

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ZEOLİTLE KURUTMA METODUNUN BİBER
TOHUMLARININ KALİTESİNE ETKİSİ**

Cihat ÖZDAMAR

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2021**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ZEOLİTLE KURUTMA METODUNUN BİBER TOHUMLARININ KALİTESİNE ETKİSİ

Cihat ÖZDAMAR

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim DEMİR

Bu araştırma 1/1, 1/2, 1/3 oranlarındaki tohum/zeolit ortamlarında yapılan tohum kurutmanın, Çarliston, Kandil Dolma ve Yalova Yağlık biber (*Capsicum annuum* L.) çeşitlerinin tohum kaliteleri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yapılmıştır. Tohum kalitesi çimlenme, yaşlandırma, fide çıkış oranı ve ortalama çimlenme, fide çıkış hızıyla değerlendirilmiştir. Tohum nemi %10 ve altına inme süreleri sıcak hava kurutmada 10 saat, zeolitle kurutmada en hızlı olan 1/3 tohum/zeolit kurutma 1. tekrarda 40-52 saat ve 2. tekrarda 84-88 saat, güneşte kurutmada 1. tekrarda 20-36 saat ve 2. tekrarda 48-52 saat, 1/3 tohum/slika jel kurutmada 72-88 saat olarak gerçekleşmiştir. Zeolit kurutmada tohum kalitesi bakımından slika jel kurutma, güneş kurutma ve sıcak hava kurutma uygulamalarına kıyasla benzer veya daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Çimlendirme testinde Çarliston, Kandil D., Yalova Y. çeşitlerinde sırayla, zeolitle kurutulan tohumlarda 1. tekrar çalışmasında %85-91, %60-81, %87-90 ve 2. tekrar çalışmasında %67-73, %65-66, %72-76 aralığında, sıcak hava kurutma 1. tekrarda %93, %66, %89 ve 2. tekrarda %71, %64, %65 oranlarında, güneş kurutma 1. tekrarda %93, %75, %89 ve 2. tekrarda %70, %67, %72 oranlarında, slika jel kurutma 2. tekrarda %62, %72, %77 oranlarında gerçekleşmiştir. Yaşlandırma sonrası çimlendirme testlerinde, zeolitle kurutulan tohumlar her üç çeşit de sıcak hava kurutma, güneş kurutma ve slika jel kurutma ile benzer sonuçlar göstermiştir ($p>0.05$). Normal gelişmiş fide çıkış oranları Çarliston, Kandil D., Yalova Y. çeşitlerinde sırasıyla, zeolitle kurutulan 1. tekrarda %90-91, %89-94, %91-93 ve 2. tekrarda %79-84, %72-82, %88-92 oranlarında, sıcak hava kurutma 1. tekrarda %89, %85, %92 ve 2. tekrarda %81, %81, %92 oranlarında, güneş kurutma 1. tekrarda %93, %88, %89 ve 2. tekrarda %75, %75, %93 oranlarında, slika jel kurutma 2. tekrarda %80, %80, %88 oranlarında gerçekleşmiştir. Sonuçlar zeolit kullanılarak kurutmanın tohum kalitesinin korunması bakımından gelecek vadede bir yöntem olduğunu ve bu bulgular ışığında daha detaylı çalışmaların yapılmasında yarar olduğu sonucunu göstermektedir.

Şubat 2021, 70 sayfa

Anahtar kelimeler: Tohum kalitesi, çimlenme, tohum canlılığı, fide çıkışı, tohum kurutma, zeolit ile kurutma

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECT OF DRYING METHOD WITH ZEOLIT ON THE QUALITY OF PEPPER SEEDS

Cihat ÖZDAMAR

Ankara University
Institute of Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. İbrahim DEMİR

This study was conducted to test the effect of drying with zeolite at the rate of 1/1, 1/2, 1/3 seed/zeolite rate in seeds of three pepper (Çarliston, Kandil Dolma and Yalova Yağlık) cultivars. Seed quality was evaluated by seed germination, ageing test, seedling emergence and mean germination time and seedling emergence time. The experiments were conducted twice (run 1 and 2). Seed drying rate in zeolite at the rate of 1/3 in the first run between 40-52h, in the second repeat 84-88h, while sun drying took 20-36h, 48-52h, silica gel drying took 72-88h. Seed quality after drying on zeolite was better or similar to those of sun drying and silica gel drying. Results in germination percentages in Çarliston, Kandil Dolma and Yalova Yağlık were as 85-91%, 60-81, 87-90 % in the first, 67-73, 65-66 and 72-76% in the second run in zeolite drying. While the values were 93, 66 89% in the first, 71, 64, 65% in the second run at high air temperature drying, 93, 75, 89% in the first, 70, 67, and 72% in the second run in sun drying, 62 72 and 77% in silica gel drying, respectively. Ageing test results with zeolite drying was similar to sun, high air temperature and silica gel dryings ($p>0.05$). Seedling emergence percentages after zeolite drying were 90-91,89-94 and 91-93% in the first, 79-84, 72-82 and 88-92 % in the second run, in Çarliston, Kandil Dolma and Yalova Yağlık, respectively. The seedling emergence results were as 89, 85, 92 % in the first, 81,81 and 92 % in the second run in high air temperature drying, 93,88 and 89 % in the first run, 75, 75 and 93 % in the second run in sun drying, 98, 80 and 88 % in silica gel drying, respectively. Results indicated that seed drying by zeolite in pepper seeds has a potential and can be used for cheap and easy alternative to sun drying, high air temperature drying or silica gel drying methods.

February 2021, 70 sayfa

Key words: Seed quality, germination, seed vigour, seedling emergence, seed drying, drying with zeolite

TEŞEKKÜR

Yüksek öğrenim hayatım boyunca engin bilgi ve deneyimlerini tereddütsüz şekilde benimle paylaşan, akademik deneyimlerinin yanında hayat deneyimlerini paylaşmaktan çekinmeyen, özellikle fikirlerime her zaman saygı duymak inceliğini gösteren, beni her konuda destekleyen akıl hocam, ustam, saygıdeğer hocam Prof. Dr. İbrahim Demir'e en içten duygularıyla minnet ve teşekkür ederim.

Çalışmam boyunca benden yardımlarını esirgemeyen kardeşim Mücahit Fatih ÖZDAMAR'a, üniversite hayatım boyunca her zaman yanımda olan sevgili arkadaşım Hasan T. DEMİRDELEN'e, çalışmamda benden yardımlarını esirgemeyen sevgili Dr. Ebrima S. NJIE'ye, çalışmada kullanılacak materyal temininde büyük emekleri olan sayın Dr. Kutay C. YILDIRIM'a, çalışma süresince destek almış olduğum ve çalışmanın gerçekleşmesinde büyük bir rol oynayan '2180236' numaralı proje için TÜBİTAK'a, birlikte çalıştığım tüm Tohum Bilimi Laboratuvarı arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Hayatımın her anında olduğu gibi okul hayatım boyunca benden sevgi ve desteklerini esirgemeyen canım ailem, annem Keziban ÖZDAMAR'a, babam Mustafa ÖZDAMAR'a, kardeşim Mücahit Fatih ÖZDAMAR'a en içten duygularıyla minnet ve teşekkür ederim.

Cihat ÖZDAMAR
Ankara, Şubat 2021

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	20
3.1 Materyal.....	20
3.1.1 Bitki yetiştirme ve tohum hasadı.....	20
3.2 Yöntem	22
3.2.1 Zeolit ile tohum kurutma	23
3.2.2 Güneşte tohum kurutma	24
3.2.3 Slika jel ile kurutma	25
3.2.4 Nem değişimi takibi	25
3.2.5 Kurutma sonrası işlemler	26
3.2.6 Kurutma sonrası Tohum canlılığının belirlenmesi.....	26
3.2.7 Kurutma sonrası tohum gücü testleri	27
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	31
4.1 Kurutma Öncesi Nem (%) Değerleri	31
4.2 Çarliston.....	31
4.3 Kandil Dolma.....	38
4.4 Yalova Yağlık	46
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	54
KAYNAKLAR	64
ÖZGEÇMİŞ.....	70

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

g	:	gram
kg	:	kilogram
mm	:	milimetre
cm	:	santimetre
°C	:	Santigrat derece
%	:	Yüzde
ppm	:	Milyonda 1 birim
mmhos/cm	:	1 milimhos/cm
pH	:	Hidrojen kuvveti
eRH	:	Bağıl denge nemi
dk.	:	Dakika

Kısaltmalar

ATP	:	Adenozin trifosfat
CAT	:	Katalaz (enzim)
SOD	:	Süperoksit Dismutaz (enzim)
POD	:	Peroksidaz (enzim)
EC	:	Elektriksel iletkenlik
TÜBİTAK	:	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
ISTA	:	Uluslararası Tohum Test Birliği
ISF	:	Uluslararası Tohum Federasyonu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	Dünya tohum İhracat/İthalat verileri (ISF 2017).....	2
Şekil 1.2	Güneşte kurutma yapılması sırasında, tohumların tırmık vb. araçlar ile karıştırılması işlemi.....	4
Şekil 1.3	Sıcak hava üflemleri fanlı kurutma makinaları	5
Şekil 2.1	Kotiledon hücrelerinin transmisyon elektron mikroskobu. Kontrol (A), kurutulan tohumlar 35°C (B), 45°C (C), 60°C (D ve G), 75°C (E ve H), ve 90°C (F ve I). Kare=500nm (G ve I), 2 mm (A, B, E ve H) ve 10 mm (C, D ve F). Cw=hücre duvarı; pb=protein şekli; o=yağ varlığı. Oklar, orta lamelin olası bozulmasını gösterir. Kurutma sonrası birbirinden ayrılan hücreler (B, C, D, ve F). Hücreler arası boşluklar, lipid bazlı maddeler içerir (B, C, G, H, ve I). (Donadon 2013)	11
Şekil 2.2	Kotiledon hücrelerinin transmisyon elektron mikroskobu. Kontrol (A), kurutulan tohumlar 35°C (B), 45°C (C), 60°C (D), 75°C (E), ve 90°C (F). Kare=10 µm. pb=protein şekli. Oklar, proteinin deformasyonunu gösterir. Kurutulmamış tohum hücrelerinin (A)ve 35°C 'de kurutulan hücrelerin yuvarlak protein şeklini gösterir. Kurutulduktan sonra bazı proteinlerde gerçekleşen deformasyonu gösterir (45°C (C), 60°C (D), 75°C (E), ve 90°C (F)) (Donadon 2013)	12
Şekil 3.1	Biber bitkilerinin yetiştirilmesi aşamalarına ait görüntüler.....	20
Şekil 3.2	Olgun biber meyveleri ve meyvelerden tohumların ayrılması.....	21
Şekil 3.3	Tohum nem tayini (ISTA 2016).....	22
Şekil 3.4	Kurutmada kullanılan tül keseler	23
Şekil 3.5	Hava geçirimsiz kaplarda tohum kurutma süreci.....	23
Şekil 3.6	Kurutmada kullanılan zeolitler ve çaplarına göre ayrılmış halleri.....	24
Şekil 3.7	Hava geçirimsiz kaplarda yapılan slika jel kurutma	25
Şekil 3.8	Polietilen-alüminyum tohum paketleri.....	26
Şekil 3.9	Yapılacak olan testler öncesi tohum ayırma ve saydırma işlemi	26
Şekil 3.10	Çimlendirme testine ait görüntüler (4x100)	27
Şekil 3.11	Normal-Anormal sayımları	27

Şekil 3.12	Hızlı yaşlandırma testinin yapılması	28
Şekil 3.13	Fide çıkış testinin yapılması ve iklimlendirme odasından görüntüler.....	29
Şekil 4.1	Çarliston çeşidinde 1. tekrar çalışmasında kurutma sırasındaki tohum nem (%) değişimleri.....	31
Şekil 4.2	Çarliston çeşidinde 2. tekrar çalışmasında kurutma işlemleri sırasındaki tohum nem (%) değişimleri.....	32
Şekil 4.3	Kandil Dolma çeşidinde 1. tekrar çalışmasında kurutma sırasındaki tohum nem (%) değişimleri	38
Şekil 4.4	Kandil Dolma çeşidinde 2. tekrar çalışmasında kurutma sırasındaki tohum nem (%) değişimleri	39
Şekil 4.5	Yalova Yağlık çeşidinde 1. tekrar çalışmasındaki kurutma sırasındaki tohum nem (%) değişimleri	46
Şekil 4.6	Yalova Yağlık çeşidinde 2. tekrar çalışmasında yapılan kurutma işlemleri sırasındaki tohum nem (%) değişimleri	47

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1	Bitkilerin yetiştirildiği toprağın analiz sonuçları.....	20
Çizelge 4.1	Çalışmada kullanılacak, yeni hasat edilmiş biber tohumlarının başlangıç nem değerleri (%).....	31
Çizelge 4.2	Çarliston çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleştirilen çimlenme test sonuçları (%) (NÇO: normal çimlenme). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5).....	33
Çizelge 4.3	Çarliston çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleşen ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) sonuçları(gün). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5). Öd: Önemli değil.	34
Çizelge 4.4	Çarliston çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleştirilen hızlı yaşlandırma testi sonuçları (%) (NÇO: normal çimlenme). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5). Öd: Önemli değil.	35
Çizelge 4.5	Çarliston çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleştirilen fide çıkış testi sonuçları (%Normal çıkış değerleri). Öd: Önemli değil.	36
Çizelge 4.6	Çarliston çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleşen ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ) sonuçları (gün). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5). Öd: Önemli değil.	37
Çizelge 4.7	Kandil Dolma çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleştirilen çimlenme test sonuçları (%) (NÇO: normal çimlenme). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5).	40
Çizelge 4.8	Kandil Dolma çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleşen ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) sonuçları(gün). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5).	41
Çizelge 4.9	Kandil Dolma çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleştirilen hızlı yaşlandırma testi sonuçları (%) (NÇO: normal çimlenme). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5). Öd: Önemli değil.	42

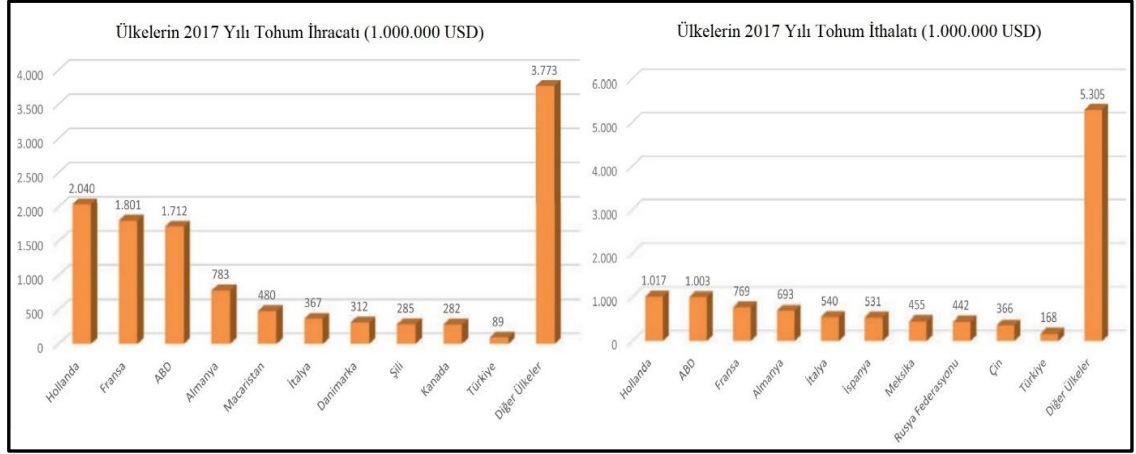
- Çizelge 4.10 Kandil Dolma çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleştirilen fide çıkış testi sonuçları (%Normal çıkış değerleri). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5).44
- Çizelge 4.11 Kandil Dolma çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleşen ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ) sonuçları (gün). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5).45
- Çizelge 4.12 Yalova Yağlık çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleştirilen çimlenme test sonuçları (%) (NÇO: normal çimlenme). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5). Öd: Önemli değil.47
- Çizelge 4.13 Yalova Yağlık çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleşen ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) sonuçları(gün). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5).49
- Çizelge 4.14 Yalova Yağlık çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleştirilen hızlı yaşlandırma testi sonuçları (%) (NÇO: normal çimlenme). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5). Öd: Önemli değil.50
- Çizelge 4.15 Yalova Yağlık çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleştirilen fide çıkış testi sonuçları (%Normal çıkış değerleri). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5). Öd: Önemli değil.52
- Çizelge 4.16 Yalova Yağlık çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleşen ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ) sonuçları (gün). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5).52

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun tarıma başladığı ilk yıllardan bu yana üretim devamlılığı, ticari bir ürün ve besinsel değeri bakımından değerli bir kaynak olarak gördükleri tohum, halen günümüz teknolojik dünyasında da bu değerini korumaktadır. Değerli olan bu materyali korumak ve kalitesindeki değerleri aynı seviyede tutmak için birçok teknolojik araç ve metot geliştirmiş olmamıza rağmen, tohumun kalitesini korumak adına devam eden çalışmalar yürütülmektedir. Tohum insanlık için her zaman değerli olmuş ve hala günümüz dünyasında da bu önemini korumaktadır. Eski dönemlerde veya günümüz dünyasında tohum, ticari bir araç, ticari değeri olan bir hammadde, doğrudan gıda, bitkisel devamlılığın sağlanması gibi birçok alanda değerli görülmüş ve halen değerini koruyan bir materyaldir.

Tohum, döllenmiş tohum taslağının gelişmesi ile oluşan, yeni bir bitkinin oluşumunda görev yapacak olan yapıları barındıran, türün devamlılığını sağlamak ve garanti altına almak adına var olan generatif bir yapıdır. Tohum genel anlamda beslenme ve bitkisel üretim materyali olarak kullanılmakta ve üretilmektedir. Tohum, beslenme ve barındırdığı besinsel değerler açısından değerli bir besin kaynağıdır (Kozlowski ve Gunn 1972). Sadece insanların beslenmesinde değil, hayvanların besin ihtiyaçlarının giderilmesinde de kullanılıyor oluşu, tohum talebi oluşturmaktadır (Kolsarıcı vd. 2005). Tohumlar bitkisel üretim, ıslahçı materyali, genetik devamlılık için de üretilmektedirler. Bitkisel üretimin devamlılığı için başlangıç materyali, ıslah çalışmalarında son ürün ve tohum gen bankalarında genetik havuzların muhafazası için de kullanılmakta ve üretilmektedir.

Mali açıdan yaklaşıldığında tohum, ülkelerin sahip oldukları iklimsel koşullarda gözlenen farklılıklar, teknolojik farklılıklar, gelişmişlik seviyesi ve daha birçok unsur, ülke bazında üretilen ürünlerin sayısı, miktarı, çeşidini etkilemekte ve bu anlamda ortaya çıkan ihtiyaçları karşılamak veya ihtiyaçlara cevap verip kazanç sağlamak adına üretimi yapılabilen bir üründür.



Şekil 1.1 Dünya tohum ihracat/ithalat verileri (ISF 2017)

Tohum, temel besin değerleri açısından ve içerdiği esansiyel amino asitler bakımından insan beslenmesinde önemli olan bir besin kaynağıdır (Kozłowski ve Gunn 1972). Ayrıca görece pahalı olan diğer hayvansal kaynaklı besin maddelerine kıyasla daha ucuz olmaları da önemli unsurlardan biridir.

Tür ve çeşide göre değişmekle beraber, yüksek kalite ve canlılığa sahip tohumlar elde edebilmek, hem tohum kalitesinin uzun süreler korunabilmesi hem de tohumun kalite potansiyelinin kullanılabilmesi açısından oldukça önemlidir (Doijode 2007, Sivritepe 2012, Yiğit vd. 2018). Bu noktada tohumların hasat edildikten sonra depolamaya uygun hale getirilmesi, tohumun sahip olduğu kalite değerlerinin korunması açısından elzemdir. Biberde, meyveden alınan tohumlar yaklaşık %35 ve üzeri nem içermektedirler (Demir ve Ellis 1992, Sanchez vd. 1993). Depolamaya uygun hale getirmek, bu tohum partilerinin içermiş oldukları yüksek nem seviyelerinin düşürülmesi ile mümkündür. Yüksek nemdeki tohumları depolama, tohumda devam edecek olan yüksek solunum ve biyolojik aktivite ile tohum kalitesindeki düşüşlerin görülmesi, kaçınılmaz bir sorun teşkil edecektir (Cromarty 1984, Karaaslan 2008).

Sebze tohumlarında bir sonraki yıl ya da yıllarda kullanılmak amacıyla yapılan depolamanın en ideal olarak yapıldığı nem kapsamı küçük tohumlular için % 5-7 arasında olmalıdır ki biber de bu gruba dahildir. Bu nem seviyeleri tohum gen kaynaklarının çok uzun süreli depolamalarında da kullanılması önerilen tohum nem yüzdeleridir (Delouche

1973, Ellis ve Roberts 1981, Vertucci 1989). Olgunlaştığında nem oranı yüksek olan sebze türlerinde tohum nemi olgunlaşma döneminde % 35 ve üzerinde gerçekleşen bu yüksek nem seviyesinden, tohum kalitesini korumak amacıyla, tohum nemini % 5-7'e kadar indirmek için yapay ya da doğal kurutma yapılması zorunluluktur (Justice ve Bass 1978, Priestley vd. 1985, Berjak 2006). Bu amaçla kullanılan yöntemler; güneşte doğal kurutma, makineli veya kurutucu ajanlar ile kurutmadır.

Tohum kalitesi; tohumun genetik, fizyolojik ve fiziksel özelliklerini kapsayan, tohumun toplam performansını betimleyen genel bir kavramdır. Tohum kalitesi, tohumu elde edeceğimiz bitkiyi oluşturacak olan tohumun genetik özellikleri, kalitesi, depolama koşulları, fide eldesi esnasındaki iklim koşulları, toprak koşulları (torf, toprak vb.), tohumu oluşturan bitkinin yetiştirilme koşulları (iklim, sıcaklık, nem), hastalık ve zararlılar ile etkileşimi, tozlanma dönemi etmenleri (sıcaklık, nem, rüzgar, böcek aktivitesi vb.), tohumu elde edeceğimiz meyvenin oluşum süreci, meyve olgunluk seviyesi, tohum ayırma işlemleri, kurutma ve kurutma koşulları (sıcaklık, nem), depolama koşulları ve süresi gibi birçok unsur tohum kalitesi kavramını doğrudan etkileyen unsurlardır. Özellikle meyve olgunluk düzeyi, tohum hasat süreci ve sonrası işlemler tohum kalitesini doğrudan etkilemektedir.

Genel olarak tohum eldesindeki son aşama olan tohum nemini düşürme aşamasına kadar olan süreçte tohum kalitesi maksimum seviyede tutulsa dahi, nem düşürme (kurutma) sırasında yüksek kalitede tutulmuş olan tohum partilerinin kalitelerinin kaybedilmesi oldukça kolay olabilmektedir (Copeland ve McDonald 2001).

Güneşte kurutma tekniği geniş alanlarda güneşlenmenin ve sıcaklığın yeterli olduğu yerlerde sıkça kullanılan bir kurutma tekniği olarak karşımıza çıkmaktadır. Güneşte kurutma genel anlamda düşük maliyetli bir kurutma tekniği olarak kullanılsa da tohum kalitesi üzerine olumsuz etkilerinin olduğu bilinmektedir (Babiker vd. 2010). Bunun yanı sıra güneşte kurutma işlemleri sırasında havalanmayı sağlamak için tırmık ve benzeri aletler ile karıştırma yoluna gidilmektedir (Şekil 1.2). Özellikle tohum nem içeriği $>10\%$ olan partiler, mekanik zararlanmaya hassastır ve bu durum tohumlarda mekanik zararlanmalara neden olur (Delouche 1968, Yiğit vd. 2018)



Şekil 1.2 Güneşte kurutma yapılması sırasında, tohumların tırmık vb. araçlar ile karıştırılması işlemi

Güneşte kurutma yönteminin en bilinmezlik barındıran unsurları olan bağıl nem, sıcaklık ve yağış durumu unutulmamalıdır. Ortam bağıl neminin yüksek olduğu bölgeler ya da dönemlerde kurutma zor olabilmekte ya da gerçekleşmemektedir (Hay vd. 2012). Daha önemlisi değişken bağıl nemde kurutulmuş olan tohumların ortamdaki nem alabilmesi de mümkün olmaktadır.

