken (İpek ve ark., 2005), Sarıhan ve arkadaşları ise *Plantago lanceolata* L.'da aynı büyüme düzenleyicilerinin yaşlı tohumlarda çimlenme oranını artırdığını tespit etmişlerdir (Sarıhan ve ark., 2005). Yaşlı ve ön üşütme yapılmış *Sorghastrum nutans* tohumlarının çimlenmesi NaOCl ile artmamasına rağmen, GA₃ ile 67% oranında arttığını belirlemişlerdir (Watkinson ve Pill, 1998). GA₃ ile ön uygulama yapılan sorgum tohumlarının düşük sıcaklıkta (10 °C) daha hızlı çimlendiğini ve erken ekimlerde daha erken çıkış sağladığını tespit etmişlerdir (Yen ve Carter, 1972).

Bu çalışmada, sodyum nitroprussidin (SNP, NO donörü) asma tohumlarının canlılık ve çimlenme kabiliyetleri üzerindeki potansiyel teşvik edici etkileri araştırılmıştır. GA ve SNP'nin tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerindeki etkileri 'Ekşi Kara' ve 'Gök Üzüm' eřitlerinin tohum gelişme döneminde B ve Zn uygulanan ve uygulanmayan tohum örneklerine yapılan uygulamalarla incelenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bor, mikro besin elementi olmasına rağmen bitki yapısında çok önemli rolü vardır. Bitkide, hücre duvarlarının oluşması, şeker taşınması, hücre bölünmesi, difüzyon, membran fonksiyonları, kök uzaması ve bitki hormon seviyelerinin düzenlenmesinde etkilidir (Römheld ve Marschner, 1991). Bor eksikliği en yaygın olarak ülkemizde Karadeniz Bölgesi gibi asit toprak koşullarında ve nemli yerlerde görülmektedir (Kim ve ark., 2000). Bunun dışında tarımda en fazla mikro besin maddesi eksikliği olarak 80 ülkede 132 bitki çeşidinde borun noksanlığı rapor edilmiştir (Shorrocks, 1997).

Çinko (Zn) bitkiler, hayvanlar ve insanların üreme ve normal sağlıklı büyümeleri için gerekli olan mikro besin maddesidir. Zn, bitkilerde birçok önemli biyokimyasal proteinler çok çeşitli enzimlerin yapısal bileşeni olup düzenleyici yardımcı faktör olarak bulunmaktadır. Bu roller arasında karbonhidrat metabolizması (hem fotosentez hem de şekerlerin nişastaya dönüşümü), protein metabolizması, oksin (büyüme düzenleyicisi) metabolizması, polen oluşumudur. Bu nedenle, Zn eksik bitkilerde bitki büyümesi olumsuz etkilenir (Song ve ark., 2015).

Çeşitli formlarda uygulanan kalsiyumun bazı tek yıllık bitkilerin tohumlarının çimlenme oranını önemli derecede arttırdığı bildirilmiştir (Tobe ve ark., 2002). Bununla birlikte çok yıllık bitkiler üzerine etkileri ile ilgili bilgiler oldukça sınırlıdır. Ancak kalsiyumun fizyolojik olarak bitki hücreleri üzerine önemli etkilerinin bulunduğu bilinmektedir. Örneğin, hücrelerin ozmotik basıncının düzenlenmesi (Tobe ve ark., 2004) ve hücreler arasında iyon transferi (Song ve ark., 2005) ile hücreler arasındaki sinyal mekanizmalarının sağlıklı bir şekilde yürütmesinde (Knight ve ark., 1997) kalsiyumun önemli rolü bulunduğu bildirilmektedir. Hücre duvarı geçirgenliği üzerine doğrudan etkiye sahip olduğu ve bu durumun da tohumlarda su alımı ve çimlenme fizyolojisini etkileyeceği bildirilmektedir (Tyerman ve ark., 1997).

1935 yılında ise Yabuta giberellinlerin *Giberalla fujikori* denilen mantardan ilk defa izole etmiş ve GA şeklinde isimlendirmiştir. Özellikle bu madde çeltik köklerine verildiğinde çok hızlı bir büyümeye neden olmaktadır. 1954-1955 yıllarında birçok Amerikan bilim adamı A'dan G'ye kadar değişik GA formları keşfetmiş Japon bilim adamları ise her bir giberillip tipinin (örneğin A ve B gibi) değişik tiplerinin olduğunu belirlemiş GA₁, GA₂, GA₃ gibi isimlendirme yapmışlardır. 1957'de Takahashi GA₄'ü bulmuştur. Giberillinler asetil CoA'dan Mevalanic aside kadar uzanan bir kimyasal dönüşümden elde edilirler. 19 veya 20 tane karbon, 4 veya 5 tane halkalı sistem içerirler. 5. halka A halkası olarak isimlendirilir.

Giberillinler sürgünlerin genç dokularında ve tohumda üretilir ve geliştirilir, köklerde de üretilmekle beraber bu üretim oldukça azdır. Ayrıca yapraklarda kısmen biyosentezinin yapıldığı düşünülmektedir. GA sentezini durduran maddelerden bazıları Phosphon D, Amo 1618, Cycocel (CCC), Ancymidol ve Paclobutrazol'dur. Aktif büyüme döneminde su ile parçalanmış birçok giberellin tipleri çok hızlı etkili olurlar. Bazı kimyasallar inaktif bağlar oluşturarak Giberellinlerin ortaya çıkmasını yavaşlatırlar. İnaktif bağlar floem ve ksilemde taşınma veya depolama sırasında yeni oluşan ve gelişen dokulara etkilidir. Aktif giberillinler birçok fizyolojik etki gösterirler her biri mevcut giberellinin tipine olduğu kadar bitki türüne de bağlıdır. Giberellinlerin bitki üzerindeki fizyolojik etkileri aşağıdaki şekildedir. Sürgün uzamasını hücre bölünmesi ve uzamasını uyarak teşvik eder. Çiçeklenmeyi uzun günde uyarır. Soğuklama veya ışıkla çiçeklenmenin uyarılmasına ihtiyaç duyan bazı bitkilerde tohumun dormansisini kırar. Çimlenmekte olan tahıl tohumlarında rezerv maddelerin hareketliliği için enzim üretimini teşvik eder. Dioik çiçeklerde erkekliği uyarır. Partenokarpik meyve gelişmesine neden olur. Yapraklarda ve turuncgil meyvelerinde yaşlanmayı geciktirebilir. Bitkide çok genç yapraklar, genç embriyolar, meyveler ve köklerde üretilir.

Ülkemizde Sultani Çekirdeksiz ve Yuvarlak Çekirdeksiz çeşitlerinden sofralık ve kurutmalık amacıyla yapılan üretimde GA kullanılmaktadır. Hücre uzamasına, tohumlarda ve gözlerde dinlenmenin kırılmasına yardımda, çiçek salkımı oluşumunu önlemede, Oksin ile birlikte genç meyvelerin kopma tabakası oluşumunu önlemede görev almaktadır.

GA, sofralık üzüm yetiştiriciliğinde en yaygın olarak kullanılan bir büyüme düzenleyicisidir. GA üzümlerde çekirdeksiz tane bağlamayı, tane irileşmesini ve tane sapı uzamasını arttırarak gevşek salkım oluşumunu sağlar. Stenospermik çeşitlerde GA tane iriliğinin arttırılmasının yanında salkıma düşen tane sayısını azaltmak amacıyla ticari olarak kullanılmaktadır. GA aynı zamanda salkımı uzatma ve böylece emaskülasyonu kolaylaştırmada bir araç olarak da kullanılır. Birden fazla uygulama meyve olgunlaşmasını erteleyici yönde etki yapmaktadır (Kara, 2017b).

GA₃ uygulamaları yedi farklı üzüm çeşidinde denenmiştir. Farklı uygulamaların araştırıldığı çalışmada çimlenme oranı ve süreci bakımından çeşitler ve uygulamalar arasında önemli farklılıkların olduğu belirlenmiş ve Razakı çeşidinde en yüksek çimlenme oranının GA₃ uygulamasında gerçekleştiği bildirilmiştir (Yalvaç, 2006).

GA₃ uygulaması 41B çekirdeklerin çimlenme oranını önemli derecede arttırırken, Kalecik Karası çekirdeklerinde önemli bir etki görülmediği gibi *V. vinifera* çeşitleri tohumlarının kullanıldığı çalışmada GA₃ gibi dışsal hormon uygulamalarının çimlenme oranı üzerine önemli bir etkisi bulunmamıştır (Spiegel-Roy, 1987).

Beş genetik olarak farklı kültür hattından uykudaki üzüm tohumu somatik embriyolarında dehidrasyona ve büyüme düzenleyicileri denenmiştir. Test edilen büyüme düzenleyici uygulamalarından Benziladenin en yüksek çimlenme oranına neden olmuş, ancak çimlenme sonrası büyüme anormal olmuştur. Absisik asit uygulaması en az çimlenmeye neden olmuştur. %75-95 bağıl nem altında 21 gün süreyle kurutulma, yalnızca iyi gelişmiş embriyolar üreten çeşitler için etkili olmuş bununla birlikte, bu çeşitte, büyüme düzenleyici uygulamalarına kıyasla, embriyo dehidrasyon sonrasında daha fazla sürgün üretmiş (%34 i) ve çimlenme sonrası büyüme, normal bir fideninkine benzemiştir (Gray, 1989).

Gibberellik asidin genel etki mekanizmalarını şöyle sıralanabilir; Hücre bölünmesi ve uzamasını uyararak gövde uzamasına neden olur. Çiçeklenme ve meyve irileşmesi üzerine etkilidir. Partenokarp meyve oluşumunu uyarır. Dioik çiçekli bitkilerde erkek çiçek oluşumunu uyarır. Uzama bölgesindeki hücreleri büyüterek uzamayı sağlar. Tohumlarda çimlenmeyi uyarır (Çelik, 1982; Hopkins, 1995).

Bağcılıkta GA_3 'ün kullanımı, partenokarp meyve oluşumunu uyarım, tane tutumunun azaltılması, tomurcukların sürmesini geciktirme, tanelerin irileştirilmesi ve üzüm çekirdeklerinde çimlenmenin teşvik edilmesi şeklinde sıralanabilir. Asmalarda Sultani Çekirdeksizde çiçeklenme zamanı uygulanan GA_3 tane tutumunu azaltırken, tane iriliğinde hafif artışa neden olur. Oysa armutta tane tutumunu artırmakta, Trabzon hurmasında meyve dökümünü azaltarak verimi artırdığı görülmektedir (Eriş, 1990).

Tohumlarda GA_3 uygulamalarının etkilerine ilişkin olarak antepfıstığında yapılan bir çalışmada tohumlara 24 ve 48 saat süre ile 0, 125, 250, 500 ve 1000 ppm dozlarında GA_3 uygulaması yapılmış, en fazla çimlenme oranı 125 ppm GA_3 ile muamele edilen tohumlarda saptanmıştır. En düşük çimlenme oranı ise %60 oranında bir değer elde edilen 1000 ppm dozunda GA_3 uygulanan tohumlarda belirlenmiştir. Tohumların GA_3 ile muamele edilmesi çimlenmeye olumlu etki yapmıştır (Ak ve ark., 1993).

Bitki büyüme düzenleyicilerinden sitokininler ve antigiberellinler çeşitli konsantrasyonlarda ve uygulama sürelerinde Venüs, Mars, Reliance ve Satürn stenospermik üzüm çeşitlerinde iz halinde tohum oluşumu ve çimlenmesinin teşvik edilmesi maksadıyla denemiştir. Meyve başına tohum izi, endospermli tohum izlerinin yüzdesi, taze ağırlığı ve yüzde tohum izi çimlenmesi incelenmiştir. Birkaç bitki büyüme düzenleyicisi uygulamaları, tohum sayısı ve çimlenme yüzdelerini kontrole göre etkili bir şekilde artırmıştır. Bitki büyüme düzenleyicileri tohumun taze ağırlığı ve çimlenme yüzdeleri üzerinde çok az etkisi olmuştur. Örnek başına canlı tohum sayısı Reliance'da %802, Satürn'de %239, Mars'ta %154 ve 'Venüs'te %153 artış göstermiştir. Mars, Venüs ve Satürn çeşitlerinde uygulamalar ve

kontrollerdeki canlı tohumlar çimlendirilmiş ve fideler oluştururken Reliance çeşidinde bitki elde edilememiştir. BBD'leri bazı stenospermik çeşitlerde tohum oluşumunu teşvik edebildiği ve üzüm ıslah programlarında bir araç olabileceği bildirilmiştir (Bordelon ve Moore, 1994).

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve mazı (*Thuja orientalis* L.) tohumlarının çimlenmesi ve fide büyümesindeki Absisik Asit (ABA) engellemesi üzerine Kinetin, Benziladenin (BA) ve Giberellik Asidin (GA₃) etkileri ABA ve bunun Kinetin, BA ve GA₃ ile ayrı ayrı ve kombinasyon halindeki karışımları kullanılarak incelenmiştir. Petri kaplarında 20 °C'de 12 (mazı) veya 15 günde (çam) çimlendirilen tohumlarda tohum çimlenmesi ve hipokotil çıkış yüzdeleri, zamana bağlı çimlenme ile fidelerin radikula ve hipokotil uzaması üzerindeki ABA'nın engelleyici etkisi Kinetin, BA ve bu iki Sitokininin GA₃ ile ayrı ayrı yaptıkları kombinasyonlara nazaran tek başına GA₃ ile çok başarılı bir şekilde yenildiği; tek başına Kinetin veya BA, adı geçen parametreler üzerindeki ABA engellemesini yenmeyi çoğunlukla başaramadığı bu Sitokininlerin GA₃ ile kombinasyonlarının ise başarılı veya başarısız olduğu durumların bulunduğu, tek başına GA₃'ün genellikle her durumda en başarılı olduğu bildirilmiştir (Kabar, 1998).

Kiraz ve vişnenin önemli bir anacı olan mahlep tohumlarında tohum kabuğunun kırılması, GA₃ uygulamaları, asitle (H₂SO₄) aşındırma, sıcak suda ve çeşme suyunda bekletme, arazide katlama, soğuk (2-4 °C) ve sıcak (20-24 °C) ortamlarda tutma uygulamaları denenmiştir. En yüksek tohum çimlenmesi (%93.33), 1000ppm'lik GA₃ solüsyonunda 24 saat süre ile tutulduktan sonra 12 hafta süre ile katlamaya bırakılan kabuksuz tohumlarda gözlemlenmiştir. Soğuk ve sıcak ortamlarda kuru olarak muhafaza edilen tohumlar, deneme süresince hiç çimlenme göstermemiştir. 200, 500 ve 1000 ppm GA₃ uygulanan kabuksuz tohumlar katlamanın daha başlangıcında çimlenme göstermiş, GA₃ uygulanan kabuklu tohumlar ise ancak katlamanın 56. gününde çimlenmeye başlamıştır (Gerçekçioğlu ve Çekiç, 1999).

Son yıllarda yapılan çalışmalar bitkilerde ağır metal toksisitesinin hafifletilmesinin eksojenik olarak uygulanan NO ile sağlanabileceğini göstermektedir (Xiong ve ark., 2009). Örneğin, Al toksisitesi altındaki bitkilerin NO öncülü olan Sodyum Nitroprussid (SNP) uygulanması ile kontrol grubu karşılaştırıldığında kök uzamasının engellenmesi ve köklerde Al birikimi azalmıştır (Wang ve Yang, 2005). Benzer bir durum ise Cd ve Pb stresi altındaki *Lupinus* ssp. (acı bakla) bitkisinin köklerinde gözlemlenmiştir (Kopyra ve Gwozdz, 2003).

Tohumun çimlenme için uyarılması veya dormansi periyoduna girmesinde bitki büyüme düzenleyicileri düzeylerinin etkili olduğu, çimlenmenin başlamasında Giberellik Asidin önemli rol oynadığı ve dormant tohumlarda absisik asidin etkisini ortadan kaldırıp,

nişasta ve depo proteinleri hidrolizini hızlandırarak tohum çimlenmesini uyardığı belirtilmektedir (Cardemil ve Reiner, 1982). Tohumlara dışsal uygulanan Giberellik Asit (GA_3)'in, α -amilaz aktivitesini arttırarak çimlenmeyi ilerlettiği (Wurzbürger ve ark., 1974), çimlenme olayında katlama uygulamasının yerini tuttuğu (Özen ve Onay, 1999). Işık ve sıcaklık gibi çevre uyaranlarının yerine geçerek çimlenmeyi başlattığı ve endosperme hidroliz olaylarını sağlayarak embriyo büyümesini direkt etkilediği de ifade edilmektedir (Ünal ve ark., 2004).

Akdeniz Bölgesi bitki çeşitliliğinde doğal olarak yayılış gösteren Sandal ağacı (*Arbutus andrachne* L.) tohumlarının çimlendirilmesinde ekim öncesinde; 4 °C'de 30, 45, 60 ve 75 gün katlama, 500, 600, 700, 800, 900 ve 1000 ppm GA_3 'de 24 saat, %96'lık H_2SO_4 'de 1, 3 ve 5 dakika ve 40, 60 ve 80 °C suda 1, 3, 5 ve 7 dakika bekletme uygulamalarına tabi denenmiştir. Sonuçta, %98 ile ortalama en yüksek çimlenme oranı, 4 °C'de 60 gün katlama uygulamasından elde edilmiş ve bunu %95 çimlenme oranı ile 24 saat 800 ppm GA_3 uygulaması takip etmiştir. Tohumlara ekim öncesi yapılan katlama uygulamaları daha yüksek çimlenme oranı verdiği halde, GA_3 uygulamaları çimlenme süresini kısaltmıştır. Sülfürik asit uygulamaları ile çimlenme elde edilememiştir (Onursal ve Gözlekçi, 2007).

