



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SOĞAN (*Allium cepa* L.) TOHUMLARINDA
CANLILIK KAYBI VE ONARIM AŞAMASINDA
MEYDANA GELEN FİZYOLOJİK DEĞİŞİMLER**

MUSTAFA DEMİRKAYA

**DOKTORA TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

BURSA 2006



T.C.
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SOĞAN (*Allium cepa* L.) TOHUMLARINDA
CANLILIK KAYBI VE ONARIM AŞAMASINDA
MEYDANA GELEN FİZYOLOJİK DEĞİŞİMLER**

MUSTAFA DEMİRKAYA

DOKTORA TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

Bu tez 02 / 06 / 2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof.Dr. H. Özkan SİVRİTEPE
Danışman

Prof.Dr. Vedat ŞENİZ

Prof.Dr. İbrahim DEMİR

Doç.Dr. Gürcan GÜLERYÜZ

Doç.Dr. Köksal YAĞDI

ÖZET

Bu çalışmada canlılığını kısa sürede kaybeden soğan tohumlarında, farklı canlılık seviyelerinde ortaya çıkan fizyolojik değişimler incelenmiştir. Bu amaçla Akgün-12, Valencia ve TEG-502 soğan çeşitlerinin tohumlarında %95, 80, 60, 40 ve 20 canlılık seviyeleri kontrollü yaşlandırma uygulamaları ile elde edilmiştir. Daha sonra bu seviyelerde ortalama çimlenme süresi, elektriksel iletkenlik, toplam yağ, toplam protein, çözülebilir protein, malondialdehit (MDA) ve katalaz aktivitesi ölçümleri yapılmıştır. Contes çeşidinde aynı ölçümler %80, 60, 40 ve 20 canlılık seviyelerinde yapılmıştır. Yaşlanmayla birlikte, ortalama çimlenme süresi, elektriksel iletkenlik ve MDA içeriği artarken, toplam yağ, toplam protein, çözülebilir protein ve katalaz aktivitesinin azaldığı tespit edilmiştir. Elektriksel iletkenlik ve MDA içeriğindeki artış, toplam yağ, toplam protein, çözülebilir protein içeriği ve katalaz aktivitesindeki azalma, canlılık %60 seviyesine düştüğünde daha belirgin olmuştur. Canlılık kaybı ile ortalama çimlenme süresi, MDA ve elektriksel iletkenliğin artması ve katalaz aktivitesinin azalması arasında her bir çeşitte korelasyon tespit edilmiştir.

Ayrıca, yaklaşık %80 seviyesinde canlılığa sahip tohumlarda hidrasyon (ozmotik koşullandırma ve humidifikasyon) uygulamaları yapılmıştır. Hidrasyon uygulamalarının, çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, toplam yağ, toplam protein, çözülebilir protein ve katalaz aktivitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Osmotik koşullandırma uygulamaları Akgün-12 ve Contes çeşidinde çimlenme oranını arttırmış, Valencia ve TEG-502 çeşitlerinde ise bir etkisi olmamıştır. Osmotik koşullandırma uygulamaları ortalama çimlenme süresini Akgün-12 ve Contes çeşitlerinde kısaltmış, TEG-502 çeşidinde uzatmış, Valencia çeşidinde ise bir değişiklik olmamıştır. Humidifikasyon uygulamaları tüm çeşitlerde çimlenme oranını arttırmış, ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Osmotik koşullandırma uygulamaları tüm çeşitlerde toplam yağ ve protein oranları üzerine bir etkide bulunmazken, humidifikasyon uygulamaları toplam yağ oranını azaltmış, protein oranını arttırmıştır. Hidrasyon uygulamalarının tüm soğan çeşitlerinde çözülebilir protein içeriği üzerine bir etkisi olmamıştır. Hidrasyon uygulamaları TEG-502 ve Contes çeşitlerinde MDA içeriğini azaltırken Akgün-12 ve Valencia çeşitlerinde bir etkisi olmamıştır. Hidrasyon uygulamaları bütün çeşitlerde katalaz enzim aktivitesini arttırmıştır. Ancak humidifikasyon uygulamaları, osmotik koşullandırma uygulamalarına göre katalaz aktivitesini daha belirgin bir şekilde arttırmıştır. Sonuç olarak, soğan tohumlarında, humidifikasyon tekniği zaman ve masraflar açısından daha ekonomik olmasının yanısıra, uygulanması ve pratiğe aktarılmasının kolaylığı nedeniyle de osmotik koşullandırma uygulamaları yerine gen bankalarında rutin olarak kullanılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Soğan, tohum, yaşlanma, osmotik koşullandırma, humidifikasyon.

PHYSIOLOGICAL CHANGES OCCUR DURING LOSS OF VIABILITY AND REPAIR IN ONION (*Allium cepa* L.) SEEDS

ABSTRACT

In this study, physiological changes at different viability levels were studied in onion seeds; which lose their viability in a short time. For this purpose 95, 80, 60, 40 and 20% viability levels were obtained by controlled deterioration treatments in seeds of onion cvs. Akgün-12, Valencia and TEG-502. Subsequently, mean germination time, electrical conductivity, total lipid, total protein, soluble protein, malondialdehyde (MDA) and catalase activity measurements were conducted at these viability levels. Regarding the seeds of cv. Contes, same measurements were conducted at 80, 60, 40 and 20% viability levels. Together with ageing, as mean germination time, electrical conductivity and MDA content increased, total lipid, total protein, soluble protein and catalase activity decreased. The increase in electrical conductivity and MDA content, and decrease in total lipid, total protein, soluble protein and catalase activity were more evident when viability decreased to 60% level. In each cultivar, correlation was found between the increase in viability loss, mean germination time, MDA and electrical conductivity and the decrease in catalase activity.

Moreover, hydration (osmotic conditioning and humidification) treatments were carried out with the seeds having approximately 80% viability. The effects of hydration treatments on germination rate, mean germination time, total lipid, total protein, soluble protein and catalase activity were investigated. Osmotic conditioning treatments increased germination rate in cvs. Akgün-12 and Contes, however, no effect was observed in cvs. Valencia and TEG-502. Osmotic conditioning treatments shortened mean germination time in cvs. Akgün-12 and Contes, nevertheless, prolonged in cv. TEG-502. Moreover, no change was observed in cv. Valencia. Humidification treatments increased germination rate and shortened mean germination time in all the cultivars. While osmotic conditioning treatments had no effect on total lipid and protein rates in all the cultivars, humidification treatments reduced total lipid rate but increased total protein rate. Hydration treatments did not have any effect on soluble protein content in seeds of all the onion cultivars. Hydration treatments decreased MDA content in cvs. TEG-502 and Contes, however, there was no effect in cvs. Akgün-12 and Valencia. Hydration treatments increased catalase activity in all the cultivars. However, the humidification treatments increased catalase activity more than the osmotic conditioning treatments. Consequently, instead of osmotic conditioning, humidification technique is recommended as a general practice in gene banks, since it is an economical treatment in terms of time and expenses and its ease of use.

Keywords: Onion, seed, ageing, osmotic conditioning, humidification.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No.</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
2.1. Tohumlarda Canlılık ve Gücü Etkileyen Faktörler	5
2.2. Depolama Koşullarının Tohum Canlılığı ve Gücü Üzerine Etkileri	6
2.3. Tohumlarda Canlılık Kaybıyla Meydana Gelen Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler	11
2.4. Tohumlarda Yaşlanma Nedeni ile Ortaya Çıkan Zararlanmaları İyileştirici Hidrasyon Uygulamaları	28
3. MATERYAL VE YÖNTEM	46
3.1. Materyal	46
3.2. Yöntem	46
3.2.1. Tohum Nem Kapsamı Tayini	46
3.2.2. Çimlendirme Testi	47
3.2.3. Elektriksel İletkenlik Testi	48
3.2.4. Tohumlarda Kontrollü Bozulma (Yaşlandırma) Uygulamaları	48
3.2.5. Hidrasyon Uygulamaları	49
3.2.5.1. Ozmotik Koşullandırma Uygulamaları	49
3.2.5.2. Humidifikasyon Uygulamaları	50
3.2.6. Yağ Tayini	50
3.2.7. Malondialdehit (MDA) Tayini	51
3.2.8. Toplam Protein Tayini	51
3.2.9. Çözülebilir Protein ve Katalaz Tayinleri	52

3.2.10. Verilerin Değerlendirilmesi	52
4. BULGULAR	53
4.1. Soğan Tohumlarında Yaşlanma ile Meydana Gelen Değişimler (Deneme 1)	53
4.1.1. Yaşlanma Sırasında Tohumlarda Meydana Gelen Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler	53
4.1.1.1. Çimlenme Oranı	53
4.1.1.2. Ortalama Çimlenme Süresi	55
4.1.1.3. Elektriksel İletkenlik	56
4.1.1.4. Toplam Yağ Oranı	57
4.1.1.5. Toplam Protein Oranı	58
4.1.1.6. Çözülebilir Protein İçeriği	59
4.1.1.7. Malondialdehit İçeriği	60
4.1.1.8. Katalaz Aktivitesi	61
4.1.2. Tohumlarda Yaşlanma ile Meydana Gelen Değişimlerin Çeşitler Bazında Genel Değerlendirmesi	62
4.1.2.1. Akgün-12	62
4.1.2.2. Valencia	64
4.1.2.3. TEG-502	66
4.1.2.4. Contes	68
4.2. Yaşlandırma Sonrasında Yapılan Hidrasyon (Ozmotik Koşullandırma ve Humidifikasyon) Uygulamaları ile Soğan Tohumlarında Meydana Gelen Değişimler (Deneme 2)	70
4.2.1. Ozmotik Koşullandırma Uygulamaları ile Tohumlarda Meydana Gelen Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler	70
4.2.1.1. Çimlenme Oranı	70
4.2.1.2. Ortalama Çimlenme Süresi	71
4.2.1.3. Toplam Yağ Oranı	74
4.2.1.4. Toplam Protein Oranı	74
4.2.1.5. Çözülebilir Protein İçeriği	75
4.2.1.6. Malondialdehit İçeriği	76

4.2.1.7. Katalaz Aktivitesi	77
4.2.2. Humidifikasyon Uygulamaları ile Tohumlarda Meydana Gelen Fiziolojik ve Biyokimyasal Değişimler	80
4.2.2.1. Çimlenme Oranı	80
4.2.2.2. Ortalama Çimlenme Süresi	80
4.2.2.3. Toplam Yağ Oranı	83
4.2.2.4. Toplam Protein Oranı	83
4.2.2.5. Çözülebilir Protein İçeriği	84
4.2.2.6. Malondialdehit İçeriği	85
4.2.2.7. Katalaz Aktivitesi	86
5. TARTIŞMA	88
KAYNAKLAR	106
TEŞEKKÜR	
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ**Sayfa
No.**

- Şekil 4.1.** Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında yaşlandırma süresi ile canlılık kaybı arasındaki ilişki. 54
- Şekil 5.1.** Soğan tohumlarında canlılık ve güç kaybına neden olan yaşlanma modeli. 101

ÇİZELGELER DİZİNİ

- Çizelge 4.1.** Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında çimlenme oranı ile yaşlandırma süresi arasındaki ilişki. 54
- Çizelge 4.2.** Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında yaşlanma ile ortalama çimlenme sürelerinde meydana gelen değişimler. 55
- Çizelge 4.3.** Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında yaşlanma ile elektriksel iletkenlikte ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$) meydana gelen değişimler. 56
- Çizelge 4.4.** Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında yaşlanma ile toplam yağ oranında (%) meydana gelen değişimler. 57
- Çizelge 4.5.** Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında yaşlanma ile toplam protein oranında (%) meydana gelen değişimler. 58
- Çizelge 4.6.** Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında yaşlanma ile çözülebilir protein (mg/g taze ağırlık) içeriğinde meydana gelen değişimler. 60
- Çizelge 4.7.** Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında yaşlanma ile MDA ($\mu\text{mol}/\text{g}$ taze ağırlık) içeriklerinde meydana gelen değişimler. 60
- Çizelge 4.8.** Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında yaşlanma ile katalaz (nmol H_2O_2 / dak / mg protein) aktivitelerinde meydana gelen değişimler. 61

- Çizelge 4.9.** Akgün-12 soğan çeşidinde, çimlenme oranı (ÇO), ortalama çimlenme süresi (OÇS), elektriksel iletkenlik (Eİ), toplam yağ oranı (YAĞ), toplam protein oranı (PRO), çözülebilir protein (ÇPRO), malondialdehit (MDA) ve katalaz aktivitesi (KAT) parametrelerinin korelasyon matrisi. 64
- Çizelge 4.10.** Valencia soğan çeşidinde, çimlenme oranı (ÇO), ortalama çimlenme süresi (OÇS), elektriksel iletkenlik (Eİ), toplam yağ oranı (YAĞ), toplam protein oranı (PRO), çözülebilir protein (ÇPRO), malondialdehit (MDA) ve katalaz aktivitesi (KAT) parametrelerinin korelasyon matrisi. 66
- Çizelge 4.11.** TEG-502 soğan çeşidinde, çimlenme oranı (ÇO), ortalama çimlenme süresi (OÇS), elektriksel iletkenlik (Eİ), toplam yağ oranı (YAĞ), toplam protein oranı (PRO), çözülebilir protein (ÇPRO), malondialdehit (MDA) ve katalaz aktivitesi (KAT) parametrelerinin korelasyon matrisi. 68
- Çizelge 4.12.** Contes soğan çeşidinde, çimlenme oranı (ÇO), ortalama çimlenme süresi (OÇS), elektriksel iletkenlik (Eİ), toplam yağ oranı (YAĞ), toplam protein oranı (PRO), çözülebilir protein (ÇPRO), malondialdehit (MDA) ve katalaz aktivitesi (KAT) parametrelerinin korelasyon matrisi. 70
- Çizelge 4.13.** Ozmotik koşullandırma uygulamalarının Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında nem kapsamı, normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri. 73
- Çizelge 4.14.** Ozmotik koşullandırma uygulamalarının Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında toplam yağ, toplam protein, çözülebilir protein, MDA ve katalaz aktivitesi üzerine etkileri. 79
- Çizelge 4.15.** Humidifikasyon uygulamalarının Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes çeşitlerinin tohumlarında nem kapsamı, normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri. 82

Çizelge 4.16. Humidifikasyon uygulamalarının Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında toplam yağ, toplam protein, çözülebilir protein, MDA ve katalaz aktivitesi üzerine etkileri.

1. GİRİŞ

Dünyada tarım alanlarının her geçen gün çeşitli nedenlerle daraldığı ve nüfusun hızla arttığı göz önünde bulundurulduğunda, günümüzde insanlığın en büyük sorunlarından birisi yetersiz ya da kalitesiz beslenme olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle iyi kalitede besin maddesi üretiminin artırılması büyük önem taşımaktadır. Bu da yüksek verim ve kaliteye sahip, farklı çevre koşullarına uyum sağlayabilen yeni çeşitlerin geliştirilmesinin yanı sıra, bu çeşitlere ait tohumların iyi koşullarda muhafazası ile mümkün olabilecektir. Sebze yetiştiriciliğinde en önemli materyallerden biri de tohumdur. Bu yüzden kaliteli tohum üretimi ve uzun yıllar ekonomik olarak depolanabilmesi üzerine araştırmalar halen devam etmektedir.

Çeşitli ıslah yöntemleriyle elde edilen ekonomik değeri yüksek tohumların canlılığını korumak ve bunları daha uzun yıllar muhafaza edebilmek tohum fizyologlarının her zaman ilgisini çekmiştir. Roos (1982)'a göre; tohum ömrü tartışmalı bir konudur ve bu ömrün binlerce yıla çıkarılabileceği iddia edilmektedir. Tohum ömrünün 200-250 yıl olduğu kaydedilmektedir. Bununla birlikte, sıvı azotun kullanıldığı depolama teknikleri ile tohum ömrünü binlerce yıla uzatma olasılığı mümkün görülmektedir. Fiziksel ve kimyasal teknikler kullanılarak tohum canlılığını belirlemek amacıyla çeşitli denemeler yapılmış; ancak sınırlı bir başarı elde edilmiştir. Tohum bozulma mekanizmaları hususunda çok miktarda bilgi toplandığı için, tohum canlılığını, tohuma zarar vermeden değerlendirmek mümkün olabilir. Bundan sonra tohum grupları, ölü tohumlar elimine edilmek suretiyle değerlendirilebilir ve çiftçi de ektiği tohumun sağlamlığı konusunda endişelenmek zorunda kalmaz.

Ellis ve Roberts (1981) canlılığını uzun yıllar muhafaza eden ve Ortodoks olarak adlandırılan tohumlarda yaşlanma ile depolama koşulları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Depolama esnasında çevre faktörleri, uzun ömürlülük ve canlılığın korunması arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Bu araştırmacılar, depolama koşulları ve tohumların canlılığı arasındaki ilişkiyi belirlemek için, yeni geliştirilmiş bir canlılık denklemini ortaya koymuşlardır. Depo çevre şartlarının daha geniş bir şekilde düzenlenmesiyle bir türün bütün çeşitlerine ait tohum

partilerinin herhangi bir depolama periyodu sonunda canlılığını önceden tahmin etmek için bu denklem kullanılabilir. Ölümden önce meydana gelen tohum bozulmasının diğer belirtileri, hem bireysel hem de popülasyon bakımından tartışılmaktadır. Söz konusu araştırmacıların bu çalışması ile tohum gruplarında yaşlanma göstergelerinin gelişmesini niteleyen kanıtlar sunulmuştur.

Tohumların yaşam sürelerini belirleyen etmenlerin, tohum nemini kontrol eden havanın oransal nemi ve tohumdaki biyokimyasal olayların hızını etkileyen depolama sıcaklığı olduğu belirtilmiştir (Harrington 1972, Kacar 1989, Sağsöz 2000). Yapılan çalışmalar sonucunda tohumların canlılıklarını koruyabilmeleri için 21°C'de nispi nemin %60'tan, 4-10°C'de %70'ten daha yüksek olmaması gerektiği ortaya konmuştur (Sağsöz 2000). Ortodoks tohumların canlılık süresi, depolama sıcaklığı ve tohum nem kapsamı azaldıkça artmaktadır (Şehirli 1997).

Tohumlar yaşam sürelerini uzatmak için uygun koşullarda depolansalar bile, serbest radikal içeriğinin artması, protein yapılarının değişimi, besin rezervlerinin bozulumu, yağ asidi içeriği ve enzimatik aktivitelerinin değişimi, membran zararı, kromozom değişimleri ve solunum artması nedeniyle belirli süreler sonucunda zarar görmekte ve canlılıklarını kaybetmektedir (Justice ve Bass 1979).

Bugüne kadar canlılığı ya da gücü azalmış olan çok sayıda türün tohumlarına çeşitli hidrasyon (ozmotik koşullandırma, humidifikasyon ve suda bekletme) uygulamaları yapılarak başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Brüksel lahanası (Burgass ve Powell 1984), domates (Coolbear ve ark. 1984, Aljaro ve Wyneken 1985, Globerson ve Feder 1987), soya fasulyesi (Tilden ve West 1985), soğan (Bradford 1986, Dearman ve ark. 1986, Bujalski ve ark. 1989, Pandey 1989a, Basra ve Malik 1994, Sivritepe ve Demirkaya 2002), fasulye (Pandey, 1989b), havuç ve kereviz (Globerson ve Feder 1987), biber (Saxena ve Gita 1988, Başar ve ark. 2004) ve ıspanak (Özçoban 2004) bu çalışmalara örnek olarak verilebilir.

Hidrasyon tekniklerinden biri olan ozmotik koşullandırmanın genel prensibi; tohumların "çimlenme sınırına" ulaşıncaya kadar su alması; fakat

solüsyonlar uzaklaştırılana kadar fazla su almanın engellenmesidir. Bunu takiben, hızlı ve eş zamanlı çimlenmenin elde edilmesi beklenen sonuçlardandır (Fortham ve Biggs 1985). Son zamanlarda, polietilenglikol (PEG), mannitol ve çeşitli potasyum tuzları gibi kimyasalların yanı sıra deniz yosunu gibi doğal maddelerle ozmotik koşullandırma yapabilme olanakları araştırılmaktadır (Sivritepe 2000).

Yapılan çeşitli araştırmaların sonuçlarına göre; ozmotik koşullandırma uygulanan ve daha sonra çimlendirilen tohumlarda, protein, RNA ve DNA sentezleri ile asit fosfataz ve esteraz gibi bazı enzimlerin faaliyetlerinde artışlar meydana gelmiştir (Khan ve ark. 1978, Coolbear ve Grierson 1979, Blowers ve ark. 1980, Dell'Aquila ve Taranto 1986, Fu ve ark. 1988, Bray ve ark.1989, Dell'Aquila ve Bewley 1989). Chiu ve ark. (2002), mısır tohumlarında ozmotik koşullandırma uygulamalarından sonra lipid peroksidasyonunun azaldığını, antioksidatif faaliyetlerin arttığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmalar, ozmotik koşullandırma uygulamaları ile birçok metabolik işlemin aktif hale geldiğini göstermektedir.

Tohumlarda çeşitli nedenlerle oluşan zararlanmalar sonucunda, canlılık ve güçte meydana gelen kayıplar, diğer bir hidrasyon tekniği olan humidifikasyon ile en aza indirilmekte ya da tamamen önlenabilmektedir. Humidifikasyon, suya doyurulmuş bir atmosferde su alımının ilk safhasında tohumların bünyelerine çok yavaş su girişini sağlayan bir çimlenme öncesi uygulamadır (Sivritepe 1992). Farklı sebze türlerine ait tohumlarda yapılan bu uygulamanın, canlılık ve gücü artırma yönündeki etkileri ortaya konmuştur (Rao ve ark. 1987, Sivritepe ve Dourado 1994, Sivritepe ve Demirkaya 2002).

Bu çalışmada dört soğan çeşidine (Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes) ait tohumlarda yaşlanma ile meydana gelen fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerin incelenmesi ve belirli bir canlılık kaybından sonra hidrasyon tekniklerinin (ozmotik koşullandırma ve humidifikasyon) kullanımı ile onarım mekanizmasının çalıştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla, denemeler iki aşamalı olarak planlanmıştır.

Birinci denemede, farklı çeşitlerin benzer nem kapsamlarındaki tohumları kontrollü bozulma uygulamalarına tabi tutularak, her çeşidin yaşlanmaya olan

eğilimi ve yaşlanma sırasında meydana gelen fizyolojik ve biyokimyasal değişimlerin farklı canlılık seviyelerinde incelenmesi amaçlanmıştır.

İkinci denemede ise, birinci denemeden elde edilen sonuçların ışığında ve yapılan çeşitli ön denemelerden de yararlanılarak, tohum canlılığı açısından tespit edilen belirli bir seviyede (yaklaşık %80 canlılık), tohumlara yapılan ozmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamaları ile canlılık ve güçte geriye kazanımın pratikte ne derecede mümkün olabileceğinin gösterilmesi hedeflenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Tohumlarda Canlılık ve Gücü Etkileyen Faktörler

Tohum canlılığı ve gücünü etkileyen faktörler genellikle hasat öncesi ve hasat sonrası olmak üzere iki kısımda incelenmektedir. Şehirli (1997), hasat öncesi tohumların canlılığını etkileyen en önemli faktörün tohum olgunluğu olduğunu, dölllenme ile tohumun olgunlaşmasına kadar geçen sürede etkili çevre koşullarının tohumun canlılığı ve gücünü etkilediğini belirtmiştir.

Soğan tohumlarının en uygun hasat zamanı üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bunlardan Yanmaz ve Özçoban (2000), Pan 88 çeşidi soğan tohumlarında tam çiçeklenmeden itibaren 27-41 gün arasında canlılıkları incelemişler ve en uygun hasat zamanının tohum neminin %35'in altına düştüğü tam çiçeklenmeden 35-40 gün sonra olabileceğini tespit etmişlerdir. Diğer taraftan Avustralya da 'Earley Cream Gold' çeşidi soğan tohumlarında Spurr ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmada ise tam çiçeklenmeden itibaren 53-77 güne kadar çimlenme oranının değişmediğini; ancak çimlenme hızı ve homojenliğinde problemler olduğunu; en kaliteli tohumların tam çiçeklenmeden 77 gün sonra hasat edilen tohumlar olduğunu belirlemişlerdir. Bu da, aynı türün çeşitleri arasında bile optimum hasat zamanları açısından farklılık olduğunu göstermektedir. Burada kültürel işlemler ve iklim koşulları yanında muhtemelen genetik faktörler de etkili olmaktadır.

Aynı depolama koşullarında bile türler arasında yaşam süreleri bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Diana F₁ ve Aki soğan tohumları %10 nem içeriğinde 5 ve 25°C'de 2 yıl depolanmış; Diana F₁ çeşidinin tohumları her iki sıcaklık derecesinde canlılığını kaybetmiş; ancak bu 25°C'de depolananlarda daha hızlı olmuştur. Aki çeşidinde ise her iki sıcaklıkta canlılık kaybı olmamıştır. Burada Aki çeşidinin yaşlanmaya karşı genetik olarak daha mukavim olduğu ileri sürülmüştür (İlbi ve Eser 2004).

Kacar (1989) ise tohumları yaşam sürelerine göre 3 gruba ayırmıştır.

Makrobiyotik tohumlar: 15 yıldan daha fazla yaşayanlar,

Mesobiyotik tohumlar: 3-15 yıl arası yaşam süresi olanlar,

Mikrobiyotik tohumlar: en çok 3 yıl canlı kalanlar.

Çeşitli araştırmacılar tohumların döllenenmeden olgunluğa kadar geçen dönemde, sıcaklık ve yağış gibi iklim faktörleri yanında toprakta mineral madde bulunmayışı, toksik madde birikimi gibi koşulların tohumun en yüksek kaliteye ulaşmasını engellediğini belirtmişlerdir (Abdul-Baki ve Anderson 1972, Smith ve Berjak 1995). Sağsöz (2000) ise kırılmış, çatlamış veya yaralanmış tohumların, sağlam olanlara göre canlılıklarını daha hızlı kaybettiğini belirtmiştir. Ancak bazı durumlarda fiziksel olarak bozulma belirtileri görülme bile, tohumların fizyolojik olarak zarar görmüş ve hızlı bir bozulmaya karşı duyarlılık kazanabileceğini de belirtmiştir. Bunun nedenlerinin de muhtemelen ekstrem sıcaklıklar, su ve mineral madde eksikliğinden kaynaklanabileceğini ileri sürmüştür.

Ayrıca, hasat sırasında tohumlarda meydana gelebilecek çatlama, yaralanma vb. fiziksel zarar verici uygulamaların tohumun depo ömrünü kısalttığı ve fungal hastalıkların bulaşmasına neden olduğu belirtilmiştir (Harrington 1972, Smith ve Berjak 1995, Şehirli 1997).

2.2. Depolama Koşullarının Tohum Canlılığı ve Gücü Üzerine Etkileri

Ticari olarak üretilen tohumlar genellikle üretildikleri yıl bir kısmı tüketilse de, geriye kalan bir kısmı çeşitli nedenlerle (gen kaynağı olması, istenilen değerde satılamaması, talep edilenden fazla üretim olması vb.) depolanması gerekmektedir. Ancak depolanan tohumlar, depolama esnasında başta canlılık ve güç kaybı gibi fizyolojik parametreler olmak üzere, çeşitli biyokimyasal değişimler ortaya çıkmaktadır. Özellikle soğan tohumu gibi yağlı tohumlarda yağlar okside olmakta, toksik maddeler oluşmakta ve tohumlar canlılığını çok çabuk kaybetmektedir. Günümüzde depo koşulları ayarlanarak tohumları canlılık ve güç kaybı olmadan ya da en az kayıpla depolama yolları aranmaktadır.

Dünyanın değişik bölgelerinde yer alan gen bankalarında, yüksek canlılıkta uzun süreli muhafaza edilen tohum popülasyonlarının canlılığı (çimlenme yüzdesi) belirli zaman aralıkları ile gözden geçirilmektedir. Herhangi bir tohum popülasyonunda canlılık rejenerasyon standardının (kabul edilebilir en

düşük canlılık seviyesi, genellikle %85 olarak değerlendirilir) altına düştüğünde o tohum grubu dışarı çıkarılmakta, yerine taze ve canlılığı yüksek olan populasyon yerleştirilmektedir (Ellis ve ark. 1985). Ancak bu uygulama, bir tohum populasyonunun ekimi yapılarak yeniden tohum eldesine kadar geçecek belirli bir zaman periyodu gerektirmektedir.

Tohumların yaşlanmasında birçok içsel ve dışsal faktörün etkisi vardır. Bunlar özetle ortam şartları (sıcaklık, nem ve gazlar), radyoaktif ışınların varlığı, bünyede kendiliğinden mutasyona neden olan maddelerin birikimi, yağlarda meydana gelen oksitlenme, kromozomlarda meydana gelen zararlanma ve bozulmalardır (Bewley ve Black 1985, Priestley 1986, Roberts 1988).

Depolama sırasında tohumlardaki canlılık kayıpları ile ilgili olarak çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen nedenleri hala tam olarak açıklanamamıştır. Ancak zararlanma sırasında protein, nükleik asit, lipid gibi çok fonksiyonel moleküllerin değişimlere uğradığı rapor edilmiştir (Abdul-Baki ve Anderson 1972, Harrington 1973, Bewley ve Black 1982, Priestley 1986, İlbi ve Eser 2004).

Tohumlardaki yaşlanma hızını etkileyen en önemli çevresel faktörler nispi nem ve sıcaklıktır (Harrington 1973, Şehirali 1997, Sağsöz 2000). Tohumların yaşam sürelerini etkileyen depo koşullarına yönelik temel kural ilk olarak 1960'da Harrington tarafından geliştirilmiştir. "Başparmak Kuralı" olarak bilinen bu kuralda; depo sıcaklığındaki her 5°C'lik azalmanın veya tohum nemindeki her %1'lik azalmanın tohum ömrünü ikiye katladığı ve her iki parametrenin birlikte aditif etkide bulunduğu belirtilmektedir.

Tohum nem kapsamı ve sıcaklıkla ilgili olarak yapılan çalışmalarda sıcaklık ve tohum nem kapsamı arttıkça tohumların ömrü kısalmış ve kimyasal bozulmalar artmıştır. McDonald (1999) yüksek tohum nem kapsamı ve yüksek sıcaklıkta yaşlanmanın hızlandığını belirtmiştir.

Tohumlar depolanma davranışlarına göre; ortodoks, rekalsitran ve ara-tip olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Ortodoks tohumlar, düşük nem içerikleri ve düşük sıcaklıklarda uzun süre depolanabilirler ve herhangi bir canlılık kaybına uğramazlar. Ekonomik yönden değerli bahçe ve tarla bitkileri ile süs bitkilerinin tohumları bu grupta yer alır. Rekalsitran tohumlar, zarar görmeden

kurutulamayan, uzun süreli depolamaya direnç gösteren, inatçı olarak tanımlanan tohumlardır. Canlılıklarını birkaç hafta veya ay içerisinde kaybederler. Çok sayıda tropik iklim bitkileri ve bazı ılıman iklim bitkilerinin tohumları bu gruba girerler (Roberts 1973). Tohum depolanma davranışında yukarıdaki iki kategori içerisine de girmeyen tohumlara üçüncü bir grup olarak ara-tip tohumlar denilmiştir. Bu grupta yer alan kahve ve papaya gibi daha önce rekalsitran olduğu düşünülen tohumların -90 MPa ile -150 MPa aralığına kadar kurutulabileceği; ancak daha ileri bir kurutmanın canlılığın düşmesine neden olduğu görülmüştür (Ellis ve ark. 1990a, 1991a, b).

Ortodoks tohumların, depolama sırasında artan tohum nemi veya sıcaklıkta canlılıklarını kaybettikleri bilinmesine rağmen, bazı araştırmacılar ortodoks yapıda olan soğan tohumunda, tohum nemindeki artışa rağmen canlılık kaybının hızlı olmadığını saptamışlardır. Bunun nedeni olarak yüksek tohum neminde iyileştirme mekanizmasının aktif olduğu ileri sürülmüştür (Ellis ve Roberts 1977).

Harrington (1973), çok düşük tohum neminde de canlılık kayıplarının görülebileceğini belirtmiştir. Çok kuru tohumda oksidatif zararlanmalara karşı koruyucu olan makromoleküllerdeki suyun ayrıldığı ve böylece oksidatif olaylarda artış olarak canlılık kayıplarına neden olduğunu ileri sürmüştür.

Roberts ve Ellis (1989) depolama sırasında türlere bağlı olarak en düşük nem içeriğinin %2-6 olmasının gerektiğini, nemin bu seviye altına düşmesiyle canlılık kaybında az ya da hiç iyileşme olmayacağını, buna karşın en yüksek nem seviyesinin tohumun yağ içeriğine bağlı olarak %15-28 arasında olması gerektiğini önermişlerdir. Ayrıca oldukça düşük nem içeriğinde depolananlarda da zararlanmanın görüldüğü ve bu sırada oluşan kimyasal değişimlerin muhtemelen enzimatik olmayan reaksiyonlarla ilgili olduğu belirtilerek bu zararlanma ve değişimlerin tohumların su içerikleriyle ilişkili olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Kuru depolamada tohumlarda görülen canlılık kaybının, düşük nem içeriğinde dokularda iyileştirme sistemleri yetersizliği nedeniyle olduğu belirtilmiştir. Böylece tohumda biriken makromolekül zararının sadece tohumun

çimlenmesi sırasında su alırken tamir edilebildiği ileri sürülmüştür (Villiers ve Edgcumbe 1975).

Vertucci ve Roos (1990) beş türde farklı nem içeriklerinde kimyasal reaksiyon, solunum ve yaşlanma hızını inceleyerek, suyun fiziksel durumu ve tohumların fizyolojik aktivitelerindeki değişimlerini araştırmışlardır. Değişik nispi nem seviyelerine bağlı olarak suyun fiziksel durumu ve tohumların fizyolojik aktivitelerindeki değişimleri gözleyerek %91 nispi nemde solunumun başladığını, %27 nispi nemde termal-kimyasal reaksiyon hızının arttığını, %19 nispi nemin canlılık için optimum olduğunu belirten çalışmalarını sonunda tohumların nemini %19 ile %27 nispi nem arasında dengeye getirmek suretiyle canlılığın korunması için gerekli optimum nem seviyesinin sağlanacağını belirtmişlerdir.

Vertucci ve ark. (1994), depolama için gerekli optimum nem içeriğinin sıcaklıkla değiştiğini ileri sürmüşlerdir. Bu araştırmacılar hipotezlerini desteklemek amacıyla %1 ile %90 arasındaki nispi nem seviyeleri ve -5 ile 65°C arasında değişen sıcaklıklarda, aydınlık ve karanlık koşullarda depoladıkları bezelye tohumlarında canlılık ve güç kaybını belirlemişlerdir. Depolama için optimum nem içeriğinin (kuru ağırlık bazında) karanlık ortamda 65°C'de %1.5'tan 15°C'de %10'a kadar değiştiğini; aydınlık koşullarda 35°C'de %5.7'den -5°C'de %9.2 neme kadar değiştiğini belirlemişlerdir. Çalışmaları sonunda optimum nem içeriğinin sıcaklıktan ayrı düşünülemeyeceğini vurgulamışlardır.

Harrison ve Carpenter (1977)'a göre, 19°C'de açıkta nem kontrolsüz depolanan tohumlar zamana bağlı olarak canlılıklarını kaybederken, -20 ve -196°C'de nem geçirimsiz kaplarda %3-4 ve %16 nem içeriğinde 3 yıla kadar depolanan tohumların çimlenme gücünde azalma saptanmamıştır.

Ram ve Wiesner (1988), 50°C ve %100 nemde suni olarak yaşlandırılmış iki buğday çeşidinde, yaşlanmanın ilerlemesiyle birlikte çimlenme hızının azaldığını saptamışlardır.

Lepori ve Quagliotti (1981), %35, 55 ve 75 nispi nem ve oda sıcaklığı, 30 ve 40°C'de depoladıkları şalgam ve brokkoli tohumlarında zararlanmaların, depo sıcaklığı ve neminin artışıyla arttığını saptamışlardır. Bu zararlanmaların göstergesi olarak ortalama çimlenme süresinin arttığını ve çimlenme yüzdesinin

azaldığını saptamışlardır. Yüksek sıcaklıkta (30 ve 40°C), düşük depo neminde (%35) depolananlarda canlılık kaybının, yüksek nemde (%55 ve 75) depolananlara göre daha az olduğunu tespit etmişlerdir.

Biber tohumlarında yapılan bir araştırmada 35°C'de 6 aya kadar depolanan biber tohumlarında, çimlenme oranı depolamanın 2. ayında %80'den %25-30'a, 3. ayında ise %10'un altına düştüğü saptanmıştır (Georghiou ve ark. 1987).

Styer ve ark. (1988)'na göre, %5, 10, 15, 20 ve 25 nem içeriklerinde -10, 5, 15, 25 ve 35°C'de 10 aya kadar depolanan hıyar, soğan ve turp tohumlarında; depolama süresi, depolama sıcaklığı ve tohum nemi arttıkça, çimlenme oranının azaldığı tespit edilmiştir. Yüksek sıcaklıkta (25-35°C) ve yüksek nem içeriğindeki (%20-25) tüm tohumların 2.5 aylık depolama sonrasında canlılıklarını kayb ettikleri belirlenmiştir. 5°C'de %5 nem içeriğindeki tohumların depolamadan 10 ay sonra canlılığın en yüksek değerinde kaldığı saptanmıştır.

Thanos ve ark. (1989), 5 ve 25°C'de 3 yıla kadar depolanan biber tohumlarında 5°C'de depolananların, depolama süresince çimlenme gücünü koruduğu ve %80-90 gibi yüksek değerlere sahip olduğunu belirlemişlerdir. Buna karşın, 25°C'de depolanan tohumlarda çimlenme gücünün, optimum çimlenme sıcaklığında (25°C) %84'ten %66'ya düştüğü; ortalama çimlenme süresinin, çimlenme sıcaklığına bağlı olarak sırasıyla 30 ve 13 güne kadar arttığı saptanmıştır.

Soğan tohumları 5, -18 ve -196 (sıvı azotta) °C'de 10 yıl depolanmış, çimlenme oranı ve tohumdan elektrolit sızıntısı incelenerek, uzun süreli depolamanın etkileri araştırılmıştır. Denemede 10 yıllık depolama periyodunda çimlenme oranının -18 ve -196°C'de depolananlarda düşmediği, buna karşın 5°C'de depolananlarda %94'ten %68'e düştüğü belirlenmiştir. Depolanan tohumların nem içeriklerinin değiştiği, -196°C'dekilerde ise değişimin olmadığı gözlenmiş ve 5 °C'de canlılığın azalmasının depolama sırasında tohumun nem içeriğindeki değişimden kaynaklandığı belirlenmiş ve -196°C'de depolamanın en az fizyolojik zararlanmaya neden olduğu ifade edilmiştir (Standwood ve Sowa 1995).

Ellis ve ark. (1996) -20 ve 20°C'de, %5.5-6.8 ile %2-3.7 nemde 5 yıl depoladıkları havuç, yarfıstığı, marul, kolza ve soğan tohumlarında en önemli canlılık kaybının; 20°C'de %5.5-6.8 nemde depolanmalarda olduğunu saptamışlardır. -20°C'de her iki nemde depoladıkları tohumlarda canlılık kaybının olmadığını tespit etmişlerdir. 20°C'de %2-3.7 nemde depoladıkları tohumlarda canlılık kaybının %5.5-6.8'dekine göre daha az olduğunu belirlemişlerdir.