Güneşte kurutma açık alanda yapılması, yağış olması durumunda sekteye uğrayabilmekte ve ürün kayıplarına neden olabilmektedir. Bunun yanı sıra yağıştan korumak adına ürünler toplanmakta, bu da zaman ve işgücü kayıplarına neden olabilmektedir. Kurutma sırasındaki hava sıcaklığının değişken olması da sorun teşkil etmektedir. Tohum kurutma sırasında tohum partilerine uygulanan sıcaklıkların fazla olması, tohum partilerindeki kalite kaybı unsurlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Babiker vd. 2010). Sıcaklıkların çok düşük olması ile de kurutma süreci uzamakta, zaman, mekan ve kalite kayıplarına neden olabilmektedir.

Tohum kurutmada kullanılan tekniklerden biri olan makinalı kurutma sıkça kullanılan bir tohum kurutma tekniğidir. Genel anlamda cihazlar ile yapılan tohum kurutmada sıcak hava üflemeli fanlı sistemler kullanılmaktadır (Şekil 1.3). Bu sistemler içeri alınan havanın ısıtılması ve tohumların üzerinden fanlı sistemler aracılığı ile sıcak havanın geçirilmesi ve tohumda bulunan nemin bu sayede uzaklaştırılarak kurutma işleminin yapılması esasına göre çalışmaktadırlar. Sıcak hava üflemeli fanlı sistemlerin en büyük avantajlarından biri, yüksek sıcaklık ile doğru orantılı olarak hızlı olabilmeleridir ki, bu aynı zamanda tohuma zarar verebilen bir işlemdir (Siddique ve Wright 2003). Ayrıca, sıcak hava kurutmalı sistemlerdeki sıcak hava ile kurutmada, embriyonik eksende

nişasta tanelerinin sayısının, yüksek kurutma sıcaklığı ile önemli ölçüde azaldığını aktarmışlardır (Seyedin vd. 1984). Bu bilgi ışığında sıcak hava üflemleri makinalı kurutma sistemlerindeki, kurutmak için yapılan ısı işlemleri, tohum kalitesini olumsuz etkilemektedir (Alan ve Eser 2007). Bu sistemlerde uygulanan ısı şiddetinin değişkenliğine göre değişmekle beraber, tohumdaki yapısal su miktarı çok hızlı uzaklaştırıldığı için tohum kalitesinde kayıplar ile karşılaşmaktadır. Sıcak hava üflemleri fanlı kurutma makinaları enerji (elektrik) girdisi kullanmaktadırlar ve bu ek maliyet oluşturmaktadır. Bunun akabinde, özellikle gelir seviyesi düşük olan ülkelerde makinalı kurutma yerine güneşte kurutma daha çok tercih edilebilmektedir. Bunun sebebi, makinaların alım maliyetlerinin yüksek oluşu, işlemler sırasında kullanılacak olan elektriğin ulaşılabilir olup olmaması ve elektriğin varlığı halinde ise elektrik tüketiminin artı maliyet getirmesidir (Erdoğan 2015).



Şekil 1.3 Sıcak hava üflemleri fanlı kurutma makinaları

Tohum kalitesinin korunması, enerji ve yatırım maliyeti bakımından kontrollü kurutmayı sağlayan ajanların kullanımı önem taşımaktadır. Bu ajanların içinde zeolit önemli bir yer tutar. Zeolit kelimesini ilk olarak 1756 yılında İsveçli bir mineralog olan Cronstedt kullanmıştır. “zeolit” kelime olarak “kaynayan taş” anlamına gelen ve volkanik killerin su ortamında değişime uğramasıyla, milyonlarca yıl önce oluştuğu düşünülen doğal minerallerdir. Zeolitler birbirine oksijen atomları ile bağlanmış, dörtyüzlü AlO_4 (alüminyum tetra oksit) ve SiO_4 (silisyum tetra oksit) 'in bir ağ yapısı oluşturması ile meydana gelmiş alümina silikatlarıdır (Soylu ve Gökkuş 2016).

Doğal zeolitler dünyanın birçok noktasında kaya formundaki mineraller şeklinde bulunurlar ve Türkiye sahip olduğu zeolit rezervleri bakımından, önemli bir konumadır. Türkiye’de bulunan mevcut zeolit yatakları Ankara (Polatlı, Nallıhan, Beypazarı), Kütahya-Saphane, Manisa-Gördes, İzmir-Urla, Balıkesir-Bigadiç ve Kapadokya bölgelerinde bulunmaktadır. Bu bölgelerde; zeolitın analsim, klinoptilolit, hoylandit türleri başta olmak üzere şabazit, erionit türleri de önemli bir yer tutmaktadır (Kocakuşak vd. 2001, Bilgin 2009). Türkiye, zeolit rezervleri açısından yapılmış çalışmalarda, piroklastikler¹ dikkate alındığında ülkemiz, zengin zeolit rezervleri bakımından yeterli düzeydedir. Türkiye’deki toplam zeolit rezervinin yaklaşık olarak 50 milyar ton düzeylerinde olduğu tahmin edilmektedir. Aynı zamanda bu yüksek rezervli zeolitli kayaların içerisindeki zeolit oranının kalitesi de oldukça yüksektir (Bilgin 2009). Dünyada en çok aranan zeolit minerali olan klinoptilolit, bugün zeolit madenciliği yapılan Gördes (Manisa) ve Bigadiç (Balıkesir) bölgelerindeki piroklastiklerde % 80 oranında bulunmaktadır (Esenli 2002).

Gördes zeolitleri 50-90°C sıcaklıklarda gözeneklerindeki suyu, 90-320°C sıcaklık aralığında içerdiği bağlı suyu, 360-770°C’de kristal suyunu bırakmaktadır. Yapısındaki değişimler 839°C ve üzeri sıcaklıklarda gerçekleşmektedir. 1000°C ’ye kadar devam eden termal dayanım göstermektedir. Gördes zeolitleri yüksek sıcaklıklarda dahi kararlılığını koruyabilirler. Bilinen 40’tan fazla doğal minerali bulunmaktadır. Önemli olanları; klinoptilolit, hoylandit, şabazit, analsim, erionit, natrolit, fillipsit, mordenit ’tir. Ayrıca zeolitler aktifleştirilebilir materyallerdir ve 150’den fazla sentetik minerali bulunmaktadır. Zeolit mineralleri, oksijen atomlarını paylaşarak bağlanan tetrahedral AlO_4 ve SiO_4 zincirlerinin üç boyutlu ağlarından oluşan, alüminosilikat yapıdadırlar. Yapıları bal peteği veya kafese benzetilebilir. Yapılarındaki mikro gözenekler birleşip bir, iki veya üç boyutlu boşluk sistemlerini ve kanalları oluşturur. Boşluk miktarı toplam hacmin %20’si ile %50’si arasındadır (Bilgin 2009).

Zeolitlerin başlıca fiziksel ve kimyasal özellikleri olan; iyon değişikliği yapabilme, absorpsiyon, adsorpsiyon ve buna bağlı moleküler elek yapısı, silis içeriği, ayrıca tortul

¹ Piroklastik kayaçlar veya bir diğer deyişle piroklastikler. Piroklastlar, püskürme biçimi ve tanelerin kökeninden bağımsız olarak volkanik bacalardan dışarı atılan kırıntıları ifade eder. Piroklastik kırıntılar doğrudan volkanik yollarla oluşmuş kırıntılardır.

zeolitlerde açık renkli olma, hafiflik, küçük kristallerin gözenek yapısı zeolitlerin çok çeşitli endüstriyel alanlarda kullanılmalarına yol açmıştır. Son yıllarda önemli bir endüstriyel hammadde durumuna gelen doğal zeolitlerin bu özelliklerinden biri veya birden fazlasının istendiği kullanım alanları: kirlilik kontrolü, enerji, tarım-hayvancılık, maden-metalürji ve daha birçok alanda kullanılmaktadır.

Bu tezde biber tohumlarını kullanarak zeolitin tohum kurutmadaki kullanım olanakları araştırılmıştır. Sulu meyveli türlerde hasat edilen tohumların neminin çok yüksek olması, tohumun nem seviyesinin düşürülmesi aşamasında kalite kayıplarına neden olabilmektedir. Tohum kurutmada yüksek sıcaklık kullanımı ile beraber, tohum kalitesindeki kayıplarla daha sık karşılaşmaktadır. Bu bakımdan zeolitin tohum kurutmada kullanılmasının, yüksek sıcaklık kullanılan tohum kurutma işlemlerindeki olumsuzluklardan uzak, güneşte kurutma gibi dış ortamdaki olumsuzluklardan (değişken sıcaklık ve nem, toz, böcek, hastalık unsurları vb.) etkilenmeden, ucuz, kolay bulunabilen ve ülkemizde üretimi yüksek olan bir materyalin bu amaçla kullanılması hem ticari kullanım hem de küçük ölçekli üretim yapan şirketlerde kullanım alanı bulabilir. Tez bu hipotezi test etmek amacı ile yürütülmüştür.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Pukacka ve Wójkiewicz (2003), kayın (*Fagus sylvatica* L.) tohumları üzerinde çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada kullanılan tohumların başlangıç nemi %32 olup bu tohumları %9 nem seviyelerine kadar 15 ve 30°C 'de slika jel üzerinde kurutmaya tabi tutmuşlardır. Kurutulmuş, %9 nem içeren tohumlar kurutma sonrası alüminyum folyo paketlerde -10°C 'de analiz yapılacakları ana dek depolamışlardır. Tohumları çimlendirme öncesi 24 saat süre ile 3°C 'de ıslak kağıt üzerinde bekletmişlerdir. Tohumlarda elektriksel iletkenlik (EC), Lipid hidroksiperoksid (LHPO), Askorbik asit (AA), Glutasyon içeriği (antioksidan), Fosfolipidlerin (PL), yağ asitlerinin (FA), serbest yağ asitlerinin (FFA), sterollerin ve ot-tokoferolün lipid ekstraksiyonu ve analizi uygulamışlardır.

30°C 'de kurutulan tohumlarda çimlenmenin düştüğünü aktarmışlardır. 30°C 'de kurutulan tohumların 15°C 'de kurutulan tohumlara göre daha çok elektrolit sızıntısı (EC) ile karşılaştıklarını, bunun membran geçirgenliğinde ve bileşimindeki değişikliklerin neden olduğunu öne sürmüşlerdir. 30°C 'de kurutulan tohumlarda, ana fosfolipid bileşenleri olan fosfatidilkolin (PC) ve fosfatidiletanolamin (PE) içeriğinin, 15°C 'ye kıyasla önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Özellikle 30°C 'de, bu durumdaki tohumlarda embriyo eksenlerindeki fosfolipid yapılarındaki çoklu doymamış yağ asit miktarlarının azaldığını aktarmışlardır. Serbest yağ asitlerinin (FAA) içeriğinin her 2 kurutma grubunda da benzer olduğunu aktarmışlardır. Kayın tohumlarında, ot-tokoferol yanı sıra, askorbik asit (AA) ve glutasyon (GSH ve GSSG) gibi diğer düşük moleküler antioksidanların kütleye oranla, kotiledonlara kıyasla embriyo ekseninde daha yüksek seviyelerde bulunduğunu aktarmışlardır. 30°C 'de kurutulan tohumlarda lipit hidroperoksitlerin (LPHO) seviyesi, 15°C 'de kurutulanlara kıyasla önemli ölçüde daha yüksek olduğu aktarılmıştır. 30°C 'de kurutulmuş tohumlarda oksidatif stres ile karşılaşıldığını bildirmişlerdir. Yüksek sıcaklıkta kurutmanın membran yapılarında değişikliklere neden olduğu, hücre sızıntılarının oluştuğunu, lipitlerin otokatalitik², peroksidatif³ reaksiyonlarının depolama sırasında tohumların bozulmasında önemli bir rol oynayabileceğini bildirmişlerdir.

² Otokatalizi, kimyasal anlamda bir tepkime sonucunda oluşan bir ürünün kendi oluşum hızını, katalizör görevi yaparak arttırmasıdır.

³ Lipid peroksidasyonu, yağların yükseltgenmesi sonucu bozulması.

Hay vd. (2012) pirinçler üzerinde drying beads (zeolit) ve slika jel kurutucuları kullandıkları 4 farklı deney grubunda çalışma yürütmüşlerdir. 1. deney grubunda başlangıç nem içeriği %23.2 olan pirinçleri 0.9667, 1.0583 tohum/zeolit oranlarında, her kurutma uygulamasında 120g tohum olacak şekilde, 5, 15, 30°C 'de 0, 1, 3, 5, 8, 12 saat ve 1, 2, 3, 7, 14, 28 gün süreleri ile kurutmuşlardır. Bu süreleri tamamlayan partiler 5 ve -20°C 'de, paketlerde kurutucu ajan olmaksızın 28 ve 371 gün süre ile depolamışlardır. 2. deney grubunda başlangıç nem içeriği %23.2 olan pirinçleri 0.9667, 1.0583 zeolit/tohum oranlarında, her kurutma uygulamasında 120g tohum olacak şekilde, 5, 15, 30°C 'de 5, 8 saat ve 1, 2, 3, 7, 14, 28 gün süreleri ile kurutmuşlardır. Bu süreleri tamamlayan partiler 5 ve -20°C 'de, kurutucular ile birlikte 28 ve 371 gün süre ile depolamışlardır. 3. deney grubunda başlangıç nem içeriği %18.3 olan pirinçleri 0, 0.67, 0.75, 0.83, 0.92, 1, 1.08, 1.17, 1.25 tohum/slika jel veya tohum/zeolit oranlarında, her kurutma uygulamasında 120g tohum olacak şekilde 15°C 'de 28 gün süren kurutmaya tabi tutmuşlardır. 4. Deney grubunda başlangıç nem içeriği %22.6 olan pirinçleri 0, 0.4, 0.6, 0.8, 1, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2, 3 tohum/slika jel veya tohum/zeolit oranlarında, her kurutma uygulamasında 120g tohum olacak şekilde 15°C 'de 90-95 gün süren kurutmaya tabi tutmuşlardır. 4. deney kurutucu ajanların nem adsorpsiyon izotermi⁴ bakımından incelenmesi amacı ile yapmışlardır.

1. ve 2. deneylerde sıcaklık veya kurutucu/tohum oranından bağımsız şekilde kurutucuların nem artışı ve tohumlarda nem düşüşü gözlemlemişlerdir. Kurutuculardaki nem artışı hızının, sıcaklık düştükçe daha hızlı yavaşladığını gözlemlemişlerdir. Kurutucu ajanlar ile yapılan depolamalarda (5, -20°C) nem düşüşlerinin devam ettiği ve özellikle kurutma partilerindeki kurutucu miktarlarının artışına bağlı olarak, nem düşüşlerinin de arttığı (daha fazla kuruma) aktarılmıştır. 2. deneyde kullanılmış olan zeolitler tekrar kurutulmuş ve sonrasında su üzerinde bekletmek üzere nem alımını gözlemlemişlerdir. Zeolitin toplam su alım miktarının değişmemiş olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu sonucun zeolitin kurutma veya depolama sırasındaki sıcaklık ve nem koşullarından, su alımı açısından etkilenmediğinin kanıtı olduğunu ileri sürmüşlerdir. Farklı tohum/kurutucu oranları, tutulan nem içeriği bakımından karşılaştırmaya tabi tutulup 0.75;1 ve üzerindeki kurutucu/tohum oranlarında zeolitin slika jelden daha iyi nem tuttuğunu

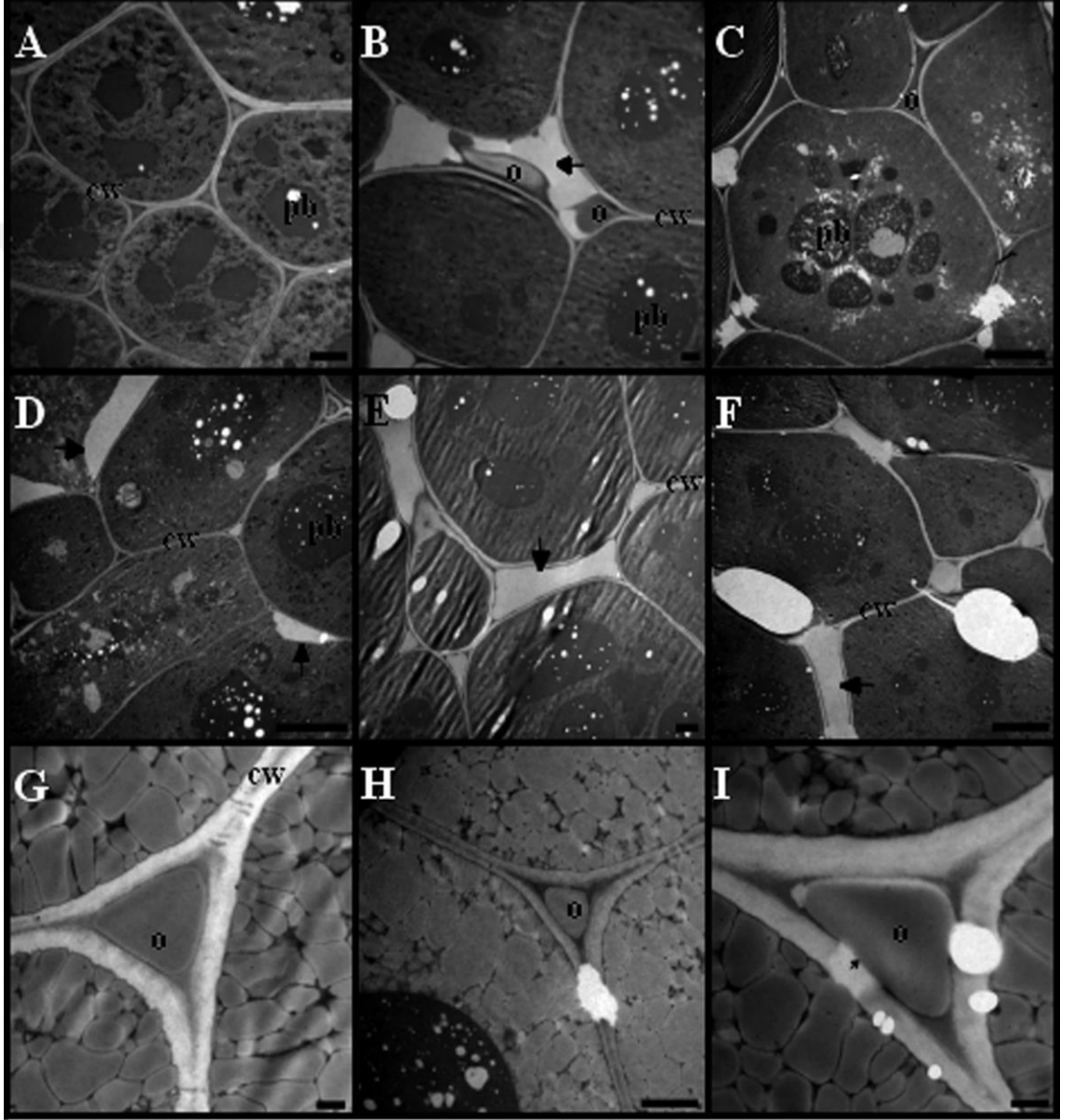
⁴ Adsorpsiyon izotermi: kuru bir maddenin nem kazanarak dengeye ulaşması sonucu elde edilen izoterm

gözlemlemişlerdir. Ayrıca süre ilerledikçe zeolit, slika jelle göre daha fazla nem çekebildiği ve düşük sıcaklıklarda drying beads 'in (zeolit) slika jelle göre daha fazla nem çekebilme kabiliyetinin olduğu bildirilmiştir. Kullanılan en yüksek oranda 1.25;1 (tohum/zeolit-slika jel), zeolit için %5.9 bağıl nem (eRH) ve tohum nem içeriğinin %5.1, aynı oranda slika jel için %31.4 bağıl nem (eRH) ve %7.8 tohum nem içeriği gözlemlemişlerdir.

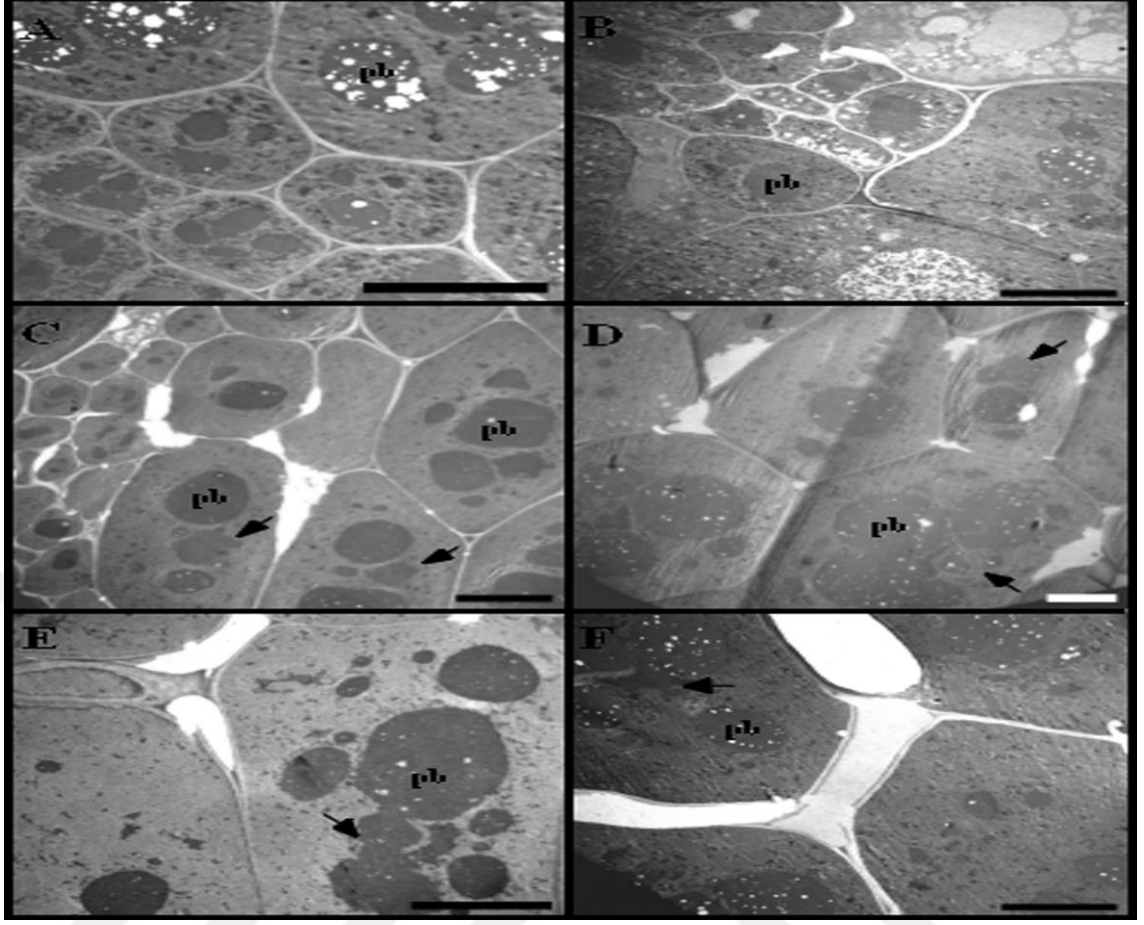
Kurutuculardan en az birinin kullanıldığı kurutma işlemlerinde çimlenme oranları %97-99 arasında, kurutucu kullanılmayan 15°C 'de 28 gün depolamada ise %91.3 oranında çimlenme gözlemlemişlerdir. Çalışmada slika jel yerine kullanılacak olan zeolitlerin, düşük nem seviyelerinde dahi çok iyi su alım potansiyeli olduğunu aktarmışlardır. 4. deneyde olduğu üzere pirinç nem oranları %4.2 ye kadar kurutabilmişlerdir. Ayrıca aynı orandaki slika jel kurutma oranında daha iyi sonuçlar verdiğini aktarmışlardır. Ayrıca zeolit kurutucuların, su üzerinde, nem alma kapasiteleri üzerinde yapılan çalışmada nem alma oranlarının %20 olduğu fakat kurutma sistemlerinde bu nem alma potansiyellerinin altında bir nem alımı olduğu ve bu sebepten kurutucu/tohum oranlarının net bir şekilde ortaya koyulamadığı aktarılmıştır. Nem alımlarının sıcaklığa göre değişkenlik göstermesi sebebiyle, kurutucu oranlarındaki kesin ölçütler için, ortam sıcaklığının stabil tutulmasını önermişlerdir. Kurutmanın, -20°C'de yapılan depolamada dahi devam ettiği aktarılmıştır.