Günümüzde sadece Ankara – Gölbaşı'nda sınırlı bir alanda yetişmekte olan endemik bitki *Centaurea tchihatcheffii* Fisch. et Mey. Tohumlarının çimlenmeleri üzerine, suda (12 saat ve 24 saat) ve GA_3 çözeltisinde (10 ppm ve 100 ppm'lik çözeltilerde 24 saat) bekletme uygulamaları ve çimlendirme ortamındaki farklı pH derecelerinin (6.5 pH, 7.5 pH ve 8.5 pH) etkileri araştırılmıştır. GA_3 çözeltisinde bekletilen tohumlarda çimlenme oranları yüksek, çimlenme süreleri ise kısa bulunmuştur. pH değerinin artması, tohum çimlenmesi üzerinde olumsuz etki yapmış ve en düşük çimlenme pH 8.5'da belirlenmiştir (Okay ve Günöz, 2009).

Karanfil tohumlarının *in vitro* ve *in vivo* koşullarda çimlenmeleri üzerine değişik dozlar da GA_3 uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Bitki tohumlarının bünyelerindeki engelleyici maddelerinin uzaklaştırılması ve çimlenmeyi teşvik amacıyla 24 saat süreyle 0, 10, 50, 100, 250 ppm GA_3 dozlarında bekletilmiştir. Bu uygulamadan sonra *in vitro* şartlarda tohumlar MS ortamına, *in vivo* koşullarda ise torf, torf+perlite (1:1) ve perlitten oluşan 3 farklı ortama ekilmiştir. Hem *in vitro* hem de *in vivo*'da çimlenme oranı bakımından en iyi sonuç kontrol grubu tohumlarından elde edilmiş, GA_3 dozlarının çimlenme oranını azaltıcı etki yaptığı saptanmıştır (Karakurt ve ark., 2010).

Juglon (5-hidroksi-1,4-naftokinon) ceviz allelopatisinden sorumlu bir allelokimyasaldır. Giberellik Asit (GA_3) ve kinetinin tohum çimlenmesi ve fide büyümesi üzerindeki juglon stresi etkisinin yenilmesindeki etkinlikleri arpa, buğday, hıyar, yonca ve

domateste denenmiştir. Bitki büyüme düzenleyicileri ile ön muamele gören tohumlar juglon stresi etkisini, büyüme düzenleyicilerinin ne kadar hafiflettiklerini test etmek için kullanılmıştır. Buğday ve domateste tohum çimlenmesinin juglon tarafından engellendiği, ancak bunun bitki büyüme düzenleyicileri kullanılmasıyla önemli ölçüde azaltıldığı belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan bütün türlerin fide uzunluğu ve kuru ağırlıkları da juglon etkisiyle önemli ölçüde azaltılmış, fakat bu bitki büyütme düzenleyicileri iyileşmeye neden olmuştur. Bu hususta GA₃+Kinetin kombinasyonu en etkili muamele olmuş ve fide büyümesi üzerinde en yüksek etki de domates ve buğdayda kaydedilmiştir (Terzi ve Kocaçalışkan, 2010).

Kuraklık stresi altındaki çeltik bitkisinde Sodyum Nitroprussid (SNP; nitric oxide donoru) etkisinin araştırıldığı bir çalışmada kuraklık stresi %5, %10, %15 ve %20 konsantrasyonlarında polietilen glikol ile sağlanmıştır. Çeltik bitkilerine PEG'in 4 konsantrasyonu ve 100 µM SNP birlikte uygulanmıştır. Sonuçlarda kuraklık şartları arttıkça lipid peroksidasyonun teşvikiyle oksidatif zararlanmaya tepki olarak H₂O₂ ve MDA gibi stres sinyallerinin arttığı belirlenmiştir. Su potansiyelinde azalma ve aynı zamanda ASA ve GSH içeriğinde artış gözlemlenmiştir. Bütün PEG ve nitrik oksit uygulamalarında toplam fenol içeriği ve PAL aktivitesi önemli derecede artmıştır. Buna ek olarak SOD, APX, GR ve KAT aktivitelerinde artış olduğu belirtilmiştir (Shehab ve ark., 2010).

Asma çekirdeklerinin çimlenmesini takiben bazı olumsuzluklar nedeniyle çıkış oranı (bitkiye dönüşüm oranı)'nda kayıplar görülmektedir. Kalsiyum oksit uygulaması bu kayıpların azaltılmasında olumlu etki göstermiştir. Ayrıca, kalsiyum uygulaması bitki boğum arasında artışa neden olmaksızın boğum sayısı ve yaprak alanında artışlar sağlamıştır (Sabır ve Kara, 2011) . Lauchli ve Schubert (1989)'e göre bitki kökleri etrafında bulunan kalsiyum, bitkinin potasyum kazancını artırıcı etki göstermektedir. Ekim öncesi tohumlara yapılan kalsit kaplama, bitkilerin erken gelişim aşamasında potasyum alımını olumlu etkileyerek dengeli bir vejetatif gelişme sağlayabileceği düşünülmektedir.

Kalecik Karası üzüm çeşidi ve 41 B Amerikan asma anacına ait çekirdeklerin çimlenmesi üzerine nanoteknolojik kalsiyum oksit ve giberelik asit (GA₃) uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Uygulamalardan önce, üzüm çekirdekleri nemli perlit ortamı içerisine yerleştirilerek 90 gün süre ile 4 °C'de katlanmıştır. Katlamadan sonra genotiplere ait tohumlar, 1000 ppm GA₃ uygulaması, kalsiyum oksitle kaplama ve kontrol olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Çekirdekler petri kaplarında çimlendirildikten sonra, torf ortamına ekilerek cam sera içerisinde gerekli bakım koşulları sağlanmıştır. Her iki genotipte de en yüksek çimlenme oranı kalsiyum oksit uygulamasında saptanmıştır (Kalecik Karası ve 41 B için sırasıyla %50.1

ve %78.2). Bu uygulama her iki genotipte de bitkiye dönüşüm oranını önemli derecede artırmıştır. Kalsiyum oksitle kaplama Kalecik Karası çeşidine ait bitkilerde yaprak sayısını artırıcı etkide bulunurken, GA₃ uygulaması her iki genotipte de bitki boyunu önemli oranda artırmıştır (Sabır ve Kara, 2011).

Yetiştirme araştırmalarına yardımcı olmak için tohum çimlenme oranını artıran uygulamaların etkilerini bilmek gereklidir. + 5 °C'de 75 ve 90 günlük katlama dönemleri 0, 250 ve 750 ppm GA₃ dozları üç tekrarlamalı olarak uygulanan tohumlar ya kontrol olarak GA₃ solüsyonlarına ya da saf suya 24 saat batırıldıklarında Razakı çeşidinde 75 günlük katlama süresinden sonra, GA₃ dozları uygulamalarının tohum çimlenme yüzdesini etkilemediği, buna karşın 90 günlük katlama dönemlerinde, 750 ppm GA₃ dozu, tohum çimlenme yüzdesini artırmıştır. Gelin çeşidinde her iki soğuk katlama süresinden sonra, 750 ppm GA₃ dozu tohum çimlenme yüzdesini artırmış olmakla birlikte Alphonse Lavallee çeşidinde her iki soğuk katlama süresinden sonra, GA₃ dozları tohum çimlenme yüzdesini etkilememiştir (Çelik, 2014).

Mısır tohumdan her saksıya 4'er adet ekilerek tuz stresi oluşturmak amacıyla 40 mM NaCl uygulanmış, NO vericisi olarak 0.5 mM ve 1 mM dozlarında Sodyum Nitroprussid (SNP) ve NO yakalayıcısı olarak 0.5 mM ve 1 mM dozlarında metilen mavisi (MM) tohum ekiminden hemen sonra çözelti şeklinde sulama suyu ile birlikte uygulanmıştır (Çelik ve Eraslan, 2014).

Pikan tohumları 0, 25, 50, 100, 150 ppm GA₃ (Giberellik Asit) ve 0, 250, 500, 750, 1000 ppm ASA (Asetil Salisilik Asit) kombinasyonlarında 24 saat bekletildikten sonra perlit ortamına ekilmiştir. Ortam yüzeyine ilk sürgün çıkışları 15 gün sonra gerçekleşmiştir. Süren tohum sayıları belirli aralıklarla 24 kez sayılmış ve çimlenme olarak kaydedilmiştir. Çimlenme oranı %24.44 (50 ppm GA₃+0 ppm ASA) - 100.00 (150 ppm GA₃+500 ppm ASA ve 150 ppm GA₃+750 ppm ASA), ortalama çimlenme zamanı 26.36 (150 ppm GA₃+750 ppm ASA) - 40.45 (100 ppm GA₃+0 ppm ASA) gün arasında değişmiştir (Alkan ve ark., 2014).

Malta eriği üretiminde GA₃'ün farklı dozlarının (0, 100, 200, 300 ppm) tohumlar üzerindeki etkileri "Uzun Çukur göbek" çeşidinin tohumları katlamaya alınmadan önce 24 saat GA₃ (kontrol, 100, 200 ve 300 ppm) içinde bekletilmiş daha sonra 3.6±1.0 °C'de 60 gün katlamada bekletilip torf dolu viyollere dikilmiş, 45 gün sonra elde edilen fidelerde çimlenme oranları ve bitkisel özelliklerine bakıldığında tüm GA₃ uygulamalarında fide randımanın arttığı, GA₃ uygulamalarının etkilerinin kalite parametreleri üzerinde farklı şekilde ortaya çıktığı saptanmıştır. Uygulamalar içerisinde tüm konularda en yüksek değere 300 ppm

uygulamasıyla ulaşılmış en düşük değer ise gövde çapı hariç kontrol grubunda görülmüştür (Okatan, 2017).

Tuz stresi, Sodyum Nitroprussid ve hormon uygulamalarının *Helianthus annuus* L. cv. Tarsan-1018 ayçiçeği bitkisi yapraklarındaki bazı sinyal moleküllerine etkileri araştırılmıştır. Tohumlar kültür çözeltisi ile 5 hafta boyunca sulanmıştır. Beşinci haftanın sonunda tuz, Sodyum Nitroprussid ve hormon uygulamaları 72 saat boyunca yapraktan uygulamayla gerçekleştirilmiş; 24. ve 72. saatler sonunda numuneler alınarak yaprak dokularında tüm sinyal moleküllerinin analizi, analiz kiti kullanılarak yapılmıştır. Tuz stresi, Sodyum Nitroprussid ve hormon uygulamaları NO miktarını artırmıştır. IAA ve GA uygulanmasına devam edilmesi, cGMP ve Ca^{+2} miktarında bir azalmaya neden olmuş, hormonlar ve sinyal molekülleri arasında sinerjik bir etki olduğu, sinyal moleküllerinin stres koşullarına karşı düzenleyici etkisi belirlenmiştir (Kireççi ve Yürekli, 2018).

NO, tohum çimlenmesini, marul ve buğdayda etiyolizasyon gibi morfolojik süreçleri uyarır, marul ve *Arabidopsis thaliana*'da hipokotil uzamasını inhibe eder ve salatalıkta kök oluşumu için gerekli bulunmuştur (Pagnussat ve ark., 2002).

Lin ve ark. (2012), yüksek tuzluluk stresi altında çimlenmekte olan tohumlarda düşük tuz stresi altında çimlendirilenlere göre daha fazla H_2O_2 biriktirdiğini göstermiştir.

Özellikle, eksojen H_2O_2 'nin neden olduğu tohum çimlenmesi üzerindeki önleyici etkilerinin, etilen'in oksidatif stres ile indüklenen çimlenme inhibisyonunu hafifletilebileceği, ılımlı ACC konsantrasyonları ile elimine edilebileceği gösterilmiştir (Floryszak-Wieczorek ve ark., 2006).

Sodyum Nitroprusside (SNP) bitkilerin çimlenme, köklenme ve sürgün gelişimine etkileri görülmektedir. Bir araştırmada SNP'nin düşük konsantrasyonları (10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} veya 10^{-8} M) çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu ve sürgünün kontrolünü önemli derecede arttırmasına karşın, yüksek konsantrasyonlarda (10^{-3} , 10^{-2} , 10^{-1} veya 1.0 M), tohum çimlenmesini ve kök ve sürgünün uzunluğunu inhibe ettiği görülmüş ve tohumlar 1 M SNP içinde ıslatıldığında maksimum inhibisyon kaydedilmiştir. Kullanılan çeşitli konsantrasyonlardan 10^{-5} M SNP, sadece suya batırılmış kontrol ile karşılaştırıldığında en iyi sonucu vermiş ve çimlenme oranını %31.8, kök uzunluğu %35.0 ve sürgün uzunluğunu %42.0 arttırdığı belirlenmiştir (Hayat ve ark., 2014).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1 Bitkisel Materyal

Bitkisel materyal olarak ‘Ekşi Kara’ ve ‘Gök Üzüm’ çeşitlerinin tohum gelişme döneminde Bor ve Çinko uygulanan ve uygulanmayan, yüzdürme testinde batan tohumları kullanılmıştır.

3.1.1.1. ‘Ekşi Kara’

‘Ekşi Kara’ (*Vitis vinifera* L.), Konya-Karaman illeri ve Orta Toroslarda antik çağlardan beri yetiştirilmektedir. Üretim bölgesinde ekonomik değeri yüksektir. Ekolojiye iyi adapte olmuştur. Üretim bölgesinde diğer birçok çeşide kıyasla vazgeçilmezdir. Benzer ekolojiler için de umut vaat etmektedir. Bu çok verimli çeşidin geliştirmesi bir ihtiyaç olarak tespit edilmiştir. Çeşidin çiçek tipi fonksiyonel dişidir. İyi bir tane bağlama için bir tozlayıcı gerektirmektedir. Yörede bir başka antik ve yöresel üzüm çeşidi olan 'Gök Üzüm' tek tozlayıcı olarak kullanılmaktadır. Bölgede, üretici bağlarındaki 'Ekşi Kara' çeşidinde salkım ve tane boyutları, boncuklanma oranı, tane gelişimi, çiçeklenme dönemindeki hava koşullarına (yağış) ve / veya bal arısı aktivitesine bağımlı tozlanmayla yakından ilişkilidir. Çiçek yapısı fonksiyonel dişidir. Bu nedenle bağ tesisinde dölleyiciye mutlak gereksinim vardır. Yörede en önemli dölleyici çeşit Gök Üzümdür. Salkımları küçükten orta iriye kadar (150-200 g), konik yapılı, dolgundur. Taneleri, küçük-orta iri (3-4 g), oval-küresel şekilli, koyu siyah renkli, puslu, 2 çekirdekli, kendine has aromalıdır. Omcaları kuvvetli, verimli, kısa budamaya uygundur (Kara, 2017a). Denemede kullanılan ‘Ekşi Kara’ tohumları Hadim Yağcılar köyünde Selim Yaşadı’ya aittir ve ‘Gök Üzüm’ çeşidi ile tozlanmıştır. 2017 yılında meyve bağlamanın hemen ardından 0 ve 1.5 g L⁻¹ Etidot 67 bor ve farklı bir parselde 0 ve 2.5 g L⁻¹ çinko sülfat uygulaması yapılan omcalardan alınan üzüm örneklerinden çıkartılarak +4 °C’de muhafaza edilen tohumlar kullanılmıştır.

3.1.1.2. ‘Gök Üzüm’

Konya İli Aladağ Vadisi’nden itibaren Göksu Havzasının Mersin Mut, Karaman Kazım Karabekir, Konya Hadim, Güneysınır ve Bozkır ilçeleri sınırları içerisinde yaygın

olarak yetiştirilmektedir. Orta geç mevsimde olgunlaşan bir çeşittir. Taneleri yeşil sarı renkli, küresel, küçük (3-4 g), çekirdekli ve özel aromasızdır. Kullanım alanı sofralık, kurutmalık ve şıralıktır. Ayrıca yüksek şıra verimi (72.66 ± 1.15) ve °Briks derecesi (18.56 ± 1.40) nedeniyle pekmez, pestil, sirke ve diğer tüm üzüm ürünlerinin üretiminde kullanılmaktadır. Omcaları orta kuvvetli ve verimlidir. Çubukları açık renkli, iyi odunlaşmış, boğum arası uzunluğu orta (12.39 ± 1.31 cm), boğumları koyu kırmızı renklidir. Kışlık alt gözleri verimli (1.1-2 salkım) olduğundan kısa budamaya uygundur. Şiddetli ilkbahar geç donları veya bazı kış düşük sıcaklıkları sonucu primer büyüme konilerinin zarar görmesi sonucunda gelişen sekonder büyüme konilerinden oluşan yazlık sürgünlerden de kabul edilebilir düzeylerde ürün alınabilmektedir (Kara, 2017a).

‘Gök Üzüm’ tohumları Hadim Yağcılar köyünde Selim Yaşadı’ ya ait bağda kendi polenleri ile açık tozlanmış omcalardan alınmıştır. 2017 yılı gelişme döneminde 0 ve 1.5 g L⁻¹ Etidot 67 bor ve farklı bir parselde 0 ve 2.5 g L⁻¹ çinko sülfat uygulaması yapılan omcalardan alınan üzüm örneklerinden çıkartılarak +4 °C’de muhafaza edilen tohumlar kullanılmıştır.