Hıyar tohumlarının farklı nem seviyelerinde depolanmalarının tohum canlılık ve gücü üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; %2.4-7.2 arasında nem kapsamına sahip tohumlar 27±8°C'de 1 yıl depolanmıştır. Depolama boyunca çimlenme oranı kademeli olarak azalmış; ancak bu azalma nem içeriği yüksek olanlarda daha fazla olmuştur (Zeng ve ark. 2004)

Chiu ve ark. (2002), 10,15 ve 25°C'de ozmotik koşullandırma uygulanmış tatlı mısır tohumlarının 10°C'de depolandıkları zaman, 12 aya kadar canlılıklarını kaybetmeden muhafaza edilebildiği sonucuna varmışlardır. Ancak, 25°C'de depolandığı zaman 12 aya kadar canlılığını kaybettiğini tespit etmişlerdir.

2.3. Tohumlarda Canlılık Kaybıyla Meydana Gelen Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler

Yaşlanma ile birlikte tohumlarda çeşitli parametrelerde değişim söz konusu olmaktadır. Yaşlanma ile birlikte tohumun gücü ve canlılığı azalmakta ve tohumdan sızan madde miktarı artmaktadır. Ancak, bu canlılık ve güç kayıpları tohum tür ve çeşitlerine göre değişmektedir. Tohumlarda yaşlanmanın nedenleri ile ilgili birçok teori ileriye sürülmüştür.

Bunlardan ilki tohum bozulması konusunda ileri sürülen en eski teorilerden birisi olan "tohumdaki besin rezervlerinin azalması"dır. Tohumların çoğu, binlerce yıl sonra çimlenmelerine yetecek kadar besin maddesi içermektedirler. Bunun için bu teori kritik araştırmalar için geçerli değildir. Ayrıca, kuru tohumlarda biyokimyasal indirgenme reaksiyonları fark

edilemeyecek kadar yavaştır ve çoğu tohumun ömrü yedek besin maddelerinin tüketilmesi için yetersizdir (Sağsöz 2000).

Tohumların yaşlanma nedeni olarak ileri sürülen teorilerden ikincisi meristematik hücrelerin kaybolmasıdır. Bu teoriye göre solunum, yedek besinlerin depo alanlarından dokulara taşınmasını azaltmakta ve embriyo gelişimini engellemektedir. Sadece birkaç hücrenin besin rezervleri azalsa bile, yaralanma ya da besin eksikliğinden dolayı meristematik hücrelerin ölebileceği dikkate alınarak, başka bir çalışma yapılmış, meristematik hücrelerin besinlerini ADP'den ATP'ye dönüştürmeden tükettikleri ileri sürülmüştür (Sağsöz 2000).

Tohumların yaşlanma nedeni olarak ileri sürülen teorilerden üçüncüsü, toksik bileşiklerin birikmesidir. Bu teoriye göre; düşük nem koşullarında toksik maddelerin birikmesi sonucu solunum ve enzim aktivitesi azalmaktadır. Ayrıca, yaşlanmanın nedeni olarak, tohumda çimlenmeyi engelleyen bir madde olan absizik asitin birikmesi ileri sürülmüştür (Smith ve Berjak 1995, Sağsöz 2000).

Tohumlarda yaşlanmanın nedeni olarak ileri sürülen teorilerden dördüncüsü, çimlenmenin başlangıç mekanizmasının bozulmasıdır. Bu teoride çimlenmenin uyarılması için enzim aktivitesinin başlatılmasında gibberellinler ile sitokininlerin rolü üzerinde durulmuş ve bu tür gelişme hormonlarının yaşlanmış tohumlarda çimlenmeyi arttırdığı savunulmuştur. Yapılan çalışmalarda, yaşlanmış kolza tohumları 1 atm etilen gazı ile muamele edilmiş ve sonuçta normal fidelerin gelişmesi için yeterli olduğu görülmüştür. Gibberellik asitin yaşlanmış sap kerevizi tohumlarının çimlenmesini arttırdığı tespit edilmiştir (Sağsöz 2000).

Tohumların yaşlanma nedeni olarak ileri sürülen teorilerden beşincisi, ribozomların ayrılma yeteneklerinin azalmasıdır. Cansız tohumlarda ribozomların ayrılması gerçekleşmez ve protein sentezlenemez. Fakat yaşlanmanın ribozomlar üzerine etkileri incelenmemiştir (Sağsöz 2000).

Tohumların yaşlanma nedeni olarak ileri sürülen teorilerden altıncısı, enzimlerin yapılarındaki temel değişiklikler sonucu enzim azalması ve inaktivasyonudur (Saxena ve ark. 1985, Ram ve Wiesner 1988, Basavarajappa ve ark. 1991, Livesley ve Bray 1991, Rajagapol ve Sen-Mandi 1992, Kalpana ve Rao 1993, Salama ve Pearce 1993, Basra ve Malik 1994, Aung ve McDonald

1995, Murthy ve Sun 2000, Saęsöz 2000, Goel ve ark. 2002). Yaşlanmış tohumlarda katalaz, dehidrogenaz ve glutamik asit dekarboksilaz gibi enzimlerin aktivitesinde azalma meydana gelmektedir. Enzim aktivitesinin azalması, solunum potansiyelini ve ATP oluşumunu, dolayısıyla çimlenmede tohuma sağlanan besin miktarını dūřürmektedir. Enzimlerin makromolekūler yapısındaki değişiklikler onların etkinliklerinin azalmasına neden olmaktadır. Sūlfūhidril gruplarının oksidasyonu veya protein yapısındaki aminoasitlerin değişmesi ile enzimlerin bileşimi değişebilmektedir. Enzimler, ince yapının kısmen kıvrılması veya kıvrılmaması, polimerlerin şeklinin yoğunlaşması ve alt birimlerin azalması gibi, şekilsel değişikliklere uğrayabilmektedirler (Saęsöz 2000).

Tohumların yařlanma nedeni olarak ileri sūrūlen teorilerden yedincisi, lipidlerin peroksidasyonudur (Harrington 1973, Bewley ve Black 1985, Bewley 1986, Priestley 1986, Wilson ve McDonald 1986, Perl ve ark. 1987, Thompson ve ark. 1987, Roberts 1988, McKersie ve Leshem 1994, Smith ve Berjak 1995, Bailly ve ark. 1996, Sung 1996, Bailly ve ark.1998, Saęsöz 2000, Goel ve ark. 2002, Murthy ve ark 2002, Goel ve Sheoran 2003). Serbest yaę kōkleri, metabolik sūreçler ve iyonize radyasyonun kullanılması ile meydana getirilmektedir. Havanın neden olduęu oksidasyon sırasında kısa ömürlū kararsız baęların meydana gelmesi, proteinler, enzimler ve bunlarla ilgili dięer biyolojik bileřikler için zararlı olabilmektedir. Būtūn hūcre zarlarının yapısında yer alan lipidler %1-5 nem ięeren tohumlarda makromolekūller ya da enzimler ve dięer proteinleri ięine alan būtūn hūcre öęeleri ile yakından ilgilidirler. Lipid oksidasyon ūrūnleri (karboniller gibi) genelde suyun tek molekūllū tabakası tarafından sarılan makromolekūllerle birleřebilme özellięine sahiptirler. İleri enzim inaktivasyonu, proteinlerin bozulması, genetik mutasyonlar, DNA ve RNA'nın bozulması, bir hūcrenin fonksiyonel yapısını yavař yavař bozmaktadır. Lipid oksidasyonu būtūn hūcrelerde gōrūlmektedir. Ancak su, tepkisel bileřikler ve makromolekūller arasında bir tampon gōrevi yaparak, enzim inaktivasyonunun tūm hūcrelere yayılmasını önlemektedir. E vitamini, fosfolipidler ve fosforil kolin gibi bazı hūcrenel bileřikler oksitlenmeyi önleyen maddeler olarak etki gōsterirler. Bu durum %6-12 nem kořullarında tohum yařlanmasının nedeni olarak gōz önūnde bulundurulmalıdır. Nem %12'nin

üzerinde olduğu zaman diğer faktörler ön plana geçmektedir (Harrington 1973, Sağsöz 2000). Lipidlerin oksitlenmesi, yüksek sıcaklık ve oksijen konsantrasyonu ile artmaktadır (Şehirli 1997, Sağsöz 2000).

Tohumların yaşlanma nedeni olarak ileri sürülen teorilerden sekizincisi, hidrolitik enzimlerin formasyonu ve aktivasyonudur. Tohumun nem içeriği belirli bir düzeye ulaştığında enzimler aktive olmaktadır. Tohumun çimlenmesi için, nem içeriğinin yüksek bir düzeyde olması gerekir. Eğer nem düzeyi çimlenme için yeterli değilse, parçalanmış ürünlerin birikmesine bağlı olarak, tohum bozulmaktadır. Bozulmanın belirtisi de, lipaz enziminin aktivitesine bağlı olarak, serbest yağ asitleri miktarının artmasıdır. Fosfolipaz ve hidrolaz gibi bazı enzimler ve fosfolipidler tohumun zar yapısını bozmaktadırlar. Fosfataz enzimlerinin ATP'yi ADP'ye çevirmeleri sonucunda fosforik asit konsantrasyonu yükselmekte ve enerji kaybı meydana gelmektedir. Yüksek nem koşullarında aktive olan diğer hidrolitik enzimler amilaz ve proteolazlardır. Bu enzimler %20 ve daha yüksek nem koşullarında önemli olmaktadır. Nem düzeyi %20'nin altına düşüğünde ise diğer bozulma nedenleri yaygın olarak görülmektedir (Sağsöz 2000).

Tohumların yaşlanma nedeni olarak ileri sürülen teorilerden dokuzuncusu, mantar bulaşmasıdır. Tohum bünyesindeki nem oranı %14-15 ve daha yüksek olduğunda mantar bulaşması önem kazanmaktadır (Khanal 1990, Vertucci 1993, Sağsöz 2000). Mantar bulaşmasının en yoğun olduğu optimum sıcaklık 30°C'dir (Sağsöz 2000).

Tohumların yaşlanma nedeni olarak ileri sürülen teorilerden onuncusu, fonksiyonel yapıların yıkılmasıdır (Abdul-Baki ve Anderson 1972, Harrington 1973, Bewley ve Black 1982, Priestley 1986, Smith ve Berjak 1995, Sağsöz 2000). Hücre zarları, tohum yaşlanmasının ileri safhalarında, seçici geçirgenlik özelliklerini kaybederek, sitoplazmik metabolizma ürünlerinin hücrelerarası boşluklara akmasına engel olmamaktadırlar. Hücre zarlarının bozulması hem fosfolipazların etkisiyle fosfolipidlerin hidrolizine hem de fosfolipidlerin oksitlenmesine bağlı olarak meydana gelmektedir. Bitkilerin yaşlanması üzerine yapılan çalışmalar sonucunda, mitokondrial değişikliklerin tohum bozulmasında önemli rol oynadığı kanıtlanmıştır. Bozulma sonucu meydana gelen

değişiklikler, mitokondrilerin sürekli şişmesine ve doğal şişme-bozulma yeteneklerini kaybetmelerine neden olmaktadır. Daha sonra mitokondriler pigmentli ve parçalı bir yapıya dönüşmektedirler. Bu parçalanma, mitokondri zarların bozularak fonksiyonlarını yitirmelerine neden olmaktadır. Mitokondriyal bozulmanın sonucu olarak ATP az miktarda artmakta ve solunumun işlevlerinin yerine getirilmesi için gerekli olan oksidatif fosforilasyon yeteneği azalmaktadır. ATP enziminin faaliyeti sonucu ATP, ADP'ye dönüşerek mitokondrideki mevcut enerjiyi tüketmektedir. Şişmiş mitokondri ve mitokondriyal parçalanma ATP'nin azalmasını hızlandırmaktadır. Doymamış yağ asitleri, fosfolipidler, engelleyici etmenlerin ilavesi ve albümin gibi yağ asitlerine bağlanan bileşikler, mitokondrilerde kısmen ya da tamamen fonksiyonel değişiklikler meydana getirebilirler. Belirli büyüme düzenleyicileri, mitokondrilerin ve diğer sitoplazmik zarların seçici geçirgenlik özelliğinin ve bütünlüğünün korunmasına yardımcı olmaktadır (Sağsöz 2000).

Tohumların yaşlanma nedeni olarak ileri sürülen teorilerden onbirincisi, genetik bozulmadır (Harrington 1972, Abdul-Baki ve Anderson 1972, Osborne 1980, Smith ve Berjak 1995, İlbi ve Eser 2004). Bazı durumlarda, canlı tohum dokularında tesadüfen meydana gelen somatik mutasyonlar tohum bozulmasına neden olabilmektedir (Sağsöz 2000).

Tohumların yaşlanma nedeni olarak ileri sürülen teorilerden onikincisi, kuru tohumlarda enzimatik olmayan Amadori-Mailard reaksiyonları ve serbest radikal reaksiyonları olduğu ileri sürülmüştür (Blackman ve Leopold 1993, Murthy ve Sun 2000, Murthy ve ark. 2002).

İlbi ve Eser (2004) soğan tohumlarında yaşlanma sırasında canlılık ve güçte meydana gelen değişimleri belirlemek ve yaşlanma ile ilgili mekanizmalar hakkında bazı sonuçlar elde etmek için yaptıkları çalışmada; Diana F₁ ve Aki soğan çeşitlerinin tohumları %10 nem içeriğinde, 5 ve 25°C'de iki yıla kadar depolanarak doğal yaşlanmaya maruz bırakılmıştır. Diana F₁ çeşidinin tohumları, her iki depo sıcaklığında depolama süresinin artışıyla canlılıklarını kaybetmiştir. Ancak, tohumlardaki canlılık kaybı yüksek sıcaklıkta (25°C) depolananlarda daha hızlı olmuştur. Aki çeşidinin tohumlarının çimlenme gücü ise her iki sıcaklıkta depolama sırasında azalmamıştır. Bu muhtemelen Aki

çeşidi tohumların Diana çeşidi tohumlarına göre daha yüksek güce sahip olmalarından ya da yaşlanma mekanizmasına karşı genetik olarak daha dirençli olmalarından kaynaklanmıştır. Diana çeşidi tohumlarında yaşlanmayla canlılık ve güç kaybı, tohumdan sızan madde miktarındaki artış ile ilişkili bulunmuştur.

Kalpna ve Rao (1993), hızlandırılmış yaşlanmaya maruz kalan güvercin bezelyesi (*Cajanus cajan*) tohumlarında yaşlanma sonrası çimlenme gücünün, kontrole göre ICPL87 çeşidinde %95, T21 çeşidinde %49 ve PDM1 çeşidinde %91 oranında azaldığını tespit etmişlerdir.

Teksas Early Grano soğan çeşidi tohumlarında yaşlanmanın kontrolü üzerine yapılan bir çalışmada, tohumlar bir yıl süreyle 5°C ve 30°C'de %6, 9 ve 12 nem içeriklerinde depolanmışlardır. Depolama sonunda 5°C sıcaklıkta depolanan her üç tohum nemine sahip tohumlarda, depolama süresince çimlenme oranında önemli değişimler olmazken, 30°C'de depolananlarda tohum neminin artmasıyla çimlenme oranı önemli oranda azalmıştır. %9 ve 12 nem içeriğindeki tohumlar sırasıyla, depolamanın 8. ve 3. ayından sonra canlılıklarını kaybetmişlerdir (İlbi 1998).

Steward ve Bewley (1980), 45°C ve %100 nemde 4 gün hızlandırılmış yaşlanmaya maruz kalan soya fasulyesi tohumlarında, çimlenme oranında %26'luk azalmayla birlikte tohumdan elektrolit sızıntısının ikiye katlandığını saptamışlardır.

Stayonova (1991), 40°C ve %16 tohum neminde 16 güne kadar yaşlandırılan Sadova-1 çeşidi buğday tohumlarında yaşlanmayla birlikte canlılık kaybı da belirlemiştir.

Sıcaklığı 28 °C ve nispi nemi %50, 85 ve 95 olan ortamlarda 150 güne kadar yaşlandırılmış ayçiçeği tohumlarında elektrolit miktarında depolama koşullarına bağlı olarak değişen oranlarda artış olduğu tespit edilmiştir. Canlılık kaybı hızındaki artış, sırasıyla %95, 85 ve 50 nispi nemde depolananlarda olurken, sızıntı miktarındaki artışın %95 ve 85 nemde depolanan tohumlarda %50 nemde depolananlara göre daha az olduğu saptanmıştır. Bunun muhtemel yüksek nem içeriğinde depolanan tohumlarda ya membran geçirgenliğinin azalmasından ya da tohumda bulunan makromoleküllerin azalmasından kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür (Halder ve Gupta 1980).

Ortam koşulları 5°C ve %30 nem olan ve 38 ay depolanan yerfıstığı tohumlarında, tohumdan madde sızıntısının 5 kat arttığı saptanmıştır (Pearce ve Abdel Samad 1980).

Soğan tohumları, 17 güne kadar 40°C'de %18 nemde yaşlandırıldığında, yaşlanmayla birlikte tohumdan sızan elektrolit miktarında artış olduğu belirlenmiştir (Dearman ve ark. 1986).

Yaşlanmış soğan tohumlarında yaşlanmayanlara göre daha fazla elektrolit sızıntısı olduğu tespit edilmiştir (Basra ve Malik 1994). Dokudan elektrolit sızıntısının, madde difüzyonuna engel olan bozulmuş membran etkinliğinin bir göstergesi olduğu belirtilmektedir (Parrish ve Leopold 1978).

Bewley (1986) membran bütünlüğünün bozulması sonucu yaşlanan tohumdan, su alınımı sırasında canlı tohumlara göre dış ortama daha fazla madde sızıntısı olduğunu belirlemiştir.

Soğan tohumlarında yaşlanmayla tohumdan sızan elektrolit miktarında artış olduğu saptanmıştır. Tohumda canlılık ve güç kaybının, tohumdan madde sızıntısındaki artışla pozitif bir ilişkinin olduğunu belirtilmiştir (Doijode 1990).

Pandey (1989a), %9 nemde 24±4°C'de üç yıla kadar yaşlandırdığı Selection-13 çeşidi soğan tohumlarında, yaşlanmayla birlikte çimlenmedeki azalmanın yanısıra tohumda canlılık ve güç kayıplarının olduğunu belirlemiştir. Ayrıca, yaşlandırılan tohumlardan zamanla elektrolit sızıntısında artış olduğunu saptamıştır. Yine Pandey (1989b) %10 tohum neminde 28 ±4°C'de dört yıla kadar depoladığı Selection-9 çeşidi fasulye tohumlarında yaşlanmayla birlikte tohumdan sızan elektrolit miktarında artış olduğunu belirlemiştir. Tohumdan sızan maddelerdeki artışa dayanarak, yaşlanmayla membran bütünlüğünün bozulduğunu ileri sürmüştür.

Yaşlandırılmış güvercin bezelyesi (*Cajanus cajan*) tohumlarında, madde sızıntısının arttığı tespit edilmiş ve bu durum hücre membranı sistemlerinin zararlanmasına yorumlanmıştır (Kalpana ve Rao 1995, 1996)

Ram ve Wiesner (1988) iki buğday çeşidini 50°C'de %100 nemde 36 saate kadar yaşlandırarak farklı canlılıkta ve güçteki tohumları incelemişlerdir. Tohum yaşlandıkça ve gücü azaldıkça membran yapısının kötüleşerek tohumdan elektrolit sızıntısının arttığını tespit etmişlerdir.

Hıyar tohumlarının farklı nem seviyelerinde depolanmalarının tohum canlılık ve gücüne etkileri araştırılmıştır. %2.4 -7.2 arasında nem kapsamına sahip tohumlar, $27\pm 8^{\circ}\text{C}$ 'de 1 yıl depolanmıştır. Depolama boyunca elektrolit sızıntısı artmış; fakat bu artış nem içeriği yüksek olanlarda daha fazla olmuştur (Zeng ve ark. 2004).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda tohum yaşlanmasını açıklamada en çok üzerinde durulan hipotezlerden bir tanesi lipid peroksidasyonu ve bağlı reaksiyonlar sonucu tohumun canlılığını kaybetmesidir.

Wilson ve McDonald (1986) lipid peroksidasyonunu oksijen varlığında yağ asidi hidrokarbon zincirinin yüksek oranda serbest radikalli ortamlar oluşturarak okside olması şeklinde açıklamışlardır. Tohumda bulunan çoğu doymamış yağ asitlerinin peroksidatif bozulmaya oldukça hassas olduğunu ve yağ asitlerinin doymamışlık derecesi arttıkça, peroksidasyona maruz kalma derecesinin de arttığını ifade etmişlerdir. Doymamış yağ asitlerinden olan oleik ve linoleik asitlerin lipid peroksidasyonunun muhtemel adayları olduğunu belirtmişlerdir.

Bailly ve ark. (1996) hızlandırılmış yaşlandırma ile lipid peroksidasyonunun arttığı ve yaşlanmanın lipid peroksidasyonu ve antioksidant enzimlerin azalması ile ilgili olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Lipid peroksidasyonuna neden olan reaktif oksijen tohumda yaşlanma süresince üretilmektedir (McDonald 1999). Serbest radikaller enzimatik olmayan lipid peroksidasyonuna neden olur. Bu enzimatik olmayan peroksidasyon membran bozulmasına neden olur, bu durum tohum bozulmasının ana nedenidir (Bowler ve ark. 1992, McDonald 1999).

Serbest radikaller ve peroksitlerle zenginleştirilmiş lipid peroksidasyonu, tohumun yaşlanması sırasında canlılık kaybının muhtemel açıklamalarından biri olabilir (Sung 1996, Goel ve Sheoran 2003)

Wilson ve McDonald (1986) ile Thompson ve ark. (1987) enzimatik olayların lipid oksidasyonunda doymamış yağ asitlerinin oksijen ile reaksiyona girerek serbest radikalleri oluşturduğunu ve oluşan bu radikaller diğer yağ asitlerinin çift bağlarını ayırmak suretiyle hem yağlara zarar verdiğini hem de yeni serbest radikaller üreterek reaksiyonun devamını sağladığını belirtmişlerdir.

Ayrıca yağ asitlerinin serbest radikallerle reaksiyonu sonucu olefin, alkol, alken, karbonil gibi toksik ürünler oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Bu toksik ürünlerin proteinlerle reaksiyona girmesiyle enzim aktivitesinin bozulduğu, karbonil ile proteinlerin birleşerek, membranların hasar gördüğü ve histon bozulması olduğu; ve karbonillerin nükleik asitlerle reaksiyonuyla ise kromozom mutasyonlarının olduğu belirtilmiştir (Harrington 1973, Sağsöz 2000).

Thompson ve ark. (1987)'na göre, serbest radikal reaksiyonları bitki yaşlanmasının kalıtsal özelliğidir. Moleküler oksijenden türeyen radikal türleri, sonunda hücre ölümüne neden olan oksidatif zararlanmaların esas ortamlarıdır. Serbest radikaller, protein, lipid, polisakkarid ve nükleik asit gibi makromoleküllerle reaksiyona girerek bu molekülleri zararlandırmaktadırlar. Bu zararlanmaların göstergesi olarak, membran akışkanlığı ve geçirgenliği değişmekte, enzim ve fonksiyonları kaybolmakta, DNA parçalanması nedeniyle genomik zararlanmalar olmaktadır.

Bewley (1986) serbest radikallerin enzimatik oluşumunda ise membran lipid bileşenlerinin lipoksigenaz ile parçalanmasıyla serbest radikallerin salındığını ve bunların proteinlere etki yaptıklarını belirtmiştir. Bu şekilde membran bütünlüğünün bozulacağını ve fonksiyonlarını kaybedeceklerini ifade etmiştir. Normalde sıvı-kristal yapıda olan membranda, lipid peroksidasyonu ile hidrokarbon zincirlerinin mobilitelerini kaybederek jel fazı oluşturduğu ve böylece membranın fonksiyonunu yitirdiğini belirtmiştir.

Özellikle yaşlanmanın sonucu olarak hücre membranlarının zararlanmasında peroksidasyonun rolü üzerinde önemli bir yoğunlaşma olduğu belirtilmiştir. Reaksiyon zincirinde elektron alıcısı veya vericisi olarak iş gören serbest radikallerin, metabolizmanın bozulduğu yerden ayrılarak komşu moleküllere gidip biyolojik zararlanmalara neden olabileceği ve dolayısıyla elektron taşınımıyla ilgili olduğundan membranların serbest radikal reaksiyonlarına karşı hassas oldukları ileri sürülmüştür (Bewley 1986).

Membranların daha fazla yüzeye sahip olması ve depo lipidlerine nazaran daha fazla doymamış yağ asidi içermesi nedeniyle lipid peroksidasyonundan direk zarar gören kısımlar olacağı ileri sürülmüştür. Lipid peroksidasyonu sonucu membranların bütünlüğünün bozularak geçirgenliğinin

artacağı, özellikle mitokondriyal membranda bu şekilde geçirgenliğin artması sonucu solunum aktivitesinin azalacağı belirtilmiştir (Wilson ve McDonald 1986). McDonald (1999) tohum bozulmasının ilk aşamasının mitokondriyal membran üzerindeki serbest radikal yığılması olduğunu ileri sürmüştür.

Wilson ve McDonald (1986), lipid peroksidasyonunun canlılarda 3 şekilde zarar mekanizmasına sahip olduğunu vurgulamışlardır. Bu zararları, membran lipidlerinin parçalanması, serbest radikallerin oluşumu ve oksidasyonu teşvik edici etkisi ile sitotoksik aldehitlerin oluşumu olarak ifade etmişlerdir.

Farklı depo koşullarına bağlı olarak, fosfolipidlerin ve depo lipidlerinin farklı derecelerde perokside olacıkları ve peroksidasyon zararının şiddetine göre tohumun su alınımı sırasında bir takım değişimlerin görüleceği belirtilmiştir. Membran lipidleri peroksidasyonunun biyokimyasal ve yapısal membran lezyonlarına neden olabileceği ileri sürülmüştür. Depo lipidlerinin düşük seviyedeki peroksidasyonunda yağ asidi mobilizasyonunun bozulacağı ve lipid kütlelerinin birleşeceği; daha aşırı peroksidasyonunda ise otokatalitik serbest radikal etkilerini arttırarak hücre fonksiyonlarında ciddi zararlara neden olacağı belirtilmiştir (Smith ve Berjak 1995).

Depo koşullarının lipid peroksidasyonunun derecesine etki ettiği; depo nemi ve sıcaklığı arttıkça reaksiyonun da arttığı, düşük nem ve sıcaklıkta reaksiyon hızının yavaş başlayıp zaman ilerledikçe hızlandığı belirtilmiştir (Smith ve Berjak 1995).

Priestley (1986) çeşitli çalışmalarda uzayan depolama sırasında bazı yağlı tohumlu türlerde toplam lipidlerde azalma olduğunu belirlemiş ve bunun nispeten nemli depo koşullarında, tohumların (veya tohum mikroflorasının) yavaş metabolizması sonucunda olduğunu belirtmiştir.

Bazı türlere ait tohumların yaşlanmaya bağlı olarak lipid içerikleri ve yağ asitleri bileşimlerinde meydana gelen değişimlerin incelediği bir çalışmada; tohumlar yağ içeriklerine göre iki gruba ayrılmıştır. Yüksek lipid içeriğindeki tohumlarda hıyar, kabak ve bezelye tohumlarının lipid miktarında artış olduğu belirlenmiş ve bu artışın, yaşlanma koşullarında karbonhidrat kaynağından türeyen kullanılmamış enerjinin varlığında birikiminin ve lipid sentezinin aktif olmasının bir sonucu olduğu ifade edilmiştir. Düşük lipid içerikli tohum

grubundan doğal yaşılan mısır tohumlarının yanı sıra hızlandırılmış yaşılanma uygulanan bakla ve havuç tohumlarında toplam lipidlerin yaklaşık %20-30 oranında azaldığı, buna karşın hızlandırılmış yaşılanma uygulanan biber ve soğan tohumlarında ise önemli bir değişme olmadığı belirlenmiştir (Perl ve ark. 1987).

Ayçiçeği tohumları 45°C'de 5 gün %100 nispi nemde yaşlandırılmış ve tohumlarda çeşitli biyokimyasal analizler yapılmıştır. Sonuçta serbest radikal tutmadaki kayıplardan dolayı lipid peroksidasyonu, hızlı yaşılanma sırasında ayçiçeği tohumlarının bozulmasına neden olduğu ileri sürülmüştür. Yaşılanmanın hızlanması, çimlenme oranındaki azalma ile sonuçlanmıştır ve lipid peroksidasyonunun göstergesi olarak malondialdehit (MDA) ile eşdeğer bir artışla ilişkilidir. Yaşılanma aynı zamanda katalaz ve glutatyon reduktaz aktivitesinde bir azalmaya sonuçlanmıştır (Bailly ve ark. 1998).

Öte yandan doğal yaşılan hıyar tohumlarında, yaşılanmayla toplam lipid miktarında önemli bir değişiklik belirlenememiştir (Abdul-Baki ve Anderson 1972).

Kalpana ve Rao (1996), güvercin bezelyesinin (*Cajanus cajan*) 3 farklı çeşidini kullandıkları çalışmalarında, hızlandırılmış yaşılanma uygulamasının artışıyla toplam fosfolipidlerde düşme saptamışlardır. Çeşitlerin canlılık ve güçlerine bağlı olarak fosfolipid azalmasını da farklı bulmuşlardır. Çalışmada, 8 günlük hızlandırılmış yaşlandırma sonrası çimlenme gücündeki düşüşün en fazla olduğu çeşitte fosfolipid içeriğinin en düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Mısır tohumlarında, 44°C ve %100 nemde 96 saate kadar yaşlandırmanın, tohumların total fosfolipid ve serbest yağ asitleri içeriği ile askorbat seviyeleri, fosfoliplaz ve peroksidaz enzimlerinin aktivitelerindeki değişimler incelenmiştir. Yaşılanma ile fosfolipid içeriğinin %60 oranında azaldığını saptanmış ve bu azalmanın sebebinin membran lipid peroksidasyonu olduğu belirlenmiştir. Buna karşın, yaşılanmayla toplam serbest yağ asidi ve lipid peroksidasyonu ürünü olan malondialdehid içeriklerinin 2,5 kat arttığı belirlenmiştir. Membran lipidlerine etki ederek yağ asitlerinin salınımını sağlayan fosfolipaz-A enzimi aktivitesinde saptanan artışın lipid peroksidasyonu ve bunun sonucu olarak fosfolipidlerdeki azalmanın göstergesi olduğu belirtilmiştir. Ayrıca

çalışmaların lipid peroksidasyonu ile oluşan serbest radikallerin zarar verici etkilerini bozan peroksidaz enzimi aktivitesinin ve askorbat içeriğinin yaşlanmayla birlikte azaldığı belirlenmiştir (Basavarajappa ve ark. 1991).

Diana F₁ ve Aki soğan çeşitlerinin tohumları %10 nem içeriğinde, 5 ve 25°C'de iki yıla kadar depolanarak doğal yaşlanmaya maruz bırakılmıştır. Yaşlanma sırasında tohumların hem toplam fosfolipid miktarı hem de fosfolipid bileşimlerinde fosfatidil kolin, fosfatidik asit ve fosfatidil inositolun azaldığı, fosfolipidlerin parçalanarak membran geçirgenliğinde artışa neden olma olasılığını güçlendirdiği ifade edilmiştir (İlbi ve Eser 2004)

Hızlandırılmış yaşlanma (40°C ve %75 nispi nemde) sırasında soğan ve hıyar tohumlarında, lipid peroksidasyonunun erken ürünleri olan bir bileşiğin, yaşlanmış hıyar tohumlarında az miktarda olduğu saptanarak, hıyar tohumlarında lipid peroksidasyonunun yaşlanmanın temel etkeni olmadığı belirtilmiştir. Buna karşın bileşiğin soğan tohumlarında oldukça fazla miktarda olduğu görülmüş ve soğan tohumlarındaki yaşlanmada lipid peroksidasyonunun etkili olduğu vurgulanmıştır (Salama ve Pearce 1993).

Hannan (1991) 4°C ve %28-30 nispi nem ile 41°C ve yüksek nem içeriğinde 11 ay depolanmış soğan tohumlarında yaşlanmayla birlikte tohumların lipidlerinin kromatografik incelemeleri sonucunda, depo lipidlerinin parçalandığını tespit etmiştir.

Bezelye tohumları, 30°C ve %92 nemde 10 hafta depolandığında, lipid peroksidasyonunun görülüp görülmediği linoleik ve linolenik asitlerin değişimlerini incelemek suretiyle belirlenmiştir. Çimlenmenin %100'den %5'e düşmesi ile birlikte her iki yağ asidinde de azalma olduğu saptanarak, çimlenme azalmasıyla peroksidasyonun arasında korelasyon olduğu ileri sürülmüştür (Wilson ve McDonald 1986).

Thompson ve ark. (1987)'na göre serbest radikallerin hücredeki seviyelerini düzenleyerek onların metabolizmaya zarar verici etkilerini ortadan kaldıran mekanizmalar mevcut olduğunu belirtmişlerdir. Bunlar, süperoksitle reaksiyona girip oksijen oluşturarak onun zararlı etkisini ortadan kaldıran askorbik asit, glutatyon, tokoferol, karotenoid, poliamin, mannitol ve fenilalanin

gibi antioksidantların yanı sıra süperoksit dismutaz, katalaz, peroksidaz gibi enzimleri de içerdiğini ifade etmişlerdir.

Antioksidantların, doymamış yağ asitlerinin buldukları bölgeler boyunca lipoksigenaz aktivitesine fiziksel bir engel oluşturarak membran içindeki lipid oksidasyonunu engelledikleri belirtilmiştir (Harrington 1973).

İlbi ve Eser (2004) soğan tohumlarında yaşlanma sırasında canlılık ve güç kaybıyla ilişkili olarak fosfolipidlerde meydana gelen değişimleri belirlemek ve yaşlanma ile ilgili mekanizmalar hakkında bazı sonuçların eldesi için yaptıkları çalışmada; Diana F₁ ve Aki soğan çeşitlerinin tohumları %10 nem içeriğinde, 5 ve 25 °C'de iki yıla kadar depolanarak doğal yaşlanmaya maruz bırakılmıştır. Diana çeşidi tohumlarında yaşlanmayla canlılık ve güç kaybı, tohumdan sızan madde miktarındaki artış ile ilişkili bulunmuştur. Yaşlanma sırasında tohumların hem toplam fosfolipid miktarı hem de fosfolipid bileşimlerinde fosfatidil kolin, fosfatidik asit ve fosfatidil inositolun azalması, fosfolipidlerin parçalanarak membran geçirgenliğinde artışa neden olduğu olasılığını güçlendirmektedir. Soğan tohumlarında yaşlanmada muhtemel mekanizmanın fosfolipidleri parçalayarak membran bütünlüğüne zarar veren peroksidatif reaksiyonlar olduğu düşünülmektedir. Ancak, bu peroksidatif reaksiyonların etkilerinin daha iyi anlaşılmasında yeni araştırmalara gereksinim vardır.

Tohum yaşlanmasında en önemli nedenlerden biri olarak ileri sürülen lipid peroksidasyonunda proteinler serbest radikallerle doymamış yağ asitlerinin reaksiyonları sonucunda oluşan toksik maddelerle reaksiyona girmekte ve bunun sonucunda enzimler inaktif hale gelmektedir. Dolayısıyla tohumlarda yaşlanma ile birlikte toplam protein oranı azalmaktadır.

Ortodoks olarak adlandırılan tohumlar kurutuldukları zaman uzun süre canlılıklarını korumaları ile karakterize edilirler. Bununla birlikte bu tohumlar belli bir süre sonunda canlılıklarını kaybederler. Karşılaştırmalı çeşitli araştırmalar, serbest radikal aracılığı ile lipid peroksidasyonu, enzim inaktivasyonu ya da proteinlerin azalması, hücre bütünlüğünün dağılması ve genetik hasarı, tohum yaşlanmasının temel nedenleri olarak tanımlanmıştır (Priestley 1986, Smith ve Berjak 1995, Walters 1998, McDonald 1999, Murthy ve ark. 2002).

Basra ve Malik (1994), yaşlandırılmış soğan tohumlarında yaşlandırılmayanlara göre canlılık kaybının artışıyla birlikte serbest radikalleri parçalayarak onları etkisiz hale getiren peroksidaz ve katalaz enzimlerinin aktivasyonlarının azaldığını ve böylece lipid peroksidasyonunun arttığını saptamışlardır.

Bewley ve Black (1982) çimlenmenin tamamlanması ve kök çıkışının olması için protein sentezinin gerektiğini belirtmişlerdir. Halmer ve Bewley (1984) ise çimlenmenin başlangıcında protein sentezi kuru tohumda bulunan RNA bileşenlerine bağlı olarak gerçekleştiğini, çimlenmenin daha ileri safhalarında ise protein sentezi için yeni RNA bileşenlerine gereksinim olduğunu ifade etmişlerdir.

Verilerin eksik olmasına karşın, yaşlanmanın esas nedeninin protein bozulması (denatürasyon) olduğuna dair kuvvetli inanışların varlığına dikkat çekilmiştir. Proteindeki bu bozulmanın, protein polimerizasyonu veya protein moleküllerinin çapraz bağlanmalarıyla ilgili olduğunu belirtilmektedir. Böylece, kromozomların histon proteinlerinin bozulmasının enzimleri inaktif hale getireceği; membran proteinlerinin bozulmasının da membran geçirgenliğini arttıracak ileri sürülmüştür (Harrinton 1973).

Abdul-Baki ve Anderson (1972) zararlanmayı teşvik edici koşullarda 24 ay depolanan buğday tohumlarında proteinlerdeki değişimi incelemiş, suda eriyebilirliğin azalması, protein moleküllerinin kısmi parçalanması, pepsin ve tripsin proteolitik enzimleri tarafından proteinlerin parçalanmasının azalması şeklinde 3 farklı değişim belirlemişlerdir.

Basavarajappa ve ark. (1991) yaşlandırma uygulaması (%100 nispi nem, 42°C'de 4 gün) sonrasında, mısır tohumlarında suda eriyebilir protein içeriğinde %50 azalma belirleyerek, bu azalmanın yaşlanma sırasında protein denatürasyonu ile ilgili olabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca, proteaz aktivitesinde artış saptamış ve bunun proteinleri hidrolize ederek aminoasit miktarında artışa neden olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Ching ve Schoolcraft (1968), yaşlanmış üçgül ve İngiliz çimi, Roberts (1972), pırasa, soğan, lahana, domates ve biber tohumlarında artan aminoasit

miktarına karşın proteinlerde azalma belirleyerek; proteinlerdeki bu kaybın derecesinin depolama koşullarına bağılı olarak değiştiiğini ifade etmişlerdir.

Halder ve Gupta (1980), %50, 85 ve 95 nispi nemde 28°C'de yaşılandırılan ayçiçeği tohumlarında depolama nemi arttikça yaşılanmayla birlikte çözülebilir proteinlerin azaldığını buna karşın aminoasit içeriğinin arttığını saptamışlardır.