Donadon vd. (2013) crambe (*Crambe abyssinica*) tohumları üzerinde sıcak hava kurutma sistemlerinin etkilerini araştırmışlardır. Başlangıç nem içeriği %26 olan tohumları 23°C 'de %60.6 bağıl nemde doğal hava (kontrol), 35, 40, 60, 75 ve 90°C 'de %8 nem içeriğine kadar kurutmuşlar ve tohumda meydana gelen değişimleri gözlemlemişlerdir. Kurutma sıcaklığının artmasına paralel olarak, tohumların zar yapılarında artan bir daralma (büzüşme) olduğunu aktarmışlardır. Kurutmaya tabi tutulmayan (kontrol) tohumların embriyonik kotiledon hücrelerinin hacimlerinde değişim veya hücreler arasındaki boşluklarda tıkanma (kapanma) ile karşılaşmadığı aktarılmıştır. Kurutma uygulamasından sonraki tohumların kotiledon hücreleri arasındaki boşluklarda tıkanmaların meydana geldiğini ve bunun muhtemel sebebinin, hücrelerin büzüşmesinin ve plasmodesmalar (hücreler arası mikroskobik kanal) vasıtası ile yağın bu kanalları ve hücre arası boşlukları kapatmış olabileceğini ileri sürmüşlerdir. Kurutma sıcaklığındaki

artışa paralel olarak, kurutma sıcaklığındaki artışın hücresel boşlukları artırdığını, 60°C 'de kurutulan embriyo hücrelerindeki benzer şekilde, hücrelerin plazma zarının hücre duvarından çıktığını ve oluşan bu hücreler arası boşluklarda yağ ile karşılaştığını aktarmışlardır. 45 ve 90°C kurutma aralığında kurutulan tohumların nişasta içeriklerinin etkilendiğini aktarmışlardır.



Şekil 2.1 Kotiledon hücrelerinin transmisyon elektron mikrografı. Kontrol (A), kurutulan tohumlar 35°C (B), 45°C (C), 60°C (D ve G), 75°C (E ve H), ve 90°C (F ve I). Kare=500nm (G ve I), 2 mm (A, B, E ve H) ve 10 mm (C, D ve F). Cw=hücre duvarı; pb=protein şekli; o=yağ varlığı. Oklar, orta lamelin olası bozulmasını gösterir. Kurutma sonrası birbirinden ayrılan hücreler (B, C, D, ve F). Hücreler arası boşluklar, lipit bazlı maddeler içerir (B, C, G, H, ve I). (Donadon 2013)



Şekil 2.2 Kotiledon hücrelerinin transmisyon elektron mikrografı. Kontrol (A), kurutulan tohumlar 35°C (B), 45°C (C), 60°C (D), 75°C (E), ve 90°C (F). Kare=10 µm. pb=protein şekli. Oklar, proteinin deformasyonunu gösterir. Kurutulmamış tohum hücrelerinin (A)ve 35°C ‘de kurutulan hücrelerin yuvarlak protein şeklini gösterir. Kurutulduktan sonra bazı proteinlerde gerçekleşen deformasyonu gösterir (45°C (C), 60°C (D), 75°C (E), ve 90°C (F)) (Donadon 2013)

Kotiledon hücrelerinin sitoplazmasında bulunan yağ damlacıklarının kuruma ile beraber deformasyona uğradığını, bu deformasyonun düşük sıcaklıklarda (35 ve 45°C) şeklen uzamak ve kırılmaya başlamak şeklinde gerçekleştiğini fakat yüksek sıcaklıklarda (60°C ve üzerinde) yağ damlalarının kırılıp sitoplazmada birleştiğini, oluşan bu yağ kümelerinin hücre zarı yakınlarında daha sık görüldüğünü aktarmışlardır. 75°C ‘ye kadar olan kurutmalarda, hücre içi düzensizliklerin gerçekleşmesine rağmen mitokondrilerin korunduğunu ve hücre içi metabolik aktivitenin devam ettiğini aktarmışlardır. 90°C de kurutulan tohumlardaki hücrelerin, daha düşük sıcaklıklarda kurutulan tohumlardaki hücrelere kıyasla daha az protein gözlediklerini aktarmışlardır. Kurutulma sonrasında crambe embriyo hücrelerinin yapısında, özellikle yüksek sıcaklıklarda meydana gelen

değişimlerin, hücrelerin yaşamsal metabolizma işleyişini etkileyebileceğini ve dolayısı ile tohumların fizyolojik kalitesinin tehlikeye girebileceğini iddia etmişlerdir. Ayrıca, yüksek sıcaklıkla paralel bir şekilde artan bir çimlenme yüzdesi düşüşü ile karşılaştıklarını bildirmişlerdir.

Nassari vd. (2014) domates tohumları üzerinde bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmada domates meyvelerinden hasat edilen domates tohumları, 24°C 'de %80 bağıl neme sahip ortam koşullarında, %17 nem içeriğine kadar güneşte kurutmaya tabi tutulmuş ve çalışmada bu materyalleri kullanmışlardır. %17 nem içeriğine sahip domates tohumları güneş kurutma (kontrol), 0.5/1 ve 1:1 zeolit/tohum, 0.5/1 ve 1:1 slika jel/tohum uygulamalarında 96 saat süre ile hava geçirmez kaplar içerisinde, 24-29°C ve %80 bağıl neme sahip ortamda kurutma işlemi uygulamışlardır. Her uygulama için ayrı olmak üzere 100g tohum kullanmışlardır.

Ortam koşullarında, güneşte kurutmaya (kontrol) kıyasla 1:1 ve 0.5/1 oranındaki kurutmanın çok hızlı gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir. 1: 1 zeolit/tohum oranında nem seviyesini 24 saat içinde % 17'den % 5.6'ya, 96 saat sonunda % 4.4'e kadar düşürüldüğünü aktarmışlardır. 0.5: 1 zeolit/tohum oranında nem seviyesini 24 saat içinde % 17'den %7.6 'ya, 96 saat sonunda %7.0 'a kadar düşürüldüğünü bildirmişlerdir. 96 saat sonunda kuruması tamamlanan tohumlar çimlendirme testine tabi tutulmuş, kontrol gurubu da dahil olmak üzere çimlenme yüzdesinin %77-78 aralığında gerçekleştiğini aktarmışlardır. 1:1 tohum/kurutucu oranlarının ultra kuru depolama için elverişli olduğunu, hızlı tohum kurutmanın çimlenme üzerinde olumsuz bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Magistrali vd. (2015) jenipapo (*Genipa americana*) tohumları üzerinde hızlı kurutmanın tohum canlılığını korumada yavaş kurutmaya kıyasla daha etkili olacağı hipotezini test etmek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Tohumların başlangıç neminin %46.9 olduğunu aktarmışlardır. Çalışmada 2 farklı kurutma yöntemi kullanmışlardır. Hızlı kurutma ortamı olarak tartılmış tohumlar slika jel içeren hava geçirmez plastik kaplarda 20°C 'de yapılmış, kurutma ilerledikçe %30, 20, 15, 10, 5 nem seviyelerine ulaşan tohumların kurutulmalarına son vermişlerdir. Yavaş kurutma uygulamalarını, 96 saat süre ile %95 ortam neminde LiCl (Lityum Klorür), 96 saat süre ile %89 ortam neminde MgSO₄

(Magnezyum Sülfat), 96 saat süre ile %76 ortam neminde NaCl (Sodyum Klorür), 745 saat süre ile (31 gün) %53 ortam neminde $Mg(NO_3)_2$ (Magnezyum Nitrat) doymuş tuz çözeltileri ile 20°C 'de hava geçirmez plastik kap ortamlarında gerçekleştirmişlerdir. Hedef nem içeriklerine ulaşılan kadar, yazılmış olan süre sonlarında ortamları yenilemişlerdir. Ancak tuz çözeltili kurutma ortamlarında %5 seviyesindeki kurutmalara ulaşamamış ve yaklaşık %10 nem seviyelerindeki bu tohumları %53 ortam neminde 1033 saat (43 gün) süre ile slika jel içeren hava geçirmez kaplarda %5 nem içeriğine sahip tohumlar elde etmek üzere tekrar kurutmuşlardır.

Çimlendirme testlerinden önce tohumları 24 saat süre ile 25°C 'de su üzerinde ön emilim işlemine tabi tutmuşlardır. Bu süre sonunda dezenfektasyon için %1 sodyum hipoklorit solüsyonunda 10 dk. boyunca bekletmiş ve sonrasında damıtılmış su ile 3 kez durulama işlemi uygulamışlardır. Çimlendirme testlerini 25°C 'de gerçekleştirmişlerdir. Nem içeriğinin %46.9 'dan %20 seviyelerine inebilmesi için hızlı kurutmada 34 saat, yavaş kurutmada ise 463 saat düzeyinde gerçekleştiğini aktarmışlardır. Nem içeriğinin %5 seviyelerine inmesi için gerekli süre hızlı kurutmada 332 saat, yavaş kurutmada ise 1081 saat olarak gerçekleştiğini aktarmışlardır. Başlangıç çimlenme oranı %98 olan tohumlar hızlı kurutma ile %20 nem seviyelerine indiğinde canlılık kaybı gösterdiğini (%80), %5 nem içeriğine sahip tohumların %10 'un altında bir çimlenme oranı gösterdiğini aktarmışlardır. Bunun aksine yavaş kurutulmuş tohumlarda çimlenmenin %20 nem seviyelerinde >%90, %5 nem seviyelerinde %50 ile yüksek oranlarda gerçekleştiği bildirilmiştir. Jenipapo tohumlarında suyun hızlı bir şekilde uzaklaştırılmasının olumsuz etkilerinin olduğunu, yavaş kurutulanların hızlı kurutulanlara kıyasla daha olumlu sonuçlar verdiğini ve yavaş kurutmada nem içeriğinin %10 un altına düştüğü durumlarda dahi tohumların canlılıklarının korunduğunu aktarmışlardır. Ayrıca, kurutma hızının sadece çimlenme yüzdesini değil çimlenme hızını da etkilediğini, hızlı kurutma işleminden sonra hayatta kalan tohumların yavaş kurutulanlara kıyasla daha fazla zarar gördüğünü bildirmişlerdir.

Sudharani vd. (2015), ayçiçeği tohumlarının depolamasında zeolit ve slika jel kullanımının etkilerini incelemek adına bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada başlangıç nemi %8 olan ayçiçek tohumlarını hava geçirmez kapta 1:0.17 tohum/slika jel oranı ile,

hava geçirmez kapta 1:0.35 tohum/zeolit oranında zeolit ile ve bez çuval (cloth bag) ortamlarında depolamışlardır. Depolamada kullanılan tohumların başlangıç çimlenme oranlarının %95.3 olup, depolama süresi sonunda gerçekleştirilen çimlenme ve fide sonuçlarının sırası ile %81.3 ve %83 olduğu ve bu sonuçların tüm uygulamalar içerisinde ki en iyi sonuçlar olduğunu, slika jel ile depolanmış tohumların çimlenme oranının %76 ile 2. en iyi uygulama olduğunu aktarmışlardır. Bez çuvallarda yapılmış olan depolamadaki tohumların %35 seviyelerinde çimlenme gösterdiği ve fide çıkışlarının %53 seviyelerine gerilediğini bildirmişlerdir.

Depolama sonunda bez çuvalda depolanmış tohumlardaki son nem içeriğinin %9.13 ile en yüksek neme sahip olup nem seviyesinde artışın olduğunu, zeolit ile depolanan tohumların %4.71 ile en düşük nem seviyelerinde gerçekleştiğini aktarmışlardır. Ayrıca slika jel ile depolanan tohumların son nem içeriğinin %7.1 ile son nem seviyesi bakımından en iyi 2. uygulama olduğunu aktarmışlardır. Zeolitle depolaması yapılan partinin (1:0.35 tohum/zeolit), karıştırma işleminden 1 saat sonra %3.97 nem seviyelerine indiğini ve 14 ay süren depolama süresi boyunca bu nem seviyesinin korunduğuna dikkat çekmişlerdir.

Bashir vd. (2017), domates ve soğan tohumlarında, uygun zeolit/tohum oranları ve sürelerini saptamak, ideal kurutma koşullarını ortaya koymak amacı ile oda sıcaklığında bir çalışma yürütmüşlerdir. İlk nem içeriği, kalma süresi ve tohum/kurutucu ajan oranının son nem içeriği, çimlenme yüzdesi ve canlılığı üzerine etkisini belirlemişlerdir. Başlangıç nem içeriği %8.6 ila %15.4, kalma süresi 1.3, 4, 8, 12, 14.7 saat ve tohum/zeolit oranı 1:0.33, 1:0.5, 1:0.75, 1:1, 1:1.17 deney için kullanmışlardır. Çalışma çimlenme yüzdesi bakımından incelenerek, başlangıç nemi %11.84 olan domates tohumları 10.8 saat 1:0.5 tohum zeolit oranı ile kurutulmaya tabi tutulmuş, nem seviyesini %3.94 'e kadar düşürmüş ve çimlenme testinde %76.99 ile ideal bir sonuca ulaştıklarını, benzer şekilde başlangıç nemi %13.62 olan soğan tohumları 6.52 saat 1:0.62 tohum zeolit oranı ile kurutulmaya tabi tutulmuş, nem seviyesini %5.55 'e kadar düşürmüş ve çimlenme testinde %71.08 ile soğan tohumları için yüksek güçte tohumlar elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Zeolitin oda koşullarında dahi kurutma materyali (drying beads) olarak kullanılabileceği aktarılmıştır. Yine bu çalışmada sıcak hava kurutma teknolojilerinde, tohum kurutmada ortaya çıkan olumsuzlukların (%4 nem seviyesine kadar) gözlemlenmediği rapor edilmiştir. Ayrıca tekrar kullanılmak üzere, barındırdığı nemi uzaklaştırmak için yapılan ısıtma işlemlerin, slika jelin afinitesini (bağlama gücü) azalttığı fakat bu olumsuzluğun zeolitte bulunmadığı aktarılmıştır. Zeolitin düşük ortam neminde dahi nem bağlama kapasitesinin yüksek olması nedeniyle çok iyi bir kurutma materyali olduğu bildirilmiştir.

Hilli ve Vyakaranahal (2018), yapmış oldukları çalışmada soğan tohumlarında, kurutma materyali olarak zeolit, bentonit, kömür ve kontrol grubu için kontrollü havalandırma kurutma sistemi kullanmışlardır. Zeolitin kurutma hızının diğer tüm materyallerden (hava kurutma dahil) daha yavaş olduğunu aktarmışlardır. Bu yavaş kurutma sürecinin, tohumların (özellikle ultra kurutma) kurutulma evrelerinde görülen hızlı şekilde azalan yapısal suyun uzaklaştırılması sonucunda tohumun bundan zarar görmesi durumunu kaldırmak veya en aza indirmek için kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Kurutma hızları şu şekilde aktarılmıştır; zeolit<bentonit<kömür<kontrol şeklindedir. Ek olarak, zeolitin nem tutma kapasitesinin bentonitten bile yüksek olduğu bildirilmiştir.

İlk nem yüzdesi %8.23 olan soğan tohumları 3 aylık depolamada, zeolit ile %4.20 'lik nem düzeylerine düşürülebilirken, bentonitin %5.50 'lik nem düzeyine düşürülebildiği aktarılmıştır. Depolama süreleri ile mukayese yapılmış, kömür ve bentonitin süre ilerledikçe bünyelerine almış oldukları nemi az da olsa geri verebildikleri aktarılmıştır. 7 aylık depolamada zeolit ile örnekler %3.90 nem seviyesinde iken, 8 aylık depolamada %3.90 ile nem oranını korumuş fakat, 7 aylık bentonit ile depolamada %4.90 iken 8 aylık depolamada %5.00 ile nem seviyesinde bir artış kaydetmişlerdir.

Bu çalışmada ayrıca, kurutma ve depolanmanın ardından bazı enzim analizleri de yapmışlardır. Bu analiz sonuçlarından biri dehidrogenaz (ATP sentezinde görevli bir enzim) analizidir. Dehidrogenaz analizinde zeolit 1.256> bentonit 1.180> kömür 1.150> kontrol 0.980 sonuçları elde etmişlerdir. Kurutma ve depolama yapılmış olan bu tohumlarda, zeolit ile kurutulmuş olan tohumların daha düşük nemde olmasına rağmen, yaşamsal aktivitelerinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Ayrıca, ultra kurutmanın CAT (katalaz), SOD (süperoksit dismutaz), POD (peroksidaz) ve dehidrogenaz enzim aktivitelerine bir zararı olmadığını öne sürmüşlerdir. Bu sonuçların antioksidan enzimlerinin aktivitelerini koruma toleransı ile yakından ilişkisi olduğunu ve ultra kurutmanın enzimleri tahrip etmediğini bildirmişlerdir.

Hilli ve Vyakaranahal (2019), başlangıç nemi %8 olan patlıcan tohumları üzerinde yapmış oldukları çalışmada zeolit, bentonit, kömür ve kurutucusuz (kontrol) olmak üzere 9 ay süren 4 depolama uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Depolama işlemlerini hava geçirmez (yalıtlı) kaplarda gerçekleştirmişlerdir. Depolama öncesi %92 çimlenme yüzdesi olan tohumlar 9 aylık depolama sonunda, zeolit ile depolanan tohumlarda %84.6, bentonit ile depolanan tohumlarda %80, kömür ile depolanan tohumlarda %78 seviyelerine düştüğü görülmüş fakat bu durumun sertifikasyon standartlarının (%70) üzerinde gerçekleşmiş olduğunu aktarmışlardır. Başlangıç nemi %8 olan tohumlar depolama sonunda, zeolit uygulamasında %3.8, bentonit uygulamasında %5, kömür uygulamasında %6.1 ve kurutucusuz depolama uygulamasında %9.45 olarak gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada zeolitin daha düşük nem oranlarında dahi nem alma ve tutma kabiliyetinin diğer kurutuculara kıyasla daha iyi olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Oba vd. (2019), aspir (*Carthamus tinctorius* L.) tohumları üzerinde sıcak hava kurutma tekniklerinin etkilerini ve kurutma sonrası depolama potansiyelini belirlemek adına bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada kullanılan %25.8 nem içeriğine sahip olan aspir tohumları 40, 50, 60 ve 70°C 'de %6.6 nem içeriğine ulaşılana kadar kurutmaya tabi tutmuşlardır. Kurutulan (%6.6 nem) tohumlar 240 gün süre ile kontrolsüz sıcaklık ve neme sahip koşullarda, ışık ve yağıştan korunarak, hava geçirimsiz olmayan plastik kaplarda depolanıp, depolama sırasında kurutulmuş olan tohumlardan 60 günde bir örnek almışlardır.

Aspir tohumları, yapılacak olan fizyolojik testlerden önce suya batırılıp, 25°C 'de ve %100 bağıl nemde 24 saat bekletilmiş, daha sonra %2.5 sodyum hipoklorit solüsyonunda 5 dk. daldırılıp ardından durulayarak dezenfekte işlemini tamamlamışlardır. Alınan örnek partilerinde, her biri için ayrı olmak üzere, tohumlar 2 eş gruba bölünmüş, bunlardan biri

doğrudan çimlendirme testlerinde kullanılmış, diğer grupta ise damıtılmış su ile nemlendirilmiş yüzeyde, 10°C 'de soğuk katlama yapmışlardır. Çimlendirme testlerini 14 gün boyunca, 25°C 'de yapmışlardır. Kurutmada kullanılan sıcak havanın kurutma sıcaklığını ve sürelerini sırasıyla 40°C 'de 3.83, 50°C 'de 2.22, 60°C 'de 1.5, 70°C 'de 1.08 saat olarak aktarmışlardır. Depolama süresince, depolama ortamında çok değişken sıcaklık ve bağıl nem parametreleri ile karşılaştıklarını aktarmışlardır. Kontrolsüz koşullarda 240 gün depolanan tohumların, hava ile temasının kesilmeyişi tohumların kurutulmuş olan nem seviyesinden (%6.6) daha yüksek olmasına (%8.4) olanak tanıdığını bildirmişlerdir. Çalışmada 60°C ve özellikle 70°C 'de kurutulan tohum partilerinin diğer kurutma sıcaklıklarındaki (40°C ve 50°C) tohumların çimlenme oranları ile karşılaştırıldığında, çimlenme oranlarının hızlı bir şekilde azaldığını aktarmışlardır. Ayrıca 50°C 'de kurutulan tohumların, 40°C 'de kurutulan partilere kıyasla depolama sırasında çimlenme oranlarında belirgin bir azalmanın olduğu ve kurutma sırasındaki 10°C 'lik farkın bile, hasar oluşturabilmek için gayet yeterli olduğunu aktarmışlardır. Kurutmada kullanılan hava sıcaklığının yüksekliğine bağlı olarak, çeşitli hücre yapılarının bozulması, stoplazmik içeriğin sızması, aşırı ısınmanın oluşturduğu iç ve dış çatlakların oluşması ve neticede iç suyun hızla dışarı çıkmasına neden olduğunu ileri sürmüşlerdir. Kurutma hasarının kotiledonlar, hipokotil veya kök eksenini gibi embriyonun temel yapılarını etkileyerek çimlenme hızında gecikmeler, fide anormallikleri ve daha yüksek etkileri ile tohum canlılığında düşüslere neden olabileceğini bildirmişlerdir.

Nivethitha vd. (2020), bamya tohumlarının zeolit ve slika jel ile kurutulması üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Başlangıç nem içeriği %10.5 olan bamya tohumlarını 1:0.5, 1:1, 1:2 ve 1:3 oranlarında tohum/zeolit ve tohum/slika jel ile ayrı ayrı olmak üzere hava geçirmez kaplarda 24, 48, 72, 96 ve 120 saat süre ile oda sıcaklığında kurutmaya tabi tutmuşlardır.