3.1.2. Kimyasal Materyaller

3.1.2.1. Bor ve Çinko

B kaynağı olarak ETIDOT 67 (Na₂B₈O₁₃.4H₂O, %20.8 B) ve Zn sülfat (ZnSO₄.7H₂O, %23 Zn) Zn kaynağı olarak kullanılmıştır.

3.1.2.2. Giberellik Asit (GA)

Denemede piyasada Doğal kimyevi maddeler ve zirai ilaçlar san. Tic. AŞ tarafında Megafill tablet olarak piyasaya sürülen 1 tablette 1 g GA₃ içeren ürün kullanılmıştır.

3.1.2.3. Sodyum Nitroprusside (SNP)

Denemede Siba Giegy firmasından temin edilen Sodyum Nitroprusside (SNP, 0 ve 1 mM 24 saat ve 1 mM 48 saat) kullanılmıştır.

3.1.3. Üzüm çekirdekleri

‘Ekşi Kara’ (*Vitis vinifera* L.) ve ‘Gök Üzüm’ (*Vitis vinifera* L.) tohumu kullanılmıştır. ‘Ekşi Kara’ çeşidi, eski çağlardan beri Konya yöresinde en çok yetiştirilen üzüm çeşididir. Bu çeşit fonksiyonel dişi çiçekleri nedeniyle ‘Gök Üzüm’ tozlayıcı olarak kullanılmaktadır. ‘Gök Üzüm’ Konya ilinde en çok yetiştirilen beyaz üzüm çeşididir. Tohum kaynağı olarak kendine tozlanan salkımlar kullanılmıştır. ‘Ekşi Kara’ Eylül ayının son haftasında hasat edilirken ‘Gök Üzüm’ ekim ayının sonunda hasat edilmiştir. Hasattan sonra meyveler ezilmiş ve tohumlar elde edilmiş, yüzdürme testinde batanlar alınarak kurutulmuş ve katlama zamanına kadar oda sıcaklığında depolanmıştır. Tohumlar, %70 etanol içerisinde 10 dakika süreyle yüzey sterilizasyonu yapılmış ardından sterilize su ile yıkanmıştır.

3.2. Metot

B ve Zn uygulamaları 2017 yılı vejetasyon döneminde tane gelişme döneminde uygulanmış Bor ve Çinko uygulanan çeşitlerin tohumlarına 2018 vejetasyon döneminde katlama öncesinde GA₃ ve SNP uygulamaları yapılmıştır. Bunun sonucunda tohumların çimlenme oranı, bitkiye dönüşüm oranı, fide gelişme özellikleri olarak bitki boyu, boğum sayısı, boğum arası uzunluğu, yaprak alanı ve yaprak klorofil içeriklerine bakılmıştır.

3.2.1. Deneme deseni

B ve Zn çalışması, Konya ili Hadim ilçesinde 2017 yılı vejetasyon döneminde Borik asit yaprak spreyi (%0 ve %0.15 (312 mg L⁻¹) ve Çinko sülfat ((%0 ve %0.25, 575 mg L⁻¹ Zn) asma başına 280 ml ZnSO₄ 7H₂O) çiçeklenmeden yaklaşık iki hafta sonra ve sulu çözelti halinde uygulanmıştır.

SNP 1 mM sulu çözelti iki uygulama süresinde (0 ve 1 mM 24 saat ve 1 mM 48 48 saat) 90 gün süreyle katlanmış tohumlara uygulanmıştır.

GA 1 g L⁻¹ dozunda hazırlanan sulu çözelti iki uygulama süresinde (GA₃ 0, 1 g L⁻¹ 24 saat ve 1 g L⁻¹ 48 saat) 90 gün süreyle katlanmış tohumlara uygulanmıştır.

SNP ve GA uygulamaları Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü laboratuvarında yapılmıştır. Her uygulama 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 100 tohum olarak uygulamalar yapılmış, tohum canlılığı ve çimlenme oranları bu şekilde belirlenmiştir. Uygulamaların fide gelişimine etkileri her tekerrür için seçilen 30 bitki üzerinde yapılan ölçümlerle belirlenmiştir.

3.3. Gözlem ve Analizler

Asma tohumlarında uygulamaların etkileri daha önce yapılan çimlenme, vegetatif gelişme ve vejetasyon sonunda önceden yapılan bazı çalışmalara benzer şekilde (Sabır ve Kara, 2011) tohum canlılık oranı, çimlenme oranı ve fide gelişme değerlerinin ölçümleri ile belirlenmiştir.

3.3.1. Tohum canlılık oranının tespiti

Tohumların katlama öncesi canlılık oranı 2.3.5 trifenil tetrazolium testi uygulanarak tespit edilmiştir.

3.3.2. Tohum çimlenme oranının tespiti

Tarım perliti içerisinde katlamaya alınan tohumların içinde 1-2 mm kök ucu görülen tohumların toplama oranı ile belirlenmiştir.

3.3.3. Bitki boyu (cm)

Kaplara ekilen çimlenmiş tohumlardan gelişen bitkilerin çıkış noktasından sürgünün en uç noktasına kadar olan kısmı 70 gün sonra ölçülerek belirlenmiş ve toplam ölçümlerin ortalaması tekerrür olarak sunulmuştur.

3.3.4. Boğum sayısı (adet)

Bitkilerin çıkış noktası temel alınarak bitki sürgün ucuna kadar kaç adet boğum olduğu sayılmış ve bitki toplamının ortalama değeri belirlenmiştir.

3.3.5. Boğum arası uzunluğu (mm)

Kaplara ekilen çimlenmiş tohumlardan gelişen bitkilerin çıkış noktasından itibaren 2. ve 3. boğum arası uzunlukları ölçülmüş ve ortalama boğum arası uzunluğu belirlenmiştir.

3.3.6. Yaprak alanı (cm²)

Kaplara ekilen çimlenmiş tohumlardan gelişen bitkilerin sürgünlerinin 1/3'lük orta kısımlarından alınan yaprak örnekleri laboratuvar ortamında bilgisayara bağlı tarayıcı ile belirlenmiştir.

3.3.7. Yaprak klorofil içeriği (mg kg⁻¹)

Kaplara ekilen çimlenmiş tohumlardan gelişen bitkilerin sürgünlerin uçtan 3. ve 4. yapraklarının klorofil içeriği klorofil metre (SPAD-502, Minolta, Japan) ile ölçülmüş ve toplam değerlerin ortalaması alınarak belirlenmiştir.

3.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme Tesadüf Parselleri Deneme desenine göre kurulmuş ve elde edilen sayısal değerler SPSS 17.0 ve JMP 7 istatistik programlarında varyans analizi yapılmış, Student's t-test ile 0.05 önem seviyesinde karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

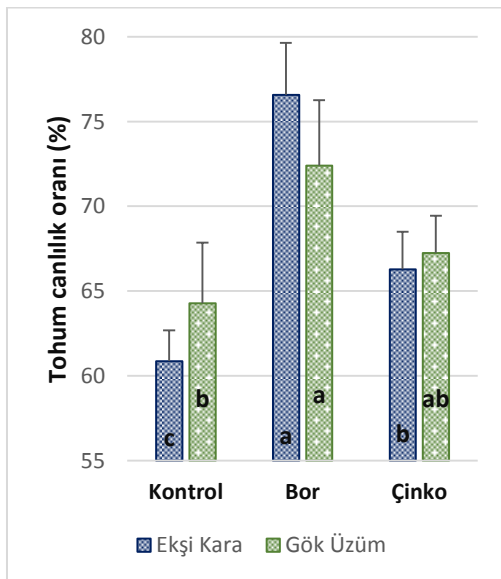
4.1. Tohum Canlılık Oranları

Tohum gelişim döneminde B ve Zn uygulamaları 'Ekşi Kara' ve 'Gök Üzüm' çeşitlerinin tohum canlılık oranlarını (%) önemli ölçüde etkilemiştir (Çizelge 4.1). 'Ekşi Kara' üzüm çeşidinde Kontrolde %60.87 olan tohum canlılık değeri Bor uygulanmış bitkilerin tohumlarında %76.59 ve Zn'de %66.29 olarak bulunmuştur. 'Gök Üzüm' tohumlarının canlılık oranları kontrol, B ve Zn uygulamalarında sırasıyla %64.30, %72.41 ve %67.25 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Tohum canlılık oranı (%)

	Ekşi Kara	Gök Üzüm
Kontrol	60.87±1.82 c C	64.30±3.56 b BC
Bor	76.59±3.06 a A	72.41±3.84 a A
Çinko	66.29±2.22 b B	67.25±2.19 ab B
AÖF %5	6.65	2.17
AÖF %5		2.35

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$, AÖF).



Şekil 4.1. Tohum canlılık oranı (%)

4.2. Tohum Çimlenme Oranları

GA₃ 24 saat ve GA₃ 48 saat ve SNP 24 saat ve SNP 48 saat uygulamaları tohum çimlenme oranlarını (%) her iki üzüm çeşidinde de önemli bir şekilde etkilenmiştir (Çizelge 4.2). 'Ekşi Kara' üzüm çeşidinde çimlenme değeri kontrolde %48.33 ve GA₃ 24 saat ve GA₃

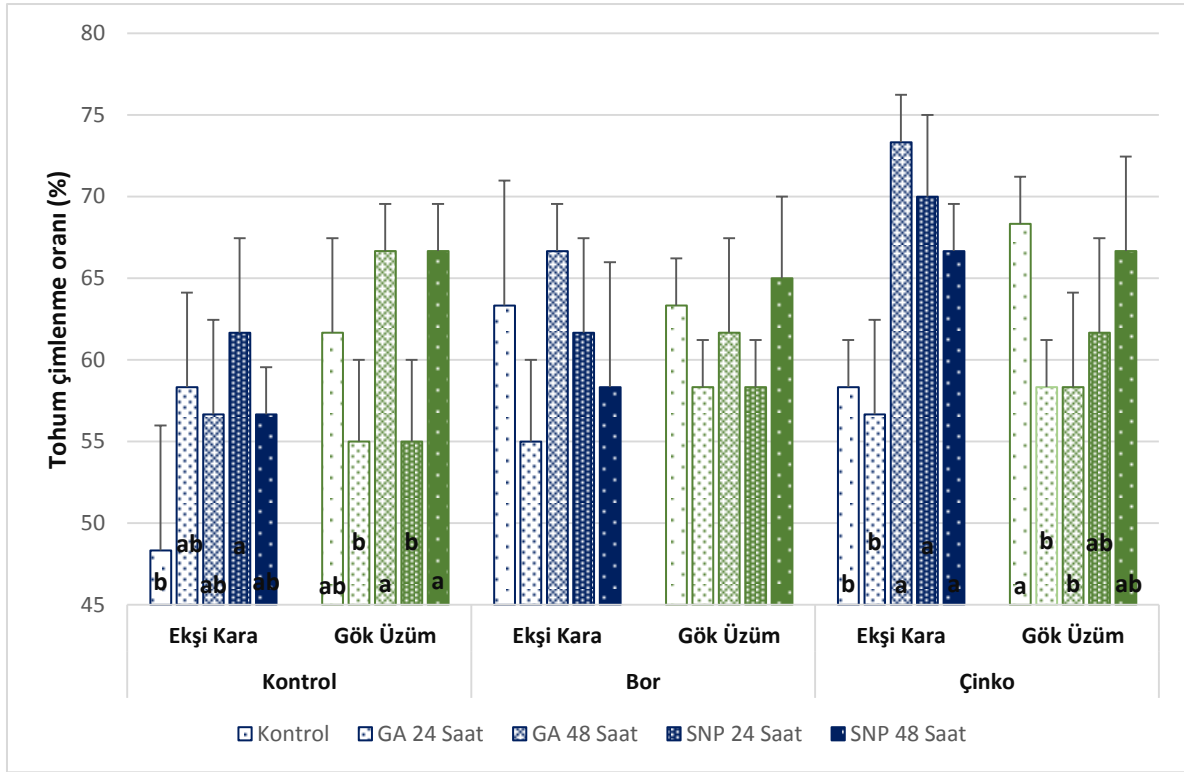
48 saat uygulamalarında sırasıyla %58.33 ve %56.67 oranlarında belirlenmiştir. SNP 24 saat ve SNP 48 saat uygulamalarında sırasıyla %61.67 ve %56.67 düzeylerinde çimlenme tespit edilmiştir. ‘Gök Üzüm’ çeşidinde tohum çimlenme değerleri sırasıyla %61.67, %55.00, %66.67, %55.00 ve %66.67 olarak belirlenmiştir. Tohum gelişme döneminde Bor uygulaması yapılmış omcalardan alınan tohumlara GA₃ ve SNP uygulamalarının tohum çimlenme oranlarına etkileri her iki üzüm çeşidinde de önemsiz bulunmuştur. Diğer taraftan tohum gelişme döneminde yapılan Çinko uygulamaları yapılmış tohumlara GA₃ ve SNP uygulamalarının tohum çimlenme oranlarına etkileri her iki üzüm çeşidinde de önemlidir.

Tohum çimlenme değerleri ‘Ekşi Kara’ üzüm çeşidinde sırasıyla %58.33, %56.67, %73.33, %70.00 ve %66.67 olarak belirlenirken ‘Gök Üzüm’ çeşidinde bu değerler sırasıyla %68.33, %58.33, %58.33, %61.67, %66.67 olarak kaydedilmiştir. Tüm uygulamalar içerisinde en yüksek tohum çimlenmesi gelişme döneminde Zn uygulanmış tohumlara 48 saat GA₃ uygulamasıyla ‘Ekşi Kara’ çeşidinde %73.33 düzeyinde belirlenirken bu çeşitte SNP uygulamalarının en üst değeri de gelişme döneminde Zn uygulanmış tohumlara 24 saat SNP uygulamasıyla %70 düzeyinde belirlenmiştir. ‘Gök Üzüm’ çeşidinde en yüksek tohum çimlenmesi gelişme döneminde Zn uygulanmış kontrol tohumlarda olup GA₃ uygulamalarında en üst değeri %66.67 ile kontrole GA₃ 48 saat uygulamasından elde edilirken SNP uygulamalarının en üst değeri aynı yüzde oranıyla (%66.67) kontrol ve gelişme döneminde Zn uygulanmış tohumlardan alınmıştır.

Çizelge 4.2. Çimlenme oranı (%)

	Ekşi Kara			Gök Üzüm		
	Kontrol	Bor	Zn	Kontrol	Bor	Zn
Kontrol	48.33±7.64 b E	63.33±7.64 BD	58.33±2.89 b CD	61.67±5.77 ab	63.33±2.89	68.33±2.89 a
GA₃ 24 s	58.33±5.77 ab CD	55.00±5.00 DE	56.67±5.77 b DE	55.00±5.00 b	58.33±2.89	58.33±2.89 b
GA₃ 48 s	56.67±5.77 ab DE	66.67±2.89 AC	73.33±2.89 a A	66.67±2.89 a	61.67±5.77	58.33±5.77 b
SNP 24 s	61.67±5.77 a BD	61.67±5.77 BD	70.00±5.00 a AB	55.00±5.00 ab	58.33±2.89	61.67±5.77 ab
SNP 48 s	56.67±2.89 ab DE	58.33±7.64 CD	66.67±2.89 a AC	66.67±2.89 a	65.00±5.00	66.67±5.77 ab
AÖF %5	6.98	öd	4.55	4.21	öd	8.93
AÖF %5		9.37			öd	

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05, AÖF).



Şekil 4.2. Çimlenme oranı (%)

Sonuçlar GA ve SNP uygulamalarının, kontrol (GA₃, SNP, B, Zn ile muamele edilmiş) tohumlarla (Çizelge 4.1 ve 4.2) karşılaştırıldığında tohum canlılığı ve tohum çimlenme oranını artırdığını göstermektedir.

Önceki çalışmalarda, SNP uygulamasıyla artan etilen biyosentezi, daha sonra hidrojen peroksit seviyesinin teşvik ettiği ve sonuçta tohum çimlenme oranının artırıldığı gösterilmiştir (Gniazdowska ve ark., 2007; Ahlfors ve ark., 2009; García ve ark., 2011; Bogatek ve ark., 2012; Lin ve ark., 2013).

Uyuşukluk, şartlar çimlenme için uygun olduğunda, çimlenmeyi önleyen bir tohumun özelliğidir (Koornneef ve ark., 2002). Birçok bitki türü, özellikle de ılıman bölgelere özgü olanlar, tohum uyuşukluğu sergilerler. Dormansi, mevsim ve büyüme koşulları fide gelişmesi için elverişli olana kadar çimlenmeyi geciktirmesi bakımından oldukça faydalıdır (Bewley, 1997). Uyuşukluk birçok yüksek bitki yaşam döngüsünün temel bir parçası olmasına rağmen, uyuşukluğun nasıl kurulduğu, sürdürüldüğü ve kırıldığı konusundaki anlayışımız ilkindir. Uyuşukluğun genetik olarak kontrol edildiği ve çevresel koşullardan şiddetle etkilendiği açıktır. Absizik asit (ABA) sentezi veya sinyalleşmesinde kusurlu mutantlar, ABA'nın tohum dinlenmesinin kazanılması ve sürdürülmesinde merkezi bir rol oluşturmak için kullanılmıştır (Koornneef ve ark., 2002). Işık kalitesi, toprak sıcaklığı, toprak nemi ve tohum olgunlaşmasından sonra geçen zaman tohumun uyuşukluk derecesini de etkileyen faktörler

olarak kabul edilmektedir. Çeşitler ve aynı çeşit içerisindeki tohumların çimlenme oranlarındaki fark kısmen de olsa buna bağlı olabilir.