Kalpana ve Rao (1993), hızlandırılmış yaşılanmaya maruz kalan güvercin bezelyesi (*Cajanus cajan*) tohumlarında, yaşılanmayla birlikte tohumun protein içeriğindeki azalmanın ICPL87 çeşidinde %17.5, T21'de %7.4 ve PDMI'de %21 olduğunu belirlemiş ve yaşılanmayla tohumda meydana gelen canlılık kaybının proteinlerdeki azalmayla ilgili olabileceğini belirtmişlerdir. Kalpana ve Rao (1995) ise bu türün tohumlarında yaşılanma sırasında protein kaybındaki azalmayla birlikte protein parçalanmasının göstergesi olan aminoasit seviyelerinin de arttığını belirlemişlerdir. Ayrıca, yaşılanma süresinin artışıyla protein sentezleme yeteneğinin de azaldığını, hidrolitik enzimlerden proteazın aktivitesinde artış olduğunu saptayarak, bu türün tohumlarının yaşılanmasında bu enzimin, önemli rol oynayabileceğini belirtmişlerdir.

Begnami ve Cortelazzo (1996) fasulyelerde (*Phaseolus vulgaris*) yaptıkları bir çalışmada, yaşılanmayla protein içeriğinde önemli bir azalma olduğunu saptamışlardır. Protein miktarı yaşılanmayanlarda kuru ağırlığın yaklaşık %26'sı iken 42°C ve %100 nemde 16 gün yaşılanmaya maruz kalanlarda %19'a düştüğünü tespit etmişlerdir.

Tohum yaşılanmasının enzimatik kapasite ve eriyebilir toplam protein miktarında azalmaya neden olduğuna dikkat çekilerek, proteinlerin bazı bozucu reaksiyonların hedefi olduğu belirtilmiştir. Proteinlere karşı bu bozucu reaksiyonlardan biri olan Amadori-Mailad reaksiyonunda; protein amino gruplarının indirgen şekerlerle reaksiyona girerek fruktoz türevleri veya şekerli protein bileşikleri gibi amadori ürünlerini oluşturduğu, daha sonra bunların kendi aralarında karmaşık etkileşimleri sonucu polimerik kahverengi bileşiklerin oluştuğu ifade edilmiştir (Blackman ve Leopold 1993).

Antioksidant enzimlerin kaybının tohumu bozduğu, çünkü bu enzimlerin toksik bileşikleri ortadan kaldırmak için gerekli olduğu, bu toksik maddelerin bitki

metabolizmasında ortaya çıktığı ifade edilmiştir (Priestley 1986). Günümüzde antioksidant sistemlerin tohum gücüne dahil edilmesi tartışılmaktadır (Bailly ve ark. 2000).

Bailly ve ark. (1996) hızlandırılmış yaşlandırma ile lipid peroksidasyonunun arttığı ve yaşlanmanın lipid peroksidasyonu ve antioksidant enzimlerin azalması ile ilgili olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Blackman ve Leopold (1993) proteinleri etkileyen diğer reaksiyonun ise, proteinlerin serbest radikal oksidasyonu olduğunu belirtmişlerdir. Bu reaksiyonda, proteinlerin lipid peroksidasyonu ürünleriyle interaksiyona girmesi sonucu protein yapılarında kırılma ve polimerizasyon gibi zararlanmış oluşumların meydana geldiğini ileri sürmüşlerdir.

Saxena ve ark. (1985) hızlandırılmış yaşlandırma uyguladıkları susam tohumlarında, canlılık ve güç kaybıyla birlikte katalaz, peroksidaz ve dehidrogenaz aktivitelerinde azalma olduğunu tespit etmişlerdir.

Tohum depolama esnasında, Amadori ve Maillard reaksiyonlarının protein değişimi, şeker hidrolizi ve lipid peroksidasyonunun rolleri araştırılmıştır. Amadori ve Maillard reaksiyonları yoluyla proteinlerin enzimatik olmayan değişimleri depolama esnasında tohumun canlılık kaybında önemli bir rol oynar. Bu çalışmada, Amadori ve Maillard reaksiyonları ve tohum bozulmalarına yönelik şeker hidrolizi ve lipid peroksidasyonunun katkısı Mungo fasulyesi üzerinde incelenmiştir. Tohum aksesleri'nde glukoz ve lipid peroksidasyon ürünlerinin içeriği, depolama esnasında anlamlı bir artış göstermiştir. Tohum akseslerindeki Amadori ürünlerinin birikimi lipid peroksidasyonu ile ilişkili bulunmuştur. Oysa, Maillard ürünlerinin birikimi şeker hidrolizi ile yakından ilişkilidir. Maillard ürünlerinin birikim oranı, Amadori ve Maillard reaksiyonlarının kompleks doğasını (özelliik) yansıtan hem tohum aksesleri hem de protein/glukoz model sistemindeki Amadori ürünlerinin içeriği ile iyi ilişkilendirilmişlerdir. Tohum akseslerindeki Amadori ürünlerinin içeriği erken tohum yaşlandırma aşamalarında artış göstermiştir. Oysa, tüm depolama periyodu boyunca Maillard ürünlerinin içeriği kontrollü bir şekilde artmıştır. Tohum akseslerindeki Maillard ürünleri birikimi, tohum enerjisinin azalmasıyla ilişkilendirilmiştir. Bu veriler ortaya çıkarmıştır ki, tohum yaşlandırma esnasında

şeker hidrolizi ve lipid peroksidasyonu Amadori ve Maillard reaksiyonları yoluyla enzimatik olmayan değişimle eşleştirilmiştir (Murthy ve Sun 2000).

Pamuk tohumlarında yapılan bir çalışmada enzimlerin oksidatif değişimleri incelenmiştir. İki pamuk kültüründe tohum bozulma mekanizması araştırılmıştır. Tohumlar $40\pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de ve %100 nemde 4 günlük yaşlandırmaya tabi tutulmuştur. Her iki kültürde de çimlenme kabiliyeti azalmış, suni yaşlandırma ile membran bozulmasının artması elektriksel iletkenlik ölçülerek tespit edilmiştir. Çimlenmedeki azalma ile artan toplam peroksidasyon (MDA) ve azalan antioksidant enzimler, katalaz, askorbat peroksidaz, glutatyon reduktaz ve superoksit dismutaze arasında bir korelasyon tespit edilmiştir. Hidroozmotik koşullandırma 2 saat ve askorbik asit 12 saat uygulaması suni yaşlandırma ve peroksidasyon birikimi altında, çimlenmeyi ve antioksidant enzimlerin aktivitelerini korumuş ve MDA içeriğini azaltmıştır. Bu sonuçlar göstermiştir ki hızlandırılmış yaşlandırma esnasında pamuk tohumu bozulması, çeşitli faydalı enzimlerin aktivitelerindeki azalma ve lipid peroksidasyonu ile yakından ilgili olmaktadır (Goel ve ark. 2002).

Hıyar tohumlarının farklı nem seviyelerinde depolanmalarının tohum canlılık ve gücü üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; %2.4-7.2 arasında nem kapsamına sahip tohumlar $27\pm 8^{\circ}\text{C}$ 'de 1 yıl depolanmıştır. Depolama boyunca antioksidant olan katalaz, superoksit dismutaz ve peroksidaz enzimlerinin aktivitelerinin azaldığı tespit edilmiştir. Yüksek nem içeriğine sahip tohumlarda bu azalma daha fazla olmuştur (Zeng ve ark. 2004).

2.4. Tohumlarda Yaşlanma Nedeni ile Ortaya Çıkan Zararlanmaları İyileştirici Hidrasyon Uygulamaları

Hidrasyon tohumların çeşitli yollarla bünyelerine su alma olayıdır. Hidrasyon (ozmotik koşullandırma, humidifikasyon vb.) tohumlarda, çıkış ya da çimlenme hızında artış, yüksek derecede ürün homojenliği, daha kaliteli bir ürün ve daha yüksek verim sağlarken; depolama öncesi yapılan osmotik koşullandırma uygulamaları, tohumların depolanması esnasında canlılık kaybını

önlemekte, yaşlanma nedeniyle hücre çekirdeği ve sitoplazmada meydana gelen zararların onarımını yapmak suretiyle tohumlarda fayda sağlamaktadır (Sivritepe 1992).

Yaşlanmaya bağlı olarak tohum canlılığı belirli bir seviyeye düştükten sonra uygulanan hidrasyon tekniklerinde (ozmotik koşullandırma ya da humidifikasyon), tohum canlılığının yeniden artırılması, ancak türe bağlı olarak değişen kritik nem kapsamının üzerine çıkıldığında mümkün olmaktadır. Kritik nem kapsamı üzerinde tohumların oldukça uzun sürelerde ve aerobik koşullarda tutulması, canlılıkta meydana gelebilecek iyileşmeyi sağlamaktadır. (Bewley ve Black 1985). Kritik nem kapsamı bazı türlerin tohumlarında belirlenmiştir. Buna göre; marulda %15 (İbrahim ve ark. 1983), soğanda %18 (Ward ve Powell 1983), buğdayda %28-30 (Petruzelli 1986) ve bezelyede %34-38 (Sivritepe ve Eriş 2000) olarak tespit edilmiştir.

Ozmotik koşullandırma, suda çözünen birçok kimyasal madde ile yapılabilmektedir. Bunlar: NaCl ve KNO₃ gibi çeşitli inorganik tuzlar, şekerlerden özellikle mannitol, büyümeyi düzenleyici maddelerden absizik asit (ABA) ve polietilen glikol (PEG)'dür. Son yirmi yılda, PEG çözeltilerinin kullanımı ozmotik koşullandırma uygulamalarında temel yol olmuştur. PEG, önceleri Carbowax ticari adı altında bilinen bir kimyasal ajandır. Genel formülü HO (C₂H₄O) nH olan PEG; renksiz, kokusuz ve mumsu yapıda bir maddedir. Suda çözüldüğünde şeffaf bir çözelti oluşturmaktadır ve birçok organik çözeltide eriyebilmektedir. Depolama sırasında bozulma olmamaktadır. PEG kimyasal olarak ağır, yüksek moleküler ağırlıktaki bir bileşiktir ve düşük moleküler ağırlıktaki şekerler ve tuzların aksine hücre duvarlarından içeri giremez. Uygulama sonrasında ise kolaylıkla yıkanarak dışarı atılabilir. Farklı molekül ağırlıklarına sahip polimerleri vardır. Bunlar içinde tohum fizyolojisi ile ilgili çalışmalarda en çok kullanılanı evvelce PEG-6000 olarak bilinen PEG-8000'dir (Khan ve ark. 1978, Bewley ve Black 1982, Mayer ve Poljakoff-Mayber 1989, Sivritepe 1992).

PEG, tohum içine su giriş ve çıkışını düzenler. Toksik olmayıp, yavaş etki gösterir. Yapışkandır ve oksijen transferini sınırlamaktadır. PEG ile uygulama yapılan tohumların ekiminden elde edilen olumlu etki, tohumların kurutulmuş olarak bekletilmeleri halinde kısmen yok olabilmekte; fakat bu kayıp önemli

olmamaktadır (Brocklehurst ve ark. 1987). Tohumlara PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamanın prensibi: tohumların “çimlenme sınırına” ulaşınca kadar su alması; fakat PEG solüsyonu uzaklaştırılana kadar fazla su almanın engellenmesidir. Bunu takiben, hızlı ve eş zamanlı çimlenmenin elde edilmesi beklenen sonuçlardandır (Fortham ve Biggs 1985).

PEG'in kullanım alanları incelendiğinde; kozmetik sanayiinde yumuşatıcılarda ve yağlayıcılarda, ara ürünlerde ve ayrıca suluboya, kağıt kopyalama, parlatma ve seramik endüstrisinde kullanılmakta olduğu görülmektedir. Bu kullanım alanlarına ilave olarak tarım alanında; bitkilerde su eksikliği üzerinde yapılan çalışmalarda, yetiştirme ortamındaki su potansiyelini azaltmak amacıyla da kullanılmaktadır. Ayrıca, çözeltilerinin ozmotik etkisinden yararlanılarak tohumların çimlenmesi uyarılmaktadır (Mexal ve ark. 1975, Jacomini ve ark. 1988).

Tohumlarda çimlenmenin uyarılması amacıyla, ozmotik çözeltilerle yapılan ozmotik koşullandırma uygulamaları sebze türlerinde ilk kez domateste kullanılmıştır. Ells'ten sonra Woodstock, domates tohumlarının %0.2'lik KNO_3 ve KH_2PO_4 çözeltilerinde belirli bir süre ozmotik koşullandırma uygulamalarına tabi tutulmasının çimlenme oranını arttırdığı, ayrıca çimlenme oranı üzerindeki bu olumlu etkinin çözeltilerin tohumlarla birlikte bulunduğu ortamda bir havalandırma sistemi yardımı ile oksijen miktarının artırılmasıyla daha da arttığı belirtilmiştir (Heydecker ve Coolbear 1977).

Ozmotik koşullandırma uygulamalarının faydalı etkileri üç temel grupta değerlendirilebilir. Bunlardan ilki ürünlerin değerlendirilmesi ile ilgilidir. Tohumlara ekim öncesi yapılan uygulamalarla; çimlenme ya da çıkış hızında artış, yüksek derecede ürün homojenliği ile daha kaliteli ürün ve daha yüksek verim elde edilmektedir. Nitekim bu konuda yapılan araştırmalar, ozmotik koşullandırma uygulamalarının daha hızlı ve üniform bir çimlenme sağladığı gibi ortalama çimlenme süresini de kısalttığını ortaya koymuştur (Dell'Aquila 1987, Georghiou ve ark. 1987, Alvarado ve Bradford 1988, Thanos ve ark. 1989, Dell'Aquila ve Tritto 1990, 1991, Sivritepe 1992). İkinci olarak, bu tekniğin uygulanması; depolama sonrası tohumlarda yaşlanma ile teşvik edilen genetik zararlanmaların (hücre çekirdeği ve sitoplazmada meydana gelen

zararlanmalar) onarımı ve çimlenme ya da çıkış esnasındaki su zararının önlenmesini sağlamaktır. Tohumlar depolama esnasında maruz kaldıkları olumsuz koşullara (yüksek sıcaklık, nem, radyasyon vb.) bağlı olarak zaman içinde canlılıklarını kaybetmektedir. Ancak çok sayıda türe ait tohumlarda, kuru halde depolama esnasında meydana gelen lezyonların, depolama sonrasında su alımının ilk saatlerinde hücre onarım işlemlerinin faaliyete geçmesiyle kademeli olarak elimine edildiği bilinmektedir (Berjak ve Villiers 1972, Osborne 1982). Tohumlarda yaşlanmanın teşvik ettiği bazı zararlanmaların onarımını sağlayan ozmotik koşullandırma tekniği (tohumların düşük ozmotik potansiyele sahip sıvılarda tutulması), mitoz bölünme başlamadan önce meydana gelen DNA sentezinden önceki boşluk safhasında (G₁) muhtemelen bir onarım mekanizmasının varlığını ortaya koymaktadır. Yapılan çeşitli araştırmaların sonuçlarına göre; ozmotik koşullandırma uygulanan ve daha sonra çimlendirilen tohumlarda, RNA, Protein ve DNA sentezleri ile asit fosfataz ve esteraz gibi bazı enzimlerin faaliyetlerinde artışlar meydana gelmiştir (Khan ve ark. 1978, Coolbear ve Grierson 1979, Blowers ve ark. 1980, Dell'Aquila ve Taranto 1986, Fu ve ark. 1988, Bray ve ark.1989, Dell'Aquila ve Bewley 1989). Bu çalışmalar, ozmotik koşullandırma ile birçok metabolik işlemin aktif hale geldiğini göstermektedir. Bu tekniğin üçüncü faydası ise, bitkilerin kurak ve tuzluluk gibi stres koşullarına adaptasyonlarının sağlanmasıdır (Levitt 1980, Wiebe ve Muhyaddin 1987, Cano ve ark. 1991, Pill ve ark. 1991, Passam ve Kakouriotis 1994, Cayuela ve ark. 1996, Sivritepe 1999, Sivritepe ve ark. 2005).

New Yorker çeşidi domates tohumlarının 8, 12 ve 15°C'de çimlenmeye kadar geçen süreyi kısaltma bakımından en iyi sonucu; -7.5 bar ozmotik potansiyeldeki PEG ile ozmotik koşullandırma uygulaması vermiştir. Öte yandan, 8°C'de yapılan ozmotik koşullandırma uygulamaları %50 çimlenmeye kadar geçen süreyi kısaltmıştır. PEG ile ozmotik koşullandırma uygulaması gören tohumlarda ortalama çimlenme süresi 15.7 gün olarak gerçekleşmiştir (Rumpell ve Szudyga 1978).

Domates tohumları; PEG ve Mg₂SO₄ ve NaCl'nin -3 ve -18.6 bar'lık çözeltilerinde 9 gün süreyle 25°C'de ozmotik koşullandırma uygulamalarına tabi tutulmuş, daha sonra 3 saat 30°C'deki hava akımında kurutulmuştur. Ozmotik

koşullandırma uygulamalarının çimlenme yüzdesine etkisi olmamış; fakat tarla ve laboratuvar şartları altında 25°C'de %95'lik çimlenme süresinde 6-7 günlük bir azalma olmuştur. Ozmotik koşullandırma uygulamaları 10, 15 ve 20°C'deki kontrollü şartlarda çimlenmeyi hızlandırmıştır. Tohumlara -11 ve -18.6 bar'lık ozmotik potansiyellere sahip PEG ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamaları en erken çimlenme süresini vermiştir (Aljaro ve Wyneken 1985).

Globerson ve Feder (1987); domates, havuç ve kereviz tohumlarında tuz veya PEG ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamalarının çimlenme ve sürme üzerine etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar, kontrollü şartlar ile tarla şartlarında yapılan araştırmalarda, sıvı ekim tekniğini kullanmışlardır. Ekimi genel olarak yüksek ve düşük sıcaklıklarda (35 ve 15°C) yaptıklarında, her iki durum çimlenme yüzdesini ve çimlenme yeknesaklığını arttırmıştır.

Haigh ve Barlow (1987) ozmotik potansiyelleri -0.25 ve -1.75 MPa arasında olan K_2HPO_4 , $K_2HPO_4+KNO_3$, KNO_3 , K_3PO_4 ve PEG-6000 çözeltileri içinde 15°C' de beklettikleri domates, havuç ve sorgum tohumlarının çimlenme tepkilerini incelemiştir. Tohumların tuz çözeltileri ile ozmotik koşullandırma uygulaması PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamasına göre daha az faydalı olurken, tuz çözeltilerinin sorgum tohumlarında toksik etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamasına tabi tutulan domates ve havuç tohumlarının ortalama çimlenme süreleri, PEG ile ozmotik koşullandırma uygulaması görmeyen tohumlara nazaran çok daha kısa olduğunu ortaya koymuşlardır.

Domates tohumlarını 15°C'de 12 gün süre ile PEG, K_2HPO_4 ve KNO_3 'ün -1.25 MPa'lık çözeltilerinde tutan Haigh ve Barlow (1987), bu tohumların erken ve vakitli iki ekim tarihindeki gelişme durumlarını incelemiştir. Çimlenmeyi uyarıcı uygulamalar, gelişme için gerekli olan 15°C'nin üstündeki gün toplamını %35 oranında azaltmıştır. Çimlenmesi uyarılmış tohumlar, uygulama görmemiş tohumlara göre erken ekimlerde 4-5 gün, vakitli ekimlerde ise 1-2 gün erkencilik sağlamıştır. Sonuç olarak araştırmacılar, çimlenmeyi uyarıcı uygulamaların sürme süresini kısaltıcı etkilerinin erkenci ürünler ve erken ekimler için tercih edilebileceğini belirtmişlerdir.

UC 204 ve 6203 domates çeşitlerinin tohumları eşdeğer ozmotik potansiyele sahip %3 KNO₃ veya -1.25 MPa PEG-8000'in havalandırılmış çözeltileri içinde 20°C'de 7 gün süreyle ozmotik koşullandırma uygulamasına tabi tutulmuşlar, yıkanmışlar ve 30°C'de basınçlı havada kurutulmuşlardır. Laboratuvar şartları altında her iki çözelti ile ozmotik koşullandırma uygulaması yapılan tohumlar, ozmotik koşullandırma uygulaması yapılmamış tohumlara göre 20 ve 30°C'de daha hızlı çimlenmişlerdir. Denemede 10°C'deki PEG uygulaması her iki çeşitte de az avantajlı olmuş; KNO₃ uygulaması ise %50 çimlenmeye kadar geçen süreyi yine kontrol değerinin %60-80'ine indirmiştir. Ozmotik koşullandırma uygulaması son çimlenme yüzdesini etkilememiştir (Alvarado ve ark. 1987).

Değişik konsantrasyonlarda PEG-6000 ile ozmotik koşullandırma uygulaması yapılmış Farmer 301 domates çeşidi tohumları ile 25°C'deki iklim dolabında yapılan çimlendirme testinde, çimlenme yüzdesindeki azalma ortamdaki PEG-6000 çözeltisinin ozmotik potansiyelindeki azalma ile (0 dan -4 bar'a kadar) paralel olmuştur (Wu 1988).

Sioux domates çeşidi, Garam Jwala biber çeşidi ve Pusa Karanti patlıcan çeşidinin tohumlarına PEG-6000'in farklı konsantrasyonları ile ozmotik koşullandırma uygulaması yapılmıştır. Bütün türlerde uygulamalar çimlenme ve tohum gelişimini kontrole oranla arttırmıştır. En iyi çimlenme oranı, domateste PEG-6000 ile 4 günlük ozmotik koşullandırma uygulaması sonucu %29.8 oranında bulunurken 8 günlük uygulama sonucu %32.4 olarak bulunmuştur (Saxena ve Gita 1988).

UC 204 ve 6203 domates çeşitlerine ait tohumlar %3 KNO₃ veya -1.25 MPa, 314 g/kg suyun ozmotik potansiyeline eşit PEG-8000'in havalandırılmış çözeltilerinde 7 gün süreyle 20°C'de ozmotik koşullandırma uygulaması yapılmış, 30°C'deki basınçlı hava ile kurutulmuşlardır. 20°C'de PEG uygulaması sonucu çimlenme süresinde %41'lik bir azalma elde edilmiştir (Alvarado ve Bradford 1988).

Çeşitli hidrasyon yöntemleriyle domates, marul, lahana ve havuç tohumlarının kalitesi ve sıklığı arasındaki ilişki üzerine çalışan Hill ve ark. (1989), her bir ürünün tohumlarını havalandırılmış saf suda 25°C'de

bekletmişler ya da PEG-8000 ile 15°C'de ozmotik koşullandırma uygulaması yapmışlardır. Daha sonra Maltrin-600 çözeltisi kullanarak, bir yüzme ve batma yöntemiyle tohumları yoğunluk sınıflarına ayırmışlardır. Yaptıkları bu çalışma sonucunda, domates ve soğan tohumlarının çimlenme yüzdeleri ve tohum yoğunluk sınıfları arasında önemli pozitif bir ilişki olduğunu bulmuşlardır.

Soğuğa ve tuza toleranslı PI 341988, PI 120256 ve PI 174263 domates hatları ile soğuğa ve tuza hassas bir çeşit olan T5 domates çeşidi arasındaki çimlenme oranındaki farklılıklar Dahal ve Bradford (1990) tarafından araştırılmıştır. Araştırmada 20°C'de ve -1.2 MPa havalandırılmış PEG ile 6 gün süreyle ozmotik koşullandırma uygulaması yapılan ve sonra kurutulan tohumlar incelenmişlerdir. Sonuçta, tüm genotiplerde ve tohum uygulamalarında sıcaklığın azalışıyla birlikte çimlenme doğrusal olarak azalmıştır. T5 çeşidi domates tohumlarının çimlenmesi için ortalama sıcaklık süresi ihtiyacı, PI 341988 domates hattından %22 ve PI 120256 domates hattından ise %19 daha büyük olmuştur. Ozmotik koşullandırma hiçbir genotipin sıcaklık süresi ihtiyacını azaltmamış; ancak sıcaklık süresi ihtiyacını T5 domates çeşidinde %24 oranında azaltmıştır.

Soğan tohumlarında yapılan bir araştırmada anaerobik ve aerobik şartlarda soğan tohumları PEG-6000 ile muamele edilmişlerdir. Anaerobik (yani tohumlar tamamen çözültüye batırılmış) şartlarda 14 gün süreyle 10°C, -12.3 bar; 15°C, -11.6 bar; 20°C, -10.8 bar'da muamele edilmiştir. Çimlenme oranları kontrole göre istatistiksel açıdan daha düşük bulunmuştur. Ortalama çimlenme süresi bakımından farklılıklar önemli bulunmamıştır. Aerobik (9 cm çaplı, 4 filtre kağıtlı petri kabına 8 mL PEG-6000 çözeltisi emdirilmiş) şartlarda 14 gün süreyle 10°C, -12.3 bar; 15°C, -11.6 bar ve 20°C, -10.8 bar'da muamele edilmiştir. Ortalama çimlenme süreleri arasındaki farklılık istatistiksel açıdan kontrole göre önemli bulunmuştur (Heydecker ve ark. 1975).

Havuç, kereviz ve soğanın üçer çeşidinin üç tohum grubuna 15°C'de 2 hafta süreyle PEG ile ozmotik koşullandırma uygulaması yapılmıştır. Ozmotik koşullandırma uygulaması tüm tohum gruplarının (kontrole kıyasla) ortalama çimlenme sürelerini (15°C'deki) havuçta 3-4 gün, kerevizde 6-10 gün ve soğanda 3-5 gün azaltmıştır. Ortalama çimlenme süresindeki en büyük azalmalar en yavaş çimlenen tohum guruplarında meydana gelmiştir. PEG ile

ozmotik koşullandırma uygulaması ve çeşitler arasında; PEG ile ozmotik koşullandırma uygulaması ve her türün çeşitleri içerisindeki tohum grupları arasında yüksek düzeyde önemli interaksiyonlar görölmüştür. PEG ile ozmotik koşullandırma uygulaması tüm çeşitlerde çimlenme sürelerinin yayılmasını azaltmıştır (Brocklehurst ve Dearman 1983).

Soğan tohumlarına PEG çözeltisinde (342 g/kg su) 40°C'de %18 oransal nemde 0, 24, 48 ya da 96 saatlik hızlandırılmış yaşlanmadan önce 14 gün süreyle ya da yaşlandırmadan sonra 10, 14 ve 17 gün süreyle ozmotik koşullandırma uygulaması yapılmıştır. Ozmotik koşullandırma uygulaması, kontrol ile karşılaştırıldığında tohumların çimlenme oranını arttırmıştır. Ozmotik koşullandırma uygulaması yapılan ve kurutulan soğan tohumları 10°C ve %9 oransal nemde 18 ay depolanmış ve bu durum canlılık üzerine etkili olmamış; ancak ozmotik koşullandırma uygulaması çimlenme oranını arttırmıştır. Ayrıca, tohumdan sızan maddelerin elektriksel iletkenlik ölçümleri, çimlenme performansının tam güvenilir bir göstergesi olmamıştır (Dearman ve ark. 1986).

Sebze tohumlarında ozmotik koşullandırma uygulama tekniği daha hızlı ve üniform çimlenme vermekte ve türlere bağlı olan değişimler testlerle ortaya çıkmaktadır. Çeşitli araştırmalardan elde edilen sonuçlarda, arazi ekimleri için, ozmotik koşullandırma uygulamalarının yararlı etkilerinin olduğu belirtilmektedir. PEG, Gliserol ve KH₂PO₄ ile uygulamalar karşılaştırılmış; PEG türlere göre değişmekle birlikte daha iyi sonuçlar vermiş; fakat KH₂PO₄ bir kereviz çeşidinde ve pırasa çeşitlerinin çoğunda çimlenme ve çıkış oranını azaltmıştır (Brocklehurst ve ark. 1987).

Soğan tohumlarına 15°C'de 14 gün boyunca filtre kâğıdı üzerinde ve 50 g tohum/L PEG içeren özel bir kap içinde, tohumları havalandırmak amacıyla normal hava veya zenginleştirilmış hava (%75 O₂, %25 N₂) kullanılarak -1.5 MPa PEG ile ozmotik koşullandırma uygulaması yapılmıştır. Ozmotik koşullandırma uygulaması yapılmamış tohumlar ile karşılaştırıldığında zenginleştirilmış hava kullanılarak PEG ile ozmotik koşullandırma yapılan tohumlarda çimlenme yüzdesi artmıştır. Ancak normal hava kullanıldığında veya tohumlara filtre kâğıdı üzerinde PEG ile ozmotik koşullandırma yapıldığında çimlenme yüzdesinde artış gözlenmemiştir. Ortalama imlenme süreleri tüm

durumlarda önemli derecede azalmış; ancak bu azalma zenginleştirilmiş hava kullanıldığında en fazla, normal hava kullanıldığında ise en az olmuştur. Ortalama çimlenme süreleri, sadece zenginleştirilmiş havada PEG ile ozmotik koşullandırma yapılmış tohumlarda önemli derecede azalmıştır. PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamalarını takiben kurutulan tohumlar, ozmotik koşullandırma yapılmayan tohumlarla karşılaştırıldığında çimlenme yüzdesi azalmıştır. Fakat yalnızca normal hava kullanılarak PEG ile ozmotik koşullandırma yapılanlarda önemli bir azalma olmuştur. PEG ile ozmotik koşullandırma yapılmış ve daha sonra kurutma uygulamasına tabi tutulmamış tohumlarla kıyaslandığında, ozmotik koşullandırma sonrası kurutulan tohumlarda ortalama çimlenme süresi 1.5 günden 1.8 güne çıkmıştır. Ortalama çimlenme süresi ile ilgili olarak zenginleştirilmiş havada PEG ile ozmotik koşullandırma yapılan tohumlar en az etkilenmiştir. Bu artan süre kurutmadan sonra suyun geri emilmesi için genellikle istenmektedir. Zenginleştirilmiş havada PEG ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamasını takiben kurutulan tohumlarla PEG ile ozmotik koşullandırma yapılmayan tohumlardan aynı sayıda normal fide elde edilmiştir (Bujalski ve ark. 1989).

Pırasa, soğan ve havuç tohumları ozmotik potansiyeli -0.5 ile -4.0 MPa arasında değişen PEG-6000 çözeltisi ve su ile ozmotik koşullandırma uygulamalarına tabi tutulmuşlardır. Tohumlarda -0.5 ile -1.0 MPa PEG'de sırasıyla 7 ve 14 gün sonra çimlenme başlamıştır. Fakat son durumda çimlenme %5'i geçmemiştir. Ozmotik potansiyeli çok düşük çözeltiler içinde çimlenme meydana gelmemiştir. PEG ile ozmotik koşullandırma uygulaması ve tohum nem kapsamı arasındaki doğrusal ilişkiler türlerin her biri için bulunmuş, sırasıyla; pırasa, soğan ve havuç tohumlarında nem kapsamı %46, %44.5 ve %44'lük optimum ile %30-35'in yukarısında tohum nem kapsamı pozitif tepkilerin başlangıcı olarak bulunmuştur (Gray ve ark. 1990).

Khan ve ark. (1978) marul tohumlarında ozmotik koşullandırma uygulaması yapmışlar, sentezlenmiş toplam protein miktarını arttırdığını tespit etmişlerdir. Yine ozmotik koşullandırma uygulaması ile asit fosfataz ve esteraz gibi enzim aktivitelerinde belirlenen artışın, protein, karbonhidrat ve yağ olarak

depolanan maddelerin taşınımını sağlayarak, tohum çimlenmesi ve gücünün atmasına neden olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Ayçiçeği tohumlarına -2.0 MPa konsantrasyondaki PEG çözeltisi ile 15°C'de 7 gün süre ile ozmotik koşullandırma uygulaması yapılmış ve tohumların çimlenmesini güçlü bir şekilde arttırmıştır. Bu teşvik edici etki tohumlar 20°C'de 3 gün kurutulduktan sonra olduğu gibi kalmıştır. Ozmotik koşullandırma uygulanmamış tohumlarda (kontrol), ozmotik koşullandırma uygulanmış ve uygulamadan sonra kurutulmuş tohumlarda, bu uygulamaların faydalı etkilerini içeren hücre antioksidant sistemlerini belirlemek için malondialdehit, süperoksit dismutaz, katalaz ve glutatyon redüktaz aktiviteleri ölçülmüştür. Ozmotik koşullandırma uygulanmış tohumlarda katalaz ve süperoksit dismutaz aktivitesi güçlü şekilde artarken, malondialdehit ve glutatyon redüktaz aktivitesi üzerinde kayda değer bir etki görülmemiştir. Ozmotik koşullandırma uygulanmış tohumlar kurutulduktan sonra malondialdehit artarken, enzim faaliyetleri ozmotik koşullandırma uygulanmamış kuru duruma benzemiştir; ancak ozmotik koşullandırmanın çimlenme üzerindeki teşvik edici etkisi devam etmiştir. Elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, katalaz izoform modeli, çimlenmeyi ilerleten ozmotik koşullandırma muamelesinin bir göstergesi olarak kullanılabilir. Tohum gücünde antioksidant sistemlerin dahil edilmesinin tartışılması gerektiği ileri sürülmüştür (Bailly ve ark. 2000).

Sweet Success çeşidi soğan tohumları PEG 6000 veya KH_2PO_4 ile; -0.5, -1,0 ve -1.5 MPa ozmotik potansiyelde; 5, 10 ve 15 gün süreyle ozmotik koşullandırma uygulaması yapılmıştır. KH_2PO_4 'la uygulama görenlerin çimlenme yüzdesinin, PEG 6000 ile uygulama görenlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Arjona-Diaz ve ark. 1998).

Bray ve ark. (1989) pırasa tohumlarında ozmotik koşullandırma uygulamaları sırasında meydana gelen biyokimyasal değişimleri inceledikleri bir çalışmada ozmotik koşullandırma uygulamalarının hem ortalama çimlenme süresini hem de tohum gruplarının çimlenme performansındaki farklılığı azalttığını belirlemişlerdir. Ozmotik koşullandırma uygulanmayan tohum gruplarında çimlenme performansındaki farklılığın, çimlenme sırasında embriyo dokularının protein sentez hızındaki farklılığın göstergesi olduğunu ve ozmotik

koşullandırma uygulamalarının embriyodaki protein sentezini arttırarak çimlenme hızındaki farklılıklara son verdiğini saptamışlardır.

Yaşlanmış ayçiçeği tohumlarının çimlendirilmesi üzerine ozmotik koşullandırmanın etkisi ve bu etkinin antioksidan koruma sisteminin onarımıyla ilişkisi araştırılmıştır. Ayçiçeği tohumlarında düşük su potansiyeli olan bir çözeltide tohumun ön ıslatılması ile yaşlı tohumların tekrar canlanmasına sebep olduğu gözlenmiştir. Tohumlar 45°C'de 5 gün %100 nisbi nemde yaşlandırılmış ve daha sonra -2 MPa'da polietilen glikol çözeltisinde 15°C'de 7 güne kadar çeşitli sürelerde ozmotik koşullandırma uygulaması yapılmıştır. Sonra da lipid peroksidasyonu, malondialdehit (MDA) ve conjugate diene içeriğinin ölçümüyle belirlenmiştir. Aynı zamanda uygulama süresince katalaz aktiviteleri de ölçülmüştür. Yaşlı tohumlarda ozmotik koşullandırma uygulaması lipid peroksidasyonu sistemindeki bir düşüşle, MDA ile conjugate diene değerinde bir azalma ile sonuçlanmıştır. Yaşlanmış tohumlar başlangıç çimlenme oranına sürekli olarak bir dönüş göstermiştir. Ozmotik koşullandırma uygulamalarının bu etkileri aynı zamanda katalaz aktivitesindeki geri kazanım ile iyi bir ilişkisi bulunmuştur. Burada, tohum çimlenme oranı olarak ifade edilen tohum çimlenme enerjisi ile serbest radikal tutma sisteminin etkisi; özellikle katalaz aktivitesi, arasında kesik bir ilişki bulunmuştur. Bu sonuçlar göstermiştir ki; antioksidan koruma sistemleri tohumun genç kalmasında (dinçliği veya kuvveti) anahtar rol oynayabilir (Bailly ve ark.1998).

Tektaş Early Grano soğan çeşidi tohumlarında yaşlanmanın kontrolü üzerine yapılan bir çalışmada; %6, 9 ve 12 nem içeriklerindeki tohumlar, 5 ve 30°C'de bir yıl depolanmışlardır. Depolama sonunda 5°C sıcaklıkta depolanan her üç nem kapsamına sahip tohumlarda, depolama süresince çimlenme oranında önemli değişimler olmazken, 30°C'de depolananlarda tohum neminin artmasıyla çimlenme oranı önemli oranda azalmıştır. Nem kapsamı %9 ve %12 olan tohumlar sırasıyla, depolamanın 8. ve 3. ayından sonra canlılıklarını kaybetmişlerdir. Canlılık ve güç kayıplarının olduğu yüksek sıcaklık ve tohum neminde depolanan tohumların protein içerikleri de büyük oranda azalmıştır (İlbi 1998).

PEG-8000 (300g/L) ile soğan tohumları 10°C'de 7 gün ozmotik koşullandırma uygulamasından sonra, tarla koşullarında ve 15°C'deki laboratuvar koşullarında çıkış testine tabi tutulmuştur. Ozmotik koşullandırma uygulananlarda her iki koşulda da ortalama çıkış süresi %10-12 oranında azalmıştır (Murray ve Swensen 1992).

Soğan tohumlarının PEG (342g/kg su) ve KH₂PO₄ (0.5 M) ile 15°C'de 14 gün uygulanmasının ortalama çimlenme ve çıkış süresini azalttığı belirtilmiştir (Brocklehurst ve Dearman 1983). Çalışmada 9-21°C'de 4-12 gün PEG (250g/kg su) uygulanmış soğan tohumlarında çimlenmenin arttığı belirtilmektedir (Khan ve ark. 1978).

Pill ve Haynes (1996) matris veya ozmotik olarak PEG (-0.4 MPa) ile ozmotik koşullandırma uygulayıp 4 ve 20°C'de 1 ay depoladıkları *Compositae* familyasından ekinezya (*Echinacea purpurea*) tohumlarında, her iki uygulamanın da fide çıkışını arttırdığını saptamışlardır. Ozmotik koşullandırma ortamına GA₃ ilavesiyle çıkış hızı ve fide kuru ağırlığındaki artışla ozmotik koşullandırma uygulamasının yararlı etkisinin korunduğunu tespit etmişlerdir.

Sung ve Chang (1993) mısır tohumlarında yapmış oldukları çalışmada; hidrasyon ve ozmotik koşullandırma uygulamalarıyla meydana gelecek biyokimyasal değişimleri incelemişlerdir. Düşük sıcaklıkta çimlendirme sırasında uygulama görmemiş tohumlarda çimlenme gücünün hızla düşmesine karşın uygulama gören tohumlarda bu düşmenin daha yavaş olduğunu tespit etmişlerdir. Düşük sıcaklıkta çimlenme gücündeki bu düşüş, nişasta parçalanmasını kontrol eden amilaz aktivitesindeki azalmayla ilişkili bulunmuştur. Hidrasyon ve ozmotik koşullandırma uygulamalarının, tohumdan elektrolit sızıntısını azalttığını da saptayarak, olgunlaşma sırasında kurutulan tohumda bozulan membran yapısının uygulamalarla iyileştirilerek normal yapısına döndürüldüğünü ileri sürülmüşlerdir. Membranın yeniden normal yapısına dönmesiyle membrana bağlı enzimlerin aktivasyonunun artacağı ve böylece protein ve nükleik asit sentezinde de artışın olacağı belirtilmiştir. Nitekim hidrasyon uygulamalarıyla tohumun eriyebilir protein içeriğinin artmasının yanı sıra ozmotik koşullandırma ve hidrasyon uygulamalarının DNA ve RNA sentezini önemli oranda arttırdığını saptamışlardır.