Zeolit ile kurutulan tohumların slika jel ile kurutulanlara kıyasla, daha hızlı bir kurutma gerçekleştiğini aktarmışlardır. Ayrıca tohumlarda, zeolit ile kurutulanlarda daha yüksek bir nem uzaklaştırılmasının görüldüğünü, 1:3 oranındaki tohum/zeolit kurutma uygulamasındaki tohumların nihai nem içeriğinin %4.587 olarak gerçekleştiğini, aynı oranda slika jel kurutma uygulamasından %35.5 daha yüksek bir nem eliminasyonunun

gerçekleştirdiğini aktarmışlardır. Tohumlarda, 120 saat zeolit ile kurutulmuş partilerde 1:0.5, 1:1, 1:2, 1:3 oranlarında sırasıyla %6.80, %6.22, %5.22, %4.59, slika jel ile kurutulmuş partilerde 1:0.5, 1:1, 1:2, 1:3 oranlarında sırasıyla %8.05, %7.14, %6.47, %6.21 nem içeriklerine kadar düşürüldüklerini aktarmışlardır. Genel olarak bamya tohumlarında kurutma ile oluşan tohumun sertleşmesinin, çimlenme üzerinde olumsuzluklar oluşturduğunu fakat, 1:3 oranında zeolit ile kurutulan tohumların çimlenme yüzdesinde azalma ve sert tohum oluşumunun gözlemlenmediğini aktarmışlardır. Kurutma yapılmamış (kontrol) uygulaması ve tüm kurutma koşullarındaki tohumların %80 ve üzerinde çimlenme gösterdiklerini aktarmışlardır. Zeolit boncukların slika jele göre daha hızlı bir kurutucu olduğunu ve güçlü hidrofilik kapasiteye sahip olduklarını bildirmişlerdir. Zeolit boncuklar ile 120 saat içerisinde %4 'e kadar kurutmanın mümkün olduğunu ve bu kurutma şeklinin diğer tohum kurutma teknolojilerine kıyasla daha verimli ve hızlı olduğunu iddia etmişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Bitki yetiştirme ve tohum hasadı

Kandil Dolma, Yalova Yağlık ve Çarliston biber (*Capsicum annuum* L.) çeşitlerinin tohumluk bitkileri, Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü'nde Mayıs-Eylül 2019'da 2 farklı dönemde yetiştirilen bitkilerden temin edilmiştir.

Çizelge 3.1 Bitkilerin yetiştirildiği toprağın analiz sonuçları

Derinlik	Toprak yapısı	EC mmhos/cm	pH	Kireç (%)	Organik Madde (%)	Fosfor (ppm)	Potasyum (ppm)
0-30 (cm)	32	15.02	7,35	2,02	2.23	135	560
	Tınlı	Tuzlu	Nötr	Az	Az	Yüksek	Çok yüksek

Bitkilerin yetiştirildiği toprak analiz sonuçları Çizelge 3.1'de sunulmuştur. Vejetasyon dönemi boyunca dekara 4 'er kg amonyum sülfat, haftada 1 'er kez olmak üzere sulama yoluyla bitkilere verilmiştir. Topraktaki fosfor ve potasyum miktarı yeterli oranda bulunmaktadır. Yetiştiricilik dönemi boyunca zaman zaman yaprak biti ve yeşil kurt görülmüştür. Bunlar için gerekli insektisitler (Decis, Confidor vb.) kullanılarak mücadelesi yapılmıştır.



Şekil 3.1 Biber bitkilerinin yetiştirilmesi aşamalarına ait görüntüler

Olgunluk kriteri dikkate alınarak tohumluk meyveler 70-75 günlük meyvelerden elde edilmiştir. Ardından toplanmış olan meyveler zaman kaybetmeksizin Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Tohum Bilimi Laboratuvarına nakledilmiştir. Nakledilen meyvelerde tohum ayırma işlemi başlatılmıştır. Ayırma işlemi sırasında tohumların herhangi bir etkiye maruz kalmamaları adına tohum ayırma işlemi el ile ve nazikçe gerçekleştirilmiştir. Bu esnada meyveden ayrılan tohumlar her çeşit için ayrı olmak üzere hava geçirimsiz kaplarda, homojenlik sağlamak adına karıştırılmıştır.



Şekil 3.2 Olgun biber meyveleri ve meyvelerden tohumların ayrılması

Kurutma ortamlarında kullanılacak olan zeolitler ülkemiz Manisa/Gördes bölgesinde faaliyet gösteren bir firmadan, slika jel ise ticari olarak temin edilmiştir.

Zeolit ve slika jel ile yapılacak kurutma işlemlerinde kullanılacak plastik kaplar, silikon contalı olup, hava ve nem geçişine müsaade etmeyecek kaplar olarak temin edilmiştir.

3.2 Yöntem

Tohumlarda nem değişimine izin verilmeksizin, kurutma uygulamalarından hemen önce tohum nem tayini ISTA (2016) esaslarına göre yapılmıştır.



Şekil 3.3 Tohum nem tayini (ISTA 2016)

Slika jel ve zeolitler kullanılmadan önce içermiş oldukları ya da olabilecekleri nemden arındırılmak üzere zeolitler için 80°C 'de 24 saat, slika jel için 100°C 'de 8 saat fırında kurutulmaya tabi tutulmuştur. Kurutulmuş bu zeolit ve slika jelin ortamdaki nem alımlarını önlemek adına kullanılacakları ana dek hava geçirimsiz cam kavanozlarda muhafaza edilmiş ve sıcaklıklarının da oda sıcaklığı seviyelerine inmeleri sağlanmıştır. Önceden hazırlanmış olan hava geçirmez kaplara (Şekil 3.5), tartımı yapıldıktan sonra tohum ağırlıklarının, zeolit için 1, 2, ve 3 katı 1/1, 1/2, 1/3 tohum/zeolit, slika jel için ise 3 katı 1/3 tohum/slika jel ve güneşte kurutma uygulaması olmak üzere kurutma ortamları oluşturulmuş, güneşte kurutma ve diğer kurutma uygulamaları için gerekli ortamlara yerleştirilmişlerdir. Tohum partileri zeolit ve slika jel ile temasını önlemek adına hava geçirimi sağlayabilecek gözenekli yapıdaki plastik ara rafların üzerine gelecek şekilde konulmuştur (Şekil 3.5). Ağırlıkları belirli bu tohumlar alınarak her çeşit ve kurutma ortamına ayrı ayrı olmak üzere tül keselere yerleştirilmiş, 1/1, 1/2, 1/3 tohum/zeolit, 1/3 tohum/slika jel ve sıcak hava kurutma ortamlarına konulmuşlardır. Güneşte kurutma uygulaması için, yine ağırlıkları belirli olan tohumlar diğer uygulamalarda belirtildiği üzere tül keseler içerisinde güneş altında kurutmaya tabi tutulmuştur. Kurutma ortamları 1/1, 1/2, 1/3 tohum/zeolit, 1/3 tohum/slika jel olmak üzere 20°C±1 sıcaklığında, sıcak hava kurutma ortamı ise 35-40°C 'de gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ortamlara nem ve sıcaklık takibi yapmak adına cihazlar yerleştirilmiş, sıcaklık ve nem düzeyleri değişimleri

oluşabilecek olumsuzluklara karşı gözlem altına alınmıştır. Hava geçirimsiz kaplardaki kurutma uygulama ortamları ve içerisindeki tohumlar süreç boyunca, gerektiğinde klima ile müdahale edilebilen bir odada, oda sıcaklığında gözlem altında tutulmuştur.

3.2.1 Zeolit ile tohum kurutma

Zeolit ile yapılan kurutma sürecinde, hava geçirgenliğine olanak sağlayan tül keseler (Şekil 3.4) içerisindeki tohumlar tartılarak nem oranındaki değişim izlenmiştir. Tartımlar her ortamda aynı saatte yapılmış ve sonuçları kayıt altına alınmıştır. Tohum partileri %5-6 nem seviyelerine kadar kurutma işlemine tabi tutulmuştur.



Şekil 3.4 Kurutmada kullanılan tül keseler

Zeolit ile yapılan kurutma 1/1, 1/2 ve 1/3 tohum/kurutucu ajan oranları ile, her kurutma ortamı ayrı olacak şekilde hava geçirimsiz, silikon contalı kaplarda, oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.5 Hava geçirimsiz kaplarda tohum kurutma süreci

Kurutmada kullanılan zeolitler 3 mm çapındaki eleklerden geçirilerek küçük çaptaki parçalardan ve tozdan arındırılarak kullanılmıştır. Ayrıca küçük çaptaki zeolitler uzaklaştırılarak, kurutma ajanı olarak kullanılan zeolitlerin arasındaki nem geçişinin ve hava boşluklarının yeterli olması sağlanmıştır (şekil 3.6).



şekil 3.6 Kurutmada kullanılan zeolitler ve çaplarına göre ayrılmış halleri

3.2.2 Güneşte tohum kurutma

Güneşte kurutma uygulamasındaki tohum partileri üzeri açık bir kap içerisine yerleştirilmiş ve üzeri, yabancı unsurlardan (kuş, böcek, toz vb.) korumak maksadı ile hava ve nem transferine olanak sağlayabilecek özelliklerdeki tl ile rtlmştir. Güneş altında yapılan kurutma sürecinde tohumlar tartılarak nem oranındaki değişim izlenmiştir. Tartımlar diğer ortamlardaki kurutma uygulamaları (1/1, 1/2, 1/3 tohum/zeolit, 1/1 tohum/slika jel, sıcak hava) ile aynı saatlerde yapılmış ve sonuçları kayıt altına alınmıştır. Tohum partileri %5-6 nem seviyelerine kadar kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Güneş ışığının olmadığı akşam saatlerinde tohumlar, gün ışığının tekrar kullanılabilir olduğu sabah saatlerine dek oda koşullarında saklanmış ve bu döngü tüm tohum partilerindeki kurumanın tamamlandığı nem seviyelerine (%5-6) kadar devamlı tekrarlanmıştır.

Güneş kurutma uygulamaları yapılan tarihlerdeki İç Anadolu Bölgesi ortalama sıcaklıkları Ağustos ayında mevsim normalleri civarında, Eylül ayında ise mevsim normalleri üzerinde gerçekleşmiştir. 1. tekrar uygulamasının yapıldığı Ağustos ayı uzun yıllar ortalama sıcaklığı 22.0°C iken, 2020 Ağustos ayında 22.6°C olarak gerçekleşmiştir.

2. tekrar uygulamasının yapıldığı Eylül ayı uzun yıllar ortalama sıcaklığı 17.8°C iken, 2020 Eylül ayında 21.6°C olarak gerçekleşmiştir. İç Anadolu Bölgesinde Ağustos ayında Ortalama beklenen yağış 8.8 (mm) iken %73.9 azalma ile gerçekleşen yağış 2.3 (mm) dolaylarında gerçekleşmiştir. İç Anadolu Bölgesinde Eylül ayında ortalama beklenen yağış 14.4 (mm) iken %42.4 azalma ile gerçekleşen yağış 8.3 (mm) dolaylarında gerçekleşmiştir (Anonim 2020a). Ankara 2020 Ağustos ayında %38, Eylül ayında ise %41 oranında aylık nem ortalamaları göstermiştir (Anonim 2020b)

3.2.3 Slika jel ile kurutma

Slika jel ile yapılan kurutma sürecinde, hava geçirgenliğine olanak sağlayan tül keseler içerisindeki (Şekil 3.4) tohumlar tartılarak nem oranındaki değişim izlenmiştir. Tartımlar her ortamda aynı saatte yapılmış ve sonuçları kayıt altına alınmıştır. Tohum partileri %5-6 nem seviyelerine kadar kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Slika jel ile yapılan kurutma 1/3 tohum/kurutucu ajan oranı ile hava geçirimsiz, silikon contalı kapta, oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Hava geçirimsiz kaplarda yapılan slika jel kurutma

3.2.4 Nem değişimi takibi

Nem seviyelerindeki düşüşler tohum nem içeriğinin tohumdaki su miktarı değişimine göre önceden hesaplanarak takip edilmiştir. Tohumun kurutulması süresince düştüğü nem seviyesini ağırlık değişimine göre belirlenmesi için kullanılan formül:

$$\text{Tohumun son ağırlığı (g)} = \frac{\text{Tohumun başlangıç ağırlığı (g)} \times (100 - \text{tohum nemi } \%)}{100 - \text{Olması gereken son \% nem seviyesi}}$$

3.2.5 Kurutma sonrası işlemler

Kurutma işlemi tamamlanan tohum partileri, nem değişiminin önüne geçmek maksadı ile hemen polietilen-alüminyum tohum paketlerinde (Şekil 3.8), tohum paketi kaplama makinası ile hava geçirimsiz şekilde paketlenmiştir.



Şekil 3.8 Polietilen-alüminyum tohum paketleri

Tohum partilerinin tamamının kurutma işleminin tamamlanması üzerine tohumlar, tohum sayma makinası ile saydırılarak gerekli sayıdaki miktarlara ayrılmış (Şekil 3.9), ISTA (2016) prosedürlerine uygun şekilde çimlendirme, fide ve hızlı yaşlandırma testlerine tabi tutulmuştur.



Şekil 3.9 Yapılacak olan testler öncesi tohum ayırma ve saydırma işlemi

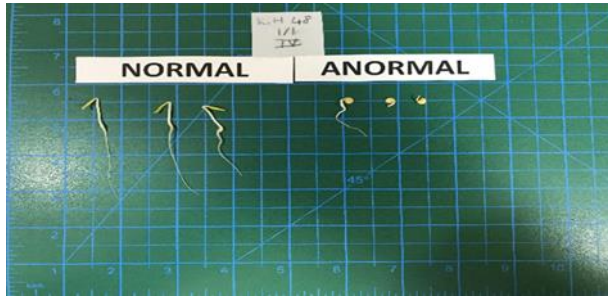
3.2.6 Kurutma sonrası Tohum canlılığının belirlenmesi

Çimlendirme kağıtlarında her kurutma yönteminden ve çeşitten 4 tekerrür ve her tekerrürde 100 'er tohum olmak üzere 4x100 şeklinde (Şekil 3.10) 14 gün üzerinden 25°C

'de yürütölmüş, sayımlar 7. ve 14. gün yapılmıştır (ISTA 2016). Çimlendirme testlerinde kaba filtre kağıtları kullanılmış, 20x40 cm ebadındaki kesilmiş ve kağıtların her biri 6 ml saf su ile ıslatılmıştır. Her tekerrür için tohumların altına iki, üstüne de tek kağıt konularak tohumlar çimlendirme testine tabi tutulmuştur. Nem kaybı olmaması için kilitli naylon torbalarda çimlendirme sürdürölmüştür. Saf su içine % 0.2 düzeyinde pomarsol/fungusit karıştırılarak fungus gelişiminin önüne geçilmiştir. Sayımlar sürecinde kökçüğün 2 mm çıkışı toplam çimlenme (TÇO), normal gelişmiş fideler ise normal çimlenme (NÇO) ve % olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.10 Çimlendirme testine ait görüntüler (4x100)



Şekil 3.11 Normal-Anormal sayımları

3.2.7 Kurutma sonrası tohum gücü testleri

Ortalama Çimlenme Zamanı (OÇZ): Çimlendirme testi sürecinde kökçük çıkış (2 mm'lik radikula çıkışı) oranları 14 gün boyunca günlük olarak aynı saatte yapılmış ve bu sayımlar için, aşağıdaki formöl dikkate alınarak ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) gün olarak hesaplanmıştır.

$$O\check{C}Z = \frac{\sum n.D}{\sum n}$$

Formülde; OÇZ: Ortalama çimlenme zamanı, n: D günde çimlenen tohum sayısı, D: Çimlenme başlangıcından itibaren geçen günü ifade etmektedir.

Hızlı yaşlandırma testi: Test 4 x 100 (tekerrür/adet) tohum üzerinden kurulmuştur. Her kurutma metodu ve çeşitte 400 tohum hızlı yaşlandırma kutuları (11x11x5cm) içerisindeki elekler üzerine yerleştirilen tohumlar, 41°C 'de 24, 48 ve 72 saat süre ile karanlıkta bekletilmiştir (Şekil 3.12). Her bir kutu içerisine 40 ml saf su konulmuş ve tohumların suya değmemesine özen gösterilmiştir (Hampton ve Tekrony 1995). Yaşlandırma süresinin farklı saatler olarak alınmasının nedeni yaşlanma değişiminin zamana bağlı olarak izlenmesidir. Kutular ağızları kapatıldıktan ve uygun sıcaklıktaki etüvlerde belirtilen sürelerde yaşlandırıldıktan sonra tohumlar çıkartılarak, ortam sıcaklığında 3 saat süre ile kurummasına izin verilmiş ve aynı gün çimlendirme denemeleri kurulmuştur. Çimlendirme testlerinde her bir yaşlandırma süresinde alınan tohumlarda değerlendirmede normal çimlenme oranı (kök ve sürgün gelişimi sağlıklı ve yeterli olan) esas alınmıştır.



Şekil 3.12 Hızlı yaşlandırma testinin yapılması

Fide çıkış testi (FÇO): Tohumun kurutulmasının fide çıkışına etkisini belirlemek amacıyla tohum partilerine fide çıkış testleri yapılmıştır (Şekil 3.13). Fide testleri 2 birim torf, 1 birim perlit olmak üzere 2:1 torf-perlit ortamında, 4 tekerrür ve her tekerrürde 100'er tohum olmak üzere 4x100 şeklinde fide kapları içerisine 2 cm derinliğe ekilmiş ve

kaplar $23\pm1^{\circ}\text{C}$ olarak ayarlanabilen fide kabinine yerleştirilmiştir. Fide kapları çıkış testi sürecinde 8000 lux^5 dolayında beyaz ışık temin eden ortamda tutulmuştur. Çıkış kriteri, kotiledon yaprakların torf yüzeyine yatay hale geldiği durum olarak değerlendirilmiş ve sayımlar günlük olarak yapılmıştır. İklim odasının oransal nemi nemlendirme cihazı ile %60-70 aralığında tutulmuştur. Çıkış denemesi fide çıkışının olmadığı güne kadar sürdürülmüştür. Deneme sonunda normal gelişim gösteren fideler her tekrarda yüzde değer üzerinden hesaplanmıştır.



Şekil 3.13 Fide çıkış testinin yapılması ve iklimlendirme odasından görüntüler

Ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ): Fide çıkış testi sürecinde, fidelerin torf yüzeyine çıkış oranları artık çıkışın olmadığı sürece kadar günlük olarak yapılmış ve yukarıda ortalama çimlenme zamanı için verilen formül kullanılarak çimlenen tohum yerine çıkan fide oranı kullanılarak gün bazında hesaplanmıştır.

⁵ Lux; 1 metre yarıçaplı bir kürenin merkezinde bulunan 1 candela şiddetindeki ışık kaynağının, 1 metre karelik küre yüzeyinde oluşturduğu aydınlanma şiddetidir.

3.2.8 Deneme deseni ve istatistik değerlendirme: Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütölmüştür. Örneklerin homojenliği test edildikten sonra farklılıkların belirlenmesi adına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmıştır. Hesaplamalarda istatistik önem düzeyi %5'e ($p<0.05$) göre ve SPSS (versiyon 22) istatistik paket programı kullanılarak hesaplanmıştır. Çizelgelerde harflendirmeler yapılmış ve farklı harf barındıran örnekler birbirlerinden $p<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak ayrılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

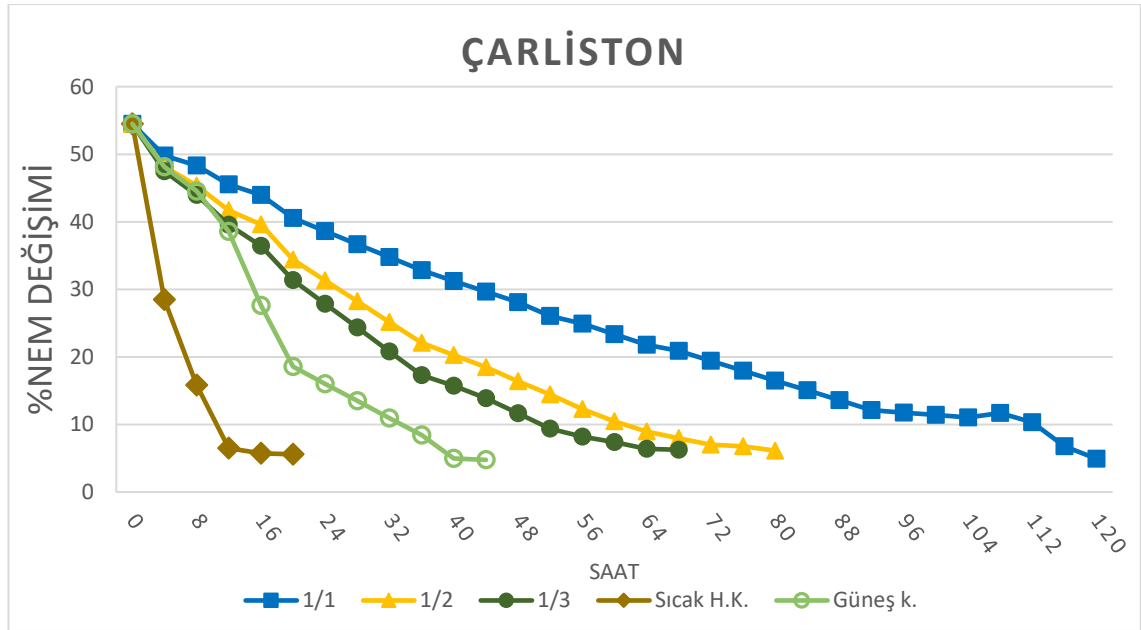
4.1 Kurutma Öncesi Nem (%) Değerleri

Çizelge 4.1 Çalışmada kullanılacak, yeni hasat edilmiş biber tohumlarının başlangıç nem değerleri (%)

	Başlangıç Nem Değerleri (%)		
	Çarliston	Kandil D.	Yalova Y.
1. Tekrar	54,5	50,8	46,7
2. Tekrar	53,5	55,8	51,6

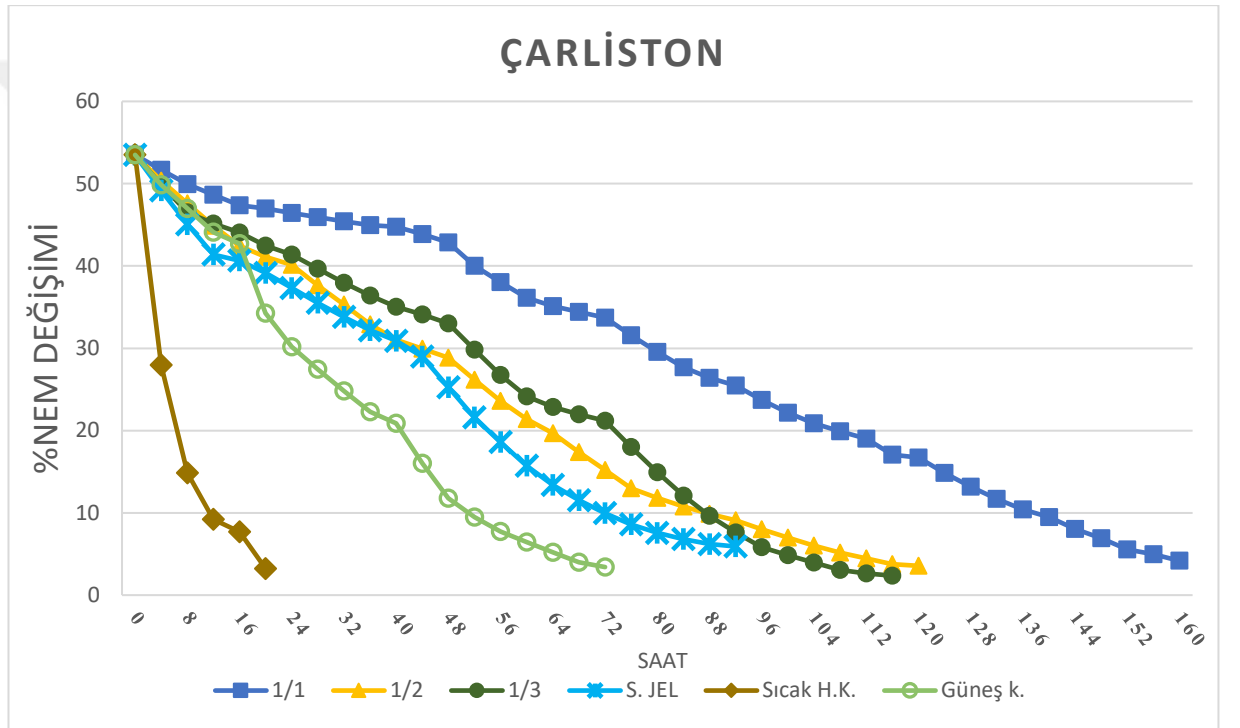
Mayıs-Eylül 2019'da 2 farklı dönemde hasat edilen meyvelerden elde edilen tohumlarda ISTA (2016) esaslarıncı yapılan nem tayini ile ilk nem içerikleri bakımından 1. tekrar çalışmasında çarliston %54,5, Kandil Dolma %50,8, Yalova Yağlık %46,7 ve 2. tekrar çalışmasında çarliston %53,5, Kandil Dolma %55,8, Yalova Yağlık %51,6 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1).