Birçok dışarıdan uygulanan bileşiğin uyuşukluğu azalttığı gösterilmiştir. Bunlar arasında nitrat, nitrit, gibberellinler, siyanür dumanındaki uçucular gibi doğal bileşikler ve azid gibi sentetik bileşikler bulunur (Debeaujon ve ark., 2000; Flematti ve ark., 2004). Nitrik oksit (NO), bitkiler de dahil olmak üzere ökaryotlarda önemli bir sinyal molekülü olarak bilinmekte (Lamattina ve ark., 2003; Lamotte ve ark., 2005) ve çeşitli türlerin tohumları ile yapılan araştırmalar, NO'nun tohumun dinlenmesini kontrol eden sinyal ağının bir bileşeni olduğu kabul edilmektedir. NO donör bileşiklerinin uygulanmasının tohumlardaki uyuşukluğu azalttığı veya ortadan kaldırdığı gösterilmiştir (Giba ve ark., 1998; Beligni ve Lamattina, 2000; Batak ve ark., 2002; Bethke ve ark., 2004).

Diğer taraftan, NO temizleyicilerin Arabidopsis ve arpa tohumlarının (Bethke ve ark., 2004) dinlenmesini güçlendirdiği ve NO donör bileşiklerinin ise marul tohumlarının çimlenmesini arttırdığı (Beligni ve Lamattina, 2000), Arabidopsis ve arpa tohumlarının (Bethke ve ark., 2004) üzerindeki etkilerini önlediği gösterilmiştir. Hendricks ve Taylorson (1974), dikotil tohum çimlenmesinin nitratla uyarılmasına, hidroksilamin, nitrit veya nitrik oksitin aracılık edebileceğini bildirmiştir. Bizim çalışmamızda NO tohumun dinlenmeden çıkması yönünde etkili bulunmuştur.

Tohum çimlenmesini teşvik etmede etilen biyosentezi ile NO üretimi arasında sıkı bir bağlantı olduğunu gösterilmiştir. Tuzluluk etilen emisyonunun artmasına neden olur ve bu da NO üretimini artırır. Her iki madde de tohum çimlenmesi sırasında pozitif bir geri besleme döngüsü içerir. Arttırılmış etilen üretiminin, tuzluluktan kaynaklanan H₂O₂ üretimini azaltarak tohum çimlenmesini uyardığı, aksi halde çimlenme tohumlarında çimlendirici strese neden olacak ve tohum çimlenme hızını yavaşlatma etkisi dolayısıyla tuzluluk tarafından indüklenen çimlenme inhibisyonunun dışarıdan uygulanan NO ile hafifletilir olduğu Arabidopsis'te gösterilmiştir (Lin ve ark., 2012). Bu çalışmada da NO her ne kadar çeşide ve uygulama süresine bağlı olsa da asma tohumlarının canlılıklarını artırmış ve çimlenmelerini teşvik etmiştir.

Etilenin tohumun uyuşukluğunun üstesinden gelinmesinde çok önemli bir rol oynadığı yaygın olarak kabul edilmekte (Matilla ve Matilla-Vázquez, 2008) ve birçok bitkide dormansiden çıkış ve çimlenme sırasında üretimi artmaktadır (Gniazdowska ve ark., 2010a; Bogatek ve ark., 2012). Tuz stresi altında çimlenme sırasında etilen üretimi pirinç, buğday, mısır ve soya fasulyesinde artmış (Zapata ve ark., 2004) olması, etilenin tohumların çimlenmesinde kuvvetli teşvik edici olduğu şeklinde değerlendirilmiştir. Etilen, H₂O₂

üretimini azaltarak, tuzluluk tarafından teşvik edilen Arabidopsis'teki çimlenmenin inhibe edilmesini antagonize ettiği; NO ve etilenin, tuz stresi altında H₂O₂ seviyesini azaltarak tohum çimlenmesini teşvik etmede pozitif bir geri besleme döngüsü oluşturduğu bildirilmiştir (Lin ve ark., 2012; Lin ve ark., 2013).

Mevcut çalışmanın sonuçları GA₃ ve SNP'nin her ikisinin de tohum çimlenmesini teşvik ettiğini göstermiş olmakla birlikte yapraktan B ve Zn uygulamaları, kontrole kıyasla tohum çimlenme oranını artıran oranlarda teşvik etmemiştir. Tohum çimlenmesinin düzenlenmesinin karmaşıklığı, altta yatan mekanizmaların, asma tohumlarında daha fazla incelenmesini gerektirmektedir.

Tohum çimlenmesi yalnızca GA gibi klasik bitki hormonlarının etkisine bağlı değildir, aynı zamanda NO gibi sinyal molekülleri tarafından da düzenlenir (Bogatek ve ark., 2012). Arabidopsis (Liu ve ark., 2009) ve elma embriyolarında (Gniazdowska ve ark., 2007) etilen biyosentezinin teşviki ile tohumda dinlenmenin kırılması ve çimlenmenin uyarılması için NO'nun gerekli olduğu bildirilmiştir. İlginç bir şekilde, dışarıdan uygulanan NO donörünün asma tohumlarında tohum çimlenmesini arttırdığı ve bu artışın GA₃'e yakın düzeylerde olduğu bu çalışmayla gösterilmiştir (Çizelge 4.1 ve 4.2). SNP uygulamalarının asma tohumlarının çimlenmesine etkileri üzüm çeşitlerinde farklı bulunmuştur. 'Ekşi Kara' üzüm çeşidinde 24 saatlik uygulama 48 saatlik uygulamadan daha yüksek çimlenme oranları verirken 'Gök Üzüm' çeşidinde 48 saat süreyle yapılan uygulamadan daha yüksek değerler elde edilmiştir. Önceki çalışmalarda elma embriyosunda NO ile etilen emisyonunun uyarılması (Gniazdowska ve ark., 2010b) ve hıyarda ACC uygulamalarının neden olduğu demir eksikliğine bağlı NO üretimi artışı (García-Sánchez ve ark., 2012) arasında yakın bir bağlantı olduğu vurgulanmıştır.

Tohum gelişme döneminde yapraktan bor ve çinko uygulamaları her iki çeşitte de tohum canlılığını artırmıştır. Bor uygulanan 'Ekşi Kara' tohumlarında sadece GA₃ 48 saat uygulaması kontrolden daha fazla çimlenme uyarısı yaparken 'Gök Üzüm' çeşidinde SNP 48 saat uygulaması kontrolden daha fazla uyarıcı etki göstermiştir. Diğer taraftan Çinko uygulanan 'Ekşi Kara' tohumlarında GA₃ 48 saat, SNP 24 saat ve SNP 48 saat uygulamalarında çimlenme oranları kontrollerden daha yüksek bulunmuş olmakla birlikte 'Gök Üzüm' çeşidinde GA ve SNP uygulamalarının çimlenme oranlarına etkileri kontrolün altında kalmıştır. Bu durum, Bor ve Çinko uygulanan tohumlar üzerindeki GA ve SNP etkilerinin çeşitlere bağlı olduğunu göstermektedir.

Son zamanlarda tuzluluk ve salisilik asit (SA)'in diğer bir bitki hormonu tarafından teşvik edilen sinyalleşme yolları tartışmasına reaktif oksijen türleri (ROS)'nin bitki tepkisine

katıldığı, domateste ROS ve NO üretimini teşvik ettiği gösterilmiştir (Gémes ve ark., 2011). Ayrıca, farklı ROS türlerinin tohum fizyolojisinde kilit rolü tanımlanmıştır (Bailly ve ark., 2008; Leymarie ve ark., 2011). Tohum çimlenmesi sırasında ROS, endosperm zayıflaması, patojenlere karşı koruma, redoks regülasyonu ve aleurone tabakasında programlanmış hücre ölümüyle ilgili bulunmuştur (Bailly ve ark., 2008; El-Maarouf-Bouteau ve Bailly, 2008; Šírová ve ark., 2011). Katlama sırasında H₂O₂ birikiminin dormansi salınımının genel bir gereksinimi olduğu öne sürülmüştür (Bailly ve ark., 2008; Liu ve ark., 2010; Leymarie ve ark., 2011).

Tohum çimlendirme çalışmalarında ACC ve SNP gibi potansiyel metabolizma regülatörlerinin dışarıdan uygulanmasının, teşviki veya engellemesi dahil farklı fizyolojik tepki tipleri olan hedef olmayan sistemler üzerinde etkileri olabilir. Bu tür çalışmalar yanıtları değiştirerek mekanizmaların daha etkin analiz edilmesini sağlar. Burada asma tohumlarının çimlendirilmesinin uyarılmasında SNP etkilerini GA₃ ile karşılaştırmalı olarak denenmiş ve karşılaştırılabilir, rekabet edebilir düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir

NO'nun geçici ROS birikimi yoluyla elma embriyolarında dormansiyi azalttığı öne sürülmüştür (Gniazdowska ve ark., 2010a). NO ve H₂O₂ arasındaki etkileşimin bitki türlerine, gelişim aşamalarına ve çevreye bağlı olduğu da öne sürülmektedir. SNP tarafından üretilen NO, dormansinin kırılması gibi geniş bir etki alanına sahip olduğu bildirilmektedir (Orozco-Cárdenas ve Ryan, 2002).

Uzun yıllar boyunca yapılan denemeler sonucunda tohumun dinlenmesini azaltan çok çeşitli bileşikler tanımlanmış olmakla birlikte dormansi kırıcı bileşikler ile dormansi kaybı arasındaki moleküler ara maddeler nadiren tespit edilmiştir. Yakın zamanda SNP'nin Arabidopsis ve arpa tohumlarının dinlenmesini etkin bir şekilde kırdığı gösterilmiştir (Bethke ve ark., 2004). NO süpürücü c-PTIO, SNP'nin bu etkilerini önlediği için ve c-PTIO'nun her iki tür için kendi güçlendirilmiş dinlenmesi üzerinde etkin olduğu için, SNP'den üretilen gaz NO'unun tohum dinlenmesini bozma işlevi gördüğü bildirilmiştir. SNP ve cPTIO'nun dormansi kaybına yol açan bir süreçte iki ayrı adımda hareket ettiği, siyanür çözeltilerinden çıkan siyanür gazının, dinlenmeyi azaltmak veya kırmak için bir adımda işlev gördüğü, NO'nun daha sonraki bir aşamada rol alarak siyanid, nitrit veya nitrat tarafından başlatılan uyumsuzluk kaybının tamamlanması için gerekli olduğu bildirilmiştir (Bethke ve ark., 2004).

Paul ve ark. (2006), Nitrik oksit donör bileşiklerinin NO ile araştırma için rutin olarak kullanıldığını, SNP'nin diğer NO donörlerine kıyasla çeşitli avantajları olduğunu, belki de en büyük avantajının, SNP'nin saatlerce NO salması olduğunu bildirmiştir. Diğer NO donörlerinin çoğu, depoda çok daha pahalı ve daha az kararlı olmasının yanı sıra, daha kısa

bir süre için NO salar. Bununla birlikte, tüm NO donör bileşikler gibi SNP'nin dezavantajları vardır. Bunlardan en ciddi olanı, siyanür veya demir ile siyanür komplekslerinin zorunlu olarak üretilmesidir (Oh ve McCaslin, 1995; Boullerne ve ark., 1999). Bu bileşikler, kimyasal maddelerden ayrı biyolojik etkilere sahip olabilir. Örneğin, sadece NO etkisiyle örtüşen veya üst üste binen, örneğin, Fe (II) CN ve Fe (III) CN, kırmızı ışığa maruz kalan *Paulownia tomentosa* tohumlarının çimlenme yüzdesini artırmıştır (Giba ve ark., 1994). Bileşikler, CN'den kaynaklanan tohum yanıtlarını, NO'ya bağımlı olanlardan ve ayrıca SNP gibi bileşikler dokuya uygulandığında çözeltide meydana gelen reaksiyonlardan ayrılabilir (Boullerne ve ark., 1999). Doğrudan gazın NO uygulamasının tohumun dinlenmesini azaltmak için yeterli olduğunu gösterilmiştir (Bethke ve ark., 2006). Bu nedenle, SNP'den iletilen gaz NO, bu çalışmada dormansi kaybını tetiklediği düşünülmektedir.

Rajjou ve ark. (2008) tohum ömrünü artırmanın biyolojik temelini, kuru tohumların genel canlılık ve yüksek çimlenme kabiliyetini sürdürebilmesinin korunma ilkelerinin, sonsuz bir yaşama ulaşmak için gelecekteki araştırmaların formüle edilmesi ve müdahalenin başlangıç noktası olabileceğine işaret etmektedir. Tohum ömrünün kontrolünde çok çeşitli fiziksel, kimyasal, moleküler ve genetik faktörler vardır. Testanın tohum ömrüne katkısı, metabolik aktivitenin en zayıf düzeyde sürdürülmesi ve çeşitli çevresel streslere karşı korunma için önemlidir. Serbest radikal-karşı koyma süreçleri ve detoksifikasyon mekanizmaları hem tohum depolama hem de çimlenme sırasında proksidan / antioksidan dengesini kontrol etmekle yakından ilgilidir. Pro-oksidan temizleme sistemleri doymuş hale geldiğinde, detoksifikasyon mekanizmaları onarılamaz şekilde tohum ölümüne yol açacak şekilde etkilenebilir. DNA ve protein koruma ve onarım mekanizmaları, tohum ömrünü manipüle etme konusunda umut verici görünmektedir. Bu özellik nedeniyle, tohum sistemi insan sağlığı için çok büyük önem taşıyan uzun ömür ve yaşlanmayı incelemek için uygun bir model sunar.

Tohum ömrünün her bir aşamasında, ROS içeriğindeki, gelişimsel olarak düzenlenmiş değişiklikler faydalı veya zararlı olabilir (Bailly ve ark., 2008). ROS veya oksidatif strese kaynaklanan hasarın tohum yaşlanma sürecinde bir rol oynadığı giderek artan bir şekilde kabul edilmektedir. Kuru tohumlar, çok çeşitli antioksidan bileşiklerle oksidatif stresle yüzleşmek için iyi bir donanımına sahiptir. ROS oldukça reaktiftir ve proteinleri, lipidleri, DNA'yı ve RNA'yı değiştirebilir ve etkisiz hale getirebilir ve hücresel işlev bozukluklarına neden olabilir (Møller ve ark., 2007). Proteinler, tohumlardaki bolluk ve reaksiyon için yüksek oranlarda bulunmalarının bir sonucu olarak oksidanlar için ana hedeflerdir (Davies, 2005). Önceki çalışmalar kuru olgun tohumlar ve çimlenmekte olan tohumlarda oksidatif stres

tepkisine katılan çok sayıda proteinin varlığını göstermiştir. Örneğin, bazı çalışmaların olgunlaşma, yaşlanma ve çimlenme sonrası ROS üretiminin çeşitli fakat spesifik tohum protein zararları içerdiğini belgelemiş olduğuna dikkat çekilmektedir (Bailly, 2004; Job ve ark., 2005; Oracz ve ark., 2007; Terskikh ve ark., 2008). Bununla birlikte, tohumlardaki oksidatif metabolizma, çimlenme sürecinin tamamlanmasıyla yakından ilişkili olduğu için mutlak zararlı bir işlem değildir (Bailly ve ark., 2008).

Oracz ve ark. (2007), ROS detoksifikasyonunda yer alan bu enzimlerin birçoğunun kuru olgun tohumlarda ve çimlenmekte olan tohumlarda bulunduğunu belirtmiştir. ROS ve redoks düzenleyici olaylar tohumlarda tioredoksin tarafından katalizlenir (Wong ve ark., 2004). Tohumların detoksifikasyon potansiyeli, eğer bu enzimler tohum saklama sırasında bir miktar hasara uğrarsa, tohum canlılığının azalmasına yol açacak şekilde kuvvetle değişebilir. Bu tür hasarların kritik bir seviyeye ulaşmadığı koşullar altında, tohumun detoksifikasyon potansiyeli, bir priming işlemi, kontrollü emilmelerine dayanan tohumların canlandırılması ve nihayetinde canlılıklarının iyileştirilmesiyle geri kazanılabilir (Goel ve ark., 2003). Öte yandan, bu zararlar zararlı seviyelerde biriktiğinde, tohumlar ROS'yi kontrol etme yeteneklerini kaybederler ve tohum çimlenmesi sırasında meydana gelen metabolizmanın yeniden başlatılmasına dayanamazlar (Loake ve Grant, 2007). Kurutulan tohumu depolama ve çimlenme sırasında biriken tek toksik bileşikler ROS değildir. Bununla birlikte, diğer toksik bileşiklerin durumu tohumlarda çok az belgelenmiştir.

Yakın tarihli bir proteomik araştırma, Arabidopsis merkaptopiruvat sülfür transferaz enziminin (MST) kuru tohumlarındaki bolluğunun tohum yaşlanmasına bağlı olduğunu vurgulanmıştır (Rajjou ve ark., 2008). Gerçekten de bu protein, taze, canlılık oranı yüksek tohumlarında bol miktarda bulunur. Bununla birlikte, yaşlanan tohumlarda, bu proteinin birikme seviyesi önemli bir düşüş olduğu gösterilmiştir (Oracz ve ark., 2007). MST, kükürdün merkaptopiruvattan, muhtemelen siyanür detoksifikasyonuna katkıda bulunan tiyoller ya da siyanür gibi kükürt alıcılarına transferini katalize eder (Papenbrock ve Schmidt, 2000). Bitkilerde siyanür, siyanojenik bileşiklerin hidrolizi (örneğin, siyanojenik glikozitler ve siyanolipidler), glikosinolatların ayrışması (Cipollini ve Gruner, 2007) gibi çeşitli yollarla üretilebilir ve ayrıca etilen biyosentezinin bir yan ürünü olarak salınabilir (Peiser ve ark., 1984; Cipollini ve Gruner, 2007).