Brüksel lahanası tohumlarında %35'lik PEG ile ozmotik koşullandırma uygulanmış veya suda bekletildikten sonra ya yüzeysel olarak ya da ilk ağırlığına düşünceye kadar kurutulmuştur. Ozmotik koşullandırma sonrası yüzeysel olarak kurutulmuş tohumlarda kontrollü yaşlandırma sonrası çimlenme oranı ve hızının azaldığı ve böylece tohum gücünün düştüğü belirlenmiştir. Buna karşın ilk ağırlığına kurutulan ozmotik koşullandırma uygulanmış tohumlarda kontrollü yaşlandırma sonrası çimlenme oranının, düşük canlılıktaki tohum grubunda %32'den %64'e; yüksek canlılıktaki tohum grubunda ise %86'dan %92'ye arttığı saptanmıştır. Tohum gücünün yaşlanmadan kaynaklanan zararlanma derecesini yansıttığını ve ozmotik koşullandırma uygulamasının düşük canlılıktaki tohumlarda gücü iyileştirdiği belirtilerek, bu iyileştirici uygulamaların tohum yaşlanmasıyla oluşan zararlanmaları geriye döndüreceği ileri sürülmüştür (Burgass ve Powell 1984).

Nem kapsamı %15, 20 ve 25 olan soğan tohumları, 45°C'de 24 saat yaşlandırma uygulamasına tabi tutulduktan sonra, tüm tohum gruplarında çimlenme gücünün azaldığı tespit edilmiştir. Nem kapsamı %20 ve 25 olduğunda, yaşlanmaya maruz kalan tohumlarda canlılık kaybı hızının, %15 tohum nemindekilere nazaran daha az olduğu saptanmıştır. Ayrıca, düşük güce sahip olan soğan çeşidinde tohum neminin artmasıyla zararlanma hızında büyük azalma olmasını, hidrasyon uygulamaları sırasında iyileştirme mekanizmasının aktif olabileceğinin göstergesi olarak yorumlamıştır (Ward ve Powell 1983).

Tilden ve West (1985) hızlandırılmış yaşlandırma (42°C'de %100 nispi nemde) sonrası ozmotik koşullandırma uygulamasının çimlenme oranını arttırdığını bildirmişlerdir. Ozmotik koşullandırma uygulamalarıyla sağlanan iyileştirmenin tohum nemi, uygulama sıcaklığı ve süresine bağlı olması nedeniyle iyileştirme mekanizmasının metabolik olduğu ve bu metabolik iyileştirmenin hücre membranı yanı sıra diğer hücresel yapıları da içerdiğini belirtilmişlerdir.

Soğan tohumlarında doğal yaşlanmayla oluşan bozulmaların iyileştirilmesinin araştırıldığı bir çalışmada, %9 nem kapsamında 28±4°C'de 3 yıla kadar yaşlandırılan tohumlar 20°C'de 48 saat su ile ozmotik koşullandırma

uygulamasını takiben kurutulmuştur. Ozmotik koşullandırma uygulamasının tohumların canlılık ve gücünü önemli derecede arttırdığı belirlenmiştir. Ozmotik koşullandırma uygulamasının yaşlanmanın olumsuz etkilerini iyileştirme gücünün, 1 ve 2 yıl depolanan tohumlarda en fazla iken 3 yıl depolanan tohumlarda azaldığı saptanmıştır. Bu azalmanın, bu dönemde membran bozulmasının ozmotik koşullandırma uygulamalarıyla çok az oranda iyileştirilmesinden kaynaklandığı belirtilmiştir (Pandey 1989a).

Buğday tohumları %15 nem kapsamında 30°C'de 8 haftaya kadar depolanmış, 2 hafta aralıklarla örnek alınıp ozmotik koşullandırma uygulandıktan sonra, tekrar %15 nem kapsamında 30°C'de 2 hafta daha depolanmışlardır. Ozmotik koşullandırma uygulamalarının çimlenme gücünü değiştirmeksizin ortalama çimlenme süresini azalttığı tespit edilmiştir (Dell'Aquila ve Tritto 1990).

Ozmotik koşullandırma birçok tahıl türünde tohum performansını artırıcı bir ortam sunmaktadır. Chiu ve ark. (2002) daralmış *sh-2* geni taşıyan tatlı mısır tohumunun üzerindeki ozmotik koşullandırma etkileri ve depo sıcaklıklarının çimlenme ve antioksidatif faaliyetler üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Tohumlara katı matrisle nemli ve vermikulit toprağında 10, 15 veya 20°C'de 36 saat ozmotik koşullandırma uygulaması yapılmıştır (katı matris şeklinde). Sonra orijinal nem seviyesine yakın bir şekilde hava ile kurutulmuştur. Ozmotik koşullandırma uygulanmış tohumlar 25, 10 ve -80°C' de 12 aya kadar depolanmıştır. Katı matris ozmotik koşullandırma uygulaması çimlenmeyi arttırmış, lipid peroksidasyonunu azaltmış, antioksidatif faaliyetleri güçlendirmiştir. Çalışmada 20°C'de ozmotik koşullandırma uygulanmış tohumlar 25°C'de 12 ay depolandığı zaman tohum ömrü kısalmıştır. Buna karşın 10-15°C'de ozmotik koşullandırma uygulanmış tohumlar, ozmotik koşullandırma uygulanmamış tohumlara kıyasla 25°C'de 12 ay depolandığı zaman daha yüksek güç tepkisi vermiştir. Burada 20°C'de ozmotik koşullandırma uygulanmış tohumların daha az depolanabilirliği zengin peroksidasyon ve düşük antioksidatif faaliyetlere dayandırılmıştır. 10°C'de veya -80°C'de matris ozmotik koşullandırma uygulanmış tohumların depolanması *sh-2* geni taşıyan mısır tohumunun depolanabilirliğini en az 12 ay uzatmıştır. Araştırmacılara göre, katı

matris ozmotik koşullandırma uygulanmış tohumun serin (10°C'de) veya sıfırın altında (-80°C'de) depolanması, zengin antioksidatif faaliyeti, tohum canlılığı ve gücünün muhafazası için önemli rol oynamaktadır. Üstelik 10 veya 15°C'de ozmotik koşullandırma uygulanmış *sh-2* geni içeren tohumlar, 10°C'de depolandıkları takdirde canlılığını 12 ay koruyabilmektedir.

Karanlıkta 15°C'de ayçiçeği tohumlarının çimlenmesi ve gelişimi üzerine ozmotik koşullandırma uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Uygulama yapılmamış kontrol örnekleri ile, hızlı yaşlanmaya (%100 nisbi nem ve 45°C'de 5 gün), ozmotik koşullandırmaya (-2 MPa'da polietilen glikol çözeltisi ile 15°C'de 7 gün) ve hızlı yaşlanmayı takip eden ozmotik koşullandırmaya maruz bırakılan tohumlar karşılaştırılmıştır. Ozmotik koşullandırma fide gelişiminde ve çimlenme oranında bir artışla sonuçlanırken, hızlandırılmış yaşlanma, tohum çimlenebilirliğini azaltmıştır. Yaşlı tohumların ozmotik koşullandırma uygulaması, fide gelişimine ve başlangıçtaki çimlenme oranına geri dönülmesini (onarılması) hemen hemen tamamıyla sağlamıştır. Ozmotik koşullandırma, tohumun su emmesi sırasında, katalaz ve glutation reduktaz enzimini arttırmış ve yaşlanmış tohumlarla kontrol örnekleri karşılaştırıldığı zaman erken fide gelişimine neden olmuştur (Bailly ve ark. 2002).

Canlılığı düşürülmüş olan soğan tohumlarının çimlenmesi üzerine 15°C'de yapılan hidrasyon (ozmotik koşullandırma ve humidifikasyon) uygulamalarının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, PEG-8000'in -0.5 ve -1.0 MPa'lık ozmotik çözeltileri 1, 2 ve 3 gün süre ile kullanılmıştır. Humidifikasyon uygulamaları 1, 2 ve 3 gün süre ile yapılmıştır. Araştırma sonucunda; Valencia çeşidinde yapılan tüm ozmotik koşullandırma uygulamaları çimlenme yüzdesinin düşmesine neden olmuştur. Çorum çeşidinde 1 ve 2 gün süre ile -0.5 MPa'lık ozmotik koşullandırma uygulaması çimlenme yüzdesini düşürürken, diğer uygulamalar arttırmıştır. Ancak tüm ozmotik koşullandırma uygulamaları, TEG-502 ve Banko çeşitlerinde çimlenme yüzdesini arttırmıştır. Ortalama çimlenme süresi bakımından PEG-8000 ile ozmotik koşullandırma uygulamaları sonrasında Valencia ve Çorum çeşitlerinde kontrole göre bir fark olmamıştır. TEG-502 ve Banko çeşitlerinde tüm uygulamalar ortalama çimlenme süresini arttırmıştır. Humidifikasyon uygulamaları ise bütün çeşitlerde

tohumların çimlenme yüzdesini arttırmıştır. Tüm humidifikasyon uygulamaları tüm çeşitlerin ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Humidifikasyon uygulamaları, PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamalarına göre hem çimlenme oranı, hem de ortalama çimlenme süresi bakımından daha iyi sonuçlar vermiştir. Uzun gün soğan tohumlarında 1 günlük, kısa gün soğan tohumlarında ise 3 günlük humidifikasyon uygulamalarından en iyi sonuçlar alınmıştır (Sivritepe ve Demirkaya 2002).

Soya fasulyesi tohumlarının depolanması esnasında ozmotik koşullandırma ile birlikte oluşan biyokimyasal değişimleri teyit etmek için yapılan bir çalışmada; UFV 10, IAC 8 ve Doko RC çeşitlerine ait tohumlar, R8 gelişme aşamasında hasat edilmiş ve farklı işlemlerden geçirilmiştir. Biyokimyasal değerlendirmeler depolama esnasında hidrasyon ve dehidrasyon işleminden sonra yapılmıştır. Başlangıçta tohumlar PEG-6000 çözeltisinde -0.8 MPa ve 20°C'de 4 gün süreyle ozmotik koşullandırma uygulamasına tabi tutulmuştur. Bundan sonra tohumlar başlangıç nem miktarı olan %10-11 nem seviyelerine geri kurutulmuş ve doğal şartlarda 3'er ve 6'şar ay depolanmıştır. İki kontrol kullanılmıştır (işlenmemiş kuru tohumlar ve suya daldırılmış tohumlar). Tohumdaki protein ve lipit değişimleri heksanal dolum ve yağ asitleri içerikleri değerlendirilmiştir. Sonuçlar doğal laboratuvar şartları altında, tohum depolanmasının protein, lipit ve doymamış yağ asitleri içeriğinin ve teşvik edici heksanal üretimde azalma olduğunu göstermiştir. Depolama süreleri bütün işlemlerde protein seviyelerini düşürmüştür, bununla birlikte PEG-6000 uygulaması daha az protein kaybına sebep olmuştur (Braccini ve ark. 2000).

Ekildiği ortamda çimlenmesi zor olan havuç tohumlarının çimlenmesini kolaylaştırmak, hızlandırmak ve homojen kılmaya yönelik olarak uygulanabilir bir yöntem geliştirmek amacıyla yapılan bir çalışmada; Çimlenmeyi kolaylaştırmak için PEG-6000 ve KH_2PO_4 'ın farklı dozlardaki çözeltileri kullanılmıştır. Yöntem olarak ise petri kabı içinde yapılan uygulamaya paralel olarak havalandırılmış buble kolon (havalandırılmalı uygulama kabı) kullanılmıştır. Sonuç olarak; PEG ve KH_2PO_4 uygulanmış havuç tohumlarında hem petri hem de buble kolon uygulamaları uygulama görmemiş kontrol tohumlarına göre hem çimlenme ve hem de çıkış testlerinde önemli bir

homojenlik sağlamıştır. Buble kolon yöntemi ise petri uygulamasına göre daha olumlu sonuçlar vermiştir (Duman ve ark. 1999).

Altı kısım soğan tohumu kullanılarak, ozmotik koşullandırma (Karbonatlı PEG-8000 çözeltisi), hidropriming (su ile ozmotik koşullandırma) ve drumpriming uygulamalarının çimlenme hızı ve yüzdesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Ozmotik koşullandırma yöntemi için -0,5 MPa ve -1 MPa ozmotik potansiyel ile 24 ve 48 saat emme periyotları kullanılmıştır. Hidropriming yönteminde tohumlar 2, 4 ve 6 kat tuvalet kağıdı arasında, 48 veya 96 saat nemlendirilmiştir. Drumpriming tekniğinde ise, suyun en uygun miktarı eklenmiş ve uygulama periyodu, çimlenme ve tohum gücünde geniş bir değişim gösteren tohum uygulamalarında değişmiştir. Bütün uygulamalar 15°C'de yapılmış; drumpriming aynı zamanda 25°C'de uygulanmıştır. Ozmotik koşullandırma sonuçları, tohum uygulamaları arasında değişmiş ve genellikle, ozmotik koşullandırma uygulamaları canlılığı ve gücü daha düşük olan tohum gruplarında olumlu sonuçlar vermemiştir. Hidropriming tekniği, özellikle 96 saat uygulandığı zaman, tüm 6 teknik içinde çimlenme hızını geliştiren en etkili teknik olmuştur. Bununla birlikte en pratik teknik drumpriming olmuş, bu teknik çimlenme hızında ve yüzdesinde azalmaya yol açtığı halde, laboratuvar maliyeti olmadan ve fire vermeden, hidropriming ve ozmotik koşullandırma teknikleri ile birlikte yeterli tohum hidrasyonu oluşmasını sağlamıştır (Caseiro ve ark. 2004).

Kandil dolma biber çeşidine ait tohumlar 2 farklı uygulama ile ozmotik koşullandırmaya tabi tutulmuştur. Ozmotik koşullandırmada tohumlar KNO₃ (%0.2) çözeltisinde 4 gün ve PEG-8000 (-1.0 MPa) çözeltisinde 7 gün süreyle 20°C ve 5°C olmak üzere 2 farklı sıcaklık derecesinde 6 ay süresince depolanmıştır. Çalışma sonucunda, ozmotik koşullandırmanın kandil dolma biber çeşidi tohumlarının ortalama çimlenme süresini kısaltmış çimlenme oranını arttırmıştır (Başay ve ark. 2004).

Kontrollü koşullarda soğan tohumlarının çimlenmesi üzerine ozmotik çözelti uygulamalarının etkilerinin araştırıldığı diğer bir çalışmada ise; İki kısa gün (Aki, Aliks) ve iki uzun gün (Banko, Suluova) soğan çeşidinin tohumları 15°C'de KNO₃, KH₂PO₄ ve PEG-6000'in farklı konsantrasyonlarındaki çözeltilerinde 3 gün, 6 gün ve %1 kökçük görülünceye kadar işlenmiştir. Daha

sonra işlenmiş ve işlenmemiş tohumların çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi optimum (20°C) ve düşük (11°C) sıcaklıklarda değerlendirilmiştir. Her iki sıcaklıkta diğerlerine göre Aliks çeşidinin çimlenme oranı düşük, ortalama çimlenme süresi uzun bulunmuştur. Tüm PEG uygulamaları her iki sıcaklıkta çimlenme oranını azaltmış, ortalama çimlenme süresini arttırmıştır (Arın ve ark. 2004).

Ispanak tohumlarında yüksek sıcaklık koşullarında termodormansi nedeniyle ortaya çıkan çimlenme sorunlarına çözüm getirmek amacıyla Özçoban (2004) tarafından farklı çözümlerle uygulamalar yapılmıştır. Tohumlar 7 ve 14 gün süresince PEG (-12,5 bar), PEG+250 mg/L BA, PEG+500 mg/L BA, PEG+100 ppm GA₃, PEG+500 mg/L BA+100 ppm GA₃ ve düşük sıcaklık uygulamalarına tabi tutulmuştur. Çalışma sonunda, 30°C sıcaklıkta en yüksek çimlenme oranı 14 günlük PEG ve 7 günlük PEG+250 mg/L BA uygulamalarından (sırasıyla %63 ve %58) elde edilmiştir.

Humidifikasyon suya doyurulmuş bir atmosferde (%100 oransal neme sahip olan bir ortamda) su alımının ilk safhasında tohumların bünyelerine çok yavaş su girişini sağlayan bir çimlenme öncesi uygulamasıdır. Birçok araştırmacı farklı türlerde bu uygulamanın faydalı etkilerini ortaya koymuşlardır (Sivritepe 1992).

Basu ve Pal (1980), pirinç tohumlarında çimlenme öncesi 25°C'de 24-72 saat süre ile yaptıkları humidifikasyon uygulamalarının, çimlenme ortamında meydana gelen su zararını önlediğini bildirmişlerdir. Fakat yüksek sıcaklıkta humidifikasyon süresinin uzaması tohumlarda yaşlanma etkisi yaptığından uygulama süresi iyi belirlenmelidir (Heydecker ve Coolbear 1977). Sıcaklık, uygulama süresi ve tohum nem kapsamının birleşik etkileri tohum canlılığında düşmeye neden olabilmektedir (Ellis ve ark. 1990b). Diğer taraftan humidifikasyon süresi, tohum nem kapsamının yeterince yüksek bir seviyeye çıkarılması için yeterli değilse, uygulama sonrasında su zararı önlenememektedir (Ellis ve ark. 1982). Ayrıca, Sivritepe ve Dourado (1994) bezelye tohumlarında humidifikasyon için en uygun sıcaklığın 16°C ve uygulama sonunda ulaşılması gereken tohum nem kapsamının ise %16.3-18.2 arasında olduğunu bildirmektedir.

Rao ve ark. (1987) marul tohumlarında yaptıkları bir çalışmada, humidifikasyon uygulamalarının fide büyümesini arttırdığını ve fide gelişmesi sırasında ortaya çıkan morfolojik anormalliklerin miktarını azalttığını göstermişlerdir. Araştırmacılar aynı çalışma ile humidifikasyonun bir başka boyutunu da ortaya koymuşlardır. Bu sonuçlara göre, humidifikasyon uygulaması, düşük canlılıktaki marul tohumlarında normal çimlenme yüzdesini arttırmıştır. Optimum humidifikasyon süresinin ise (tohum nem kapsamının %34'e ulaştığı) 3 gün olduğunu bildirmişlerdir.

"Douce Provence" çeşidi bezelye tohumlarında yapılan humidifikasyon uygulamalarından elde edilen sonuçlar, standart çimlenme testi öncesinde bu tekniğin kullanılması ile su zararının önlenebileceğini ortaya koymaktadır. Humidifikasyon uygulamaları bütün tohum gruplarında normal çimlenme yüzdesinin artmasına ve anormal çimlenme yüzdesinin azalmasına neden olmuştur. Humidifikasyonun maksimum faydası, özellikle %4.8 nem kapsamındaki tohumlardan 65°C'de 42 gün yaşlandırılmış olan tohum grubunda (humidifikasyon öncesi %73.5 normal çimlenme) görülmüştür (Sivritepe 1995).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırmada bitkisel materyal olarak, aşağıda özellikleri verilen soğan çeşitlerinin tohumları (Akgün-12, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden; Valencia, TEG-502 ve Contes, May Tohumculuk Zir. San. Tic. Ltd. Őti.'den temin edilmiştir) kullanılmıştır.

Akgün-12, uzun gün soğanı olup, tohumları %8.4 nem kapsamına ve yaklaşık %95 çimlenme oranına sahiptir.

Valencia, uzun gün soğanı olup, tohumları %8.4 nem kapsamına ve yaklaşık %95 çimlenme oranına sahiptir.

TEG-502, kısa gün soğanı olup, tohumları %8.4 nem kapsamına ve yaklaşık %95 çimlenme oranına sahiptir.

Contes, kısa gün soğanı olup, tohumları %8.5 nem kapsamına ve yaklaşık %80 çimlenme oranına sahiptir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tohum Nem Kapsamı Tayini

Uygulamalar öncesinde, farklı çeşitlere ait soğan tohumlarının başlangıç nem kapsamlarının birbirine mümkün olduğunca yakın olması amaçlanmıştır. Böylece değişik parametreler açısından, çeşitler arasında meydana gelecek olan farklılıkların nem kapsamından kaynaklanma olasılığı ortadan kaldırılmıştır. Tohumlarda nem düzeylerinin sabitlenebilmesi için her çeşit ayrı bir tepsiye konularak iyice yayılmış, 20°C'de ve %50±5 oransal nemde 14 gün boyunca iklim dolabında bekletildikten sonra nem kapsamaları dengelenmiştir.

Soğan tohumlarında nem kapsamı tayini, Uluslararası Tohum Deneme Birliği (International Seed Testing Association - ISTA) Kuralları'na uygun olarak, Düşük Sabit Sıcaklıktaki Fırın Yöntemi'ne göre yapılmıştır (Anonim 1999). Tohum rnekleri kapakları ile tartılmış ve numaralanmış petri kapları içine iyice yayılmıştır. Petri kapları örnekle birlikte tekrar tartılmıştır. Daha sonra kapakları açık olacak şekilde, 103±2°C'deki fırında 17 saat tutulmuştur. Bu srenin

sonunda, fırından çıkarılan petri kaplarının kapakları kapatılarak, içinde silika jel bulunan bir desikatörde 30 dakika soğumaya bırakılmıştır. Soğutulan petri kapları, içindeki örnek ile tartılmıştır. Tartımlar sırasında laboratuarda oransal nem 50 ± 5 civarında olmuştur. Tohum nem kapsamı aşağıdaki formülden yararlanılarak hesaplanmıştır (Anonim 1999).

$$\text{Tohum Nem Kapsamı (\%)} = \frac{M_2 - M_3}{M_2 - M_1} \times 100$$

Burada;

M_1 = petri kabının ağırlığı

M_2 = petri kabı + tohum ağırlığı

M_3 = kurutmadan sonra, petri kabı + tohum ağırlığıdır.

Tohum nem kapsamı tayini her grup için iki tekerrürlü olarak yapılmıştır. İki tekerrür arasındaki maksimum farkın 0.2 'den küçük olmasına dikkat edilmiştir. Aksi takdirde tohum nem kapsamı tayini tekrarlanmıştır.

3.2.2. Çimlendirme Testi

Yaşlandırma, ozmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamalarından sonra, çimlendirme testi 4 tekerrürden oluşan (her tekerrürde 50 tohum) toplam 200 tohumla $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de ve ISTA kurallarına bağlı kalınarak yapılmıştır (Anonim 1999). Her tekerrürde petri kaplarından kökçüğü ve başçığı tam oluşmuş genç fideler çimlenmiş olarak kabul edilip sayımları yapılmıştır. Primer kök ve/veya kotiledonu tam şeklini almayan tohumlar (anormal çimlenmiş tohumlar) ayrı bir grup olarak değerlendirilmiştir. Sayımlar tohumların ortamdaki çıkarılması suretiyle yapılmıştır. Tohum canlılığı sayım sonunda yüzde çimlenme (normal çimlenen tohumların yüzdesi) olarak belirlenmiştir. Anormal çimlenen tohumların ayrılmasında aşağıdaki özellikler göz önünde bulundurulmuştur. Bir temel organı (primer kök ya da kotiledon) noksan ya da kötü ve düzelmeyecek şekilde zarar görmüş, zayıf gelişmiş, fizyolojik olarak tahrip olmuş ya da temel yapıları deforme olmuş ya da kaybolmuş; temel yapılarından bir kısmı primer enfeksiyon sonucu hastalıklı ya da çürümüş ve normal gelişmesi önlenmiş olanlar anormal çimlenen tohum grubuna dahil edilmiştir (Bekendam ve Grob 1979).

Çimlendirme testleri; temin edilen tohumların başlangıçtaki canlılığını belirlemek, yaşlandırma uygulamalarından sonra elde edilen canlılığı bulmak, ozmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamalarından sonra ulaşılan canlılığı tespit etmek için üç farklı aşamada yapılmıştır.

3.2.3. Elektriksel İletkenlik Testi

Tohumdan sızan maddelerin elektriksel iletkenliğinin ölçümü için, Pandey (1989a)'in çalışmasından modifiye edilerek 200 adet soğan tohumu tartıldıktan sonra 30°C'de 80 mL saf suda 24 saat bekletilmiştir. Bekletme sırasında suyun buharlaşmasını engellemek için beherlerin ağzı streç filmle kapatılmıştır. Daha sonra, Hanna HI 98303 marka EC-metre ile çözeltinin elektriksel iletkenlik değerleri ölçülmüştür. Ölçüm sonrası $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak elde edilen değer, tohum ağırlığına bölünerek tohumdan sızan maddelerin elektriksel iletkenliği $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ tohum olarak belirlenmiştir (İlbi 1998).

3.2.4. Tohumlarda Kontrollü Yaşlandırma (Bozulma) Uygulamaları

Nem kapsamı ve canlılığı bilinen tohumlar, cam kavanozlar içine konulmuş, kapakların ağzı sıkıca kapatılmış ve kavanozlar etiketlenmiştir. Kontrollü yaşlandırma uygulamaları $60\pm 1^\circ\text{C}$ 'ye ayarlanmış iklim dolabında yapılmıştır. Depo koşullarında uzun sürede canlılığı düşen tohumlarla, yüksek sıcaklıkta kısa sürede canlılığı düşürülen tohumlarda aynı canlılıkta dışsal ve içsel yönden bir farklılık olmamaktadır. Bu nedenle zamandan kazanmak için, uzun süreli depolama yerine yaşlandırma uygulamaları yapılmıştır.

Daha önce Demirkaya (1997) tarafından yapılan bir çalışmada %6.4 nem kapsamındaki Valencia soğan çeşidine ait tohumlarda, $60\pm 1^\circ\text{C}$ 'de yapılan kontrollü yaşlandırma uygulamalarında %86.5 olan canlılık ancak 18 günün sonunda %20 seviyelerine inmiştir. Bu çalışmada, %8.4 nem kapsamına ve %95 canlılığa sahip Valencia çeşidi soğan tohumlarında canlılık, 5 günün sonunda %0'a inmiştir. Dört çeşidin tohumlarında yapılan kontrollü yaşlandırma çalışmalarından sonra; Akgün-12, Valencia ve TEG-502 çeşidi soğan

tohumlarında yaklaşık %95, 80, 60, 40 ve 20 olmak üzere 5 farklı canlılık seviyesi tespit edilmiştir. Contes çeşidi soğan tohumlarında ise yaklaşık %80, 60, 40 ve 20 olmak üzere 4 farklı canlılık seviyesi tespit edilmiştir. Yukarıda verilen canlılık seviyeleri \pm %4'lük bir sapma ile elde edilmiştir.

Ülkemizde sertifikalı soğan tohumlarında kabul edilen en düşük canlılık seviyesi %70'tir. Daha önce yapılan bir çalışmada, yaklaşık %70 seviyesinde canlılığa sahip olan tohumlarda ozmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamalarının tohum canlılığını arttırdığı belirlenmiştir (Demirkaya 1997). Bu nedenle %60 ve %80 canlılığa sahip tohumlarda ozmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamaları yapılmış ancak %60 canlılığa sahip tohumlarda canlılığı artırıcı bir etkisi olmamıştır. Bu nedenle, %80 canlılığa sahip tohumlarda ozmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamaları yapılmıştır. Bilindiği gibi, gen bankalarında rejenerasyon standardı %85'dir. Gen bankalarında tohum canlılığı bu seviyenin altına düşünce, tohumlar tekrar üretilmektedir.

3.2.5. Hidrasyon Uygulamaları

3.2.5.1. Ozmotik Koşullandırma Uygulamaları

Bir petri kabının altına ve üstüne filtre kağıtları yerleştirilmiştir. Petri kabına 1 g tohum 0.01 g hassasiyetle tartılarak konulmuştur. Tohumları yerleştirdikten sonra her petri kabına 10 mL PEG-8000 çözeltisi konulmuştur. Sonra $15 \pm 1^\circ\text{C}$ 'de çalışan bir inkübatör içerisine petriler yerleştirilmiştir. Uygulamadan sonra tohumlar önce 5 dakika çeşme suyunda yıkanmış, sonra saf su ile durulanmıştır. Ozmotik koşullandırma uygulamaları -0.5 MPa (184 g/L H₂O) ve -1 MPa (273 g/L H₂O) da 1, 2 ve 3 gün süreyle yapılmıştır (Sivritepe ve Demirkaya 2002).

Uygulamadan sonra tohumlar önce 5 dakika çeşme suyunda yıkanmış, sonra saf su ile durulanmıştır. İki saat kurutma işlemi yapıldıktan sonra tartımları yapılmış ve son nem kapsamları aşağıdaki formülden faydalanılarak bulunmuştur (Sivritepe 1992).

$$d = 100 - [a (100 - b) / c]$$

Burada;

- d = tohumun son nem kapsamı (%)
a = tohumun başlangıç ağırlığı (g)
b = tohumun başlangıç nem kapsamı (%)
c = tohumun son ağırlığı (g) olarak alınmıştır.

3.2.5.2. Humidifikasyon Uygulamaları

Bir desikatör içine 1 litre saf su konulmuş ve suyun en üst seviyesinden yaklaşık 15 cm yukarısına metal bir ızgara yerleştirilmiştir. Bu metal ızgara üzerine bir higrometre konulmuş ve desikatörün kapağı sıkıca kapatılmıştır. Sonra $15\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de çalışan bir inkübatör içine yerleştirilen desikatör içindeki havanın oransal neminin %100'e ulaşması beklenmiştir. Daha sonra 0.01 g hassasiyetle tartımı yapılan 1 g tohum (her bir grup için) bir petri kabı içine konmuş ve üstü açık kalacak şekilde desikatörün içindeki metal ızgaranın üzerine yerleştirilmiştir. Sonra desikatörün kapağı sıkıca kapatılarak humidifikasyon uygulamaları yapılmıştır. Daha önceki çalışmalarımızda elde edilen sonuçlardan yararlanılarak uygulamalar 1, 2 ve 3 gün süre ile yapılmıştır (Sivritepe ve Demirkaya 2002).

Tohum gruplarının son nem kapsamlarının belirlenmesinde ozmotik koşullandırma uygulamalarında kullanılan formülden (bkz. Bölüm 3.2.5.1) yararlanılmıştır.

3.2.6. Yağ Tayini

Sokselat yöntemiyle aşağıdaki şekilde yapılmıştır. Tohumlar porselen bir havanda iyice dövüldükten sonra 2 g örnek tartılmıştır. Kuru örnek ekstraksiyon yüksüğüne (kartuşa) aktarılmış ve sonra mantöllü ısıtıcı çalıştırılmıştır. İşlemin 4 saatte tamamlanması için sokselatın damlaları 5-6 damlaya ayarlanmıştır. Çözücü olarak dietileter kullanılmıştır. Sokselat balonundaki eter dikkatlice uçurulmuş, kalıntı 100 dakika fırında kurutulup tartılmıştır. Bulunan değere göre, aşağıdaki şekilde hesaplama yapılmıştır (Hart ve Fischer 1971).

$$\% \text{ yağ (eter ekstraktı) } = \text{Ekstrakt ağırlığı} / \text{Örnek ağırlığı} \times 100$$

3.2.7. Malondialdehit (MDA) Tayini

Malondialdehit tayini Peever ve Higgins (1989)'e göre yapılmıştır. Başlangıçta 1 g örnek tartılmış, 5 mL (%0.1 w/v) trikloroasetik asit (TCA) çözeltisinde homojenize edildikten sonra 10000 devir / dak.'da 5 dak. santrifüj edilmiştir. Daha sonra 1 mL süpernatant alınıp üzerine 4 mL tiobarbitürik asit (TBA; %20 TCA ihtiva eden %0.5 TBA w/v) ilave edilmiştir. Sonra bu karışım 95°C'de 30 dakika kaynatılmış ve kaynatmadan sonra hızlı bir şekilde buz içinde soğutulmuştur. Soğutulduktan sonra 10000 devir / dak.'da 15 dakika santrifüj edilmiş, süpernatantın absorbansı 532 ve 600 nm'de okunmuştur. Daha sonra 600 nm'deki spesifik okunan absorbans çıkarıldıktan sonra MDA kapsamı ($\mu\text{mol} / \text{g}$ taze ağırlık) 155 ekstinksiyon katsayısıyla çarpılarak tayin edilmiştir.

3.2.8. Toplam Protein Tayini

Tohumların protein içeriklerinde meydana gelen değişimleri belirlemek amacıyla, Kjeldal Yöntemi (Steubing 1965) kullanılmıştır. Numuneler öğütüldükten sonra yaklaşık olarak her yakma tüpüne 0.25 g örnek konulmuştur. Sonra örneklerin üzerine birer Kjeldal tablet (her tablet 1.5 g K_2SO_4 ve 0.0075 g Se içermektedir) konmuş, üzerine 6 mL H_2SO_4 eklenip dikkatlice karıştırılmıştır. Daha sonra bu karışım yakma ünitesine yerleştirilip, 420°C'de 45 dak. yakılmıştır. Tüpler soğutulduktan sonra her tüpe 15 mL saf su eklenmiştir. Daha sonra %35'lik NaOH ve %1'lik borik asit, bromkresol yeşili ve metil kırmızısı indikatörleri ile beraber hazırlanmış, faktörü ve molaritesi belli HCl üzerinden otomatik olarak distilasyon ve titrasyon yapılmıştır.

Daha sonra okunan değerlerden yararlanarak protein (%) içeriği aşağıdaki formülle bulunmuştur.

$$\text{Protein (\%)} = 14.01 \times M \times f \times F \times 100 \times (\text{mL numune} - \text{mL kör}) / \text{mg örnek}$$

M= HCl'in molaritesi

f= HCl'in faktörü

F= Protein faktörü

3.2.9. Çözülebilir Protein ve Katalaz Tayinleri

Öncelikle, 0.5 g öğütülmüş numune tartılmış ve üzerine 1 mL tampon çözelti konulmuş (Tris-HCl pH=7.8) ve karışım iyice homojenize edilmiştir. Sonra bu karışım 12000 devir/dak.'da 4°C'de 20 dak. santrifüj edilmiştir. Ölçüm yapılacak ortamda 900 µL KH₂PO₄ (pH=7) ve enzim ekstraktının 1 mL'sinde 100 µg çözülebilir protein olacak şekilde enzim ölçümü için süpernatant alınmıştır. Daha sonra, 25 mg Coomassie brilliant blue G-250, 12.5 mL %95 etanolde çözdürülüp, 25 mL %85 H₃PO₄ (veya Perklorik asit) eklendikten sonra, 250 mL'ye tamamlanmasıyla hazırlanan derişik boya çözeltisi kullanılmıştır. Kullanılacağı zaman 5 kez sulandırılmış, Whatman No.1 filtresinden geçirilmiş, bir cam şişede oda sıcaklığında saklanmış ve kullanıldığı zaman 5 mL boya alınmıştır. Numune konduktan sonra vorteks ile karıştırılmış ve en geç bir saat içinde 595 nm'de absorbansı okunmuştur. Hazırlanan standarda göre çözeltinin protein içeriği bulunmuştur (Bradford 1976). Katalaz aktivitesi Chance ve Maehly (1995)'e göre belirlenmiştir. Okuma tüpüne 900 µL KH₂PO₄ (pH=7) konulmuş, üzerine 1 mL'sinde 100 µg çözülebilir protein olacak şekilde örnek eklenmiş, iyice karıştırıldıktan sonra spektrofotometreye konulmuş ve üzerine 100 µL H₂O₂ ilave edilerek reaksiyon başlatılmış ve 240 nm'de 5 dak. okunmuştur. Okunan rakamlar H₂O₂'nin 240 nm'deki ekstinksiyon katsayısı (E = 40 1/mM 1/cm) ile çarpılarak katalaz aktivitesi (nmol H₂O₂ / dak. /mg protein) hesaplanmıştır.

3.2.10. Verilerin Değerlendirilmesi

Denemeler tesadüf parsellerinde üç faktörlü (ozmotik koşullandırma uygulamaları) ve iki faktörlü (humidifikasyon uygulamaları) faktöriyel deneme desenlerine göre ve her tekerrürde 50 tohum olacak şekilde 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Varyans analizleri "SSPS 13.0 for Windows" istatistik programında yapılmış, ortalamalar arasındaki farklılıklar 0.05 önemlilik seviyesinde LSD testine göre belirlenmiştir. Korelasyon analizleri ise "SAS 6.03" istatistiksel analiz programı kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Soğan Tohumlarında Yaşlanma ile Meydana Gelen Değişimler (Deneme 1)

4.1.1. Yaşlanma Sırasında Tohumlarda Meydana Gelen Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler

4.1.1.1. Çimlenme Oranı

Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes çeşidi soğan tohumlarında canlılık eğrileri oluşturmak amacıyla $60\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de yaşlandırma uygulamaları yapılmıştır. Yaşlandırma uygulamalarından sonra, 21 gün süreyle çimlendirme testleri yapılarak canlılık tespit edilmiştir.

Akgün-12, canlılığını en çabuk kaybeden çeşit olmuştur. Kontrol tohumları %94 canlılığa sahip iken, canlılık 6.5 saat kontrollü yaşlandırma sonunda %76'ya, 7.5 saat sonunda %60.5'e, 8 saat sonunda %39.6'ya, 10 saat sonunda %20'ye düşmüş ve 18 saat yaşlandırma sonunda ise tohumların tamamı canlılığını kaybetmiştir (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1).

Valencia çeşidinde ilk 4 gün canlılık kaybı çok az olurken, 4.5 günden itibaren canlılık hızla azalmış ve 5. günde sıfıra inmiştir. Kontrol tohumları %97 canlılığa sahip iken, 100 saat kontrollü yaşlandırma sonunda canlılık %78'e, 101 saat sonunda %63'e, 102 saat sonunda %42'ye, 109 saat sonunda %21'e düşmüş ve 120 saat yaşlandırma sonunda ise tohumların tamamı canlılığını kaybetmiştir (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1).

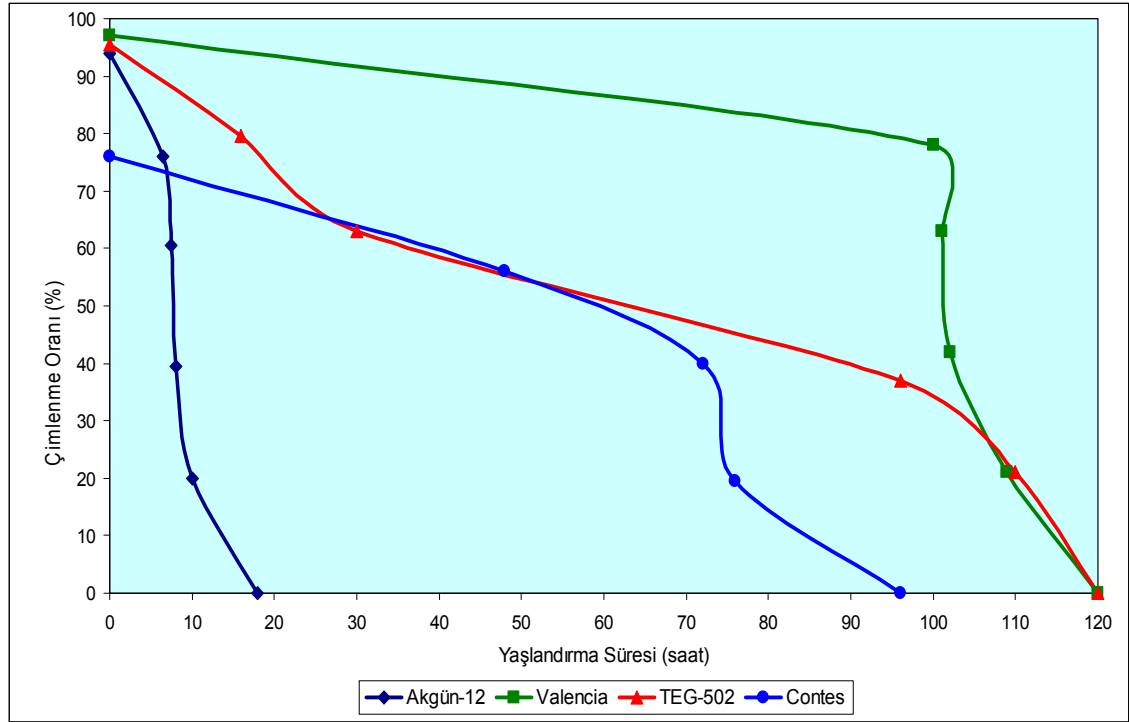
TEG-502 çeşidi soğan tohumlarında, kontrol grubu %95.5 canlılığa sahip iken, 16 saat kontrollü yaşlandırma sonunda canlılık %79.5'e, 30 saat sonunda %58'e, 96 saat sonunda %37'ye, 110 saat sonunda %21'e düşmüş ve 120 yaşlandırma sonunda ise tohumların tamamı canlılığını kaybetmiştir (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1).

Contes çeşidi soğan tohumlarında, kontrol grubu %76 canlılığa sahip iken, canlılık 48 saat kontrollü yaşlandırma sonunda %57'ye, 72 saat sonunda

%40'a, 76 saat sonunda %19.5'e, 96 saat sonunda ise tohumların tamamı canlılığını kaybetmiştir (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1).

Çizelge 4.1. Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında çimlenme oranı ile yaşlandırma süresi arasındaki ilişki.

Çimlenme Oranı (%)	Yaşlandırma Süresi (saat)			
	Akgün-12	Valencia	TEG-502	Contes
95	0	0	0	
80	6.5	100	16	0
60	7.5	101	30	48
40	8	102	96	72
20	10	109	110	76
0	18	120	120	96



Şekil 4.1. Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında yaşlandırma süresi ile canlılık kaybı arasındaki ilişki.

4.1.1.2. Ortalama Çimlenme Süresi

Farklı canlılık seviyelerinin, ekimden 21 gün sonra Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında ortalama çimlenme süresi (gün) üzerine etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Ortalama çimlenme süreleri incelendiğinde; Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında canlılık kaybı ile ortalama çimlenme sürelerinde meydana gelen artış tüm çeşitlerde önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Diğer bir deyişle, tohumların canlılığı ile birlikte gücü (vigor) de azalmıştır. Akgün-12 çeşidinde %95 canlılığa sahip tohumlar 4.8 gün ile en kısa, %20 canlılığa sahip tohumlar 11.6 gün ile en uzun ortalama çimlenme süresini vermiştir. Valencia çeşidinde %95 canlılığa sahip tohumlar 5.5 gün ile en kısa, %40 ve %20 canlılığa sahip tohumlar 10.0 gün ile en uzun ortalama çimlenme süresini vermişlerdir. TEG-502 çeşidinde %95 canlılığa sahip tohumlar 5.3 gün ile en kısa, %20 canlılığa sahip tohumlar 13.6 gün ile en uzun ortalama çimlenme süresini vermiştir. Contes çeşidinde %80 canlılığa sahip tohumlar 6.5 gün ile en kısa, %20 canlılığa sahip tohumlar 10.1 gün ile en uzun ortalama çimlenme süresini vermiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında yaşlanma ile ortalama çimlenme sürelerinde meydana gelen değişimler.

Canlılık (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)			
	Akgün-12	Valencia	TEG-502	Contes
95	4.8 c*	5.5 d	5.3 d	
80	8.6 b	6.2 c	5.7 d	6.5 b
60	9.3 b	7.7 b	9.5 c	6.6 b
40	9.5 b	10.0 a	10.3 b	9.7 a
20	11.6 a	10.0 a	13.6 a	10.1 a

* Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

4.1.1.3. Elektriksel İletkenlik

Farklı canlılık seviyelerinin, Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında elektriksel iletkenlik üzerine etkileri, yapılan istatistiksel analizler sonucu önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.3). Tohumdan sızan madde miktarı olarak ta değerlendirilen, 1 gram tohumdaki elektriksel iletkenlik değerleri incelendiğinde; uzun gün soğanlarının (Akgün-12 ve Valencia) daha düşük, buna karşılık kısa gün soğanlarının (TEG-502 ve Contes) daha yüksek değerlere ulaştığı belirlenmiştir. Ancak yaşlanma ile birlikte, sızan madde miktarının artışına paralel olarak, elektriksel iletkenlik değerlerindeki en yüksek artış Valencia çeşidinde görülmüştür. Diğer çeşitlerde de bu artış yaşlanma ile paralellik göstermiştir.

Çizelge 4.3. Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında yaşlanma ile elektriksel iletkenlikte ($\mu\text{S/cm/g}$) meydana gelen değişimler.

Canlılık (%)	Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{S/cm/g}$)			
	Akgün-12	Valencia	TEG-502	Contes
95	145.2 c*	107.6 d	218.7 b	
80	149.2 c	122.0 c	223.9 b	192.5 c
60	160.3 b	123.1 c	240.3 a	199.9 c
40	165.0 ab	135.3 b	240.2 a	216.0 b
20	167.7 a	160.5 a	249.1 a	228.4 a

* Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

Akgün-12 çeşidinde en yüksek elektriksel iletkenlik değerini 167.7 $\mu\text{S/cm/g}$ ile %20 canlılığa sahip tohumlar, en düşük ise 145.2 $\mu\text{S/cm/g}$ ile %95 canlılığa sahip tohumlar vermiştir. Valencia çeşidinde en yüksek değeri 160.5 $\mu\text{S/cm/g}$ ile %20 canlılığa sahip tohumlar, en düşük olarak 107.6 $\mu\text{S/cm/g}$ ile %95 canlılığa sahip tohumlar vermiştir. TEG-502 çeşidinde en yüksek değer 249.1 $\mu\text{S/cm/g}$ ile %20 canlılığa sahip tohumlardan, en düşük ise 218.7 $\mu\text{S/cm/g}$ ile %95 canlılığa sahip tohumlardan elde edilmiştir. Contes çeşidinde en yüksek değer 228.4 $\mu\text{S/cm/g}$ ile %20 canlılığa sahip tohumlardan, en düşük

ise 192.5 $\mu\text{S/cm/g}$ ile %80 canlılığa sahip tohumlardan elde edilmiştir (Çizelge 4.3).

4.1.1.4. Toplam Yağ Oranı

Farklı canlılık seviyelerinin, soğan tohumlarında toplam yağ oranı (%) üzerine etkileri, yapılan istatistiksel analizler sonucu Akgün-12 ve Valencia çeşitlerinde önemsiz ($P>0.05$), TEG-502 ve Contes çeşitlerinde ise önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Toplam yağ oranları incelendiğinde, Akgün-12 ve Valencia uzun gün soğan tohumlarında canlılık kaybı ile yağ oranları azalmış, ancak bu düşüş istatistiksel olarak önemli olmamıştır ($P>0.05$). Akgün-12 çeşidinde en yüksek yağ oranını %24.5 ile %95 canlılığa sahip tohumlar, en düşük yağ oranını ise %23.8 ile %20 canlılığa sahip tohumlar vermiştir. Valencia çeşidinde en yüksek yağ oranını %23.8 ile %95 canlılığa sahip tohumlar, en düşük yağ oranını ise %23.3 ile %20 canlılığa sahip tohumlar vermiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında yaşlanma ile toplam yağ oranında (%) meydana gelen değişimler.

Canlılık (%)	Toplam Yağ Oranı (%)			
	Akgün-12	Valencia	TEG-502	Contes
95	24.5	23.8	24.6 a*	
80	24.3	23.6	24.5 a	23.7 a
60	24.3	23.6	24.3 a	23.2 b
40	24.1	23.5	23.4 b	23.1 b
20	23.8	23.3	23.3 b	22.6 c

* Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

TEG-502 ve Contes çeşidi soğan tohumlarında canlılığın düşmesi ile birlikte yağ oranlarındaki azalma istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Bu azalma TEG-502 çeşidinde canlılık %40 seviyesine, Contes çeşidinde ise %60 seviyesine düştüğünde önem kazanmıştır. TEG-502 çeşidinde en yüksek yağ oranını %24.6 ile %95 canlılığa sahip tohumlar, en

düşük yağ oranını ise %23.3 ile %20 canlılığa sahip tohumlar vermiştir. Contes çeşidinde en yüksek yağ oranını %23.7 ile %80 canlılığa sahip tohumlar, en düşük yağ oranını ise %22.6 ile %20 canlılığa sahip tohumlar vermiştir (Çizelge 4.4).

4.1.1.5. Toplam Protein Oranı

Farklı canlılık seviyelerinin, soğan çeşitlerinin tohumlarında toplam protein oranı (%) üzerine etkileri, yapılan istatistiksel analizler sonucu Akgün-12, Valencia, TEG-502 çeşitlerinde önemli ($P<0.05$), Contes çeşidinde ise önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Toplam protein oranları incelendiğinde, Akgün-12 ve Valencia uzun gün soğan tohumlarında canlılık kaybı ile protein oranları istatistiksel olarak önemli düzeyde ($P<0.05$) azalmıştır. Akgün-12 çeşidinde en yüksek protein oranı %20.8 ile %95 canlılığa sahip tohumlar, en düşük protein oranı ise %20.0 ile %20 canlılığa sahip tohumlardan elde edilmiştir. Valencia çeşidinde en yüksek protein oranını %22.1 ile %95 canlılığa sahip tohumlar, en düşük protein oranını ise %21.2 ile %20 canlılığa sahip tohumlar vermiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında yaşlanma ile toplam protein oranında (%) meydana gelen değişimler.

Canlılık (%)	Toplam Protein Oranı (%)			
	Akgün-12	Valencia	TEG-502	Contes
95	20.8 a*	22.1 a	21.7 a	
80	20.7 ab	22.1 a	21.6 ab	23.9
60	20.6 b	21.8 b	21.5 b	23.8
40	20.3 c	21.5 c	21.2 c	23.6
20	20.0 d	21.2 d	21.1 c	23.3

* Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

TEG-502 çeşidi soğan tohumlarında canlılığın düşmesi ile birlikte protein oranlarında meydana gelen azalma istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. TEG-502 çeşidinde en yüksek protein oranını %21.7 ile %95

canlılığa sahip tohumlar, en düşük protein oranını ise %21.1 ile %20 canlılığa sahip tohumlar vermiştir. Contes çeşidinde canlılık düştükçe protein oranı azalmış; ancak bu azalma istatistiksel olarak önemli olmamıştır ($P>0.05$). Contes çeşidinde en yüksek protein oranını %23.9 ile %80 canlılığa sahip tohumlar, en düşük protein oranını ise %23.3 ile %20 canlılığa sahip tohumlar vermiştir (Çizelge 4.5).

4.1.1.6. Çözülebilir Protein İçeriği

Farklı canlılık seviyelerinin, Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında çözülebilir protein (mg/g taze ağırlık) içeriği üzerine etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Soğan tohumlarında farklı canlılık seviyelerindeki çözülebilir protein içerikleri incelendiğinde, 4 çeşitte de canlılık düştükçe çözülebilir protein içeriği azalmış; ancak bu azalma doğrusal olmamıştır. Önce bir azalma olmuş sonra canlılık %40'a düşüncü bir direnç oluşmuş sonra tekrar azalmıştır. Çözülebilir protein içeriklerinde meydana gelen bu azalmalar istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Akgün-12 çeşidinde en yüksek çözülebilir protein 15.3 mg/g ile %95 canlılığa sahip tohumlardan, en düşük ise 10.7 mg/g ile %60 canlılığa sahip tohumlardan elde edilmiştir. Valencia çeşidinde en yüksek çözülebilir protein 15.2 mg/g ile %95 canlılığa sahip tohumlardan, en düşük ise 11.0 mg/g ile %60 canlılığa sahip tohumlardan elde edilmiştir. TEG-502 çeşidinde en yüksek çözülebilir protein miktarını 15.4 mg/g ile %95 canlılığa sahip tohumlar, en düşük ise 13.7 mg/g ile %60 canlılığa sahip tohumlar vermiştir. Contes çeşidinde en yüksek çözülebilir protein miktarını 12.3 mg/g ile %80 canlılığa sahip tohumlar, en düşük ise 10.2 mg/g ile %20 canlılığa sahip tohumlar vermiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında yaşlanma ile çözülebilir protein (mg/g taze ağırlık) içeriğinde meydana gelen değişimler.

Canlılık (%)	Çözülebilir Protein (mg/g taze ağırlık)			
	Akgün-12	Valencia	TEG-502	Contes
95	15.3 a*	15.2 a	15.4 a	
80	14.3 a	15.3 a	15.0 ab	12.3 a
60	10.7 c	11.0 b	13.7 c	11.5 a
40	12.5 b	11.5 b	14.9 b	12.1 a
20	11.3 bc	11.2 b	14.6 b	10.2 b

* Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılığı göstermektedir (P<0.05).

4.1.1.7. Malondialdehit İçeriği

Farklı canlılık seviyelerinin, Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında MDA içeriği üzerine etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu önemli (P<0.05) bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, canlılık seviyeleri düştükçe MDA içeriği artmıştır. MDA içeriğindeki artış özellikle canlılık %60'ın altına düştüğünde daha hızlı olmuştur. Bu artışlar bütün çeşitlerde istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında yaşlanma ile MDA ($\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık) içeriklerinde meydana gelen değişimler.

Canlılık (%)	MDA ($\mu\text{mol/g}$ taze ağırlık)			
	Akgün-12	Valencia	TEG-502	Contes
95	24.6 a*	20.3 c	23.8 c	
80	24.5 a	21.3 bc	24.1 bc	24.1 d
60	29.0 b	22.4 abc	28.5 b	27.1 c
40	28.7 b	23.2 ab	28.8 b	27.9 ab
20	30.4 c	24.0 a	33.7 a	29.0 a

* Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılığı göstermektedir (P<0.05).

Akgün-12 çeşidinde en yüksek MDA içeriğini 30.4 $\mu\text{mol/g}$ ile %20 canlılığa sahip tohumlar, en düşük MDA içeriğini ise 24.6 $\mu\text{mol/g}$ ile %95 canlılığa sahip tohumlar vermiştir. Valencia çeşidinde en yüksek MDA içeriğini

24.0 $\mu\text{mol/g}$ ile %20 canlılığa sahip tohumlar, en düşük MDA içeriğini ise 20.3 $\mu\text{mol/g}$ ile %95 canlılığa sahip tohumlar vermiştir. TEG-502 çeşidinde en yüksek MDA içeriğini 33.7 $\mu\text{mol/g}$ ile %20 canlılığa sahip tohumlar, en düşük MDA içeriğini ise 23.8 $\mu\text{mol/g}$ ile %95 canlılığa sahip tohumlar vermiştir. Contes çeşidinde en yüksek MDA içeriğini 29.0 $\mu\text{mol/g}$ ile %20 canlılığa sahip tohumlar, en düşük MDA içeriğini ise 24.1 $\mu\text{mol/g}$ ile %80 canlılığa sahip tohumlar vermiştir (Çizelge 4.7).

4.1.1.8. Katalaz Aktivitesi

Farklı canlılık seviyelerinin, Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında katalaz aktivitesi üzerine etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Canlılık seviyeleri düştükçe katalaz aktivitesi de düşmüştür. Katalaz aktivitesindeki düşüş özellikle canlılık %60'ın altına düştüğünde daha hızlı olmuştur. Bu düşüş tüm çeşitlerde istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında yaşlanma ile katalaz ($\text{nmol H}_2\text{O}_2 / \text{dak} / \text{mg protein}$) aktivitelerinde meydana gelen değişimler.

Canlılık (%)	Katalaz ($\text{nmol H}_2\text{O}_2 / \text{dak} / \text{mg protein}$)			
	Akgün-12	Valencia	TEG-502	Contes
95	70.2 a*	48.4 a	46.6 a	
80	69.3 a	48.0 a	45.3 ab	61.4 a
60	63.4 b	47.4 a	44.3 b	50.6 b
40	51.5 c	43.2 b	41.5 c	50.4 b
20	50.7 c	40.6 c	39.3 d	49.4 b

* Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılığı göstermektedir ($P<0.05$).

Akgün-12 çeşidinde en yüksek katalaz aktivitesi 70.2 $\text{nmol H}_2\text{O}_2/\text{dak}/\text{mg}$ protein ile %95 canlılığa sahip tohumlarda, en düşük katalaz aktivitesi ise 50.7 $\text{nmol H}_2\text{O}_2/\text{dak}/\text{mg}$ protein ile %20 canlılığa sahip tohumlarda gözlenmiştir. Valencia çeşidinde en yüksek katalaz aktivitesi 48.4 $\text{nmol H}_2\text{O}_2/\text{dak}/\text{mg}$ protein ile %95 canlılığa sahip tohumlarda, en düşük katalaz aktivitesi ise 40.6 nmol

H₂O₂/dak/mg protein ile %20 canlılığa sahip tohumlarda gözlenmiştir. TEG-502 çeşidinde en yüksek katalaz aktivitesi 46.6 nmol H₂O₂/dak/mg protein ile %95 canlılığa sahip tohumlarda, en düşük katalaz aktivitesi ise 39.3 nmol H₂O₂/dak/mg protein ile %20 canlılığa sahip tohumlarda gözlenmiştir. Contes çeşidinde en yüksek katalaz aktivitesine 61.4 nmol H₂O₂/dak/mg protein ile %80 canlılığa sahip tohumlarda, en düşük katalaz aktivitesi ise 49.4 nmol H₂O₂/dak/mg protein ile %20 canlılığa sahip tohumlarda gözlenmiştir (Çizelge 4.8).

4.1.2. Tohumlarda Yaşlanma ile Meydana Gelen Değişimlerin Çeşitler Bazında Genel Değerlendirmesi

Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes çeşitlerine ait soğan tohumlarında, genel bir eğilim olarak; canlılık kaybı ile birlikte ortalama çimlenme süresi, MDA içeriği ve elektriksel iletkenlik artarken, toplam yağ ve toplam protein oranları ile çözülebilir protein içeriği ve katalaz aktivitesi azalmıştır. Ancak, ortalama çimlenme süresi, MDA içeriği ve elektriksel iletkenlikteki artış ile toplam yağ ve protein oranları, çözülebilir protein içeriği ve katalaz aktivitesindeki azalma canlılık yaklaşık %60 seviyesine düştüğünde daha belirgin olmuştur.

Bu çalışmada yer alan tüm soğan çeşitlerinin tohumlarında, canlılıkta meydana gelen kayıplarla ilgili olarak incelenen parametreler bazındaki karşılıklı ilişkiler, yapılan korelasyon analizleri ile ortaya konmuştur. Her çeşitte elde edilen korelasyon matrisi üzerindeki değerlendirmeler aşağıdaki alt bölümlerde detaylı olarak verilmiştir.

4.1.2.1. Akgün-12

Akgün-12 soğan çeşidinde, çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, elektriksel iletkenlik, toplam yağ oranı, toplam protein oranı, çözülebilir protein, MDA ve katalaz aktivitesi arasındaki korelasyon matrisi Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çimlenme oranı ile MDA, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında negatif bir korelasyon varken, çözülebilir protein, katalaz aktivitesi ve toplam protein oranı arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Çimlenme oranı ile toplam yağ oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Ortalama çimlenme süresi ile çimlenme oranı, çözülebilir protein, katalaz aktivitesi ve toplam protein oranı arasında negatif bir korelasyon varken, MDA ve elektriksel iletkenlik arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Ortalama çimlenme süresi ile toplam yağ oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Elektriksel iletkenlik ile çimlenme oranı, çözülebilir protein, katalaz aktivitesi ve toplam protein oranı arasında negatif bir korelasyon varken, MDA ve ortalama çimlenme süresi arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Elektriksel iletkenlik ile toplam yağ oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Toplam yağ oranı ile çimlenme oranı, MDA, çözülebilir protein, katalaz aktivitesi, toplam protein oranı, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında negatif veya pozitif bir korelasyon bulunmamıştır.

Toplam protein oranı ile MDA, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında negatif bir korelasyon varken, çimlenme oranı katalaz aktivitesi ve çözülebilir protein arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Toplam protein oranı ile toplam yağ oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Çözülebilir protein ile MDA, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında negatif bir korelasyon varken, çimlenme oranı katalaz aktivitesi ve toplam protein oranı arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Çözülebilir protein ile toplam yağ oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

MDA ile çimlenme oranı, çözülebilir protein, katalaz aktivitesi ve toplam protein oranı arasında negatif bir korelasyon varken, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. MDA ile toplam yağ oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Katalaz aktivitesi ile MDA, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında negatif bir korelasyon varken, çimlenme oranı, çözülebilir

protein ve toplam protein oranı arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Katalaz aktivitesi ile toplam yağ oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Çizelge 4.9. Akgün-12 soğan çeşidinde, çimlenme oranı (ÇO), ortalama çimlenme süresi (OÇS), elektriksel iletkenlik (Eİ), toplam yağ oranı (YAĞ), toplam protein oranı (PRO), çözülebilir protein (ÇPRO), malondialdehit (MDA) ve katalaz aktivitesi (KAT) parametrelerinin korelasyon matrisi.

	ÇO	OÇS	Eİ	YAĞ	PRO	ÇPRO	MDA	KAT
ÇO	1.00							
OÇS	-0.89*	1.00						
Eİ	-0.93*	0.84*	1.00					
YAĞ	0.44	-0.43	0.34	1.00				
PRO	0.96*	-0.79*	-0.86*	0.37	1.00			
ÇPRO	0.72*	-0.78*	-0.84*	0.29	0.59*	1.00		
MDA	-0.89*	0.78*	0.93*	-0.29	-0.81*	-0.89*	1.00	
KAT	0.95*	-0.76*	-0.90*	0.34	0.95*	0.63*	-0.86*	1.00

* P<0.05 düzeyinde önemli bulunan korelasyon değerlerini göstermektedir.

4.1.2.2. Valencia

Valencia soğan çeşidinde, çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, elektriksel iletkenlik, toplam yağ oranı, toplam protein oranı, çözülebilir protein, MDA ve katalaz aktivitesi arasındaki korelasyon matrisi Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çimlenme oranı ile MDA, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında negatif bir korelasyon varken, çözülebilir protein, katalaz aktivitesi ve toplam protein oranı arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur. Çimlenme oranı ile toplam yağ oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Ortalama çimlenme süresi ile çimlenme oranı, çözülebilir protein, katalaz aktivitesi ve toplam protein oranı arasında negatif bir korelasyon varken, MDA ve elektriksel iletkenlik arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Ortalama çimlenme süresi ile toplam yağ oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Elektriksel iletkenlik ile çimlenme oranı, çözülebilir protein, katalaz aktivitesi ve toplam protein oranı arasında negatif bir korelasyon varken, MDA ve ortalama çimlenme süresi arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Elektriksel iletkenlik ile toplam yağ oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Toplam yağ oranı ile çimlenme oranı, MDA, çözülebilir protein, katalaz aktivitesi, toplam protein oranı, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında negatif veya pozitif bir korelasyon bulunmamıştır.

Toplam protein oranı ile MDA, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında negatif bir korelasyon varken, çimlenme oranı, katalaz aktivitesi ve çözülebilir protein arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Toplam protein oranı ile toplam yağ oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Çözülebilir protein ile MDA, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında negatif bir korelasyon varken, çimlenme oranı, katalaz aktivitesi ve toplam protein oranı arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Çözülebilir protein ile toplam yağ oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

MDA ile çimlenme oranı, çözülebilir protein, katalaz aktivitesi ve toplam protein oranı arasında negatif bir korelasyon varken, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. MDA ile toplam yağ oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Katalaz aktivitesi ile MDA, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında negatif bir korelasyon varken, çimlenme oranı, çözülebilir protein ve toplam protein oranı arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Katalaz aktivitesi ile toplam yağ oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Çizelge 4.10. Valencia soğan çeşidinde, çimlenme oranı (ÇO), ortalama çimlenme süresi (OÇS), elektriksel iletkenlik (Eİ), toplam yağ oranı (YAĞ), toplam protein oranı (PRO), çözülebilir protein (ÇPRO), malondialdehit (MDA) ve katalaz aktivitesi (KAT) parametrelerinin korelasyon matrisi.

	ÇO	OÇS	Eİ	YAĞ	PRO	ÇPRO	MDA	KAT
ÇO	1.00							
OÇS	-0.95*	1.00						
Eİ	-0.94*	0.83*	1.00					
YAĞ	0.46	-0.45	-0.35	1.00				
PRO	0.94*	-0.88*	-0.91*	0.38	1.00			
ÇPRO	0.79*	-0.83*	-0.64*	0.28	0.72*	1.00		
MDA	-0.80*	0.75*	0.70*	-0.15	-0.71*	-0.68*	1.00	
KAT	0.93*	-0.90*	-0.89*	0.49	0.91*	0.65*	-0.70*	1.00

* P<0.05 düzeyinde önemli bulunan korelasyon değerlerini göstermektedir.

4.1.2.3. TEG-502

TEG-502 soğan çeşidinde, çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, elektriksel iletkenlik, toplam yağ oranı, toplam protein oranı, çözülebilir protein, MDA ve katalaz aktivitesi arasındaki korelasyon matrisi Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çimlenme oranı ile MDA, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında negatif bir korelasyon varken, katalaz aktivitesi, toplam yağ oranı ve toplam protein oranı arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur. Çözülebilir protein ile çimlenme oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Ortalama çimlenme süresi ile çimlenme oranı, katalaz aktivitesi, toplam yağ oranı ve toplam protein oranı arasında negatif bir korelasyon varken, MDA ve elektriksel iletkenlik arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Ortalama

çimlenme süresi ile çözülebilir protein içeriği arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Elektriksel iletkenlik ile çimlenme oranı, çözülebilir protein, katalaz aktivitesi, toplam yağ oranı ve toplam protein oranı arasında negatif bir korelasyon varken, MDA ve ortalama çimlenme süresi arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur.

Toplam yağ oranı ile MDA, elektriksel iletkenlik ve ortalama çimlenme süresi arasında negatif bir korelasyon varken, çimlenme oranı, katalaz aktivitesi, ve toplam protein oranı arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Toplam yağ oranı ile çözülebilir protein arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Toplam protein oranı ile MDA, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında negatif bir korelasyon varken, çimlenme oranı, katalaz aktivitesi ve toplam yağ oranı arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Toplam protein oranı ile çözülebilir protein arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Çözülebilir protein ile elektriksel iletkenlik arasında negatif bir korelasyon varken, çimlenme oranı, MDA, katalaz aktivitesi, toplam yağ oranı, toplam protein oranı ve ortalama çimlenme süresi arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

MDA ile çimlenme oranı, katalaz aktivitesi, toplam yağ oranı ve toplam protein oranı arasında negatif bir korelasyon varken, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. MDA ile çözülebilir protein içeriği arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Katalaz aktivitesi ile MDA, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında negatif bir korelasyon varken, çimlenme oranı, toplam yağ oranı ve toplam protein oranı arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Katalaz aktivitesi ile çözülebilir protein arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Çizelge 4.11. TEG-502 soğan çeşidinde, çimlenme oranı (ÇO), ortalama çimlenme süresi (OÇS), elektriksel iletkenlik (Eİ), toplam yağ oranı (YAĞ), toplam protein oranı (PRO), çözülebilir protein (ÇPRO), malondialdehit (MDA) ve katalaz aktivitesi (KAT) parametrelerinin korelasyon matrisi.

	ÇO	OÇS	Eİ	YAĞ	PRO	ÇPRO	MDA	KAT
ÇO	1.00							
OÇS	-0.95*	1.00						
Eİ	-0.82*	0.86*	1.00					
YAĞ	0.93*	-0.86*	-0.76*	1.00				
PRO	0.89*	-0.84*	-0.80*	0.83*	1.00			
ÇPRO	0.32	-0.45	-0.55*	0.12	0.34	1.00		
MDA	-0.82*	0.87*	0.79*	-0.69*	-0.67*	-0.36	1.00	
KAT	0.95*	-0.91*	-0.79*	0.90*	0.85*	0.25	-0.77*	1.00

* P<0.05 düzeyinde önemli bulunan korelasyon değerlerini göstermektedir.

4.1.2.4. Contes

Contes soğan çeşidinde, çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, elektriksel iletkenlik, toplam yağ oranı, toplam protein oranı, çözülebilir protein, MDA ve katalaz aktivitesi arasındaki korelasyon matrisi Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çimlenme oranı ile MDA, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında negatif bir korelasyon varken, çözülebilir protein içeriği, katalaz aktivitesi ve toplam yağ oranı arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur. Çimlenme oranı ile toplam protein oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Ortalama çimlenme süresi ile çimlenme oranı, katalaz aktivitesi ve toplam yağ oranı arasında negatif bir korelasyon varken, MDA ve elektriksel iletkenlik arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Ortalama çimlenme süresi ile

çözülebilir protein ve toplam protein oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Elektriksel iletkenlik ile çimlenme oranı, çözülebilir protein, katalaz aktivitesi ve toplam yağ oranı arasında negatif bir korelasyon varken, MDA ve ortalama çimlenme süresi arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Elektriksel iletkenlik ile toplam protein oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Toplam yağ oranı ile MDA, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında negatif bir korelasyon varken, çimlenme oranı, çözülebilir protein, katalaz aktivitesi, ve toplam protein oranı arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur.

Toplam protein oranı ile toplam yağ oranı arasında pozitif bir korelasyon varken, çimlenme oranı, MDA, çözülebilir protein, katalaz aktivitesi, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Çözülebilir protein ile MDA ve elektriksel iletkenlik arasında negatif bir korelasyon varken, çimlenme oranı ve toplam yağ oranı arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Çözülebilir protein içeriği ile katalaz aktivitesi, toplam protein oranı ve ortalama çimlenme süresi arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

MDA ile çimlenme oranı, çözülebilir protein içeriği, katalaz aktivitesi ve toplam yağ oranı arasında negatif bir korelasyon varken, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. MDA ile toplam protein oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Katalaz aktivitesi ile MDA, ortalama çimlenme süresi ve elektriksel iletkenlik arasında negatif bir korelasyon varken, çimlenme oranı ve toplam yağ oranı arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Katalaz aktivitesi ile çözülebilir protein ve toplam protein oranı arasında ise bir korelasyon bulunmamıştır.

Çizelge 4.12. Contes soğan çeşidinde, çimlenme oranı (ÇO), ortalama çimlenme süresi (OÇS), elektriksel iletkenlik (Eİ), toplam yağ oranı (YAĞ), toplam protein oranı (PRO), çözülebilir protein (ÇPRO), malondialdehit (MDA) ve katalaz aktivitesi (KAT) parametrelerinin korelasyon matrisi.

	ÇO	OÇS	Eİ	YAĞ	PRO	ÇPRO	MDA	KAT
ÇO	1.00							
OÇS	-0.90*	1.00						
Eİ	-0.96*	0.92*	1.00					
YAĞ	0.89*	-0.68*	-0.80*	1.00				
PRO	0.54	-0.44	-0.49	0.67*	1.00			
ÇPRO	0.71*	-0.48	-0.61*	0.72*	0.52	1.00		
MDA	-0.91*	0.77*	0.82*	-0.85*	-0.36	-0.59*	1.00	
KAT	0.81*	-0.63*	-0.72	0.75*	0.37	0.56	-0.92*	1.00

* P<0.05 düzeyinde önemli bulunan korelasyon değerlerini göstermektedir.

4.2. Yaşlandırma Sonrasında Yapılan Hidrasyon (Ozmotik Koşullandırma ve Humidifikasyon) Uygulamaları ile Soğan Tohumlarında Meydana Gelen Değişimler (Deneme 2)

4.2.1. Ozmotik Koşullandırma Uygulamaları ile Tohumlarda Meydana Gelen Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler

4.2.1.1. Çimlenme Oranı

Farklı süreler ve konsantrasyonlarda yapılan PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamalarının ekimden 21 gün sonra Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında çimlenme oranı üzerine etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu; çeşit, konsantrasyon, çeşit x konsantrasyon, konsantrasyon x uygulama süresi ve çeşit x konsantrasyon x

uygulama süresi interaksyonu bakımından önemli ($P<0.05$); uygulama süresi ve çeşit x uygulama süresi interaksyonu bakımından ise önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Akgün-12 çeşidinde tüm uygulamalar kontrole göre çimlenme oranını önemli düzeyde arttırmıştır ($P<0.05$). Uygulama süresi bakımından, en yüksek çimlenme oranını %94 ile -0.5 MPa 3 gün uygulaması verirken, en düşük çimlenme oranını %76 ile kontrol tohumları vermiştir (Çizelge 4.13).

Valencia çeşidinde -0.5 MPa 3 gün ve -1 MPa 1 gün uygulamaları kontrole göre çimlenme oranını azaltmış, diğer tüm uygulamalar kontrole aynı sonucu vermiştir. En yüksek çimlenme oranını %78 ile kontrol ve -0.5 MPa 2 gün uygulaması verirken, en düşük çimlenme oranını %67.5 ile -0.5 MPa 3 gün uygulaması vermiştir (Çizelge 4.13).

TEG-502 çeşidinde -1 MPa'da 1 gün ve -0.5 MPa 2 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları çimlenme oranını azaltırken, -0.5 MPa 1 ve 3 gün, -1 MPa 2 ve 3 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları kontrole aynı sonucu vermiştir. En yüksek çimlenme oranını %83 ile -0.5 MPa'da 1 günlük ozmotik koşullandırma uygulaması verirken, en düşük çimlenme oranını ise %68.5 ile -1 MPa'da 1 gün uygulama görmüş tohumlar vermiştir (Çizelge 4.13).

Contes çeşidinde -0.5 MPa 1 gün ve -1 MPa 3 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları kontrole göre çimlenme oranını önemli düzeyde ($P<0.05$) arttırırken, -0.5 MPa 2 ve 3 gün, -1 MPa 1 ve 2 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları kontrole aynı sonucu vermiştir. En yüksek çimlenme oranını %86.5 ile -0.5 MPa'da 1 günlük ozmotik koşullandırma uygulaması verirken, en düşük çimlenme oranını %75.5 ile -1 MPa'da 1 gün uygulama görmüş tohumlar vermiştir (Çizelge 4.13).

4.2.1.2. Ortalama Çimlenme Süresi

Farklı süreler ve konsantrasyonlarda yapılan PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamalarının ekimden 21 gün sonra Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında ortalama çimlenme süresi

üzerine etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu; çeşit, konsantrasyon, uygulama süresi, çeşit x konsantrasyon, çeşit x uygulama süresi, konsantrasyon x uygulama süresi ve çeşit x konsantrasyon x uygulama süresi interaksyonu bakımından önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Akgün-12 çeşidinde en düşük ortalama çimlenme süresini 6.3 gün ile -0.5 MPa'da 3 günlük ozmotik koşullandırma uygulaması verirken en yüksek ortalama çimlenme süresini 8.9 gün ile -1 MPa'da 2 günlük ozmotik koşullandırma uygulaması vermiştir. Kontrol tohumlarının ortalama çimlenme süresi ise 8.3 gün olarak bulunmuştur (Çizelge 4.13).

Valencia çeşidinde uygulama süresi bakımından en düşük ortalama çimlenme süresini 5.6 gün ile -0.5 MPa 2 günlük ozmotik koşullandırma uygulaması verirken, en yüksek ortalama çimlenme süresini 6.4 gün ile -1.0 MPa'da 3 günlük ozmotik koşullandırma uygulaması vermiştir. Kontrol tohumlarının ortalama çimlenme süresi ise 6.1 gün olarak bulunmuştur (Çizelge 4.13).

TEG-502 çeşidinde -0.5 MPa 2 gün, -1 MPa 1 ve 2 gün uygulamaları kontrole göre ortalama çimlenme süresini arttırırken, -0.5 MPa 1 ve 3 gün ile -1 MPa 3 gün uygulamaları kontrole benzer sonuçları vermiştir. Uygulama süresi bakımından TEG-502 çeşidinde en düşük ortalama çimlenme süresini 5.7 gün ile kontrol tohumları ve -1 MPa 3 günlük ozmotik koşullandırma uygulamaları verirken, en yüksek ortalama çimlenme süresini 6.7 gün ile -0.5 MPa 3 gün, -1 MPa 1 ve 2 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları vermiştir (Çizelge 4.13).

Contes çeşidinde ise -0.5 MPa 3 gün ve -1 MPa 3 gün uygulamaları kontrole göre ortalama çimlenme süresini kısaltırken, -0,5 MPa 1 ve 2 gün ile -1 MPa 1 ve 2 gün uygulamaları kontrole benzer sonuçları vermiştir. Contes çeşidinde en düşük ortalama çimlenme süresini 5.4 gün ile -0.5 ve -1 MPa 3 günlük ozmotik koşullandırma uygulamaları verirken, en yüksek ortalama çimlenme süresini 6.3 gün ile kontrol tohumları vermiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13. Ozmotik koşullandırma uygulamalarının Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında nem kapsamı, normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri.

Çeşit	Konsantrasyon (MPa)	Uygulama Süresi (gün)	Uyg. Sonrası Tohum Nem Kapsamı (%)	Normal Çimlenme Oranı (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)
Akgün-12	Kontrol	0	8.4	76.0 fgh ^a	8.3 a
		1	34.1	91.5 ab	7.2 bc
		2	37.7	84.5 cd	7.3 bc
	-1.0	3	40.6	94.0 a	6.3 efg
		1	32.3	91.5 ab	7.6 b
		2	34.7	86.5 bc	8.9 a
		3	37.4	93.0 ab	7.0 bcd
Valencia	Kontrol	0	8.4	78.0 defg	6.1 efg
		1	33.7	74.0 ghij	6.3 efg
		2	36.6	78.0 defg	5.6 hi
	-1.0	3	39.1	67.5 j	6.3 efg
		1	30.7	70.5 hij	6.1 efg
		2	34.8	74.5 ghi	6.4 def
		3	36.9	73.5 ghij	6.3 efg
TEG-502	Kontrol	0	8.4	78.5 defg	5.7 ghi
		1	36.3	83.0 cde	6.0 fghi
		2	39.8	70.5 hij	6.7 cde
	-1.0	3	41.8	73.0 ghij	6.0 fghi
		1	33.5	68.5 ij	6.7 cde
		2	36.2	75.0 ghi	6.7 cde
		3	39.7	79.5 defg	5.7 ghi
Contes	Kontrol	0	8.5	76.0 fgh	6.3 efg
		1	35.5	86.5 bc	5.7 ghi
		2	37.8	76.5 efg	5.8 fghi
	-1.0	3	40.6	82.0 cdef	5.4 i
		1	34.4	75.5 fgh	6.0 fghi
		2	36.8	79.0 defg	6.2 efg
		3	38.9	83.0 cde	5.4 i
Çeşit				*	*
Konsantrasyon				*	*
Uygulama Süresi				öd ^b	*
Çeşit x Konsantrasyon				*	*
Çeşit x Uygulama Süresi				öd	*
Konsantrasyon x Uygulama Süresi				*	*
Çeşit x Konsantrasyon x Uygulama Süresi				*	*

^a Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

^b Farklılık önemli değil * Farklılık önemli

4.2.1.1. Toplam Yağ Oranı

Farklı süreler ve konsantrasyonlarda yapılan PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamalarının, Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında toplam yağ oranı üzerine etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu; çeşit, konsantrasyon, uygulama süresi, çeşit x konsantrasyon ve çeşit x uygulama süresi interaksyonu bakımından önemli ($P < 0.05$), konsantrasyon x uygulama süresi ve çeşit x konsantrasyon x uygulama süresi interaksyonu bakımından ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Akgün-12 çeşidinde tüm uygulamalar toplam yağ oranı bakımından kontrol ile benzer sonuçları verirken ($P > 0.05$), en yüksek yağ oranını %24.5 ile -0.5 MPa 3 gün uygulaması, en düşük yağ oranını ise %24.2 ile -0.5 MPa 1 gün uygulaması vermiştir. Kontrol tohumlarının yağ oranı %24.3 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

Valencia çeşidinde tüm uygulamalar toplam yağ oranı bakımından kontrol ile benzer sonuçları vermiştir ($P > 0.05$). En yüksek yağ oranını %23.5 ile kontrol tohumları verirken en düşük yağ oranını %22.1 ile -0.5 MPa'da 3 günlük ozmotik koşullandırma uygulaması vermiştir (Çizelge 4.14).

TEG-502 çeşidinde tüm uygulamalar toplam yağ oranı bakımından kontrol ile benzer sonuçları vermiştir ($P > 0.05$). En yüksek yağ oranını %24.9 ile -0.5 MPa 3 gün uygulaması verirken, en düşük yağ oranını %24.3 ile -1 MPa 3 gün uygulaması vermiştir. Kontrol tohumlarının yağ oranı ise %24.5 olmuştur (Çizelge 4.14).

Contes çeşidinde tüm uygulamalar toplam yağ oranı bakımından kontrol ile benzer sonuçları vermiştir ($P > 0.05$). En yüksek yağ oranını %23.7 ile -1 MPa 2 gün ozmotik koşullandırma uygulaması verirken, en düşük yağ oranını %22.8 ile -0.5 ve -1.0 MPa'da 3 günlük ozmotik koşullandırma uygulamaları vermiştir. Kontrol tohumlarının yağ oranı ise %23.4 olmuştur (Çizelge 4.14).

4.2.1.4. Toplam Protein Oranı

Farklı süreler ve konsantrasyonlarda yapılan PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamalarının, Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan

çeşitlerinin tohumlarında toplam protein oranı üzerine etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu; çeşit ve çeşit x konsantrasyon interaksyonu bakımından önemli ($P < 0.05$), konsantrasyon, uygulama süresi, çeşit x uygulama süresi, konsantrasyon x uygulama süresi ve çeşit x konsantrasyon x uygulama süresi interaksyonu bakımından önemsiz ($P > 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.14)

Akgün-12 çeşidinde tüm uygulamalar toplam protein oranı bakımından kontrol ile benzer sonuçları vermiştir ($P > 0.05$). En yüksek protein oranını %21.2 -0.5 MPa 3 gün uygulaması verirken, en düşük protein oranını %20.6 ile -1 MPa 3 gün uygulaması vermiştir. Kontrol tohumlarının protein oranı ise %20.7 olmuştur (Çizelge 4.14).

Valencia çeşidinde tüm uygulamalar toplam protein oranı bakımından kontrol ile benzer sonuçları vermiştir ($P > 0.05$). En yüksek protein oranını %22.1 ile -1 MPa 2 ve 3 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları ve kontrol tohumları verirken, en düşük protein oranını %21.4 ile -0.5 MPa 1 ve 2 günlük ozmotik koşullandırma uygulamaları vermiştir (Çizelge 4.14).

TEG-502 çeşidinde tüm uygulamalar toplam protein oranı bakımından kontrol ile benzer sonuçları vermiştir ($P > 0.05$). En yüksek protein oranını %21.6 ile -0.5 MPa 1 gün ozmotik koşullandırma uygulaması ve kontrol tohumları verirken, en düşük protein oranını %21.0 ile -1 MPa 3 gün ozmotik koşullandırma uygulaması vermiştir (Çizelge 4.14).

Contes çeşidinde tüm uygulamalar toplam protein oranı bakımından kontrol ile benzer sonuçları vermiştir ($P > 0.05$). En yüksek protein oranını %24.1 ile -0.5 MPa 2 gün ve -1 MPa 1 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları verirken, en düşük protein oranını %23.5 ile -0.5 MPa'da 1 günlük ozmotik koşullandırma uygulaması vermiştir. Kontrol tohumlarının protein oranı ise %23.9 olmuştur (Çizelge 4.14).

4.2.1.5. Çözülebilir Protein İçeriği

Farklı süreler ve konsantrasyonlarda yapılan PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamalarının, Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında çözülebilir protein içeriği üzerine etkileri yapılan

istatistiksel analizler sonucu; çeşit, konsantrasyon, çeşit x konsantrasyon ve konsantrasyon x uygulama süresi interaksyonu bakımından önemli ($P < 0.05$), uygulama süresi, çeşit x uygulama süresi ve çeşit x konsantrasyon x uygulama süresi interaksyonu bakımından önemsiz ($P > 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Akgün-12 çeşidinde -0.5 MPa 1, 2 ve 3 gün ve -1 MPa 1 ve 2 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları kontrole göre çözülebilir protein içeriğini azaltmış, -1 MPa 3 gün ozmotik koşullandırma uygulaması ise kontrol ile benzer sonucu vermiştir. En yüksek çözülebilir protein içeriğini 14.3 mg/g ile kontrol tohumları verirken, en düşük çözülebilir protein içeriğini 11.0 mg/g ile -0.5 MPa 3 gün uygulaması vermiştir (Çizelge 4.14).

Valencia çeşidinde tüm uygulamalar kontrole göre çözülebilir protein içeriğinin azalmasına neden olmuştur. En yüksek çözülebilir protein içeriğini 15.3 mg/g ile kontrol tohumları verirken, en düşük çözülebilir protein içeriğini 13.1 mg/g ile -0.5 MPa 1 gün ozmotik koşullandırma uygulaması vermiştir (Çizelge 4.14).

TEG-502 çeşidinde -1 MPa 2 ve 3 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları kontrol ile benzer çözülebilir protein içeriğine sahipken, diğer tüm uygulamalar kontrole göre çözülebilir protein içeriğinin artmasına neden olmuştur. En yüksek çözülebilir protein içeriğini 16.4 mg/g ile -1 MPa 1 gün ozmotik koşullandırma uygulaması verirken, en düşük çözülebilir protein içeriğini 14.6 mg/g ile kontrol tohumları vermiştir (Çizelge 4.14).

Contes çeşidinde tüm uygulamalar kontrole göre çözülebilir protein içeriğinin azalmasına neden olmuştur. En yüksek çözülebilir protein içeriğini 12.3 mg/g ile kontrol tohumları verirken, en düşük çözülebilir protein içeriğini 9.9 mg/g ile -1 MPa 1 gün ozmotik koşullandırma uygulaması vermiştir (Çizelge 4.14).

4.2.1.6. Malondialdehit İçeriği

Farklı süreler ve konsantrasyonlarda yapılan PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamalarının, Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında katalaz aktivitesi üzerine etkileri yapılan istatistiksel

analizler sonucu; çeşit, konsantrasyon, çeşit x konsantrasyon ve çeşit x konsantrasyon x uygulama süresi interaksyonu bakımından önemli ($P < 0.05$), uygulama süresi, çeşit x uygulama süresi ve konsantrasyon x uygulama süresi interaksyonu bakımından önemsiz ($P > 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Akgün-12 çeşidinde tüm uygulama grupları birbirine benzer sonuçlar vermiştir. En yüksek MDA içeriğini $25.0 \mu\text{mol/g}$ ile -0.5 MPa 1 ve 3 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları verirken, en düşük MDA içeriğini $24.1 \mu\text{mol/g}$ ile kontrol ve -1 MPa 1 gün ozmotik koşullandırma uygulaması vermiştir (Çizelge 4.14).

Valencia çeşidinde tüm uygulama grupları kontrol ile benzer sonuçlar vermiştir. En yüksek MDA içeriğini $22.2 \mu\text{mol/g}$ ile -1 MPa 2 ve 3 gün ozmotik koşullandırma uygulaması verirken, en düşük MDA içeriğini $20.2 \mu\text{mol/g}$ ile -0.5 MPa 2 ve 3 gün ozmotik koşullandırma uygulaması vermiştir (Çizelge 4.14).

TEG-502 çeşidinde -0.5 MPa 2 ve 3 gün, -1 MPa 1, 2 ve 3 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları kontrole göre MDA içeriğini azaltmış, -0.5 MPa 1 gün ozmotik koşullandırma uygulaması ise kontrol ile benzer sonucu vermiştir. En yüksek MDA içeriğini $24.9 \mu\text{mol/g}$ ile kontrol tohumları, en düşük MDA içeriğini ise $21.3 \mu\text{mol/g}$ ile -0.5 MPa 3 gün ozmotik koşullandırma uygulaması vermiştir (Çizelge 4.14).

Contes çeşidinde -0.5 MPa 1 ve 2 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları kontrole göre MDA içeriğini azaltmış, -0.5 MPa 3 gün, -1 MPa 1, 2 ve 3 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları ise kontrol ile benzer sonuçları vermiştir. En yüksek MDA içeriğini $24.4 \mu\text{mol/g}$ ile -1 MPa 1 gün ozmotik koşullandırma uygulaması verirken, en düşük MDA içeriğini $20.3 \mu\text{mol/g}$ ile -0.5 MPa 2 gün ozmotik koşullandırma uygulaması vermiştir. Kontrol tohumlarının MDA içeriği $24.0 \mu\text{mol/g}$ olmuştur (Çizelge 4.14).

4.2.1.7. Katalaz Aktivitesi

Farklı süreler ve konsantrasyonlarda yapılan PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamalarının, Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında katalaz aktivitesi üzerine etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu; çeşit, konsantrasyon, çeşit x konsantrasyon, çeşit x uygulama

süresi ve çeşit x konsantrasyon x uygulama süresi interaksyonu bakımından önemli ($P < 0.05$), uygulama süresi ve konsantrasyon x uygulama süresi interaksyonu bakımından önemsiz ($P > 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Akgün-12 çeşidinde -0.5 MPa 2 gün ve -1 MPa 3 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları kontrole göre katalaz aktivitesini azaltırken, -1 MPa 2 gün uygulaması katalaz aktivitesini arttırmış, -0.5 MPa 1 ve 3 gün ve -1 MPa 1 gün uygulaması kontrol ile benzer sonuçları vermiştir. En yüksek katalaz aktivitesi içeriğini 73.4 nmol H₂O₂ / dak / mg protein ile -1 MPa 2 gün ozmotik koşullandırma uygulaması verirken, en düşük katalaz aktivitesini 59.8 nmol H₂O₂ / dak / mg protein ile -0.5 MPa 2 gün ozmotik koşullandırma uygulaması vermiştir. Kontrol tohumlarının katalaz aktivitesi ise 69.3 nmol H₂O₂ / dak / mg protein olmuştur (Çizelge 4.14).

Valencia çeşidinde ise -0.5 MPa 1 ve 2 gün, -1 MPa 1, 2 ve 3 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları katalaz aktivitesini artırırken, -0.5 MPa 3 gün ozmotik koşullandırma uygulaması ise kontrol ile benzer sonucu vermiştir. En yüksek katalaz aktivitesini 55.7 nmol H₂O₂ / dak / mg protein ile -1 MPa 1 gün ozmotik koşullandırma uygulaması verirken, en düşük katalaz aktivitesini 48.0 nmol H₂O₂ / dak / mg protein ile kontrol tohumları vermiştir (Çizelge 4.14).

TEG-502 çeşidinde -0.5 MPa 1 ve 2 gün, -1 MPa 3 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları kontrole göre katalaz aktivitesini artırırken, diğer uygulamalar kontrol ile benzer sonuçları vermiştir. En yüksek katalaz aktivitesini 53.0 nmol H₂O₂ / dak / mg protein ile -0.5 MPa 1 gün ozmotik koşullandırma uygulaması verirken, en düşük katalaz aktivitesini 44.0 nmol H₂O₂ / dak / mg protein ile -0.5 MPa 3 gün ozmotik koşullandırma uygulaması vermiştir. Kontrol tohumlarının katalaz aktivitesi ise 45.3 nmol H₂O₂ / dak / mg protein olmuştur (Çizelge 4.14).

Contes çeşidinde -0.5 MPa 1 gün ozmotik koşullandırma uygulaması kontrole göre katalaz aktivitesini azaltırken, diğer uygulamalar kontrol ile benzer sonuçları vermiştir. Contes çeşidinde en yüksek katalaz aktivitesini 61.4 nmol H₂O₂ / dak / mg protein ile kontrol tohumları verirken, en düşük katalaz aktivitesini 52.7 nmol H₂O₂ / dak / mg protein ile -0.5 MPa 1 gün ozmotik koşullandırma uygulaması vermiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Ozmotik koşullandırma uygulamalarının Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında toplam yağ, toplam protein, çözülebilir protein, MDA ve katalaz aktivitesi üzerine etkileri.

Çeşit	Konsantrasyon (MPa)	Uygulama Süresi (gün)	Toplam Yağ (%)	Toplam Protein (%)	Çözülebilir Protein (mg / g taze ağırlık)	MDA (µmol / g taze ağırlık)	Katalaz Aktivitesi (nmol H ₂ O ₂ / dak / mg prot)			
Akgün-12	Kontrol	0	24.3	20.7	14.3	24.1 abcd ^a	69.3 bc			
		1	24.2	21.1	11.1	25.0 a	67.9 cd			
		2	24.3	20.9	12.5	24.2 abc	59.8 e			
	-1.0	1	3	24.5	21.2	11.0	25.0 a	71.3 ab		
			1	24.3	21.0	12.5	24.1 abcd	66.2 cd		
			2	24.4	20.9	12.3	24.7 ab	73.4 a		
		3	3	24.5	20.6	14.0	24.7 ab	64.8 d		
			Valencia	Kontrol	0	23.5	22.1	15.3	21.3 hijk	48.0 ij
					1	22.6	21.4	13.1	20.9 ijk	52.5 gh
2	23.0	21.4			13.4	20.2 k	54.8 g			
-1.0	1	3		22.1	21.5	13.3	20.2 k	51.1 hi		
		1		22.7	21.6	14.4	21.7 g-k	55.7 fg		
		2		23.2	22.1	14.1	22.2 d-i	54.9 g		
	3	3		22.2	22.1	14.6	22.2 d-i	52.6 gh		
		TEG-502		Kontrol	0	24.5	21.6	14.6	24.9 a	45.3 jk
					1	24.5	21.6	16.2	24.7 ab	53.0 gh
2	24.5		21.2		15.8	22.1 f-j	50.2 hi			
-1.0	1		3	24.9	21.4	15.4	21.3 hijk	44.0 k		
			1	24.8	21.5	16.4	21.5 hijk	46.3 jk		
			2	24.6	21.1	14.7	23.0 b-h	43.6 k		
	3		3	24.3	21.0	14.7	22.5 c-i	51.1 hi		
			Contes	Kontrol	0	23.4	23.9	12.3	24.0 a-e	61.4 e
					1	23.0	23.5	10.8	20.4 jk	52.7 gh
2	23.6	24.1			11.1	20.3 jk	61.2 e			
-1.0	1	3		22.8	23.7	10.3	23.6 a-f	58.8 ef		
		1		23.4	24.1	9.9	24.4 ab	60.0 e		
		2		23.7	23.9	10.0	23.6 a-f	60.5 e		
	3	3		22.8	24.0	11.6	23.5 a-g	58.4 ef		
		Çeşit		*	*	*	*	*		
		Konsantrasyon		*	öd	*	*	*		
Uygulama Süresi		*	öd	öd	öd	öd				
Çeşit x Konsantrasyon		*	*	*	*	*				
Çeşit x Uygulama Süresi		*	öd	öd	öd	*				
Konsantrasyon x Uygulama Süresi		öd ^b	öd	*	öd	öd				
Çeşit x Konsantrasyon x Uygulama Süresi		öd	öd	öd	*	*				

^a Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

^b Farklılık önemli değil * Farklılık önemli

4.2.2. Humidifikasyon Uygulamaları ile Tohumlarda Meydana Gelen Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler

4.2.2.1. Çimlenme Oranı

Farklı sürelerde yapılan humidifikasyon uygulamalarının ekimden 21 gün sonra Akgün, Valencia, Contes ve TEG-502 soğan çeşitlerinin tohumlarında çimlenme oranı üzerine etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu; çeşit, uygulama süresi ve çeşit x uygulama süresi interaksiyonu bakımından önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Akgün-12 çeşidinde tüm uygulamalar kontrole göre çimlenme oranını istatistiksel düzeyde arttırmıştır. En yüksek çimlenme oranını %89.5 ile 2 ve 3 günlük humidifikasyon uygulaması verirken, en düşük çimlenme oranını %79.5 ile kontrol tohumları vermiştir (Çizelge 4.15).

Valencia çeşidinde 1 ve 3 gün uygulaması çimlenme oranını artırırken, 2 gün humidifikasyon uygulaması kontrol ile benzer sonucu vermiştir. En yüksek çimlenme oranını %85.5 ile 1 günlük humidifikasyon uygulaması verirken en düşük çimlenme oranını %76 ile kontrol tohumları vermiştir (Çizelge 4.15).

TEG-502 çeşidinde 2 ve 3 gün uygulamaları kontrole göre çimlenme oranını önemli düzeyde ($P < 0.05$) arttırmıştır. Ancak 1 günlük humidifikasyon uygulamasındaki artış kontrole kıyasla istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$). En yüksek çimlenme oranını %86.5 ile 3 günlük humidifikasyon uygulaması verirken, en düşük çimlenme oranını %79.5 ile kontrol tohumları vermiştir (Çizelge 4.15).

Contes çeşidinde tüm humidifikasyon uygulamaları kontrole göre çimlenme oranını önemli düzeyde ($P < 0.05$) arttırmıştır. En yüksek çimlenme oranını %90.5 ile 1 günlük humidifikasyon uygulaması verirken, en düşük çimlenme oranını %78.5 ile kontrol tohumları vermiştir (Çizelge 4.15).

4.2.2.2. Ortalama Çimlenme Süresi

Farklı sürelerde yapılan humidifikasyon uygulamalarının ekimden 21 gün sonra Akgün ve Valencia soğan çeşitlerinin tohumlarında ortalama çimlenme

süresi üzerine etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu; çeşit, uygulama süresi ve çeşit x uygulama süresi interaksyonu bakımından önemli bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Akgün-12 çeşidinde tüm uygulamalar kontrole göre ortalama çimlenme süresini azaltmıştır. En düşük ortalama çimlenme süresini 6.4 gün ile 3 günlük humidifikasyon uygulaması verirken, en yüksek ortalama çimlenme süresini 8.6 gün ile kontrol tohumları vermiştir (Çizelge 4.15).

Valencia çeşidinde tüm uygulamalar ortalama çimlenme süresini kontrole göre azaltmıştır; ancak 3 günlük uygulamadan elde edilen azalma kontrole kıyasla önemli düzeyde olmamıştır ($P>0.05$). En düşük ortalama çimlenme süresini 5.5 gün ile 1 ve 2 günlük humidifikasyon uygulamaları verirken en yüksek ortalama çimlenme süresini 6.1 gün ile kontrol tohumları vermiştir (Çizelge 4.15).

TEG-502 çeşidinde 1, 2 ve 3 günlük humidifikasyon uygulaması ortalama çimlenme süresini azaltmış; ancak 1 ve 2 günlük humidifikasyon uygulamalarındaki azalma kontrole göre istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). En düşük ortalama çimlenme süresini 5.2 gün ile 3 günlük humidifikasyon uygulaması verirken, en yüksek ortalama çimlenme süresini 5.9 gün ile 1 günlük humidifikasyon uygulaması vermiştir. Kontrol tohumlarının ortalama çimlenme süresi ise 5.8 gün olmuştur (Çizelge 4.15).

Contes çeşidinde tüm humidifikasyon uygulamaları ortalama çimlenme süresini 0.05 önemlilik düzeyinde azaltmıştır. En düşük ortalama çimlenme süresini 5.4 gün ile 2 ve 3 günlük humidifikasyon uygulamaları verirken en yüksek ortalama çimlenme süresini 6.5 gün ile kontrol tohumları vermiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Humidifikasyon uygulamalarının Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes çeşitlerinin tohumlarında nem kapsamı, normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkileri.

Çeşit	Uygulama Süresi (gün)	Uygulama Sonrası Tohum Nem Kapsamı (%)	Normal Çimlenme Oranı (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)
Akgün-12	0	8.4	79.5 def ^a	8.6 a
	1	22.6	89.0 ab	6.8 b
	2	26.5	89.5 ab	6.5 bc
	3	30.6	89.5 ab	6.4 bc
Valencia	0	8.4	76.0 fg	6.1 cd
	1	23.3	85.5 abcd	5.5 efg
	2	26.9	72.0 g	5.5 efg
	3	30.7	83.5 bcde	5.8 def
TEG-502	0	8.4	79.5 ef	5.8 def
	1	24.9	81.0 cdef	5.9 de
	2	27.1	86.0 abc	5.4 fg
	3	31.5	86.5 abc	5.2 g
Contes	0	8.5	78.5 ef	6.5 bc
	1	22.4	90.5 a	5.6 efg
	2	26.3	88.5 ab	5.4 fg
	3	28.1	86.5 abc	5.4 fg
Çeşit			*	*
Uygulama Süresi			*	*
Çeşit x Uygulama Süresi			*	*

^a Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

* Farklılık 0.05 düzeyinde önemli

4.2.2.3. Toplam Yağ Oranı

Farklı sürelerde yapılan humidifikasyon uygulamalarının Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında toplam yağ oranı üzerine etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu; çeşit, uygulama süresi ve çeşit x uygulama süresi interaksyonu bakımından önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Akgün-12 çeşidinde toplam yağ oranı bakımından 2 ve 3 günlük uygulamaları kontrol ile aynı sonucu verirken, 1 gün uygulaması toplam yağ oranını azaltmıştır. En yüksek yağ oranını %24.3 kontrol tohumları verirken, en düşük yağ oranını %23.1 ile 1 günlük humidifikasyon uygulaması vermiştir.

Valencia çeşidinde tüm humidifikasyon uygulamaları yağ oranını azaltmıştır. En yüksek yağ oranını %23.5 ile kontrol tohumları verirken, en düşük yağ oranını %21.5 ile 3 günlük humidifikasyon uygulaması vermiştir (Çizelge 4.16).

TEG-502 çeşidinde 1 ve 2 günlük humidifikasyon uygulamaları kontrol ile benzer sonuçları verirken, 3 günlük humidifikasyon uygulaması yağ oranını azaltmıştır. En yüksek yağ oranını %24.9 ile 1 günlük humidifikasyon uygulaması vermiştir. Kontrol tohumlarının yağ oranı ise %24.5 olmuştur.

Contes çeşidinde 1 günlük humidifikasyon uygulaması yağ oranını azaltırken, 2 ve 3 günlük humidifikasyon uygulamaları kontrol ile benzer sonuçları vermiştir. En yüksek yağ oranını %23.4 ile kontrol tohumları verirken, en düşük yağ oranını %22.3 ile 1 günlük humidifikasyon uygulaması vermiştir (Çizelge 4.16).

4.2.2.4. Toplam Protein Oranı

Farklı sürelerde yapılan humidifikasyon uygulamalarının Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında toplam protein oranı üzerine etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu; çeşit, uygulama süresi ve çeşit x uygulama süresi interaksyonu bakımından önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Akgün-12 çeşidinde 1, 2 ve 3 günlük humidifikasyon uygulamaları protein oranını arttırmıştır. Ancak 1 günlük humidifikasyon uygulamasının neden olduğu artış kontrol ile karşılaştırıldığında önemli düzeyde olmamıştır ($P>0.05$). En yüksek protein oranını %21.3 ile 3 günlük humidifikasyon uygulaması verirken, en düşük protein oranını %20.7 ile kontrol tohumları vermiştir (Çizelge 4.16).

Valencia çeşidinde 1 günlük humidifikasyon uygulaması protein oranını azaltırken, 2 ve 3 günlük humidifikasyon uygulamaları kontrol ile benzer sonuçları vermiştir. En yüksek protein oranını %22.1 ile 3 günlük humidifikasyon uygulaması verirken, en düşük protein oranını %21.7 ile 1 günlük humidifikasyon uygulaması vermiştir. Kontrol tohumlarının protein oranı ise %22.1 olmuştur (Çizelge 4.16).

TEG-502 çeşidinde 1 ve 3 günlük humidifikasyon uygulamaları protein oranını azaltırken, 2 günlük humidifikasyon uygulaması kontrol ile benzer sonucu vermiştir. En yüksek protein oranını %21.6 ile kontrol tohumları verirken, en düşük protein oranını %20.8 ile 1 günlük humidifikasyon uygulaması vermiştir (Çizelge 4.16).

Contes çeşidinde 1 günlük humidifikasyon uygulamaları kontrol ile benzer sonucu verirken, 2 ve 3 günlük humidifikasyon uygulamaları protein oranını arttırmıştır. En yüksek protein oranını %24.5 ile 3 günlük humidifikasyon uygulaması verirken, en düşük protein oranını %23.9 ile kontrol tohumları vermiştir (Çizelge 4.16).

4.2.2.5. Çözülebilir Protein İçeriği

Farklı sürelerde yapılan humidifikasyon uygulamalarının Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında çözülebilir protein içeriği üzerine etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu; çeşitler bakımından önemli ($P<0.05$), uygulama süresi ve çeşit x uygulama süresi interaksyonu bakımından önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Akgün-12 çeşidinde tüm uygulamalar çözülebilir protein içeriğini azaltmıştır. En yüksek çözülebilir protein içeriği 14.3 mg/g ile kontrol grubundan elde edilirken, en düşük çözülebilir protein içeriğini 13.3 mg/g ile 3 günlük humidifikasyon uygulaması vermiştir (Çizelge 4.16).

Valencia çeşidinde tüm uygulamalar çözülebilir protein içeriğini azaltmıştır. En yüksek çözülebilir protein içeriğini 15.3 mg/g ile kontrol tohumları verirken, en düşük çözülebilir protein içeriğini 14.6 mg/g ile 3 günlük humidifikasyon uygulaması vermiştir (Çizelge 4.16).

TEG-502 çeşidinde ise tüm uygulamalar çözülebilir protein içeriğini arttırmıştır. En yüksek çözülebilir protein içeriğini 16.7 mg/g ile 3 günlük humidifikasyon uygulaması verirken, en düşük çözülebilir protein içeriğini 14.6 mg/g ile kontrol tohumları vermiştir (Çizelge 4.16).

Contes çeşidinde tüm uygulamalar çözülebilir protein içeriğini azaltmıştır. En yüksek çözülebilir protein içeriğini 12.3 mg/g ile kontrol tohumları verirken, en düşük çözülebilir protein içeriğini 11.2 mg/g ile 3 günlük humidifikasyon uygulaması vermiştir (Çizelge 4.16).

4.2.2.6. Malondialdehit İçeriği

Farklı sürelerde yapılan humidifikasyon uygulamalarının Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında MDA içeriği üzerine etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu; çeşit, uygulama süresi ve çeşit x uygulama süresi interaksyonu bakımından önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Akgün-12 çeşidinde en yüksek MDA içeriğini 25.3 $\mu\text{mol/g}$ ile 1 günlük humidifikasyon uygulaması verirken, en düşük MDA içeriğini 24.3 $\mu\text{mol/g}$ ile kontrol tohumları vermiştir (Çizelge 4.16).

Valencia çeşidinde en yüksek MDA içeriğini 22.5 $\mu\text{mol/g}$ ile 1 günlük humidifikasyon uygulaması verirken, en düşük MDA içeriğini 20.6 $\mu\text{mol/g}$ ile 3 günlük humidifikasyon uygulaması vermiştir. Kontrol tohumlarının MDA içeriği 21.3 $\mu\text{mol/g}$ olmuştur (Çizelge 4.16).

TEG-502 çeşidi soğan tohumlarında 1, 2 ve 3 günlük humidifikasyon uygulamaları MDA içeriğini azaltmıştır. Ancak 1 günlük humidifikasyon uygulamasındaki azalma kontrole göre önemli düzeyde olmamıştır ($P > 0.05$). En yüksek MDA içeriğini 24.9 $\mu\text{mol/g}$ ile kontrol tohumları verirken, en düşük MDA içeriğini 21.6 $\mu\text{mol/g}$ ile 2 günlük humidifikasyon uygulaması vermiştir (Çizelge 4.16).

Contes çeşidinde 1 ve 2 günlük humidifikasyon uygulamaları kontrol ile benzer sonuçları verirken, 3 günlük humidifikasyon uygulaması MDA içeriğini azaltmıştır. Contes çeşidinde en yüksek MDA içeriğini 24.8 $\mu\text{mol/g}$ ile 1 ve 2 günlük humidifikasyon uygulamaları verirken, en düşük MDA içeriğini 20.2 $\mu\text{mol/g}$ ile 3 günlük humidifikasyon uygulaması vermiştir. Kontrol tohumlarının MDA içeriği 24.0 $\mu\text{mol/g}$ olmuştur (Çizelge 4.16).

4.2.2.7. Katalaz Aktivitesi

Farklı sürelerde yapılan humidifikasyon uygulamalarının Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında katalaz aktivitesi üzerine etkileri yapılan istatistiksel analizler sonucu; çeşit, uygulama süresi ve çeşit x uygulama süresi interaksyonu bakımından önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Akgün-12 çeşidinde 2 günlük humidifikasyon uygulaması katalaz aktivitesini arttırırken, 1 ve 3 gün humidifikasyon uygulamaları kontrol ile benzer sonuçları vermiştir. En yüksek katalaz aktivitesini 82.2 $\text{nmol H}_2\text{O}_2 / \text{dak} / \text{mg}$ protein ile 2 günlük humidifikasyon uygulaması verirken, en düşük katalaz aktivitesini 68.4 $\text{nmol H}_2\text{O}_2 / \text{dak} / \text{mg}$ protein ile 1 günlük humidifikasyon uygulaması vermiştir. Kontrol tohumlarının katalaz aktivitesi ise 69.3 $\text{nmol H}_2\text{O}_2 / \text{dak} / \text{mg}$ protein olmuştur (Çizelge 4.16).

Valencia çeşidinde 1 ve 3 günlük humidifikasyon uygulamaları katalaz aktivitesini arttırırken, 2 günlük humidifikasyon uygulaması kontrol ile benzer sonucu vermiştir. En yüksek katalaz aktivitesini 61.4 $\text{nmol H}_2\text{O}_2 / \text{dak} / \text{mg}$ protein ile 3 günlük humidifikasyon uygulaması verirken, en düşük katalaz aktivitesini 46.3 ile 2 günlük humidifikasyon uygulaması vermiştir. Kontrol tohumlarının katalaz aktivitesi ise 48.0 $\text{nmol H}_2\text{O}_2 / \text{dak} / \text{mg}$ protein olmuştur (Çizelge 4.16).

TEG-502 çeşidinde 1, 2 ve 3 günlük humidifikasyon uygulamaları katalaz aktivitesini arttırmıştır. En yüksek katalaz aktivitesini 60.5 $\text{nmol H}_2\text{O}_2 / \text{dak} / \text{mg}$ protein ile 3 günlük humidifikasyon uygulaması verirken, en düşük katalaz aktivitesini 45.3 $\text{nmol H}_2\text{O}_2 / \text{dak} / \text{mg}$ protein ile kontrol tohumları vermiştir (Çizelge 4.16).

Contes çeşidinde 1, 2 ve 3 günlük humidifikasyon uygulamaları katalaz aktivitesini arttırmıştır. En yüksek katalaz aktivitesini 73 nmol H₂O₂ / dak / mg protein ile 1 günlük humidifikasyon uygulaması verirken, en düşük katalaz aktivitesini 61.4 nmol H₂O₂ / dak / mg protein ile kontrol tohumları vermiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Humidifikasyon uygulamalarının Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında toplam yağ, toplam protein, çözülebilir protein, MDA ve katalaz aktivitesi üzerine etkileri.

Çeşit	Uygulama süresi (gün)	Toplam Yağ (%)	Toplam Protein (%)	Çözülebilir Protein (mg/g taze ağı.)	MDA (µmol/g taze ağı.)	Katalaz Aktivitesi (nmol H ₂ O ₂ /dak/mg prot.)
Akgün-12	0	24.3 abcd ^a	20.7 k	14.3	24.1 abcd	69.3 cd
	1	23.1 efg	21.0 ijk	13.8	25.3 a	68.4 d
	2	23.8 bcde	21.1 hij	13.6	24.7 abc	82.2 a
	3	23.4 def	21.3 ghi	13.3 B	24.4 abc	70.4 cd
Valencia	0	23.5 cdef	22.1 d	15.3	21.3 ef	48.0 h
	1	22.0 hi	21.7 ef	15.1	22.5 cde	56.2 f
	2	22.2 ghi	21.9 de	15.2	21.9 def	46.3 hi
	3	21.5 i	22.1 d	14.6 A	20.6 ef	61.4 e
TEG-502	0	24.5 ab	21.6 fg	14.6	24.9 ab	45.3 i
	1	24.9 a	20.8 k	15.6	22.8 bcde	53.4 g
	2	24.5 abc	21.4 fgh	15.7	21.6 ef	56.7 f
	3	23.4 def	20.8 jk	16.7 A	21.7 ef	60.5 e
Contes	0	23.4 def	23.9 c	12.3	24.0 abcd	61.4 e
	1	22.3 ghi	24.0 bc	11.6	24.8 ab	73.0 b
	2	22.7 fgh	24.2 ab	11.8	24.8 ab	71.5 bc
	3	22.9 efgh	24.5 a	11.2 C	20.2 f	68.4 d
Çeşit		*	*	*	*	*
Uygulama Süresi		*	*	öd ^b	*	*
Çeşit x Uygulama Süresi		*	*	öd	*	*

^a Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.05).

^b Farklılık önemli değil * Farklılık önemli

5. TARTIŞMA

Ekonomik öneme sahip ürünlerin tohumları kurutulup, düşük nem kapsamında ve düşük sıcaklıkta canlılığını kaybetmeden uzun süre depolanabilmektedir. Uzun süreli soğukta depolama (-18°C veya -20°C sıcaklıklarda ve $\%5\pm 1$ tohum nem içeriğinde) ortodoks tohumların muhafazasında tercih edilmektedir (Anonim 1976).

Harrington (1972) tohumlardaki yaşlanma hızını etkileyen iki önemli çevresel faktörden birinin tohum nemini kontrol eden havanın nispi nemi, diğerinin ise tohumdaki biyokimyasal olayların hızını etkileyen sıcaklık olduğunu belirtmiştir. Tohumların yaşam sürelerini etkileyen depo koşullarına yönelik temel kural ilk olarak Harrington tarafından geliştirilmiştir. "Başparmak Kuralı" olarak bilinen bu kurala göre; depolama sıcaklığındaki her 5°C 'lik azalmanın veya tohum nemindeki her $\%1$ 'lik azalmanın tohum ömrünü ikiye katladığı ve her iki parametrenin birlikte etkide bulunduğu belirtilmektedir.

Tohum ömrü ve nem kapsamı arasında negatif bir logaritmik ilişki bulunmaktadır. Bu ilişkinin birçok türde var olduğu gösterilmiştir (Ellis ve ark. 1989). Ayrıca, belli bir nem kapsamındaki tohumun ömrü ve sıcaklık arasındaki ilişkinin ise doğrusal ve negatif olduğu bilinmektedir (Roberts 1972).

Daha önce yine soğanlarda yapmış olduğumuz bir çalışmada elde edilen veriler, tohum nem kapsamı, depolama sıcaklığı ve periyodunun Valencia, TEG-502 ve Banko çeşidi tohumların ömrü üzerine etkili olduğunu göstermiştir. Tohum nem kapsamındaki artış aynı sıcaklık derecesinde canlılık kaybını daha da arttırmıştır. Yaşlandırma süresinin uzaması ile düşük nem kapsamındaki tohumlarda aynı sıcaklık derecesinde canlılığın düşmesi daha yavaş olmuş, yüksek nem kapsamındaki tohumlarda daha hızlı olmuştur (Demirkaya 1997). Bu nedenle burada yapılan çalışmada, yaşlanmadaki diğer faktörleri belirleyebilmek için, yaşlandırma çalışmalarından önce 4 çeşitte nem kapsamı mümkün olduğunca birbirine denk hale getirilmiştir. Çalışma sonucunda Valencia çeşidinde yaşlanmaya karşı bir direnç oluşmuş, ilk 4 gün canlılık kaybı çok az olurken, 4.5 günden itibaren canlılık hızla azalmış ve 5. günde sifıra inmiştir. TEG-502 çeşidi soğan tohumlarında önce hızlı bir canlılık kaybı olmuş, daha sonra 4 güne

kadar bir direnç oluşmuş ve sonra tekrar canlılığını hızla kaybederek, 5. günde sifıra inmiştir. Contes çeşidi 4 gün sonunda canlılığını tamamen kaybetmiştir. Akgün-12 çeşidi ise 18 saat sonunda canlılığını tamamen kaybetmiştir. Burada tüm tohumlar aynı nem kapsamı koşullarında ve aynı sıcaklıkta yaşlandırılmasına karşın yaşlanma süreleri farklı olmuştur. Farklı canlılık seviyelerindeki soğan tohumlarında yapılan analizler sonucunda, yaşlanma ile birlikte katalaz aktivitesi, çözülebilir protein, toplam protein ve toplam yağ oranı azalırken, elektriksel iletkenlik ve lipid peroksidasyonunun bir göstergesi olan MDA içeriği artmıştır. Bu parametrelerde meydana gelen değişimler canlılık %60'ın altına düştüğünde daha belirgin olmuştur.

Ortalama çimlenme süreleri incelendiğinde; Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan tohumlarında canlılık kaybı ile ortalama çimlenme sürelerinin artışı tüm çeşitlerde istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ($P<0.05$) azalmıştır. Tohum canlılığındaki azalma ile güç kaybı arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Araştırmamızda dört çeşitte de ortalama çimlenme süresindeki artış (güç kaybı) ile elektriksel iletkenlikteki artış arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Bu sonuçlar Doijode (1990)'nin soğan tohumlarında canlılık ve güç kaybının, tohumdan madde sızıntısındaki artışla pozitif bir ilişkinin olduğunu belirttiği çalışmasını teyit etmiştir.

Farklı canlılık seviyelerinde, Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında elektriksel iletkenlikleri üzerine etkileri istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Yani canlılık düştükçe elektriksel iletkenlik artmıştır. Uzun gün soğanlarının daha az madde sızdırdığı, kısa gün soğanlarının ise daha fazla madde sızdırdığı ortaya çıkmıştır. Ancak yaşlanma ile birlikte en fazla artış Valencia çeşidinde olmuştur. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar; Pearce ve Abdel Samad (1980)'in yarfıstığı tohumlarında, Tilden ve West (1985)'in soya fasulyesi tohumlarında, Ram ve Wiesner (1988)'in buğday tohumlarında, Pandey (1989b)'in fasulye tohumlarında, Pandey (1989a), Doijode (1990), Basra ve Malik (1994) ile İlbi ve Eser (2004)'in soğan tohumlarında, Kalpana ve Rao (1995, 1996)'nın bezelye tohumlarında, Zeng ve ark. (2004)'nin hıyar tohumlarında yaptığı çalışmalarla paralellik göstermiştir. Araştırmamızda dört çeşitte de canlılık kaybı ile

elektriksel iletkenliğin artışı arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur. Canlılık düştükçe elektriksel iletkenlik artmıştır. Bu sonuçlar Steward ve Bewley (1980)'in soya fasulyesi, Doijode (1990) ile İbi ve Eser (2004)'in soğan tohumlarında yapmış oldukları çalışmaları teyit etmiştir.

Bu çalışmada elde edilen veriler, yaşlanma ile birlikte toplam yağ oranları incelendiğinde; Akgün-12 ve Valencia uzun gün soğan tohumlarında canlılık kaybı ile yağ oranları azalmış, ancak bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu bağlamda, araştırmamızdan elde edilen bulgular Perl ve ark (1987)'nin soğan tohumlarında yapmış olduğu çalışma ile paralellik göstermiştir.

TEG-502 ve Contes çeşidi soğan tohumlarında canlılığın düşmesi ile birlikte yağ oranları da azalmıştır. Bu azalma TEG-502 çeşidinde canlılık %40 seviyelerine düştüğünde, Contes çeşidinde ise %60 seviyelerine düştüğünde önem kazanmıştır. Bu sonuçlar, Pearce ve Abdel Samed (1980) ile Hannan (1991)'in soğan tohumlarında yaptıkları çalışmalar ile uyum göstermiştir.

Toplam protein oranları incelendiğinde; Akgün-12, Valencia ve TEG-502 soğan tohumlarında canlılık kaybı ile protein oranları istatistiksel olarak önemli düzeyde ($P < 0.05$) azalmıştır. Bu azalmalar Akgün-12, Valencia ve TEG-502 çeşitlerinde canlılık %60 seviyelerine düştüğünde önem kazanmıştır. Contes çeşidinde de canlılık düştükçe protein oranı istatistiksel olarak önemli düzeyde olmamakla ($P > 0.05$) beraber azalmıştır. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, Ching ve Schoolcraft (1968)'in üçgül ve İngiliz çimi tohumlarında, Roberts (1972)'in pırasa, soğan, lahana, domates ve biber tohumlarında, Begnami ve Cortelazzo (1996)'nun fasulye tohumlarında yapmış oldukları çalışmalarla paralellik göstermiştir. Kalpana ve Rao (1993)'nun yapmış oldukları diğer bir çalışmada, hızlandırılmış yaşlanmaya maruz bırakılan güvercin bezelyesi (*Cajanus cajan*) tohumlarında yaşlanmayla birlikte protein içeriği azalmıştır. Araştırmacılar, yaşlanmayla tohumda meydana gelen canlılık kaybının proteinlerdeki azalmayla ilgili olabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen veriler bu sonuçlarla da uyum göstermiştir.

Soğan tohumlarında farklı canlılık seviyelerindeki çözülebilir protein (mg/g taze ağırlık) içerikleri incelendiğinde; 4 çeşitte canlılık düştükçe çözülebilir protein içeriği azalmış, ancak bu azalma doğrusal olmamıştır. Önce bir azalma olmuş,

sonra canlılık %40'a düşünce bir direnç oluşmuş ve daha sonra tekrar azalmıştır. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, Halder ve Grupta (1980)'nin ayçiçeği tohumlarında yapmış oldukları çalışma ile Basavarajappa ve ark. (1991)'nin mısır tohumlarında yapmış oldukları çalışmaları teyit etmiştir. Ayrıca Blackman ve Leopold (1993), tohum yaşlanmasının çözülebilir protein içeriğini azalttığını belirtmiştir. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar bu tespiti teyit etmiştir.

Malondialdehit (MDA) sonuçları değerlendirildiğinde; canlılık seviyeleri düştükçe lipid peroksidasyonu (MDA içeriği) artmıştır. MDA içeriğindeki artış özellikle canlılık %60'ın altına düştüğünde daha hızlı olmuştur. Birçok araştırmacıya göre (Harrington 1973, Bewley ve Black 1985, Bewley 1986, Priestley 1986, Wilson ve McDonald 1986, Perl ve ark. 1987, Thompson ve ark. 1987, Roberts 1988, McKersie ve Leshem 1994, Smith ve Berjak 1995, Sağsöz 2000, Goel ve ark. 2002); özellikle yağlı tohumlarda yaşlanmanın en önemli nedeni lipid peroksidasyonu ve buna bağlı olarak gelişen reaksiyonlardır. Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, Wilson ve McDonald (1986)'in bezelye tohumlarında, Basavarajappa ve ark. (1991)'nin mısır tohumlarında, Salama ve Pearce (1993) ile Basra ve Malik (1994)'in soğan tohumlarında, Bailly ve ark. (1998)'nin ayçiçeği tohumlarında ve Goel ve ark. (2002)'nin pamuk tohumlarında yaptığı çalışmalarla paralellik göstermiştir.

Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes çeşitlerinde canlılık seviyeleri düştükçe katalaz aktivitesi düşmüştür. Katalaz aktivitesindeki düşüş özellikle Akgün-12, TEG-502 ve Contes'te canlılık %60'ın altına düştüğünde daha hızlı olmuştur. Valencia çeşidinde ise canlılık %40 seviyesine düştüğünde daha belirgin olmuştur. Bu sonuçlar, Saxena ve ark. (1985)'nin susam tohumlarında, Basra ve Malik (1994)'in soğan tohumlarında, Bailly ve ark. (1998)'nin ayçiçeği tohumlarında, Goel ve ark. (2002)'nin pamuk tohumlarında ve Zeng ve ark. (2004)'nin hıyar tohumlarında yaptıkları çalışmalarla uyum halindedir. Goel ve ark. (2002)'nin yapmış oldukları çalışmada katalaz aktivitesindeki azalma ile MDA artışı arasında bir korelasyon tespit edilmiştir. Çalışmamızda Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes çeşitlerinde çimlenmedeki azalma ile MDA artışı ve katalaz aktivitesinin azalması arasında bir korelasyon bulunmuştur.

Akgün-12 ve Valencia uzun gün soğan çeşitlerinin tohumları çimlenme oranları bakımından PEG-8000 uygulamalarına farklı tepki göstermiştir. Akgün-12 çeşidinde tüm uygulamalar çimlenme oranını arttırmıştır. Valencia çeşidinde ise -0.5 MPa 3 ve -1 MPa 1 gün uygulamaları çimlenme oranını azaltırken, -0.5 MPa 1 ve 2 gün, -1 MPa 2 ve 3 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları kontrolle aynı sonucu vermiştir. Akgün-12 çeşidinde ozmotik koşullandırma uygulamasından elde edilen sonuçlar; Aljaro ve Wyneken (1985)'in domates tohumlarında, Bradford (1986), Dearman ve ark. (1986), Bujalski ve ark. (1989) ile Sivritepe ve Demirkaya (2002)'nin soğan tohumlarında, Globerson ve Feder (1987)'in domates, havuç ve kereviz tohumlarında, Saxena ve Gita (1988) ile Başar ve ark. (2004)'nin biber tohumlarında, Özçoban (2004)'in ıspanak tohumlarında yapmış oldukları çalışmalarla benzer olmuştur. Valencia çeşidinden elde edilen sonuçlara göre; -0.5 MPa 3 gün ve -1 MPa 1 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları çimlenme oranını azaltmıştır. Bu sonuçlar, Heydecker ve ark. (1975)'nin soğan, Burgass ve Powell (1984)'in brüksel lahanası, Brocklehurst ve ark. (1987)'nin kereviz ve pırasa, Wu (1988)'nin domates, Sivritepe ve Demirkaya (2002) ile Arın ve ark. (2004)'nin soğan tohumlarında yaptığı çalışmalarla paralel olmuştur. Valencia çeşidinde -0.5 MPa 1 ve 2 gün, -1 MPa 2 ve 3 gün uygulamaları kontrolle aynı sonucu vermiş, bu sonuçlar, Liptay ve Tan (1986) ile Alvarado ve ark. (1987)'nin domates tohumlarında yaptıkları çalışmalar ile benzerlik göstermiştir.

TEG-502 ve Contes kısa gün soğan çeşitlerinin tohumlarında PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamaları çimlenme oranı üzerine farklı tepkiler vermiştir. TEG-502 çeşidinde -0.5 MPa 2 ve 3 gün, -1 MPa 1 gün uygulamaları çimlenme oranını azaltmış bu sonuçlar Heydecker ve ark. (1975)'nin soğan, Burgass ve Powell (1984)'in brüksel lahanası, Brocklehurst ve ark. (1987)'nin kereviz ve pırasa, Wu (1988)'nin domates, Sivritepe ve Demirkaya (2002) ile Arın ve ark. (2004)'nin soğan tohumlarında yaptığı çalışmalarla paralellik göstermiştir. -0.5 MPa 1 gün, -1 MPa 2 ve 3 gün uygulamaları kontrolle aynı sonucu vermiştir. Bu sonuçlar Liptay ve Tan (1986) ile Alvarado ve ark. (1987)'nin domates tohumlarında yaptıkları çalışmalar ile benzer olmuştur. Contes çeşidinde -0,5 MPa 1 gün ve -1 MPa 3 gün uygulamaları kontrole göre

çimlenme oranını arttırmıştır. Bu sonuçlar Aljaro ve Wyneken (1985)'in domates, Bradford (1986), Dearman ve ark. (1986), Bujalski ve ark. (1989) ile Sivritepe ve Demirkaya (2002)'nin soğan, Globerson ve Feder (1987)'in domates, havuç ve kereviz, Saxena ve Gita (1988) ile Başar ve ark. (2004)'nin biber, Özçoban (2004)'in ıspanak tohumlarında yaptığı çalışmalarla paralel olmuştur. -0.5 MPa 2 ve 3 gün, -1 MPa 2 ve 3 gün uygulamaları kontrolle aynı sonucu vermiş, bu sonuçlar Liptay ve Tan (1986) ile Alvarado ve ark. (1987)'nin domates tohumlarında yaptıkları çalışmalar ile benzer olmuştur.

Akgün-12 ve Valencia uzun gün soğan çeşitlerinin tohumlarında humidifikasyon uygulamaları çimlenme oranı üzerine farklı etkide bulunmuştur. Akgün 12 çeşidinde tüm uygulamalar çimlenme oranını artırırken, Valencia çeşidinde 2 gün humidifikasyon uygulaması kontrolle aynı sonucu vermiş, 1 ve 3 gün uygulamaları ise kontrole göre çimlenme oranını arttırmıştır. Bu sonuçlar Sivritepe ve Dourado (1994) ile Sivritepe (1995)'nin bezelyelerde yapmış olduğu araştırmaların yanı sıra, Rao ve ark. (1987)'nin marul tohumlarında yaptığı araştırma ve Sivritepe ve Demirkaya (2002)'nin soğan tohumlarında yaptığı araştırmaların sonuçları ile de benzerlik göstermiştir.

Humidifikasyon uygulamalarının tümü TEG-502 ve Contes kısa gün soğan çeşitlerinin çimlenme oranını arttırmıştır. Araştırmamızdan elde edilen sonuçlar, Sivritepe ve Dourado (1994) ile Sivritepe (1995)'nin bezelyelerde yapmış olduğu araştırmaların yanı sıra, Rao ve ark. (1987)'nin marul tohumlarında yaptığı araştırma ile Sivritepe ve Demirkaya (2002)'nin soğan tohumlarında yapmış olduğu çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermiştir.

Akgün-12 ve Valencia soğan çeşitlerinin tohumlarında yapılan PEG-8000 ile ozmotik koşullandırma uygulamaları kontrole göre ortalama çimlenme süresi bakımından farklı tepki vermişlerdir. Akgün-12 çeşidinde -1 MPa 2 gün uygulaması kontrolle aynı sonucu verirken, diğer uygulamalar ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Akgün-12 çeşidinde -0.5 MPa 1, 2 ve 3 gün, -1 MPa 1 ve 3 gün ozmotik koşullandırma uygulamalarından elde edilen sonuçlar, Rumpell ve Szudyga (1978), Aljaro ve Wyneken (1985), Liptay ve Tan (1986), Alvarado ve ark. (1987) ile Alvarado ve Bradford (1988)'un domates tohumlarında, Brocklehurst ve Dearman (1983), Bradford (1986) ile Sivritepe ve

Demirkaya (2002)'nin soğan tohumlarındaki çalışmalarını teyit etmiştir. Akgün-12 çeşidinde -1 MPa 2 gün uygulamasından elde edilen sonuçlar, Heydecker ve ark. (1975) ile Bujalski ve ark. (1989)'nin soğan, Başar ve ark. (2004)'nin biber tohumlarında yaptıkları çalışmalar ile paralel olmuştur. Valencia çeşidinde tüm uygulamalar kontrolle aynı sonucu vermiştir. Valencia çeşidinden elde edilen sonuçlar Heydecker ve ark. (1975) ile Bujalski ve ark. (1989)'nin soğan, Başar ve ark. (2004)'nin ise biber tohumlarında yaptıkları çalışmalar ile benzer sonuçlar vermiştir.

TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında yapılan PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamalarının ortalama çimlenme süresi üzerine farklı etkileri olmuştur. TEG-502 çeşidinde -0.5 MPa 2 gün, -1 MPa 1 ve 2 gün uygulamaları kontrole göre ortalama çimlenme süresini uzatmış, bu sonuçlar Burgass ve Powell (1984)'in Brüksel lahanası, Sivritepe ve Demirkaya (2002) ile Arın ve ark. (2004)'nin soğan tohumlarında yaptıkları çalışmaları teyit etmiştir. -0.5 MPa 1 ve 3 gün ile -1 MPa 3 gün uygulamaları kontrolle aynı sonucu vermiş, bu sonuçlar Heydecker ve ark. (1975) ile Bujalski ve ark. (1989)'nin soğan, Başar ve ark. (2004)'nin biber tohumlarında yaptıkları çalışmalar ile paralel olmuştur. Contes çeşidinde -0.5 MPa 3 gün ve -1 MPa 3 gün uygulamaları kontrole göre ortalama çimlenme süresini kısaltmış, bu sonuçlar; Rumpell ve Szudyga (1978), Aljaro ve Wyneken (1985), Liptay ve Tan (1986), Alvarado ve ark. (1987) ile Alvarado ve Bradford (1988)'un domates tohumlarında, Brocklehurst ve Dearman (1983), Bradford (1986) ile Sivritepe ve Demirkaya (2002)'nin soğan tohumlarındaki çalışmalarını teyit etmiştir. -0.5 MPa 1 ve 2 gün ile -1 MPa 1 ve 2 gün uygulamaları kontrolle aynı sonucu vermiş, bu sonuçlar; Heydecker ve ark. (1975) ile Bujalski ve ark. (1989)'nin soğan, Başar ve ark. (2004)'nin ise biber tohumlarında yaptıkları çalışmalar ile benzer sonuçları vermiştir.

Tüm humidifikasyon uygulamaları Akgün-12 ve Valencia soğan çeşitlerinin tohumlarında ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Bu sonuçlar Sivritepe ve Demirkaya (2002)'nin soğan tohumlarında yapmış oldukları çalışmayı teyit etmiştir.

TEG-502 çeşidinde humidifikasyon uygulamaları ortalama çimlenme süresi bakımından farklı tepki vermiştir. 1 ve 2 günlük humidifikasyon uygulamaları kontrolle aynı sonucu verirken, 3 günlük humidifikasyon uygulaması ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Tüm humidifikasyon uygulamaları Contes kısa gün soğan çeşidinin tohumlarında ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Bu sonuçlar Sivritepe ve Demirkaya (2002)'nin soğan tohumlarında yapmış oldukları çalışma ile paralel olmuştur.

Farklı süreler ve konsantrasyonlarda yapılan PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamaları toplam yağ oranı bakımından Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumları kontrolle aynı sonucu vermiştir.

Akgün-12 çeşidinde tüm humidifikasyon uygulamaları toplam yağ oranını azaltmış, 2 ve 3 günlük uygulamalardaki azalma istatistiksel olarak önemli olmamıştır ($P>0.05$). Valencia çeşidinde de tüm humidifikasyon uygulamaları toplam yağ oranını azaltmıştır. TEG-502 ve Contes çeşitlerinde ise toplam yağ oranı bakımından uygulama süreleri farklı tepki vermiştir. TEG-502 çeşidinde 1 ve 2 gün uygulamaları kontrolle aynı sonucu verirken, 3 gün uygulaması kontrole göre toplam yağ oranını azaltmıştır. Contes çeşidinde tüm uygulamalar yağ oranını azaltmış, ancak 1 gün uygulaması istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

Yapılan araştırmalara göre çimlenme anında depo edilmiş yağlar doğrudan karbondioksit ve suya dönüşmektedir. Öncelikle çenek ya da endosperm içerisinde karbonhidratlara dönüşmektedir. Daha sonra çeneklerde ya da endospermdeki karbonhidratlar embriyonun gelişimi sürecinde solunumda kullanılmaktadır. Hint yağı bitkisinin tohumunda her bir gram sakkaroz birikiminin bir gram yağın parçalanması sonucu gerçekleştiğini saptamışlardır. Bu dönüşümün ilk aşamasında yağlar, lipaz enzimi ile hidrolize olmaktadır. Genellikle lipaz enzimi yardımıyla yağların hidrolize olmaları sonucu ne serbest yağ asitleri ne de gliserol birikir. Ancak, hint yağı ve keten gibi bazı bitkilerin tohumlarında çimlenmenin ilk aşamasında önemli miktarda gliserol oluşur. Yağ asitlerinin sakkarozla dönüşümü çimlenmede ilk aşamalardan birisidir (Kacar 1989). Sağsöz (2000) yağların, serbest yağ asitlerinin alfa oksidasyonu ve beta

oksidasyonu sonucu parçalandığını; ancak alfa oksidasyonunun tohum çimlenmesinde rolünün daha az olduğunu belirtmektedir.

Ozmotik koşullandırma uygulanmış tohumlara göre, humidifikasyon uygulanmış tohumlarda yağ oranı daha az olmuştur. Burada Kacar (1989) ve Sağsöz (2000)'ün belirttikleri gibi, çimlenmenin ilk aşamasında yağların hidrolize olduğunu gözönünde bulundurursak; özellikle humidifikasyon uygulamalarında solunumun daha fazla olduğunu ve bu nedenle yağların daha fazla parçalandığını ve daha fazla enerji açığa çıkmış olabileceğini söyleyebiliriz. Nitekim humidifikasyon uygulanmış tohumlarda canlılık, ozmotik koşullandırma uygulamalarına göre daha yüksek olmuştur.

Farklı süreler ve konsantrasyonlarda yapılan PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamaları Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinde toplam protein oranı bakımından farklı tepkiler vermiştir. Akgün-12 çeşidinde uygulamalar protein oranını artırırken, Valencia çeşidinde azaltmıştır. TEG-502 çeşidinde protein oranı azalırken, Contes çeşidinde ise kontrolle aynı sonucu vermiştir. Ancak bu artış ve azalmalar hiçbir çeşitte istatistiksel olarak önemli olmamıştır ($P>0.05$).

Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes çeşitlerinin tohumları humidifikasyon uygulamalarına protein oranı bakımından farklı tepkiler vermişlerdir. Akgün-12 çeşidinde tüm uygulamalar protein oranını arttırmıştır. Ancak 1 günlük humidifikasyon uygulamasındaki artış istatistiksel olarak önemli olmamıştır ($P>0.05$). Valencia çeşidinde 1 günlük humidifikasyon uygulaması protein oranını azaltırken, 2 ve 3 günlük humidifikasyon uygulamaları kontrolle aynı sonucu vermiştir. TEG-502 çeşidinde 1 ve 3 günlük humidifikasyon uygulamaları protein oranını azaltırken, 2 günlük humidifikasyon uygulaması kontrolle aynı sonucu vermiştir. Contes çeşidinde 1 günlük humidifikasyon uygulaması kontrolle aynı sonucu verirken, 2 ve 3 günlük humidifikasyon uygulaması protein oranını arttırmıştır.

Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında farklı süreler ve konsantrasyonlarda yapılan PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamalarının çözülebilir protein içeriği üzerine farklı etkileri olmuştur. Akgün-12, Valencia ve Contes çeşitlerinde uygulamalar çözülebilir protein içeriğini

azaltırken, TEG-502 çeşidinde ise çözülebilir protein içeriğini artırmıştır. Ancak bu azalmalar ve artışlar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes çeşitlerinin tohumları humidifikasyon uygulamalarına çözülebilir protein içeriği bakımından farklı tepki vermiştir. Akgün-12, Valencia, Contes çeşidinde çözülebilir protein içeriği azalmış, TEG-502 çeşidinde ise artmış; ancak bu artış ve azalmalar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$).

Toplam protein oranı ve çözülebilir protein içerikleri değerlendirildiğinde; Akgün-12, Valencia ve Contes çeşitlerinde hem ozmotik koşullandırma hem de humidifikasyon uygulamaları genellikle protein oranını arttırmış, TEG-502 çeşidinde ise azalmıştır. Çözülebilir protein oranı bakımından ise TEG-502 çeşidinde çözülebilir protein içeriği artmıştır. Burada TEG-502 çeşidinde metabolik aktivitenin daha yüksek olması veya genetik yapısı ön plana çıkmaktadır.

Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında farklı süreler ve konsantrasyonlarda yapılan PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamaları MDA içeriği bakımından farklı tepkiler vermiştir. Akgün-12 ve Valencia çeşitlerinde tüm uygulamalar kontrolle aynı sonucu vermiştir. Bu sonuçlar Bailly ve ark. (2002)'nin ayçiçeği tohumlarında yaptığı çalışmayı teyit etmiştir. TEG-502 çeşidinde -0.5 MPa 2 ve 3 gün ile -1 MPa 1, 2 ve 3 gün uygulamaları istatistiksel olarak önemli düzeyde ($P<0.05$) MDA içeriğini azaltmış, diğer uygulamalar da istatistiksel olarak önemli olmamakla ($P>0.05$) beraber MDA içeriğini azaltmıştır. Contes çeşidinde -0.5 MPa 1 ve 2 gün uygulamaları MDA içeriğini azaltmıştır. Bu sonuçlar Basra ve Malik (1994) ile Goel ve ark. (2002)'nin pamuk tohumlarında yapmış oldukları çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermiştir.

Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumları farklı sürelerde yapılan humidifikasyon uygulamalarına MDA içeriği bakımından farklı tepkiler vermiştir. Akgün-12 ve Valencia çeşitlerinde tüm uygulamalar kontrolle aynı sonucu vermiştir. Tüm humidifikasyon uygulamaları TEG-502 çeşidinde MDA içeriğini azaltmıştır. Contes çeşidinde ise 3 günlük humidifikasyon uygulaması MDA içeriğini azaltırken diğer uygulamalar kontrolle

aynı sonucu vermiştir. Humidifikasyon uygulamalarının ozmotik koşullandırma uygulamalarına göre tüm çeşitlerde daha iyi sonuç vermesinde, diğer faktörlerle birlikte, humidifikasyon uygulamalarının lipid peroksidasyonunu engellemesinin de rolü olduğunu söyleyebiliriz.

Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında farklı süreler ve konsantrasyonlarda yapılan PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamaları katalaz aktivitesi bakımından farklı tepkiler vermiştir. Akgün-12 çeşidinde -0.5 MPa 1 ve 3 gün, -1 MPa 1 ve 2 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları kontrolle aynı sonucu verirken, -0.5 MPa 2 gün ve -1 MPa 3 gün ozmotik koşullandırma uygulamaları katalaz aktivitesini azaltmıştır. Contes çeşidinde ise -0.5 MPa 1 gün uygulaması katalaz aktivitesini düşürmüş, diğer uygulamalar kontrol ile benzer sonuçları vermiştir. Valencia çeşidinde tüm uygulamalar katalaz aktivitesini arttırmıştır. TEG-502 çeşidinde ise -0,5 MPa 3 gün ve 1 MPa 2 gün uygulamaları kontrolle aynı sonucu vermiş diğer uygulamalar ise katalaz aktivitesini arttırmıştır. Bu sonuçlar Thompson ve ark. (1987)'nin yapmış oldukları tespit ve Basra ve Malik (1994)'in soğan tohumlarında yapmış oldukları çalışmalar, Bailly ve ark. (2000, 2002) ayçiçeği tohumlarında yaptığı çalışmalarla paralel olmuştur.

Akgün-12, Valencia, TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında farklı sürelerde yapılan humidifikasyon uygulamaları katalaz aktivitesi bakımından farklı tepkiler vermiştir. Akgün-12 çeşidinde 2 gün humidifikasyon uygulaması katalaz aktivitesini arttırmış diğer uygulamalar kontrolle aynı sonucu vermiştir. Valencia çeşidinde ise 2 gün humidifikasyon uygulaması kontrol ile benzer sonuçları verirken diğer uygulamalar katalaz aktivitesini arttırmıştır. Tüm humidifikasyon uygulamaları TEG-502 ve Contes çeşitlerinde katalaz aktivitesini arttırmıştır.

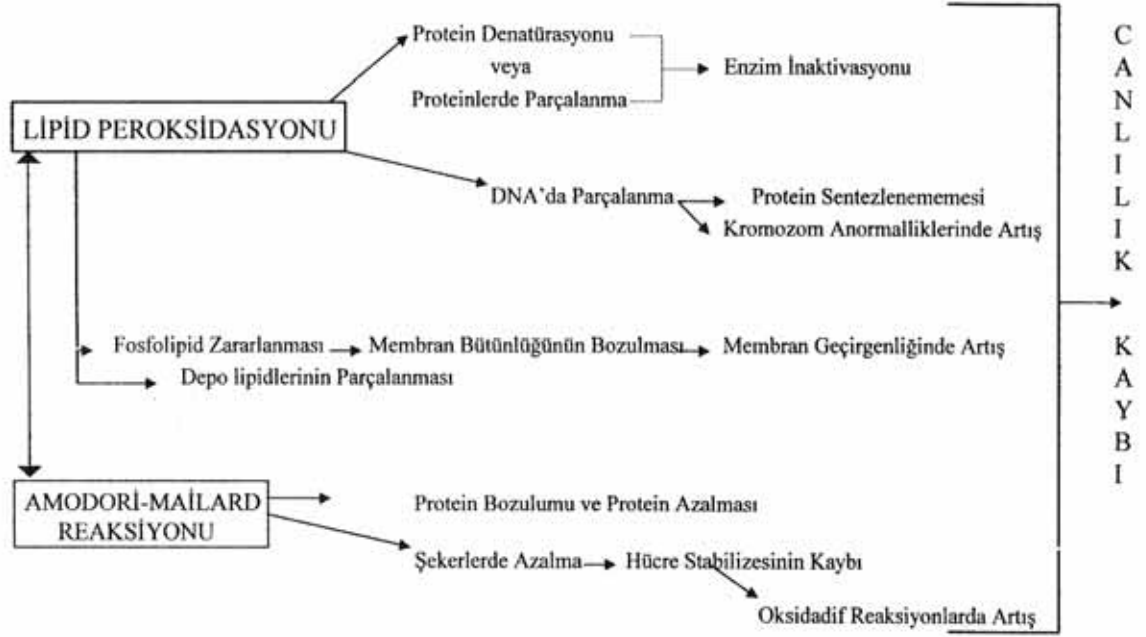
Katalaz aktivitesi incelendiği zaman çimlenme ile çok yakından ilgili olduğu görülecektir. Katalaz aktivitesi çok yüksek olan Akgün-12 çeşidinde ozmotik koşullandırma uygulamaları katalaz aktivitesinde bir artış olmamasına rağmen çimlenmeyi arttırmıştır. Buna karşın katalaz aktivitesi düşük olan TEG-502 ve Valencia çeşitlerinde katalaz aktivitesi artmasına rağmen, bu artışlar Akgün-12 çeşidinin kontrol tohumları kadar olmamıştır. Bu sonuç Bailly ve ark.

(2000)'nın antioksidant sistemlerin tohum gücüne dahil edilmesi iddiasını desteklemiştir. Valencia, TEG-502 ve Contes çeşitlerinde humidifikasyon uygulamaları ozmotik koşullandırma uygulamalarına göre daha yüksek katalaz aktivitesine sahip olmuştur. Humidifikasyon uygulamaları bu üç çeşitte ozmotik koşullandırma uygulamalarına göre çimlenmeyi daha olumlu etkilemiştir.

Sonuç olarak, soğan tohumlarında yaşlanma nedeni olarak ileri sürülen birçok görüş vardır. Bunlardan en çok kabul görenlerinden bir tanesi, enzimatik olayların yardımı ile lipid oksidasyonunda doymamış yağ asitlerinin O₂ ile reaksiyona girerek serbest radikalleri oluşturması ve oluşan bu radikallerin diğer yağ asitlerinin çift bağlarını ayırmak suretiyle hem yağlara zarar vermesi hem de yeni serbest radikaller üreterek reaksiyonun devamını sağlamasıdır. Ayrıca yağ asitlerinin serbest radikallerle reaksiyonu sonucu olefin, alkol, alken, karbonil gibi toksik ürünler oluşturması durumudur. Bu toksik ürünlerin proteinlerle reaksiyona girmesiyle enzim aktivitesinin bozulduğu, membran zararlanması ve histon denatürasyonu olduğu; nükleik asitlerle reaksiyonuyla ise kromozom mutasyonlarının olduğu saptamasıdır. Ayrıca, tohumlarda canlılık kaybı ile birlikte tohumun gücünün azaldığı çeşitli araştırmacılar tarafından saptanmıştır. Bu çalışmada yaşlanma ile birlikte dört farklı soğan çeşidinde, elektriksel iletkenlik ve lipid peroksidasyonu (MDA) artmış, tohum gücü (vigor) azalmış, toplam yağ ve protein oranları, çözülebilir protein içeriği ve enzim aktivitesi (katalaz) azalmıştır. Bu artış ve azalmalar özellikle tohum canlılığı %60 seviyesine düştüğünde daha belirgin olmuştur. Nitekim %60 seviyesinde canlılığa sahip tohumlarda yaptığımız ozmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamaları tohum canlılığı ve gücüne olumlu bir etki yapmamıştır. Daha önce yapılan bir araştırmada %70 canlılık seviyelerindeki bazı soğan çeşitlerinde yapılan çalışmalarda ozmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamaları çimlenme oranı ve tohum gücüne olumlu etkide bulunmuştur (Demirkaya 1997). Bu sonuçlara göre; soğan tohumlarında canlılık açısından geriye dönüşün zor olduğu kritik noktanın yaklaşık %60 seviyesi olduğunu belirtebiliriz. Ayrıca, bu çalışmada soğan tohumlarında canlılık kaybı ile çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal parametreler arasındaki korelasyonlar da incelenmiştir. Akgün-12 çeşidinde canlılık kaybı ile çözülebilir protein içeriği, katalaz aktivitesi, ve protein oranı

arasında pozitif bir korelasyon tespit edilirken, ortalama çimlenme süresi, elektriksel iletkenlik ve MDA arasında negatif bir korelasyon tesbit edilmiştir. Valencia çeşidinde canlılık kaybı ile çözülebilir protein içeriği, katalaz aktivitesi, ve protein oranı arasında pozitif bir korelasyon tespit edilirken, ortalama çimlenme süresi, elektriksel iletkenlik ve MDA arasında negatif bir korelasyon tespit edilmiştir. TEG-502 çeşidinde canlılık kaybı ile yağ oranı, katalaz aktivitesi, ve protein oranı arasında pozitif bir korelasyon tespit edilirken, ortalama çimlenme süresi, elektriksel iletkenlik ve MDA arasında negatif bir korelasyon tespit edilmiştir. Contes çeşidinde canlılık kaybı ile çözülebilir protein, yağ oranı ve katalaz aktivitesi arasında pozitif bir korelasyon tespit edilirken, ortalama çimlenme süresi, elektriksel iletkenlik ve MDA arasında negatif bir korelasyon tespit edilmiştir. Sonuç olarak, canlılık kaybı ile lipid peroksidasyonu, elektriksel iletkenlik ve ortalama çimlenme süresi artışı ile enzim aktivitesi (katalaz) azalışı arasında tüm çeşitlerde bir korelasyon tespit edilmiştir. Bu sonuçlar Goel ve ark. (2002)'nin pamuk tohumlarında yaptığı çalışmaları teyit etmiştir.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar Blackman ve Leopold (1993)'un geliştirmiş oldukları soğan tohumlarında yaşlanma modeli ile paralel sonuçlar vermiştir. Burada soğan tohumlarında yaşlanma ile birlikte proteinlerin bozulacağı veya parçalanacağı, enzimlerin inaktif hale geleceği, fosfolipid ve depo lipidlerinin parçalanacağı, membran geçirgenliğinin artacağı ve lipid peroksidasyonunun artacağı belirtilmektedir. Çalışma sonuçlarımız bu tespitleri teyit etmiştir (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Soğan tohumlarında canlılık ve güç kaybına neden olan yaşlanma modeli [İlbi (1998) tarafından Blackman ve Leopold (1993)'den alınmıştır].

Son olarak humidifikasyon ve ozmotik koşullandırma uygulamaları çeşitler bazında değerlendirildiğinde; Akgün-12 çeşidinde tüm uygulamalar çimlenme oranını artırırken, ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Akgün-12 çeşidinde tüm ozmotik koşullandırma uygulamaları çimlenme oranını artırırken, -1 MPa 2 gün uygulaması ortalama çimlenme süresi bakımından kontrolle aynı sonucu vermiş, diğer uygulamalar ise ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Valencia çeşidinde 1 ve 3 gün humidifikasyon uygulamaları çimlenme oranını artırırken, tüm uygulamalar ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Valencia çeşidinde tüm ozmotik koşullandırma uygulamaları çimlenme oranını olumsuz etkilemiş, ortalama çimlenme süresi ise kontrolle aynı olmuştur. TEG-502 çeşidinde 2 ve 3 gün humidifikasyon uygulamaları çimlenme oranını artırırken, ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. TEG-502 çeşidinde tüm ozmotik koşullandırma uygulamalarının çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine olumlu bir etkisi olmamıştır. Contes çeşidinde tüm humidifikasyon uygulamaları çimlenme oranını arttırmış, ortalama çimlenme süresini ise

kısaltmıştır. Contes çeşidinde -0,5 MPa 1 gün ve -1 MPa 3 gün uygulamaları çimlenme oranını arttırmış, diğer uygulamalar kontrolle aynı sonucu vermiştir. Ortalama çimlenme süresi bakımından -0.5 MPa 1 ve 3 gün, -1 MPa 3 gün uygulamaları ortalama çimlenme süresini kısaltmış, -0.5 MPa 2 gün, -1 MPa 1 ve 2 gün uygulamaları ise kontrol ile benzer sonuçları vermiştir.

Bu sonuçlara göre; Akgün-12, Valencia ve Contes çeşidi soğan tohumlarında hem zamandan kazanmak, hem de tohum çimlenme oranını arttırmak ve ortalama çimlenme süresini kısaltmak için 1 günlük humidifikasyon uygulaması en iyi ön uygulama olarak önerilebilir. TEG-502 çeşidinde ise 2 günlük humidifikasyon uygulaması en iyi ön uygulama olarak önerilebilir. Humidifikasyon uygulamaları PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamalarına tercih edilmelidir. Çünkü humidifikasyon uygulamaları hem çimlenme oranını arttırmış, hem de ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Ayrıca PEG bir kimyasaldır. Humidifikasyon uygulaması hem uygulama kolaylığı açısından hem de ekonomik açıdan tercih edilmelidir.

Akgün-12 ve Valencia uzun gün soğan çeşitlerinde PEG ile ozmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamaları sonrası tohum nem kapsamları karşılaştırıldığında; Valencia çeşidinde -0.5 MPa PEG ile 3 günlük ozmotik koşullandırma uygulamasında tohum nem kapsamı %39.1'e, Akgün-12 çeşidinde ise %40.6'a kadar yükselmiştir. Humidifikasyon uygulamalarında Akgün-12 çeşidinde en yüksek tohum nem kapsamı %30.6 olurken, Valencia çeşidinde en yüksek tohum nem kapsamı %30.7 olmuştur. Humidifikasyon uygulamalarının hem çimlenme oranını arttırması hem de ortalama çimlenme süresini kısaltması, tohum nem kapsamlarının daha düşük olması yani daha yavaş su alımı ile meydana gelmiştir. Humidifikasyon uygulamasında su alımı daha yavaş olmuş; ancak tohum nem kapsamı, soğanlar için %18 olan kritik nem kapsamının üstüne çıkmıştır. Burada Akgün-12 çeşidinde ozmotik koşullandırma uygulamaları da çimlenme oranını arttırmış, ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Akgün-12'nin fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerine baktığımız zaman, en çabuk yaşlanan, yağ oranı yüksek ve katalaz aktivitesi en yüksek olan çeşittir. Akgün-12 çeşidinde kritik nem kapsamından başka

faktörlerin de çimlenmede etkili olduğunu söyleyebiliriz. Konunun daha iyi açıklanabilmesi için yeni araştırmalara ihtiyaç vardır.

TEG-502 ve Contes soğan çeşitlerinin tohumlarında humidifikasyon uygulamaları ise hem çimlenme oranını arttırmış, hem de ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Burada uygulama sonrası nem kapsamları karşılaştırıldığında, PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamalarında 1 günün sonunda tohum nem kapsamları %36'nın üzerine 3 günün sonunda %40'lara çıkmıştır. Humidifikasyon uygulamalarında ise 1 gün uygulaması sonunda tohum nem kapsamı %23'e, 3 günün sonunda ise en yüksek %31.5'e ulaşmıştır. Bu oranlar karşılaştırıldığında, humidifikasyon uygulamalarının daha yavaş su alımına neden olduğu ancak soğanlar için %18 olan tohum kritik nem kapsamının üstüne çıkıldığı, hem de PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamalarında humidifikasyon uygulamalarına kıyasla daha hızlı su alımı nedeniyle ortaya çıkan zararları önlediği de ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak, PEG-8000 ile yapılan ozmotik koşullandırma uygulamaları, soğan çeşitlerine göre çimlenme oranına ve ortalama çimlenme süresine bağlı olarak farklı etki göstermiştir. Örneğin uzun gün soğanlarından Akgün-12 çeşidinde hem çimlenme oranını arttırmış hem de ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Valencia çeşidinde çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi yönünden olumlu bir etkisi olmamıştır. TEG-502 çeşidinde de hem çimlenme oranı üzerine hem de ortalama çimlenme süresi üzerine olumlu bir etkisi olmamıştır. Contes çeşidinde ise çimlenmeyi artırırken, ortalama çimlenme süresini de kısaltmıştır. Ortalama çimlenme süresi bakımından, humidifikasyon uygulamaları Akgün-12 ve Contes çeşitlerinde en iyi sonucu vermiş, Valencia ve TEG-502 onları izlemiştir. Çimlenme oranı bakımından ise humidifikasyon uygulamaları bütün çeşitlerde yaklaşık aynı sonucu vermiştir. Ozmotik koşullandırma uygulamalarında ise çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi bakımından Akgün-12 çeşidi en iyi sonucu verirken, Contes, TEG-502, ve Valencia çeşitleri yaklaşık aynı sonuçları vermiştir.

Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere, PEG-8000 uygulamaları hem çeşitler arasında hem farklı konsantrasyonlarda hem de farklı uygulama sürelerinde farklı etki yapmaktadır. Literatürde verilen çalışmalarda çimlenme

oranları bakımından hem olumlu sonuçlara (Aljaro ve Wyneken 1985, Bradford 1986, Dearman ve ark. 1986, Globerson ve Feder 1987, Saxena ve Gita 1988, Bujalski ve ark. 1989, Sivritepe ve Demirkaya 2002, Başar ve ark. 2004, Özçoban 2004) hem de olumsuz sonuçlara (Heydecker ve ark. 1975, Brocklehurst ve Dearman 1983, Burgass ve Powell 1984, Dearman ve ark. 1986, Brocklehurst ve ark. 1987, Wu 1988, Bujalski ve ark. 1989, Sivritepe ve Demirkaya 2002, Arın ve ark. 2004) rastlanmıştır. Diğer taraftan ortalama çimlenme süresi bakımından da olumlu sonuçların (Heydecker ve ark. 1975, Rumpell ve Szudyga 1978, Brocklehurst ve Dearman 1983, Aljaro ve Wyneken 1985, Bradford 1986, Liptay ve Tan 1986, Alvarado ve ark. 1987, Haigh ve Barlow 1987, Alvarado ve Bradford 1988, Bujalski ve ark. 1989 ile Sivritepe ve Demirkaya 2002) yanısıra olumsuz sonuçlar da (Heydecker ve ark. 1975, Burgass ve Powell 1984, Bujalski ve ark. 1989, Sivritepe ve Demirkaya 2002, Arın ve ark. 2004) dikkat çekmektedir.

Bilindiği gibi, gen bankalarında rejenerasyon standardı %85 canlılık seviyesini tanımlamaktadır. Gen bankalarında tohum canlılığı bu seviyenin altına düşünce, tohumlar tekrar üretilmektedir. Eğer bu üretim tohumdan tohuma olursa, soğanlarda direkt baş bağlamayan çeşitlerde 3 yıl, tohumdan baş bağlayan çeşitlerde ise 2 yıl sürmektedir. Bu da zaman, para ve işgücü kaybı demektir. Ozmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamaları ile %85'in altına düşen tohum canlılığı yeniden bu seviyenin üzerine çıkarılmaktadır. Böylece bir süre daha zaman, para ve işgücü kaybı önlenabilmektedir.

Bu çalışma ile soğan tohumlarında humidifikasyon uygulamalarının, PEG ile ozmotik koşullandırma uygulamalarına göre hem çimlenme oranı, hem de ortalama çimlenme süresi bakımından daha iyi sonuç verdiği ortaya konmuştur. Bu araştırmada, humidifikasyon uygulamaları tüm çeşitlerde hem ortalama çimlenme süresini kısaltmış hem de çimlenme oranını rejenerasyon standardının üzerine çıkarmıştır. Ozmotik koşullandırma uygulamalarında ise bu faydalı etki sadece Akgün-12 ve Contes çeşitlerinde görülmüştür. Bu nedenle soğan tohumlarında, humidifikasyon tekniği zaman ve masraflar açısından daha ekonomik olmasının yanısıra, uygulanması ve pratiğe aktarılmasının kolaylığı

nedeniyle de ozmotik koşullandırma uygulamaları yerine gen bankalarında rutin olarak kullanılmalıdır.

Bu çalışmada soğan tohumlarında yaşlanma ile meydana gelen bazı fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerdeki değişimler ve bunların birbiri ile etkileşimleri de incelenmiştir. Ayrıca yaklaşık %80 seviyesinde canlılığa sahip tohumlarda yapılan ozmotik koşullandırma ve humidifikasyon uygulamalarının bazı soğan çeşidi tohumlarında çimlenme oranı, ortalama çimlenme sũresi, toplam yağ ve protein oranları, katalaz aktivitesi, lipid peroksidasyonu ve özũlebilir protein içeriği üzerinde meydana getirdiği değişiklikler incelenmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, sũperoksit dismutaz, peroksidaz, esteraz ve asit fosfataz gibi enzimler ve molekũler dũzeyde yaşlılık geninin tespit edilmesi vb. Çalışmaların yapılması yerinde olacaktır. Ayrıca, bu değişimlerin çimlenme oranı ve tohum gũcũ ile etkileşimleri araştırılmalıdır. Humidifikasyon uygulamalarının, canlılığını çabuk kaybeden biber, pırasa vb. sebze tohumlarında ve diğer tohumlarda nasıl bir etki yaptığının belirlenmesi tohum teknolojisi açısından da bũyũk önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Aljaro, U.A. and Wyneken, H.L. 1985. Osmotic Conditioning of Pepper (*Capsicum annuum* L.) Seeds and its Effect on Germination and Emergence. *Agricultura Technica*. 45 (4): 293-302.
- Alvarado, A.D. and Bradford, K.J. 1988. Priming and Storage of Tomato (*Lycopersicon lycopersicum*) seeds. I. Effects of Storage Temperature on Germination Rate and Viability. *Seed Sci. & Technol.* 16: 601- 602.
- Alvarado, A.D., Bradford, K.J. and Hewitt, J.D. 1987. Osmotic Priming of Tomato Seeds. Effect on Germination, Field Emergence, Seedling Growth and Fruit Yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112 (3): 427-432.
- Abdul-Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1972. Physiological and Biochemical Deterioration of Seeds, *Seed Biology* (Ed. By Kozlowski, T.T.), Academic Press, New York, Vol 2: 283-315.
- Anonim. 1976. Report of IBPGR Working Group on Engineering, Design, and Cost Aspect of Long-Term Seed Storage Facilities. IBPGR, Rome. 257p.
- Anonim. 1999. International Rules for Seed Testing. *Seed Sci. & Technol.* (Supplement) 27: 1-333.
- Arın, L., Polat, S., Deveci., M. ve Şalk, A. 2004. Soğan Tohumunun Optimum ve Düşük Sıcaklıklarda Çimlenmesi Üzerine Osmotik Çözelti Uygulamalarının Etkisi. V. Sebze Tarımı Sempozyumu. 21-24 Eylül. Çanakkale. s. 186-191.
- Arjona-Diaz, H., Guerrero-Sanchez, A. and Prieto-Medina, C.O. 1988. Osmopriming Studies in Bulb Onion Seed (*Allium cepa* L.) *Agronomia Colombo*. 15(2-3): 143-152.

- Aung, U.T. and McDonald, M.B. 1995. Changes in Esterase Activity Associated With Peanut (*Arachis hypogea* L.) Seed Deterioration, Seed Sci. & Technol. 20: 233-240
- Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F. and Côme, D. 1996. Changes in Malondialdehyde Content and in Superoxide Dismutase, Catalase and Glutathione Reductase Activities in Sunflower Seeds as Related to Deterioration during Accelerated Ageing. *Physiologia Plantarum*. 97: 104-110.
- Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F. and Côme, D. 1998. Free Radical Scavenging as Affected by Accelerated Ageing and Subsequent Priming in Sunflower Seeds. *Physiologia Plantarum*. 104: 646-652.
- Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F. and Côme, D. 2000. Antioxidant Systems in Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Seeds as Affected by Priming. *Seed Sci. Res.* 10: 35-42.
- Bailly, C., Bogatek-Leszczynska, R., Côme, D. and Corbineau, F. 2002. Changes in Activities of Antioxidant Enzymes and Lipoyxygenase during Growth of Sunflower Seedlings from Seeds of Different Vigour. *Seed Sci. Res.* 12: 47-55.
- Basavarajappa, B.S., Shetty, H.S. and Prakash, H.S. 1991. Membrane Deterioration and Other Biochemical Changes, Associated with Accelerated Ageing of Maize Seeds. *Seed Sci. & Technol.* 19: 279-286.
- Basra, B.S. and Malik, C.P. 1994. Amelioration of the Effects of Ageing in Onion Seeds. *Biologia Plantarum*. 36(3): 365-371
- Basu, R.N. and Pal, P. 1980. Control of Rice Seed Deterioration by Hydration Dehydration Pretreatment. *Seed Sci. & Technol.* 8: 151-160.

- Başay, S., Sürmeli, N. ve Uysal, E. 2004. Biberde Ozmotik Koşullandırmanın Depolama Süresince Tohum Canlılığı ve Biyokimyasal Değişime Etkisi. V. Sebze Tarımı Sempozyumu. 21-24 Eylül. Çanakkale. s. 91-95.
- Begnami, C.N. and Cortelazzo, A.L. 1996. Cellular Alterations During Accelerated Ageing of French Bean Seeds. *Seed Sci. & Technol.* 4: 295-303.
- Bekendam, J. and Grob, R. 1979. *Handbook for Seedling Evaluation*. ISTA, Zurich, Switzerland. 130 p.
- Berjak, P. and Villiers, T.A. 1972. Ageing in Plant Embryos: III. Acceleration of Senescence Following Artificial Ageing Treatment. *New Phytol.* 71: 513-518.
- Bewley, J.D. 1986. Membrane Changes in Seeds as Related to Germination and the Perturbations Resulting from Deterioration in Storage in *Physiology of Seed Deterioration* (Eds. Mc Donald, Jr. M.B. and Nelson, C.J.), Madison, WI, USA, CSSA Special Publication, No: 11: 27-45.
- Bewley, J.D. and Black, M. 1982. Viability, Dormancy and Environmental Control. In "Physiology and Biochemistry of Seeds in Relation to Germination". Vol. 2, Springer-Verlag, Germany. 375 p.
- Bewley, J.D. and Black, M. 1985. *Seeds: Physiology of Development and Germination*. Plenum Press, New York. 367 p.
- Blackman, S. and Leopold, A.C. 1993. Chemical and Physical Factors in Seed Deterioration, *Basic and Applied Aspects of Seed Biology* (IVth International Workshop on Seeds, France, 20-24, July,1992.) Vol. 3: 731-737.
- Blowers, L.E., Stormonth, D.A. and Bray, C.M. 1980. Nucleic Acid and Protein Synthesis and Loss of Vigour in Germinating Wheat Embryos. *Planta*.150:19-25.

- Bowler, C., Van Montagu M. and Inze, D. 1992. Superoxide Dismutase and Stress Tolerance . *Annu. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol.* 43: 83-116.
- Braccini, A.L., Reis, M.S., Moreira, M.A. Sedyama, C.S. and Scapim, C.A. 2000. Biochemical Changes Associated to Soybean Seeds Osmoconditioning During Storage. *Pesq. Agropec. Bras.* v. 35 n. 2 Brasilia.
- Bradford, M.M. 1976. A Rapid and Sensitive Method for the Quantification of Micrograms Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-dye Binding, *Anal. Biochem.* 72:248-254.
- Bradford, K.J. 1986. Manipulation of Seed Water Relations via Osmotic Priming to Improve Germination under Stress Conditions. *HortScience.* 21(5): 1105-1112.
- Bray, C.M., Davidson, P.A., Ashraf, M. and Taylor, R.M., 1989. Biochemical Changes During Osmopriming of Leek Seeds. *Ann. Bot.* 63: 185-193.
- Brocklehurst, P.A. and Dearman, J. 1983. Interactions Between Seed Priming Treatments and Nine Seed Lots of Carrot, Celery and Onion. I. Laboratory Germination. *Ann. Appl. Biol.* 102: 577-584.
- Brocklehurst, P.A., Dearman, J. and Drew, R.L.K. 1987. Recent Developments in Osmotic Treatment of Vegetable Seeds. *Acta Hort.* 215: 193-200.
- Bujalski, W., Nienow, A.W. and Gray, D. 1989. Establishing the Large Scale Osmotic Priming of Onion Seeds by Using Enriched Air. *Ann. Appl. Biol.* 115: 171-176.
- Burgass, R.W. and Powell, A.A. 1984. Evidence for Repair Processes in the Invigoration of Seeds by Hydration. *Ann. Bot.* 53: 753-757.

- Cano, E.A.Q., Bolarin M.C., Perez-Alfocea, F. and Caro, M. 1991. Effect of NaCl Priming on Increased Salt Tolerance in Tomato. *J. Hort. Sci.*, 66(5): 621-628.
- Caseiro, R., Bennett, M.A. and Marcos, J. 2004. Comparison of Three Priming Techniques for Onion Seed Lots Differing in Initial Seed Quality. *Seed Sci & Technol.* 32(2): 365-375.
- Cayuela, E., Perez-Alfocea, F., Caro, M. and Bolarin, M.C. 1996. Priming of Seeds with NaCl Induces Physiological Changes in Tomato Plants Grown under Salt Stress. *Physiol. Plant.* 96: 231-236.
- Chance, B. and Maehly, A.C. 1995. "Assay of Catalases and Peroxidases" *Methods in Enzymology.* Vol. 2. pp. 764-817.
- Ching and Schoolcraft, 1968. Physiological and Chemical Differences in Aged Seeds, *Crop Sci.* 8: 407- 409.
- Chiu, K.Y., Chen, C.L. and Sung, J.M. 2002. Effect of Priming Temperature on Storability of Primed *sh-2* Sweet Corn Seed. *Seed Physiology, Production Technology.* *Crop Science.* 42: 1996-2003.
- Coolbear, P. and Grierson, D. 1979. Studies on the Changes in the Major Nucleic Acid Components of Tomato Seeds (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Resulting from Osmotic Presowing Treatments. *J. Exp. Bot.* 30: 1153-1162.
- Coolbear, P., Francis, A. and Grierson, D. 1984. The Effect of Low Temperature Pre-Sowing Treatment on the Germination Performance and the Membrane Integrity of Artificially Aged Tomato seeds. *J. Exp. Bot.* 35: 1609-1617.
- Dahal, P. and Bradford, K.J. 1990. Effects of Priming and Endosperm Integrity on Seed Germination Rates of Tomato Genotypes. I. Germination at Rates of Water Potential. *J. Exp. Bot.* 41: 1431-1439.

- Dearman, J., Brocklehurst, P.A. and Drew, R.L.K. 1986. Effects of Osmotic Priming and a Going on Onion Seed Germination. *Ann. Appl. Biol.* 108: 639-648.
- Dell'Aquila, A. 1987. Mean Germination Time as a Monitor of the Seed Ageing. *Plant. Physiol. Biochem.* 25: 761-768.
- Dell'Aquila, A. and Taranto, G. 1986. Cell Division and DNA Synthesis During Osmo-Priming Treatment and Following Germination in Aged Wheat Embryos. *Seed Sci. & Technol.* 14: 333 -341.
- Dell'Aquila, A. and Bewley, J.D. 1989. Protein Synthesis in the Axes of PEG Treated Pea Seed and During Subsequent Germination. *J. Exp. Bot.* 40: 1001-1007.
- Dell'Aquila, A. and Tritto, V. 1990. Ageing and Osmotic Priming in Wheat Seeds: Effects Upon Certain Components of Seed Quality. *Ann. Bot.* 65: 21-26.
- Dell'Aquila, A. and Tritto, V. 1991. Germination and Biochemical Activities in Wheat Seeds Following Delayed Harvesting, Ageing and Osmotic Priming. *Seed Sci. & Technol.* 19: 73-82.
- Demirkaya, M. 1997. Soğan Tohumlarında Depolama Sonrası Hidrasyon Uygulamalarının Canlılık Üzerine Etkileri. *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.* 61 s.
- Doijode, S.D. 1990. Solute Leakage in Relation to Loss of Seed Viability on Accelerated Ageing in Different Onion Cultivars, *Indian J. Plant Physiol.* 33: 54-57.
- Duman, İ., Eşiyok, D. ve Eser, B. 1999. Sebze Tohumlarının Çimlenmesini İyileştirici Farklı Ozmotik Uygulama Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi.* 14-17 Eylül 1999.

- Ellis, R.H. and Roberts, E.H. 1977. A Revised Seed Viability Nomograph for Onion. *Seed Res.* 5: 93-103.
- Ellis, R.H. and Roberts, E.H. 1981. The Quantification of Aging and Survival in Orthodox Seeds. *Seed Sci. & Technol.* 9: 373-409.
- Ellis, R.H., Osei-Bonsu, K. and Roberts, E.H. 1982. Desiccation and Germination of Seed of Cowpea (*Vigna unguiculata*). *Seed Sci. & Technol.* 10: 509-515.
- Ellis, R.H., Hong, T.D. and Roberts, E.H. 1985. Handbook of Seed Technology for Genebanks. Vol. 1. Principle and Methodology. International Board for Plant Genetic Resources, Rome. 210 p.
- Ellis, R.H., Hong, T.D. and Roberts, E.H. 1989. A Comparison of the Low-Moisture-Content Limit to the Logarithmic Relation Between Seed Moisture and Longevity in Twelve Species. *Ann. Bot.* 63: 601-611.
- Ellis, R.H., Hong, T.D. and Roberts, E.H. 1990a. An Intermediate Category of Seed Storage Behaviour? I. Coffee. *J. Exp. Bot.* 41: 1167-1174.
- Ellis, R.H., Hong, T.D. and Roberts, E.H. 1990b. Effect of Moisture Content and Method of Dehydration on the Susceptibility of Pea Seeds to Imbibition Damage. *Seed Sci. & Technol.* 18: 131-137.
- Ellis, R.H., Hong, T.D. and Roberts, E.H. 1991a. An Intermediate Category of Seed Storage Behaviour? II. Effects of Provenance, Immaturity and Imbibition on Desiccation-Tolerance in Coffee. *J. Exp. Bot.* 42: 653-657.
- Ellis, R.H., Hong, T.D. and Roberts, E.H. 1991b. Effect of Storage Temperature and Moisture on the Germination of Papaya Seeds. *Seed Sci. Res.* 1: 69-72.
- Ellis, R.H., Hong, T.D., Astley, D., Pinnegar, A.E. and Kraak, H.L. 1996. Survival of Dry and Ultradry Seeds of Carrot, Groundnut, Lettuce,

Oilseed Rape and Onion during Five Years Hermetic Storage at Two Temperatures. *Seed Sci. & Technol.* 24: 347-358.

Fortham, R. and Biggs, A.G. 1985. *Principles of Vegetable Crop Production*. Collins Professional and Technical Books. Williams Collins Sons and Co. Ltd. London. 215 p.

Fu, J.R., Lu, X.H., Chen, R.Z., Zhang, B.Z., Liu, Z.S., Li, Z.S. and Cai, D.Y. 1988. Osmoconditioning of Peanut (*Arachis hypogea* L.) Seeds with PEG to Improve Vigour and Some Biochemical Activities. *Seed Sci. & Technol.* 16: 197-212.

Georghiou, K., Thanos, C.A. and Passam, H.C. 1987. Osmoconditioning as a Measure of Counteracting the Ageing of Pepper Seeds during High Temperature Storage. *Ann. Bot.* 60: 279-285.

Globerson, D. and Feder, Z. 1987. The Effect of Seed Priming and Fluid Drilling on Germination, Emergence and Growth of Vegetables at Unfavorable Temperatures. *Acta Hort.* 198: 15-21.

Goel, A., Goel, A.K. and Sheoran, I.S. 2002. Changes in Oxidative Stress Enzymes During Artificial Ageing in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Seeds. *J. Plant Physiol.* 160: 1093-1100.

Goel, A. and Sheoran, I.S. 2003. Lipid Peroxidation and Peroxide- Scavenging Enzymes in Cotton Seeds under Natural Ageing. *Biol. Plant.* 46:429-434.

Gray, D., Steckel, J.R.A. and Hands, L.J. 1990. Responses of Vegetable Seeds to Controlled Hydration. *Ann. Bot.* 66: 227-235.

Haigh, A.M. and Barlow, E.W.R. 1987. Germination and Priming of Tomato, Carrot and Sorghum Seeds in a Range of Osmotica. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 112 (2): 210-216.

- Halder, S. and Gupta, K. 1980. Effect of Storage of Sunflower Seeds in High and Low Relative Humidity on Solute Leaching and Internal Biochemical Changes. *Seed Sci. & Technol.* 8: 317-321.
- Halmer, P. and Bewley, J.D. 1984. A Physiological Perspective on Seed Vigor Testing. *Seed Sci. & Technol.* 8: 561-575.
- Hannan, R.M. 1991. Analysis of Lipids in Ageing Seed Using Capillary Supercritical Fluid Chromatography. *Journal of Chromatography.* 54: 393-401.
- Harrington, J.F. 1972. Seed Storage and Longevity, *Seed Biology* (Ed. Kozlovski), Academic Press, New York, 3: 145-245.
- Harrington, J.F. 1973. Biochemical Basis of Seed Longevity. *Seed Sci. & Techn.* 1: 453-461.
- Harrison, B.J. and Carpenter, R. 1977. Storage of Onion (*Allium cepa* L.) Seed at Low Temperatures. *Seed Sci. & Technol.* 5: 699-702.
- Hart, F.L. and Fischer, H.J. 1971. *Modern Analysis*, Ger. Verlag, s.17.
- Heydecker, W., Higgins, J. and Turner, Y.T. 1975. Invigoration of Seeds. *Seed Sci. & Technol.* 3: 881-888.
- Heydecker, W. and Coolbear, P. 1977. Seed Treatment for Improved Performance-Survey and Attempted Prognosis. *Seed Sci. & Technol.* 5: 353-425.
- Hill, H.J., Taylor, A.G. and Min, T.G. 1989. Density Separation of Imbibed and Primed Vegetable Seeds. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 114 (4): 661-665.
- Ibrahim, A., Roberts, E.H. and Murdoch A.J. 1983. Viability of Lettuce Seeds. II. Survival and Oxygen Uptake in Osmotically Controlled Storage. *J. Exp. Bot.* 34: 631-640.

- İlbi, H. 1998. Soğan Tohumlarında Yaşlanma ve Yaşlanma ile Oluşan Vigor Kayıplarının İyileştirilmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. 203 s.
- İlbi, H. ve Eser, B. 2004. Soğan Tohumlarında Yaşlanma ve Fosfolipidlerdeki Değişimler. V. Sebze Tarımı Sempozyumu. 21-24 Eylül. s. 51-57.
- Jacomini, E., Bertani, A. and Mapelli, S. 1988. Accumulation of Polyethylene Glycol-6000 and its Effects on Water Content and Carbohydrate Level in Water Stressed Tomato Plants. Can. J. Bot. 66 (5): 970-973.
- Justice , O.L. and Bass, L.N. 1979. Principles and Practices of Seed Storage. Castle House Publications Ltd. London.
- Kacar, B. 1989. Bitki Fizyolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1153 . Ankara Üniversitesi Basımevi. 424 s.
- Kalpana, R. and Rao, M.K.V. 1993. Lowered Lipoxygenase Activity in Seeds of Pigeonpea (*Cajanus cajan* L. Mill. sp.) Cultivars during Accelerated Ageing. Seed Sci. & Technol. 21: 269-272.
- Kalpana, R. and Rao, M.K.V. 1995. On the Ageing Mechanism in Pigeonpea (*Cajanus cajan* L. Mill. sp.) Seeds. Seed. Sci. & Technol. 23: 1-9.
- Kalpana, R. and Rao, M.K.V. 1996. Lipid Changes during Accelerated Ageing of Seeds of Pigeonpea (*Cajanus cajan* L. Mill. sp.) Cultivars. Seed Sci. & Technol. 24: 473-483.
- Khan, A.A., Tao, K.L., Knypl, J.S., Borkowska, B. and Powell, L.E. 1978. Osmotic Conditioning of Seeds: Physiological and Biochemical Changes. Acta Hort. 83: 267-278.
- Khanal, R. 1990. A Literature Review on Vegetable Seed Storage and Packing, PAC Occasional Paper (6), Nepal, 40 pp.

- Lepori, G. and Quagliotti, L. 1981. Effects of Storage on the Viability of Turnip and Broccoli Rabs Seed. *Acta Hort.* 111: 255-264.
- Levitt, J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. II. 2nd ed. Academic Press, New York, 607 p.
- Liptay, A. and Tan, C.S. 1986. Effect of Various Levels of Available Water on Germination of Polyethylene Glycol (PEG) Pretreated and Untreated Tomato Seeds. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 110 (6): 748-751.
- Livesley, M.A. and Bray C.M. 1991. The Effects of Ageing Upon α -amylase Production and Protein Synthesis by Wheat Aleurone Layers *Ann. Bot.* 68: 69-73.
- Mayer, A.M. and Poljakoff-Mayber, A. 1989. The Germination of Seeds. Pergamon Press plc, Oxford, England. 270 p.
- McDonald, M.B. 1999. Seed Deterioration: Physiology, Repair and Assessment. *Seed Sci. & Technol.* 27 (1): 177-237.
- McKersie, B.D. and Leshem, Y.Y. 1994. Desiccation, Stress and Stress Coping in Cultivated Plants. Kluwer Academic Publishers, pp. 132-137.
- Mexal, J.M., Fisher, J.T., Osteryoung, J. and Reid, P.P. 1975. Oxygen Availability in Polyethylene Glycol Solutions and its Implications in Plant Water Relations. *Pl. Physiol.* 55: 20-24.
- Murray, G.A. and Swensen, J.B. 1992. Emergence of Spring and Summer Planted Onions Following Osmotic Priming. *HortScience.* 27(5): 409-410.
- Murthy, U.M.N. and Sun, W.Q. 2000. Protein Modification by Amadori and Maillard Reactions during Seed Storage: Roles of Sugar Hydrolysis and Lipid Peroxidation. *J. Exp. Bot.* 51(348): 1221-1228.
- Murthy, U.M.N, Kumar, P.P. and Sun, W.Q. 2002. Mechanismis of Seed Ageing under Different Storage Conditions for *Vigna radiata* (L.)

- Wilczek: Lipid Peroxidation, Sugar Hydrolysis, Maillard Reactions and their Relationship to Glass state Transition. *J. Exp. Bot.* 54(384): 1057-1067.
- Osborne, D.J. 1980. Senescence in Seeds, Senescence in Plants (Ed. Thimann, K.V.), 13-37, CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Osborne, D.J. 1982. Deoxyribonucleic Acid Integrity and Repair in Seed Germination: The Importance in Viability and Survival. In "The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination" (Ed. A.A. Khan). Elsevier Biomedical Press, Amsterdam, pp. 435-463.
- Özçoban, M. 2004. Bazı Tohum Uygulamalarının Yüksek Sıcaklık Koşullarında Ispanak (*Spinacia oleracea* L.) Tohumlarının Çimlenme ve Çıkış Oranları Üzerine Etkisi . V. Sebze Tarımı Sempozyumu. 21-24 Eylül 2004, Çanakkale. s. 351-354.
- Pandey, D.K. 1989a. Amelioration of the Effect of Ageing in Onion Seeds. *Indian J. Plant Physiol.* 32(4): 379-382.
- Pandey, D.K. 1989b. Priming Incuced Alleviation of Effect of Natural Ageing Derived Selective Leakage of Constituents in French Bean Seeds. *Seed Sci. & Techonol.* 17: 391-397.
- Parrish, D.J. and Leopold, A.C. 1978. Confounding of Alternate Respiration by Lipoxygenase Activity *Plant Physiol.* 62: 470-472.
- Passam, H.C. and Kakouriotis, D. 1994. The Effects of Osmoconditioning on the Germination, Emergence and Early Plant Growth of Cucumber under Saline Conditions. *Sci. Hort.* 57: 233-240.
- Pearce, R.S. and Abdel Samad, I.M. 1980. Change in Fatty Acid Content of Polar Lipids during Ageing of Seeds of Peanut (*Arachis hypogea* L.). *J. Exp. Bot.* 31: 1283-1290.

- Peever, T.L. and Higgins, V.J. 1989. Electrolyte Leakage, Lipoxigenase, and Lipid Peroxidation Induced in Tomato Leaf Tissue by Specific and Non-specific Elicitors from *Cladosporium fluvum*. *Plant Physiol.* 90: 867-875.
- Perl, M., Yaniv, Z. and Feder, Z. 1987. The Effect of Natural and Accelerated Ageing on the Lipid Content and the Fatty Acid Composition of Seeds. *Acta Hort.* 215: 51-66.
- Petruzelli, L. 1986. Wheat Variability at High Moisture Content Under Hermetic and Aerobic Storage Conditions. *Ann. Bot.* 58: 259-265.
- Pill, W.G. and Haynes, J.G. 1996. Gibberellic Acid during Priming of *Echinacea purpurea* (L) Moench. Seeds Improves Performance After Seed Storage. *J. Hort. Sci.* 71(2) : 287-295.
- Pill, W.G., Freet, J.J. and Morneau, D.C. 1991. Germination and Seedling Emergence of Primed Tomato and Asparagus Seeds under Adverse Conditions. *HortScience.* 26: 1160-1162.
- Priestley, D.A. 1986. Morphological, Structural and Biochemical Changes Associated with Seed Ageing: Implication for Seed Storage and Persistence in Soil (Comstock Publishing Associates, Ithaca and London), pp. 125-195.
- Rajagopal, A.S.M. and Sen-Mandi, S. 1992. Studies on Acid and Alkaline Phosphatases in Aged Rice Embryos. *Seed Sci. & Technol.* 20: 215-222.
- Ram, C. and Wiesner, L.E. 1988. Effects of Artificial Ageing on Physiological and Biochemical Parameters of Seed Quality in Wheat. *Seed Sci. & Technol.* 16: 579-587.
- Rao, N.K., Roberts, E.H. and Ellis, R.H. 1987. The Influence of Pre and Post Storage Hydration Treatments on Chromosomal Aberrations, Seedling Abnormalities and Viability of Lettuce Seeds. *Ann. Bot.* 60: 97-108.

- Roberts, E.H. 1972. Cytological, Genetical and Metabolical Changes Associated With Loss of Viability. In "Viability of Seeds" (Ed. E.H. Roberts) Chapman and Hall, London. pp. 253-306.
- Roberts, E.H. 1973. Loss of Seed Viability: Chromosomal and Genetical Aspects. *Seed Sci. & Technol.* 1: 515-527.
- Roberts, E.H. 1988. Seed Ageing: The Genome and Its Expression. In "Senescence and Ageing in Plants" (Eds. L.D. Nooden and A.C. Leopold), Academic Press, New York, pp. 465-598.
- Roberts, E.H. and Ellis, R.H. 1989. Water and Seed Survival. *Ann. Bot.* 63: 39-52.
- Roos, E.E. 1982. Induced Genetic Changes in Seed Germplasm during Storage. In "The Physiology and Biochemistry of Seed Development, Dormancy and Germination" (Ed. A. A. Khan). Elsevier Biomedical Press, New York, pp. 409-434.
- Rumpell, J. and Szudyga, I. 1978. The Influence of Pre-Sowing Seed Treatments on Germination and Emergence of Tomato "New Yorker" at Low Temperatures. *Sci. Hort.* 9: 119-125.
- Sağsöz, S. 2000. Tohumluk Bilimi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 677, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 302, Ders Kitapları Serisi No: 54, 187 s.
- Salama, A.M. and Pearce, R.G. 1993. Ageing of Cucumber and Onion Seeds: Phospholipase D, Lipooxygenase Activity and Changes in : Phospholipid Content, *J. Exp. Bot.* 44: 1253-1265.
- Saxena, O.P. and Gita, S. 1988. Osmotic Priming Studies in Some Vegetable Seeds. *Acta Hort.* 215: 201-207.
- Saxena, O.P., Pakeeraiah, T. and Lakshmi, P. 1985. Studies on Accelerated Ageing in Sesamum. *Indian J. Plant Physiol.* 28: 35-42.

- Sivritepe, H.Ö. 1992. Genetic Deterioration and Repair in Pea (*Pisum sativum* L.) Seeds During Storage. PhD Thesis University of Bath, England. 227p.
- Sivritepe, H.Ö. 1995. Bezelye Tohumlarında Su Zararı, Canlılık ve Kromozom Bozulmaları Üzerine Hidrasyon Uygulamalarının Etkileri. Bahçe 24 (1-2): 93-102.
- Sivritepe, H.Ö. 1999. Sebze Tohumlarında Kalite ve Performansın Arttırılması Üzerine Ozmotik Koşullarında Uygulamalarının Etkileri. Türkiye 3. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 14-17 Eylül 1999, Ankara, 525-529.
- Sivritepe, H.Ö. 2000. Deniz Yosunu Ekstraktı (*Ascophyllum nodosum*) ile Yapılan Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Biber Tohumlarında Canlılık Üzerine Etkileri. III. Sebze Tarımı Sempozyumu. 11-13 Eylül 2000, Isparta, 482-486.
- Sivritepe, H.Ö. and Dourado, A.M. 1994. The Effects of Humidification Treatments on Viability and the Accumulation of Chromosomal Aberrations in Pea Seeds. Seed Sci.& Technol. 22: 337-348.
- Sivritepe, H.Ö. and Eriş, A. 2000. The Effects of Post-Storage Priming Treatments on Viability and Repair of Genetic Damage in Pea Seeds. Acta Hort. 517:143-149.
- Sivritepe H.Ö. and Demirkaya, M. 2002. The Effects of Post-Storage Hydration Treatments on Viability of Onion Seeds. Acta Hort. 579: 215-219.
- Sivritepe, H.Ö., Sivritepe, N., Eriş, A. and Turhan, E. 2005. The Effects of NaCl Pre-treatments on Salt Tolerance of Melons Grown under Long-term Salinity. Sci. Hort. 106: 568-581.
- Smith, M.T. and Berjak, P. 1995. Deteriorative Changes Associated with the Loss of Viability of Stored Desiccation Tolerant and Dessication Sensitive Seeds. In "Seed Development and Germination" (Eds. Kigel, J. and Galili, G.), New York, pp. 701-746.

- Spurr, C.J., Fulton, D.A., Brown, P.H. and Clark, R.J. 2002. Changes in Seed Yield and Quality with Maturity in Onion (*Allium cepa* L. cv. Earley Cream Gold). J. Argon. Crop Sci. 188(4): 275.
- Standwood, P.C. and Sowa S. 1995. Evaluation of Onion (*Allium cepa* L.) Seed After 10 Years of Storage at 5, -18 and -196°C. Crop Sci. 35: 327-384.
- Stayonova, S.D. 1991. Genetic Shifts and Variations of Gliadins Induced by Seed Ageing. Seed Sci. & Technol.,19: 363-371.
- Steubing, L. 1965. Pflanzenökologisches Praktikum. Berlin-Hamburg: Parey.
- Steward, R.R.C. and Bewley, J.D. 1980. Lipid Peroxidation Associated with Accelerated Aging of Soybean Axes. Plant Physiol. 65: 245-248.
- Styer, R.C., Cantliffe, D.J. and Hall, C.B. 1988. The Relationship of ATP Concentration to Germination and Seedling Vigour of Vegetable Seeds Stored under Various Conditions. J. Am. Soc. Hort. Sci. 105: 298-303.
- Sung, F.J.M. and Chang, Y.H. 1993. Biochemical Activites Associated with Priming of Sweet Corn Seeds to Improve Vigor. Seed Sci. & Technol. 21: 97-105.
- Sung, J. 1996. Lipid Peroxidation and Peroxide-Scavenging in Soybean Seeds during Ageing. Physiol. Plant. 97: 85-89.
- Şehirali, S. 1997. Tohumluk ve Teknolojisi. Fakülteler Matbaası. İstanbul. 422 s.
- Thanos, C.A. Georghiou K. and Passam, H.C. 1989. Osmoconditioning and Ageing of Pepper Seeds During Storage. Ann. Bot. 63: 65-69.
- Thompson, J.E., Legge, R.L. and Barber, R.F. 1987. The Role of Free Radicals in Senescence and Wounding, New Phytologist. 105: 317-344.
- Tilden, R.L. and West, S.H. 1985. Reversal Effects of Ageing in Soybean Seeds. Plant Physiol. 77: 584-586.

- Vertucci, C.W. 1993. Towards a Unified Hypothesis of Seed Ageing, Basic and Applied Aspects of Seed Biology (IVth International Workshop on Seeds, France, 20-24 July, 1992), Vol. 3, 739-746.
- Vertucci, C.W. and Roos, E.E. 1990. Theoretical Basis for Protocols for Seed Storage. *Plant Physiol.* 94: 1019-1023.
- Vertucci, C.W., Roos, E.E. and Crane, J. 1994. Theoretical Basis of Protocols for Seed Storage: III. Optimum Moisture Contents for Pea Seeds Stored at Different Temperatures. *Ann. Bot.* 74: 531-540.
- Villiers, T.A. and Edgcumbe, D.J. 1975. On the Cause of Seed Deterioration in Dry Seed Storage. *Seed Sci. & Technol.* 3: 761-774.
- Walters, C. 1998. Understanding the Mechanisms and Kinetics of Seed Ageing. *Seed Sci. Res.* 8: 223-244.
- Ward, F.H. and Powell A.A. 1983. Evidence for Repair Processes in Onion Seeds during Storage at High Seed Moisture Contents. *J. Exp. Bot.* 34: 277-282.
- Wiebe, H.J. and Muhyaddin, T. 1987. Improvement of Emergence by Osmotic Seed Treatments in Soil of High Salinity. *Acta Hort.* 198: 91-100.
- Wilson, D.O. and McDonald, M.B. 1986. Lipid Peroxidation Model of Seed Ageing. *Seed Sci. & Technol.* 14: 269-300.
- Wu, M.L. 1988. The Effects of Treatments on the Germination of Tomato Seeds under Water and Salinity Stress. *Hort. Abst.* 58: 9.
- Yanmaz, R. ve Özçoban, M. 2000. Soğanda (*Allium cepa* L) Tohum Kalitesinin Gelişimi. III. Sebze Tarımı Sempozyumu. 11-13 Eylül 2000, Isparta, s. 492-496.

Zeng, X.Y., Chen, R.Z., Fu, J.R. and Zhang, X.W. 2004. The Effects of Water Content During Storage on Physiological Activity of Cucumber. *Plant Cell Preview*. Published Online May 21, 2004.

TEŞEKKÜR

Bana bu konuda çalışma imkanı sağlayan, çalıőmalarımnda büyük ilgi, destek ve katkıları bulunan değerli Hocam Prof.Dr. H. zkan SİVRİTEPE'ye, çalışmaların yapılmasında çeşitli őekillerde yardımlarını esirgemeyen Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü ğretim elemanlarına, tohum temininde yardımcı olan MAY Tohumculuk Ziraat ve Ticaret Ltd. őti. ile enzim analizlerinde yardımcı olan Uzman Dr. Recep SARAYMEN'e ayrıca çalıőmamda bana yardımcı olan ve emeği geçenlere içtenlikle teşekkür ederim.

Ayrıca, çalıőmalarım sırasında bana sürekli destek olan ve sınırsız ölçüde sabır gösteren değerli eőim Zehra DEMİRKAYA'ya teőekkürü bir borç bilirim.

ÖZGEÇMİŞ

Mustafa DEMİRKAYA, 1975 yılında Antalya ili, Alanya İlçesi'nin Payallar Köyü'nde doğmuş ve ilköğrenimini aynı köyde tamamlamıştır. Orta öğrenimini Alanya'da, Lise öğrenimini ise Antalya'da tamamlamıştır. 1990 yılında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne girmiş ve 1994 yılında mezun olmuştur. Eylül 1994'de Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başlamıştır. Ekim 1995'te aynı anabilim dalına Araştırma Görevlisi olarak atanmıştır. "Soğan Tohumlarında Depolama Sonrası Hidrasyon Uygulamalarının Canlılık Üzerine Etkileri" konulu tez çalışması ile 1997 yılında "Yüksek Lisans" derecesi almıştır. Şubat 1999 tarihinden beri Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Doktora eğitimine devam etmektedir. Evli ve bir çocukludur.