4.2 Çarliston



Şekil 4.1 Çarliston çeşidinde 1. tekrar çalışmasında kurutma sırasındaki tohum nem (%) değişimleri

Çarliston çeşidinde 1. tekrar çalışmasında başlangıç nem düzeyi %54,5 (Çizelge 4.1) olan tohum partileri farklı sürelerde kurumalarını tamamlamışlardır (Şekil 4.1). Depolama için güvenli olan %10 nem seviyelerine, en hızlı kurutma uygulamasından en yavaş olan kurutma uygulamasına sırasıyla, sıcak hava kurutma 10 saat, güneş kurutma 36 saat, 1/3 tohum/zeolit kurutma 52 saat, 1/2 tohum/zeolit kurutma 64 saat, 1/1 tohum/zeolit kurutma 116 saat süre ile indikleri gözlenmiştir (Şekil 4.1). En hızlı kurutma işlemi sıcak hava kurutma uygulamasından, en yavaş kurutma ise 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasından elde edilmiştir.



Şekil 4.2 Çarliston çeşidinde 2. tekrar çalışmasında kurutma işlemleri sırasındaki tohum nem (%) değişimleri

Çarliston çeşidinde 2. tekrar çalışmasında başlangıç nem düzeyi %53.5 (Çizelge 4.1) olan tohum partileri farklı sürelerde kurumalarını tamamlamışlardır (Şekil 4.2). Depolama için güvenli olan %10 nem seviyelerine, en hızlı kurutma uygulamasından en yavaş olan kurutma uygulamasına sırasıyla, sıcak hava kurutma 12 saat, güneş kurutma 52 saat, slika jel kurutma 72 saat, 1/3 tohum/zeolit kurutma 88 saat, 1/2 tohum/zeolit kurutma 88 saat, 1/1 tohum/zeolit kurutma 140 saat süre ile indikleri gözlenmiştir (Şekil 4.2). En hızlı

kurutma işlemi sıcak hava kurutma uygulamasından, en yavaş kurutma ise 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.2 Çarliston çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleştirilen çimlenme test sonuçları (%) (NÇO: normal çimlenme). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5)

		KURUTMA METODU					
		TOHUM / ZEOLİT ORANI			Sıcak Hava Kurutma	Güneşte Kurutma	Slika Jel Kurutma
		1/1	1/2	1/3			
1. tekrar	NÇO	85b	92a	91a	93a	93a	-
2. tekrar	NÇO	67b	67bc	73a	71ab	70ab	62c

Çarliston çeşidindeki 1. tekrar çalışmasında çimlenme testindeki tekerrürlerin ortalama değerleri yüzde (%) olarak normal çimlenme oranları ile çarliston çimlenme tablosunda verilmiştir (Çizelge 4.2). Çimlenme oranları, 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasında %85, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamasında %91, 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulamasında %92, sıcak hava kurutma uygulamasında %93, güneş kurutma uygulamasında %93 olarak gerçekleşmiştir. En düşük çimlenme %85 ile 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasında, en yüksek çimlenme %93 ile sıcak hava kurutma ve slika jel kurutma uygulamalarından elde edilmiştir ve ortaya çıkan bu fark istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı olarak bulunmuştur. Diğer kurutma uygulamaları da (1/2, 1/3), 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasına kıyasla güneş ve sıcak hava kurutma uygulamaları ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. 1/1 uygulamasına kıyasla diğer kurutma uygulamaları daha yüksek bir çimlenme yüzdesi göstermiş ve bu farklılık istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı olarak bulunmuştur.

Çarliston çeşidindeki 2. tekrar çalışmasında çimlenme testindeki tekerrürlerin ortalama değerleri yüzde (%) olarak normal çimlenme oranları ile çarliston çimlenme tablosunda verilmiştir (Çizelge 4.2). Çimlenme oranları, slika jel kurutma uygulamasında %62, 1/1 ve 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulamalarında %67, güneş kurutma uygulamasında %70, sıcak hava kurutma uygulamasında %71, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamasında %73 olarak gerçekleşmiştir. En düşük çimlenme %62 ile slika jel kurutma uygulamasında, en

yüksek çimlenme %73 ile 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamasından elde edilmiştir. Ortaya çıkan bu fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlı olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.3 Çarliston çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleşen ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) sonuçları(gün). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5). Öd: Önemli değil.

	KURUTMA METODU					
	TOHUM / ZEOLİT ORANI			Sıcak Hava Kurutma	Güneşte Kurutma	Slika Jel Kurutma
	1/1	1/2	1/3			
1. tekrar	2,86 ^{öd}	3,09 ^{öd}	3,13 ^{öd}	3,02 ^{öd}	3,15 ^{öd}	-
2. tekrar	1,25a	1,55c	1,42bc	2,19e	1,84d	1,30ab

Çarliston çeşidinde ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) (gün) bakımından, 1. tekrar çalışmasındaki sonuçlar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (Çizelge 4.3). Genel anlamda uygulamalar birbirleri ile kıyaslandığında, 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulaması diğer kurutma uygulamalarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bulunmamasına rağmen daha hızlı bir çimlenme göstermiştir.

Çizelge 4.3 'te belirtildiği üzere, çarliston çeşidinde ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) (gün) bakımından, 2. tekrar çalışmasındaki sonuçlar sıcak hava kurutma uygulamasında 2,19 gün, güneş kurutma uygulamasında 1,84 gün, 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 1,55 gün, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 1,42 gün, slika jel kurutma uygulamasında 1,30 gün, 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 1,25 gün olarak belirlenmiştir. En yavaş çimlenme 2,19 gün ile sıcak hava kurutma uygulamasında, en hızlı çimlenme ise 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 1,25 gün olarak gerçekleşmiştir ve ortaya çıkan bu fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasından sonra hızlıdan yavaşa sırayla, slika jel kurutma uygulaması, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulaması, 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulaması ile güneşte kurutma uygulaması ve ardından en yavaş çimlenme gösteren sıcak hava kurutma uygulaması gelmiştir ve çimlenme hızı bakımından farklılaşan bu gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.4 Çarliston çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleştirilen hızlı yaşlandırma testi sonuçları (%) (NÇO: normal çimlenme). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5). Öd: Önemli değil.

	Yaşlandırma Süresi (saat)	KURUTMA METODU					
		TOHUM / ZEOLİT ORANI			Sıcak Hava Kurutma	Güneşte Kurutma	Slika Jel Kurutma
		1/1	1/2	1/3			
		NÇO	NÇO	NÇO	NÇO	NÇO	NÇO
1. tekrar	24	88ab	87b	96a	93ab	92ab	-
	48	91 ^{öd}	85 ^{öd}	89 ^{öd}	89 ^{öd}	91 ^{öd}	-
	72	89 ^{öd}	95 ^{öd}	91 ^{öd}	94 ^{öd}	88 ^{öd}	-
2. tekrar	24	76ab	73ab	75ab	77a	70b	54c
	48	68c	80ab	78bc	86ab	90a	70c
	72	77b	87a	83ab	89a	86a	76b

Çarliston çeşidinde yapılan hızlı yaşlandırma testi 1. tekrar çalışmasında 24 saat yaşlandırılan tohumlarda %96 ile en yüksek çimlenme 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamasında, %87 ile en düşük çimlenme 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulamasında elde edilmiş ve bu iki kurutma uygulaması arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 48 ve 72 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p < 0.05$) (Çizelge 4.4). 48 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları çimlenme oranları %85-91 arasında, 72 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları çimlenme oranları %88-95 arasında gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.4 'te belirtildiği üzere, Çarliston çeşidinde yapılan hızlı yaşlandırma testi 2. tekrar çalışmasında 24 saat süre ile yaşlandırılan kurutma uygulamaları arasında %54 ile en düşük çimlenme gösteren örnek slika jel kurutma uygulamasında, en yüksek çimlenme gösteren örnek %77 ile sıcak hava kurutma uygulaması olarak saptanmıştır ve bu kurutma uygulamaları arasındaki yüzde çimlenme farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.05$). Çimlenme oranları kıyaslandığında, en yüksekten en düşüğe sırasıyla sıcak hava kurutma uygulaması %77, 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulaması %76, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulaması %75, 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulaması %73, güneş kurutma uygulaması %70 ve slika jel kurutma uygulaması %54 olarak

gerçekleşmiştir. 48 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları arasında en düşük çimlenme gösteren örnekler %68 ile 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulaması ve %70 ile slika jel kurutma uygulamasında, en yüksek çimlenmeyi gösteren örnek %90 ile güneş kurutma uygulaması olarak saptanmıştır ve bu 2 grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Çimlenme oranları kıyaslandığında, en yüksekten en düşüğe sırasıyla güneş kurutma uygulaması %90, sıcak hava kurutma uygulaması %86, 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulaması %80, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulaması %78, slika jel kurutma uygulaması %70 ve 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulaması %68 olarak gerçekleşmiştir. 72 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları arasında en düşük çimlenme gösteren örnekler %76 ile slika jel kurutma ve %77 ile 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamaları, en yüksek çimlenme gösteren örnekler %86 ile güneş kurutma, %87 ile 1/2 tohum/zeolit kurutma, %89 ile sıcak hava kurutma uygulamaları olarak gerçekleşmiştir ve bu 2 grup arasındaki farklar istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.5 Çarliston çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleştirilen fide çıkış testi sonuçları (%Normal çıkış değerleri). Öd: Önemli değil.

	KURUTMA METODU					
	TOHUM / ZEOLİT ORANI			Sıcak Hava Kurutma	Güneşte Kurutma	Slika Jel Kurutma
	1/1	1/2	1/3			
1. tekrar	90 ^{öd}	92 ^{öd}	91 ^{öd}	89 ^{öd}	93 ^{öd}	-
2. tekrar	76 ^{öd}	84 ^{öd}	79 ^{öd}	81 ^{öd}	75 ^{öd}	80 ^{öd}

Çarliston çeşidinde, 1. ve 2. tekrar çalışmalarında gerçekleştirilen sıcak hava kurutma, 1/1, 1/2, 1/3 tohum/zeolit kurutma, güneş kurutma ve slika jel kurutma uygulamaları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($p<0.05$) (Çizelge 4.5). 1. tekrar çalışmasında kurutma uygulamalarının fide çıkış yüzdeleri %89-93 aralığında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.5). 2. tekrar çalışmasında kurutma uygulamalarının fide çıkış yüzdeleri %75-84 aralığında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.5).

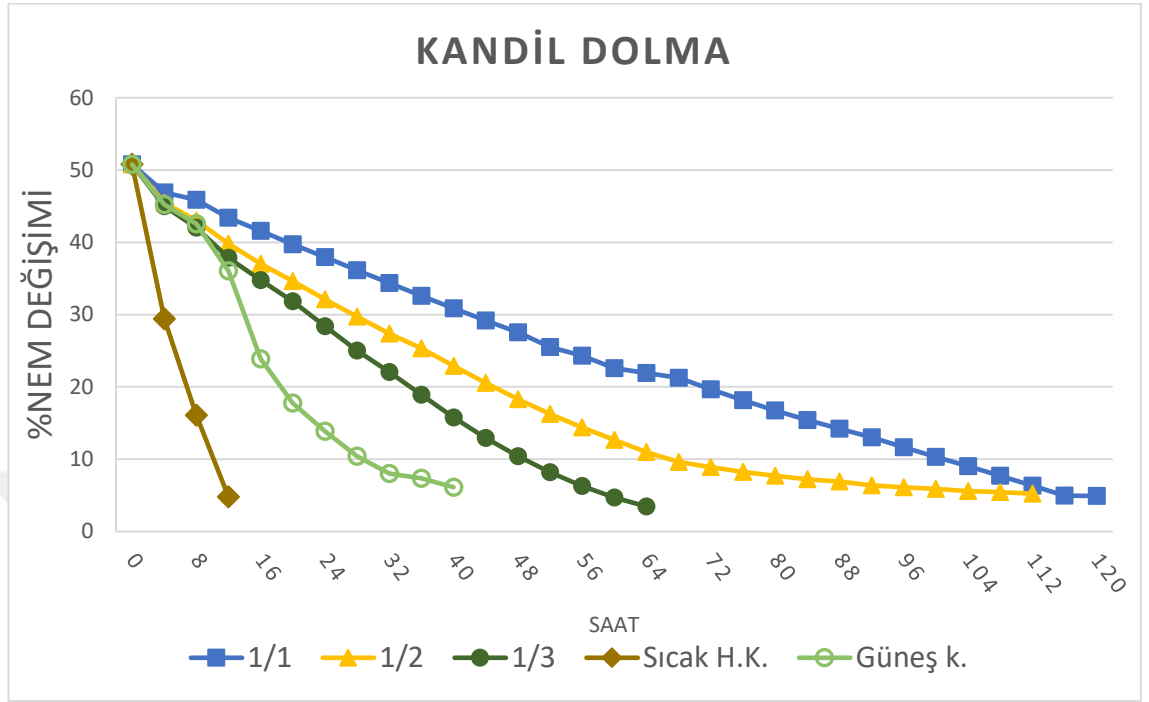
Çizelge 4.6 Çarliston çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleşen ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ) sonuçları (gün). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5). Öd: Önemli değil.

	KURUTMA METODU					
	TOHUM / ZEOLİT ORANI			Sıcak Hava Kurutma	Güneşte Kurutma	Slika Jel Kurutma
	1/1	1/2	1/3			
1. tekrar	8,72a	8,67a	8,28a	9,32b	9,27b	-
2. tekrar	6,34a	6,95b	6,92b	7,84c	7,53c	6,76b

Çarliston çeşidinde, 1. tekrar çalışmasında fide ortalama çıkış zamanının (OFÇZ) (gün), 1/1, 1/2, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamaları en hızlı çimlenme oranları ile istatistiksel olarak aynı grupta yer almış ve en yavaş çimlenme gösteren sıcak hava kurutma, güneşte kurutma uygulamalarından pozitif yönde ayrılmış ve bu 2 grup arasında ortaya çıkan farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4.6).

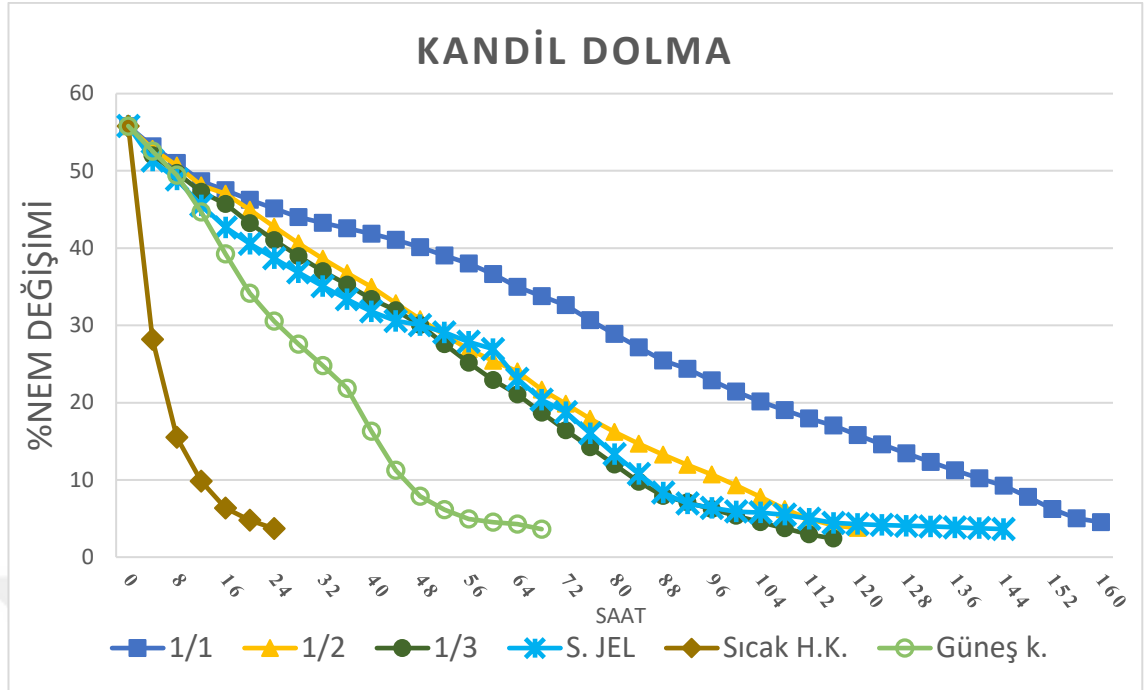
Çarliston çeşidinde, 2. tekrar çalışmasında fide ortalama çıkış zamanının (OFÇZ) (gün), yapılmış kurutma uygulamaları arasında en hızlı ortalama fide çıkış zamanı 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulaması ile 6,34 (gün), en yavaş ortalama fide çıkış zamanı sıcak hava kurutma uygulaması 7,84 (gün) ve güneşte kurutma uygulaması 7,53 (gün) olarak gerçekleşmiş ve ortaya çıkan bu fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. 1/1, 1/2, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamaları ortalama fide çıkış hızları bakımından güneşte kurutma ve sıcak hava kurutma uygulamaları ile karşılaştırıldığında daha hızlı bir çimlenme göstermiştir ve ortaya çıkan fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.6).

4.3 Kandil Dolma



Şekil 4.3 Kandil Dolma çeşidinde 1. tekrar çalışmasında kurutma sırasındaki tohum nem (%) değişimleri

Kandil Dolma çeşidinde 1. tekrar çalışmasında başlangıç nem düzeyi %50,8 (Çizelge 4.1) olan tohum partileri farklı sürelerde kurumalarını tamamlamışlardır (Şekil 4.3). Depolama için güvenli olan %10 nem seviyelerine, en hızlı kurutma uygulamasından en yavaş olan kurutma uygulamasına sırasıyla, sıcak hava kurutma 10 saat, güneş kurutma 32 saat, 1/3 tohum/zeolit kurutma 52 saat, 1/2 tohum/zeolit kurutma 68 saat, 1/1 tohum/zeolit kurutma 108 saat süre ile indikleri gözlenmiştir (Şekil 4.3). En hızlı kurutma işlemi sıcak hava kurutma uygulamasından, en yavaş kurutma ise 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasından elde edilmiştir.



Şekil 4.4 Kandil Dolma çeşidinde 2. tekrar çalışmasında kurutma sırasındaki tohum nem (%) değişimleri

Kandil Dolma çeşidinde 2. tekrar çalışmasında başlangıç nem düzeyi %55,8 (Çizelge 4.1) olan tohum partileri farklı sürelerde kurumalarını tamamlamışlardır (Şekil 4.4). Depolama için güvenli olan %10 nem seviyelerine, en hızlı kurutma uygulamasından en yavaş olan kurutma uygulamasına sırasıyla, sıcak hava kurutma 12 saat, güneş kurutma 48 saat, 1/3 tohum/zeolit kurutma 84 saat, slika jel kurutma 88 saat, 1/2 tohum/zeolit kurutma 100 saat, 1/1 tohum/zeolit kurutma 144 saat süre ile indikleri gözlenmiştir (Şekil 4.4). En hızlı kurutma işlemi sıcak hava kurutma uygulamasından, en yavaş kurutma ise 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.7 Kandil Dolma çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleştirilen çimlenme test sonuçları (%) (NÇO: normal çimlenme). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5).

		KURUTMA METODU					
		TOHUM / ZEOLİT ORANI			Sıcak Hava Kurutma	Güneşte Kurutma	Slika Jel Kurutma
		1/1	1/2	1/3			
1. tekrar	NÇO	60d	71b	81a	66c	75b	-
2. tekrar	NÇO	65b	66b	65b	64b	67ab	72a

Kandil Dolma çeşidindeki 1. tekrar çalışmasında çimlenme testindeki tekerrürlerin ortalama değerleri yüzde (%) olarak normal çimlenme oranları ile çarliston çimlenme tablosunda verilmiştir (Çizelge 4.7). Çimlenme oranları, 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasında %60, sıcak hava kurutma uygulamasında %66, 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulamasında %71, güneş kurutma uygulamasında %75, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamasında %81 olarak gerçekleşmiştir. En düşük çimlenme %60 ile 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasında, en yüksek çimlenme %81 ile 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamasından elde edilmiştir ve ortaya çıkan bu fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. En yüksekte en aza çimlenme gösteren uygulamalar sırasıyla %60 ile 1/1 tohum/zeolit kurutma, %66 ile sıcak hava kurutma, %71 ile 1/2 zeolit/tohum kurutma ve %75 ile güneş kurutma aynı grupta yer almış, %81 ile 1/3 tohum/zeolit kurutma olarak gerçekleşmiş ve bu gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulaması çimlenme oranında göstermiş olduğu performans ile sıcak hava kurutma uygulaması ve güneş kurutma uygulamalarından daha iyi sonuçlar vermiş ve aralarındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Kandil Dolma çeşidindeki 2. tekrar çalışmasında çimlenme testindeki tekerrürlerin ortalama değerleri yüzde (%) olarak normal çimlenme oranları ile çarliston çimlenme tablosunda verilmiştir (Çizelge 4.7). Çimlenme oranları, sıcak hava kurutma uygulamasında %64, 1/1 ve 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamasında %65, 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulamasında %66, güneş kurutma uygulamasında %67, slika jel kurutma uygulamasında %72 olarak gerçekleşmiştir. En düşük çimlenme %64 ile sıcak

hava kurutma uygulamasında, en yüksek çimlenme %72 ile slika jel kurutma uygulamasından elde edilmiştir ve ortaya çıkan bu fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlı olarak bulunmuştur. Çimlenme oranları karşılaştırıldığında sıcak hava kurutma, 1/1, 1/2, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamaları istatistiksel olarak en düşük çimlenme oranı ile aynı grupta yer almış, slika jel kurutma uygulaması bu gruptaki kurutma uygulamalarından daha yüksek bir çimlenme oranı göstermiştir ve oluşan bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.8 Kandil Dolma çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleşen ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) sonuçları(gün). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5).

	KURUTMA METODU					
	TOHUM / ZEOLİT ORANI			Sıcak Hava Kurutma	Güneşte Kurutma	Slika Jel Kurutma
	1/1	1/2	1/3			
1. tekrar	3,02a	3,21b	3,29b	3,85d	3,48c	-
2. tekrar	2,16a	2,43b	2,54b	3,13d	2,96cd	2,85c

Kandil Dolma çeşidinde ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) (gün) bakımından, 1. tekrar çalışmasındaki sonuçlar sıcak hava kurutma uygulamasında 3,85 gün, güneş kurutma uygulamasında 3,48 gün, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 3,29 gün, 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 3,21 gün, 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 3,02 gün olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8). En yavaş çimlenme 3,85 gün ile sıcak hava kurutma uygulamasında, en hızlı çimlenme ise 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 3,02 gün olarak gerçekleşmiştir ve ortaya çıkan bu fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasından sonra hızlıdan yavaşa sırayla, 1/2 ve 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulaması, güneş kurutma uygulaması ve ardından en yavaş çimlenme gösteren sıcak hava kurutma uygulaması gelmiştir ve bu gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Kandil Dolma çeşidinde ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) (gün) bakımından, 2. tekrar çalışmasındaki sonuçlar sıcak hava kurutma uygulamasında 3,13 gün, güneş kurutma uygulamasında 2,96 gün, slika jel kurutma uygulamasında 2,85 gün, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 2,54 gün, 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 2,43 gün, 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 2,16 gün olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.8). En yavaş çimlenme 3,13 gün ile sıcak hava kurutma uygulamasında, en hızlı çimlenme ise 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 2,16 gün olarak gerçekleşmiştir ve ortaya çıkan bu fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasından sonra hızlıdan yavaşa sırayla, 1/2 tohum/zeolit kurutma ve 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamaları, slika jel kurutma uygulaması ve ardından en yavaş çimlenme gösteren sıcak hava kurutma uygulaması gelmiştir ve bu gruplar arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Çizelge 4.9 Kandil Dolma çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleştirilen hızlı yaşlandırma testi sonuçları (%) (NÇO: normal çimlenme). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5). Öd: Önemli değil.

		KURUTMA METODU					
	Yaşlandırma Süresi (saat)	TOHUM / ZEOLİT ORANI			Sıcak Hava Kurutma	Güneşte Kurutma	Slika Jel Kurutma
		1/1	1/2	1/3			
		NÇO	NÇO	NÇO	NÇO	NÇO	NÇO
1. tekrar	24	71bc	87a	70c	77b	74bc	-
	48	88 ^{öd}	91 ^{öd}	87 ^{öd}	90 ^{öd}	84 ^{öd}	-
	72	82c	88b	90ab	89b	94a	-
2. tekrar	24	64a	53b	62ab	65a	69a	51b
	48	77bc	66de	71cd	83a	79ab	62e
	72	83 ^{öd}	85 ^{öd}	81 ^{öd}	87 ^{öd}	88 ^{öd}	80 ^{öd}

Kandil Dolma çeşidinde yapılan hızlı yaşlandırma testi 1. tekrar çalışmasında 24 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları arasında %70 ile en düşük çimlenme gösteren örnek 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulaması, en yüksek çimlenmeyi gösteren örnek %87 ile 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulaması olarak saptanmıştır ve bu kurutma uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4.9). Çimlenme oranları kıyaslandığında, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulaması

%70, sıcak hava kurutma uygulaması %77, 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulaması %87 olarak gerçekleşmiş ve bu kurutma uygulamaları arasında ortaya çıkan farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). 48 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p<0.05$). 48 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları çimlenme oranları %84-91 arasında gerçekleşmiştir. 72 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları arasında %82 ile en düşük çimlenme gösteren örnek 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasında, en yüksek çimlenmeyi gösteren örnek %94 ile güneş kurutma uygulaması olarak saptanmıştır ve bu kurutma uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Çimlenme oranları kıyaslandığında, en yüksekten en düşüğe sırasıyla güneş kurutma uygulaması %94, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulaması %90, sıcak hava kurutma uygulaması %89, 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulaması %88, 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulaması %82 olarak gerçekleşmiştir.

Kandil Dolma çeşidinde yapılan hızlı yaşlandırma testi 2. tekrar çalışmasında 24 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları arasında %51 ile en düşük çimlenme gösteren örnek slika jel kurutma uygulamasında, en yüksek çimlenmeyi gösteren örnek %69 ile güneş kurutma uygulaması olarak saptanmıştır ve bu kurutma uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4.9). Çimlenme oranları kıyaslandığında slika jel kurutma %51 ve 1/2 tohum/zeolit kurutma %53 ile aynı grupta yer almış, 1/1 tohum/zeolit kurutma, sıcak hava kurutma %64 ve güneş kurutma %69 ile aynı grupta yer almış ve bu 2 grup arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). 48 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları arasında %62 ile en düşük çimlenme gösteren örnek slika jel kurutma uygulaması, en yüksek çimlenmeyi gösteren örnek %83 ile sıcak hava kurutma uygulaması olarak saptanmıştır ve bu kurutma uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Çimlenme oranları kıyaslandığında, en yüksekten en düşüğe sırasıyla %83 ile sıcak hava kurutma, %79 ile güneş kurutma, %77 ile 1/1 tohum/zeolit kurutma, %71 ile 1/3 tohum/zeolit kurutma, %66 ile 1/2 tohum/zeolit kurutma, %62 ile slika jel kurutma olarak gerçekleşmiştir. 72 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı

bulunmamıştır ($p<0.05$). 72 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları çimlenme oranları %80-88 arasında gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.10 Kandil Dolma çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleştirilen fide çıkış testi sonuçları (%Normal çıkış değerleri). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5).

	KURUTMA METODU					
	TOHUM / ZEOLİT ORANI			Sıcak Hava Kurutma	Güneşte Kurutma	Slika Jel Kurutma
	1/1	1/2	1/3			
1. tekrar	91ab	94a	89bc	85c	88bc	-
2. tekrar	80a	82a	72b	81a	75ab	80a

Kandil Dolma çeşidinde 1. tekrar çalışmasında gerçekleştirilen fide çıkış testinde, en düşük fide çıkışı %85 ile sıcak hava kurutma uygulamasında, en yüksek fide çıkışı 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulamasında %94 olarak gerçekleşmiş ve bu uygulamalar arasındaki fark $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.10). 1/2 tohum/zeolit kurutma (%94) ve 1/1 tohum/zeolit kurutma (%91) uygulamaları sıcak hava kurutma (%85) uygulaması ile karşılaştırıldığında yüzde fide çıkışı bakımından ayrılmıştır ve bu iki grup arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Kandil Dolma çeşidinde 2. tekrar çalışmasında gerçekleştirilen fide çıkış testinde, en düşük fide çıkışı %72 ile 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamasında, en yüksek fide çıkışı 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulamasında %82 olarak gerçekleşmiş ve bu uygulamalar arasındaki fark $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.10). İstatistiksel olarak fide çıkış oranı bakımından aynı grupta yer alan 1/2 tohum/zeolit kurutma (%82), sıcak hava kurutma (%81), 1/1 tohum/zeolit kurutma (%80) ve slika jel kurutma (%80) uygulamaları ile 1/3 tohum/zeolit kurutma (%72) uygulaması arasında $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunan fark gözlenmiştir.

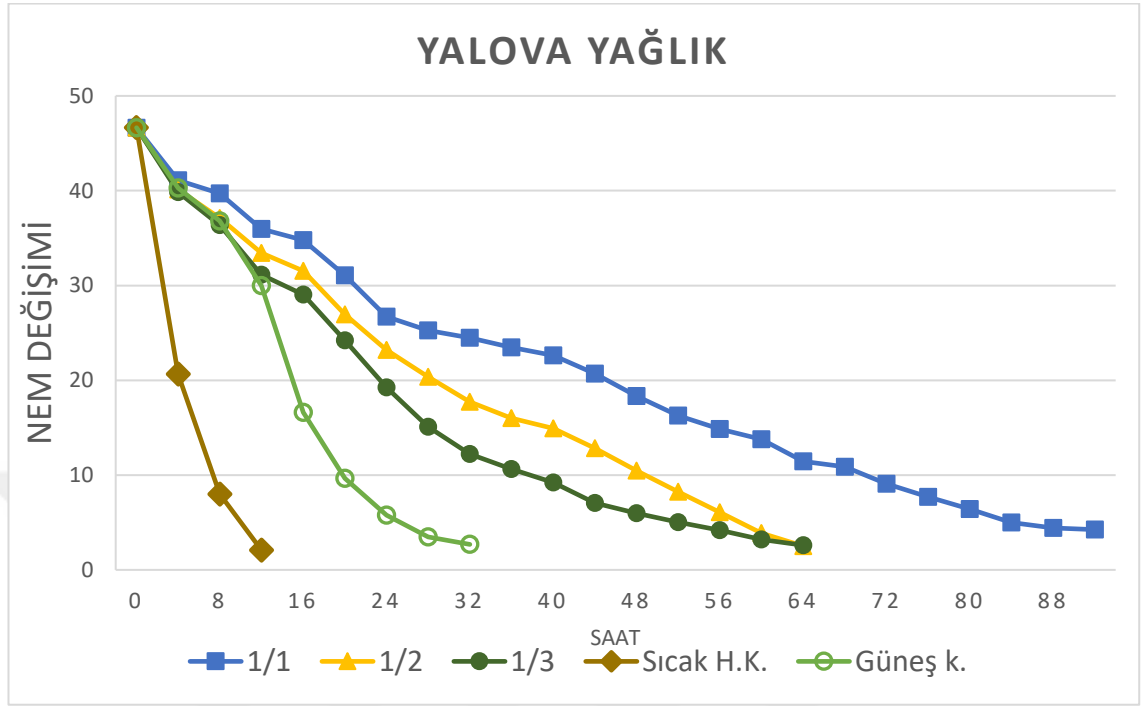
Çizelge 4.11 Kandil Dolma çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleşen ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ) sonuçları (gün). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5).

	KURUTMA METODU					
	TOHUM / ZEOLİT ORANI			Sıcak Hava Kurutma	Güneşte Kurutma	Slika Jel Kurutma
	1/1	1/2	1/3			
1. tekrar	10,25b	9,55a	10,95c	11,54c	11,35c	-
2. tekrar	9,52a	9,07a	10,49b	10,90b	10,65b	10,83b

Kandil Dolma çeşidinde, 1. tekrar çalışmasında ortalama fide çıkış zamanının (OFÇZ) (gün), yapılmış kurutma uygulamaları arasında en hızlı ortalama fide çıkış zamanı 9,55 (gün) ile 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulamasında, en yavaş ortalama fide çıkış zamanı 11,54 (gün) ile sıcak hava kurutma uygulamasında gerçekleşmiş ve bu 2 grup arasındaki fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.11). İstatistiksel olarak en hızlı ortalama fide çıkış zamanı gösteren 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulaması 9,55 (gün) ile (a) grubunda, ardından 2. hızlı grup olan (b) grubunda 10,25 (gün) ile 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulaması, en yavaş ortalama fide çıkış zamanı gösteren 10,95 (gün) ile 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulaması, 11,35 (gün) ile güneş kurutma uygulaması, 11,54 (gün) ile sıcak hava kurutma uygulaması (c) grubunda yer almış ve bu gruplar arasındaki fark $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

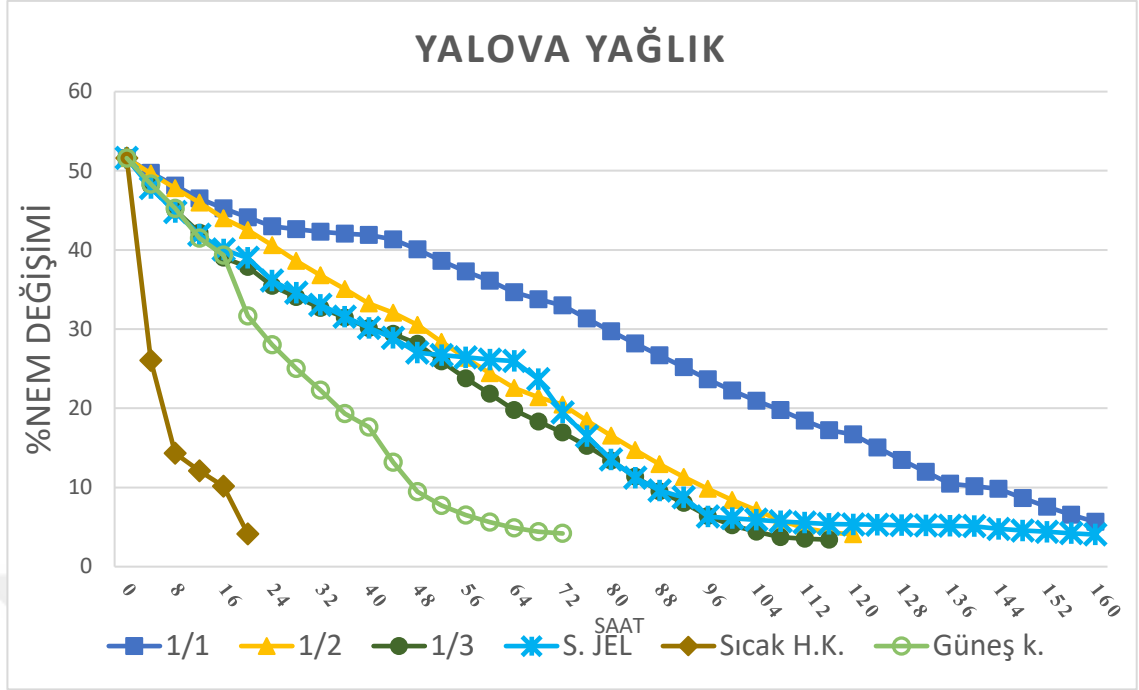
Kandil Dolma çeşidinde, 2. tekrar çalışmasında ortalama fide çıkış zamanının (OFÇZ) (gün), yapılmış kurutma uygulamaları arasında en hızlı ortalama fide çıkış zamanı 9,07 (gün) ile 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulamasında, en yavaş ortalama fide çıkış zamanı 10,90 (gün) ile sıcak hava kurutma uygulamasında gerçekleşmiş ve bu 2 grup arasındaki fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.11). İstatistiksel olarak en hızlı ortalama fide çıkış zamanı gösteren 9,07 (gün) ile 1/2 tohum/zeolit kurutma ve 9,52 (gün) ile 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamaları (a) grubunda yer almıştır ve 10,49 (gün) ile 1/3 tohum/zeolit kurutma, 10,65 (gün) ile güneş kurutma, 10,83 (gün) ile slika jel kurutma, 10,90 (gün) ile sıcak hava kurutmaları (b) grubunda yer almıştır. Bu 2 grup arasındaki fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

4.4 Yalova Yağlık



Şekil 4.5 Yalova Yağlık çeşidinde 1. tekrar çalışmasındaki kurutma sırasındaki tohum nem (%) değişimleri

Yalova Yağlık çeşidinde 1. tekrar çalışmasında başlangıç nem düzeyi %46,7 (Çizelge 4.1) olan tohum partileri farklı sürelerde kurumalarını tamamlamışlardır (Şekil 4.5). Depolama için güvenli olan %10 nem seviyelerine, en hızlı kurutma uygulamasından en yavaş olan kurutma uygulamasına sırasıyla, sıcak hava kurutma 8 saat, güneş kurutma 20 saat, 1/3 tohum/zeolit kurutma 40 saat, 1/2 tohum/zeolit kurutma 50 saat, 1/1 tohum/zeolit kurutma 72 saat süre ile indikleri gözlenmiştir (Şekil 4.5). En hızlı kurutma işlemi sıcak hava kurutma uygulamasından, en yavaş kurutma ise 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasından elde edilmiştir.



Şekil 4.6 Yalova Yağlık çeşidinde 2. tekrar çalışmasında yapılan kurutma işlemleri sırasındaki tohum nem (%) değişimleri

Yalova Yağlık çeşidinde 2. tekrar çalışmasında başlangıç nem düzeyi %51,6 (Çizelge 4.1) olan tohum partileri farklı sürelerde kurumalarını tamamlamışlardır (Şekil 4.6). Depolama için güvenli olan %10 nem seviyelerine, en hızlı kurutma uygulamasından en yavaş olan kurutma uygulamasına sırasıyla, sıcak hava kurutma 18 saat, güneş kurutma 48 saat, 1/3 tohum/zeolit kurutma 88 saat, slika jel kurutma 88 saat, 1/2 tohum/zeolit kurutma 96 saat, 1/1 tohum/zeolit kurutma 136 saat süre ile indikleri gözlenmiştir (Şekil 4.6). En hızlı kurutma işlemi sıcak hava kurutma uygulamasından, en yavaş kurutma ise 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.12 Yalova Yağlık çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleştirilen çimlenme test sonuçları (%) (NÇO: normal çimlenme). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5). Öd: Önemli değil.

		KURUTMA METODU					
		TOHUM / ZEOLİT ORANI			Sıcak Hava Kurutma	Güneşte Kurutma	Slika Jel Kurutma
		1/1	1/2	1/3			
1. tekrar	NÇO	90 ^{öd}	87 ^{öd}	89 ^{öd}	89 ^{öd}	89 ^{öd}	-
2. tekrar	NÇO	76ab	74ab	72b	65c	72b	77a

Yalova Yağlık çeşidindeki 1. tekrar çalışmasında çimlenme testindeki tekerrürlerin ortalama değerleri yüzde (%) olarak normal çimlenme oranları ile çarliston çimlenme tablosunda verilmiştir (Çizelge 4.12). 1. tekrar çalışmasında çimlenme testi sonuçları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($p<0.05$). İstatistiksel bir fark bulunmamış olmasına rağmen düşük çimlenme oranlarından yükseğe doğru sırasıyla 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulaması %87, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulaması %89, güneş kurutma uygulaması %89, sıcak hava kurutması %89, 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulaması %90 çimlenme göstermişlerdir. 1. tekrar çalışmasında kurutma uygulamalarındaki sonuçlar %87-90 aralığında gerçeklemiştir.

Yalova Yağlık çeşidindeki 2. tekrar çalışmasında çimlenme testindeki tekerrürlerin ortalama değerleri yüzde (%) olarak normal çimlenme oranları ile çarliston çimlenme tablosunda verilmiştir (Çizelge 4.12). Çimlenme oranları, sıcak hava kurutma uygulamasında %65, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamasında %72, güneş kurutma uygulamasında %72, 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulamasında %74, 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasında %76, slika jel kurutma uygulamasında %77 olarak gerçekleşmiştir. En düşük çimlenme %65 ile sıcak hava kurutma uygulamasında, en yüksek çimlenme %77 ile slika jel kurutma uygulamasından elde edilmiştir ve ortaya çıkan bu fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlı olarak bulunmuştur. Çimlenme oranları karşılaştırıldığında sıcak hava kurutma %65 ile (c) grubunda, 1/3 tohum/zeolit kurutma %72 ve güneş kurutma %72 ile (b) grubunda, 1/2 tohum/zeolit kurutma %74 ve 1/1 tohum/zeolit kurutma %76 ile (ab) grubunda, slika jel kurutma (a) grubunda yer alarak gruplar birbirinden ayrılmıştır. Genel olarak kurutma uygulamaları karşılaştırıldığında sıcak hava kurutma uygulaması diğer kurutma uygulamalarından daha düşük bir çimlenme göstererek en düşük çimlenme grubunu oluşturmuş ve oluşan bu fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 4.13 Yalova Yağlık çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleşen ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) sonuçları(gün). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5).

	KURUTMA METODU					
	TOHUM / ZEOLİT ORANI			Sıcak Hava Kurutma	Güneşte Kurutma	Slika Jel Kurutma
	1/1	1/2	1/3			
1. tekrar	3,13a	3,13a	3,29a	3,57b	3,57b	-
2. tekrar	2,33a	2,47ab	2,79c	2,88c	2,87c	2,52b

Yalova Yağlık çeşidinde ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) (gün) bakımından, 1. tekrar çalışmasındaki sonuçlar sıcak hava kurutma uygulamasında 3,57 gün, güneş kurutma uygulamasında 3,57 gün, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 3,29 gün, 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 3,13 gün, 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 3,13 gün olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.13). Ortalama çimlenme zamanı bakımından 1/1, 1/2, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamaları, sıcak hava kurutma ve güneş kurutma uygulamalarından istatistiksel olarak ayrılmıştır ve bu 2 grup arasındaki fark $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Yalova Yağlık çeşidinde ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) (gün) bakımından, 1. tekrar çalışmasında tohum/zeolit kurutma uygulamalarının tamamı (1/2, 1/2, 1/3 tohum/zeolit), güneş kurutma ve sıcak hava kurutma uygulamalarından daha hızlı bir çimlenme göstermişlerdir.

Yalova Yağlık çeşidinde ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) (gün) bakımından, 2. tekrar çalışmasındaki sonuçlar sıcak hava kurutma uygulamasında 2,88 gün, güneş kurutma uygulamasında 2,87 gün, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 2,79 gün, slika jel kurutma uygulamasında 2,52 gün, 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 2,47 gün, 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 2,33 gün olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.13). En yavaş çimlenme 2,88 gün ile sıcak hava kurutma ve 2,87 gün ile güneşte kurutma uygulamasında, en hızlı çimlenme ise 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasında 2,33 gün olarak gerçekleşmiştir ve bu 2 grup arasında ortaya çıkan fark istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Yalova Yağlık çeşidinde ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) (gün) bakımından, 2. tekrar çalışmasında 1/1 tohum zeolit kurutma, 1/2 tohum/zeolit kurutma, slika jel kurutma uygulamaları ile 1/3 tohum/zeolit kurutma, güneş

kurutma, sıcak hava kurutma uygulamaları istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde ayrılmıştır.

Çizelge 4.14 Yalova Yağlık çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleştirilen hızlı yaşlandırma testi sonuçları (%) (NÇO: normal çimlenme). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5). Öd: Önemli değil.

	Yaşlandırma Süresi (saat)	KURUTMA METODU					
		TOHUM / ZEOLİT ORANI			Sıcak Hava Kurutma	Güneşte Kurutma	Slika Jel Kurutma
		1/1	1/2	1/3			
		NÇO	NÇO	NÇO	NÇO	NÇO	NÇO
1. tekrar	24	93a	96a	91ab	94a	88b	-
	48	89 ^{öd}	88 ^{öd}	94 ^{öd}	93 ^{öd}	90 ^{öd}	-
	72	93 ^{öd}	91 ^{öd}	94 ^{öd}	91 ^{öd}	93 ^{öd}	-
2. tekrar	24	84a	76cd	78bc	82ab	79bc	71d
	48	80c	85bc	89ab	86bc	94a	91ab
	72	90a	69c	88a	83ab	79b	85ab

Yalova Yağlık çeşidinde yapılan hızlı yaşlandırma testi 1. tekrar çalışmasında 24 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları arasında %88 ile en düşük çimlenme gösteren örnek güneş kurutma uygulaması, en yüksek çimlenmeyi gösteren örnek %96 ile 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulaması olarak saptanmıştır ve bu kurutma uygulaması arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4.14). 1/2 tohum/zeolit kurutma, sıcak hava kurutma, 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamaları istatistiksel olarak aynı grupta yer almış, farklı grupta yer alan güneş kurutma uygulamasından daha yüksek bir çimlenme göstermişlerdir ve ortaya çıkan bu farklılık istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. 48 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p<0.05$). 48 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları çimlenme oranları %88-94 arasında gerçekleşmiştir. 72 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p<0.05$). 72 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları çimlenme oranları %91-94 arasında gerçekleşmiştir.

Yalova Yağlık çeşidinde yapılan hızlı yaşlandırma testi 2. tekrar çalışmasında 24 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları arasında %71 ile en düşük çimlenme gösteren örnek slika jel kurutma uygulaması, en yüksek çimlenmeyi gösteren örnek %84 ile 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulaması olarak saptanmıştır ve bu kurutma uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 4.14). Çimlenme oranları bakımından en yüksekten düşüğe doğru sırayla 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulaması %84, sıcak hava kurutma uygulaması %82, güneş kurutma uygulaması %79, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulaması %78, 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulaması %76, slika jel kurutma uygulaması %71 olarak gerçekleşmiştir. 48 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları arasında %80 ile en düşük çimlenme gösteren örnek 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulaması, en yüksek çimlenmeyi gösteren örnek %94 ile güneş kurutma uygulaması olarak saptanmıştır ve bu kurutma uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Çimlenme oranları bakımından en düşüktен yükseğe doğru sırayla 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulaması %80, 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulaması %85, sıcak hava kurutma uygulaması %86, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulaması %89, slika jel kurutma uygulaması %91, güneş kurutma uygulaması %94 olarak gerçekleşmiştir. 72 saat süre ile yaşlandırılan tohum partilerindeki kurutma uygulamaları arasında %69 ile en düşük çimlenme gösteren örnek 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulaması, en yüksek çimlenmeyi gösteren örnek %90 ile 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulaması olarak saptanmıştır ve bu kurutma uygulamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Çimlenme oranları bakımından en düşüktен yükseğe doğru sırayla 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulaması %69, güneş kurutma uygulaması %79, sıcak hava kurutma uygulaması %83, slika jel kurutma uygulaması %85, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulaması %88, 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulaması %90 olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.15 Yalova Yağlık çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleştirilen fide çıkış testi sonuçları (%Normal çıkış değerleri). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5). Öd: Önemli değil.

	KURUTMA METODU					
	TOHUM / ZEOLİT ORANI			Sıcak Hava Kurutma	Güneşte Kurutma	Slika Jel Kurutma
	1/1	1/2	1/3			
1. tekrar	93 ^{öd}	93 ^{öd}	91 ^{öd}	92 ^{öd}	89 ^{öd}	-
2. tekrar	88 ^{öd}	88 ^{öd}	92 ^{öd}	92 ^{öd}	93 ^{öd}	88 ^{öd}

Yalova Yağlık çeşidinde, 1. ve 2. tekrar çalışmalarında gerçekleştirilen sıcak hava kurutma, 1/1, 1/2, 1/3 tohum/zeolit kurutma, güneş kurutma ve slika jel kurutma uygulamaları arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır ($p < 0.05$). 1. tekrar çalışmasında kurutma uygulamalarının fide çıkış yüzdeleri %89-93 aralığında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.15). 2. tekrar çalışmasında kurutma uygulamalarının fide çıkış yüzdeleri %88-93 aralığında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.16 Yalova Yağlık çeşidinde yapılmış olan kurutma uygulamalarından elde edilmiş tohum partilerinde gerçekleşen ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ) sonuçları (gün). Aynı satırda farklı harfler ile gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır (%5).

	KURUTMA METODU					
	TOHUM / ZEOLİT ORANI			Sıcak Hava Kurutma	Güneşte Kurutma	Slika Jel Kurutma
	1/1	1/2	1/3			
1. tekrar	8,63a	9,12b	9,25b	9,62c	9,16b	-
2. tekrar	7,44a	7,73b	7,70ab	8,65c	8,69c	7,93b

Yalova Yağlık çeşidinde, 1. tekrar çalışmasında ortalama fide çıkış zamanının (OFÇZ) (gün), yapılmış kurutma uygulamaları arasında en hızlı ortalama fide çıkış zamanı 8,63 (gün) ile 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasında, en yavaş ortalama fide çıkış zamanı 9,62 (gün) ile sıcak hava kurutma uygulamasında gerçekleşmiş ve bu gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.16). Ortalama

fide çıkış zamanının (OFÇZ) istatistiksel olarak 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulaması 8,63 (gün) ile (a) grubunda, 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulaması 9,12 (gün), güneş kurutma uygulaması 9,16 (gün), 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulaması 9,25 (gün) ile (b) grubunda, sıcak hava kurutma uygulaması ise (c) grubunda yer alarak, farklı gruplar oluşturmuş bu kurutma uygulamaları birbirlerinden $p<0.05$ düzeyinde anlamlı olarak ayrılmışlardır.

Yalova Yağlık çeşidinde, 2. tekrar çalışmasında ortalama fide çıkış zamanının (OFÇZ) (gün), yapılmış kurutma uygulamaları arasında en hızlı ortalama fide çıkış zamanı 7,44 (gün) ile 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulamasında, en yavaş ortalama fide çıkış zamanı gösteren 8,65 (gün) ile sıcak hava kurutma ve 8,69 (gün) ile güneş kurutma uygulamaları olarak gerçekleşmiş ve bu 2 grup arasındaki fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.16). İstatistiksel olarak ortalama fide çıkış zamanı bakımından 1/1 tohum/zeolit kurutma uygulaması 7,44 (gün), 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulaması 7,70 (gün), 1/2 tohum/zeolit kurutma uygulaması 7,73 (gün), slika jel kurutma uygulaması 7,93 (gün) ile en hızlı sonuçları vermişlerdir. Sıcak hava kurutma 8,65 (gün), güneş kurutma uygulaması 8,69 (gün) ile en yavaş kurutma uygulamaları olmuşlardır. Bu 2 grup birbirlerinden $p<0.05$ düzeyinde farklılık göstermişlerdir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışma biber çeşitlerinin tohumlarını zeolit kullanarak, tohumların içerdikleri nemin uzaklaştırılması ile tohum kurutmanın mümkün olup olamayacağını, olsa dahi güneşte kurutma ve sıcak havalı kurutma sistemleriyle kıyaslayarak tohum kalitesindeki değişimlerin nasıl değişkenlik gösterdiğini saptamak üzere yapılmıştır. Ayrıca tohum kurutmada zeolitin kullanımı, sıcak hava kurutma sistemlerinde kullanılan yüksek sıcaklıktaki hava ile oluşabilecek tohum kalitesi kayıpları, güneşte kurutmada ortaya çıkan yüksek sıcaklık, düşük sıcaklık, hastalık ve zararlılara açık olması, değişken bağıl nem, mekanik zararlanma gibi birçok unsur ile ortaya çıkabilecek tohum kalitesi kayıplarının önüne geçilip geçilemeyeceği test edilmiştir. Zeolitin, ülkemizde kolay bulunabilen ve temin edilebilen, rezerv bakımından yeterli kaynaklara sahip olduğumuz ucuz, tekrar tekrar kullanılabilen, nem alma ve tutma kapasitesi yüksek, çevre dostu (doğal) bir materyal oluşu, tohum kurutmada kullanımının avantajlı bir konumda olmasını sağlamaktadır. Tohum kurutma uygulamalarından elde edilen sonuçlar ışığında 1/1, 1/2, 1/3 tohum/zeolit kurutma uygulamalarının herhangi birinin güneşte kurutma, sıcak hava kurutma ve slika jel ile kurutma uygulamaları ile benzer, hatta bazı testlerde daha yüksek kalitede tohum eldesini mümkün kıldığı ortaya koyulmuştur (Çizelge 4.7, 4.8, 4.12, 4.14).

Sebze tohumculuğunda en önemli faktörlerden biri tohumun içerdiği nem seviyesidir. Tohumlarda yapılacak olan depolama işleminden önce, depolama süresi boyunca tohum kalitesindeki değişimlerin en aza indirgenmesi adına, istenilen depolama şekli ve süresine göre değişmekle beraber, tohumların uygun nem seviyelerine indirilmeleri bir gerekliliktir (Vertuci ve Leopold, 1987, Vertuci 1989, Buitink ve Leprince 2008). Her bir %1'lik nem artışının tohum depo ömrünü yarıya indirdiği, sıcaklıkta ise bunun 6 °C olduğu 1970'li yıllardan beridir bilinen bir hipotezdir (Harrington 1972). Bu hipotezden yola çıkıldığında tohumun içermiş olduğu nem seviyelerinin, depolandıkları sıcaklıklara kıyasla daha büyük önem arz etmektedir (Delouche, 1968). Tohumlar sıcaklığa kıyasla nemden daha çok etkilenmektedirler. Bu durum solunumun ana girdisinden biri olan suyun varlığı, metabolik aktivite gerçekleşebilirliğini belirleyen kilit bir rol üstlenmektedir (Vertuci 1989, Hoekstra vd. 2001).

Tohum eldesi sürecini, tohum hasadının da dahil olduğu yetiştirilme süreci ve tohum hasadı sonrası uygulamalar olarak 2 ana başlıkta toplanabilir. Tohum hasadı sonrası yapılacak olan işlemlerin o ana kadar tohumun kazanmış olduğu kalite parametrelerinin korunması adına gerçekleştirildiğini söyleyebiliriz. Tohum kalitesi bahsedildiğinde, tohumun elde edildiği bitki ve meyvenin oluşum ve gelişim şartlarından bağımsız olduğu düşünülemez olacaktır. Türe ve çeşide göre değişmekle beraber tohumu elde edeceğimiz bitkinin gereksinim duyduğu besin elementlerinin yetersiz olduğu koşullarda yetiştirilen ve bu ortamda üretimi yapılan tohumların kalite parametrelerinde düşüşlerin görüldüğü bilinmektedir (Delouche 1980, Belletti ve Quagliotti 1988, Donadon vd. 2013). Tohumların oluşum ve olgunlaşma dönemindeki sıcaklık, nem gibi unsurların da tohum kalitesini doğrudan etkilemektedir. Tohumlarda fizyolojik olgunluğu takiben yapılan hasat işlemleri tür ve çeşide göre değişen nem seviyelerine (hasat olgunluğu) kadar beklenir. Bu hasat öncesi dönem, hasat edilen tohumun kalitesi üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Delouche 1980). Bahsi geçen koşullar düşünüldüğünde yüksek kalitede üretimi yapılmış tohum partilerinin kalitelerindeki düşüşlerin en aza indirgenmesi ve uzun süreler bu parametrelerde değişim olmadan saklanabilmeleri adına uygun kurutma ve depolama koşulları sağlanması gerekmektedir.

Türlere göre değişmekle beraber tohumlar kuruma şekil ve dönemlerine göre, olgunlaşma zamanında tohumun doğal bir kuruma evresi geçirdiği soğan, marul, baklagiller gibi türler, olgunlaşmış tohumun sulu meyve içinde yer aldığı ve tohum neminin oldukça yüksek değerlerde kaldığı domates, biber, kabak, hıyar gibi türler olmak üzere 2 ana grupta toplanabilir. Biber, olgunlaşma döneminde tohum nemi yüksek olan bir türdür ve olgunlaşma dönemi nem seviyeleri %35-50 aralığında olmaktadır (Demir 2002). Domates, kabak, hıyar tohumları da bu seviyelerde nem içeriğine sahiptirler (Copeland ve McDonald 1985). Ticari olarak yapılacak tohum depolamada, tohum nem seviyesi %10 'un altında olmalıdır (Delouche vd. 1973). Daha çok genetik çeşitliliğin korunması adına faaliyet gösteren gen bankalarında, ticari kullanım için üretimi yapılan tohum partilerinden çok daha uzun süreler depolama yapılması ve bunun mümkün olabilmesi adına tohumların nem seviyelerinin %5-7 düzeylerine indirilmesi gerekmektedir (Harrington 1959, Vertucci 1989). Tohumların içermiş oldukları yüksek nem seviyelerinden ticari depolama nem seviyesi olan %10 nem seviyelerine düşürülmeleri

yapay ya da doğal kurutma ile sağlanması gerekir (Justice ve Bass 1978, Priestley vd. 1985, Berjak 2006). Tohumda yapılan kurutma işlemleri, tohum kalitesinin korunmasında en kritik işlemlerden biridir (Cromarty 1984). Tohumları kurutmada, güneş ısısından yararlanılarak güneş altında doğal kurutma, makineli ısıtma ile yapay kurutma kullanılmaktadır. Doğal kurutma yaz sonu kuru havanın hakim olduğu ve oransal nemi düşük güneşli günlerin hakim olduğu bölgelerde sıklıkla kullanılmaktadır. Yapay kurutma, kurutmada kullanılacak olan makinelerin maliyeti, makinenin ihtiyaç duyduğu enerjinin maliyeti gibi sebepler ile daha çok büyük işletme sınıfındaki firmalar tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Günümüzde her 2 metodu da kullanan firmalar olması ile birlikte her iki metodunda olumlu ve olumsuz yönleri bulunmaktadır. Her iki metodda da bulunan en önemli sorun, tohumların içermiş oldukları yüksek nem ile yüksek sıcaklıkların bir araya gelerek tohumda hızlı su kayıplarına neden olması ve tohum kalitesindeki oluşturtabilecekleri olumsuzluklardır (Georghiou vd. 1987, Rao vd. 1987, Walters 1998).

Tohum kurutmada kullanılan yöntemlerden biri olan doğal kurutmada, tohumların hangi sıcaklığa ne kadar süre ile maruz kaldığı belirlenmemektedir. Tohum nem seviyesi bakımından güvenli bir seviye olan %10 nem seviyesi ve altına tohumların indirilmesi uzun süreler alabilmekte veya gerçekleşmeyebilmektedir. Bu durum birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Marmara, Ege ve Akdeniz bölgeleri gibi hava neminin yüksek olduğu bölgelerde yapılan güneş kurutma ile yapılan tohum kurutmada, tohum nem seviyeleri istenilen nem seviyelerine inmeyebilir. Eylül ve Ekim aylarında yapılan tohum kurutma işlemi doğal koşullarda altında oldukça zor şekilde gerçekleşmektedir (Roberts ve Ellis 1989, Chai vd. 1998, Wilson 1999). Doğal kurutma ile yapılan kurutma işlemlerinde en belirsiz unsur, kurutma işleminin yapıldığı koşulların kontrolsüz ve değişken olmasıdır. Ayrıca son yıllarda sıkça karşılaşılan düzensiz yağışlar ve bu düzensiz yağışlar ile ortaya çıkan çok değişken yapıdaki hava oransal nemindeki yükselişler sebebiyle, sağlıklı bir doğal kurutma yapılmasının daha da zorlaşacağını öngörebiliriz (Passam vd. 1997, Oladiran ve Agunbivee 2000).

Özellikle tohum hasat zamanının nemli ve yağışlı geçtiği dönemlere denk geldiği kuzey ülkelerinde (Danimarka, Hollanda, vs.) tohum kurutma kontrollü sıcak hava akımlı makinelerle yapılmaktadır (Nakamura 1975). Sıcak hava üflemeli fanlı kurutma makinelerinde 35-40°C 'ye kadar ısıtılan hava tohumların yüzeylerinden geçirilerek tohum bünyesindeki nemin uzaklaştırılması ile tohum kurutma gerçekleştirilmektedir. Tohumların üzerinden sıcak hava akımı geçirilmesi esnasında, tohumlar bir tambur yardımı ile karıştırılmaktadır ve böylece homojen bir kurutma sağlanmaktadır (Justice ve Bass 1978, Walters 1998). Sıcak hava kurutma sistemlerinde tohumların maruz kaldıkları sıcaklık ve süre ayarlanabilmektedir. Fakat kurutmada kullanılacak makinelerin satın alım, bakım, onarım, enerji (elektrik), işletme maliyetlerinin yüksek olması ve enerjinin (elektrik) her alanda ulaşılabilir olmaması, sıcak hava kurutma sistemlerinin olumsuz yanları olarak karşımıza çıkmaktadır (Musebe vd. 2020). Bu olumsuzluklar özellikle küçük işletmelerin bu sistemlere erişimini etkileyen bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Özellikle son yıllarda sıcaklığa gereksinim duyulmaksızın tohum kurutmanın yapılabildiği drying beads (kurutma boncukları) olarak adlandırılan nem emiciler ile tohumların kurutulması ve depolanması gündemdedir (Hay vd. 2012, Nassari vd. 2014, Sudharani vd. 2015, Bashir vd. 2017) Bu kurutucu materyaller arasında zeolit, bentonit, slika jel bulunmaktadır. Bu çalışmada zeolit ile yapılan kurutma işleminin, tohum/zeolit oranlarına göre değişmekle beraber, sıcak hava kurutma işlemi ile benzer ve hatta bazı testlerde daha iyi sonuçlar ortaya koyduğu belirlenmiştir. Çeşitlere göre değişmekle beraber, bu çalışmada aynı oranlardaki (1/3) tohum/zeolit ve tohum/slika jel kurutma uygulamalarının tohum kalitesi bakımından bazı testlerde benzer, bazı testlerde zeolit ile kurutma lehine daha olumlu sonuçlar ortaya koyduğu belirlenmiştir. Özellikle hızlı yaşlandırma testlerine bakıldığında, çoğunlukla slika jel kurutma uygulaması en düşük çimlenme yüzdeleri ile olumsuz sonuçlar gösteren bir tohum kurutma uygulaması olarak belirlenmiştir. Zeolit ile yapılan kurutmalar genel olarak güneşte kurutma uygulama sonuçlarından daha olumlu sonuçlar göstermiştir. Özellikle OFÇZ ve OÇZ verilerine bakıldığında zeolit ile kurutmanın güneşte kurutmaya kıyasla daha iyi sonuçlar gösterdiği belirlenmiştir.

Kuruma süreleri çeşitlere göre değişkenlik göstermiştir. Çeşitlerde farklı sürelerde gerçekleşen kuruma süreleri tohumların içeriklerinin (nişasta, yağ vb.) değişkenlik göstermesinden kaynaklı olabilmektedir (Vertuci ve Leopold 1987). Zeolit ile kurutma, güneşte kurutma ve sıcak hava kurutmadan daha uzun sürelerde gerçekleşmiştir. Sıcak hava kurutma metodunda tohum nemi çok kısa bir zaman dilimi içinde, 8-12 saat içinde % 10 ve altına düşmüştür. Sıcak hava kurutma metodunun, çok hızlı kurutma sağladığı hususunu destekleyici çalışmalar bulunmaktadır (Copeland ve McDonald 1985). Bu hızın tohum miktarına, katman sayısına, fanın hızına ve sıcaklık seviyesine bağlı olarak değişkenlik göstermesi mümkündür. Daha kalın olan bir tohum tabakasının kurutulması, daha ince olan bir tohum tabakasından daha yavaş kurumasının beklenmesi olağandır. Uygulanan sıcak hava akış hızının da birim alandan buharlaştıracak nem miktarını etkilemektedir. Genel olarak sıcak hava üfleli kurutma sistemlerinde kullanılan sıcak hava akış hızı 1 ile 4 m/s olarak kullanılmaktadır. Daha hızlı hava akımının olduğu bir kurutma sistemi daha hızlı bir kurutma gerçekleşmesine olanak sağlayacaktır.

Güneşte kurutma metodunda tohum nemi 20-52 saat aralığında değişen sürelerde %10 nem seviyesinin altına düştüğü gözlenmiştir. Bu değişken, kontrolsüz sıcaklık ve nem etmenlerinden kaynaklandığı düşünülebilir ki bu durum doğal kurutmanın sağlıklı ve belirsizliğini oluşturan temel unsurlardandır. Genel olarak güneşte kurutma sistemlerinde tohum katman kalınlığı değişkenlik göstermektedir ve katmanların homojen bir şekilde kurutulması olanaksız olmaktadır. Güneşte tohum kurutma işlemlerinde serilmiş olan tohum katmanlarını daha homojen bir kurutma sağlanması adına karıştırma ve katmanın altında bulunan tohumların yüzeye çıkarılması adına tırmık vb. araçlar ile karıştırma işlemi gerçekleştirilmektedir (Şekil 1.2). Bu karıştırma işlemi uygulanan tohumlarda, özellikle %10 ve üzerinde nem ihtiva eden tohum partilerindeki tohumların mekanik zararlanmaları kaçınılmaz olacaktır. %8-10 ve üzeri nem barındıran tohumlar mekanik zararlanmaya açıktırlar (Delouche 1968). Ayrıca kurutulmaya bırakılan tohumların katman kalınlığıyla ters orantılı olacak şekilde hava geçirgenliği değişkenlik göstermektedir. Daha kalın bir katmanın olduğu bir tohum partisindeki tohumların arasından geçecek hava akımının yetersiz olması kaçınılmaz olacaktır. Bu hava akımının yetersiz olduğu alanlarda sıcaklık ile kombine olan bir ortamın oluşması kaçınılmaz

olacaktır ve bu ortamda fungal ve bakteriyel kaynaklı olumsuzlukların, tohumların kalite ve hatta canlılık parametrelerinde olumsuzluklara yol açabileceği göz ardı edilmemelidir.

Çimlenme ve tohum gücü, tohum kalitesinin en önemli unsurlarından ikisidir (Copeland ve McDonald 1985). Bu çalışmada hem çimlenme hem de tohum gücü test edilmiştir. Zeolit ile yapılan kurutma metodu hem tohum gücünü hem de tohum çimlenmesini koruyan bir kurutma metodu olmuştur. Genel olarak, yapılan testlerin sonuçlarında Kandil Dolma çeşidinin çimlenme oranları diğer çeşitlere kıyasla daha düşük düzeylerde seyretmiştir ve Kandil Dolma çeşidinin diğer çeşitlere kıyasla daha hassas bir çeşit olarak saptanmıştır. Tohum gücünün test edilmesinde kullanılan hızlı yaşlandırma testi ve fide çıkış oranındaki değişimler, Kandil Dolma çeşidinin hassaslığını teyit etmektedir. Biber tohumları üzerinde yapılan bir başka çalışmada da Kandil Dolma çeşidinin tohum kalitesi bakımından daha zayıf özellikler taşıyan bir çeşit olduğu bilinmektedir (Demir 2002). Bu durum genetik yapı veya bitkinin beslenme fizyolojisi ile ilişkisi olabilir. Yaptığımız çalışmada kullanılacak olan Kandil Dolma çeşidinin meyvelerinden alınan tohumların kararmış, hafif mat renkli, küçük ve cılız olduğu gözlenmiştir. Bu kararmaların, embriyonik gelişim sürecinde oluşan olumsuzluklar nedeniyle ortaya çıktığı ileri sürülebilir. Ayrıca biberde tozlanma ve meyve oluşumunun tohum kalitesini belirleyen bir diğer özellik olduğu bilinmektedir (Belletti ve Quagliotti 1988).

Tohum kalitesini belirlemek adına yapılmış olan hızlı yaşlandırma testlerinde çimlenme değerlerinin fazla değişkenlik göstermediği gözlenmiştir. Yüksek sıcaklık ve %100 oransal nemde biber tohumlarının tutulmasının tohum kalitesinde beklendiği kadar olumsuz etkiler ile karşılaşılmasının ardında yatan nedenlerden biri nem ve sıcaklık kombinasyonunun bazı durumlarda olumlu bir etki yaratması olabilir. Nitekim hızlı yaşlandırma testlerinde, bazı çeşitlerde çimlenme oranlarında düşüşler görülmemiş hatta bazı durumlarda olumlu etkiler ile karşılaşmıştır (Basak vd. 2006). Diğer bir etmen olarak yaşlandırmada kullanılan sıcaklık süresinin yaşlandırma oluşturacak kadar yeterli zamanı tanınmamış olmasıdır. ISTA (2016) kural ve prosedürlerine uygun olarak yapılmış olan hızlı yaşlandırma testine rağmen bu testin her türde aynı etkiyi oluşturmadığı düşünülebilir. Ayrıca dikkat çekilmesi gereken hususlardan biri olan, testlerde kullanılacak olan tohum partilerinin tohum kalitesi bakımından oldukça yüksek

değerler taşımasının ve yüksek kalitedeki bu tohum partilerinde yeterli bir yaşlanma görülmemesidir. Bu bakımdan bazı türlerde yaşlandırma süresinin artırılmasının gerekliliği bulunmaktadır. Benzer şekilde karpuz ve kavun tohumlarında yaşlandırma süresi 144 saate kadar uzatılabilmektedir. Mavi ve Demir (2008) hızlı yaşlandırma testlerindeki tohum partilerinin kalite farklarının 144 saat süre ile sağlıklı bir şekilde ayrımının mümkün olduğunu saptamışlardır. Benzer şekilde, yaşlandırma sürecinin türlere göre farklılık gösterebileceğini bu konu üzerinde yapılmış çalışmalarda da öne sürülmüştür (Tekrony 2003, Powell ve Matthews 2005).

Zeolit, su emme kapasitesi yüksek materyallerdir (Kocakuşak vd. 2001, Scott vd. 2003, Bilgin 2009, Soylu ve Gökkuş 2016). Zeolitler suyu kolaylıkla adsorbe edebilirler. Ayrıca kristal yapıları ve nem çekme özellikleri bozulmadan adsorpladıkları suyu tekrar geri verebilmektedirler (desorpsiyon) ve düşük bağıl nemlerde bile nem çekme özelliklerini yitirmemeleri zeolitlerin önemli özelliklerindendir. (Demir ve Polat 2003, Bilgin 2009). Zeolit su emme ve tutma kabiliyeti yüksek olan bir materyal olmasına rağmen sıcak havalı üfleme kurutma makineleri ile tohum kurutma ve güneşte tohum kurutma yöntemlerine göre daha uzun sürelerde kurutma işlemi tamamlanabilmiştir (Şekil 4.1, 4.3, 4.5). Ancak tohum çimlenme oranlarına bakıldığında, zeolit ile yapılan kurutma işlemlerindeki tohum partilerinin çimlenme oranları sıcak hava kurutma, güneş kurutma ve slika jel ile kurutmadaki çimlenme oranlarına kıyasla benzer sonuçlar gösterdiği hatta bazı test sonuçlarında daha iyi sonuçlar elde edildiği gözlenmiştir. Zeolit ile kurutma yapılmış tohum partilerinin kalite parametreleri bakımından en az sıcak hava kurutma, güneş kurutma ve slika jel kurutma kadar başarılı olduğu gözlenmiştir. Yavaş olmasına karşın tohum kalite parametreleri bakımından benzer sonuçlar elde edilmesinin, zeolit ile yapılan kurutma işlemlerinde yavaş gerçekleşen kurutma işleminin uzun sürmesine rağmen yeterli seviyelerde kurutmaya imkan tanımasıdır. Kısaca zeolit ve diğer kurutma uygulamaları kıyaslandığında kurutma işlemleri istenilen nem seviyelerinde gerçekleştirilebilmiştir. Ayrıca belirtmek gerekir ki zeolit nem çekme ve tutabilme kabiliyeti toprak ıslahı ve iyileştirilmesi gibi birçok alanda kullanımına imkan sağlamaktadır (Weitkamp ve Puppe 1999, Bilgin 2009). Ancak zeolit kurutma işlemleri sırasında bünyesine aldığı nemin uzaklaştırılmasının gerekliliği dikkate sunulması gereken bir unsurdur. Zeolit ısıtılması suretiyle bünyelerindeki nem uzaklaştırılabilir ve

tekrar kullanıma hazır hale getirilebilir. Ayrıca bu çalışmada da kullanılan silika jellerinde aynı şekilde bünyelerine aldıkları suyun uzaklaştırılması ile tekrar kullanılabilir (nem çekebilir) olduğunun bilinmesinde fayda olacaktır. Nitekim bu nem çekici ajanlar (kurutucular) bünyelerine aldıkları suyun uzaklaştırılmasında çoğunlukla fırınlar kullanılmaktadır fakat yapılan bu ısı işlemler silika jel de afinite (bağlama gücü) kayıplarına sebep olmaktadır ve zeolite yapılan ısı işlemlerde, yapılarında herhangi bir değişiklik olmaksızın, su tutma ve çekme gücünde değişim olmadan ilk kullanım öncesi afinitelerini (bağlama gücü) korumaktadırlar (Demir ve Polat 2003, Bilgin 2009, Bashir 2017). Bu çalışmada kullanılan silika jellerin ve zeolitlerin fırınlama ile yapılarında bulundurabilecekleri nemin (suyun) uzaklaştırıldığını hatırlatmak faydalı olacaktır. Nitekim kurutucu (nem çekici) materyallerin kullanıldığı çalışmalarda, kurutucuların içermiş olabilecekleri nemin uzaklaştırılması işleminin yapılması önerilen yaklaşımlardır (Demir ve Özçoban 2007, Hay vd. 2012)

Tohum kurutma, gereksinim duyulan enerji (elektrik vb.), makine yatırım maliyeti ve işletim maliyetlerinin özellikle ülkemiz gibi dış kaynaklı (ithal) girdilerin çokça kullanıldığı ve döviz cinsi üzerinden alımların yapılması gerekliliği sebebi ile yüksek maliyet gerektirmektedirler. Ayrıca küçük işletmelerin, özellikle kurutma sistemlerinde kullanılacak makinelerin alım maliyetlerinin döviz cinsinden olması ve bu maliyetin karşılanamaması mümkün olmaktadır. Bu durum özellikle küçük işletme veya gelecek sene yapılacak olan bitkisel üretim için üretilmiş tohumların çiftçiler tarafından tercihen daha az maliyetli olan güneşte kurutma veya kurutucu ile kurutma sistemlerinin gerekliliğini doğurmaktadır (Donadon vd. 2013, Musebe 2020). Ülkemiz tohumculuğunda faaliyet gösteren işletmelerin çoğunluğunun küçük işletme sınıfında bulunuyor oluşu, girdi maliyetinin düşüklüğü, kolay bulunabilirliği, yapısında ve nem tutumu, alımı gibi özelliklerinde değişim olmaması sebebiyle zeoliti, tohum kurutmada önemli bir aday ve kurutma materyali olmasını sağlamaktadır. Ayrıca hobi amaçlı üretim yapan küçük üreticiler için büyük maliyet, ekipman ve uzmanlık gerektirmeyecek bir kullanım şekline sahip olması, zeolitin kurutmada kullanımının yaygın olabilme potansiyelinin var olduğuna işaret etmektedir.

Tohum depolamada optimum tohum depolama nem seviyesi olan %5-7 dışında ve özellikle alt sınır olan %5 in altındaki tohum nemi içeren tohum partilerindeki tohumların tohum kalitesi yönünden olumsuz etkilerinin olduğu bilinmektedir (Delouche 1968, Ozcoba ve Demir 2007, Zhang vd. 2014, Ninganna and Vyakaranahal 2018). %5 ve altında nem içeren tohumların depolanması ultra-kuru depolama olarak anılmaktadır. Ultra-kuru depolamanın, türlere göre değişmekle beraber bazı türlerde tohum hücre duvarının zarar görmesi nedeniyle tohum kalitesinde olumsuzluklar ile karşılaşılabilen öne sürülmektedir (Delouche 1968, Nakamura 1975, Walters 1998, Whitehouse vd. 2020). Zeolit kurutma ile ortaya çıkabilecek sorunlardan biri zeolitin yüksek kapasitede nem çekim kabiliyeti sebebi ile tohumda ultra-kurutmaya neden olabilmesidir. Bu bakımdan tohum kurutmada kullanılacak uygun tohum/zeolit oranının ve uygun kurutma süresinin belirlenmesi önem taşımaktadır. Uygun süre ve oranlarda gerçekleştirilmeyen bir tohum/zeolit kurutma ortamı tohumlarda %5 ve altında nem seviyelerine inmelerine sağlayıp tohum kalitesi üzerine olumsuz etkiler oluşturabileceği göz ardı edilmemelidir. Nitekim sağlıklı şekilde gerçekleştirilebilecek zeolit oranları ile alakalı önerilerde bulunulmuş çalışmalar bulunmaktadır (Vertucci 1998, Deijode 2007, Hay ve Timple 2013). Ayrıca yine bu araştırmacılar bazı türlerde, özellikle küçük yapıdaki tohumların iri yapıli tohumlara kıyasla daha dirençli olduklarını bildirmişlerdir. Bu durum tohum yapısındaki bileşiklerin yoğunluğu ve içeriklere (yağ, nişasta vb.) göre değişmesi ile alakalı olabilir (Vertuci ve Leopold 1987, Deijode 2007). Yürütmüş olduğumuz bu çalışmada, tohumda meydana gelebilecek yüksek kuruluk (ultra-kuru) olasılığının önüne geçilebilmesi ve gerektiğinde müdahale edilebilmesi adına sık tartımlar yapılmıştır. Özellikle 1/3 tohum/zeolit oranlarının üzerinde bir kurutucu kullanımının olmaması, ultra kurutma ve olumsuzluklarının oluşmasının engellenmesi amaçlıdır. 1/3 üzerinde bir tohum zeolit oranının kullanılması ultra kurumayı teşvik edebilir. Nitekim Şekil 4.1, 4.3, 4.5 'de zeolit oranının artmasına paralel şekilde kuruma hızı da artmaktadır.

Sonuç olarak bu çalışmada elde edilen veriler ışığında özellikle OÇZ ve OFÇZ bakımından zeolit kurutma uygulamaları (1/1, 1/2, 1/3), güneş kurutma ve sıcak hava kurutma uygulamalarından genel olarak daha olumlu sonuçlar vermiştir. Zeolit ile yapılan kurutmaların diğer kurutma uygulamaları ile benzer ve hatta bazı testlerde daha olumlu sonuçlar göstermesi, zeolitin gereksinimleri karşılayıcı bir kurutucu olduğunu

kanıtlamaktadır. Zeolit ile yapılan kurutmalar sonucunda elde edilen tohumların en az güneşte kurutma, sıcak hava kurutma ve slika jel kurutma uygulamalarına benzer tohum kalitesi parametreleri göstermiştir. Zeolit ile yapılan kurutma uygulamalarının oda koşullarındaki sıcaklıklarda dahi yapılabilmesi, ülkemiz kaynaklarından temin ediliyor oluşu, ucuz, kolay ulaşılabilir bir materyal oluşu, kurutma sırasında enerji gereksinimi duymayışı, kurutmada kullanılan zeolitın tekrar tekrar kullanılabilirliği, ısıtma işlemlere dayanıklılığı, doğal oluşu, kurutmada kullanılmayacak durumdaki zeolit tanelerinin başka işlemlerde (toprak iyileştirme vb.) girdi olarak kullanılabilmesi, yurtdışı kaynaklı sıcak hava kurutma makineleri gibi büyük maliyetli ve dövizle alınabilen bir girdi olmayışı ve daha bir çok unsur sebebi ile hem de en az diğer kurutma sistemleri kadar güvenilir ve sağlıklı tohum kurutma yapılabilmemize olanak tanıyan zeolit kurutma, tohum kurutma sistemleri açısından ülkemizde birçok artısı bulunan bir tohum kurutma şekli olarak karşımıza çıkmaktadır. Farklı türlerde uygun süre ve tohum/zeolit oranlarının belirlenmesi ile zeolit ile tohum kurutma uygulamasının, potansiyel kullanımının mümkün olabileceği ortaya konulmuştur.

KAYNAKLAR

- Alan, Ö. ve Eser, B. 2007. Biberde (*Capsicum annuum* L.) Tohum Ayırma ve Kurutma Yöntemlerinin Tohum Kalitesi Üzerine Etkisi. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 17(2), 1-13.
- Anonoim, 2020a. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). Web Sitesi: <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/sicaklik-analizi.aspx>. Erişim Tarihi 07.01.2021
- Anonoim, 2020b. Ankara için Ağustos ayının hava durumu. Web Sitesi: <https://yandex.com.tr/hava/ankara/month/august> . Erişim Tarihi 07.01.2021
- Babiker, A. Z., Dulloo, M. E. and El Balla, M. M. 2010. Effects of low cost drying methods on seed quality of Sorghum bicolor (L.) Monech. African Journal of Plant Science, 4(9), 339-345.
- Basak, O., Demir, I. Mavi, K. and Matthews, S. 2006. Controlled deterioration test for predicting seedling emergence and longevity of pepper (*Capsicum annuum* L.) seed lots. Seed Science & Technology, 34,723–734.
- Bashir, A. A., Sinha, J. P., Jha, G. K. and Chopra, S. 2016. Drying kinetics for vegetable seeds with Zeolite beads. Indian Journal of Agricultural Sciences 86 (12): 1630–4.
- Belletti, P. and Quagliotti. L. 1988. Problems of seed production and storage of pepper. p.28-41, In: Tomato ve Pepper Production in the Tropics. Asian Vegetable Research and Development Centre, Tainan, Taiwan.
- Berjak, P. 2006. Unifying perspectives of some mechanisms basic to desiccation tolerance across life forms. Seed Science Research, 16, 1–15.
- Bilgin, Ö. 2009. Gördes Zeolitlerinin Hammaddesel Özelliklerinin İncelenmesi ve Değişik Sektörlerde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Buitink, J., and Leprince, O. 2008. Intracellular glasses and seed survival in the dry state. C R Biol 331,788-795
- Chai, J., Ma, R., Li, L. and Du, Y. 1998. Optimum moisture contents of seeds stored at ambient temperatures. Seed Science Research, 8 (supplement), 23–28.
- Copeland, L. O. and Mcdonald, M. B. 1985. Principles of Seed Science ve Technology Macmillan Publishing Company, New York.
- Copeland, L. O. and McDonald, M. B. 2001. Principles of Seed Science and Technology. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, USA, 467.

- Cromarty, A. 1984. Techniques for drying seeds. I. J. Biol. Biotech. sayfa 88-125
- Demir, H. ve Polat, E. 2003. Zeolit (klinoptilolit) ve tarımda kullanımı. Hasad, 221, 54-59.
- Demir, I. 2002. The effect of controlled hydration treatment on germination and seedling emergence of unaged and aged pepper seeds during development. Israel Journal of Plant Science, 50, 251-257.
- Demir, İ. and Ozcoba, M. 2007. Dry and ultra-dry storage of pepper, aubergine, winter squash, summer squash, bean, cowpea, okra, onion, leek, cabbage, radish, lettuce ve melon seeds at -20°C ve 20°C over five years, Seed Science and Technology, 35, 165-175.
- Demir, İ. and Ellis, R. H. 1992. Development of pepper (*Capsicum annum*) seed quality. Annals of Applied Biology, 121(2), 385-399.
- Delouche, J. C. 1968. Precepts For Seed Storage, sayfa 85-119
- Delouche, J. C., Matthes, R.K., Dougherts, G.M. ve Boyd, A. H. 1973. Storage of seed in sub-tropical regions, Seed Science and Technology, 1, 671-700.
- Delouche, J. C. 1980. Environmental effects on seed development and seed quality. sayfa 85-119
- Doijode, S. D. 2007. Low cost seed storage techniques for certain hardy indigenous pod vegetables. In 1. International Conference on Indigenous Vegetables and Legumes. Prospectus for Fighting Poverty, Hunger ve Malnutrition 752(sayfa: 589-592).
- Donadon, J. R., Resende, O., Teixeira, S. D. P., Santos, J. M. D., ve Moro, F. V. 2013. Effect of hot air drying on ultrastructure of crambe seeds. Drying Technology, 31(3), 269-276.
- Ellis, R. H. and Roberts, E. H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds, Seed Science Ve Technology, 9, 373-409.
- Erdoğan, H. 2015. Çeltiğin sıcak hava akımı ile kurutulmasında işletim parametrelerinin belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi).
- Esenli, F. 2002. Türkiye’de Doğal Zeolit Rezervleri, Madenciliği, Üretim ve Pazarlama Durumu, TÜBİTAK Ulusal Doğal Zeolitler Sempozyumu Bildirisi
- Georghiou, K., Thanos, C. A. and Passam, H. C. 1987. Osmoconditioning as measure of counteracting the ageing of pepper seeds during high temperature storage, Annals of Botany, 60, 279-285.

- Hampton, J. G. and Tekrony, D. M. 1995. Hvebook of Vigour Test Methods. International Seed Testing Association, Basserdof, Switzerlve
- Harrington, J. F. 1959. Drying, storing and packaging seeds to maintain germination and vigour. 'Short course for seedsmen'. Mississipi: Seed Technology Laboratory, Mississipi State. sayfa: 89-107
- Harrington, J. F. 1972. Insects, and Seed Collection, Storage, Testing, and Certification, 3. Cilt, Seed storage ve longevity., sayfa 211-245
- Hay, F. R., Thavong, P., Taridno, P. and Timple, S. 2012. Evaluation of zeolite seed 'Drying Beads®' for drying rice seeds to low moisture content prior to long-term storage Seed Science and Technology, 40, 374-395.
- Hay, F. R., and Timple, S. 2013. Optimum ratios of zeolite seed Drying Beads® to dry rice seeds for genebank storage. Seed Science ve Technology, 41, 407-419.
- Hoekstra, F. A., Golovina, E. A. and Buitink, J. 2001 Mechanisms of plant desiccation tolerance. Trends Plant Sci 6:431-438
- ISF, 2018. ISF compilation based on official statistics and international seed trade reports.
- ISTA, 2016. International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association, Basserdof, Switzerlve.
- Justice, O. L. and Bass, L. N. 1978. Principles ve Practices of Seed Storage, USDA, Agriculture Hvebook, no:506.
- Karaaslan, S. N. 2008. Sebze ve Endüstri Bitkilerinin Mikrodalgayla Kurutulması Üzerine Çalışmalar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Adana, Türkiye.
- Kocakuşak, S., Savaşçı, Ö.T. ve Ayok, T. 2001. Doğal zeolitler ve uygulama alanları. Tübitak Malzeme ve Kimya Tek. Arş. Enst., Rapor No: KM 362, Proje No: 5015202, Gebze.
- Kolsarıcı, Ö., Gür, A., Başalma D., Kaya, M. D. ve İşler, N. 2005. Yağlı tohumlu bitkiler üretimi. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 409-429, 3-7 Ocak, Ankara.
- Kozłowski, T. T. and Gunn, C. R. 1972. Seed biology Chapter 1 "Importance, Development, and Germination" sayfa 1-20
- Magistrali, P. R., Jose, A. C., Faria, J. M. R. and Nascimento, J. F. 2015. Slow drying outperforms rapid drying in augmenting the desiccation tolerance of Genipa americana seeds. Seed science and technology, 43(1), 101-110.

- Musebe, R. O., Karanja, D., Bradford, K. J. and Day, R. 2020. Relative costs and benefits of implementing desiccant bead drying/hermetic storage and alternative drying and storage technologies for vegetable seeds in Kenya and Tanzania. *African Journal of Agricultural Research*, 16(7), 992-1006.
- Nakamura, S. 1975. The most appropriate moisture content of seeds for their long life span, *Seed Science and Technology*, 3, 747-759.
- Nassari, P. J., Keshavulu, K., Rao, M., Reddy, K. C. S. and Raheem, A. 2014. Post harvest drying of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) seeds to ultra low moisture safe for storage using desiccant (Zeolite) beads ve their effects on seed quality. *American Journal of Research Communication*, 2 (4), 74-83.
- Nivethitha, M., Bara, B. M., Chaurasia, A. K., Manimurugan, C. and Singh, P. M. 2020. Stveardization of ultra-seed drying of okra cv. Kashi Kranti with Zeolite beads and silica gel. *Journal of Pharmacognosy & Phytochemistry*, 9(5), 1198-1202.
- Ninganna, J. S. and Vyakaranahal, B. S. 2018. Influence of Desiccants on Quality of Onion Seeds during Ultra Dry Storage. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 7(12).
- Oba, G. C., Goneli, A. L. D., Masetto, T. E., Hartmann Filho, C. P., Michels, K. L. L. S., and Ávila, J. P. C. 2019. Artificial drying of safflower seeds at different air temperatures: effect on the physiological potential of freshly harvested ve stored seeds. *Journal of Seed Science*, 41(4), 397-406.
- Oladiran, J. A. and Aginbiade, S. A. 2000. Germination ve seedling development from pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds following storage in different packaging materials, *Seed Science ve Technology*, 28, 413-419.
- Passam, H. C., Lompropules, E. and Khah, E. M. 1997. Pepper seed longevity production under ambient temperature, *Seed Science and Technology*, 25, 177-185.
- Powell, A. A. and Matthews, S. 2005. Towards the validation of the controlled deterioration vigour test for small seeded vegetables. *Seed Testing Intl. ISTA News Bul.* 129, 21–24.
- Priestley, D. A., Cullinan, V. I. and Wolfe, J. 1985. Differences in seed longevity at the species level, *Plant, Cell ve Environment*, 8, 557-562.
- Pukacka, S. and Wójkiewicz, E. 2003. The effect of the temperature of drying on viability ve some factors affecting storability of *Fagus sylvatica* seeds. *Acta Physiologiae Plantarum*, 25(2), 163-169.
- Rao, N. K., Roberts, E. H. and Ellis R. H. 1987. Loss of viability in lettuce, seeds ve accumulation of chromosome damage under different storage conditions, *Seed Science ve Technology*, 1, 499-514.

- Roberts, E. H. and Ellis, R. H. 1989. Water ve Seed Survival, *Annals of Botany*, 63, 39-52.
- Sanchez, V. M., Sundstrom, F. J., McClure, G. N. and Lang, N. S. 1993. Fruit maturity, storage ve postharvest maturation treatments affect bell pepper (*Capsicum annuum* L.) seed quality. *Scientia Horticulturae*, 54(3), 191-201.
- Scott, M. A., Kathleen, A. C. and Prabir K. D. 2003. Hvebook of Zeolite Science and Technology, Marcel Dekker Inc. 270, New York.
- Seyedin, N., Burris, J. S. and Flynn, T. E. 1984. Physiological studies on the effects of drying temperatures on corn seed quality. *Can. J. Plant Sci.* 64: 49,7-504
- Siddique, A. B., and Wright, D. 2003. Effects of time of harvest at different moisture contents on seed fresh Weight, dry weight, quality (Viability ve Vigour) and food reserves of peas (*Pisum sativum* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*.
- Sivritepe, H. Ö. 2012. Tohum gücünün değerlendirilmesi. *Alatarım Dergisi*, 11(2), 33-44.
- Soylu, M. ve Gökkuş, Ö. 2016. Endüstriyel Kaynaklı Gürültü Kirliliğinin Araştırılması ve Bir Tekstil Fabrikasında Uygulama Örneği. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 32(2)
- Sudharani, M., Naidu, N. V., Durga, K. K. and Bharathi V. 2015. Enhancing The Storage Life Ve Quality Of Sunflower (*Helianthus Annus* L) Seed Using Desiccant (Zeolite) Beads. *Life Sciences International Research Journal : Volume 2 Issue 2*, sayfa: 266-269
- Tekrony, D. M. 2003. Precision is an essential component in seed vigour testing. *Seed Sci. Technol.* 31:435–447.
- Vertucci, C. W. and Leopold, A. C. 1987. Water binding in legume seeds. *Plant physiology*, 85(1), 224-231.
- Vertucci, C. W. 1989. The effects of low water contents on physiological activities of seeds *Physiologia Plantarum* 77, 172-176.
- Walters, C. 1998. Understveing the mechanisms ve kinetics of seed aging. *Seed Science Research* 8, 223–244.
- Weithkamp, J. and Puppe, L. 1999. Catalysis ve Zeolites. Springer- Verlag Berlin Heidelberg, 564, New York
- Whitehouse, K. J., Owoborode, O. F., Adebayo, O. O., Oyatomi, O. A., Olaniyan, A. B., Abberton, M. T. and Hay, F. R. 2018. Further evidence that the genebank standards for drying orthodox seeds may not be optimal for subsequent seed longevity. *Biopreservation and Biobanking*, 16, 327-336

- Wilson, D. O. 1999. The storage of orthodox seeds, seed quality basic mechanism and agriculture implications Ed: Basra, E.D., Food Products Press, Newyork 173-200.
- Yiğit, Ü., Sarıbaş, H. Ş. ve Balkaya, A. 2018. Sebze Tohumlarında Uygulanan Tohum İşleme Teknikleri. TÜRKTOB Dergisi 2018. Sayı: 26 Sayfa: 14-17
- Zhang, N., B. Wen, M. Ji and Q. Yan. 2014. Lowtemperature storage and cryopreservation of grapefruit (*Citrus paradisi* Macfad.) seeds. Cryo Lett. 35:418-426