Düşük siyanür konsantrasyonlarının tohumun dinlenmeden çıkması ve çimlenmeyi iyileştirmek için faydalı olmasına rağmen (Bethke ve ark., 2006), üretimi sıklıkla zararlı mekanizmalarla ilişkili olduğundan kontrol edilmesi gerektiği (Rajjou ve ark., 2008) örneğin, siyanid, heme proteinleri peroksidazlar (Ellis ve Dunford, 1968; Job ve Ricard, 1975) ve

katalazlar olarak aktivitesini inhibe edebileceği (García ve ark., 2007) ayrıca, bu molekülün bitkilerde güçlü bir mitokondriyal askorbat (C vitamini) sentezi inhibitörü (Bartoli ve ark., 2000) olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle, tohum yaşlanması sırasında siyanür birikimi, bitki hücrelerinin tohum depolaması sırasında üretilen ROS'u süpürme verimliliğini azaltabilir. Tohum canlılığındaki bir kayıp, tohumların hücrel yapıları korumak için siyanürü detoksifiye etme kabiliyetini yüksek tutması gerektiğini belirten β -merkaptopilüvat sülfür transferaz enzimi (MST) ile ilişkili görülmektedir (Rajjou ve ark., 2008).

DNA hasarı ve genomik kararsızlığı içeren makromoleküler hasarın birikmesi, yaşlanma sürecinin itici gücü olarak kabul edilir (Bertram ve Hass, 2008).

Tohum çimlenmesi kapsamında hücre bölünmesinin, kök ucunun (radisil) ortaya çıkması için gerekli olmadığına dikkat çekmek önemlidir (Haber ve Luippold, 1960). Tohumlar, sadece kuruma sırasında değil, tohum depolama sürecinde de DNA zararlanmalarına maruz kalır. Tohum yaşlanması sırasında DNA hasarının indüklendiği gösterilmiştir (Osborne ve ark., 1980). Onarım mekanizmaları, çimlenme için yetersiz koşullar altındaki performansı artırabilir. Fonksiyonel bir DNA onarım kompleksinin sürdürülebilir bulunması bu nedenle kuru halde uzun süre hayatta kalmak için önemli bir koşul olarak ortaya çıkmaktadır (Rajjou ve Debeaujon, 2008).

4.3. Fide Gelişimi

4.3.1. Sürgün uzunluğu (cm)

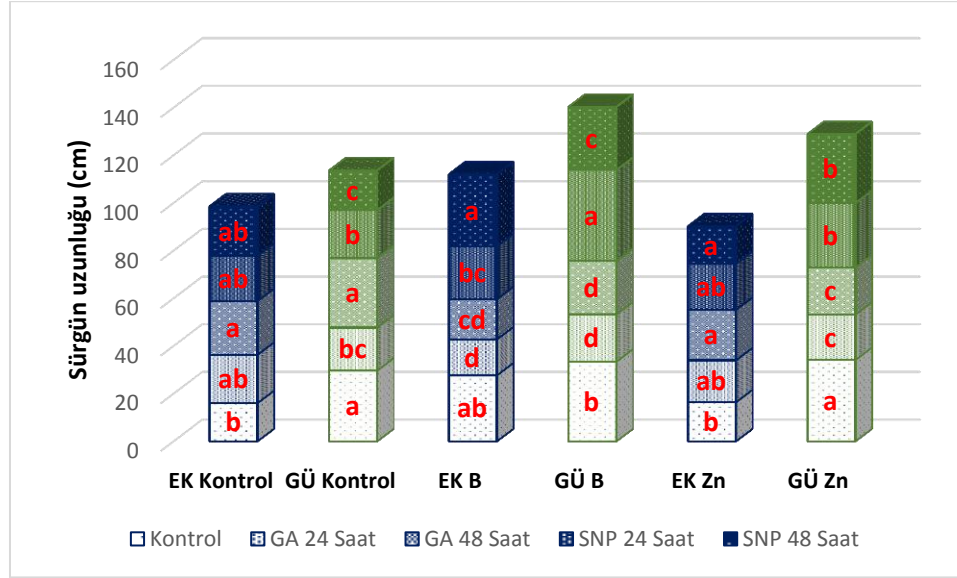
Fidelerin sürgün uzunluğu (cm), her iki üzüm çeşidinde de GA ve SNP uygulamalarından önemli ölçüde etkilemiştir. 'Ekşi Kara' ve 'Gök Üzüm' (Çizelge 4.3, Şekil 4.3) 'Ekşi Kara' kontrolde 16.02 cm, GA₃ 24 saatte 20.28 cm ve GA₃ 48 saatte 22.54 cm ve SNP 24 saat uygulamasında 19.02 cm, SNP 48 saatte 20.63 cm olarak tespit edilmiştir. 'Gök Üzüm' fidelerinde aynı sırayla 29.66 cm, 18.08 cm, 29.09 cm, 20.21cm ve 16.60 cm olarak ölçülmüştür. GA ve SNP'nin B ve Zn uygulanan örneklerin sürgün uzunlukları üzerindeki etkileri de her iki üzüm çeşidinde de önemli olmuştur.

Çizelge 4.3. Sürgün uzunlukları (cm)

	Ekşi Kara			Gök Üzüm		
	Kontrol	Bor	Zn	Kontrol	Bor	Zn
Kontrol	16.02±0.43 b EG	27.67±5.67 ab A	16.39±1.61 b EG	29.66±1.49 a C	33.43±3.19 b B	34.13±2.34 a B
GA ₃ 24 s	20.28±5.47 ab BF	15.10±1.23 d G	17.62±3.05 ab CG	18.08±1.47bc FG	19.86±0.50 d EF	19.00±3.59 c FG
GA ₃ 48 s	22.54±2.84 a B	16.84±2.43 cd DG	21.16±2.96 a BD	29.09±1.25 a CD	22.39±1.47 d E	19.79±1.02 c EF
SNP 24 s	19.02±1.70 ab	22.20±2.53 bc BC	19.29±0.66 ab	20.21±0.93 b EF	38.24±0.92 a A	27.11±0.98 bCD

SNP 48 s	BG		BG			
AÖF %5	20.63±2.37 ab BE	30.18±1.87 a A	15.76±1.49 b FG	16.60±0.67 c G	26.36±1.09 c D	28.84±1.66 bCD
AÖF %5	5.01	4.81	4.23	2.53	3.37	4.46
		4.71			2.89	

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05, AÖF).



Şekil 4.3. Sürgün uzunluklarına (cm) etkiler

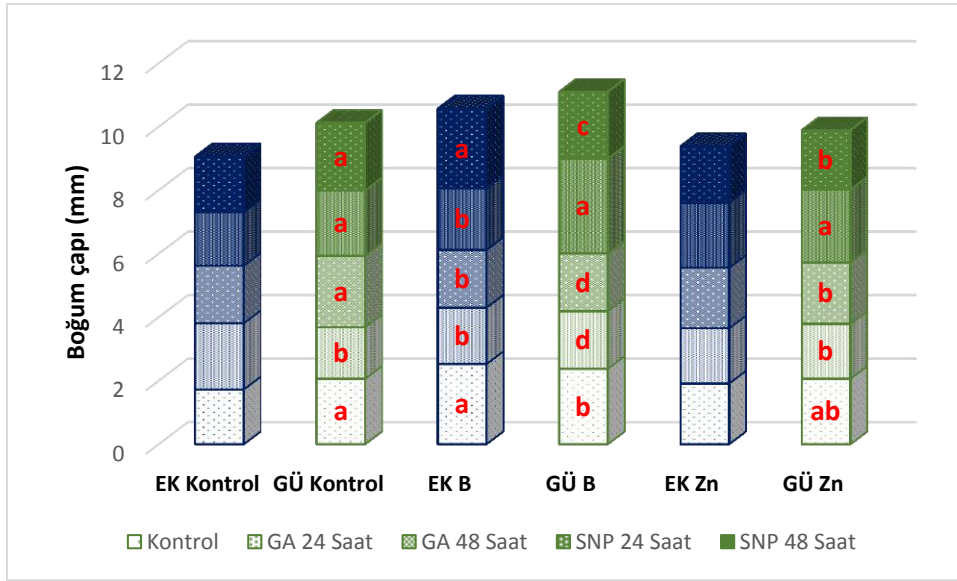
4.3.2. Boğum aralarının çapı (mm)

Boğum aralarının çapı (mm), 'Ekşi Kara' üzüm çeşidinde GA ve SNP uygulamalarından Kontrol ve Zn uygulamaları önemli derecede etkilenmemiş B uygulanan örnekler ise önemli derecede etkilenmiştir (Çizelge 4.4, Şekil 4.4). 'Ekşi Kara' fidelerinde boğum arası çapı 1.78 mm (GA₃ 24 saat)- 2.52 mm (Kontrol) aralığında tespit edilmiştir. 'Gök Üzüm' çeşidi Kontrol, B ve Zn uygulamalı 'Gök Üzüm' fidelerinde GA ve SNP uygulamaları boğum arası çapını önemli ölçüde etkilemiştir. Kontrolde 1.63 mm (GA₃ 24 saat)- 2.25 mm (GA₃ 48 saat) ve B ve 1.73 mm (GA₃ 24 saat) - 1.82 mm (GA₃ 24 saat ve GA₃ 48 saat)- 2.99 mm (SNP 24 saat) ve Zn'de 1.73 mm (GA₃ 24 saat) - 2.30 mm (SNP 24 saat) aralığında ölçülmüştür. Zn uygulanmış asma tohumlarına boğum arası çapı üzerine GA ve SNP etkileri Ekşi Kara'da önemsiz, Gök Üzüm' çeşidinde önemli olmak üzere çeşitlere bağlı bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Boğum arası çapları (mm)

	Ekşi Kara			Gök Üzüm		
	Kontrol	Bor	Zn	Kontrol	Bor	Zn
Kontrol	1.72±0.11 D	2.52±0.19 a A	1.91±0.09 BD	2.06±0.21 a CF	2.37±0.09 b B	2.06±0.09 ab CF
GA ₃ 24 s	2.09±0.37 B	1.78±0.11 b CD	1.74±0.11 D	1.63±0.17 b H	1.82±0.10 d FH	1.73±0.18 b GH
GA ₃ 48 s	1.81±0.09 BD	1.82±0.17 b BD	1.91±0.32 BD	2.25±0.21 a BC	1.82±0.21 d EH	1.93±0.06 b DG
SNP 24 s	1.69±0.17 D	1.94±0.15 b BD	2.05±0.14 BC	2.06±0.11 a CF	2.99±0.17 a A	2.30±0.26 a BC
SNP 48 s	1.75±0.15 D	2.50±0.14 a A	1.78±0.10 CD	2.12±0.21 a BD	2.10±0.09 c BE	1.86±0.20 b DH
AÖF %5	öd	0.21	öd	0.19	0.21	0.35
AÖF %5		0.30			0.23	

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05, AÖF).



Şekil 4.4. Boğum arası çaplarına (mm) etkiler

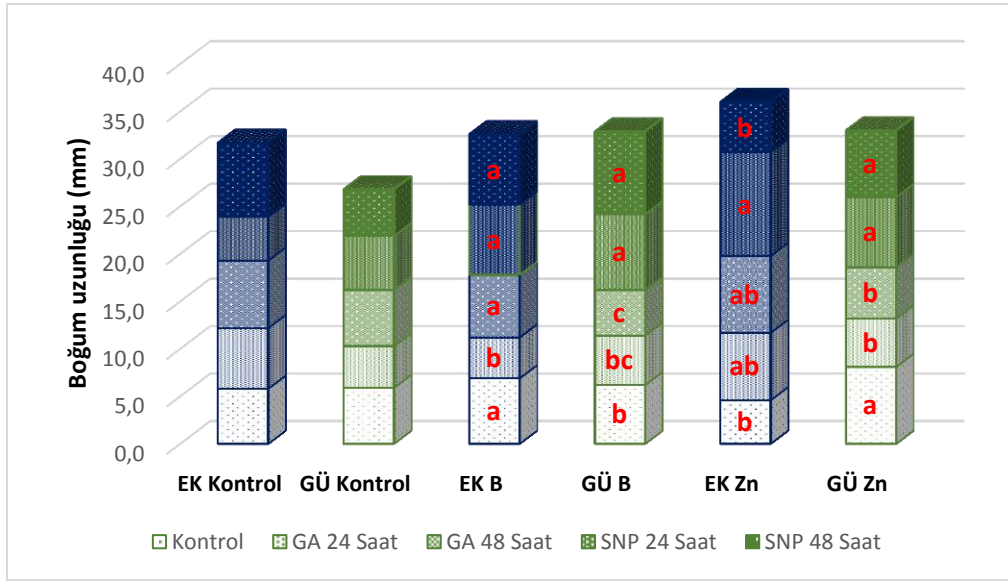
4.3.3. Boğum aralarının uzunluğu (cm)

GA ve SNP uygulamaları her iki üzüm çeşidinin kontrol grubundaki fidelerinde boğum arası uzunluğunu (cm), önemli ölçüde etkilemezken (Çizelge 4.5, Şekil 4.5), B ve Zn uygulanan örneklerde önemli ölçüde etkilenmiştir. Uzunluk değerleri B uygulanan ‘Ekşi Kara’ fidelerinde 0.43 cm (GA₃ 24 saat) ile 0.74 cm (SNP 24 saat ve SNP 48 saat), Zn uygulanan fidelerde 0.53 cm (SNP 48 s) ile 1.09 cm (SNP 24 s) aralığında belirlenmiştir. ‘Gök Üzüm’ çeşidinin B uygulamalarında 0.548 cm (GA₃ 48 saat)- 0.87 cm (SNP 48 saat), Zn uygulananlarda ise 0.51 cm (GA₃ 24 saat) ve 0.81 cm (Kontrol) aralığında ölçülmüştür.

Çizelge 4.5. Boğum aralarının uzunluğu (cm)

	Ekşi Kara			Gök Üzüm		
	Kontrol	Bor	Zn	Kontrol	Bor	Zn
Kontrol	0.58±0.08 BE	0.69±0.10 a BE	0.46±0.04 b DE	0.59±0.05 DF	0.62±0.05 b CE	0.81±0.08 a AB
GA ₃ 24 s	0.64±0.04 BE	0.43±0.03 b E	0.71±0.05 ab BD	0.44±0.08 G	0.52±0.05 bc EG	0.51±0.04 b EG
GA ₃ 48 s	0.71±0.07 BD	0.66±0.04 a BE	0.81±0.05 ab B	0.59±0.18 DF	0.48±0.07 c FG	0.54±0.05 b EG
SNP 24 s	0.46±0.05 DE	0.74±0.07 a BC	1.09±0.45 a A	0.57±0.03 EG	0.80±0.07 a AB	0.74±0.08 a AC
SNP 48 s	0.78±0.40 BC	0.74±0.07 a BC	0.53±0.09 b CE	0.49±0.05 FG	0.87±0.07 a A	0.70±0.07 a BD
AÖF %5	öd	0.14	0.42	öd	0.13	0.14
AÖF %5		0.28			0.13	

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05, AÖF).



Şekil 4.5. Boğum aralarının uzunluğuna (cm) etkiler

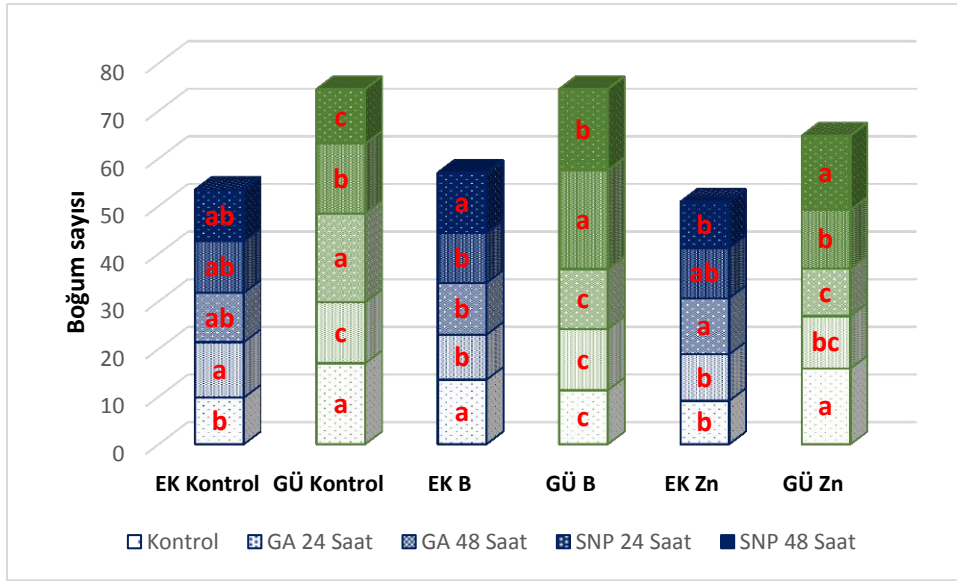
4.3.4. Boğum sayıları (adet)

GA ve SNP uygulamaları, her iki üzüm çeşidinde boğum sayılarını önemli ölçüde etkilemiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.6). Boğum sayısı değer aralıkları, 'Ekşi Kara' Kontrol grubunda 9.78 adet (Kontrol) - 11.67 adet (GA₃ 24 saat), Bor uygulanmış örneklerde 9.44 adet (GA₃ 24 saat)- 13.56 adet (Kontrol) ve Zn uygulanan örneklerde 9.11 adet (Kontrol) - 11.78 adet (GA₃ 48 saat) arasında belirlenirken 'Gök Üzüm' çeşidi kontrol grubu fidelerinde ve 11.44 adet (SNP 48 saat) - 18.67 adet (GA₃ 48 saat); Bor uygulananlarda 11.33 adet (Kontrol) - 20.78 adet (SNP 24 saat) ve Zn uygulanan örneklerin fidelerinde ise 10.00 adet (GA₃ 48 saat) - 15.89 adet (Kontrol) aralığında kaydedilmiştir. GA ve SNP uygulamalarının 'Ekşi Kara' ve 'Gök Üzüm' çeşitlerinin fidelerindeki boğum sayılarına etkileri arasında doğrusal bir ilişki görülmemiştir.

Çizelge 4.6. Boğum sayıları

	Ekşi Kara			Gök Üzüm		
	Kontrol	Bor	Zn	Kontrol	Bor	Zn
Kontrol	9.78±1.17 b EG	13.56±0.38 a A	9.11±1.02 b G	17.00±0.33 a BC	11.33±0.58c FH	15.89±1.50 a CD
GA₃ 24 s	11.67±0.33 a BD	9.44±0.69 b FG	9.78±1.17 b EG	12.78±0.51 c FG	12.89±0.77 c EF	11.00±0.88bcGH
GA₃ 48 s	10.33±0.33 ab DG	10.89±0.69 b CE	11.78±1.02 a BC	18.67±1.45 a B	12.56±1.07c FG	10.00±1.15 c H
SNP 24 s	10.89±1.17 ab CE	10.44±1.02 b CG	10.56±0.84 ab CF	14.67±1.20 b DE	20.78±1.71 a A	12.33±1.33 b FG
SNP 48 s	10.78±0.84 ab CF	12.67±0.88 a AB	9.67±0.58 b EG	11.44±0.84 c FH	17.00±0.67 bBC	15.56±1.02 a CD
LSD %5	1.22	1.37	1.51	1.84	1.95	2.31
LSD %5		1.43			1.79	

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05, AÖF).



Şekil 4.6. Boğum sayılarına (adet) etkiler

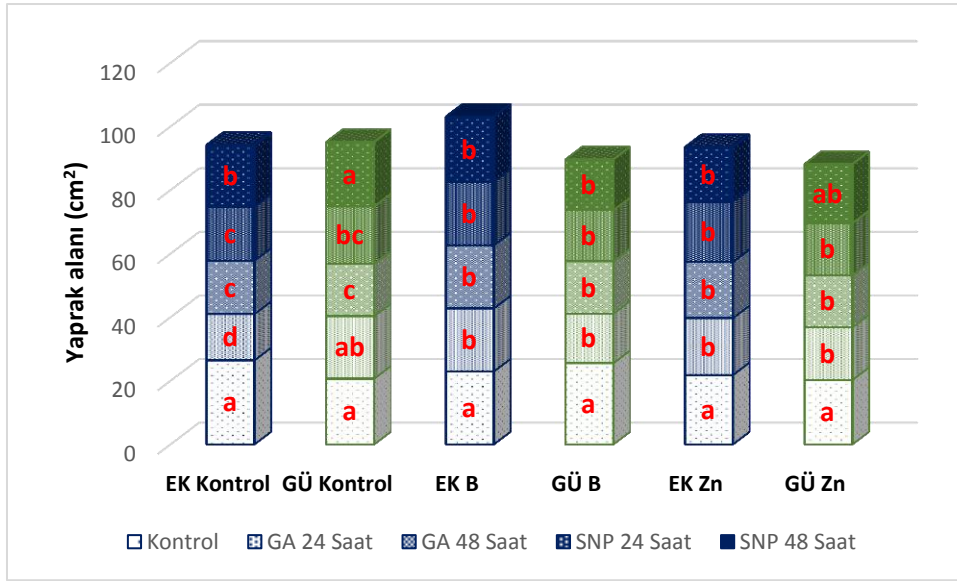
4.4. Yaprak alanı (cm²)

GA ve SNP uygulamaları her iki üzüm çeşidinde de yaprak alanını önemli ölçüde etkilemiştir (Çizelge 4.7, Şekil 4.7). ‘Ekşi Kara’ çeşidi Kontrol örneklerinde yaprak alanı aralığı, 19.83 cm² (GA₃ 24 saat) - 22.93 cm² (Kontrol); Bor uygulananlarda 14.55 cm² (GA₃ 24 saat)- 26.44 cm² (Kontrol) ve Zn uygulananlarda ise 17.24 cm² (SNP 48 saat) - 21.81 cm² (Kontrol) aralığında kaydedilirken, ‘Gök Üzüm’ Kontrol örneklerinde 16.49 cm² (GA₃ 48 saat) - 20.66 cm² (Kontrol), Bor uygulanmış örneklerde 15.58 cm² (GA₃ 24 saat) - 25.55 cm² ve Z uygulanmış örneklerde ise 16.37 cm² (GA₃ 48 saat) - 20.27 cm² (Kontrol) aralığında tespit edilmiştir. GA ve SNP uygulamış tohumlardan gelişen fidelerde yaprak alanı değerleri her iki çeşitte de kontrole göre daha düşük bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Yaprak alanı (cm²)

	Ekşi Kara			Gök Üzüm		
	Kontrol	Bor	Zn	Kontrol	Bor	Zn
Kontrol	26.44±0.82 a A	22.93±1.48 a B	21.81±1.74 a BC	20.66±0.46 a B	25.55±0.95 a A	20.27±0.90 a BC
GA₃ 24 s	14.55±0.53 d I	19.83±0.65 b DE	17.92±1.19 b EH	19.70±1.12ab BD	15.58±0.58 b F	16.56±0.67 b EF
GA₃ 48 s	16.78±0.41 c H	19.86±0.73 b DE	17.66±1.19 b FH	16.49±0.88 c EF	16.50±1.23 b EF	16.37±0.83 b EF
SNP 24 s	16.89±0.51 c H	19.96±0.66 b CD	18.89±0.74 b DG	18.02±1.25 bc	16.07±0.62 b EF	16.46±0.49 b EF
SNP 48 s	19.48±0.85 b DF	20.50±2.19 b CD	17.24±0.44 b GH	20.24±1.14 a BC	15.92±0.57 b F	18.50±2.59abCD
AÖF %5	1.20	2.58	2.01	1.00	1.22	2.57
AÖF %5	1.80			1.59		

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak önemlidir (P<0.05, AÖF).



Şekil 4.7. Yaprak alanına (cm²) etkiler

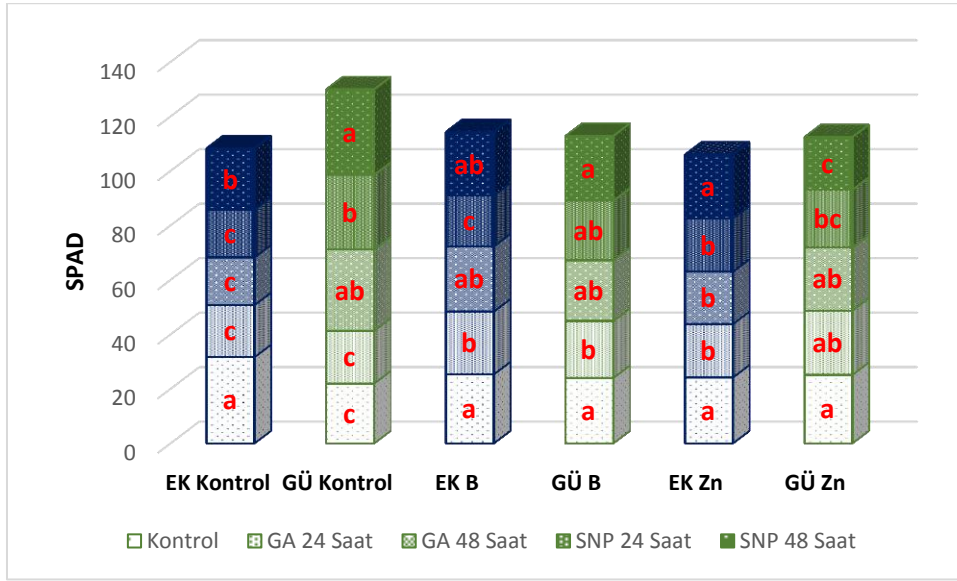
4.5. SPAD değerleri

GA ve SNP uygulamaları, her iki üzüm çeşidinde de SPAD değerlerini önemli düzeyde ($p < 0.05$) etkilemiştir (Çizelge 4.8, Şekil 4.8). ‘Ekşi Kara’ çeşidi Kontrol örneklerinde SPAD değerleri 17.50 (SNP 24 saat)- 31.63 (Kontrol), Bor uygulanmış örneklerde 18.61 (SNP 24 saat) - 25.33 (Kontrol) ve Zn uygulanmış örneklerde ise 19.19 (GA₃ 48 saat) - 24.17 (Kontrol) aralığında ölçülmüştür. ‘Gök Üzüm’ çeşidinin SPAD değerleri ise Kontrol grubunda 19.37 (GA₃ 24 saat) - 31.29 (SNP 48 saat), B uygulanmış örneklerinde 20.90 (GA₃ 24 saat) - 24.02 (Kontrol) ve Zn uygulanmış örneklerinde 19.31 (SNP 48 saat) - 25.16 (Kontrol) olarak belirlenmiştir. GA ve SNP uygulamaları yapılmış örneklerin SPAD değerleri ‘Ekşi Kara’ çeşidinde Kontrol örneklerinde Kontrolün altında kalırken ‘Gök Üzüm’ çeşidi Kontrol örneklerinde SNP 48 saat uygulamasında en yüksek SPAD değeri (31.29) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.8. SPAD değerleri

	Ekşi Kara			Gök Üzüm		
	Kontrol	Bor	Zn	Kontrol	Bor	Zn
Kontrol	31.63±1.42 a A	25.33±1.69 a B	24.17±1.43 a BC	21.94±0.56 c DF	24.02±1.62 a	25.16±0.72 a BC
GA₃ 24 s	19.10±0.26 c DE	23.07±0.38 ab C	19.66±1.23 b D	19.37±1.39 c G	20.90±1.52 b	23.54±1.40 ab CD
GA₃ 48 s	17.51±0.97 c E	23.93±0.59 b BC	19.19±1.02 b D	29.90±0.76 ab A	22.27±0.75 ab DF	23.28±1.55 ab CE
SNP 24 s	17.50±0.74 c E	18.61±0.44 c DE	19.57±0.57 b D	27.39±1.29 b B	21.91±1.14 ab DF	21.10±1.36 bc EG
SNP 48 s	22.50±0.67 b C	23.33±1.23 ab C	23.38±1.05 a C	31.29±2.40 a A	23.70±1.67 a	19.31±1.25 c G
AÖF %5	1.71	2.09	2.26	2.72	2.91	2.44
AÖF %5		1.67			2.28	

Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiki olarak önemlidir ($P < 0.05$, AÖF).



Şekil 4.8. SPAD değerlerine etkiler

Nitrik oksit hem normal hem de stres koşullarında acı bakla tohumlarının çimlenmesini uyarmıştır. Çimlenme süresi seyrini analiz ederken NO'nun uyarıcı etkisi en çok çimlenmenin erken evrelerinde (18 ile 24 saat arasında) belirgin olmuş ve 48 saat sonra kaybolmuştur. Radisil oluşumu bir çimlenme ölçüsü olarak alındığından, NO etkisinin aslında çimlenmeden sonraki ilk evrelerde kök uzamasının hızlanmasına bağlı olabileceği, NO donörünün etkisinin su emiliminin artmasından kaynaklanmadığı, kontrol ve SNP uygulamaları arasında su emiş oranında bir farklılık olmadığı bildirilmiştir (Rajjou ve Debeaujon, 2008).

Diğer raporlarda NO, ışığın etkisini değiştirerek veya tohumun dinlenmesini kırarak çimlenmeyi arttırmıştır (Keeley ve Fotheringham, 1997). Bu raporlarda, NO'nun fitokrom bağımlı reaksiyonlarda yer alan GA ile benzer yoldan etki ettiği varsayılmaktadır (Beligni ve Lamattina, 2000). Asma tohumlarının çimlenmesi ışığa bağlı olmadığından ve dormansi katlama uygulamasıyla kırıldığından, SNP varlığında yüksek çimlenme oranının başka bir nedeni olduğu görülmektedir. Bu çalışma NO'nun güçlü bir çimlenme uyarıcısı olduğunu göstermektedir.

Sodyum nitroprussid (SNP), nitrik oksidi serbest bırakıcı bir bileşik olarak oksidatif stres altında klorofili koruyabildiğini göstermiştir (Lichthentaler, 1987). Pamukta SNP, tuzluluk etkilerini düzeltebileceği ve klorofili artırabildiği bildirilmiştir (Magdy A ve ark., 2012). Önceki çalışmalarda belirtilen bu etkilerin tarafımızdan yapılan çalışmada çok belirgin olmamasının uygulama sürecinden kaynaklandığı, başka bir ifade ile fide gelişimine SNP'nin

etkilerini test etmek için çimlenmeden sonraki gelişme sürecinde tekli ve/veya çoklu uygulamalara gerek olduğu anlaşılmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Sonuçlarımız asma çekirdeklerine katlama sonrasında NO dönörü SNP uygulamalarının tohum canlılığı ve çimlenme oranlarını artırdığını ortaya koymaktadır. Bu artış, asma tohumlarının gelişme sürecinde bor ve çinko ile beslenmesinden de etkilenmiş olmakla birlikte bu etkiler sınırlı düzeylerde kalmıştır. Bor ve çinkonun yapraktan yapılan uygulamalarının her ikisi de çeşitlere bağlı olmakla birlikte gelişmekte olan tohumların canlılığını olumlu yönde etkilemiştir. Diğer taraftan katlama sonrası uygulamaların fide gelişme sürecine etkileri de sınırlı düzeyde kalmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar SNP'nin, özellikle asma ıslahına yönelik melezleme çalışmaları ile elde edilen tohumların bitkiye dönüşüm süreçlerindeki kayıpların azaltılmasında kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

5.2. Öneriler

Tohum canlılığı ve çimlenme oranı düşük asma tohumlarının çimlendirilmesinde katlama sonrasında SNP ve GA₃ uygulamaları tavsiye edilebilir.

Tohum canlılığı ve çimlenme oranının artırılması yönünde ilerleme sağlamak için meyve bağlama sonrasındaki tohum gelişme döneminde yapraktan diğer bitki besinleri ile birlikte bor ve çinko uygulamaları tohumların canlılıklarını ve çimlenme oranlarını olumlu yönde etkileyeceği dikkate alınmalıdır.

Asma fidelerinin gelişmesinde GA₃ ve NO dönörü SNP etkileri asma fideleri gelişme ortamlarına aktarıldıktan sonra yapılacak uygulamalarla denenebilir.

KAYNAKÇA

- Ağaoğlu, Y., 1986, Türkiye’de bağcılık alanında yapılmakta olan ıslah çalışmalarının bugünkü durumu ve ileriye yönelik öneriler, *Tübitak Bitki Islahı Sempozyumu Özetleri*, 30-31.
- Ağaoğlu, Y., 1999, Bilimsel ve uygulamalı bağcılık (Asma Biyolojisi), *Kavaklıdere Eğitim Yayınları*, 1 (1), 205.
- Ahlfors, R., Brosché, M. ve Kangasjär, J., 2009, Ozone and nitric oxide interaction in *Arabidopsis thaliana*, a role for ethylene? A role for ethylene?, *Plant signaling & behavior*, 4 (9), 878-879.
- Ak, B., Özgüven, A. ve Nikpeyma, Y., 1993, Antepfıstığı GA₃ Uygulamalarının Tohumların Çimlenmeleri ve Çöğürlerinin Büyümleri Üzerine Etkileri, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8 (2), 69-80.
- Alkan, G., Algül, B. E. ve Dalkılıç, Z., 2014, Pikan tohumlarının çimlenme hızının belirlenmesi, *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (2), 1-6.
- Alloway, B., 2004, Zinc in soils and crop nutrition. International Zinc Association Communications, *Brussels: IZA Publications*.
- Alloway, B., 2008, Zinc in soils and crop nutrition. published by IZA and IFA, *Brussels, Belgium and Paris, France*, 139.
- Arteca, R. N., 2013, Plant growth substances: principles and applications, Springer Science & Business Media, p.
- Bailly, C., 2004, Active oxygen species and antioxidants in seed biology, *Seed Science Research*, 14 (2), 93-107.
- Bailly, C., El-Maarouf-Bouteau, H. ve Corbineau, F., 2008, From intracellular signaling networks to cell death: the dual role of reactive oxygen species in seed physiology, *Comptes rendus biologiques*, 331 (10), 806-814.
- Bartoli, C. G., Pastori, G. M. ve Foyer, C. H., 2000, Ascorbate biosynthesis in mitochondria is linked to the electron transport chain between complexes III and IV, *Plant Physiology*, 123 (1), 335-344.
- Batak, I., Dević, M., Gibal, Z., Grubišić, D., Poff, K. L. ve Konjević, R., 2002, The effects of potassium nitrate and NO-donors on phytochrome A-and phytochrome B-specific induced germination of *Arabidopsis thaliana* seeds, *Seed Science Research*, 12 (4), 253-259.
- Beligni, L., Lorenzo, M., Veronica, Fath, A., Bethke, P. C. ve Jones, R. L., 2002, Nitric oxide acts as an antioxidant and delays programmed cell death in barley aleurone layers, *Plant physiology*, 129 (4), 1642-1650.
- Beligni, M. ve Lamattina, L., 2002, Nitric oxide interferes with plant photo- oxidative stress by detoxifying reactive oxygen species, *Plant, cell & environment*, 25 (6), 737-748.
- Beligni, M. a. V. ve Lamattina, L., 1999, Is nitric oxide toxic or protective?, *Trends in plant science*, 4 (8), 299-300.
- Beligni, M. V. ve Lamattina, L., 2000, Nitric oxide stimulates seed germination and de-etiolation, and inhibits hypocotyl elongation, three light-inducible responses in plants, *Planta*, 210 (2), 215-221.
- Bertram, C. ve Hass, R., 2008, Cellular responses to reactive oxygen species-induced DNA damage and aging, *Biological chemistry*, 389 (3), 211-220.
- Bethke, P. C., Gubler, F., Jacobsen, J. V. ve Jones, R. L., 2004, Dormancy of *Arabidopsis* seeds and barley grains can be broken by nitric oxide, *Planta*, 219 (5), 847-855.

- Bethke, P. C., Libourel, I. G., Reinöhl, V. ve Jones, R. L., 2006, Sodium nitroprusside, cyanide, nitrite, and nitrate break Arabidopsis seed dormancy in a nitric oxide-dependent manner, *Planta*, 223 (4), 805-812.
- Bewley, J. D., 1997, Seed germination and dormancy, *The plant cell*, 9 (7), 1055.
- Bogatek, G., Soltys, D., Rudzińska-Langwald, A., Agnieszka, Wiśniewska, A. ve Renata, 2012, Inhibition of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) root growth by cyanamide is due to altered cell division, phytohormone balance and expansin gene expression, *Planta*, 236 (5), 1629-1638.
- Bolwell, G. P., 1999, Role of active oxygen species and NO in plant defence responses, *Current opinion in plant biology*, 2 (4), 287-294.
- Bordelon, B. P. ve Moore, J., 1994, Promoting stenospermic grape seed trace development and germination with plant growth regulators, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119 (4), 719-726.
- Boullerne, A., Nedelkoska, L. ve Benjamins, J., 1999, Synergism of nitric oxide and iron in killing the transformed murine oligodendrocyte cell line N20. 1, *Journal of neurochemistry*, 72 (3), 1050-1060.
- Bouquet, A., 1977, Use of benzothiazol-2-oxyacetic acid to improve the germinability of seeds in early ripening grape varieties, *Vitis-Berichte ueber Rebenforschung mit Dokumentation der Weinbauforschung (Germany, FR)*.
- Brown, P., Bellaloui, N., Wimmer, M., Bassil, E., Ruiz, J., Hu, H., Pfeffer, H., Dannel, F. ve Römheld, V., 2002, Boron in plant biology, *Plant biology*, 4 (02), 205-223.
- Cardemil, L. ve Reinerio, A., 1982, Changes of Araucaria araucana seed reserves during germination and early seedling growth, *Canadian Journal of Botany*, 60 (9), 1629-1638.
- Christensen, L., Beede, R. ve Peacock, W., 2006, Fall foliar sprays prevent boron-deficiency symptoms in grapes, *California Agriculture*, 60 (2), 100-103.
- Christensen, L. P. ve Peacock, W. L., 2000, Mineral nutrition and fertilization, *Raisin production manual*, 102-114.
- Cipollini, D. ve Gruner, B., 2007, Cyanide in the chemical arsenal of garlic mustard, *Alliaria petiolata*, *Journal of chemical ecology*, 33 (1), 85-94.
- Coombe, B. G. ve Hale, C., 1973, The hormone content of ripening grape berries and the effects of growth substance treatments, *Plant physiology*, 51 (4), 629-634.
- Corpas, F. J., Fernandez-Ocana, A., Carreras, A., Valderrama, R., Luque, F., Esteban, F. J., Rodríguez-Serrano, M., Chaki, M., Pedrajas, J. R. ve Sandalio, L. M., 2006, The expression of different superoxide dismutase forms is cell-type dependent in olive (*Olea europaea* L.) leaves, *Plant and cell physiology*, 47 (7), 984-994.
- Creasy, G. ve Creasy, L., 2009, Grapes: crop production science in horticulture, *Oxfordshire, United Kingdom: CABI*.
- Çelik, A. ve Eraslan, F., 2014, Nitrik oksit uygulamasının tuz stresi altında yetiştirilen mısır bitkisinin mineral beslenmesi ve bazı fizyolojik özellikleri üzerine etkisi, *SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2 (1), 55-64.
- Çelik, M., 2014, The Effects of Stratification Periods and GA₃ (Gibberellic acid) Applications on Germination of Seeds of Some Grape Cultivars, *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri*, 6 (6), 1118-1122.
- Çelik, S., 1982, Bitkisel hormonların bağcılıkta kullanılması Tarım Orman ve Köy işleri Bakanlığı ziraat işleri genel müdürlüğü Bağcılık semineri, Yalova.
- Davies, M. J., 2005, The oxidative environment and protein damage, *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Proteins and Proteomics*, 1703 (2), 93-109.

- Debeaujon, I., Léon-Kloosterziel, K. M. ve Koornneef, M., 2000, Influence of the testa on seed dormancy, germination, and longevity in *Arabidopsis*, *Plant physiology*, 122 (2), 403-414.
- Delledonne, M., Xia, Y., Dixon, R. A. ve Lamb, C., 1998, Nitric oxide functions as a signal in plant disease resistance, *Nature*, 394 (6693), 585.
- Duan, X., You, Y., Su, X., Qu, H., Joyce, D. ve Jiang, Y., 2007, Influence of the nitric oxide donor, sodium nitroprusside, on lipid peroxidation and anti-oxidant activity in pericarp tissue of longan fruit, *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82 (3), 467-473.
- Durner, J. ve Klessig, D. F., 1999, Nitric oxide as a signal in plants, *Current opinion in plant biology*, 2 (5), 369-374.
- El-Maarouf-Bouteau, H. ve Bailly, C., 2008, Oxidative signaling in seed germination and dormancy, *Plant Signaling & Behavior*, 3 (3), 175-182.
- Ellis, W. D. ve Dunford, H. B., 1968, The kinetics of cyanide and fluoride binding by ferric horse-radish peroxidase, *Biochemistry*, 7 (6), 2054-2062.
- Eris, A., 1976, Über die Wirkung von Wachstumsregulatoren und der Stratifikation auf die Keimung von Samen der Rebsorte Muskat Hamburg, *Mitteilungen: Rebe und Wein, Obstbau und Fruchteverwertung*.
- Eriş, A., 1990, Bahçe Bitkileri Fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Notları no 11. Bursa.
- Faostat, 2017, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>:
- Flematti, G. R., Ghisalberti, E. L., Dixon, K. W. ve Trengove, R. D., 2004, A compound from smoke that promotes seed germination, *Science*, 305 (5686), 977-977.
- Floryszak-Wieczorek, J., Milczarek, G., Arasimowicz, M. ve Ciszewski, A., 2006, Do nitric oxide donors mimic endogenous NO-related response in plants?, *Planta*, 224 (6), 1363-1372.
- García-Mata, C. ve Lamattina, L., 2001, Nitric oxide induces stomatal closure and enhances the adaptive plant responses against drought stress, *Plant physiology*, 126 (3), 1196-1204.
- García-Sánchez, Gimeno, V., Simón, I., Nieves, M., Martínez, V., Cámara-Zapata, J. M., García, A. L. ve Francisco, 2012, The physiological and nutritional responses to an excess of boron by Verna lemon trees that were grafted on four contrasting rootstocks, *Trees*, 26 (5), 1513-1526.
- García, M. J., Suárez, V., Romera, F. J., Alcántara, E. ve Pérez-Vicente, R., 2011, A new model involving ethylene, nitric oxide and Fe to explain the regulation of Fe-acquisition genes in Strategy I plants, *Plant Physiology and Biochemistry*, 49 (5), 537-544.
- García, N. A. T., Iribarne, C., Palma, F. ve Lluch, C., 2007, Inhibition of the catalase activity from *Phaseolus vulgaris* and *Medicago sativa* by sodium chloride, *Plant Physiology and Biochemistry*, 45 (8), 535-541.
- Gémes, K., Poór, P., Horváth, E., Kolbert, Z., Szopkó, D., Szepesi, Á. ve Tari, I., 2011, Cross-talk between salicylic acid and NaCl-generated reactive oxygen species and nitric oxide in tomato during acclimation to high salinity, *Physiologia Plantarum*, 142 (2), 179-192.
- Gerçekçioglu, R. ve Çekiç, Ç., 1999, The effects of some treatments on germination of mahaleb (*Prunus mahaleb* L.) seeds, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23 (EK1), 145-150.
- Giba, Z., Grubišić, D. ve Konjević, R., 1994, The effect of electron acceptors on the phytochrome-controlled germination of *Paulownia tomentosa* seeds, *Physiologia Plantarum*, 91 (2), 290-294.

- Giba, Z., Grubišić, D., Todorović, S., Sajc, L., Stojaković, Đ. ve Konjević, R., 1998, Effect of nitric oxide-releasing compounds on phytochrome-controlled germination of Empress tree seeds, *Plant growth regulation*, 26 (3), 175-181.
- Gimeno, V., Simón, I., Nieves, M., Martínez, V., Cámara-Zapata, J. M., García, A. L. ve García-Sánchez, F., 2012, The physiological and nutritional responses to an excess of boron by Verna lemon trees that were grafted on four contrasting rootstocks, *Trees*, 26 (5), 1513-1526.
- Gniazdowska, A., Dobrzyńska, U., Babańczyk, T. ve Bogatek, R., 2007, Breaking the apple embryo dormancy by nitric oxide involves the stimulation of ethylene production, *Planta*, 225 (4), 1051-1057.
- Gniazdowska, A., Krasuska, U. ve Bogatek, R., 2010a, Dormancy removal in apple embryos by nitric oxide or cyanide involves modifications in ethylene biosynthetic pathway, *Planta*, 232 (6), 1397-1407.
- Gniazdowska, A., Krasuska, U., Dębska, K., Andryka, P. ve Bogatek, R., 2010b, The beneficial effect of small toxic molecules on dormancy alleviation and germination of apple embryos is due to NO formation, *Planta*, 232 (4), 999-1005.
- Goel, A., Goel, A. K. ve Sheoran, I. S., 2003, Changes in oxidative stress enzymes during artificial ageing in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds, *Journal of plant physiology*, 160 (9), 1093-1100.
- Goldbach, H. E. ve Wimmer, M. A., 2007, Boron in plants and animals: is there a role beyond cell- wall structure?, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 170 (1), 39-48.
- Gökbayrak, Ş., 2005, Avrupa Birliği'nin Sosyal Koruma Sorunsalı Olarak "Sosyal İçerme Politikaları", *Çalışma Ortamı Dergisi*, 80, 12-13.
- Gray, D., 1989, Effects of dehydration and exogenous growth regulators on dormancy, quiescence and germination of grape somatic embryos, *In vitro cellular & developmental biology*, 25 (12), 1173-1178.
- Haber, A. H. ve Luippold, H. J., 1960, Separation of mechanisms initiating cell division and cell expansion in lettuce seed germination, *Plant Physiology*, 35 (2), 168.
- Hayat, S., Yadav, S., Alyemeni, M. ve Ahmad, A., 2014, Effect of sodium nitroprusside on the germination and antioxidant activities of tomato (*lycopersicon esculentum* mill), *Bulg J Agric Sci*, 20, 140-144.
- Hendricks, S. ve Taylorson, R., 1974, Promotion of seed germination by nitrate, nitrite, hydroxylamine, and ammonium salts, *Plant Physiology*, 54 (3), 304-309.
- Holdsworth, M. J., Bentsink, L. ve Soppe, W. J., 2008, Molecular networks regulating Arabidopsis seed maturation, after- ripening, dormancy and germination, *New Phytologist*, 179 (1), 33-54.
- Hopkins, W. G., 1995, Introduction to plant physiology. John Wiley and Sons, Inc, USA.
- Huett, D. ve Vimpany, I., 2006, An evaluation of foliar nitrogen and zinc applications to macadamia, *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 46 (10), 1373-1378.
- Hummel, S. G., Fischer, A. J., Martin, S. M., Schafer, F. Q. ve Buettner, G. R., 2006, Nitric oxide as a cellular antioxidant: a little goes a long way, *Free radical biology and medicine*, 40 (3), 501-506.
- Hung, K. T. ve Kao, C. H., 2004, Nitric oxide acts as an antioxidant and delays methyl jasmonate-induced senescence of rice leaves, *Journal of plant physiology*, 161 (1), 43-52.
- İpek, A., Sarihan, E. O. ve Gürbüz, B., 2005, Relationship between seed age and germination rate in great burdock (*Arctium lappa*), *Indian journal of agricultural science*, 75 (10), 691-692.
- İpek, A., Kaya, M. D. ve Gürbüz, B., 2008, Çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) ve Kimyon (*Cuminum cyminum* L.) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Tohum Yaşı ve

- GA₃ Uygulamalarının Etkileri, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım bilimleri Dergisi*, 14 (4), 57-61.
- Jacobsen, J. V., Pearce, D. W., Poole, A. T., Pharis, R. P. ve Mander, L. N., 2002, Absciscic acid, phaseic acid and gibberellin contents associated with dormancy and germination in barley, *Physiologia Plantarum*, 115 (3), 428-441.
- Job, C., Rajjou, L., Lovigny, Y., Belghazi, M. ve Job, D., 2005, Patterns of protein oxidation in Arabidopsis seeds and during germination, *Plant Physiology*, 138 (2), 790-802.
- Job, D. ve Ricard, J., 1975, Kinetic and equilibrium studies of cyanide and fluoride binding to turnip peroxidases, *Archives of biochemistry and biophysics*, 170, 427-437.
- Kabar, K., 1998, Comparative effects of kinetin, benzyladenine, and gibberellic acid on absciscic acid inhibited seed germination and seedling growth of red pine and arbor vitae, *Turkish Journal of Botany*, 22 (1), 1-6.
- Kachru, R., 1969, Physiological studies on dormancy in grape seeds (*Vitis vinifera*). 1. On the naturally occurring growth substances in grapes and their changes during low temperature after ripening, *Vitis*, 8, 12-18.
- Kafi, M., 2006, Cumin (*Cuminum Cyminum*): production and processing.
- Kara, Z., 2017a, *Selçuk üniversitesi ampilografi ders notları*, 277.
- Kara, Z., 2017b, *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Özel Bağcılık Ders Notları*, 151.
- Karakurt, H., Aslantaş, R. ve Eşitken, A., 2010, Tohum çimlenmesi ve bitki büyümesi üzerinde etkili olan çevresel faktörler ve bazı ön uygulamalar, *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24 (2), 115-128.
- Keeley, J. E. ve Fotheringham, C., 1997, Trace gas emissions and smoke-induced seed germination, *Science*, 276 (5316), 1248-1250.
- Keshavarz, K., Vahdati, K., Samar, M., Azadegan, B. ve Brown, P. H., 2011, Foliar application of zinc and boron improves walnut vegetative and reproductive growth, *HortTechnology*, 21 (2), 181-186.
- Kim, I.-T., Kim, J.-H., Lee, K.-S., Seo, Y.-C. ve Koo, J.-K., 2000, Leaching characteristics of glassy waste forms containing two different incineration ashes, *Waste Management*, 20 (5-6), 409-416.
- Kireççi, O. A. ve Yürekli, F., 2018, *Helianthus annuus* L. Yapraklarında Tuz Stresi, Bazı Bitki Hormonları ve SNP Uygulamalarının Sinyal Moleküllerine Etkisi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21 (5), 665-671.
- Klepper, L., 1979, Nitric oxide (NO) and nitrogen dioxide (NO₂) emissions from herbicide-treated soybean plants, *Atmospheric Environment* (1967), 13 (4), 537-542.
- Knight, H., Trewavas, A. J. ve Knight, M. R., 1997, Calcium signalling in *Arabidopsis thaliana* responding to drought and salinity, *The Plant Journal*, 12 (5), 1067-1078.
- Koornneef, M., Bentsink, L. ve Hilhorst, H., 2002, Seed dormancy and germination, *Current opinion in plant biology*, 5 (1), 33-36.
- Kopyra, M. ve Gwozdz, E. A., 2003, Nitric oxide stimulates seed germination and counteracts the inhibitory effect of heavy metals and salinity on root growth of *Lupinus luteus*, *Plant Physiology and Biochemistry*, 41 (11-12), 1011-1017.
- Koshland, D. E., 1992, The Molecule of the Year, *Science*, 1861p, California.
- Krämer, U. ve Clemens, S., 2005, Functions and homeostasis of zinc, copper, and nickel in plants, In: *Molecular biology of metal homeostasis and detoxification*, Eds: Springer, p. 215-271.
- Lamattina, L., García-Mata, C., Graziano, M. ve Pagnussat, G., 2003, Nitric oxide: the versatility of an extensive signal molecule, *Annual review of plant biology*, 54 (1), 109-136.

- Lamotte, O., Courtois, C., Barnavon, L., Pugin, A. ve Wendehenne, D., 2005, Nitric oxide in plants: the biosynthesis and cell signalling properties of a fascinating molecule, *Planta*, 221 (1), 1-4.
- Lauchli, A. ve Schubert, S., 1989, The role of calcium in the regulation of membrane and cellular growth processes under salt stress, In: *Environmental stress in plants*, Eds: Springer, p. 131-138.
- Lee, S., Kim, S. G. ve Park, C. M., 2010, Salicylic acid promotes seed germination under high salinity by modulating antioxidant activity in *Arabidopsis*, *New Phytologist*, 188 (2), 626-637.
- Leymarie, J., Vitkauskaitė, G., Hoang, H. H., Gendreau, E., Chazoule, V., Meimoun, P., Corbineau, F., El-Maarouf-Bouteau, H. ve Bailly, C., 2011, Role of reactive oxygen species in the regulation of *Arabidopsis* seed dormancy, *Plant and Cell Physiology*, 53 (1), 96-106.
- Lichthenthaler, H., 1987, Chlorophyll and carotenoids-pigments of photosynthetic biomembranes,-In: Colowick, SP., Kaplan, NO (ed): *Methods in Enzymology*, Vol, 148, Academic Press, Sandiego-New York-Berkcley-Boston-London-Sydney-Tokyo-Toronto.
- Lin, Y., Wang, J., Zu, Y. ve Tang, Z., 2012, Ethylene antagonizes the inhibition of germination in *Arabidopsis* induced by salinity by modulating the concentration of hydrogen peroxide, *Acta physiologiae plantarum*, 34 (5), 1895-1904.
- Lin, Y., Chen, D., Paul, M., Zu, Y. ve Tang, Z., 2013, Loss-of-function mutation of EIN2 in *Arabidopsis* exaggerates oxidative stress induced by salinity, *Acta physiologiae plantarum*, 35 (4), 1319-1328.
- Liu, Y., Shi, L., Ye, N., Liu, R., Jia, W. ve Zhang, J., 2009, Nitric oxide- induced rapid decrease of abscisic acid concentration is required in breaking seed dormancy in *Arabidopsis*, *New Phytologist*, 183 (4), 1030-1042.
- Liu, Y., Ye, N., Liu, R., Chen, M. ve Zhang, J., 2010, H₂O₂ mediates the regulation of ABA catabolism and GA biosynthesis in *Arabidopsis* seed dormancy and germination, *Journal of experimental botany*, 61 (11), 2979-2990.
- Loake, G. ve Grant, M., 2007, Salicylic acid in plant defence—the players and protagonists, *Current opinion in plant biology*, 10 (5), 466-472.
- Magdy A. S., Hassan, H. M., Namich, A. A. ve Ibrahim, A. A., 2012, Effect of sodium nitroprusside, putrescine and glycine betaine on alleviation of drought stress in cotton plant, *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci*, 12 (9), 1252-1265.
- Manivel, L. ve Weaver, R., 1974, Effect of growth regulators and heat on germination of Tokay grape seeds, *Vitis*, 12, 286-290.
- Marasalı, B., 1992, Çavuş Üzüm Çeşidinde Tohum Taslakları ve Embriyo Gelişimi ile Boş Çekirdekliklik Arasındaki İlişkiler Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniv, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara*. 93s.
- Marschner, H., 2011, Marschner's mineral nutrition of higher plants, Academic press, p.
- Matilla, A. ve Matilla-Vázquez, M., 2008, Involvement of ethylene in seed physiology, *Plant Science*, 175 (1-2), 87-97.
- May, P., 2004, Flowering and Fruitset in Grapevines Lythrum Press, Australia.
- Miller, G., Suzuki, N., Ciftci- Yilmaz, S. ve Mittler, R., 2010, Reactive oxygen species homeostasis and signalling during drought and salinity stresses, *Plant, cell & environment*, 33 (4), 453-467.
- Møller, I. M., Jensen, P. E. ve Hansson, A., 2007, Oxidative modifications to cellular components in plants, *Annu. Rev. Plant Biol.*, 58, 459-481.
- Mullins, M. G., Bouquet, A. ve Williams, L. E., 1992, *Biology of the grapevine*, Cambridge University Press, p.

- Nyomora, A., Brown, P., Pinney, K. ve Polito, V., 2000, Foliar application of boron to almond trees affects pollen quality, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 125 (2), 265-270.
- O'Neill, M. A., Ishii, T., Albersheim, P. ve Darvill, A. G., 2004, Rhamnogalacturonan II: structure and function of a borate cross-linked cell wall pectic polysaccharide, *Annu. Rev. Plant Biol.*, 55, 109-139.
- Oh, S. ve McCaslin, P. P., 1995, The iron component of sodium nitroprusside blocks NMDA-induced glutamate accumulation and intracellular Ca²⁺ elevation, *Neurochemical research*, 20 (7), 779-784.
- Okatan, V., 2017, GA₃ Uygulamalarının Malta Eriği (*Eriobotrya japonica*) Tohumlarının Çimlenmesi ve Çöğür Gelişimi Üzerine Etkileri, *GÜFBED/GUSTIJ (2017)*, 7 (2), 309-313.
- Okay, Y. ve Günöz, A., 2009, Gölbaşı'na endemik *Centaurea tchihatcheffii* Fisch. et Mey. tohumlarının çimlenmesi üzerine bazı uygulamaların etkisi, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım bilimleri Dergisi*, 15 (2), 119-126.
- Olmo, H., 1934, Empty-seededness in varieties of *Vitis vinifera*, *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 376-380.
- Onursal, C. E. ve Gözlekçi, Ş., 2007, Sandal ağacı (*Arbutus andrachne* L.) tohumlarına yapılan bazı ön uygulamaların tohum çimlenme oranı ve süresi üzerine etkileri, 20 (2), 211-218.
- Oracz, K., Bouteau, H. E. M., Farrant, J. M., Cooper, K., Belghazi, M., Job, C., Job, D., Corbineau, F. ve Bailly, C., 2007, ROS production and protein oxidation as a novel mechanism for seed dormancy alleviation, *The Plant Journal*, 50 (3), 452-465.
- Orozco-Cárdenas, M. L. ve Ryan, C. A., 2002, Nitric oxide negatively modulates wound signaling in tomato plants, *Plant physiology*, 130 (1), 487-493.
- Osborne, D. J., Sharon, R. ve Ben-Ishai, R., 1980, Studies on DNA integrity and DNA repair in germinating embryos of rye (*Secale cereale*), *Israel Journal of Botany*, 29 (1-4), 259-272.
- Özen, H. ve Onay, A., 1999, Bitki büyüme ve gelişme fizyolojisi, *Dicle Üni. Basımevi*, 167.
- Pagnussat, G. C., Simontacchi, M., Puntarulo, S. ve Lamattina, L., 2002, Nitric oxide is required for root organogenesis, *Plant Physiology*, 129 (3), 954-956.
- Pal, R., SING, R., VII, V. ve Sharma, J., 1976, Effect of gibberellins GA₁, GA₄, and GA₇ on seed germination and subsequent seedling growth in Early Muscat grape, *Vitis*, 14, 265-268.
- Pandey, N., Pathak, G. ve Sharma, C., 2009, Impairment in reproductive development is a major factor limiting yield of black gram under zinc deficiency, *Biologia plantarum*, 53 (4), 723.
- Papenbrock, J. ve Schmidt, A., 2000, Characterization of a sulfurtransferase from *Arabidopsis thaliana*, *European journal of biochemistry*, 267 (1), 145-154.
- Paul, C Bethke, Libourel, I. G., Reinöhl, V. ve Jones, R. L., 2006, Sodium nitroprusside, cyanide, nitrite, and nitrate break *Arabidopsis* seed dormancy in a nitric oxide-dependent manner, *Planta*, 223 (4), 805-812.
- Peiser, G. D., Wang, T.-T., Hoffman, N. E., Yang, S. F., Liu, H.-w. ve Walsh, C. T., 1984, Formation of cyanide from carbon 1 of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid during its conversion to ethylene, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 81 (10), 3059-3063.
- Perica, S., Brown, P. H., Connell, J. H., Nyomora, A. M., Dordas, C., Hu, H. ve Stangoulis, J., 2001, Foliar boron application improves flower fertility and fruit set of olive, *HortScience*, 36 (4), 714-716.

- Peryea, F. J., 2007, Comparison of dormant and circum-bloom zinc spray programs for Washington apple orchards, *Journal of plant nutrition*, 30 (11), 1903-1920.
- Prasad, A. S., 2012, Discovery of human zinc deficiency: 50 years later, *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 26 (2-3), 66-69.
- Rajjou, L. ve Debeaujon, I., 2008, Seed longevity: survival and maintenance of high germination ability of dry seeds, *Comptes rendus biologiques*, 331 (10), 796-805.
- Rajjou, L., Lovigny, Y., Groot, S. P., Belghazi, M., Job, C. ve Job, D., 2008, Proteome-wide characterization of seed aging in Arabidopsis: a comparison between artificial and natural aging protocols, *Plant Physiology*, 148 (1), 620-641.
- Römheld, V. ve Marschner, H., 1991, Function of micronutrients in plants, *Micronutrients in agriculture* (micronutrientsi2), 297-328.
- Sabır, A. ve Kara, Z., 2011, Giberelik asit ve nanoteknolojik kalsit uygulamalarının asma tohumlarının çimlenmeleri üzerine etkileri, *Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 135-139.
- Sarihan, E. O., Ipek, A., Khawar, K., Atak, M. ve Gurbuz, B., 2005, Role of GA~ 3 and KNO~ 3 in improving the frequency of seed germination in *Plantago lanceolata* L., 37 (4), 883.
- Selim, H., Ibrahim, F., Fayek, M., El-Deen, S. ve Gamal, N., 1981, Effect of different treatments on germination of Romi red grape seeds, *Vitis*, 20, 115-121.
- Sharpe, M. A., Robb, S. J. ve Clark, J. B., 2003, Nitric oxide and Fenton/Haber–Weiss chemistry: nitric oxide is a potent antioxidant at physiological concentrations, *Journal of neurochemistry*, 87 (2), 386-394.
- Shaulis, N., Amberg, H. ve Crowe, D., 1966, Response of Concord grapes to light exposure and Geneva double curtain training, *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 268-&.
- Shaulis, N. ve Smart, R., 1974, Grapevine canopies: management, microclimate and yield responses, *Proceedings XIX International Horticultural Congress, Warsaw, Poland*, 255-265.
- Shehab, G. G., Ahmed, O. K. ve El-Beltagi, H. S., 2010, Effects of various chemical agents for alleviation of drought stress in rice plants (*Oryza sativa* L.), *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38 (1), 139-148.
- Shi, S., Wang, G., Wang, Y., Zhang, L. ve Zhang, L., 2005, Protective effect of nitric oxide against oxidative stress under ultraviolet-B radiation, *Nitric Oxide*, 13 (1), 1-9.
- Shorrocks, V. M., 1997, The occurrence and correction of boron deficiency, *Plant and soil*, 193 (1-2), 121-148.
- Šírová, J., Sedlářová, M., Piterková, J., Luhová, L. ve Petřivalský, M., 2011, The role of nitric oxide in the germination of plant seeds and pollen, *Plant Science*, 181 (5), 560-572.
- Song, C.-Z., Liu, M.-Y., Meng, J.-F., Chi, M., Xi, Z.-M. ve Zhang, Z.-W., 2015, Promoting effect of foliage sprayed zinc sulfate on accumulation of sugar and phenolics in berries of *Vitis vinifera* cv. Merlot growing on zinc deficient soil, *Molecules*, 20 (2), 2536-2554.
- Song, J., Feng, G., Tian, C. ve Zhang, F., 2005, Strategies for adaptation of Suaeda physophora, Haloxylon ammodendron and Haloxylon persicum to a saline environment during seed-germination stage, *Annals of Botany*, 96 (3), 399-405.
- Spiegel-Roy, P., 1987, Effect of cyanamide in overcoming grape seed dormancy, *J. Hort. Sci.*, 22, 208-210.
- Srivastava, A. ve Singh, S., 2009, Zinc nutrition in ‘Nagpur’ mandarin on haplustert, *Journal of plant nutrition*, 32 (7), 1065-1081.

- Stover, E., Fargione, M., Risio, R., Stiles, W. ve Iungerman, K., 1999, Prebloom foliar boron, zinc, and urea applications enhance cropping of some Empire' and McIntosh' apple orchards in New York, *HortScience*, 34 (2), 210-214.
- Swietlik, D., 2002, Zinc nutrition of fruit crops, *HortTechnology*, 12 (1), 45-50.
- Terskikh, V. V., Zeng, Y., Feurtado, J. A., Giblin, M., Abrams, S. R. ve Kermode, A. R., 2008, Deterioration of western redcedar (*Thuja plicata* Donn ex D. Don) seeds: protein oxidation and in vivo NMR monitoring of storage oils, *Journal of experimental botany*, 59 (4), 765-777.
- Terzi, I. ve Kocaçalışkan, İ., 2010, The effects of gibberellic acid and kinetin on overcoming the effects of juglone stress on seed germination and seedling growth, *Turkish Journal of Botany*, 34 (2), 67-72.
- Tobe, K., Li, X. ve Omasa, K., 2002, Effects of sodium, magnesium and calcium salts on seed germination and radicle survival of a halophyte, *Kalidium caspicum* (Chenopodiaceae), *Australian Journal of Botany*, 50 (2), 163-169.
- Tobe, K., Li, X. ve Omasa, K., 2004, Effects of five different salts on seed germination and seedling growth of *Haloxylon ammodendron* (Chenopodiaceae), *Seed Science Research*, 14 (4), 345-353.
- Tyerman, S. D., Skerrett, M., Garrill, A., Findlay, G. P. ve Leigh, R. A., 1997, Pathways for the permeation of Na⁺ and Cl⁻ into protoplasts derived from the cortex of wheat roots, *Journal of experimental botany*, 459-480.
- Uslu, İ. ve Samancı, H., 1992, Kombinasyon Islahı ile Sofralık Yeni Üzüm Çeşitleri Elde Edilmesi Üzerinde Araştırmalar. 1, *Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. (Sebze-Bağ-Süs Bitkileri)*, 2, 533-536.
- Uslu, İ. ve Samancı, H., 1998, Melezleme ile yeni sofralık üzüm çeşitlerinin elde edilmesi. 4, *Bağcılık Sempozyumu Bildirileri*, 17-23.
- Ünal, O., Gökceoğlu, M. ve Topcuoğlu, Ş. F., 2004, Antalya Endemiği *Origanum Türlerinin* Tohum Çimlenmesi ve Çelikle Çoğaltılması Üzerinde Araştırmalar, 17 (2), 135-147.
- Wang, H., Liang, X., Wan, Q., Wang, X. ve Bi, Y., 2009, Ethylene and nitric oxide are involved in maintaining ion homeostasis in *Arabidopsis* callus under salt stress, *Planta*, 230 (2), 293-307.
- Wang, Y.-S. ve Yang, Z.-M., 2005, Nitric oxide reduces aluminum toxicity by preventing oxidative stress in the roots of *Cassia tora* L., *Plant and cell physiology*, 46 (12), 1915-1923.
- Watkinson, J. I. ve Pill, W. G., 1998, Gibberellic acid and presowing chilling increase seed germination of Indiangrass [*Sorghastrum nutans* (L.) Nash.], *HortScience*, 33 (5), 849-851.
- Wong, J. H., Cai, N., Tanaka, C. K., Vensel, W. H., Hurkman, W. J. ve Buchanan, B. B., 2004, Thioredoxin reduction alters the solubility of proteins of wheat starchy endosperm: an early event in cereal germination, *Plant and Cell Physiology*, 45 (4), 407-415.
- Wurzbarger, J., Leshem, Y. ve Koller, D., 1974, The role of gibberellin and the hulls in the control of germination in *Aegilops kotschy* caryopses, *Canadian Journal of Botany*, 52 (7), 1597-1601.
- Xiong, J., An, L., Lu, H. ve Zhu, C., 2009, Exogenous nitric oxide enhances cadmium tolerance of rice by increasing pectin and hemicellulose contents in root cell wall, *Planta*, 230 (4), 755-765.
- Yalvaç, T., 2006, A study on the effects of some applications on the germination and growth rate of grape seeds.

- Yen, S. ve Carter, O., 1972, The effect of seed pretreatment with gibberellic acid on germination and early establishment of grain sorghum, *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 12 (59), 653-661.
- Yeou-Der, K., Weaver, R. J. ve Pool, R. M., 1968, Effect of low temperature and growth regulators on germination of seeds of 'Tokay' grapes, *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, Geneva, NY, 92, 323-330.
- Zapata, P. J., Serrano, M., Pretel, M. T., Amorós, A. ve Botella, M. Á., 2004, Polyamines and ethylene changes during germination of different plant species under salinity, *Plant Science*, 167 (4), 781-788.
- Zhang, Q. ve Brown, P. H., 1999, Distribution and transport of foliar applied zinc in pistachio, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124 (4), 433-436.
- Zhao, L., Zhang, F., Guo, J., Yang, Y., Li, B. ve Zhang, L., 2004, Nitric oxide functions as a signal in salt resistance in the calluses from two ecotypes of reed, *Plant physiology*, 134 (2), 849-857.
- Zhao, M.-G., Tian, Q.-Y. ve Zhang, W.-H., 2007, Nitric oxide synthase-dependent nitric oxide production is associated with salt tolerance in Arabidopsis, *Plant physiology*, 144 (1), 206-217.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Erdem VERGİLİ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Üsküdar / 10.02.1993
e-mail : erdemvergili42@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	Selçuklu Endüstri Meslek, Teknik ve Anadolu Teknik Lisesi, Merkez, Konya	2011
Üniversite	Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Selçuklu, Konya	2015
Yüksek Lisans	Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuklu, Konya	2016-2019
Doktora	:	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
-----	-------	--------

UZMANLIK ALANI

Bağ Yetiştirme ve Islahı

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR