

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**MISIR TANELERİNİN DEPOLANMA STABİLİTESİ ÜZERİNE FARKLI TUZ
KONSANTRASYONLARININ ETKİSİ**

Duygu Gizem BİLGİN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARALIK 2019

ANTALYA

**T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**



**MISIR TANELERİNİN DEPOLANMA STABİLİTESİ ÜZERİNE FARKLI TUZ
KONSANTRASYONLARININ ETKİSİ**

Duygu Gizem BİLGİN

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARALIK 2019

ANTALYA

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

**MISIR TANELERİNİN DEPOLANMA STABİLİTESİ ÜZERİNE FARKLI TUZ
KONSANTRASYONLARININ ETKİSİ**

**Duygu Gizem BİLGİN
GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bu tez Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi
tarafından FBA-2019-4830 nolu proje ile desteklenmiştir.**

ARALIK 2019

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MISIR TANELERİNİN DEPOLANMA STABİLİTESİ ÜZERİNE FARKLI TUZ
KONSANTRASYONLARININ ETKİSİ**

Duygu Gizem BİLGİN
GIDA MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 26/12/2019 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / ~~Oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa ERBAŞ (Danışman)

Prof. Dr. Mustafa Kemal USLU

Doç. Dr. İlyas ÇELİK

ÖZET

MISIR TANELERİNİN DEPOLANMA STABİLİTESİ ÜZERİNE FARKLI TUZ KONSANTRASYONLARININ ETKİSİ

Duygu Gizem BİLGİN

Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa ERBAŞ

Aralık 2019; 70 sayfa

Dünya’da en fazla üretilen tahıllardan biri olan mısır, gerek yüksek solunum kapasitesi gerekse ikinci ürün olarak hasat edildiği dönemdeki yüksek tane suyu içeriği sebebiyle depolama sürecinde çeşitli bozulma şekillerine karşı oldukça hassas bir üründür. Mısırın küflenmesi ile oluşan mikotoksinler kanser gibi, haşerelerin geride bıraktıkları vücut parçaları ise astım gibi alerjik hastalıkların oluşmasını sağlayarak toplum sağlığı yönünden olumsuz sonuçlar meydana getirmektedir. Bu nedenle tüm tahıllar gibi mısırın da iyi bir şekilde depolanması üzerine çeşitli araştırmaların yapılması oldukça önem arz etmekte ve maddi kayıplara ve sağlık problemlerine neden olan bozulmaların engellenmesi gerekmektedir.

Bu tezde, mısırların tuz çözeltilerinin farklı konsantrasyonlarına farklı sürelerde daldırılmasının; mısırların mikrobiyolojik olarak bozulması, çimlenmesi ve mısırdaki böcek faaliyeti üzerine koruyucu etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla; 4 farklı konsantrasyonda (%0-kontrol, 10, 18, 26) tuz çözeltileri hazırlanmış ve mısırlar 4 farklı süre ile (10, 20, 40, 60 saniye) bu çözeltilere daldırılmıştır. Örneklerin hazırlanmasından sonra mısırlar 8 ay süresince depolanmış ve mısırların kalite özelliklerinin belirlenmesi için 0., 1., 2., 3., 4., 6., 8. aylarda örnekler bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve biyolojik analizler yapılmıştır. İşlem yapılmamış mısır örnekleri kuru kontrol ve tuz içermeyen saf suya 10, 20, 40 ve 60s sürelerince daldırılan mısır örnekleri ise yağ kontrol örnekleri olarak kullanılmıştır.

Yapılan analizler ve değerlendirmeler sonucunda, tuz uygulamasının mısır tanelerinin su içeriği ve aktivitesi değerlerini sırasıyla ortalama %1.86 ve 0.110 birim arttırdığı belirlenmiştir. Tanelerin su içeriği ve aktivitesi değerlerindeki artış, artan tuz konsantrasyonu ile azalmış ancak artan daldırma süresi ile artmıştır. Artan tuz konsantrasyonunun mısırların maya küf sayıları üzerine inhibe edici bir etki gösterdiği ve %26 olan en yüksek tuz konsantrasyonunun kontrole göre örneklerin maya küf sayısında 3 log birimlik bir düşüşe neden olduğu bulunmuştur. Ancak artan daldırma süresinin ise maya küf sayıları üzerine arttırıcı bir etki göstererek en uzun daldırma süresi olan 60 saniyede 1.78 log birimlik bir artışa neden olduğu belirlenmiştir.

Çimlenme oranının tuz konsantrasyonundan etkilenmediği ancak daldırma ve depolama sürelerinden olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir. Çimlenme oranı 60 saniye daldırma süresinde %32 ve 8 aylık depolamada sonunda ise %63 oranında azalmıştır. Yüksek orandaki tuz konsantrasyonlarının böcek sayısını etkilemediği ancak daldırma ve depolama sürelerinin böcek sayılarını arttırdığı belirlenmiştir. Böcek sayıları en uzun

daldırma süresi uygulanan örneklerde kilogram başına 5 adetten 340 adete ve 8 aylık depolama sonunda ise 813 adete ulaşmıştır. Uygulamanın böcek faaliyetini önleyememesinin ise tanelerin suya daldırma sırasında mısır kabuklarının su içeriğinin tane geneline göre bölgesel olarak çok daha yüksek olması ve bunun sonucunda yumuşayarak böcekler tarafından daha kolay zarara uğratılmasından ve/veya böceklerin tuza dayanımının yüksek olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Sonuç olarak; tuzun örneklere kabul edilebilir bir seviyede yüzeyde tuzlanma ile uygulanmasının çimlenme gücünde bir kayba neden olmaksızın özellikle yüksek tuz konsantrasyonunda ve kısa daldırma süresinde daha etkili olarak küf faaliyetini önleyebildiği, ancak böcek faaliyetini önleyemediği tespit edilmiştir. Ayrıca; mısır tanelerinin yüksek konsantrasyondaki tuz çözeltilerine daldırılması yerine bu çözeltilerin pülverizasyonuna maruz bırakılması ve bu işlem sonrasında örneklerin bir kurutma işlemine tabi tutulmasının mısırdaki küf gelişimi ve böcek faaliyetleri üzerine daha etkili olabileceği kanaatine ulaşılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Böceklenme, Çimlenme, Depolama, Küflenme, Mısır, Tuz

JÜRİ: Prof. Dr. Mustafa ERBAŞ

Prof. Dr. Mustafa Kemal USLU

Doç. Dr. İlyas ÇELİK

ABSTRACT

THE EFFECT OF DIFFERENT SALT CONCENTRATIONS ON CORN STORAGE STABILITY

Duygu Gizem BİLGİN

MSc Thesis in Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa ERBAŞ

December 2019; 70 pages

Corn is one of the most produced cereal in the world and has great importance in the nutrition of society. However, it is highly sensitive to various forms of deterioration in the storage process because of its high respiratory capacity and grain water content at the time of harvest especially when harvested as a second crop. The mycotoxins and insect's body parts and secretion found in corn which are indicators of deterioration can cause some health problems such as cancer and asthma. Therefore, it is a very important issue conducting studies related to the storage of corn as well as all grains and prevented deterioration in the corn grains causing material losses and health problems.

In this thesis, it was aimed at the protective effect of different salt concentrations and dipping time in these salt solutions on microbiological spoilage, grain germination, and insects. For this aim; the salt solutions were prepared at 4 different concentrations (0% control, 10, 18, 26%) and corn grains were dipped into these solutions with 4 different durations (10, 20, 40, 60 seconds). After preparation of samples, the grains were stored for 8 months and some chemical, physical, microbiological and biological analyses were performed at 0., 1., 2., 3., 4., 6., and 8. month for determining the quality characteristics of samples. The unprocessed sample was used as dry control and the samples that dipped to distilled water without salt for 10, 20, 40 and 60 seconds were also used as wet controls.

As a result of the analyses and evaluations, it was detected that the average increases in water content and activity of the grains were 1.86% and 0.110 units, respectively. The increasing rate of water content and activity levels decreased with increasing salt concentration but increased with extended dipping time. It was found that increasing salt concentration had an inhibiting effect on the yeast mold growth in corn, and the 26% salt concentration caused 3 log unit decrease compared to the control samples. However, it was determined that the increasing dipping time contributed to an increase in mold growth as 1.78 log units in 60 seconds which is the longest dipping time.

It was determined that the germination rate was not affected by the concentration of salts, but it was negatively affected by the dipping time and storage period. The germination rate decreased as 32% at 60 seconds dipping time and the grain germination lost was 63% at the end of the storage period. It was detected that the high concentrations of the salt application did not affect the number of insects, but the dipping time and storage period caused the increase. The number of insects rose from 5

to 340 per kilogram in the longest dipping time application and it reached 813 at the end of 8 months storage. That may have resulted from the increasing of the water content of the corn husks (comparing to the whole kernel) with dipping to the solution, which causes the softening of grain and thus making it easier for insects to damage the grains and/or the high resistance of insects against the salt.

As a result, it was found that the application of salt as a reasonable amount could prevent mold growth especially in high salt concentration with short dipping time without any decreasing in the germination rate of grains, but it could not affect insect activity. Additionally, it was evaluated that the spraying of salt to the corn grains together with the drying process instead of dipping to the salt solution can be more effective against both mold growth and insect activities.

KEYWORDS: Corn, Germination, Infestation, Mold, Salt, Storage

COMMITTEE: Prof. Dr. Mustafa ERBAŞ

Prof. Dr. Mustafa Kemal USLU

Assoc. Prof. Dr. İlyas ÇELİK

ÖNSÖZ

Tarımsal ürünlerin başlıcalarından olan tahılların üretim, tüketim ve stok miktarları günümüz ihtiyaçlarına göre gelişerek toplum beslenmesinde ve ekonomide büyük bir değer haline gelmiştir. Talebi ve üretimi artan tahılların hasat sonrasında; taşıma, depolama şekli, depolama nem, sıcaklık ve süresi ve depolamadaki tahıl zararlıları ve mikrobiyal gelişme gibi nedenlerle tahıllar miktar ve kalite kaybına uğramaktadır.

Dünya çapında en çok yetiştirilen tahıl ürünlerinden biri olan mısır (*Zea mays*), çeşitli tarımsal iklim bölgelerinde de yetiştirilebilmekte ve birçok ülkede temel gıda kaynağı ve endüstriyel ürün olarak oldukça fazla kullanılmaktadır. Yılın kısa bir döneminde hasat edilerek depolanan ve yıl boyu insan ve hayvan beslenmesinde ve endüstride yoğun olarak kullanılan mısırın, özellikle de yılın ikinci ürünü olarak hasat edildikten sonra nakliyesi ve depolanması sırasında miktar kayıpları ve sağlık problemlerine neden olan küflenme, böceklenme ve çimlenme gibi bozulmaların engellenmesi oldukça önemli bir konudur.

Günümüzde uzun depolama ve nakliye süreleri nedeniyle tüm tahıl ürünleri gibi mısırlar da küflenme, böceklenme ve çimlenme gibi zararlanmalara uğramakta ve bu zararlanmaların önüne geçebilmek için de çok tercih edilmese bile alternatif eksikliği nedeniyle küf ve böceklere karşı tüketici sağlığını da olumsuz etkileyebilen çeşitli kimyasal madde uygulamaları yapılabilmektedir. Bu nedenle bu tezde minimal bir işlem olarak mısırların farklı konsantrasyonlarda tuz çözeltilerine kısa süre daldırılarak küf ve böcek zararlarına karşı koruyuculuğunun araştırılması amaçlanmıştır.

Bu araştırmanın planlanmasında ve gerçekleştirilmesinde bana destek olan danışman hocam Prof. Dr. Mustafa ERBAŞ'a, laboratuvar çalışmalarındaki destekleri nedeniyle Öğr. Gör. Atike Nur DURAK, Arş. Gör. Ceren MUTLU, doktora öğrencisi Andaç KOÇ ve diğer çalışma grubu arkadaşlarıma, Gıda Mühendisliği Bölümü'nün tüm personeline ve çalışmada kullanılan *Sitophilus oryzae* zararlısının teminini sağlayan Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Fedai ERLER'e teşekkürlerimi sunarım.

Bu araştırmaya FBA-2019-4830 numaralı projeye verdikleri destek nedeniyle Akdeniz Üniversitesi'ne ve tarafıma verdikleri destek (2210-C Yurt İçi Öncelikli Alanlar Yüksek Lisans Burs Programı) nedeniyle Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Kurumu (TÜBİTAK)'na teşekkür ederim.

Ayrıca maddi ve manevi destekleri ile her zaman yanımda olan çok değerli aileme de teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|-----|
| ÖZET..... | i |
| ABSTRACT..... | iii |
| ÖNSÖZ..... | v |
| AKADEMİK BEYAN..... | ix |
| SİMGELER VE KISALTMALAR..... | x |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | xi |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | xii |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 2. KAYNAK TARAMASI..... | 3 |
| 2.1. Dünya ve Türkiye’de Tahıl..... | 3 |
| 2.2. Tahıl Depolama..... | 5 |
| 2.3. Mısır..... | 6 |
| 2.4. Mısır Depolama Sorunları..... | 7 |
| 2.4.1. Küflenme..... | 8 |
| 2.4.2. Böceklenme..... | 9 |
| 2.4.3. Çimlenme..... | 10 |
| 2.5. Mısır Depolama Yöntemleri..... | 11 |
| 2.6. Tuzun Gıda Korumada Kullanımı..... | 15 |
| 3. MATERYAL VE METOT..... | 16 |
| 3.1. Materyal..... | 16 |
| 3.2. Metot..... | 16 |
| 3.2.1. Araştırma planı ve istatistiksel yöntemler..... | 16 |
| 3.2.2. Tuz uygulaması..... | 16 |
| 3.2.3. Depolama..... | 17 |
| 3.2.4. Böcek kontaminasyonu..... | 18 |
| 3.2.5. Örnekleme..... | 18 |
| 3.2.6. Analiz yöntemleri..... | 19 |
| 3.2.6.1. Kül tayini..... | 19 |
| 3.2.6.2. Ham yağ analizi..... | 19 |
| 3.2.6.3. Tuz tayini..... | 20 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 3.2.6.4. | Su içeriği analizi | 20 |
| 3.2.6.5. | Su aktivitesi analizi | 20 |
| 3.2.6.6. | pH ve titrasyon asitliği analizi | 20 |
| 3.2.6.7. | Bin tane ağırlığı | 21 |
| 3.2.6.8. | Ağırlık kaybı | 21 |
| 3.2.6.9. | Renk analizi | 21 |
| 3.2.6.10. | Toplam maya kuf analizi | 21 |
| 3.2.6.11. | Çimlenme oranı analizi | 22 |
| 3.2.6.12. | Böcek sayısı analizi | 22 |
| 3.2.6.13. | Yenik tane analizi | 22 |
| 4. | BULGULAR VE TARTIŞMA | 23 |
| 4.1. | Depolamada Kullanılan Mısıra Ait Analiz Sonuçları | 23 |
| 4.2. | Depolama için Tuz Uygulaması Yapılan Mısırların Tuz İçerikleri | 24 |
| 4.3. | Depolama Analizleri | 26 |
| 4.3.1. | Kimyasal analiz sonuçları | 26 |
| 4.3.1.1. | Örneklerin su içeriği üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi | 26 |
| 4.3.1.2. | Örneklerin su aktivitesi üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi | 29 |
| 4.3.1.3. | Örneklerin titrasyon asitliği değerleri üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi | 32 |
| 4.3.1.4. | Örneklerin pH değerleri üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi | 35 |
| 4.3.2. | Fiziksel analiz sonuçları | 38 |
| 4.3.2.1. | Örneklerin bin tane değerleri üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi | 38 |
| 4.3.2.2. | Örneklerin ağırlık kaybı değerleri üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi | 41 |
| 4.3.2.3. | Örneklerin renk değerleri üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi | 44 |
| 4.3.3. | Mikrobiyolojik analiz sonuçları | 49 |
| 4.3.3.1. | Örneklerin toplam maya kuf sayıları üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi | 49 |
| 4.3.4. | Biyolojik analiz sonuçları | 53 |
| 4.3.4.1. | Örneklerin çimlenme oranı üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi | 53 |

| | |
|--|----|
| 4.3.4.2. Örneklerin böcek sayıları üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi | 56 |
| 4.3.4.3. Örneklerin yenik tane sayıları üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi | 59 |
| 5. SONUÇLAR..... | 62 |
| 6. KAYNAKLAR | 64 |
| ÖZGEÇMİŞ | |



AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Mısır Tanelerinin Depolanma Stabilitesi Üzerine Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Etkisi” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

26/12/2019

Duygu Gizem BİLGİN



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

| | |
|---------------|---------------------------|
| μg | : Mikrogram |
| μL | : Mililitre |
| dk | : Dakika |
| g | : Gram |
| kg | : Kilogram |
| kW | : Kilowatt |
| L | : Litre |
| MHz | : Megahertz |
| mL | : Mililitre |
| ppm | : Milyonda bir birim |
| ref | : Bağlı santrifüj kuvveti |
| rpm | : Dakikada devir sayısı |
| s | : Saniye |

Kısaltmalar

| | |
|------|--|
| AACC | : American Association of Cereal Chemists |
| F | : İstatistiksel F değeri |
| FAO | : Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü) |
| KO | : Kareler ortalaması |
| N | : Örnek sayısı |
| SD | : Standart sapma |
| TÜİK | : Türkiye İstatistik Kurumu |
| VK | : Varyasyon kaynağı |

ŞEKİLLER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Şekil 3.1. Depolamada kullanılan mısırların farklı konsantrasyonlardaki tuz çözeltilerine farklı sürelerle daldırılma işlemi | 17 |
| Şekil 3.2. Tuz uygulaması yapılan mısır örneklerinin depolanması..... | 17 |
| Şekil 3.3. Depolamada kullanılan <i>Sitophilus oryzae</i> zararlısı..... | 18 |
| Şekil 3.4. Yığın sondası ile örnekleme | 19 |
| Şekil 3.5. Örneklemede karşılaşılan mısır taneleri a) sağlam tane, b) mekanik zararlı tane c) böcek zararlı tane | 22 |



ÇİZELGELER DİZİNİ

| | |
|---|----|
| Çizelge 2.1. Dünya 2009-2018 yılları arasında bazı tahılların üretim, tüketim ve stok değerlerine ait veriler (Anonim 2018)..... | 4 |
| Çizelge 2.2. Türkiye 2009-2018 yılları arasında bazı tahıl üretim, tüketim ve kayıp değerlerine ait veriler (Anonim 2019)..... | 5 |
| Çizelge 4.1. Depolamada kullanılan mısır örneğine ait veriler (I. ve II. tekerrür) | 23 |
| Çizelge 4.2. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin tuz içeriklerine (%) ait veriler (I. ve II. tekerrür) | 24 |
| Çizelge 4.3. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin tuz içeriklerine ait varyans analizi sonuçları | 24 |
| Çizelge 4.4. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin tuz içerikleri (%) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata)..... | 24 |
| Çizelge 4.5. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı su içeriğine (%) ait veriler (I. ve II. tekerrür)..... | 26 |
| Çizelge 4.6. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı su içeriğine ait varyans analizi sonuçları | 27 |
| Çizelge 4.7. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı su içeriği ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata) | 27 |
| Çizelge 4.8. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı su aktivitesine ait veriler (I. ve II. tekerrür) | 29 |
| Çizelge 4.9. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı su aktivitesine ait varyans analizi sonuçları..... | 30 |
| Çizelge 4.10. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı su aktivitesi ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata) | 30 |
| Çizelge 4.11. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı titrasyon asitliği değerlerine (%) ait veriler (I. ve II. tekerrür) | 32 |
| Çizelge 4.12. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı titrasyon asitliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları | 33 |

| | |
|--|----|
| Çizelge 4.13. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı titrasyon asitliği değerleri (%) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata) | 33 |
| Çizelge 4.14. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı pH değerlerine ait veriler (I. ve II. tekerrür) | 35 |
| Çizelge 4.15. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları | 36 |
| Çizelge 4.16. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı pH değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata) | 36 |
| Çizelge 4.17. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı kuru bazda bin tane (g) ağırlıklarına ait veriler (I. ve II. tekerrür) | 38 |
| Çizelge 4.18. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı kuru bazda bin tane değerlerine ait varyans analizi sonuçları | 39 |
| Çizelge 4.19. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı kuru bazda bin tane ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata)..... | 39 |
| Çizelge 4.20. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı ağırlık kaybı değerlerine (%) ait veriler (I. ve II. tekerrür) | 41 |
| Çizelge 4.21. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı ağırlık kaybı değerlerine ait varyans analizi sonuçları | 42 |
| Çizelge 4.22. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı ağırlık kaybı ortalamalarına (%) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata)..... | 42 |
| Çizelge 4.23. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı 0, 1, 2, 3, 4, 6 ve 8. ay renk değerlerine ait veriler (I. ve II. tekerrür) | 44 |
| Çizelge 4.24. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları.... | 47 |
| Çizelge 4.25. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı renk değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi analizi sonuçları (\pm standart hata) | 47 |

| | |
|--|----|
| Çizelge 4.26. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı maya küf (log kob/g) sayısına ait veriler (I. ve II. tekerrür) | 49 |
| Çizelge 4.27. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı maya küf sayısına ait varyans analizi sonuçları | 50 |
| Çizelge 4.28. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı maya küf (log kob/g) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata) | 50 |
| Çizelge 4.29. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı çimlenme oranına (%) ait veriler (I. ve II. tekerrür) | 53 |
| Çizelge 4.30. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı çimlenme oranına ait varyans analizi sonuçları | 54 |
| Çizelge 4.31. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı çimlenme oranı (%) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata) | 54 |
| Çizelge 4.32. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı kilogram başına düşen böcek sayısı değerlerine ait veriler (I. ve II. tekerrür) | 56 |
| Çizelge 4.33. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı böcek sayısı değerlerine ait varyans analizi sonuçları | 57 |
| Çizelge 4.34. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı kilogram başına düşen böcek sayısı değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata) | 57 |
| Çizelge 4.35. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı yenik tane (%) değerlerine ait veriler (I. ve II. tekerrür) | 59 |
| Çizelge 4.36. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı yenik tane değerlerine ait varyans analizi sonuçları | 60 |
| Çizelge 4.37. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı yenik tane değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata) | 60 |

1. GİRİŞ

Tahıl veya diğer adıyla hububat, *Poaceae (Gramineae)* familyası üyelerinin tohumları veya yenebilir taneleri olarak tanımlanmaktadır. İnsanlığın varoluşundan itibaren beslenmede oldukça önemli bir yere sahip olan tahılların kültürü yapılan başlıca çeşitleri; buğday, mısır, pirinç, arpa, çavdar, yulaf ve darı olarak sayılabilmektedir. İnsan gıdası, hayvan yemi ve hammadde olarak kullanılabilmelerinin yanı sıra yetiştirilme, işlenme ve tüketilmelerinin kolay ve ucuz olması gibi sebepler tahılların hem Dünya’da hem de ülkemizde ticari olarak oldukça stratejik ve kritik bir konumda olmasını sağlamıştır (Elgün ve Ertugay 2011).

İnsan ve hayvan beslenmesinde temel gıda ve yem kaynağı olan tahılların tarımı, Dünya’nın her yerinde yapılmakta olup hasat edilen tahıllar işlem görmeden veya çeşitli işlem basamaklarından geçerek uzun süreler depolanmaktadır. Farklı iklim koşullarında üretilen ve hasat edilen tahılların üretim miktarlarının çok fazla olması nedeniyle kısa bir süre içerisinde tüketilememeleri ve savaş, doğal afet gibi durumlar için stok olarak muhafaza edilmeleri birçok depolama tekniğinin oluşmasına ve gelişmesine yol açmıştır. Tahılların miktarını ve biyolojik, teknolojik, besinsel ve ekonomik kalitelerini koruyacak şartlarda muhafaza etme işlemi, tahıl depolama olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2003).

Depolanacak tahılların uygun olmayan iklim koşullarında dahi iyi bir şekilde muhafaza edilmesi depo sıcaklığı ve bağıl nemi, tanenin su içeriği, solunum hızı, enzimatik aktivitesi, tanenin mekanik zarara uğraması, mikrobiyal faaliyet ve haşere faaliyeti gibi birçok faktöre bağlı olmaktadır. Uygun olmayan depo koşullarında nakliye edilen veya depolanan tahıllarda birçok problem meydana gelerek maddi kayıplar ile birlikte kalite kayıpları ve gıda güvenliği riskleri oluşmaktadır. Depolamanın iyi bir şekilde gerçekleşebilmesi için depolanacak ürünün fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri hakkında bilgi sahibi olunmalı, depolama şartları bilinmeli ve sürekli olarak kontrol edilmelidir (Erbaş vd. 2013). Bu şekilde yapılan depolamada tahılın, gıda, yem ve tohumluk kalitesi uzun süreler boyunca korunarak maddi kayıplar ve sağlık riskleri olabilecek en düşük seviyeye çekilecektir.

Yılın kısa bir döneminde hasat edilen ve depolanarak yıl boyu insan ve hayvan beslenmesinde ve endüstride yoğun olarak kullanılan mısırın, özellikle de yılın ikinci ürünü olarak hasat edildikten sonra depolanması ve nakliyesi sırasında maddi kayıplara ve sağlık problemlerine neden olan küflenme, böceklenme ve çimlenme gibi bozulmaların engellenmesi oldukça önemli bir konudur.

Her türlü gıdada olduğu gibi depolanacak olan mısırın da sağlam olması istenmekte ve mısırın iyi bir şekilde depolanabilmesi için; yabancı maddelerin ayrılması, havalandırma, kimyasal madde uygulaması ve sıcak hava, vakum, mikrodalga, radyo frekans, ultraviyole ve soğuk plazma gibi çeşitli kurutma yöntemleri uygulanmaktadır (Tang vd. 2000; Zheng vd. 2016).

Ancak bu metotların, özellikle kurutma yöntemlerinin depolanacak olan mısıra zarar vermesi, ilave gıda güvenliği riskleri oluşturması ve depolama maliyetini yükseltmesi gibi nedenlerle mısır depolamasında minimal bir yaklaşımla ürünün güvenliğini sağlayabilecek yeni yöntemlerin araştırılmasını gerektirmektedir.

Mısırların iyi bir şekilde depolanabilmesi için tane nem içeriğinin %14, silo atmosfer nispi nem değerinin ise %65'den düşük olması gerekmektedir (Posner ve Hibbs 2005; Elgün ve Ertugay 2015). Depolanmaya alınan mısırların tane nem içeriği kurutularak %14'ün altına düşürülse dahi bu değerler, solunum nedeniyle zaman içerisinde yükselerek havalandırma işlemine rağmen ürünün bozulmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle depolanan mısırların ve üzerindeki mikrofloranın solunum hızını yavaşlatarak su buharı üretmesini durdurmak veya yavaşlatmak depolanmış ürünün bozulmaya karşı güvenliği bakımından oldukça önemlidir. Bu yaklaşımla uzun yıllardır farklı gıdaların korunmasında kullanılan tuzun, depolanmış mısırın korunmasında da etkili bir şekilde kullanılabilmesi düşünülmüştür.

Bir tuz çözeltisine kısa bir süre daldırılan mısır taneleri su ile birlikte tuzu da yüzeyine ve kılcak yapılarına alacaktır. Fazlası giderilen kabuk üzerindeki az miktardaki tuzlu su, tanenin su içeriğini kritik seviye olan %14'ün üzerine çıkartmadan taneye difüze olurken tuz ise tane derinliklerine ilerleyemeyerek daha çok kabuk ve embriyo içerisinde kristalize olarak kalır, tanenin ve mikrofloranın solunumu üzerinde baskı oluşturacaktır. Mısırların tekrar kullanımı sırasında ise öğütme işlemi ile kabuk ve embriyo endospermden elde edilen mısır unundan ayrıldığı için de kullanılan tuzun insan beslenmesinde herhangi bir olumsuzluğa neden olmayacağı değerlendirilmiştir.

Bu amaçla araştırmada tane mısırlara tuz, 4 farklı konsantrasyonda (%0-kontrol, 10, 18, 26) tuz çözeltilerine 4 farklı sürede (10, 20, 40, 60 saniye) daldırma şeklinde uygulanarak mısırlar 8 ay boyunca depolanmıştır. Depolamada ilk 4 ay her ay son dört ay ise 2 ayda bir (0., 1., 2., 3., 4., 6., 8.) olmak üzere depolanan mısırların kalite özelliklerinin belirlenmesi için bazı kimyasal (su içeriği, su aktivitesi, pH, titrasyon asitliği, tuz, ham yağ, kül), fiziksel (bin tane ağırlığı, ağırlık kaybı, renk), mikrobiyolojik (toplam maya-küf) ve biyolojik (çimlenme oranı, böcek sayısı ve yenik tane) özellikleri analiz edilmiş olup tuz uygulanmamış mısırlar da ikincil bir kontrol olarak kullanılmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Dünya ve Türkiye’de Tahıl

İnsanoğlunun yaşamını sağlıklı bir şekilde devam ettirebilmesi hayvansal ve bitkisel kaynaklı gıdalardan eşit bir şekilde faydalanması ile mümkün olmakta ve bu hayvansal ve bitkisel kaynakların ülke içerisinde üretilip, işlenerek tüketilebilir duruma getirilmesi ülke ekonomisi bakımından önem arz etmektedir. İklim değişikliği, şehirleşme ve hızlı nüfus artışı gıda talebinin karşılanmasını zorlaştırmanın yanı sıra açlık ve gıda güvensizliği sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Son yıllarda artan bu gıda talebinin karşılanması amacıyla ülkeler tarımsal üretime yoğunlaşmıştır. Tarımsal ürünlerin başlıcalarından olan tahılların üretim, tüketim ve stok miktarları ve ihtiyaca bağlı olarak tahıl sektörü gün geçtikçe büyümüş, gelişmiş ve böylece tahıllar ekonomide büyük bir değer haline gelmiştir (Kumar ve Kalita 2017).

Ancak son zamanlarda gelişmekte olan ülkelerdeki en büyük problemlerden biri talebi ve üretimi artan bu tahılların hasat sonrasında miktar ve kalite kaybına uğramasıdır. Ülke ekonomisi için oldukça değerli olan tahılların hasat sonrasında taşıma ve depolama yöntemi, kurutma sıcaklık ve süresi gibi teknik nedenler, nem miktarı, tahıl zararlıları, mikrobiyal bulaşma gibi dış etkenler nedeniyle kaybedildiği bilinmektedir. Miktar ve kalitede gerçekleşen bu kayıp açlık sorunlarının yanı sıra insan gücü, gübre, koruyucu ilaçlar, sulama suyu gibi maliyeti yüksek girdilerin boşa harcanmasına bunların hepsi de tahıl fiyatlarının yükselmesine neden olmaktadır (Anonim 2011a).

İnsan tüketimi için üretilmiş olmasına rağmen bozulma nedeniyle tüketilemeyecek hale gelen gıda olarak tanımlanan, gıda kaybının engellenebilmesi için hasat sonrasında yeni çözümlerin üretilmesi gerekmektedir (Kumar ve Kalita 2017).

FAO’nun 2009 yılında yayınladığı bir rapora göre 2050 yılında Dünya nüfusunun 9.1 milyar olacağı tahmin edilmiş ve buna bağlı olarak da gıda üretiminin 2050 yılında günümüze göre %70 oranında artacağı öne sürülmüştür (Anonim 2009). Nüfusun ve gıda üretiminin bu oranlarda artacağı düşünüldüğünde nüfusun sağlığı ve refahı için üretilen bu gıdaların miktar ve kalite olarak herhangi bir kayba uğramadan tüketiciye ulaştırılması gerekliliğinin son derece önemli olduğu anlaşılmaktadır (Hodges vd. 2011).

Yüksek oranda karbonhidrat içeriği sebebiyle yüksek miktarda enerji sağlamaları, nötr tat ve aromada olmaları sebebiyle bıkkınlık duyulmadan tüketilmeleri ve kolay ulaşılabilir olmaları tahılların tüketimini, artan nüfusa da bağlı olarak sürekli arttırmış ve bu artış da endüstrideki tahıl işleme teknolojisinin gelişimine destek vermiştir (Elgün ve Ertugay 2011).

Tahılların Dünya’da ve Türkiye’de yıllara göre üretim, tüketim, kayıp ve stok miktarları çizelge 2.1 ve 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Dünya 2009-2018 yılları arasında bazı tahılların üretim, tüketim ve stok değerlerine ait veriler (Anonim 2018)

| | | Buğday | Arpa | Yulaf | Mısır | Çavdar | Pirinç | Toplam |
|---------|---------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 2009/10 | Üretim | 683.0 | 150.8 | 23.4 | 823.0 | 18.2 | 440.0 | 1812.0 |
| | Tüketim | 656.7 | 145.0 | 23.2 | 817.5 | 17.5 | 435.8 | 1777.0 |
| | Stok | 198.1 | 41.5 | 4.4 | 184.0 | 2.6 | 95.3 | 439.0 |
| 2010/11 | Üretim | 654.0 | 123.8 | 19.5 | 836.0 | 12.4 | 449.8 | 1774.0 |
| | Tüketim | 659.3 | 137.1 | 20.5 | 845.1 | 13.6 | 444.8 | 1798.0 |
| | Stok | 193.1 | 28.2 | 3.2 | 175.0 | 1.4 | 100.2 | 414.0 |
| 2011/12 | Üretim | 700.0 | 134.9 | 22.7 | 888.0 | 13.1 | 468.2 | 1879.0 |
| | Tüketim | 700.7 | 135.0 | 21.6 | 878.4 | 13.7 | 458.1 | 1862.0 |
| | Stok | 192.4 | 27.3 | 3.6 | 185.0 | 0.8 | 110.4 | 431.0 |
| 2012/13 | Üretim | 658.0 | 131.6 | 21.2 | 877.0 | 14.4 | 475.0 | 1829.0 |
| | Tüketim | 678.3 | 135.9 | 21.6 | 861.3 | 14.4 | 467.9 | 1841.0 |
| | Stok | 171.6 | 23.0 | 2.5 | 201.0 | 0.9 | 117.6 | 420.0 |
| 2013/14 | Üretim | 717.0 | 144.9 | 23.8 | 1002.0 | 16.8 | 479.0 | 2043.0 |
| | Tüketim | 696.6 | 141.1 | 22.4 | 948.3 | 16.0 | 479.1 | 1956.0 |
| | Stok | 191.6 | 26.7 | 3.0 | 254.0 | 1.7 | 117.5 | 506.0 |
| 2014/15 | Üretim | 730.0 | 144.4 | 23.0 | 1027.0 | 15.1 | 480.5 | 2092.0 |
| | Tüketim | 714.4 | 145.2 | 22.2 | 997.5 | 15.0 | 475.6 | 2045.0 |
| | Stok | 207.3 | 25.9 | 2.9 | 284.0 | 1.7 | 122.4 | 553.0 |
| 2015/16 | Üretim | 737.0 | 149.7 | 22.3 | 984.0 | 12.7 | 474.3 | 2058.0 |
| | Tüketim | 720.4 | 147.4 | 21.7 | 973.6 | 13.0 | 472.9 | 2013.0 |
| | Stok | 224.2 | 28.3 | 3.1 | 295.0 | 1.3 | 123.9 | 598.0 |
| 2016/17 | Üretim | 754.0 | 148.7 | 23.9 | 1088.0 | 12.9 | 486.8 | 2187.0 |
| | Tüketim | 737.9 | 147.3 | 23.9 | 1045.7 | 12.9 | 487.6 | 2126.0 |
| | Stok | 220.4 | 29.6 | 3.0 | 337.0 | 1.3 | 123.0 | 658.0 |
| 2017/18 | Üretim | 758.0 | 145.3 | 24.0 | 1045.0 | 13.0 | 486.2 | 2142.0 |
| | Tüketim | 741.7 | 147.1 | 24.0 | 1074.0 | 12.8 | 487.2 | 2152.0 |
| | Stok | 256.4 | 27.9 | 2.3 | 308.0 | 1.5 | 122.1 | 648.0 |

*Veriler milyon ton olarak verilmiştir

Çizelge 2.2. Türkiye 2009-2018 yılları arasında bazı tahıl üretim, tüketim ve kayıp değerlerine ait veriler (Anonim 2019)

| | | Buğday | Arpa | Yulaf | Mısır | Çavdar | Pirinç | Toplam |
|---------|---------|--------|------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 2009/10 | Üretim | 20.60 | 7.30 | 0.22 | 4.25 | 0.34 | 0.45 | 32.83 |
| | Tüketim | 16.96 | 5.62 | 0.21 | 5.15 | 0.29 | 0.74 | 28.36 |
| | Kayıp | 0.58 | 0.17 | 0.01 | 0.12 | 0.01 | 0.02 | 0.90 |
| 2010/11 | Üretim | 19.67 | 7.25 | 0.20 | 4.31 | 0.37 | 0.52 | 31.91 |
| | Tüketim | 18.19 | 6.51 | 0.21 | 5.25 | 0.35 | 0.56 | 30.62 |
| | Kayıp | 0.56 | 0.17 | 0.01 | 0.13 | 0.01 | 0.02 | 0.87 |
| 2011/12 | Üretim | 21.80 | 7.60 | 0.22 | 4.20 | 0.37 | 0.54 | 34.30 |
| | Tüketim | 19.61 | 7.04 | 0.22 | 5.11 | 0.37 | 0.73 | 32.53 |
| | Kayıp | 0.61 | 0.18 | 0.01 | 0.12 | 0.01 | 0.02 | 0.94 |
| 2012/13 | Üretim | 20.10 | 7.10 | 0.21 | 4.60 | 0.37 | 0.53 | 32.50 |
| | Tüketim | 19.38 | 7.27 | 0.21 | 5.76 | 0.37 | 0.60 | 33.11 |
| | Kayıp | 0.57 | 0.17 | 0.01 | 0.13 | 0.01 | 0.02 | 0.89 |
| 2013/14 | Üretim | 22.05 | 7.90 | 0.24 | 5.90 | 0.37 | 0.54 | 36.59 |
| | Tüketim | 20.46 | 7.37 | 0.23 | 6.65 | 0.36 | 0.67 | 35.14 |
| | Kayıp | 0.62 | 0.19 | 0.01 | 0.17 | 0.01 | 0.02 | 1.00 |
| 2014/15 | Üretim | 19.00 | 6.30 | 0.21 | 5.95 | 0.30 | 0.50 | 31.88 |
| | Tüketim | 20.12 | 7.35 | 0.21 | 6.83 | 0.31 | 0.75 | 35.03 |
| | Kayıp | 0.54 | 0.15 | 0.01 | 0.17 | 0.01 | 0.02 | 0.88 |
| 2015/16 | Üretim | 22.60 | 8.00 | 0.25 | 6.40 | 0.33 | 0.55 | 37.72 |
| | Tüketim | 18.80 | 7.06 | 0.25 | 5.91 | 0.32 | 0.78 | 32.48 |
| | Kayıp | 0.64 | 0.19 | 0.01 | 0.19 | 0.01 | 0.02 | 1.03 |
| 2016/17 | Üretim | 20.60 | 6.70 | 0.23 | 6.40 | 0.30 | 0.55 | 34.36 |
| | Tüketim | 18.76 | 7.06 | 0.22 | 7.07 | 0.30 | 0.78 | 33.56 |
| | Kayıp | 0.58 | 0.16 | 0.01 | 0.19 | 0.01 | 0.02 | 0.94 |
| 2017/18 | Üretim | 21.50 | 7.10 | 0.25 | 5.90 | 0.32 | 0.54 | 35.23 |
| | Tüketim | 18.19 | 7.40 | 0.25 | 7.80 | 0.32 | 0.80 | 34.13 |
| | Kayıp | 0.61 | 0.17 | 0.01 | 0.17 | 0.01 | 0.01 | 0.97 |

*Veriler milyon ton olarak verilmiştir

2.2. Tahıl Depolama

Tahıllar çevreleri ile etkileşime giren biyolojik maddelerdir. Bu nedenle hasat sonrası temizleme, kurutma, taşıma, nakledilme ve depolama işlemlerinin özenli ve tahıllara uygun bir şekilde yapılması gerekmektedir. Tahılların tarlada kuş, kemirgen ve böcek zararına ve hasatta kırılarak miktar kaybına uğramaması için hasat genellikle tahıllar yüksek nemde iken yapılabilir. Ancak bu nem içerikleri tahılların depolanmasındaki en büyük problem haline gelerek küflenme, kızışma ve çimlenme gibi sorunlara neden olabilmektedir. Yüksek nemde hasat edilen tahılların uzun süre güvenli bir şekilde depolanabilmesi için tahıl tanelerinin yaklaşık olarak %13 ila %15 nem içeriğine kadar kurutulması gerekmektedir. Kurutmanın hangi tip kurutucu ile ne

kadar şiddet ve sürede yapıldığı tahılın kalitesini önemli ölçüde etkileyen kritik bir noktadır (Kumar ve Kalita 2017).

Tahılların kurutulması geleneksel yöntemle güneş altında ya da mekanik olarak kurutucularla yapılabilmektedir. Geleneksel yöntem ile güneş altında kurutma işlemi tahılların kuş ve böcekler tarafından yenmesine ve taş, toprak gibi yabancı maddeler ile kirlenmesine neden olduğundan hem kalite hem de miktarda kayıplarına neden olabilmektedir. Mekanik kurutma ise kurutma sıcaklığının kontrolü ve dış etkenlere karşı daha korunaklı olması gibi avantajlarına karşın işletmeler için yatırım, bakım ve işletme maliyetlerinin yüksek olması ve bilgi eksikliği sebebi ile tahılların zarar görmesi gibi dezavantajlara da sahiptir (Alavi 2011; Kumar ve Kalita 2017).

Tahıllar silindir şekilli silolarda, yığın şeklinde ve düz yüzeyli depolama alanlarında depolanabilmektedirler. Depolama şekline depo materyalinin uygunluğu, deponun alabileceği yük miktarı ve tahılın serbest akışlı bir malzeme olduğu göz önüne alınarak karar verilmektedir. Tahıl işleme ve depolama tesislerinde tahıl, tesis boyunca helezon, kovalı, zincirli, pnömatik ve bant taşıyıcılar gibi farklı tipte taşıyıcılar ile bir yerden bir yere taşınmaktadır. Tane kalitesinin korunabilmesi için depoların ve bu taşıma sistemlerinin tahıl bütünlüğüne zarar vermeyecek şekilde düzenlenmesi ve temizliğinin yapılması oldukça önemlidir (Bucklin vd. 2019).

Günümüzde tahıllar, hasat edildikten sonra tahıl zararlısı, kemirgen, kuş ve küflere karşı korumada diğer yöntemlere göre daha başarılı olan metal silolarda depolanmaktadır. Ancak silolarda iyi bir şekilde depolama, depolama koşullarının tahıla uygun olması ve bu koşulların gelişen teknoloji ile sürekli olarak takip edilmesi ile mümkün olmaktadır (Anonim 2011a).

Dünyadaki tahılların yılda yaklaşık olarak %25'i küflenmekte ve dolayısıyla mikotoksin ile enfekte olarak besinsel ve ekonomik değerlerini kaybetmektedir. Küflenmeye başlamış olan tahılın bozulmasını engellemek oldukça zordur bu nedenle insan ve hayvan sağlığının korunması, ekonomik kayıpların engellenmesi amacıyla tahılın depolama öncesinde küflenmeyi önleyici işlemlere tabi tutulması gerekmektedir (Zheng vd. 2016).

2.3. Mısır

Dünya çapında en çok yetiştirilen tahıl ürünlerinden biri olan mısır (*Zea mays*), *Poaceae* familyasına ait tek yıllık bir bitkidir. Mısır tarımı genellikle ılıman bölgelerde yapılmaktadır ancak çeşitli tarımsal iklim bölgelerinde de yetiştirilebilmektedir. Birçok ülkede temel gıda kaynağı olan ve günlük diyetinde oldukça fazla yer kaplayan mısırın kullanım alanı ülkelere göre farklılık göstermektedir. Tüm Dünya'da üretilen mısırların yaklaşık olarak %21'inin gıda olarak tüketildiği tahmin edilmekte olup bunun yanı sıra mısırın birçok ülkede çoğunlukla hayvan yemi olarak kullanıldığı bilinmektedir. Mısır nişastası, maltodekstrinler, mısır yağı, mısır şurubu gibi ürünlerin hammaddesi olan mısırın son zamanlarda biyoyakıt üretiminde kullanımı da artmıştır (Anonim 2011b).

Hasat sırasındaki yüksek nem içeriği sebebiyle mısırın hasat sonrasında korunması diğer tahıllara kıyasla daha zordur. Kabuklu mısır tarlada %35 nem içeriğine ulaştığında fizyolojik olarak hasat olgunluğuna erişmiş olsa da birçok çiftçi mısırın nem

içeriği %28'in altına düşmeden hasat etmemektedir. Mısırın nem içeriğinin %20-22'ye düşmesi beklendikten sonra hasat edilmekte ve nem içeriği kurutma ile %15'e kadar düşürülen mısırlar depolamaya alınmaktadır. Mısırların yüksek nem içeriğinde hasat edilmesi ise kurutma işleminin süresini arttırmakta ve buna bağlı olarak kurutma maliyetlerinin yüksek olmasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra kurutma süresinin uzun olması veya erken hasat edilip kurutmanın yetersiz kalması küflenme için uygun koşulların oluşmasına sebep olabilmektedir. Yağmur sırasında hasat yapılması tanelerin küflenme ve çimlenmesi sorununa yol açarken hasadın geç olması ise mısırların tarlada uzun süre kalmasına neden olduğundan kuş, böcek ve mısır zararlılarına maruz kalma süresini uzatmakta aynı zamanda küflenme de meydana gelebilmektedir (Uhrig ve Maier 1992; Manandhar vd. 2018).

2.4. Mısır Depolama Sorunları

Mısırların depolanması veya nakliyesi sırasındaki uygun olmayan koşullar gözle görülür küflenmeye, böceklenmeye ve çimlenmeye neden olmakta ve bunlara bağlı olarak küf kokuları, mikotoksin oluşumu, renk bozulmaları, tane tekstürünün bozulması, ağırlık kaybı gibi tane yapısının bileşiminde meydana gelen bozulmalar görülmektedir. Tanenin duyuşal, besinsel ve endüstriyel kalitesini etkileyen bu bozulmalar mısırın fiyatını doğrudan etkilemekte ve pazarda tercih edilmesini azaltmaktadır (Sauer 1988).

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde tahılların depolanması sırasında küflenmesi sonucunda %5 ila %30, böcek zararına maruz kalması sonucunda %5 ve kemirgen zararına maruz kalması sonucunda %2 oranında kayba uğradığı bunun yanı sıra verimin %1 ila %30 oranında azaldığı tahmin edilmektedir (Rajendran 2002; Los vd. 2018).

Mısırın güvenli bir şekilde depolanabilmesi için yaklaşık olarak 0.7 su aktivitesi üst sınır değer olmalıdır. Yüksek nem içeriğine sahip bölgelerde mısırın küflenmesini ve böcekler tarafından zarara uğramasını engellemek oldukça zordur ve bunlarla ilgili önlemler hem depolamadan önce hem de depolama sırasında uygulanmalıdır. Depolamadan önce uygulanan kurutma işlemi hızlı bir şekilde yapılmalı ve mısır tanesinin hasara uğramamasına dikkat edilmelidir. Depolama sırasında mısırların küflenmesinin engellenebilmesi amacıyla farklı sıcaklık ve su aktivitesi değerlerinde kontrollü atmosfer şartları oluşturulmakta, esansiyel yağlar, antioksidanlar kullanılmakta ancak bu uygulamaların maliyetleri büyük ölçekli depolamalar için yüksek kalmaktadır (Chulze 2010).

Geleneksel depolama yöntemleri mısır gibi temel ve önemli gıda ürünlerini dış etkenlerden korumak için yetersiz kalmakta ve birçok zarara karşı tahılı savunmasız bırakarak hasat sonrasında tahılda %20 ila %30 arasında kayba neden olmaktadır. Küçük ölçekli üreticiler böyle durumlarda ürünlerini kısa bir sürede elden çıkarma yoluna gitmekte ancak büyük ölçekli üreticiler için bu mümkün olmamaktadır. Günümüzde miktar ve kalitede meydana gelen kayıpların önüne geçebilmek için mısırın dış etkenlerden olabildiğince az etkileneceği silindirik bir yapıda olan metal silolar tercih edilmektedir (Tefera vd. 2011a).

Yeni teknoloji ve ölçüm sistemleri ile desteklenen bu silolar her ne kadar depolanacak mısırları korumada geleneksel yöntemlere karşı oldukça avantajlı olsa da

canlılıklarını koruyan mısır tanelerinin metabolik fonksiyonları nedeni ile hasat sonrası depolama kayıplarının olduğu bilinmektedir. Mısır tanelerinin ancak uygun bir şekilde hasat edildikten sonra minimal işlemlerden geçirilip güvenilir metal silolara koyulması ile bu kayıpların önüne geçilebileceği düşünülmektedir.

Mısırın depolanması sırasında ortaya çıkabilecek başlıca sorunlar küflenme, böcek zararı ve çimlenme olarak sayılabilmektedir.

2.4.1. Küflenme

Tahıl tanelerinin mikrobiyal olarak kontamine olması genellikle küflenme problemine işaret etmektedir. Bunun sebebi tahıllarda bakteriyel kaynaklı bozulmalar oldukça nadir görülse dahi bu mikroorganizmaların patojen olmamasıdır. Tahıl tanelerinin küflenmesi tarla da dahil olmak üzere hasat sırası ve hasat sonrası, kurutma ve depolama aşamalarında gerçekleşebilmekte ve bu kontaminasyon toz, su, toprak, böcekler, kuşlar, kemirgenler, uygun olmayan ekipman ve kötü depolama gibi birçok olumsuz faktör tarafından desteklenmektedir (Los vd. 2018).

Yüksek sıcaklık ve yüksek bağıl nemde depolama işlemi de mısırların küflenmesine ve buna bağlı olarak da küflerin mikotoksin üreterek mısır tanelerinin toksin içermesine neden olmaktadır. Hasat sonrası depolama sırasında küflenmeyi engellemek, ekonomik kayıpları azaltmak ve insan ve hayvan sağlığını korumak yönünden depolamanın birincil problemi haline gelmiştir. Küflü tanelerin insan ve hayvan gıdası olarak kullanılması sonucunda küflerin ürettiği toksinler insanlarda kanser gibi ciddi rahatsızlıklara neden olurken hayvanların da birçok hastalığa yakalanmasına neden olmaktadır. Ek olarak küf; kuru madde kaybı, koku ve besin değeri kaybı gibi mikotoksinlerin yanı sıra başka problemler de oluşturmaktadır (Ono vd. 2002).

Sıcaklık, bağıl nem ve su aktivitesi tahılların mikrobiyal stabilitesine en çok etki eden faktörlerdendir. Mısırlar siloya aktarıldığında miktarlarının fazla olması sebebiyle silo içindeki hava kısmen hareketsiz kalmaktadır. Silo ortasındaki mısır tanelerinin sıcaklığı depolama başlangıcındaki sıcaklığa yakındır ancak silo cidarı ile temas halinde bulunan tanelerin sıcaklığı dış sıcaklığa göre değişebilmektedir. Silo dışındaki havanın soğuması ile silo cidarının sıcaklığı düşmekte ve yüksek nem ve bağıl nemde depolanan tahıllar silo içinde yoğunlaşmaya neden olmaktadır. Silo içinde yoğunlaşma olması ise damlaların taneler üzerine düşmesine ve 25°C ila 30°C arasında optimum gelişme gösteren küflerin oluşmasına neden olmaktadır. Depolamada en sık görülen küf türleri *Aspergillus*, *Penicillium* ve *Fusarium* cinslerine ait olan küf türleridir. Küflenmenin başlaması ile oluşan küf miselleri tanenin su içeriğini tane solunumundan daha fazla etkilemekte ve su içeriğinin daha fazla artmasına neden olmaktadır. Tane solunum hızının yani CO₂ üretiminin hızlıca yükseldiği nokta olarak bilinen kritik su içeriği değeri mısır taneleri için %13.8 olarak bilinmektedir. Kritik su içeriğinin aşılması ve küflenmiş bölgelerin sıcaklığının 2-3°C artması ile birlikte küflenme ve kötü koku artışı meydana gelmektedir. Silonun farklı bölge ve seviyelerindeki sıcaklık ve nem değerleri değişkenlik gösterdiğinden belirtilen kalite kayıplarının olmaması için değerler farklı aşamalarda sürekli kontrol edilmelidir. Tahılın böcek istilasına uğramaması ve küflenmemesi için taneden en az 5°C daha soğuk olan hava ile soğutulması ve bu

havanın silo içerisinden uzaklaştırılması bir çözüm olarak kullanılmaktadır (Elgün ve Ertugay 2011; Eeckhout vd. 2013).

Yüksek besin değeri ile çeşitli amaçlar için birçok alanda kullanılan ve ucuz nişasta kaynağı olan mısırın küflenmesi depolanma kalitesinin düşmesine ve miktar kayıplarına neden olduğundan tahıl endüstrisi açısından Dünya çapında bir sorun oluşturmaktadır. Bu nedenle küflenmenin engellenebilmesi amacı ile etilen ile muamele, ışınlama, mikrodalga ve modifiye atmosfer gibi birçok farklı yöntem depolanan birçok farklı üründe denenmiştir (Skandamis ve Nychas 2001; Gunterus vd. 2007; Mendez-Albores vd. 2014; Kanapitsas vd. 2015; Zheng vd. 2016).

Her bir yöntemin avantaj ve dezavantajı olmakla birlikte bu yöntemlerin veriminin düşük, maliyetlerinin yüksek olduğu ve ürünün kalitesini olumsuz etkilediği düşünüldüğünden farklı nem içeriğine (%12, 15, 17.9 ve 20.9) sahip mısırlara radyo frekans (RF) uygulaması denenmiştir. Çalışmada 6kW, 27.12MHz pilot ölçekli, sıcak hava sistemli RF sistemi kullanılmış ve 600g mısır örneği 10 torbaya ayrı ayrı paketlenmiştir. Mısır örnekleri hem hızlandırılmış depolama amacıyla 35°C'de 17 gün boyunca hem de ticari depolamaya uygun olması amacı ile 10°C'de 1 yıl boyunca depolanmıştır. Mısır tane merkezinin sıcaklığını yükseltmek için RF uygulamasının sıcak havaya göre daha az enerji ve zaman aldığı belirtilmiş ve çalışma sonunda kontrol grubu ile RF uygulanmış örnekler arasında nem içerikleri açısından önemli bir fark belirlenmiştir. Bunun yanı sıra 0. günde RF ile muamele edilmiş mısır numunelerinin nem içeriğinde kontrole kıyasla %1.6 oranında azalma görülmüştür. Sonuç olarak bu çalışmada RF ile muamele etme uygulamasının mısır örneklerinin kalitesinde önemli kayıplara neden olmadan küflenmeyi kontrol edebileceği rapor edilmiştir (Zheng vd. 2016).

2.4.2. Böceklenme

Haşere istilaları tarlada olabildiği gibi depolama sırasında da gerçekleşebilmekte ve Türkiye iklim özellikleri, coğrafik konumu ve ürün çeşitliliği sebebi ile Dünya'daki birçok böcek çeşidini barındırmaktadır. Depolanmış tahıllarda görülen böcekler tanelerin endosperm kısmından beslenerek tanenin tohumluk kalitesini ve ağırlığını düşürmekte, besin değerlerinde değişikliğe neden olarak ekonomik kayba uğramasına sebep olmaktadır. Böceklerin vücut kalıntıları ve salgıladıkları vücut sıvıları çeşitli sağlık sorunlarına; depo içindeki hareketlilikleri ise kızılganının, kötü kokunun, küflenmenin artmasına ve bu bozulmaların deponun farklı bölgelerine taşınmasına neden olmaktadır (Emekçi vd. 2015; Manandhar vd. 2018).

Depolamada tahıllara zarar veren böcekler için 25°C ila 35°C arasındaki sıcaklıklar elverişli koşulları oluşturmakta 13°C altındaki veya 40°C üstündeki sıcaklıklar ise böceklerin etkinliklerini azaltmakta veya ölmelerine neden olmaktadır (Fields 1992; Manandhar vd. 2018).

Tahıllara zarar veren böceklerden *Sitophilus zeamais* (mısır biti) ve *Sitophilus oryzae* (pirinç biti) zararlılarının depolanmış mısıra da zarar verdiği bilinmektedir. *Sitophilus zeamais* zararlısının mısırın depolanma kalitesine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada mısır biti kahverengi pirinçte tutulan stok kültürlerden (25±2°C'de ve

%75±10 bağıl nem) elde edilmiştir (Riudavets vd. 2018). Bu çalışma mısır bitinin pirinç ve mısırdaki yetişebildiğini pirinç bitinin de mısırdaki yetişebildiğini göstermektedir.

Boyları 2.5-4.0 mm arasında olan *Sitophilus oryzae* zararlılarının ergin olanların rengi kırmızımsı esmer ile kahverengi olabilmekte ve ağız kısımlarında beslenmelerini sağlayan uzun hortumlar bulunmaktadır. Larvalarında bacak gelişmemiş olup erginlerinde uçmayı sağlayıcı kanatlar mevcuttur ve bu kanatlar sayesinde yaz aylarında tarlada bulunan mısır tanelerine yumurta bırakabilmektedirler. Ergin zararlılar yumurtalarını mısır tanesinin embriyo kısmına yakın yerlerden açtıkları deliklere bırakmakta ve ergin dişi bu deliği vücut salgısı ile kapatmaktadır. Erginler 6-8 ay arasında yaşayabilmekte ve bu sürede en az 120 yumurta bırakmaktadır (Anonim 1995).

Tahıl işleme ve depolama fabrikalarında zararlıların mekanik olarak imha edilmesinde merkezkaç kuvveti ile zararlıların makina çeperlerine çarparak imha edilmesini sağlayan entolenter makinaları kullanılmakta ancak bu yöntem *Sitophilus oryzae* gibi zararlılarda etki göstermeyebilmektedir. Bunun yanı sıra düşük ya da yüksek sıcaklık, basınç, kontrollü atmosfer (%1'den düşük O₂, %60'dan yüksek CO₂ ve N₂) ve iyonize radyasyon uygulamaları kimyasal olarak imha edilmesinde ise kalıcı etkili pestisitler veya çoğunlukla fümigantlar tercih edilmektedir. Esansiyel uçucu yağların yanı sıra zararlılar ile mücadelede karbonil sülfid, karbon disülfid, etil format, etilen oksit, hidrojen siyanit, metil iyodad, metil izotiyosiyanat, sülfür diyoksit ve asetaldehit gibi çeşitli fümigantlar da kullanılabilir. Ülkemizde aktif maddesi metil bromit olan fümigantların kullanımının 2004 yılında yasaklanması ile birlikte mısır ambarlarında kalıcı etkili pestisit olarak malathion, fümigant olarak ise alüminyum fosfit (phostoxin) ve çoğunlukla fosfin gazı kullanılmaktadır. Fümigantların etkisinin kalıcı olmaması fümigasyon sonrasında tahılın yeniden böcek istilasına uğramasına ve bu başarısız fümigasyon böceğin direncinin gelişmesine neden olabilmektedir. Kalıcı etkili pestisitlerin ise depo yüzeyinde uzun süre kalması nedeniyle bu yöntem ile korunan depolarda etki süresi boyunca böcek istilası görülmemekte ancak kullanılan kimyasal maddelerin depo yüzeyinden tahıl tanelerine bulaşması olasılığı bulunmaktadır (Emekçi vd. 2015).

Tefera vd. (2011b) tarafından yapılan bir çalışmada 200g mısır başına 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 ve 50 adet tahıl zararlısı (*Prostephanus truncatus* ve *Sitophilus zeamais*) inoküle edilerek mısırlar 30, 60 ve 90 gün boyunca depolanmıştır. Farklı popülasyon yoğunluğuna sahip mısırlarda meydana gelen toz, tane hasarı, ve ağırlık kaybı karşılaştırılmıştır. *P. truncatus* yoğunluğu ve üretilen tahıl tozu depolama süresi boyunca artarken tanelerin ağırlığında kayıp oluşmuştur. *S. zeamais* zararlısının ürettiği toz miktarı ve tane ağırlığının azalışı önemli görülmemiş ancak taneye verdiği hasarın depolama boyunca hızla arttığı gözlenmiştir. Bu nedenlerle depolamada geleneksel yöntemlerin yerine yeni yöntemlerin kullanılması ve koruyucu önlemlerin alınması gerektiği belirtilmiştir.

2.4.3. Çimlenme

Tohumluk olarak kullanılacak olan tahıl tanelerinin çimlenmesinin tarlada gerçekleşmesi beklenmekte ve insan gıdası, hayvan yemi veya endüstride hammadde olarak kullanılacak olan tanelerin ise çimlenmesi bir bozulma olarak

nitelendirilmektedir. Tahıl tanelerinin depolama veya nakliye sırasında çimlenmesi birçok bozulma faktörü ile ilişkili olabilmekte ancak bunlardan en çok etki edenlerin sıcaklık ve nem olduğu bilinmektedir.

Türlere göre değişmekle birlikte ortamdaki nem miktarına da bağlı olarak mısır bitkilerinin 10°C ila 40°C arasında çimlenebildiği ancak çimlenme için optimum sıcaklığın 25°C olduğu rapor edilmiştir (Kırtok 1998; Dallar 2017). Çimlenme sırasında, endojen tohum enzimlerinin aktive olmasıyla tane bileşimindeki protein ve karbonhidratlar hidrolize edilerek fitokimyasallar gibi yeni hücre bileşenleri meydana gelebilmektedir (Wu vd. 2013). Depolanma sürecinde gerçekleşen çimlenme olayı böylece tane ağırlığının azalmasına ve dolayısıyla kalite ve miktarda ciddi kayıpların meydana gelmesine sebep olabilmektedir.

Mısırların depoda çimlenmesinin önlenmesi amacıyla uygulanan en yaygın yöntem sıcak hava ile kurutmadır. Kurutma işleminin tane türü ve su içeriğine uygun olarak yapılması ve su kaybetmesi ile kabuğu sertleşen tanede mekanik hasar ve stres çatlaklarının oluşmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir (Jittanit vd. 2010).

2.5. Mısır Depolama Yöntemleri

Tarım alanlarındaki artışın nüfus artışına oranla daha az olması hasat edilen ürünü daha kıymetli hale getirerek ürünün gıda güvencesi ve güvenliği riskleri oluşturmaması için doğru bir şekilde muhafazasını daha önemli hale getirmektedir. Son zamanlarda hayvan yemi olarak kullanımının da artması ile birlikte üretimi ve dolayısıyla depolanma miktarı da artan mısırın kalite özelliklerinin bu bozulmalara karşı korunabilmesi mısır talebini karşılamak adına oldukça önemli bir konu haline gelmiştir (Ferizli ve Ekmekçi 2010).

Hasat edildikten sonra farklı zamanlarda tüketilmek üzere genellikle metal silolarda depolamaya alınan mısır taneleri depolama süresi boyunca hem kendileriyle hem de dış etkenlerle etkileşim halindedir. Mısır tanelerinin solunumları, küf varlığı, böcek zararlıları, silo içi atmosferi, nem düzeyi ve koruyucu kimyasal maddeler gibi faktörler göz önünde bulundurularak kritik kontrol noktalarının belirlenmesi hasat sonrası bozulmayı önleme uygulamaları için gereklidir (Magan ve Aldred 2007).

Anankware vd. (2012) Gana Cumhuriyetindeki mısırın hasat sonrasında kemirgenler ve böcekler tarafından zarara uğraması ve küflenmesi sonucunda mısır kayıp oranlarının %50'ye ulaşması ile yeni depolama tekniklerinin uygulanması gerektiğini öne sürmüştür. Nüfusun %90'ı için en önemli ve temel gıda maddesi olan mısırın gıda güvencesi ve güvenliğini tehdit etmeyecek şekilde depolanabilmesi için kullanılan fümigant ve diğer kimyasal önleyicilerin bozulmayı engellemekte yetersiz kaldığı belirtilmiştir. Depolama boyunca canlılıklarını koruyan mısır tanelerinin solunum yaparak oksijeni tüketmesi ve solunum sonucunda karbondioksit ortaya çıkarmaları sebebi ile depo atmosferindeki oksijen miktarı tükenerek karbondioksit miktarı artacaktır. Hermetik depolama sistemleri dışarıdan oksijenin depo içine girmesini ve depo içindeki karbondioksitin dışarı çıkmasını engellediklerinden depo içindeki karbondioksit miktarı artacaktır. Karbondioksit oranının yükselmesi ile hava geçirmeyen, hermetik depolama yönteminin atmosfer şartlarının kontrol altında

tutulmasına ve özellikle *Prostephanus truncatus* ve *Sitophilus zeamais* zararlıların mısır üzerindeki bozucu etkilerini engelleyeceği düşünülmüştür.

Mısırların hermetik sistemde depolanmasının tane kalitesini koruduğunu öne süren başka bir çalışmada hava geçirimsiz metal silolarda mısır zararlısının ölüm oranının %100 olduğu ve aynı zamanda yavru yumurta ve pupaların da imha edildiği saptanmıştır. Mısırların hermetik depolanması sırasında küf varlığına rastlanmış olup bu küf varlığının mısırların nem içeriği ile ilgili olduğu, tanelerin nem içeriklerinin düşürülmesi ile küflenmenin de engellenebileceği belirtilmiştir (Bbosa vd. 2017).

Mısırın temel gıda maddesi olarak kullanıldığı Afrika bölgesinde çiftçiler mısırlarını geleneksel yöntemle depoladıklarında büyük kayıplar meydana geldiğini fark ettiklerinden yeni yöntemlere yönelmişlerdir. Mısırların polipropilen torbalarda muhafaza edilmesi yaygınlaşmaktadır ancak bu yöntem tahılı böceklerle karşı korumamaktadır. Metal silo veya hermetik depolamayı sağlayan sistemlerin hasat sonrası kayıpları azaltmada daha etkili olabileceği düşünülmektedir. Sistemlerin etkinliğini ölçmek amacıyla yapılan bir çalışmada böcek ilacı kullanılan ve kullanılmayan silolar ve polipropilen torbalar kullanılmıştır. Polipropilen torbalar her ne kadar tahıl zararlılarının kontrol edilmesini kısmen sağlasa da zararlılar tam olarak imha edilememiş ve torbalar zararlılar tarafından delinmiştir. Metal silolarda kullanılan böcek öldürücü fümigantlar ise böcek ölümlerinde ve tahılın ağırlığında önemli bir artış sağlamamıştır. Çalışma sonucunda büyük mısır kütlelerinin 6 ay boyunca depolanmasında ve zararlıların kontrol edilmesinde metal siloların en etkili yöntem olduğu ve mısırın kurutulmasının iyi yapılması durumunda depolamanın ilk 3 ayında kalite ve miktar kayıplarının düşük olacağı sonucuna varılmıştır (De Groote vd. 2013).

Depolama yöntemlerinin karşılaştırıldığı bir başka çalışmada hermetik metal silo, hermetik torba, hermetik olmayan polipropilen torbalarda pestisit kullanılan ve kullanılmayan mısırlar üzerinde yöntemlerin etkinlikleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda hermetik metal silo ve hermetik torbalar arasında önemli bir fark bulunmazken hermetik yöntemlerin hermetik olmayan yöntemlere göre mısırın tohumluk kalitesinin korunması, böcek gelişmesinin kontrol edilmesi ve tane ağırlığının korunmasında daha başarılı olduğu belirtilmiştir. Buna göre depolamanın çok yoğun olmadığı küçük işletmelerde hermetik yöntemin pestisit kullanılmasına gerek kalmadan mısırın güvenli bir şekilde depolanmasını sağlayacağı sonucuna varılmıştır (Chigoverah ve Mvumi 2016).

Abass vd. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada kontrol ve alüminyum fosfit uygulanan mısırlar, kapasitelerinin %90'ı kadar doldurulan hermetik metal silo ve hermetik plastik fiçilerde depolanmışlardır. Bunun yanı sıra mısır örnekleri polietilen ve polipropilenden üretilen Purdue geliştirilmiş mahsul saklama torbalarında (PICS) ve deltametrim ve pirimifos metil (actellic) içeren hermetik olmayan polipropilen torbalarda, kontrol olarak ise mısır hermetik olmayan polipropilen torbalarda depolanmıştır. Depolama 30 hafta sürmüş ve bu yöntemlerin karşılaştırılması amacı ile 6 haftada bir olmak üzere mısırdaki oluşan hasar kontrol edilmiştir. Hermetik depolama yöntemi ile depolanan mısırların depolama başlangıcında ortalama nem miktarı %12.5 iken depolama sonunda bu oran %13.5'e yükselmiştir. Sonuçlar değerlendirildiğinde hermetik depolama ile alüminyum fosfit ile muamele arasında önemli bir fark görülmemiştir. Deltametrim içeren ve hermetik olmayan polipropilen depolama yöntemi

böcek popülasyonunu kontrol edememiş ve tahıl zararı bu yönetime göre hermetik depolama ve fumigasyon yöntemlerinde daha düşük olmuştur. Tahılın zarar görmesinde tek başına hermetik depolama ile fosfin kullanılarak yapılan hermetik depolama arasında fark tespit edilememiştir. Deltametrin kullanılarak depolamanın dışındaki depolama yöntemlerinde 30 hafta sonunda mısırların çimlenme oranında herhangi azalma meydana gelmediği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda hermetik depolama tekniklerinin fosfin kullanılarak depolamaya göre depolama açısından daha uygun olduğu ancak hermetik depolamanın maliyetinin küçük ölçekli işletmeler için fazla olabileceği belirtilmiştir.

Depolanan ürünlere zarar veren böceklerin pestisit ilaçlarına dirençlerinin gelişmesi ve tüketicilerin bu pestisitlere karşı gıda güvenliği kaygıları nedeniyle tahıl depolamada haşere zararlılarına etki ettiği bilinen ozon uygulaması araştırılmıştır. Oksijenin allotropik hali olan ozon keskin bir kokuya sahip olup depolamada kullanılması ile mısır ve pirinç zararlıları gibi birçok tahıl zararlısına etki edebilmektedir. Ozon uygulamasının, mısır zararlısı dahil olmak üzere depolanmış ürün zararlılarını öldürebildiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Kells vd. 2001; Qin vd. 2003; Isikber ve Athanassiou 2015).

Ozonun geleneksel böcek ilaçlarına karşı etkili bir alternatif olduğu düşünülmekle birlikte uygulama için kullanılacak olan yöntem, ürünün ozona maruz kalma süresi, ozon konsantrasyonu ve zararlı türleri, sıcaklık gibi çevresel koşulların da göz önünde bulundurularak ozon ile ilgili çalışmaların artırılması gerektiği savunulmuştur. Mendez vd. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada depolanacak olan tahılın ozona maruz kalma süresinin artması ile birlikte üründe renk değişimi ve asidik koku gibi ürünün duyu kalitesini olumsuz etkileyebilecek sonuçların meydana geldiği ancak bu olumsuzlukların öğütme ve kabuk soyma gibi aşamalarda giderileceği düşünülmektedir. Ozonun farklı türlerdeki ürünlerin abiyotik faktörlerine karşı tepkisinin kesin olmaması sebebi ile küflere karşı etkinliğinin tutarlı olmadığı belirtilmiştir (Isikber ve Athanassiou 2015).

Modifiye atmosfer kullanılarak depolanan mısırdaki mısır zararlısının depolanan mısıra verdiği hasarın, nem içeriğine ve küflenmeye etkisinin araştırıldığı bir çalışmada 4 farklı koşul denenerek 17 haftalık bir depolama çalışması yapılmıştır. 25°C ve %80 bağıl nem koşullarında; kontrol olarak %16 nem içeriğinde mısır zararlısı ve aflotoksin bulundurmeyen, yalnızca aflotoksin bulunduran, hem mısır zararlısı hem aflotoksin bulunduran, %18 nem içeriğinde aflotoksin bulunduran mısır grupları plastik torbalara doldurulmuş ve havalandırılmalı cam kabinlere yerleştirilmiştir. Bunun yanı sıra değiştirilmiş atmosfer hem aflotoksin hem de tahıl zararlısı bulunduran %16 nem içeriğindeki mısırlarda denenerek vakumlu paketleme ünitesi yardımıyla %90 CO₂, %5 O₂ ve %5 N₂ ile doldurulmuş ve depo atmosferi bu şekilde değiştirilmiştir. 17 haftalık depolama sonunda tahıl zararlılarının olduğu depoda küflenmenin tahıl zararlısı olmayan depolara göre daha fazla olduğu, yalnızca aflotoksin ile muamele edilmiş mısırlarda toksin üretiminin desteklenmediği görülmüştür. Atmosferi değiştirilen plastik torbanın depolama boyunca CO₂ konsantrasyonu azalırken O₂ konsantrasyonunda önemli bir değişim gözlenmemiştir. Bunun yanı sıra normal depolama atmosferi ile değiştirilmiş atmosfer karşılaştırıldığında değiştirilmiş atmosfer uygulamasının mısır zararlısının aktivitesinde ve toksin üretiminde istatistiksel olarak önemli derecede bir azalmayı sağladığı görülmüştür. Yüksek nem içeriği de tahıl zararlısı olmadan toksin üretimine

etki etmezken, tahıl zararlısı olmasına rağmen değiştirilmiş atmosferde depolanan mısırlar ile tahıl zararlısı olmadan depolanan mısırların toksin seviyeleri aynı bulunmuştur (Riudavets vd. 2018).

Gıda sınıfı antioksidan grubundan olan bütillenmiş hidrokşianisol (BHA) ve propil paraben (PP) 100, 200 ve 500µg/g konsantrasyonlarında farklı su aktivitesine sahip (0.950, 0.980, 0.995) mısırlara uygulanmış ve bu antioksidanların depolanan mısır üzerindeki küflenmeye etkisi araştırılmıştır. Propil parabenin etkinliği bütillenmiş hidrokşianisoldan yüksek bulunmuş ve her iki antioksidan da 0.950 su aktivitesinde, 500µg/g konsantrasyonda küflere karşı en yüksek etkiyi göstererek tamamen inhibisyon sağlamıştır. Ancak her iki antioksidan da 0.980-0.995 su aktivitesi ile 100-200µg/g konsantrasyonda küf toksinlerine karşı etkisiz bulunmuş buna bağlı olarak da kullanılan antioksidanların küflenmeye karşı engelleyici etkilerinin mısırın su aktivitesi ve antioksidan konsantrasyonları ile ilgili olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra antioksidanların karışım halinde kullanılmasının küfler üzerinde daha etkili olacağı düşünülmüş, mısırlar hasat edildikten sonra bu karışımların sprey şeklinde mısırlara uygulanması ile küflenmenin büyük ölçüde engellenebileceği belirtilmiştir (Torres vd. 2003).

Yapılan bir çalışmada mısır depolanmasında kullanılan sentetik böcek öldürücülerinin insan sağlığını ve çevreyi olumsuz etkilediği düşüncesi ile sentetik kimyasallara alternatif sayılabilecek Küba kekiği (*Plectranthus amboinicus*) yaprakları mısır zararlılarına karşı biyopestisit olarak kullanılmıştır. Küba kekiği bitkisinin yapraklarından elde edilen esansiyel yağ 6 farklı konsantrasyonda (0, 5000, 10000, 15000, 20000 ve 25000ppm) direkt temas yoluyla ve 6 farklı konsantrasyonda (0, 50, 100, 150, 200 ve 250µL/L) gaz şeklinde (fumigasyon) kullanılmış olup 24 ila 168 saat boyunca bu esansiyel yağın mısır zararlısına karşı etkinliği ölçülmüştür. 25000ppm konsantrasyonunda direkt temas yoluyla 120 saatte ve 250µL/L konsantrasyonda fumigasyon ile 72 saatte %100 mortalite görülmüştür. Mısır zararlılarının mortalite oranının kullanılan esansiyel yağın konsantrasyonu ve maruz kalma süresi ile yakından ilişkili olduğu sonucuna varılmış ve küba kekiğinden elde edilen bu yağın mısır zararlısına karşı etkinliğinin güçlü olduğu sonucuna varılmıştır (Wanna ve Krasaetep 2019).

Mısır depolamada kullanılan yöntemler gözden geçirildiğinde mısırın küflenmesi ile oluşan bazı sekonder metabolitlerin yüksek sıcaklık uygulamalarında dahi tamamen yok edilmesinin mümkün olmadığı anlaşılmıştır. Bu nedenle mısırların depoya alınmadan ve küflenme başlamadan önce bozulmayı engelleyici uygulamalara maruz bırakılmasının tüketicide meydana gelecek hasarı engelleyebileceği düşünülmektedir. Bozulmayı engelleyici en büyük unsurun tane su içeriğinin buna bağlı olarak da su aktivitesi değerinin olduğu bilinmektedir. Su içeriğini düşürmek amacı ile yapılan sıcaklık ile kurutma uygulamaları mısırın kalitesini korumak yönünde işe yarar bir yöntem olarak sayılabilmekte ancak bu yöntemlere maruz bırakılan tanelerin çoğunlukla tohumluk olarak kullanılmadığı tespit edilmiştir. Başka bir yöntem olan ışınlamanın da tane kalitesini korumada uygun bir alternatif olduğu ileri sürülse de bazı ülkelerde tüketici endişeleri nedeniyle ışınlanmış gıdalar yasaklanmaktadır. Uçucu yağlar gibi doğal ürünlerin kullanımının küflenme gibi bozulmalarda etkili olduğu bilinmekte ancak fazla miktardaki mısır için uygulanabilirliği üzerinde çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Mohapatra vd. 2017).

2.6. Tuzun Gıda Korumada Kullanımı

Tarih boyunca insanlığın en temel problemi olan gıdaların korunabilmesi amacı ile birçok teknik ve yöntem geliştirilmiştir. Genel olarak gıdaların su aktivitesini azaltmak, gıdalara yüksek veya düşük sıcaklık uygulamak, organik ve inorganik asitlerin eklenmesi ile asitliğin artırılması, fermantasyon uygulaması, modifiye atmosfer paketlenme ve kimyasal koruyucuların uygulanması gibi yöntemler tek başlarına veya birlikte uygulanabilmektedir. Ancak her uygulamanın avantajının yanında gıdanın kalite ve miktar özelliklerini değiştiren dezavantajı da bulunmaktadır (Albarracín vd. 2011).

Tuz, çeşitli gıdaların mikrobiyolojik olarak korunarak raf ömrünün artırılması amacıyla kullanılan en eski gıda katkı maddelerinden biridir. Gıdaların su aktivitesini azaltması yoluyla mikrobiyal kaynaklı bozulmaları yavaşlattığı veya tamamen engellediği bilinen tuz, gıda maddesinden alınan lezzeti arttırdığından tarih boyunca yaygın bir şekilde kullanılmıştır (Akan vd. 2017).

Tuzun su aktivitesini düşürme ve lezzet artırıcı özelliklerinin yanı sıra ozmotik etkisi, gıdaların su tutma kapasitesini değiştirmesi, antioksidan özelliği ve enzimatik aktivite üzerine etkisi gibi özellikleri de tuzu gıda işleme ve korumada yaygın olarak kullanılan bir koruyucu haline getirmiştir. Tüm bunların yanı sıra tuz, gıdalarda doku, renk, tat ve aromanın gelişiminden sorumlu bazı enzimatik reaksiyonları engelleyip bazılarının ise oluşumuna katkıda bulunarak gıdaların karakteristik özelliklerinin oluşumuna yardımcı olmaktadır (Albarracín vd. 2011).

Son zamanlarda aşırı sodyum tüketiminin hipertansiyon ve kardiyovasküler hastalıklara neden olduğu endişesi ile işlenmiş gıdalardaki tuz oranlarını azaltma eğilimi artmıştır. Ancak birçok araştırma *Listeria monocytogenes* gibi patojenik etkiye sahip bakterilere ve birçok küf çeşidine karşı tuzun koruyucu etkisinin önemli olduğunu ve tuz kullanılmadığında bu mikroorganizmaların gıdalarda hayatta kalarak çoğalmalarına neden olabileceğini göstermektedir. Bunun yanı sıra sodyum klorürün diğer sodyum moleküllerini içeren bileşiklerden mikrobiyolojik kaliteyi koruma yönüyle daha etkili olduğu söylenmektedir (Taormina 2010; Ribeiro ve Destro 2014).

Bazı araştırmalar tuzun koruyucu etkisinin yalnızca gıdaların su içeriğini düşürme etkisinden kaynaklanmadığını bunun yanı sıra tuzda bulunan klor iyonunun toksik etki göstermesi ve ortamdan oksijenin uzaklaşması ile mikroorganizmaların CO₂'ye karşı duyarlı hale gelmesinin de etkili olduğunu ileri sürmektedir (Taormina 2010).

Günümüzde uzun depolama ve nakliye süreleri sonucunda mısırlar küflenme, böceklenme ve çimlenme gibi zararlanmalara uğramaktadır. Bu zararlanmalara karşı çok tercih edilmese de alternatif eksikliği nedeniyle tüketici sağlığını olumsuz etkileyebilen çeşitli kimyasal madde uygulamaları yapılabilmektedir. Bu nedenlerle bu araştırmada uzun yıllardır farklı gıdaların korunmasında kullanılan tuzun, kimyasal madde ile koruma yöntemlerine karşı alternatif ve minimal bir işlem olarak küflenme, böceklenme ve çimlenme zararlarına karşı tahılların depolanmasında da koruyuculuğunun araştırılması amaçlanmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışmada Antalya Organize Sanayi Bölgesinde faaliyet gösteren Selçuklu Un ve Yem fabrikasından temin edilmiş olan mısır örnekleri (DEKALB DKC5741) herhangi bir işleme tabi tutulmadan kullanılmış, farklı konsantrasyonlardaki tuz çözeltilerinin hazırlanmasında kullanılan tuz ise yerel marketlerden temin edilmiştir. Kimyasal ve mikrobiyolojik analizler için ise analitik saflıkta kimyasal maddeler (Merck ve Sigma, Almanya) kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Araştırma planı ve istatistiksel yöntemler

Araştırmada tane mısırlara tuz, 4 farklı konsantrasyondaki (%0-kontrol, 10, 18, 26) tuz çözeltilerine 4 farklı sürede (10, 20, 40, 60 saniye) daldırma şeklinde uygulanmış ve mısırların 8 ay depolanarak ilk 4 ay her ay son 4 ay ise 2 ayda bir (0., 1., 2., 3., 4., 6., 8.) kalite özelliklerinin belirlenmesi için bazı kimyasal (tuz, su içeriği, su aktivitesi, pH ve titrasyon asitliği, ham yağ, kül), fiziksel (bin tane ağırlığı, ağırlık kaybı, renk), mikrobiyolojik (toplam maya-küf), biyolojik (çimlenme oranı, böcek sayısı ve yenik tane) özellikleri analiz edilmiştir.

Araştırma; 4 farklı tuz konsantrasyonu ve 4 farklı daldırma süresi ile 4x4 faktöriyel deneme desenine göre 2 tekerrürlü olarak 8 aylık depolama süresi boyunca gerçekleştirilmiştir. Verilere varyans analizi ve önemli bulunan faktörlere Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır. Tüm istatistik hesaplamalar SAS istatistik programı (Cary, NC, ABD) ile gerçekleştirilmiş olup değerler ortalama \pm standart hata şeklinde düzenlenmiştir.

Konsantrasyonu 0 olan çözeltilere 0 saniye daldırma süresi kuru kontrol, 10, 20, 40 ve 60s daldırma süresi ise yaş kontrol olarak kullanılmıştır.

3.2.2. Tuz uygulaması

Deneme desenine uygun konsantrasyonlarda 25L hacmindeki tuz çözeltileri artırılmış su kullanılarak hazırlandıktan sonra 5L hacmindeki mısırlar (~ 4kg) denemede belirtilen sürelerce kendi tuz çözeltilerine daldırılarak tuz uygulaması yapılmıştır. Bu mısırlar 30dk boyunca ince tül torbalar içerisinde askıda bekletilerek üzerlerindeki kalıntı sıvı giderildikten sonra depo ortamına ışığın geçmesinin engellenmesi amacıyla çevresi alüminyum folyo ile kaplanmış 5L hacmindeki plastik kaplara alınmış ve depolama başlatılmıştır.



Şekil 3.1. Depolamada kullanılan mısırların farklı konsantrasyonlardaki tuz çözeltilerine farklı sürelerle daldırılma işlemi

3.2.3. Depolama

Uygun bir şekilde tuz uygulaması yapılmış ve fazla sıvısı giderilmiş olan mısırlar 5L hacmindeki alüminyum folyo ile kaplanarak ışık geçirmezliği engellenmiş plastik kaplara tam olarak doldurulduktan sonra ağızları hava geçirmez bir bez ile kapatılmıştır. Bu şekilde hazırlanmış olan kaplar içerisindeki mısırlar oda sıcaklığında karanlık bir ortamda 8 ay boyunca depolanmıştır. Oda sıcaklığı günlük olarak kayıt altına alınmış olup sıcaklığın ortalama $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ olduğu tespit edilmiştir.



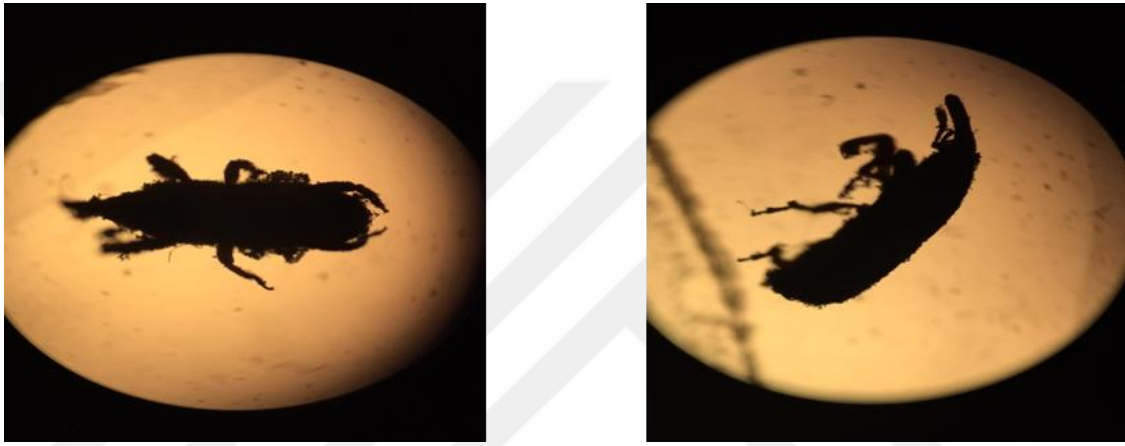
Şekil 3.2. Tuz uygulaması yapılan mısır örneklerinin depolanması

3.2.4. Böcek kontaminasyonu

Kilogram başına 5 adet zararlı olacak şekilde her bir kaba 20 adet (cinsiyet oranı yaklaşık 1:1) önemli bir depolanmış tahıl zararlısı olan *Sitophilus oryzae* (pirinç biti) ergin zararlısı ilave edilerek kapların ağzları hava geçirimli bir bez ile kapatılmıştır.

Sitophilus zeamais (mısır biti) zararlısının Türkiye’de yayılımının olmaması (Tunç ve Erler 2008) nedeniyle, bu araştırmada ülkemiz için önemli bir tahıl zararlısı olan ve tüm tahıl çeşitlerine zarar veren *Sitophilus oryzae* zararlısının kullanılması uygun bulunmuştur.

Çalışmada kullanılan *Sitophilus oryzae* zararlısı Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünden temin edilmiştir.



Şekil 3.3. Depolamada kullanılan *Sitophilus oryzae* zararlısı

3.2.5. Örnekleme

Depolamanın ilk 4 ayında her ay son 4 ayında ise her 2 ayda bir olmak üzere bir sonda yardımı ile depolama kabının çevresinden, merkezinden ve çevre ve merkezin ortasından ayrı ayrı 3 örnekleme yapılmış ve bu örnekler birleştirildikten sonra analizlerde kullanılmıştır.



Şekil 3.4. Yığın sondası ile örnekleme

3.2.6. Analiz yöntemleri

3.2.6.1. Kül tayini

Sabit tartıma getirilen krozeler oda sıcaklığına soğutulduktan sonra öğütülmüş mısır örneklerinden 2 gram tartılarak krozeler sıcaklığı 150°C olan kül fırınında 2 saat boyunca bekletilmiştir. Daha sonra kül fırının sıcaklığı 300°C'ye çıkarılarak örnekler 2 saat daha bu sıcaklıkta bekletilmiş ve son olarak fırının sıcaklığı 900°C'ye çıkarılarak örnekler 6.5 saat bekletilmiştir. Kül fırınının sıcaklığı 100°C'nin altına düştüğünde krozeler desikatöre alınarak oda sıcaklığına gelmesi beklenmiş ve örnekler tartılarak sonuçlar kurumadde bazında hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2013).

$$\text{Kuru ağırlıkta kül oranı (\%)} = \frac{\frac{m_2}{m_1} \times 100}{\text{örneğin \% kurumadde içeriği}} \times 100$$

m_1 : Tartılan örnek miktarı, g

m_2 : Örnekten yanma sonucu kalan kül miktarı, g

3.2.6.2. Ham yağ analizi

Sabit tartıma getirilmiş ekstraksiyon kartuşuna 7g öğütülmüş mısır örneği tartıldıktan sonra kartuşun ağzı örnek kaybını engellemek amacıyla bir pamuk ile tıkanmış ve kartuş ekstraktöre yerleştirilmiştir. Sabit tartıma getirilmiş olan 250mL hacmindeki yuvarlak dipli ekstrakt balonuna 200mL hekzan koyularak Soxhlet cihazına yerleştirilmiş ve ağzı tıraşlı olan balonun ucuna ekstraktör yerleştirilmiştir. Geri soğutucu aparatı ekstraktörün üst kısmına yerleştirildikten sonra ısıtma işlemi başlatılmıştır. Isınma başladıktan sonra hekzan kaynarak buharlaşmış ve geri soğutucu ile karşılaştığı noktalarda yoğunlaşarak kartuşun üzerine damlamıştır. Ekstraktörün bulunduğu hazne hekzan ile dolduktan sonra sifon gerçekleşmiş ve örnekteki yağ çözücü ile birlikte balona akmıştır. Örnekteki yağın tamamının

alınabilmesi için ekstraksiyona 6 saat boyunca devam edilmiş ve ekstraksiyon bitirildikten sonra balondaki hekzan uzaklaştırılarak kurumadde bazında hesaplama yapılmıştır (Cemeroğlu 2013).

$$\text{Ham yağ (\%)} = \frac{\text{Balondaki kalıntı ağırlığı, g}}{\text{Örnek miktarı, g}} \times 100$$

3.2.6.3. Tuz tayini

Mısır örnekleri öğütüldükten sonra 5g tartılarak üzerlerine 20mL damıtılmış su eklenmiş ve yatay karıştırıcı (IKA Rocker 2D Basic, China) ile 80rpm hızında 10dk boyunca karıştırılmıştır. Homojen hale gelen örnekler külsüz filtre kağıtları (Whatman 41) ile süzülerek elde edilen bu filtratlardan 5mL alınmış ve nötralizasyon için %1 konsantrasyondaki fenolftaleyn indikatörlüğünde 0.1N NaOH ile titrasyon yapılmıştır. Nötralizasyon işlemi sonrasında filtratlar K_2CrO_4 (potasyum kromat) indikatörlüğünde $AgNO_3$ (gümüş nitrat) ile titre edilmiş ve harcanan $AgNO_3$ miktarı kaydedilmiştir. Harcanan titrasyon çözeltisinin miktarı üzerinden % tuz miktarı aşağıdaki eşitliğe göre kuru madde üzerinden hesaplanmıştır (Cemeroğlu 2013).

$$\text{Tuz Miktarı (\%)} = V(f) \times (0.005844) \times (Sf) \times (100)$$

V: Titrasyonda harcanan 0.1N $AgNO_3$ miktarı, mL

f: 0.1N $AgNO_3$ çözeltisinin faktörü

Sf: Seyreltme faktörü

0.005844: 1mL 0.1N $AgNO_3$ çözeltisinin eşdeğer ağırlığı olan NaCl miktarıdır

3.2.6.4. Su içeriği analizi

Mısır örneklerinin su içerikleri AACC metoduna göre yapılmış olup analizde kullanılacak olan cam petripler $105^\circ C$ 'de 2 saat boyunca kurutularak sabit tartıma getirilmiştir. Sabit tartıma gelmiş olan petripler desikatöre alınarak oda sıcaklığına soğutulmuştur. Hassas terazide daraları alınan cam petrilere 10g mısır örneği tartılarak örnekler, $105^\circ C$ 'deki etüvde 48 saat boyunca tutularak kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan örnekler desikatöre alınarak oda sıcaklığına soğutulmuş ve hassas terazide tartılarak sonuçlar % ağırlık üzerinden hesap edilmiştir (Anonim 1961).

3.2.6.5. Su aktivitesi analizi

Mısır örneklerinin su aktivitesi değeri ise bir su aktivitesi tayin cihazı (Novasina LabSwift-aw, Switzerland) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.6.6. pH ve titrasyon asitliği analizi

Mısır örnekleri öğütüldükten sonra 5g tartılarak üzerlerine 45mL damıtılmış su eklenmiş ve bu karışım yatay karıştırıcıda (IKA Rocker 2D Basic, China) 20dk boyunca 80rpm hızında karıştırılarak homojenize edilmiştir. Daha sonra örnekler 10dk boyunca 5000rcf hızında santrifüj edilerek berrak kısımdan 30mL alınmış ve oda sıcaklığında

dijital bir pH metre (Hanna HI 2210, Romanya) ile örneklerin pH değerleri belirlenmiştir. Hazırlanan örneklerin titrasyon asitliği ise pH değeri 8.2 oluncaya kadar 0.1N NaOH ile fenolftaleyn indikatörü eşliğinde tayin edilmiş ve sonuçlar sülfirik asit cinsinden hesaplanmıştır (Mutlu vd. 2018).

$$\text{Titrasyon asitliği (\%)} = \frac{V \times f \times 0.004904 \times 100}{m}$$

V: Harcanan 0.1N NaOH miktarı, mL

f: Titrasyonda kullanılan baz çözeltisinin faktörü

0.004904: 1mL 0.1N NaOH çözeltisinin eşdeğer ağırlığı olan sülfirik asit miktarı

m: Titre edilen örneğin kuru ağırlığı, g

3.2.6.7. Bin tane ağırlığı

Yabancı maddeden ayrılmış olan mısırlardan 100 tane sayılarak tartılmış ve sonuç 10 ile çarpılarak kurumadde cinsinden ifade edilmiştir (Elgün ve Ertugay 2015).

3.2.6.8. Ağırlık kaybı

Mısır tanelerinin ağırlık kaybı depolama süresince her ay olmak üzere bin tane ağırlığı takip edilerek başlangıç ağırlığına oranla % olarak hesaplanmıştır.

3.2.6.9. Renk analizi

Mısır örneklerinin renk değerleri depolama süresi boyunca her örnekleme zamanında bir renk ölçer (Minolta CR 40, Konica Minolta, Japonya) kullanılarak ortalama L^* , a^* , b^* ve ΔE^* renk değerleri olarak ölçülmüş, renk ölçer her ölçümden önce beyaz plaka ile kalibre edilerek sonuçlar kaydedilmiştir (Pal ve Bhattacharjee 2018).

3.2.6.10. Toplam maya küf analizi

Mısır örneklerinden 10g tartılmış ve içlerinde 90mL ringer çözeltisi bulunan cam şişeler steril edildikten sonra örnekler bu cam şişelere aktarılmıştır. Örnekler steril ringer çözeltisinde 30dk boyunca bekletildikten sonra ondalık seyrelti hazırlamak amacı ile bu çözeltiden 1mL alınmış ve içlerinde 9mL ringer çözeltisi bulunan ve steril edilmiş cam tüplere aktarılmıştır. Seyreltme oranının yeterli gelmemesi durumunda bu cam tüplerden 1mL alınarak içlerinde 9mL steril ringer çözeltisi bulunan cam tüplere tekrar aktarılmıştır. Hazırlanmış olan potato dexrose agar (PDA) steril edildikten sonra 45°C'ye soğutulmuş ve pH değerinin 3.5 değerine gelmesi için tartarik asit ilave edilmiştir. Asitliği ayarlanmış olan agardan steril petri kaplarına 15mL aktarılıp agar katılaştıktan sonra her bir dilüsyondan 0.1mL alınarak steril petri kaplarına drigalski spatülü ile yayılmıştır. Petri kapları ters çevrilerek 22-25°C'de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. Inkübasyon sonunda petri kaplarındaki koloniler sayılarak seyreltme faktörü ile çarpılmış ve maya küf sayıları logaritmik ortalama olarak verilmiştir (Anonim 1999b).

3.2.6.11. Çimlenme oranı analizi

Her bir örnek grubundan rastgele 50 mısır tanesi seçilmiş ve kaba filtre kağıdının üzerine yatayda 5 dikeyde 10 mısır tanesi olarak tanelerin embriyo kısımları aynı yöne bakacak şekilde dizilmiştir. Belirli aralıklarla dizilen mısır tanelerinin üzerine taneleri ve filtre kağıdını ıslatacak şekilde damıtılmış su püskürtülmüş ve filtre kağıdı her bir dikey sıranın sonundan katlanmıştır. Kaba filtre kağıdının üstü çimlenme süresi boyunca mısırların nemli kalmasını sağlamak için yağlı kağıt ile örtülmüştür. Alt ve üst kısımlarından bağlanan düzenek 7 gün boyunca karanlık bir ortamda oda sıcaklığında bekletilmiş ve 7 gün sonunda çimlenmiş tane sayısı kaydedilerek çimlenme oranı % olarak ifade edilmiştir (Akinuoye ve Modi 2015).

3.2.6.12. Böcek sayısı analizi

Sonda ile alınan örnekler beyaz bir zemine serildikten sonra ölü ve canlı *Sitophilus oryzae* zararlısı sayılarak belirlenmiş sonuçlar kilogram örnek başına adet olarak hesaplanmıştır (Tunç ve Erler, 2008).

3.2.6.13. Yenik tane analizi

Sonda ile alınan örnekler beyaz bir zemine serildikten sonra yenik taneler ayrılarak tartılmış ve sonuçlar toplam örneğe oranla % olarak hesaplanmıştır (Tunç ve Erler 2008).



Şekil 3.5. Örneklemede karşılaşılan mısır taneleri **a)** sağlam tane, **b)** mekanik zararlı tane, **c)** böcek zararlı tane

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Depolamada Kullanılan Mısıra Ait Analiz Sonuçları

Çizelge 4.1. Depolamada kullanılan mısır örneğine ait veriler (I. ve II. tekerrür)

| Özellik | 1.Tekerrür | 2.Tekerrür |
|--|------------|------------|
| Su içeriği (%) | 11.39 | 11.35 |
| Su aktivitesi | 0.514 | 0.506 |
| Tuz (%) | 0.17 | 0.17 |
| Titrasyon asitliği (% H ₂ SO ₄) | 0.18 | 0.17 |
| pH | 6.22 | 6.19 |
| Kül (%) | 1.19 | 1.17 |
| Yağ (%) | 2.76 | 2.89 |
| Bin tane (g) | 255.35 | 262.93 |
| Çimlenme oranı (%) | 100.00 | 100.00 |
| <i>L</i> * | 66.43 | 65.67 |
| <i>a</i> * | 12.81 | 12.75 |
| <i>b</i> * | 30.56 | 31.17 |
| ΔE^* | 34.89 | 43.39 |

Depolamada kullanılan mısırların tuz uygulaması yapılmadan önceki su içeriği değerlerinin (%11.39 ve %11.35) mısırın depolama için kritik su içeriği olan %13.8'den daha düşük olduğu belirlenmiştir (Elgün ve Ertugay 2011). Çizelge 4.1 incelediğinde depolamada kullanılan mısır örneklerinin su içeriği ve diğer fiziksel ve kimyasal özelliklerinin depolamaya uygun ve literatürle de uyumlu olduğu değerlendirilmiştir.

Farklı araştırmalarda mısırların su içeriğinin %8.9, kül içeriğinin %1.68, ham yağ içeriğinin %4.48, bin tane ağırlığının 102-310g arasında değiştiği ve *L**, *a** ve *b** değerlerinin ise sırasıyla 63.39, 12.69 ve 31.13 olduğu rapor edilmiştir (Velu vd. 2006; Sandhu vd. 2007; Karaboğa 2019).

4.2. Depolama için Tuz Uygulaması Yapılan Mısırların Tuz İçerikleri

Çizelge 4.2. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin tuz içeriklerine (%) ait veriler (I. ve II. tekerrür)

| Konsantrasyon (%) | Daldırma süresi (s) | | | | |
|-------------------|---------------------|------|------|------|------|
| | 0 | 10 | 20 | 40 | 60 |
| 0* | 0.17 | 0.23 | 0.20 | 0.20 | 0.25 |
| | 0.17 | 0.20 | 0.20 | 0.21 | 0.25 |
| 10 | 0.17 | 0.88 | 1.12 | 1.20 | 1.07 |
| | 0.17 | 1.89 | 1.00 | 1.26 | 1.13 |
| 18 | 0.17 | 1.25 | 1.50 | 1.70 | 1.64 |
| | 0.17 | 1.43 | 1.44 | 1.32 | 1.62 |
| 26 | 0.17 | 1.69 | 1.82 | 2.10 | 2.26 |
| | 0.17 | 1.83 | 1.94 | 2.34 | 2.07 |

*Konsantrasyonu 0 olan tuz çözeltisine 0 saniye daldırma süresi kuru kontrol, 10, 20, 40 ve 60s daldırma süresi ise yaş kontrol olarak kullanılmıştır.

Çizelge 4.3. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin tuz içeriklerine ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon kaynağı | SD | KO | F |
|-------------------|----|------|----------|
| Konsantrasyon | 3 | 3.77 | 516.55* |
| Daldırma süresi | 4 | 1.77 | 243.01** |
| Hata | 20 | 0.01 | |

*0.01<p<0.05, **p<0.01

Çizelge 4.4. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin tuz içerikleri (%) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata)

| Konsantrasyon (%) | N | Tuz içeriği (%) | | |
|---------------------|----|-------------------|-------|------|
| 0 | 10 | 0.21 ^d | \pm | 0.01 |
| 10 | 10 | 0.89 ^c | \pm | 0.13 |
| 18 | 10 | 1.23 ^b | \pm | 0.18 |
| 26 | 10 | 1.66 ^a | \pm | 0.25 |
| Daldırma süresi (s) | N | | | |
| 0 | 8 | 0.17 ^c | \pm | 0.00 |
| 10 | 8 | 1.09 ^b | \pm | 0.23 |
| 20 | 8 | 1.15 ^b | \pm | 0.24 |
| 40 | 8 | 1.29 ^a | \pm | 0.28 |
| 60 | 8 | 1.29 ^a | \pm | 0.27 |

Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı tuz içeriklerine ait I. ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.2’de, bu verilere uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre örneklerin tuz içerikleri üzerine tuz çözeltisi konsantrasyonu ve daldırma süresinin önemli ($p<0.01$) düzeyde bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre uygulanan tuz çözeltilerinin artan konsantrasyon ve daldırma sürelerinin örneklerin tuz içeriği üzerine arttırıcı yönde etki yaptığı belirlenmiştir. Bu etkinin çözeltideki artan tuz konsantrasyonunun mısır tanelerine tuzun daha fazla nüfuz etmesinden ve artan süre ile birlikte tanelerin daha fazla tuz çözeltisine maruz kalmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Tuz, gıdaların mikrobiyal ve kimyasal stabilitelerini koruyarak duyuşal özelliklerini geliştirmesi nedeniyle bir gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Çözeltilerin konsantrasyonu tuz uygulamasının süresini belirlediğinden bu çözeltilerin doygun olması uygulamada süre açısından avantaja neden olmaktadır. Ancak tuz ile korunacak gıdanın tuzu hücrelerine alma oranı doğrudan ürünün ağırlık değişimini ve işlemlerini etkilemekte bu nedenle tuzun gıdaya hangi yöntemle (kuru, vakum, daldırma, püskürtme) uygulanacağı bu noktada önem kazanmaktadır (Chiralt vd. 2001).

4.3. Depolama Analizleri

4.3.1. Kimyasal analiz sonuçları

4.3.1.1. Örneklerin su içeriği üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi

Çizelge 4.5. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı su içeriğine (%) ait veriler (I. ve II. tekerrür)

| Konsantrasyon (%) | Daldırma süresi (s) | Depolama süresi (ay) | | | | | | |
|-------------------|---------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 |
| 0 | 0 | 11.39 | 11.21 | 10.70 | 10.67 | 10.62 | 11.52 | 11.53 |
| | | 11.35 | 10.91 | 11.94 | 10.57 | 10.49 | 11.05 | 11.56 |
| | 10 | 15.32 | 13.67 | 13.22 | 12.79 | 15.97 | 13.72 | 14.69 |
| | | 15.54 | 14.08 | 13.09 | 12.63 | 13.23 | 13.65 | 14.58 |
| | 20 | 15.99 | 14.20 | 13.24 | 12.77 | 14.28 | 14.05 | 15.40 |
| | | 16.08 | 13.56 | 13.44 | 13.11 | 14.10 | 14.73 | 16.99 |
| | 40 | 16.60 | 14.53 | 13.98 | 13.40 | 15.31 | 14.85 | 15.58 |
| 16.66 | | 14.79 | 14.01 | 13.64 | 15.30 | 14.89 | 15.61 | |
| 60 | 17.00 | 14.41 | 14.10 | 13.34 | 14.62 | 13.95 | 15.02 | |
| | | 17.07 | 14.63 | 14.23 | 13.66 | 15.25 | 15.05 | 14.91 |
| 10 | 0 | 11.39 | 11.21 | 10.70 | 10.67 | 10.62 | 11.52 | 11.53 |
| | | 11.35 | 10.91 | 11.94 | 10.57 | 10.49 | 11.05 | 11.56 |
| | 10 | 15.04 | 13.12 | 12.62 | 12.59 | 13.19 | 13.22 | 15.38 |
| | | 15.05 | 13.15 | 12.96 | 12.89 | 13.69 | 13.55 | 18.78 |
| | 20 | 14.75 | 13.40 | 11.84 | 12.99 | 13.86 | 13.54 | 15.33 |
| | | 15.17 | 13.55 | 12.84 | 12.74 | 13.94 | 13.70 | 15.62 |
| | 40 | 15.37 | 13.58 | 12.95 | 12.60 | 13.45 | 13.76 | 15.38 |
| 15.39 | | 13.64 | 12.95 | 13.02 | 13.94 | 13.53 | 14.95 | |
| 60 | 15.79 | 13.89 | 14.41 | 13.14 | 14.03 | 13.95 | 16.11 | |
| | | 15.54 | 13.83 | 12.37 | 13.25 | 14.56 | 14.81 | 15.92 |
| 18 | 0 | 11.39 | 11.21 | 10.70 | 10.67 | 10.62 | 11.52 | 11.53 |
| | | 11.35 | 10.91 | 11.94 | 10.57 | 10.49 | 11.05 | 11.56 |
| | 10 | 14.14 | 12.56 | 12.36 | 12.38 | 12.91 | 13.07 | 14.48 |
| | | 14.02 | 12.31 | 12.29 | 12.35 | 12.97 | 13.29 | 14.97 |
| | 20 | 14.39 | 12.88 | 12.58 | 12.48 | 13.07 | 13.48 | 15.47 |
| | | 14.17 | 12.63 | 12.34 | 12.31 | 13.17 | 13.80 | 16.26 |
| | 40 | 14.92 | 13.19 | 12.57 | 12.45 | 13.17 | 13.61 | 14.79 |
| 14.57 | | 12.79 | 12.79 | 12.54 | 12.85 | 13.49 | 15.63 | |
| 60 | 14.78 | 12.99 | 13.02 | 12.73 | 13.51 | 13.71 | 14.58 | |
| | | 14.82 | 13.16 | 12.61 | 12.41 | 13.27 | 14.25 | 16.15 |
| 26 | 0 | 11.39 | 11.21 | 10.70 | 10.67 | 10.62 | 11.52 | 11.53 |
| | | 11.35 | 10.91 | 11.94 | 10.57 | 10.49 | 11.05 | 11.56 |
| | 10 | 13.66 | 12.14 | 11.85 | 12.30 | 12.77 | 12.92 | 14.00 |
| | | 13.81 | 12.48 | 12.01 | 12.32 | 12.74 | 13.30 | 15.61 |
| | 20 | 13.75 | 12.34 | 12.08 | 11.98 | 12.45 | 12.56 | 13.55 |
| | | 14.10 | 12.72 | 11.93 | 12.64 | 12.78 | 13.15 | 14.45 |
| | 40 | 14.46 | 12.69 | 12.36 | 12.27 | 13.00 | 13.12 | 14.96 |
| 14.36 | | 12.64 | 12.00 | 12.27 | 12.78 | 12.98 | 14.38 | |
| 60 | 14.50 | 12.78 | 12.12 | 12.31 | 12.97 | 13.01 | 14.19 | |
| | | 14.29 | 12.51 | 12.13 | 12.09 | 12.71 | 12.48 | 14.03 |

Çizelge 4.6. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı su içeriğine ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon kaynağı | SD | KO | F |
|-------------------|-----|-------|----------|
| Konsantrasyon | 3 | 19.68 | 51.88** |
| Daldırma süresi | 4 | 80.63 | 212.52** |
| Depolama süresi | 6 | 29.41 | 77.51** |
| Hata | 266 | 0.38 | |

*0.01<p<0.05, **p<0.01

Çizelge 4.7. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı su içeriği ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata)

| Konsantrasyon (%) | N | Su içeriği (%) | | |
|----------------------|----|---------------------|-------|------|
| 0 | 70 | 13.86 ^a | \pm | 0.21 |
| 10 | 70 | 13.43 ^b | \pm | 0.19 |
| 18 | 70 | 13.00 ^c | \pm | 0.16 |
| 26 | 70 | 12.63 ^d | \pm | 0.13 |
| Daldırma süresi (s) | N | | | |
| 0 (Kontrol) | 56 | 11.11 ^d | \pm | 0.06 |
| 10 | 56 | 13.53 ^c | \pm | 0.17 |
| 20 | 56 | 13.66 ^{bc} | \pm | 0.16 |
| 40 | 56 | 13.88 ^{ba} | \pm | 0.16 |
| 60 | 56 | 13.98 ^a | \pm | 0.16 |
| Depolama süresi (ay) | N | | | |
| 0. | 40 | 14.30 ^a | \pm | 0.27 |
| 1. | 40 | 12.83 ^c | \pm | 0.18 |
| 2. | 40 | 12.50 ^d | \pm | 0.15 |
| 3. | 40 | 12.28 ^d | \pm | 0.15 |
| 4. | 40 | 13.01 ^{cb} | \pm | 0.23 |
| 6. | 40 | 13.19 ^b | \pm | 0.18 |
| 8. | 40 | 14.50 ^a | \pm | 0.27 |

Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı su içeriğine ait I. ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.5’de, bu verilere uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6’da ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre örneklerin su içeriği üzerine tuz çözeltisi konsantrasyonu, daldırma süresi ve depolama süresinin önemli ($p<0.01$) bir düzeyde etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre uygulanan tuz çözeltilerinin artan konsantrasyonunun örneklerin su içeriği üzerine azaltıcı bir etki yaptığı belirlenmiştir. Bu etkinin çözeltideki artan tuz konsantrasyonunun koligatif etkisi nedeniyle su moleküllerinin tuzla birlikte kalmasını sağlayıp tane içerisine difüze olmasını zorlaştırmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Artan daldırma süresinin ise örneklerin su içeriği üzerine arttırıcı bir etki yaptığı tespit edilmiştir. Bu etkinin mısır tanelerinin çözelti içerisinde daha uzun süre suya maruz kalmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Depolama süresinin ise örneklerin su içeriği üzerine değişken bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu değişken etkinin ise her ne kadar örnekler laboratuvar ortamında depolanmış olsalar da iklimsel değişikliklerden kaynaklandığı düşünülerek; Şubat-Mayıs ayları arasında tanelerin su içeriğindeki azalışın mısır tanelerinin ve tanelerdeki mikroorganizma ve böceklerin solunum hızı üzerine görece düşük sıcaklığın etkisi nedeniyle daha az su oluşmasından ve Mayıs-Ekim ayları arasında tanelerin su içeriğindeki artışın ise görece yüksek sıcaklığın etkisi nedeniyle artan solunum hızına bağlı olarak daha yüksek miktarda su buharının oluşmasından kaynaklandığı şeklinde değerlendirilmiştir. Bu durum büyük oranda solunum nedeniyle meydana gelmiş olan ağırlık kaybı çizelgesindeki (Çizelge 4.22) değerlerden de anlaşılabilir.

Depolama işleminin yapıldığı iklim özellikleri değiştikçe tane su içeriği değerlerinin de dış sıcaklık ve bağıl neme göre değişkenlik gösterdiği bilinmektedir (Mohapatra vd. 2017). Mısır üreticileri ikinci hasattan sonra %16-18 su içeriğinde olan mısırları soğuk sonbahar ve kış aylarında birkaç ay depoladıktan sonra ilkbahar-yaz mevsimleri gelmeden önce kullanıma sunmak istemektedirler. Bunun sebebi ise mısır tanelerinin su içeriklerinin %14 olması ile depolamadaki küf gelişimi için uygun koşullar oluşacak ve solunumun da etkisiyle küflenmeye başlayan mısır tanelerinin su içeriği ve sıcaklığı sürekli olarak artacaktır. Bu değerlerin artması ile başlayan küflenme olayı ise kısa sürede deponun diğer bölgelerindeki sağlam mısırın da küflenmesine neden olarak tane su içeriğini daha fazla arttıracaktır (Christensen 1971; Reed vd. 2007).

Yapılan bir çalışmada ise oda sıcaklığında depolanan mısırların su içeriklerinin depolama süresi boyunca azaldığını ve bu azalışın ilk olarak mısır kabuklarında daha sonra ise tane içlerinde meydana geldiği rapor edilmiştir (Wang vd. 2019).

Farklı çuval materyallerinin mısırın depolanma kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada su içeriği %12.5 olan mısırlar kullanılmış ve 2 aylık depolama sonunda polipropilen torbalarda depolanmış mısırların su içeriği %15.64 olarak tespit edilirken purdue geliştirilmiş mahsul saklama torbalarında (PICS) depolanmış mısırların su içerikleri %12.74 olarak bulunmuştur. Polipropilen torbalardaki mısırların su içeriğindeki bu artışın purdue geliştirilmiş torbalarda depolanan mısıra göre önemli derecelerde daha fazla aflotoksine neden olduğu rapor edilmiştir (Afzal vd. 2017).

4.3.1.2. Örneklerin su aktivitesi üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi

Çizelge 4.8. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı su aktivitesine ait veriler (I. ve II. tekerrür)

| Konsantrasyon (%) | Daldırma süresi (s) | Depolama süresi (ay) | | | | | | | |
|-------------------|---------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | |
| 0 | 0 | 0.514 | 0.463 | 0.514 | 0.516 | 0.540 | 0.571 | 0.571 | |
| | | 0.506 | 0.455 | 0.478 | 0.499 | 0.531 | 0.567 | 0.564 | |
| | 10 | 0.760 | 0.616 | 0.633 | 0.592 | 0.630 | 0.660 | 0.731 | |
| | | 0.765 | 0.648 | 0.610 | 0.589 | 0.623 | 0.640 | 0.736 | |
| | 20 | 0.785 | 0.666 | 0.601 | 0.607 | 0.654 | 0.668 | 0.755 | |
| | | 0.795 | 0.659 | 0.602 | 0.612 | 0.711 | 0.695 | 0.814 | |
| | 40 | 0.696 | 0.702 | 0.621 | 0.639 | 0.693 | 0.717 | 0.775 | |
| | | 0.697 | 0.703 | 0.609 | 0.641 | 0.686 | 0.725 | 0.772 | |
| | 60 | 0.680 | 0.693 | 0.625 | 0.636 | 0.693 | 0.685 | 0.750 | |
| | | 0.701 | 0.702 | 0.633 | 0.645 | 0.686 | 0.703 | 0.726 | |
| | 10 | 0 | 0.514 | 0.463 | 0.514 | 0.516 | 0.540 | 0.571 | 0.569 |
| | | | 0.506 | 0.455 | 0.478 | 0.499 | 0.531 | 0.567 | 0.564 |
| | | 10 | 0.727 | 0.651 | 0.602 | 0.580 | 0.634 | 0.635 | 0.733 |
| | | | 0.719 | 0.610 | 0.591 | 0.593 | 0.625 | 0.648 | 0.751 |
| 20 | | 0.723 | 0.615 | 0.567 | 0.595 | 0.637 | 0.645 | 0.733 | |
| | | 0.737 | 0.614 | 0.577 | 0.591 | 0.654 | 0.649 | 0.743 | |
| 40 | | 0.739 | 0.609 | 0.584 | 0.586 | 0.643 | 0.640 | 0.740 | |
| | | 0.743 | 0.609 | 0.586 | 0.600 | 0.648 | 0.639 | 0.705 | |
| 60 | | 0.747 | 0.618 | 0.577 | 0.606 | 0.648 | 0.664 | 0.748 | |
| | | 0.739 | 0.623 | 0.583 | 0.615 | 0.664 | 0.691 | 0.751 | |
| 18 | | 0 | 0.514 | 0.463 | 0.514 | 0.516 | 0.540 | 0.571 | 0.569 |
| | | | 0.506 | 0.455 | 0.478 | 0.499 | 0.531 | 0.567 | 0.564 |
| | | 10 | 0.694 | 0.551 | 0.561 | 0.574 | 0.640 | 0.628 | 0.709 |
| | | | 0.681 | 0.555 | 0.557 | 0.568 | 0.631 | 0.651 | 0.686 |
| | 20 | 0.695 | 0.561 | 0.562 | 0.573 | 0.634 | 0.670 | 0.717 | |
| | | 0.688 | 0.567 | 0.562 | 0.575 | 0.631 | 0.675 | 0.744 | |
| | 40 | 0.704 | 0.599 | 0.573 | 0.582 | 0.628 | 0.676 | 0.690 | |
| | | 0.701 | 0.574 | 0.578 | 0.579 | 0.606 | 0.667 | 0.707 | |
| | 60 | 0.691 | 0.586 | 0.589 | 0.579 | 0.628 | 0.645 | 0.673 | |
| | | 0.702 | 0.578 | 0.568 | 0.578 | 0.629 | 0.685 | 0.717 | |
| | 26 | 0 | 0.514 | 0.463 | 0.514 | 0.516 | 0.540 | 0.571 | 0.569 |
| | | | 0.506 | 0.455 | 0.478 | 0.499 | 0.531 | 0.567 | 0.564 |
| | | 10 | 0.655 | 0.541 | 0.549 | 0.578 | 0.618 | 0.615 | 0.663 |
| | | | 0.652 | 0.546 | 0.550 | 0.573 | 0.618 | 0.650 | 0.682 |
| 20 | | 0.655 | 0.539 | 0.551 | 0.555 | 0.605 | 0.621 | 0.634 | |
| | | 0.676 | 0.552 | 0.546 | 0.572 | 0.612 | 0.644 | 0.658 | |
| 40 | | 0.681 | 0.553 | 0.549 | 0.579 | 0.623 | 0.639 | 0.650 | |
| | | 0.683 | 0.549 | 0.563 | 0.578 | 0.620 | 0.610 | 0.641 | |
| 60 | | 0.680 | 0.551 | 0.561 | 0.583 | 0.622 | 0.636 | 0.641 | |
| | | 0.679 | 0.530 | 0.555 | 0.575 | 0.616 | 0.617 | 0.635 | |

Çizelge 4.9. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı su aktivitesine ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon kaynağı | SD | KO | F |
|-------------------|-----|------|----------|
| Konsantrasyon | 3 | 0.05 | 56.77** |
| Daldırma süresi | 4 | 0.17 | 206.77** |
| Depolama süresi | 6 | 0.94 | 117.54** |
| Hata | 266 | 0.00 | |

*0.01<p<0.05, **p<0.01

Çizelge 4.10. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı su aktivitesi ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata)

| Konsantrasyon (%) | N | Su aktivitesi | | |
|----------------------|----|---------------------|-------|------|
| 0 | 70 | 0.648 ^a | \pm | 0.01 |
| 10 | 70 | 0.626 ^b | \pm | 0.01 |
| 18 | 70 | 0.608 ^c | \pm | 0.01 |
| 26 | 70 | 0.589 ^d | \pm | 0.01 |
| Daldırma süresi (s) | N | | | |
| 0 (Kontrol) | 56 | 0.521 ^c | \pm | 0.01 |
| 10 | 56 | 0.634 ^b | \pm | 0.01 |
| 20 | 56 | 0.642 ^{ba} | \pm | 0.01 |
| 40 | 56 | 0.645 ^{ba} | \pm | 0.01 |
| 60 | 56 | 0.646 ^a | \pm | 0.01 |
| Depolama süresi (ay) | N | | | |
| 0. | 40 | 0.669 ^b | \pm | 0.01 |
| 1. | 40 | 0.574 ^e | \pm | 0.01 |
| 2. | 40 | 0.564 ^e | \pm | 0.01 |
| 3. | 40 | 0.575 ^e | \pm | 0.01 |
| 4. | 40 | 0.619 ^d | \pm | 0.01 |
| 6. | 40 | 0.640 ^c | \pm | 0.01 |
| 8. | 40 | 0.684 ^a | \pm | 0.01 |

Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı su aktivitesine ait I. ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.8'de, bu verilere uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre örneklerin su aktivitesi değeri üzerine tuz çözeltisi konsantrasyonu, daldırma süresi ve depolama süresinin önemli ($p < 0.01$) düzeyde etkili olduğu tespit edilmiş ve bu etki mekanizmalarının su içeriği ile benzerlik gösterdiği değerlendirilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre uygulanan tuz çözeltilerinin artan konsantrasyonunun örneklerin su aktivitesi değerleri üzerine azaltıcı bir etki yaptığı belirlenmiştir. Bu etkinin çözeltideki artan tuz konsantrasyonu ile örnek yüzeyine ve kısmen dokusuna sirayet eden tuzun koligatif etkisi nedeniyle su aktivitesi değerini düşürmesinden kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Artan daldırma süresinin ise örneklerin su aktivitesi değeri üzerine arttırıcı bir etki yaptığı tespit edilmiştir. Bu etkinin mısır tanelerinin çözelti içerisinde daha uzun süre çözeltiliye maruz kalırken taneye suyun görece tuza göre daha yüksek miktarda geçmesinden kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Depolama süresinin ise örneklerin su aktivitesi değerleri üzerine değişken bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu değişken etkinin ise iklimsel değişikliklere bağlı olarak değişen sıcaklığın solunum üzerine etkili olarak solunumla oluşan su miktarını etkilemesinden kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Mısır tanelerinin higroskopik olması tanelerin depolama boyunca ortamdaki su çekebileceği ya da ortama su vereceği anlamına gelmektedir. Biyolojik ve biyokimyasal faaliyetlerin de su varlığından önemli bir şekilde etkilendiği bilindiğinden mısır tanelerinin su içeriğinin buna bağlı olarak da su aktivitesinin mısırın bozulmasındaki en önemli faktör olduğu rapor edilmiştir (Suleiman vd. 2013).

Düşük su aktivitesinin ürünleri koruyucu ve mikroorganizmaları imha edici etkisi hücrenin plazmoliz olarak da bilinen hiperosmotik şoka uğrayarak aniden su kaybetmesi ve böylece hücre içi ve dışı arasında su aktivitesi değerlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Wijnker vd. 2006).

4.3.1.3. Örneklerin titrasyon asitliği değerleri üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi

Çizelge 4.11. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı titrasyon asitliği değerlerine (%) ait veriler (I. ve II. tekerrür)

| Konsantrasyon (%) | Daldırma süresi (s) | Depolama süresi (ay) | | | | | | | |
|-------------------|---------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | |
| 0 | 0 | 0.18 | 0.14 | 0.16 | 0.17 | 0.21 | 0.20 | 0.20 | |
| | | 0.17 | 0.15 | 0.18 | 0.19 | 0.24 | 0.19 | 0.21 | |
| | 10 | 0.19 | 0.15 | 0.17 | 0.22 | 0.25 | 0.26 | 0.27 | |
| | | 0.17 | 0.15 | 0.18 | 0.17 | 0.23 | 0.23 | 0.26 | |
| | 20 | 0.20 | 0.16 | 0.19 | 0.21 | 0.24 | 0.25 | 0.26 | |
| | | 0.15 | 0.13 | 0.17 | 0.21 | 0.24 | 0.26 | 0.30 | |
| | 40 | 0.13 | 0.18 | 0.21 | 0.24 | 0.26 | 0.28 | 0.26 | |
| | | 0.17 | 0.14 | 0.19 | 0.23 | 0.23 | 0.24 | 0.28 | |
| | 60 | 0.14 | 0.16 | 0.22 | 0.23 | 0.26 | 0.25 | 0.29 | |
| | | 0.16 | 0.19 | 0.20 | 0.28 | 0.25 | 0.27 | 0.26 | |
| | 10 | 0 | 0.18 | 0.14 | 0.16 | 0.17 | 0.21 | 0.20 | 0.20 |
| | | | 0.17 | 0.15 | 0.18 | 0.19 | 0.24 | 0.19 | 0.21 |
| | | 10 | 0.16 | 0.14 | 0.18 | 0.22 | 0.25 | 0.24 | 0.25 |
| | | | 0.15 | 0.14 | 0.16 | 0.22 | 0.24 | 0.22 | 0.28 |
| 20 | | 0.19 | 0.16 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.25 | 0.26 | |
| | | 0.19 | 0.15 | 0.17 | 0.23 | 0.23 | 0.25 | 0.25 | |
| 40 | | 0.18 | 0.16 | 0.19 | 0.21 | 0.23 | 0.22 | 0.27 | |
| | | 0.16 | 0.15 | 0.18 | 0.24 | 0.22 | 0.24 | 0.28 | |
| 60 | | 0.18 | 0.17 | 0.20 | 0.23 | 0.25 | 0.26 | 0.28 | |
| | | 0.19 | 0.16 | 0.21 | 0.22 | 0.26 | 0.26 | 0.29 | |
| 18 | | 0 | 0.18 | 0.14 | 0.16 | 0.17 | 0.21 | 0.20 | 0.20 |
| | | | 0.17 | 0.15 | 0.18 | 0.19 | 0.24 | 0.19 | 0.21 |
| | | 10 | 0.18 | 0.16 | 0.20 | 0.19 | 0.23 | 0.21 | 0.27 |
| | | | 0.19 | 0.16 | 0.20 | 0.20 | 0.24 | 0.21 | 0.27 |
| | 20 | 0.17 | 0.17 | 0.22 | 0.23 | 0.24 | 0.24 | 0.29 | |
| | | 0.18 | 0.17 | 0.21 | 0.19 | 0.24 | 0.22 | 0.30 | |
| | 40 | 0.23 | 0.16 | 0.25 | 0.18 | 0.28 | 0.25 | 0.28 | |
| | | 0.19 | 0.18 | 0.19 | 0.21 | 0.25 | 0.23 | 0.31 | |
| | 60 | 0.19 | 0.16 | 0.24 | 0.22 | 0.25 | 0.28 | 0.26 | |
| | | 0.21 | 0.15 | 0.24 | 0.22 | 0.23 | 0.23 | 0.31 | |
| | 26 | 0 | 0.18 | 0.14 | 0.16 | 0.17 | 0.21 | 0.20 | 0.20 |
| | | | 0.17 | 0.15 | 0.18 | 0.19 | 0.24 | 0.19 | 0.21 |
| | | 10 | 0.23 | 0.17 | 0.24 | 0.22 | 0.23 | 0.22 | 0.22 |
| | | | 0.21 | 0.20 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.22 | 0.30 |
| 20 | | 0.20 | 0.18 | 0.20 | 0.21 | 0.25 | 0.22 | 0.24 | |
| | | 0.19 | 0.18 | 0.21 | 0.22 | 0.21 | 0.22 | 0.28 | |
| 40 | | 0.21 | 0.15 | 0.25 | 0.23 | 0.24 | 0.28 | 0.29 | |
| | | 0.24 | 0.19 | 0.24 | 0.23 | 0.25 | 0.26 | 0.25 | |
| 60 | | 0.21 | 0.16 | 0.20 | 0.24 | 0.25 | 0.22 | 0.28 | |
| | | 0.22 | 0.20 | 0.22 | 0.19 | 0.26 | 0.24 | 0.25 | |

Çizelge 4.12. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı titrasyon asitliği değerlerine ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon kaynağı | SD | KO | F |
|-------------------|-----|------|----------|
| Konsantrasyon | 3 | 0.00 | 2.87 |
| Daldırma süresi | 4 | 0.01 | 37.43** |
| Depolama süresi | 6 | 0.05 | 119.81** |
| Hata | 266 | 0.00 | |

*0.01<p<0.05, **p<0.01

Çizelge 4.13. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı titrasyon asitliği değerleri (%) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata)

| Konsantrasyon (%) | N | Titrasyon asitliği (%) | | |
|----------------------|----|------------------------|-------|------|
| 0 | 70 | 0.21 ^a | \pm | 0.01 |
| 10 | 70 | 0.21 ^a | \pm | 0.00 |
| 18 | 70 | 0.21 ^a | \pm | 0.00 |
| 26 | 70 | 0.22 ^a | \pm | 0.00 |
| Daldırma süresi (s) | N | | | |
| 0 (Kontrol) | 56 | 0.19 ^d | \pm | 0.00 |
| 10 | 56 | 0.21 ^c | \pm | 0.01 |
| 20 | 56 | 0.22 ^{bc} | \pm | 0.01 |
| 40 | 56 | 0.22 ^{ba} | \pm | 0.01 |
| 60 | 56 | 0.23 ^a | \pm | 0.01 |
| Depolama süresi (ay) | N | | | |
| 0. | 40 | 0.18 ^e | \pm | 0.00 |
| 1. | 40 | 0.16 ^f | \pm | 0.00 |
| 2. | 40 | 0.20 ^d | \pm | 0.00 |
| 3. | 40 | 0.21 ^c | \pm | 0.00 |
| 4. | 40 | 0.24 ^b | \pm | 0.00 |
| 6. | 40 | 0.23 ^b | \pm | 0.00 |
| 8. | 40 | 0.26 ^a | \pm | 0.01 |

Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı pH değerlerine ait I. ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.11’de, bu verilere uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12’de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.13’de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre örneklerin titrasyon asitliği değeri üzerine tuz çözeltisi konsantrasyonunun önemli ($p>0.05$) düzeyde bir etkisinin olmadığı, daldırma süresi ve depolama süresinin ise $p<0.01$ düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre tuz çözeltilerine daldırma ve depolama süresinin titrasyon asitliği değerleri üzerine arttırıcı bir etki yaptığı belirlenmiştir. Bu etkinin su içeriğinin artışına bağlı olarak tane solunum hızının artması ile oluşan asit karakterli metabolitlerden kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

7 ay boyunca %13-14 nem içeriğinde ve farklı sıcaklıklarda (0, 20 ve 55°C) depolanan iki farklı mısır çeşidinde meydana gelen biyokimyasal ve besinsel değişimlerin incelendiği bir çalışmada sonuçların depolanma sıcaklıklarına göre farklılık gösterdiği belirtilmiştir. Depolama sonunda örneklerin pH değerlerinde önemli bir değişikliğin olmadığı ancak artan sıcaklık ile titrasyon asitliği değerlerinin düştüğü rapor edilmiştir. Titrasyon asitliği değerlerindeki düşüşün mısırın depoda bozulması ile yapısında bulunan hidrojen iyonu, yağ asitleri ve fosfatlar ve gibi asit karakterli bileşenlerin konsantrasyonlarının artmasından kaynaklandığı belirtilmiştir. Bunun yanı sıra 55°C'de depolanan mısırların titrasyon asitliğindeki yüksek miktardaki düşüşün aynı zamanda serbest aminoasitlerin amino grubuna bağlanması, kısa zincirli peptitler ve gerçekleşen Maillard reaksiyonundan da kaynaklanabileceği rapor edilmiştir (Onigbinde ve Akinyele 1988).

4.3.1.4. Örneklerin pH değerleri üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi

Çizelge 4.14. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı pH değerlerine ait veriler (I. ve II. tekerrür)

| Konsantrasyon (%) | Daldırma süresi (s) | Depolama süresi (ay) | | | | | | | |
|-------------------|---------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | |
| 0 | 0 | 6.22 | 6.14 | 6.18 | 6.14 | 6.20 | 6.17 | 6.07 | |
| | | 6.19 | 6.14 | 6.19 | 6.22 | 6.20 | 6.16 | 6.04 | |
| | 10 | 6.29 | 6.18 | 6.14 | 6.18 | 6.31 | 6.02 | 5.85 | |
| | | 6.29 | 6.19 | 6.13 | 6.19 | 6.24 | 6.05 | 6.02 | |
| | 20 | 6.28 | 6.17 | 6.19 | 6.19 | 6.24 | 5.92 | 5.74 | |
| | | 6.29 | 6.09 | 6.17 | 6.19 | 6.14 | 5.92 | 5.70 | |
| | 40 | 6.37 | 6.18 | 6.19 | 6.10 | 6.13 | 6.01 | 5.93 | |
| | | 6.39 | 6.25 | 6.11 | 6.14 | 6.14 | 6.16 | 6.04 | |
| | 60 | 6.37 | 6.25 | 6.03 | 6.13 | 6.25 | 5.99 | 5.81 | |
| | | 6.43 | 6.06 | 6.13 | 6.06 | 6.13 | 6.06 | 5.94 | |
| | 10 | 0 | 6.22 | 6.14 | 6.18 | 6.14 | 6.20 | 6.17 | 6.07 |
| | | | 6.19 | 6.14 | 6.19 | 6.22 | 6.20 | 6.16 | 6.04 |
| | | 10 | 6.25 | 6.06 | 6.19 | 6.22 | 6.23 | 6.13 | 5.97 |
| | | | 6.22 | 6.05 | 6.16 | 6.22 | 6.15 | 6.13 | 6.00 |
| 20 | | 6.20 | 6.10 | 6.32 | 6.24 | 6.22 | 6.16 | 6.02 | |
| | | 6.22 | 6.05 | 6.29 | 6.22 | 6.18 | 6.12 | 6.06 | |
| 40 | | 6.20 | 6.09 | 6.29 | 6.23 | 6.12 | 6.08 | 5.95 | |
| | | 6.14 | 6.06 | 6.25 | 6.23 | 6.04 | 6.07 | 5.95 | |
| 60 | | 6.19 | 6.06 | 6.19 | 6.19 | 6.12 | 6.09 | 5.86 | |
| | | 6.23 | 6.05 | 6.30 | 6.19 | 6.12 | 6.11 | 6.01 | |
| 18 | | 0 | 6.22 | 6.14 | 6.18 | 6.14 | 6.20 | 6.17 | 6.07 |
| | | | 6.19 | 6.14 | 6.19 | 6.22 | 6.20 | 6.16 | 6.04 |
| | | 10 | 6.17 | 6.05 | 6.09 | 6.09 | 6.21 | 6.08 | 5.96 |
| | | | 6.22 | 5.98 | 6.08 | 6.13 | 6.19 | 6.17 | 5.99 |
| | 20 | 6.14 | 6.08 | 6.08 | 6.16 | 6.22 | 6.07 | 5.97 | |
| | | 6.15 | 6.04 | 6.05 | 6.10 | 6.18 | 6.02 | 6.02 | |
| | 40 | 6.19 | 6.12 | 6.15 | 6.15 | 6.24 | 6.06 | 5.95 | |
| | | 6.20 | 6.13 | 6.08 | 6.10 | 6.27 | 6.12 | 5.96 | |
| | 60 | 6.21 | 6.12 | 6.15 | 6.19 | 6.21 | 6.11 | 6.02 | |
| | | 6.26 | 6.00 | 6.10 | 6.16 | 6.20 | 6.08 | 5.89 | |
| | 26 | 0 | 6.22 | 6.14 | 6.18 | 6.14 | 6.20 | 6.17 | 6.07 |
| | | | 6.19 | 6.14 | 6.19 | 6.22 | 6.20 | 6.16 | 6.04 |
| | | 10 | 6.26 | 6.14 | 6.17 | 6.21 | 6.14 | 6.05 | 6.04 |
| | | | 6.21 | 6.09 | 6.06 | 6.17 | 6.14 | 6.09 | 6.00 |
| 20 | | 6.22 | 6.15 | 6.10 | 6.13 | 6.18 | 6.12 | 6.06 | |
| | | 6.19 | 6.12 | 6.11 | 6.18 | 6.14 | 6.08 | 6.02 | |
| 40 | | 6.23 | 6.17 | 6.18 | 6.23 | 6.13 | 6.13 | 5.98 | |
| | | 6.25 | 6.17 | 6.14 | 6.18 | 6.14 | 6.09 | 6.01 | |
| 60 | | 6.24 | 6.15 | 6.16 | 6.17 | 6.17 | 6.14 | 5.98 | |
| | | 6.25 | 6.21 | 6.13 | 6.16 | 6.15 | 6.09 | 5.98 | |

Çizelge 4.15. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı pH değerlerine ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon kaynağı | SD | KO | F |
|-------------------|-----|------|---------|
| Konsantrasyon | 3 | 0.01 | 2.06 |
| Daldırma süresi | 4 | 0.01 | 3.78** |
| Depolama süresi | 6 | 0.27 | 69.61** |
| Hata | 266 | 0.00 | |

*0.01<p<0.05, **p<0.01

Çizelge 4.16. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı pH değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata)

| Konsantrasyon (%) | N | pH | | |
|----------------------|----|-------------------|-------|------|
| 0 | 70 | 6.13 ^a | \pm | 0.02 |
| 10 | 70 | 6.14 ^a | \pm | 0.01 |
| 18 | 70 | 6.12 ^a | \pm | 0.01 |
| 26 | 70 | 6.14 ^a | \pm | 0.01 |
| Daldırma süresi (s) | N | | | |
| 0 (Kontrol) | 56 | 6.16 ^a | \pm | 0.01 |
| 10 | 56 | 6.13 ^b | \pm | 0.01 |
| 20 | 56 | 6.12 ^b | \pm | 0.02 |
| 40 | 56 | 6.14 ^b | \pm | 0.01 |
| 60 | 56 | 6.13 ^b | \pm | 0.02 |
| Depolama süresi (ay) | N | | | |
| 0. | 40 | 6.23 ^a | \pm | 0.01 |
| 1. | 40 | 6.12 ^c | \pm | 0.01 |
| 2. | 40 | 6.16 ^b | \pm | 0.01 |
| 3. | 40 | 6.17 ^b | \pm | 0.01 |
| 4. | 40 | 6.18 ^b | \pm | 0.01 |
| 6. | 40 | 6.10 ^c | \pm | 0.01 |
| 8. | 40 | 5.98 ^d | \pm | 0.01 |

Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı pH değerlerine ait I. ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.14'de, bu verilere uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre örneklerin pH değeri üzerine tuz çözeltisi konsantrasyonunun önemli ($p>0.05$) düzeyde bir etkisinin olmadığı, daldırma süresi ve depolama süresinin ise $p<0.01$ düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre tuz çözeltilerine daldırma süresinin pH değerleri üzerine azaltıcı bir etki yaptığı belirlenmiştir. Bu etkinin artan daldırma süresi ile su içeriğinin artması (Çizelge 4.7) nedeniyle tanelerde asitliğe neden olan maddelerin bu su içerisine daha yüksek oranda iyonize olmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. Depolama süresinin de örneklerin pH değerleri üzerine azaltıcı bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu etkinin tane solunumu ve mikroorganizma ve böcek faaliyetleri sonucu oluşan asit karakterdeki bileşenlerden kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Mısırın depolanması sırasında meydana gelen değişimlerin araştırıldığı bir çalışmada depolama başlangıcında 6.55 olan pH değerinin 6 aylık depolama sonunda 5.87'ye düştüğü rapor edilmiştir. pH değerindeki bu düşüşün tahılın bozulması ile miktarları artan serbest yağ asiti, fosfat ve hidrojen iyonu gibi bileşiklerden kaynaklandığı belirtilmiştir (Morrison 1963; Habib ve Zafar 2002).

Mısır gibi yüksek yağ oranına sahip tahıllar, depolanma için tanelerin kritik nem içeriğinden (%14) daha düşük nem içeriklerinde dahi bozulabilmektedir. Depolama süresinin uzunluğuna ve kötü depolama koşullarına bağlı olarak gerçekleşen lipaz aktivitesi depolanan tanelerdeki serbest asit miktarının artmasına ve doymamış yağ asitleri serbest hale geçerek tanenin pH değerinin düşmesine neden olmaktadır (Altan 2002; Elgün ve Ertugay 2011; Dizlek 2012).

4.3.2. Fiziksel analiz sonuçları

4.3.2.1. Örneklerin bin tane değerleri üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi

Çizelge 4.17. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı kuru bazda bin tane (g) ağırlıklarına ait veriler (I. ve II. tekerrür)

| Konsantrasyon (%) | Daldırma süresi (s) | Depolama süresi (ay) | | | | | | | |
|-------------------|---------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | |
| 0 | 0 | 255.35 | 258.27 | 249.13 | 258.83 | 255.91 | 251.35 | 260.50 | |
| | | 262.93 | 256.22 | 246.72 | 260.22 | 259.49 | 243.17 | 262.56 | |
| | 10 | 263.93 | 262.21 | 256.01 | 252.11 | 245.22 | 252.34 | 238.65 | |
| | | 262.83 | 253.23 | 258.52 | 257.80 | 256.31 | 209.41 | 245.85 | |
| | 20 | 261.61 | 254.09 | 257.11 | 245.97 | 248.96 | 209.61 | 246.16 | |
| | | 262.67 | 257.40 | 258.27 | 246.74 | 247.96 | 229.81 | 232.83 | |
| | 40 | 253.33 | 252.25 | 261.29 | 246.81 | 248.92 | 251.11 | 246.01 | |
| | | 256.57 | 255.41 | 259.09 | 244.70 | 243.83 | 245.08 | 243.75 | |
| | 60 | 268.46 | 253.45 | 257.18 | 253.04 | 254.49 | 251.25 | 253.14 | |
| | | 260.62 | 255.87 | 247.97 | 240.38 | 242.03 | 236.35 | 235.92 | |
| | 10 | 0 | 255.35 | 258.27 | 249.13 | 258.83 | 255.91 | 251.35 | 260.50 |
| | | | 262.93 | 256.22 | 246.72 | 260.22 | 259.49 | 243.17 | 262.56 |
| 10 | | 263.37 | 262.34 | 258.49 | 260.70 | 254.18 | 211.53 | 237.73 | |
| | | 260.44 | 266.09 | 259.22 | 253.65 | 258.07 | 254.29 | 232.31 | |
| 20 | | 265.33 | 258.37 | 258.45 | 253.43 | 252.63 | 249.15 | 245.55 | |
| | | 252.19 | 265.46 | 258.01 | 258.81 | 248.92 | 256.24 | 248.98 | |
| 40 | | 262.85 | 261.13 | 263.55 | 259.89 | 261.56 | 250.97 | 242.26 | |
| | | 263.06 | 256.57 | 265.30 | 252.52 | 248.05 | 253.75 | 244.66 | |
| 60 | | 263.78 | 257.20 | 255.72 | 252.82 | 255.11 | 251.44 | 247.71 | |
| | | 262.38 | 263.30 | 269.93 | 255.10 | 252.18 | 240.91 | 241.01 | |
| 18 | | 0 | 255.35 | 258.27 | 249.13 | 258.83 | 255.91 | 251.35 | 260.50 |
| | | | 262.93 | 256.22 | 246.72 | 260.22 | 259.49 | 243.17 | 262.56 |
| | 10 | 257.59 | 251.37 | 259.48 | 258.85 | 262.80 | 252.37 | 239.92 | |
| | | 258.91 | 267.37 | 258.85 | 251.52 | 258.79 | 253.43 | 236.27 | |
| | 20 | 272.72 | 258.20 | 267.57 | 251.59 | 256.14 | 239.03 | 229.69 | |
| | | 258.46 | 256.01 | 258.24 | 254.09 | 251.14 | 239.07 | 224.74 | |
| | 40 | 251.47 | 262.13 | 256.92 | 250.95 | 250.83 | 241.06 | 239.38 | |
| | | 246.60 | 265.10 | 262.64 | 247.94 | 244.73 | 236.94 | 233.26 | |
| | 60 | 251.42 | 249.81 | 252.91 | 248.22 | 241.80 | 242.57 | 250.03 | |
| | | 251.43 | 255.37 | 247.55 | 244.36 | 248.71 | 223.84 | 227.54 | |
| | 26 | 0 | 255.35 | 258.27 | 249.13 | 258.83 | 255.91 | 251.35 | 260.50 |
| | | | 262.93 | 256.22 | 246.72 | 260.22 | 259.49 | 243.17 | 262.56 |
| 10 | | 264.39 | 264.73 | 258.37 | 243.88 | 249.31 | 244.99 | 245.62 | |
| | | 254.79 | 261.26 | 253.12 | 257.64 | 256.69 | 244.80 | 231.59 | |
| 20 | | 256.80 | 252.33 | 258.15 | 253.10 | 251.84 | 240.91 | 246.31 | |
| | | 260.97 | 251.28 | 253.25 | 248.36 | 247.89 | 240.31 | 238.65 | |
| 40 | | 264.42 | 251.90 | 255.13 | 249.38 | 245.94 | 242.50 | 236.30 | |
| | | 239.06 | 247.77 | 242.71 | 235.41 | 233.52 | 230.55 | 231.24 | |
| 60 | | 265.46 | 255.74 | 250.39 | 243.65 | 248.80 | 235.22 | 234.85 | |
| | | 245.43 | 254.51 | 250.25 | 251.79 | 248.32 | 239.68 | 237.35 | |

Çizelge 4.18. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı kuru bazda bin tane değerlerine ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon kaynağı | SD | KO | F |
|-------------------|-----|---------|---------|
| Konsantrasyon | 3 | 338.22 | 6.09 |
| Daldırma süresi | 4 | 365.34 | 6.58** |
| Depolama süresi | 6 | 1691.79 | 30.47** |
| Hata | 266 | 55.53 | |

*0.01<p<0.05, **p<0.01

Çizelge 4.19. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı kuru bazda bin tane ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata)

| Konsantrasyon (%) | N | Bin tane (g) | | |
|----------------------|----|----------------------|-------|------|
| 0 | 70 | 251.04 ^a | \pm | 1.28 |
| 10 | 70 | 254.85 ^a | \pm | 1.08 |
| 18 | 70 | 251.29 ^a | \pm | 1.22 |
| 26 | 70 | 249.70 ^a | \pm | 1.09 |
| Daldırma süresi (s) | N | | | |
| 0 (Kontrol) | 56 | 255.76 ^a | \pm | 0.78 |
| 10 | 56 | 252.60 ^b | \pm | 1.58 |
| 20 | 56 | 250.85 ^{cb} | \pm | 1.47 |
| 40 | 56 | 249.82 ^{cb} | \pm | 1.26 |
| 60 | 56 | 249.57 ^c | \pm | 1.25 |
| Depolama süresi (ay) | N | | | |
| 0. | 40 | 258.91 ^a | \pm | 1.04 |
| 1. | 40 | 257.43 ^{ba} | \pm | 0.75 |
| 2. | 40 | 255.33 ^{bc} | \pm | 1.00 |
| 3. | 40 | 252.54 ^c | \pm | 1.00 |
| 4. | 40 | 251.93 ^c | \pm | 0.99 |
| 6. | 40 | 241.96 ^d | \pm | 1.86 |
| 8. | 40 | 243.94 ^d | \pm | 1.73 |

Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı kuru bazda bin tane değerlerine ait I. ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.17’de, bu verilere uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18’de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre örneklerin kuru bazda bin tane değerleri üzerine tuz çözeltisi konsantrasyonunun $p<0.05$ düzeyinde önemli bir etkiye, daldırma süresi ve depolama süresinin ise $p<0.01$ düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre artan daldırma süresinin örneklerin bin tane değerleri üzerine yaklaşık 6g kadar azaltıcı bir etki yaptığı tespit edilmiştir. Bu azaltıcı etkinin tanelerin su içeriğinin artmasına (Çizelge 4.7) ve buna bağlı olarak tane sertliğinin azalması sonucu böcekler tarafından yenilmek için daha çok tercih edilmeleri nedeniyle tane ağırlıklarının azalmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Depolama süresinin de örneklerin bin tane değerleri üzerine yaklaşık 15g kadar azaltıcı bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu azaltıcı etkinin ise depolama süresince tanenin solunum ile kurumada kaybetmesinden ve böcekler tarafından kısmen yenilen taneler nedeniyle tane ağırlığının azalmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Farklı depolama sıcaklıklarının (10, 12 ve 14°C) mısırların fonksiyonel özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada mısırlar 90 gün boyunca depolanmış ve depolama sonunda mısırların su içeriğinde %2.86 birimlik bir azalış olduğu belirtilmiştir. Depolama başında mısırların bin tane ağırlığı 374.47g olarak bulunurken depolama sonunda bu değer 367.31g olarak bulunmuş ve buna bağlı olarak bin tane ağırlığının depolama süresinden azalan yönde etkilendiği rapor edilmiştir (Kibar 2015).

4.3.2.2. Örneklerin ağırlık kaybı değerleri üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi

Çizelge 4.20. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı ağırlık kaybı değerlerine (%) ait veriler (I. ve II. tekerrür)

| Konsantrasyon (%) | Daldırma süresi (s) | Depolama süresi (ay) | | | | | | | |
|-------------------|---------------------|----------------------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | |
| 0 | 0 | 0.00 | 2.55 | 6.17 | 1.03 | 1.31 | 7.52 | 0.14 | |
| | | 0.00 | 2.55 | 6.17 | 1.03 | 1.31 | 7.52 | 0.14 | |
| | 10 | 0.00 | 0.65 | 3.00 | 4.48 | 7.09 | 4.39 | 9.58 | |
| | | 0.00 | 3.65 | 1.64 | 1.91 | 2.48 | 20.32 | 6.46 | |
| | 20 | 0.00 | 2.87 | 1.72 | 5.98 | 4.83 | 19.88 | 5.91 | |
| | | 0.00 | 2.01 | 1.68 | 6.06 | 5.60 | 12.51 | 11.36 | |
| | 40 | 0.00 | 0.43 | 0.00 | 2.57 | 1.74 | 0.88 | 2.89 | |
| | | 0.00 | 0.45 | -0.98 | 4.63 | 4.97 | 4.48 | 5.00 | |
| | 60 | 0.00 | 5.59 | 4.20 | 5.74 | 5.20 | 6.41 | 5.71 | |
| | | 0.00 | 1.82 | 4.85 | 7.76 | 7.13 | 9.31 | 9.48 | |
| | 10 | 0 | 0.00 | 2.55 | 6.17 | 1.03 | 1.31 | 7.52 | 0.14 |
| | | | 0.00 | 2.55 | 6.17 | 1.03 | 1.31 | 7.52 | 0.14 |
| | | 10 | 0.00 | 0.39 | 1.85 | 1.01 | 3.49 | 19.68 | 9.73 |
| | | | 0.00 | 0.00 | 0.47 | 2.61 | 0.91 | 2.36 | 10.80 |
| 20 | | 0.00 | 2.62 | 2.59 | 4.48 | 4.78 | 6.10 | 7.45 | |
| | | 0.00 | 2.62 | 2.59 | 4.48 | 4.78 | 6.10 | 7.45 | |
| 40 | | 0.00 | 0.65 | -0.27 | 1.13 | 0.49 | 4.52 | 7.83 | |
| | | 0.00 | 2.47 | -0.85 | 4.00 | 5.70 | 3.54 | 6.99 | |
| 60 | | 0.00 | 2.50 | 3.06 | 4.16 | 3.29 | 4.68 | 6.09 | |
| | | 0.00 | 2.50 | 3.06 | 2.78 | 3.89 | 8.19 | 8.15 | |
| 18 | | 0 | 0.00 | 2.55 | 6.17 | 1.03 | 1.31 | 7.52 | 0.14 |
| | | | 0.00 | 2.55 | 6.17 | 1.03 | 1.31 | 7.52 | 0.14 |
| | | 10 | 0.00 | 2.41 | 0.02 | 2.85 | 0.05 | 2.03 | 6.86 |
| | | | 0.00 | 2.41 | 0.02 | 2.85 | 0.05 | 2.12 | 8.75 |
| | 20 | 0.00 | 5.32 | 1.89 | 7.75 | 6.08 | 12.35 | 15.78 | |
| | | 0.00 | 0.95 | 0.09 | 1.69 | 2.83 | 7.50 | 13.05 | |
| | 40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.21 | 0.25 | 4.14 | 4.81 | |
| | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -0.54 | 0.76 | 3.92 | 5.41 | |
| | 60 | 0.00 | 0.64 | 1.54 | 1.28 | 3.83 | 3.52 | 0.55 | |
| | | 0.00 | 0.64 | 1.54 | 2.81 | 1.09 | 10.97 | 9.50 | |
| | 26 | 0 | 0.00 | 2.55 | 6.17 | 1.03 | 1.31 | 7.52 | 0.14 |
| | | | 0.00 | 2.55 | 6.17 | 1.03 | 1.31 | 7.52 | 0.14 |
| | | 10 | 0.00 | -0.13 | 2.28 | 7.76 | 5.71 | 7.34 | 7.10 |
| | | | 0.00 | 0.00 | 0.65 | 0.00 | 5.71 | 3.92 | 9.11 |
| 20 | | 0.00 | 1.74 | -0.53 | 0.00 | 1.93 | 6.19 | 4.08 | |
| | | 0.00 | 3.72 | 2.96 | 4.83 | 5.01 | 7.92 | 8.55 | |
| 40 | | 0.00 | 4.74 | 3.52 | 5.69 | 6.99 | 8.29 | 10.64 | |
| | | 0.00 | 4.74 | 3.52 | 5.69 | 2.32 | 3.56 | 3.27 | |
| 60 | | 0.00 | 3.66 | 5.68 | 8.22 | 6.28 | 11.39 | 11.53 | |
| | | 0.00 | 3.66 | 5.68 | 8.22 | 6.28 | 2.35 | 3.29 | |

Çizelge 4.21. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı ağırlık kaybı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon kaynağı | SD | KO | F |
|-------------------|-----|--------|---------|
| Konsantrasyon | 3 | 20.68 | 2.71* |
| Daldırma süresi | 4 | 46.74 | 6.13** |
| Depolama süresi | 6 | 239.18 | 31.37** |
| Hata | 266 | 7.63 | |

*0.01<p<0.05, **p<0.01

Çizelge 4.22. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı ağırlık kaybı ortalamalarına (%) ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata)

| Konsantrasyon (%) | N | Ağırlık kaybı (%) | | |
|----------------------|----|--------------------|-------|------|
| 0 | 70 | 4.05 ^a | \pm | 0.50 |
| 10 | 70 | 3.36 ^{ba} | \pm | 0.41 |
| 18 | 70 | 2.86 ^b | \pm | 0.43 |
| 26 | 70 | 3.89 ^a | \pm | 0.39 |
| Daldırma süresi (s) | N | | | |
| 0 (Kontrol) | 56 | 2.67 ^b | \pm | 0.37 |
| 10 | 56 | 3.55 ^{ba} | \pm | 0.59 |
| 20 | 56 | 4.61 ^a | \pm | 0.57 |
| 40 | 56 | 2.59 ^b | \pm | 0.37 |
| 60 | 56 | 4.28 ^a | \pm | 0.44 |
| Depolama süresi (ay) | N | | | |
| 0. | 40 | 0.00 ^c | \pm | 0.00 |
| 1. | 40 | 2.15 ^b | \pm | 0.24 |
| 2. | 40 | 2.67 ^b | \pm | 0.38 |
| 3. | 40 | 3.28 ^b | \pm | 0.41 |
| 4. | 40 | 3.30 ^b | \pm | 0.36 |
| 6. | 40 | 7.28 ^a | \pm | 0.73 |
| 8. | 40 | 6.11 ^a | \pm | 0.66 |

Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı ağırlık kaybı oranlarına ait I. ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.20'de, bu verilere uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21'de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.22'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre örneklerin ağırlık kaybı değerleri üzerine tuz çözeltisi konsantrasyonunun $p<0.05$ düzeyinde, daldırma ve depolama süresinin ise $p<0.01$ düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre uygulanan tuz çözeltilerinin %26 tuz konsantrasyonu hariç artan tuz konsantrasyonunun örneklerin ağırlık kaybı oranı üzerine azaltıcı bir etki yaptığı belirlenmiştir. Bu etkinin düşük tuz konsantrasyonunda artan su içeriğine de bağlı olarak örneklerin daha fazla küflenmesi sonucu ağırlık kaybını arttırmamasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir. %26 tuz konsantrasyonundaki örneklerin ağırlık kaybının ise küflenmedikleri için böcekler tarafından daha çok tercih edilmelerinden kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Artan daldırma ve depolama süresinin ise örneklerin ağırlık kaybı oranları üzerine arttırıcı bir etki yaptığı tespit edilmiştir. Bu arttırıcı etkinin ise artan daldırma ve depolama süresinin su içeriği ve su aktivitesini arttırması sonucu tanelerin ve küflerin solunumunu arttırmasından ve böcekler tarafından daha fazla yenilmesinden kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Depolanan tahıl taneleri, tanelerde bulunan küfler ve böcekler gibi canlı organizmalar depolama boyunca solunum yaparak oksijeni tüketip karbondioksit, su ve ısı üretmektedirler. Mısır tanesinin zamana bağlı bozulmasının tespitinde de kullanılan solunum olayı tanenin kurumadde kaybında artışa neden olmaktadır (Muir vd. 1985; Suleiman vd. 2013).

Buğdayın depolanması sırasında böcekler sebebiyle tanelerde meydana gelen ağırlık azalışlarının araştırıldığı bir çalışmada böceklerin kilogramdaki ortalama adetlerinin ilk yıl 2.1 ile 36.3 arasında, ikinci yıl ise sert buğdayda 0 ile 51, yumuşak buğdaysa ise 0 ile 101.5 arasında olduğu rapor edilmiştir. Depolama ile artan böcek sayılarının yenik tane oranlarına etkisine bakıldığında ilk yıl örneklerinde ortalama %9.6 yenik tane görülürken ikinci yıl örneklerinin sert buğdaylarında %2.4, yumuşak buğdaylarında ise %2.6 yenik tane belirlenmiştir. Bin tane ağırlığı üzerinden takip edilen ağırlık kaybının, depolama boyunca artan böcek aktivitesi ve yenik tane miktarları sebebiyle depolama boyunca arttığı rapor edilmiştir (Dörtbudak ve Aydın 1984).

4.3.2.3. Örneklerin renk değerleri üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi

Çizelge 4.23. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı 0, 1, 2, 3, 4, 6 ve 8. ay renk değerlerine ait veriler (I. ve II. tekerrür)

| Konsantrasyon (%) | Daldırma süresi (s) | Depolama süresi (ay) | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|---------------------|----------------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|-------|
| | | 0 | | | | 1 | | | | 2 | | | | |
| | | <i>L</i> * | <i>a</i> * | <i>b</i> * | ΔE * | <i>L</i> * | <i>a</i> * | <i>b</i> * | ΔE * | <i>L</i> * | <i>a</i> * | <i>b</i> * | ΔE * | |
| 0 | 0 | 66.43 | 12.81 | 30.56 | 34.86 | 69.64 | 7.47 | 30.25 | 38.56 | 64.56 | 11.28 | 35.39 | 46.43 | |
| | | 65.67 | 12.75 | 31.17 | 43.39 | 68.83 | 9.69 | 30.73 | 41.23 | 69.18 | 8.45 | 31.25 | 39.80 | |
| | 10 | 67.70 | 12.68 | 30.82 | 41.57 | 67.58 | 8.60 | 24.86 | 36.78 | 69.46 | 8.87 | 25.83 | 36.02 | |
| | | 69.56 | 11.06 | 22.04 | 34.32 | 70.44 | 8.34 | 29.68 | 38.14 | 67.74 | 8.25 | 31.99 | 41.26 | |
| | 20 | 71.58 | 10.26 | 27.87 | 36.41 | 71.21 | 5.97 | 32.36 | 39.25 | 71.17 | 6.97 | 29.21 | 36.69 | |
| | | 70.53 | 9.95 | 19.16 | 31.57 | 71.16 | 6.18 | 27.40 | 35.59 | 72.21 | 7.02 | 24.64 | 32.80 | |
| | 40 | 69.13 | 12.52 | 24.40 | 36.58 | 68.77 | 8.07 | 31.58 | 40.27 | 68.19 | 6.23 | 25.07 | 35.89 | |
| | | 70.78 | 11.52 | 31.68 | 40.16 | 66.63 | 8.03 | 28.78 | 39.88 | 70.30 | 5.15 | 24.85 | 34.33 | |
| | 60 | 69.73 | 9.05 | 25.40 | 35.60 | 69.91 | 7.11 | 28.87 | 37.63 | 67.92 | 9.15 | 28.13 | 38.80 | |
| | | 72.40 | 11.23 | 22.88 | 32.90 | 69.75 | 5.70 | 24.91 | 34.57 | 69.36 | 7.99 | 29.57 | 38.37 | |
| | 10 | 0 | 66.43 | 12.81 | 30.56 | 34.86 | 69.64 | 7.47 | 30.25 | 38.56 | 64.56 | 11.28 | 35.39 | 46.43 |
| | | | 65.67 | 12.75 | 31.17 | 43.39 | 68.83 | 9.69 | 30.73 | 41.23 | 69.18 | 8.45 | 31.25 | 39.80 |
| 10 | | 70.44 | 10.52 | 26.90 | 36.78 | 72.98 | 6.24 | 26.96 | 33.76 | 70.13 | 7.43 | 34.39 | 41.34 | |
| | | 74.17 | 9.06 | 20.40 | 27.00 | 69.00 | 6.83 | 27.57 | 37.38 | 69.78 | 7.88 | 26.70 | 36.14 | |
| 20 | | 67.00 | 10.69 | 20.75 | 35.53 | 68.19 | 8.66 | 25.34 | 36.77 | 68.90 | 8.53 | 28.58 | 38.45 | |
| | | 71.51 | 10.71 | 25.63 | 35.07 | 68.95 | 8.47 | 29.79 | 39.95 | 66.68 | 7.14 | 27.96 | 39.12 | |
| 40 | | 69.12 | 10.06 | 23.64 | 35.64 | 64.74 | 9.99 | 28.64 | 41.58 | 73.63 | 5.41 | 24.53 | 31.57 | |
| | | 69.97 | 10.45 | 22.47 | 34.11 | 73.50 | 6.13 | 24.72 | 31.77 | 69.91 | 9.00 | 29.60 | 38.48 | |
| 60 | | 72.44 | 8.01 | 18.52 | 29.12 | 68.71 | 7.12 | 24.48 | 35.40 | 71.32 | 8.01 | 29.27 | 37.88 | |
| | | 69.37 | 12.46 | 22.59 | 35.29 | 71.12 | 6.70 | 25.07 | 33.72 | 71.82 | 5.89 | 28.76 | 36.06 | |
| 18 | | 0 | 66.43 | 12.81 | 30.56 | 34.86 | 69.64 | 7.47 | 30.25 | 38.56 | 64.56 | 11.28 | 35.39 | 46.43 |
| | | | 65.67 | 12.75 | 31.17 | 43.39 | 68.83 | 9.69 | 30.73 | 41.23 | 69.18 | 8.45 | 31.25 | 39.80 |
| | 10 | 72.52 | 11.90 | 24.55 | 34.22 | 68.28 | 7.93 | 25.16 | 36.28 | 73.12 | 5.78 | 24.86 | 32.42 | |
| | | 70.52 | 10.75 | 23.82 | 34.89 | 70.67 | 8.14 | 27.17 | 35.90 | 68.81 | 8.23 | 26.25 | 36.73 | |
| | 20 | 71.68 | 12.13 | 26.06 | 35.85 | 70.63 | 5.90 | 23.13 | 33.31 | 70.95 | 7.61 | 27.82 | 36.35 | |
| | | 71.33 | 10.82 | 21.53 | 32.59 | 67.24 | 8.09 | 25.21 | 37.13 | 71.83 | 6.86 | 23.60 | 32.51 | |
| | 40 | 70.97 | 11.14 | 23.64 | 34.30 | 69.84 | 5.75 | 23.18 | 34.04 | 69.64 | 6.65 | 21.41 | 32.64 | |
| | | 70.97 | 11.15 | 25.33 | 37.18 | 73.04 | 7.54 | 31.67 | 35.60 | 65.52 | 9.77 | 27.42 | 40.09 | |
| | 60 | 68.44 | 11.84 | 28.50 | 39.39 | 70.61 | 8.65 | 31.21 | 38.91 | 73.53 | 4.43 | 20.17 | 28.51 | |
| | | 66.65 | 11.99 | 24.19 | 38.18 | 68.36 | 7.56 | 25.26 | 36.50 | 72.23 | 8.38 | 28.24 | 35.62 | |
| | 26 | 0 | 66.43 | 12.81 | 30.56 | 34.86 | 69.64 | 7.47 | 30.25 | 38.56 | 64.56 | 11.28 | 35.39 | 46.43 |
| | | | 65.67 | 12.75 | 31.17 | 43.39 | 68.83 | 9.69 | 30.73 | 41.23 | 69.18 | 8.45 | 31.25 | 39.80 |
| 10 | | 69.00 | 11.85 | 25.09 | 36.75 | 70.95 | 8.94 | 26.05 | 35.10 | 70.41 | 8.23 | 28.78 | 37.57 | |
| | | 70.52 | 11.27 | 22.23 | 33.73 | 69.27 | 7.23 | 24.26 | 34.76 | 66.70 | 10.39 | 28.79 | 40.28 | |
| 20 | | 70.05 | 10.32 | 27.63 | 37.25 | 69.38 | 8.05 | 25.28 | 35.52 | 69.61 | 7.38 | 24.74 | 35.08 | |
| | | 69.47 | 11.46 | 22.43 | 35.00 | 71.45 | 8.15 | 28.10 | 36.13 | 73.42 | 6.48 | 27.77 | 34.82 | |
| 40 | | 64.91 | 9.73 | 17.42 | 35.51 | 70.85 | 7.55 | 26.05 | 34.97 | 69.55 | 7.50 | 22.39 | 33.55 | |
| | | 68.15 | 10.47 | 16.55 | 32.47 | 69.69 | 5.74 | 19.89 | 31.59 | 71.88 | 6.10 | 21.51 | 31.42 | |
| 60 | | 70.42 | 12.06 | 22.32 | 34.14 | 72.12 | 9.35 | 28.72 | 36.35 | 72.12 | 6.84 | 22.77 | 31.63 | |
| | | 70.64 | 10.20 | 20.40 | 32.06 | 66.93 | 7.37 | 22.24 | 35.44 | 75.53 | 5.68 | 23.73 | 29.90 | |

Çizelge 4.23'ün devamı

| Konsantrasyon (%) | Daldırma süresi (s) | Depolama süresi (ay) | | | | | | | | |
|-------------------|---------------------|----------------------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|--------------|-------|
| | | 3 | | | | 4 | | | | |
| | | <i>L*</i> | <i>a*</i> | <i>b*</i> | ΔE^* | <i>L*</i> | <i>a*</i> | <i>b*</i> | ΔE^* | |
| 0 | 0 | 69.43 | 8.20 | 35.28 | 42.68 | 68.84 | 6.68 | 28.59 | 38.11 | |
| | | 65.73 | 9.96 | 37.47 | 46.90 | 63.82 | 8.18 | 34.50 | 45.61 | |
| | 10 | 68.37 | 8.05 | 31.29 | 40.38 | 70.46 | 6.86 | 27.76 | 36.24 | |
| | | 70.50 | 6.31 | 23.99 | 33.49 | 71.16 | 7.35 | 32.56 | 39.50 | |
| | 20 | 71.88 | 5.71 | 26.51 | 34.26 | 68.64 | 6.06 | 24.28 | 35.35 | |
| | | 69.65 | 7.35 | 27.14 | 36.52 | 63.57 | 6.90 | 26.08 | 40.15 | |
| | 40 | 72.11 | 7.66 | 26.12 | 34.46 | 69.55 | 6.73 | 26.23 | 35.99 | |
| | | 68.07 | 7.10 | 28.98 | 38.73 | 68.40 | 6.42 | 27.73 | 37.76 | |
| | 60 | 70.32 | 5.76 | 24.05 | 33.67 | 70.60 | 6.70 | 24.75 | 34.26 | |
| | | 70.17 | 6.32 | 22.51 | 32.78 | 68.94 | 5.96 | 25.95 | 36.18 | |
| | 10 | 0 | 69.43 | 8.20 | 35.28 | 42.68 | 68.84 | 6.68 | 28.59 | 38.11 |
| | | | 65.73 | 9.96 | 37.47 | 46.90 | 63.82 | 8.18 | 34.50 | 45.61 |
| 10 | | 68.42 | 7.12 | 28.20 | 38.45 | 72.03 | 6.83 | 28.57 | 35.67 | |
| | | 71.27 | 4.83 | 20.01 | 30.05 | 69.04 | 7.20 | 21.88 | 33.53 | |
| 20 | | 70.51 | 8.28 | 27.58 | 36.25 | 68.66 | 6.48 | 26.15 | 36.36 | |
| | | 70.52 | 7.85 | 29.08 | 37.65 | 69.26 | 6.69 | 25.96 | 35.71 | |
| 40 | | 68.81 | 10.37 | 31.56 | 40.68 | 67.70 | 7.61 | 28.30 | 38.96 | |
| | | 71.30 | 6.51 | 26.69 | 34.50 | 69.64 | 7.24 | 25.55 | 35.40 | |
| 60 | | 68.75 | 5.99 | 25.22 | 35.66 | 70.11 | 4.88 | 24.44 | 33.80 | |
| | | 71.69 | 5.66 | 24.93 | 33.24 | 67.50 | 5.92 | 23.52 | 35.70 | |
| 18 | | 0 | 69.43 | 8.20 | 35.28 | 42.68 | 68.84 | 6.68 | 28.59 | 38.11 |
| | | | 65.73 | 9.96 | 37.47 | 46.90 | 63.82 | 8.18 | 34.50 | 45.61 |
| | 10 | 69.34 | 8.19 | 29.10 | 38.11 | 73.85 | 8.15 | 33.71 | 38.88 | |
| | | 71.86 | 7.30 | 27.09 | 32.36 | 67.77 | 6.51 | 21.40 | 34.08 | |
| | 20 | 67.61 | 9.01 | 29.13 | 39.50 | 67.92 | 8.14 | 32.18 | 41.24 | |
| | | 71.50 | 6.86 | 24.16 | 33.27 | 65.62 | 9.26 | 30.11 | 41.70 | |
| | 40 | 70.11 | 6.01 | 22.39 | 32.70 | 69.98 | 8.04 | 29.50 | 38.11 | |
| | | 72.18 | 6.93 | 25.22 | 33.48 | 65.73 | 10.76 | 33.32 | 44.33 | |
| | 60 | 69.82 | 7.44 | 30.84 | 39.28 | 71.39 | 6.06 | 24.96 | 33.73 | |
| | | 69.71 | 7.94 | 26.42 | 35.98 | 69.87 | 6.96 | 27.53 | 36.45 | |
| | 26 | 0 | 69.43 | 8.20 | 35.28 | 42.68 | 68.84 | 6.68 | 28.59 | 38.11 |
| | | | 65.73 | 9.96 | 37.47 | 46.90 | 63.82 | 8.18 | 34.50 | 45.61 |
| 10 | | 72.81 | 6.13 | 24.68 | 32.38 | 72.63 | 7.26 | 28.22 | 35.19 | |
| | | 68.24 | 8.42 | 28.73 | 38.86 | 64.84 | 8.17 | 29.20 | 41.36 | |
| 20 | | 68.24 | 7.55 | 26.75 | 37.56 | 71.73 | 7.14 | 31.32 | 38.10 | |
| | | 69.10 | 8.92 | 30.20 | 39.34 | 67.43 | 6.54 | 25.96 | 37.52 | |
| 40 | | 66.98 | 8.05 | 31.38 | 41.59 | 72.02 | 6.30 | 24.60 | 32.88 | |
| | | 70.18 | 6.92 | 25.96 | 35.38 | 70.81 | 6.50 | 25.41 | 34.26 | |
| 60 | | 71.27 | 6.00 | 25.69 | 34.05 | 69.75 | 7.55 | 32.95 | 40.51 | |
| | | 70.43 | 6.07 | 23.64 | 33.27 | 68.41 | 8.54 | 30.23 | 39.95 | |

Çizelge 4.23'ün devamı

| Konsantrasyon (%) | Daldırma süresi (s) | Depolama süresi (ay) | | | | | | | | |
|-------------------|---------------------|----------------------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|--------------|-------|
| | | 6 | | | | 8 | | | | |
| | | <i>L*</i> | <i>a*</i> | <i>b*</i> | ΔE^* | <i>L*</i> | <i>a*</i> | <i>b*</i> | ΔE^* | |
| 0 | 0 | 66.44 | 7.98 | 31.80 | 42.17 | 69.89 | 7.17 | 35.43 | 47.39 | |
| | | 69.28 | 8.60 | 33.51 | 41.65 | 67.46 | 9.30 | 35.00 | 49.41 | |
| | 10 | 71.88 | 5.26 | 25.63 | 33.45 | 72.54 | 6.22 | 28.63 | 41.03 | |
| | | 70.63 | 6.71 | 25.90 | 34.90 | 66.97 | 5.63 | 23.01 | 40.37 | |
| | 20 | 66.89 | 6.49 | 21.62 | 34.95 | 67.27 | 6.78 | 25.43 | 43.39 | |
| | | 67.26 | 8.37 | 27.42 | 38.82 | 69.27 | 7.87 | 30.19 | 44.62 | |
| | 40 | 68.63 | 7.01 | 27.86 | 37.57 | 68.50 | 6.29 | 27.94 | 43.81 | |
| | | 69.68 | 3.87 | 22.62 | 30.22 | 67.96 | 5.76 | 26.79 | 43.67 | |
| | 60 | 66.37 | 7.54 | 25.80 | 38.16 | 67.94 | 5.17 | 22.45 | 40.87 | |
| | | 64.45 | 7.10 | 24.40 | 38.62 | 65.88 | 6.82 | 27.16 | 45.26 | |
| | 10 | 0 | 66.44 | 7.98 | 31.80 | 42.17 | 69.89 | 7.17 | 35.43 | 47.39 |
| | | | 69.28 | 8.60 | 33.51 | 41.65 | 67.46 | 9.30 | 35.00 | 49.41 |
| 10 | | 71.13 | 9.33 | 33.25 | 40.29 | 69.00 | 6.92 | 25.93 | 42.03 | |
| | | 54.21 | 7.61 | 25.44 | 34.74 | 69.23 | 7.28 | 26.53 | 43.43 | |
| 20 | | 70.11 | 5.51 | 26.08 | 33.58 | 72.72 | 4.16 | 25.30 | 38.33 | |
| | | 64.09 | 7.78 | 23.89 | 38.81 | 69.97 | 7.00 | 28.38 | 42.69 | |
| 40 | | 70.09 | 4.81 | 24.13 | 33.63 | 70.35 | 5.58 | 23.78 | 39.73 | |
| | | 70.02 | 7.32 | 25.44 | 35.20 | 67.70 | 6.19 | 25.23 | 42.80 | |
| 60 | | 71.58 | 6.50 | 24.78 | 33.41 | 69.72 | 5.45 | 24.84 | 40.66 | |
| | | 68.52 | 4.79 | 21.90 | 33.67 | 71.77 | 4.49 | 24.25 | 38.73 | |
| 18 | | 0 | 66.44 | 7.98 | 31.80 | 42.17 | 69.89 | 7.17 | 35.43 | 47.39 |
| | | | 69.28 | 8.60 | 33.51 | 41.65 | 67.46 | 9.30 | 35.00 | 49.41 |
| | 10 | 64.29 | 7.55 | 22.06 | 37.60 | 68.69 | 7.18 | 27.57 | 43.26 | |
| | | 63.53 | 8.71 | 29.88 | 43.13 | 70.76 | 6.40 | 27.45 | 41.45 | |
| | 20 | 70.10 | 7.34 | 24.47 | 34.29 | 68.52 | 5.08 | 23.92 | 41.05 | |
| | | 69.12 | 7.87 | 27.50 | 37.12 | 66.06 | 4.08 | 19.34 | 41.09 | |
| | 40 | 70.78 | 5.94 | 22.21 | 32.34 | 69.46 | 5.23 | 25.49 | 41.15 | |
| | | 71.05 | 7.19 | 26.01 | 34.73 | 70.88 | 3.31 | 22.63 | 38.57 | |
| | 60 | 71.62 | 5.68 | 23.45 | 32.42 | 72.85 | 5.13 | 25.89 | 38.61 | |
| | | 71.25 | 3.81 | 21.53 | 31.00 | 66.77 | 6.08 | 22.44 | 42.02 | |
| | 26 | 0 | 66.44 | 7.98 | 31.80 | 42.17 | 69.89 | 7.17 | 35.43 | 47.39 |
| | | | 69.28 | 8.60 | 33.51 | 41.65 | 67.46 | 9.30 | 35.00 | 49.41 |
| 10 | | 68.68 | 5.84 | 23.33 | 34.37 | 71.95 | 8.67 | 31.22 | 43.26 | |
| | | 71.37 | 5.90 | 27.75 | 35.37 | 67.65 | 6.82 | 29.88 | 45.59 | |
| 20 | | 68.26 | 7.96 | 29.81 | 39.33 | 70.51 | 6.91 | 27.01 | 41.62 | |
| | | 71.29 | 4.94 | 24.03 | 32.70 | 71.94 | 6.93 | 28.35 | 41.17 | |
| 40 | | 67.71 | 9.03 | 25.65 | 37.19 | 68.77 | 6.27 | 26.08 | 42.36 | |
| | | 71.14 | 6.81 | 25.65 | 34.17 | 70.48 | 5.30 | 25.47 | 40.75 | |
| 60 | | 70.14 | 7.85 | 23.86 | 34.17 | 73.64 | 5.03 | 23.50 | 37.12 | |
| | | 66.31 | 8.28 | 23.48 | 34.31 | 72.30 | 5.38 | 24.33 | 38.33 | |

Çizelge 4.24. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı renk değerlerine ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon Kaynağı | SD | <i>L</i> * | | <i>a</i> * | | <i>b</i> * | | <i>ΔE</i> * | |
|-------------------|-----|------------|---------|------------|---------|------------|---------|-------------|---------|
| | | KO | F | KO | F | KO | F | KO | F |
| Konsantrasyon | 3 | 4.52 | 0.88 | 1.44 | 1.03 | 7.48 | 0.92 | 10.37 | 1.29 |
| Daldırma süresi | 4 | 54.09 | 10.58** | 34.22 | 24.61** | 558.19 | 68.32** | 422.15 | 52.39** |
| Depolama | 6 | 10.85 | 2.12* | 100.01 | 71.94** | 57.09 | 6.99** | 213.35 | 26.48** |
| Hata | 266 | 5.11 | | 1.39 | | 8.17 | | 8.06 | |

*0.01<p<0.05, **p<0.01

Çizelge 4.25. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı renk değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi analizi sonuçları (± standart hata)

| Konsantrasyon (%) | N | <i>L</i> * | | <i>a</i> * | | <i>b</i> * | | <i>ΔE</i> * | |
|----------------------|----|---------------------|--------|---------------------|--------|---------------------|--------|---------------------|--------|
| 0 | 70 | 68.90 ^a | ± 0.25 | 7.78 ^a | ± 0.24 | 27.88 ^a | ± 0.46 | 38.47 ^a | ± 0.49 |
| 10 | 70 | 69.20 ^a | ± 0.34 | 7.72 ^a | ± 0.24 | 27.30 ^a | ± 0.49 | 37.71 ^a | ± 0.52 |
| 18 | 70 | 69.32 ^a | ± 0.29 | 7.97 ^a | ± 0.26 | 27.27 ^a | ± 0.51 | 37.86 ^a | ± 0.52 |
| 26 | 70 | 69.50 ^a | ± 0.28 | 8.01 ^a | ± 0.22 | 27.15 ^a | ± 0.52 | 37.62 ^a | ± 0.52 |
| Daldırma süresi (s) | N | | | | | | | | |
| 0 (Kontrol) | 56 | 67.51 ^b | ± 0.27 | 9.18 ^a | ± 0.25 | 32.92 ^a | ± 0.34 | 42.73 ^a | ± 0.53 |
| 10 | 56 | 69.55 ^a | ± 0.41 | 7.91 ^b | ± 0.23 | 26.88 ^b | ± 0.45 | 37.18 ^b | ± 0.5 |
| 20 | 56 | 69.49 ^a | ± 0.28 | 7.64 ^{cb} | ± 0.23 | 26.38 ^{cb} | ± 0.39 | 37.19 ^b | ± 0.4 |
| 40 | 56 | 69.58 ^a | ± 0.26 | 7.44 ^{cd} | ± 0.27 | 25.68 ^{cd} | ± 0.45 | 36.62 ^{cb} | ± 0.49 |
| 60 | 56 | 70.02 ^a | ± 0.29 | 7.17 ^d | ± 0.27 | 25.14 ^d | ± 0.39 | 35.85 ^c | ± 0.57 |
| Depolama süresi (ay) | N | | | | | | | | |
| 0 | 40 | 69.25 ^{ba} | ± 0.37 | 11.29 ^a | ± 0.19 | 25.09 ^c | ± 0.68 | 35.85 ^c | ± 0.57 |
| 1 | 40 | 69.65 ^a | ± 0.28 | 7.72 ^{cb} | ± 0.19 | 27.44 ^{ba} | ± 0.48 | 36.98 ^{cb} | ± 0.42 |
| 2 | 40 | 69.71 ^a | ± 0.43 | 7.85 ^b | ± 0.27 | 27.90 ^{ba} | ± 0.64 | 37.18 ^{cb} | ± 0.71 |
| 3 | 40 | 69.56 ^a | ± 0.3 | 7.53 ^{cbd} | ± 0.22 | 28.66 ^a | ± 0.74 | 37.66 ^b | ± 0.72 |
| 4 | 40 | 68.64 ^{ba} | ± 0.41 | 7.18 ^{cd} | ± 0.17 | 28.32 ^a | ± 0.57 | 38.09 ^b | ± 0.57 |
| 6 | 40 | 68.38 ^b | ± 0.52 | 7.08 ^d | ± 0.23 | 26.70 ^b | ± 0.61 | 36.74 ^{cb} | ± 0.58 |
| 8 | 40 | 69.44 ^{ba} | ± 0.32 | 6.43 ^e | ± 0.23 | 27.70 ^{ba} | ± 0.7 | 42.90 ^a | ± 0.54 |

Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı renk değerlerine ait I. ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.23'de, bu verilere uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24'de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.25'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre örneklerin renk değerleri üzerine tuz çözeltisi konsantrasyonunun önemli ($p>0.05$) düzeyde bir etkisinin olmadığı, daldırma süresinin $p<0.01$ düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu ve depolama süresinin ise L^* değeri üzerinde $p<0.05$ düzeyinde; a^* , b^* ve ΔE^* değerleri üzerinde $p<0.01$ düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre uygulanan tuz çözeltilerinin artan daldırma süresinin örneklerin L^* değerini arttırırken a^* ve b^* değerlerini azalttığı ve bunun sonucu olarak da ΔE^* değerinin de azaldığı belirlenmiştir. Bu etkinin daldırma çözeltisinin taneler üzerindeki toz gibi yabancı materyalleri yıkama ile uzaklaştırmasından ve daldırma sonrası tane üzerindeki kalıntı tuzun tane renginin açık görünmesine neden olmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Depolama süresi ise örneklerin tüm renk değerlerini etkilemekle birlikte en büyük etkiyi a^* değeri üzerindeki azalış ile göstermiş ve bu ΔE^* değerinin arttırarak rengin koyulaşması ile de doğrulanmıştır. a^* değerindeki bu önemli azalışın bazı örneklerdeki kısmen küflenme sonucu yeşil rengin oluşmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

CIELAB renk koordinatında L^* değeri 0 ila 100 arasında rengin siyahtan beyaza değişimini ifade ederken; azalan a^* değeri rengin kırmızılıktan ($+a^*$) yeşilliğe ($-a^*$) doğru ve azalan b^* değeri ise rengin sarılıktan ($+b^*$) maviliğe ($-b^*$) doğru değişimini ifade etmektedir (Konica Minolta 2007; Izlı ve Isık 2013).

Yapılan bir çalışmada 55°C 'de 7 ay depolanan 2 farklı mısır çeşidinin de L^* değerlerinde önemli derecede bir azalış olduğu ve bu azalışın tanelerde meydana gelen kahverengileşmeden kaynaklandığı belirtilmiştir (Onigbinde ve Akinyele 1988).

Başka bir çalışmada kullanılan mısırlara renk analizi yapıldığında ise en düşük L^* , a^* , b^* ve ΔE^* değerlerinin sırasıyla 74.02, -1.53, 10.77, 57.12 olduğu en yüksek L^* , a^* , b^* ve ΔE^* değerlerinin sırasıyla 84.42, 3.23, 27.98, 66.29 olduğu belirtilmiştir (Sandhu vd. 2007).

4.3.3. Mikrobiyolojik analiz sonuçları

4.3.3.1. Örneklerin toplam maya küf sayıları üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi

Çizelge 4.26. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı maya küf (log kob/g) sayısına ait veriler (I. ve II. tekerrür)

| Konsantrasyon (%) | Daldırma süresi (s) | Depolama süresi (ay) | | | | | | | |
|-------------------|---------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | |
| 0 | 0 | 0.00 | 2.65 | 2.65 | 0.00 | 0.00 | 2.30 | 0.00 | |
| | | 3.63 | 2.39 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 0.00 | |
| | 10 | 2.39 | 3.42 | 4.16 | 3.74 | 3.43 | 4.00 | 3.28 | |
| | | 3.06 | 4.25 | 4.20 | 4.24 | 4.21 | 4.05 | 3.43 | |
| | 20 | 3.81 | 4.33 | 4.26 | 4.24 | 4.76 | 4.42 | 3.75 | |
| | | 2.45 | 4.47 | 4.39 | 4.30 | 4.80 | 4.73 | 0.00 | |
| | 40 | 4.13 | 4.55 | 4.29 | 4.38 | 4.77 | 5.13 | 4.47 | |
| | | 2.48 | 4.56 | 4.58 | 4.48 | 4.82 | 4.80 | 4.06 | |
| | 60 | 3.75 | 5.01 | 4.39 | 5.01 | 4.71 | 4.89 | 3.98 | |
| | | 3.10 | 4.47 | 4.68 | 5.00 | 4.61 | 5.05 | 3.72 | |
| | 10 | 0 | 0.00 | 2.65 | 2.65 | 0.00 | 0.00 | 2.30 | 0.00 |
| | | | 3.63 | 2.39 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 0.00 |
| | | 10 | 2.65 | 3.10 | 3.57 | 3.39 | 3.60 | 3.80 | 3.00 |
| | | | 0.00 | 3.39 | 3.76 | 3.58 | 4.01 | 3.00 | 3.58 |
| 20 | | 0.00 | 4.12 | 4.07 | 3.69 | 4.20 | 4.23 | 3.49 | |
| | | 0.00 | 4.70 | 4.05 | 4.09 | 3.87 | 4.31 | 3.96 | |
| 40 | | 0.00 | 4.32 | 4.76 | 4.65 | 4.55 | 4.47 | 3.68 | |
| | | 0.00 | 4.60 | 4.37 | 4.31 | 4.69 | 4.64 | 4.02 | |
| 60 | | 2.54 | 4.74 | 4.41 | 4.79 | 4.81 | 4.65 | 3.72 | |
| | | 0.00 | 4.68 | 4.54 | 4.72 | 5.26 | 4.99 | 4.00 | |
| 18 | | 0 | 0.00 | 2.65 | 2.65 | 0.00 | 0.00 | 2.30 | 0.00 |
| | | | 3.63 | 2.39 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 0.00 |
| | | 10 | 2.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 20 | 2.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.91 | |
| | | 3.46 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.86 | |
| | 40 | 3.11 | 0.00 | 2.69 | 2.63 | 2.89 | 3.34 | 0.00 | |
| | | 3.10 | 0.00 | 3.01 | 2.87 | 3.14 | 3.32 | 3.16 | |
| | 60 | 3.60 | 3.65 | 3.51 | 3.61 | 4.25 | 3.76 | 3.14 | |
| | | 2.30 | 3.22 | 3.06 | 0.00 | 4.05 | 3.97 | 3.40 | |
| | 26 | 0 | 0.00 | 2.65 | 2.65 | 0.00 | 0.00 | 2.30 | 0.00 |
| | | | 3.63 | 2.39 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 0.00 |
| | | 10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 20 | | 3.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 40 | | 2.67 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.15 | 0.00 | |
| | | 3.54 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| 60 | | 2.43 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |

Çizelge 4.27. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı maya küf sayısına ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon kaynağı | SD | KO | F |
|-------------------|-----|--------|---------|
| Konsantrasyon | 3 | 139.34 | 79.21** |
| Daldırma süresi | 4 | 29.65 | 16.85** |
| Depolama süresi | 6 | 3.73 | 2.12 |
| Hata | 266 | 1.76 | |

*0.01<p<0.05, **p<0.01

Çizelge 4.28. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı maya küf (log kob/g) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata)

| Konsantrasyon (%) | N | Maya Küf (log kob/g) | | |
|----------------------|----|----------------------|-------|------|
| 0 | 70 | 3.54 ^a | \pm | 0.18 |
| 10 | 70 | 3.17 ^a | \pm | 0.20 |
| 18 | 70 | 1.63 ^b | \pm | 0.19 |
| 26 | 70 | 0.50 ^c | \pm | 0.13 |
| Daldırma süresi (s) | N | | | |
| 0 (Kontrol) | 56 | 1.26 ^c | \pm | 0.18 |
| 10 | 56 | 1.80 ^b | \pm | 0.24 |
| 20 | 56 | 2.14 ^b | \pm | 0.27 |
| 40 | 56 | 2.81 ^a | \pm | 0.26 |
| 60 | 56 | 3.04 ^a | \pm | 0.26 |
| Depolama süresi (ay) | N | | | |
| 0. | 40 | 2.05 ^{bac} | \pm | 0.24 |
| 1. | 40 | 2.39 ^{bac} | \pm | 0.30 |
| 2. | 40 | 2.48 ^{ba} | \pm | 0.29 |
| 3. | 40 | 1.94 ^{bc} | \pm | 0.33 |
| 4. | 40 | 2.14 ^{bac} | \pm | 0.35 |
| 6. | 40 | 2.65 ^a | \pm | 0.30 |
| 8. | 40 | 1.82 ^c | \pm | 0.29 |

Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı maya küf sayılarına ait I. ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.26'da, bu verilere uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27'de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.28'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre örneklerin maya küf sayıları üzerine tuz çözeltisi konsantrasyonu ve daldırma süresinin $p < 0.01$ düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu depolama süresinin ise önemli ($p > 0.05$) bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre tuz çözeltilerinin artan konsantrasyonunun maya küf sayıları üzerine azaltıcı bir etki yaptığı belirlenmiştir. Bu etkinin tuzun mısırlara daha fazla nüfus etmesi sonucunda (Çizelge 4.4) mısır örneklerinin su içeriği ve su aktivitesi değerlerini düşürmesi (Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.10) ve tuzun antimikrobiyal özelliklerinin örnekleri mikrobiyolojik olarak korumasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Daldırma süresinin örneklerin maya küf sayıları üzerine arttırıcı bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bu etkinin artan daldırma süresinin mısır tanelerinin su içeriği ve su aktivitesi değerlerini özellikle kabuk bölgesinde arttırarak (Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.10) maya küfün gelişmesini teşvik etmesinden kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Depolama süresinin örneklerin maya küf sayıları üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak bu değerler deskriptif olarak değerlendirildiğinde depolamanın ilk 2 ayında bir artış olduğu devam eden aylarda ise azalış ve artış eğilimlerinin düzensiz bir şekilde olduğu belirlenmiştir. Bu durumun tanelerin, küflerin ve böceklerin solunumu sonucu ortamdaki oksijenin iki ay kadar sonra görece azalması ve karbondioksit miktarının ise artarak gelişmek için oksijene ihtiyaç duyan küflerin faaliyetleri üzerine engelleyici bir etki oluşturmasından ve zaman içerisinde örnekleme faaliyeti sırasında depo kabı içerisindeki atmosferin oksijen ve karbondioksit miktarlarındaki değişikliklerden kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

3 farklı sıcaklıkta (15, 25 ve 35°C) 12 ay boyunca depolanan mısırların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin araştırıldığı bir çalışmada mısırların su içeriklerinin sırasıyla %13.4, 13.3 ve 7.8 olduğu tespit edilmiştir. Mısır tanelerinin küflenme oranlarına bakıldığında depolamanın 3. ayından itibaren küf gelişimi gözlenmiş olup depolamanın 6. ayı 35°C'de depolanan mısırlar için küf gelişiminin maksimum olduğu nokta olarak saptanmıştır. Ancak depolama sonunda 15°C ve 25°C'de depolanan mısırların küflenme oranlarının 35°C'de depolanan mısırlardan daha fazla olduğu görülmüş ve bu yüksek sıcaklığın etkisi ile su içeriğinin azalması buna bağlı olarak da su aktivitesinin küf gelişimi için düşük kalması ile açıklanabilmektedir (Paraginski vd. 2014).

Mısır tanelerinin sertlik gibi tekstürel özelliklerinin de küflenme üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (Mohapatra 2017). Buna göre daldırma süresinin artmasıyla birlikte artan su içeriği (Çizelge 4.7) oranı tanenin sertliğini düşürmüş ve bu da küflenmenin daha kolay gerçekleşmesine sebep olmuştur.

Böcekler tarafından zarar görmüş tanelerin küflenmeye daha yatkın olduğu bunun sebebinin ise böceklerin tane bütünlüğünü bozması nedeniyle taneyi küf gelişimi için uygun bir hale getirmesi ve solunum yaparak ortamın sıcaklığını ve tanelerin su içeriğini arttırmasından kaynaklandığı rapor edilmiştir (Reddy vd. 2005; Mohapatra 2017). Artan daldırma süresince önemli miktarda artan böcek sayısına bakıldığında (Çizelge 4.34) maya küf sayısında meydana gelen artışta, böcek sayısı artışının da etkili

olabileceği bunun yanı sıra depolamadaki değişken maya küf sayısının depolama boyunca artan böcek sayısı (Çizelge 4.34) ve buna bağlı olarak artan karbondioksit miktarından kaynaklanmış olabileceği sonucuna varılmıştır. Bir çalışmada böceklerin aktiviteleri sonucunda ortamda karbondioksit miktarının da arttığı rapor edilmiştir (Reddy vd. 2005).

Reed vd. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada mısırların solunum faaliyetlerinin araştırılması amacıyla farklı su içeriğine sahip mısırlar depolanmış ve orta su içeriğindeki (%16.6) mısırların 6. günden sonra düşük su içeriğindeki (%15.0) mısırların ise 21. günden sonra solunum hızlarında artış olduğu rapor edilmiştir.

Depolamanın mikroflora üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada mısırlar hasat edildikten sonra 22°C'de 12 ay boyunca polipropilen torbalarda depolanmıştır. Çalışma sonucunda su içeriğinin fazla olduğu örneklerde toplam koloni sayısı ve buna bağlı olarak da mikotoksin miktarlarının fazla olduğu saptanmıştır (Ono vd. 2002).



4.3.4. Biyolojik analiz sonuçları

4.3.4.1. Örneklerin çimlenme oranı üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi

Çizelge 4.29. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı çimlenme oranına (%) ait veriler (I. ve II. tekrerr)

| Konsantrasyon (%) | Daldırma süresi (s) | Depolama süresi (ay) | | | | | | | |
|-------------------|---------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | |
| 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 10 | 100 | 100 | 100 | 98 | 98 | 92 | 81 | |
| | | 100 | 94 | 99 | 99 | 99 | 95 | 91 | |
| | 20 | 100 | 99 | 97 | 97 | 88 | 62 | 14 | |
| | | 100 | 98 | 99 | 96 | 89 | 58 | 0 | |
| | 40 | 100 | 98 | 96 | 85 | 74 | 13 | 2 | |
| | | 100 | 96 | 93 | 80 | 63 | 0 | 2 | |
| | 60 | 100 | 87 | 87 | 86 | 85 | 40 | 20 | |
| | | 99 | 95 | 93 | 78 | 60 | 13 | 4 | |
| | 10 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | | 10 | 100 | 96 | 96 | 95 | 95 | 91 | 29 |
| | | | 99 | 95 | 95 | 99 | 93 | 81 | 8 |
| 20 | | 96 | 99 | 100 | 95 | 92 | 81 | 28 | |
| | | 99 | 97 | 98 | 93 | 87 | 72 | 7 | |
| 40 | | 97 | 95 | 95 | 89 | 90 | 85 | 13 | |
| | | 99 | 96 | 97 | 89 | 86 | 69 | 20 | |
| 60 | | 100 | 90 | 97 | 86 | 80 | 53 | 2 | |
| | | 95 | 92 | 95 | 84 | 83 | 23 | 0 | |
| 18 | | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | | 10 | 100 | 96 | 96 | 96 | 93 | 86 | 38 |
| | | | 99 | 96 | 97 | 93 | 88 | 74 | 20 |
| | 20 | 97 | 94 | 98 | 83 | 85 | 73 | 14 | |
| | | 96 | 95 | 94 | 91 | 91 | 74 | 0 | |
| | 40 | 96 | 93 | 88 | 79 | 83 | 72 | 12 | |
| | | 94 | 93 | 88 | 88 | 82 | 63 | 6 | |
| | 60 | 96 | 87 | 81 | 87 | 68 | 58 | 15 | |
| | | 97 | 86 | 83 | 72 | 68 | 39 | 11 | |
| | 26 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | | 10 | 95 | 96 | 93 | 93 | 97 | 92 | 67 |
| | | | 88 | 95 | 92 | 94 | 86 | 78 | 7 |
| 20 | | 93 | 91 | 92 | 88 | 89 | 86 | 57 | |
| | | 84 | 90 | 91 | 78 | 81 | 73 | 27 | |
| 40 | | 90 | 84 | 90 | 79 | 69 | 59 | 13 | |
| | | 96 | 94 | 87 | 83 | 81 | 69 | 23 | |
| 60 | | 95 | 83 | 89 | 80 | 66 | 58 | 14 | |
| | | 91 | 87 | 87 | 80 | 62 | 54 | 28 | |

Çizelge 4.30. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı çimlenme oranına ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon kaynağı | SD | KO | F |
|-------------------|-----|----------|---------|
| Konsantrasyon | 3 | 80.24 | 0.36 |
| Daldırma süresi | 4 | 8597.999 | 38.49** |
| Depolama süresi | 6 | 18681.78 | 83.63** |
| Hata | 266 | 223.38 | |

*0.01<p<0.05, **p<0.01

Çizelge 4.31. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı çimlenme oranı (%) ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata)

| Konsantrasyon (%) | N | Çimlenme oranı (%) | | |
|----------------------|----|---------------------|-------|------|
| 0 | 70 | 81.31 ^a | \pm | 3.70 |
| 10 | 70 | 83.09 ^a | \pm | 3.35 |
| 18 | 70 | 80.60 ^a | \pm | 3.21 |
| 26 | 70 | 81.20 ^a | \pm | 2.71 |
| Daldırma süresi (s) | N | | | |
| 0 (Kontrol) | 56 | 100.00 ^a | \pm | 0.00 |
| 10 | 56 | 86.84 ^b | \pm | 2.98 |
| 20 | 56 | 79.39 ^c | \pm | 3.69 |
| 40 | 56 | 72.79 ^d | \pm | 4.15 |
| 60 | 56 | 68.73 ^d | \pm | 4.01 |
| Depolama süresi (ay) | N | | | |
| 0. | 40 | 97.28 ^a | \pm | 0.60 |
| 1. | 40 | 94.68 ^a | \pm | 0.76 |
| 2. | 40 | 94.58 ^a | \pm | 0.82 |
| 3. | 40 | 90.33 ^{ba} | \pm | 1.29 |
| 4. | 40 | 86.28 ^b | \pm | 1.91 |
| 6. | 40 | 70.90 ^c | \pm | 4.16 |
| 8. | 40 | 36.83 ^d | \pm | 6.01 |

Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı çimlenme oranlarına ait I. ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.29'da, bu verilere uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.30'da ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.31'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre örneklerin çimlenme oranları üzerine tuz çözültüsü konsantrasyonunun önemli düzeyde ($p>0.05$) bir etkisinin olmadığı, daldırma süresi ve depolama süresinin ise $p<0.01$ düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre tuz çözültülerine daldırma ve depolama süresinin çimlenme oranı üzerine azaltıcı bir etki yaptığı belirlenmiştir. Bu etkinin artan daldırma ve depolama süresi ile ağırlık kaybı oranı ve böcek sayısı verilerinden (Çizelge 4.22 ve Çizelge 4.34) de anlaşıldığı üzere örneklerin küf ve böcek faaliyetine daha açık hale gelmesinden ve örneklerin solunumundan kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Artan tuz konsantrasyonlarının tanelerin su içeriğinde önemli bir azalmaya (Çizelge 4.7) neden olurken çimlenme oranlarına istatistiksel olarak önemli bir etkide bulunamamasının ise taneye nüfuz eden tuzun kabukta kalarak embriyo kısmına ulaşamamasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

%13.5 ile %15.5 su içeriklerine sahip sorgum tanelerinin oda sıcaklığında depolanması ile tanelerin küflenme ve çimlenme faaliyetlerinin incelendiği bir çalışmada tane nem içeriğindeki %1'lik bir artışın küf gelişiminde önemli bir artışa çimlenme oranında ise önemli bir azalmaya neden olduğu rapor edilmiştir (Christensen 1971).

Dört farklı sorgum çeşidinin 6 farklı (0, 2, 4, 6, 8 ve 10ds/m) tuz konsantrasyonundaki çözültülere maruz bırakılması sonucunda tanelerin çimlenme oranlarının incelendiği bir çalışmada tez bulgularının aksine tuzun çimlenme üzerine olumsuz bir etkiye sahip olduğu ve en yüksek tuz konsantrasyonunda çimlenme oranının en düşük olduğu rapor edilmiştir. Yüksek tuz konsantrasyonlarının çimlenme oranlarını düşürmesinin nedeni tuzun, tanenin içerisine su girişini engellemesi ile çimlenme için gerekli olan su içeriğinin sağlanamamasıdır (Mansour 1994; Aydınşakir vd. 2012).

Yapılan bir çalışmada yaygın olarak kullanılan mısırın mekanik olarak veya zararlılar tarafından tane bütünlüğünün bozulması ile mısır tanelerinin çimlenme oranlarında ciddi seviyelerde azalış meydana geldiği belirtilmiştir (Yanyun vd. 2016).

Afzal vd. (2017) tarafından yapılan başka bir çalışmada depolama başlangıcında sağlam olan mısır tanelerinin polipropilen torbalarda 2 ay boyunca depolanması sonucunda tanelerin %33.64'ünde embriyo hasarı meydana geldiği buna bağlı olarak da başlangıçta %96 olan çimlenme oranının depolama sonunda %50'ye düştüğü belirtilmiştir. Çimlenme oranındaki bu ciddi azalma ve embriyo hasarı *Sitophilus zeamais* zararlısının hızla çoğalarak depolama sonunda sayılarının 2kg mısırdaki 1378'e kadar çıkması ile de ilişkili olduğu rapor edilmiştir.

Başka bir çalışmada ise depolanan buğdayların böcek zararına uğraması durumunda depolama süresinin artmasının çimlenme oranlarını sürekli düşürdüğü ve 9 aylık depolamanın sonuna gelindiğinde ortalama olarak %23.8 oranında bir düşüş meydana geldiği rapor edilmiştir (Dörtbudak ve Aydın 1984).

4.3.4.2. Örneklerin böcek sayıları üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi

Çizelge 4.32. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı kilogram başına düşen böcek sayısı değerlerine ait veriler (I. ve II. tekerrür)

| Konsantrasyon (%) | Daldırma süresi (s) | Depolama süresi (ay) | | | | | | | |
|-------------------|---------------------|----------------------|----|-----|-----|------|-----|------|----|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | |
| 0 | 0 | 5 | 10 | 20 | 0 | 30 | 19 | 10 | |
| | | 5 | 0 | 0 | 30 | 0 | 20 | 99 | |
| | 10 | 5 | 20 | 222 | 563 | 284 | 69 | 423 | |
| | | 5 | 0 | 59 | 193 | 69 | 288 | 1993 | |
| | 20 | 5 | 10 | 237 | 414 | 157 | 156 | 109 | |
| | | 5 | 10 | 148 | 502 | 107 | 721 | 3494 | |
| | 40 | 5 | 10 | 334 | 780 | 1035 | 282 | 340 | |
| | | 5 | 0 | 424 | 837 | 300 | 194 | 89 | |
| | 60 | 5 | 0 | 107 | 278 | 403 | 76 | 364 | |
| | | 5 | 0 | 442 | 888 | 999 | 324 | 120 | |
| | 10 | 0 | 5 | 10 | 20 | 0 | 30 | 19 | 10 |
| | | | 5 | 0 | 0 | 30 | 0 | 20 | 99 |
| 10 | | 5 | 0 | 78 | 323 | 167 | 325 | 1511 | |
| | | 5 | 20 | 116 | 511 | 139 | 294 | 1443 | |
| 20 | | 5 | 0 | 168 | 191 | 195 | 108 | 458 | |
| | | 5 | 0 | 77 | 304 | 212 | 162 | 446 | |
| 40 | | 5 | 0 | 29 | 298 | 108 | 165 | 1930 | |
| | | 5 | 20 | 48 | 281 | 178 | 190 | 330 | |
| 60 | | 5 | 0 | 77 | 455 | 138 | 266 | 1753 | |
| | | 5 | 0 | 311 | 756 | 332 | 166 | 2487 | |
| 18 | | 0 | 5 | 10 | 20 | 0 | 30 | 19 | 10 |
| | | | 5 | 0 | 0 | 30 | 0 | 20 | 99 |
| | 10 | 5 | 0 | 162 | 568 | 118 | 284 | 713 | |
| | | 5 | 0 | 211 | 559 | 379 | 238 | 653 | |
| | 20 | 5 | 0 | 68 | 595 | 277 | 377 | 1528 | |
| | | 5 | 0 | 186 | 408 | 217 | 357 | 1747 | |
| | 40 | 5 | 0 | 49 | 522 | 185 | 291 | 825 | |
| | | 5 | 0 | 10 | 380 | 88 | 326 | 1512 | |
| | 60 | 5 | 10 | 19 | 267 | 168 | 221 | 163 | |
| | | 5 | 0 | 19 | 279 | 167 | 514 | 2992 | |
| | 26 | 0 | 5 | 10 | 20 | 0 | 30 | 19 | 10 |
| | | | 5 | 0 | 0 | 30 | 0 | 20 | 99 |
| 10 | | 5 | 0 | 39 | 967 | 139 | 546 | 775 | |
| | | 5 | 0 | 77 | 603 | 184 | 512 | 1989 | |
| 20 | | 5 | 10 | 10 | 99 | 90 | 248 | 275 | |
| | | 5 | 0 | 78 | 530 | 136 | 395 | 236 | |
| 40 | | 5 | 10 | 38 | 344 | 189 | 564 | 243 | |
| | | 5 | 0 | 29 | 274 | 237 | 269 | 226 | |
| 60 | | 5 | 0 | 30 | 477 | 235 | 541 | 664 | |
| | | 5 | 0 | 29 | 505 | 267 | 451 | 235 | |

Çizelge 4.33. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı böcek sayısı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon kaynağı | SD | KO | F |
|-------------------|-----|-------------|---------|
| Konsantrasyon | 3 | 79222.23 | 0.62 |
| Daldırma süresi | 4 | 1000992.85 | 7.88** |
| Depolama süresi | 6 | 3186327.86 | 25.08** |
| Hata | 279 | 57153355.57 | |

*0.01<p<0.05, **p<0.01

Çizelge 4.34. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı kilogram başına düşen böcek sayısı değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata)

| Konsantrasyon (%) | N | Böcek sayısı | | |
|----------------------|----|----------------------|-------|--------|
| 0 | 70 | 273.74 ^a | \pm | 61.54 |
| 10 | 70 | 255.06 ^a | \pm | 56.87 |
| 18 | 70 | 270.57 ^a | \pm | 58.06 |
| 26 | 70 | 201.19 ^a | \pm | 37.30 |
| Daldırma süresi (s) | N | | | |
| 0 (Kontrol) | 56 | 17.71 ^b | \pm | 3.35 |
| 10 | 56 | 336.89 ^a | \pm | 61.84 |
| 20 | 56 | 290.95 ^a | \pm | 72.67 |
| 40 | 56 | 265.23 ^a | \pm | 49.62 |
| 60 | 56 | 339.91 ^a | \pm | 75.35 |
| Depolama süresi (ay) | N | | | |
| 0. | 40 | 5.00 ^d | \pm | 0.00 |
| 1. | 40 | 4.00 ^d | \pm | 1.00 |
| 2. | 40 | 100.28 ^{cd} | \pm | 18.24 |
| 3. | 40 | 376.78 ^b | \pm | 41.64 |
| 4. | 40 | 200.48 ^c | \pm | 34.15 |
| 6. | 40 | 251.90 ^{cb} | \pm | 28.77 |
| 8. | 40 | 812.55 ^a | \pm | 142.55 |

Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı böcek sayılarına ait I. ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.32'de, bu verilere uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33'de ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.34'de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre örneklerin böcek sayısı üzerine tuz çözeltisi konsantrasyonunun önemli düzeyde ($p>0.05$) bir etkisinin olmadığı, daldırma ve depolama süresinin ise $p<0.01$ düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre daldırma ve depolama süresinin örneklerin böcek sayısı üzerine arttırıcı bir etki yaptığı tespit edilmiştir. Bu etkinin artan daldırma süresi ile özellikle kabuğu yumuşayan tanelerin böcekler tarafından daha kolay bir şekilde zarara uğratılması sonucunda iyi beslenerek sayılarının artmasından ve artan depolama süresi ile böceklerin uygun ortamda kolay bir şekilde çoğalmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Mısır depoları ekolojik olarak kararsız olmaları nedeniyle birçok böcek çeşidi için çoğalma ve tahıla zarar verme açısından en uygun ortamlardır. Sıcaklık, su içeriği, bağıl nem gibi depo ve çevresel koşullar böceklerin mısırlara zarar vermesinde en önemli faktörlerdir (Boxall 2001; Suleiman vd. 2013).

Yakubu (2009) tarafından yapılan bir çalışmada farklı su içeriklerinde (%6.3 ve 16) ve farklı sıcaklıklarda (10 ve 27°C) hermetik olarak depolanan mısırların mısır zararlısı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Mısır zararlısının ölüm oranını belirlemek amacı ile 350 mısır tanesi 30 mısır zararlısı ile birlikte hermetik kavanozlarda depolanmış, kontrol olarak ise hermetik olmayan kavanozlar kullanılmıştır. 27°C'de 6 günlük depolama sonunda iki farklı su içeriğinde depolanmış mısırlarda %100 böcek mortalitesi görülürken 10°C'de 10 günlük depolama sonunda %6.3 su içeriğindeki mısırlarda maksimum böcek mortalitesi %28 olarak belirtilmiştir. 27°C'de 6 günlük hermetik olmayan depolama sonunda ise maksimum böcek mortalitesi %7.5 olarak saptanmış bunun sonucunda da hermetik depolamanın böcek kontrolünde etkili bir yöntem olduğu belirtilmiş ve depolanacak olan mısıra uygulanan kurutma işleminin depo havasının bağıl nemini ve tanenin su içeriğini azaltarak taneyi zararlılar için daha az tercih edilebilir hale getirdiği rapor edilmiştir.

4.3.4.3. Örneklerin yenik tane sayıları üzerine tuz uygulaması ve depolamanın etkisi

Çizelge 4.35. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı yenik tane (%) değerlerine ait veriler (I. ve II. tekerrür)

| Konsantrasyon (%) | Daldırma süresi (s) | Depolama süresi (ay) | | | | | | |
|-------------------|---------------------|----------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 |
| 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.90 |
| | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.22 |
| | 10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.36 | 28.06 | 13.31 | 24.88 |
| | | 0.00 | 0.00 | 7.34 | 5.17 | 10.49 | 17.01 | 18.57 |
| | 20 | 0.00 | 0.00 | 8.42 | 9.15 | 29.23 | 11.13 | 22.41 |
| | | 0.00 | 0.00 | 5.97 | 9.87 | 26.73 | 31.65 | 30.60 |
| | 40 | 0.00 | 0.00 | 11.62 | 18.39 | 40.05 | 26.04 | 17.58 |
| 0.00 | | 0.00 | 8.88 | 31.72 | 50.46 | 18.31 | 15.56 | |
| 60 | 0.00 | 0.00 | 6.23 | 21.92 | 9.72 | 15.25 | 40.12 | |
| | 0.00 | 0.00 | 8.06 | 13.67 | 14.23 | 21.23 | 25.76 | |
| 10 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.90 |
| | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.22 |
| | 10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.70 | 13.38 | 16.02 | 29.69 |
| | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 13.84 | 16.70 | 7.20 | 25.16 |
| | 20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.02 | 10.03 | 9.28 | 31.28 |
| | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 16.10 | 18.13 | 23.26 | 31.34 |
| | 40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 16.08 | 16.34 | 8.88 | 17.64 |
| 0.00 | | 0.00 | 2.95 | 17.03 | 22.30 | 18.67 | 15.83 | |
| 60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.36 | 20.67 | 9.74 | 26.92 | |
| | 0.00 | 0.00 | 6.28 | 11.32 | 6.67 | 18.10 | 40.92 | |
| 18 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.90 |
| | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.22 |
| | 10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.34 | 2.72 | 8.03 | 10.49 |
| | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.51 | 8.87 | 9.85 | 30.21 |
| | 20 | 0.00 | 0.00 | 3.71 | 7.07 | 12.47 | 8.52 | 37.68 |
| | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.46 | 18.06 | 14.16 | 38.42 |
| | 40 | 0.00 | 0.00 | 2.46 | 1.55 | 14.91 | 13.42 | 32.73 |
| 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 4.71 | 11.45 | 9.82 | 41.33 | |
| 60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9.91 | 14.32 | 7.66 | 28.21 | |
| | 0.00 | 0.00 | 2.78 | 10.16 | 10.58 | 18.39 | 31.95 | |
| 26 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.90 |
| | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.22 |
| | 10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.03 | 9.38 | 11.48 | 8.85 |
| | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.01 | 11.87 | 4.27 | 35.87 |
| | 20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.28 | 2.35 | 16.71 |
| | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.03 | 9.52 | 0.00 | 29.84 |
| | 40 | 0.00 | 0.00 | 6.79 | 2.51 | 7.81 | 0.00 | 11.63 |
| 0.00 | | 0.00 | 2.39 | 0.00 | 7.47 | 5.16 | 12.17 | |
| 60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.35 | 4.18 | 37.29 | |
| | 0.00 | 0.00 | 1.41 | 4.95 | 7.92 | 5.02 | 30.57 | |

Çizelge 4.36. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı yenik tane değerlerine ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon kaynağı | SD | KO | F |
|-------------------|-----|---------|---------|
| Konsantrasyon | 3 | 431.94 | 10.80** |
| Daldırma süresi | 4 | 833.47 | 20.84** |
| Depolama süresi | 6 | 2653.56 | 66.36** |
| Hata | 266 | 39.99 | |

Çizelge 4.37. Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı yenik tane değerleri ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları (\pm standart hata)

| Konsantrasyon (%) | N | Yenik Tane (%) | | |
|----------------------|----|--------------------|-------|------|
| 0 | 70 | 10.82 ^a | \pm | 1.47 |
| 10 | 70 | 8.16 ^b | \pm | 1.21 |
| 18 | 70 | 7.17 ^b | \pm | 1.26 |
| 26 | 70 | 4.82 ^c | \pm | 0.99 |
| Daldırma süresi (s) | N | | | |
| 0 (Kontrol) | 56 | 1.01 ^b | \pm | 0.33 |
| 10 | 56 | 7.98 ^a | \pm | 1.26 |
| 20 | 56 | 9.68 ^a | \pm | 1.56 |
| 40 | 56 | 10.05 ^a | \pm | 1.60 |
| 60 | 56 | 10.00 ^a | \pm | 1.53 |
| Depolama süresi (ay) | N | | | |
| 0. | 40 | 0.00 ^d | \pm | 0.00 |
| 1. | 40 | 0.00 ^d | \pm | 0.00 |
| 2. | 40 | 2.13 ^d | \pm | 0.52 |
| 3. | 40 | 7.37 ^c | \pm | 1.18 |
| 4. | 40 | 12.38 ^b | \pm | 1.75 |
| 6. | 40 | 9.68 ^{cb} | \pm | 1.30 |
| 8. | 40 | 22.62 ^a | \pm | 1.84 |

Farklı tuz konsantrasyonundaki çözeltilere farklı süreler daldırılan mısır örneklerinin depolanmaya bağlı yenik tane oranlarına ait I. ve II. tekerrür verileri Çizelge 4.35’de, bu verilere uygulanan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.36’da ve önemli bulunan varyasyon kaynakları ortalamalarına ait Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçları Çizelge 4.37’de verilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre örneklerin yenik tane oranları üzerine tuz çözeltisi konsantrasyonunun, daldırma ve depolama süresinin $p<0.01$ düzeyinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi sonuçlarına göre uygulanan tuz çözeltilerinin artan konsantrasyonunun örneklerin yenik tane oranları üzerinde azaltıcı bir etki yaptığı belirlenmiştir. Bu etkinin böcekler tarafından yüksek tuz konsantrasyonlarında tanelerin yüzeyi tuzla kaplı olduğundan bir böceğin herhangi bir tane yüzeyinde bir zarar oluşturduktan sonra diğer böceklerin de bu noktadan taneye saldırarak zarar görmüş tanelerin ağırlığının daha çok azaltılmasından ve böylelikle görece diğer tanelerin sağlam kalmasından kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Daldırma ve depolama sürelerinin ise örneklerin yenik tane oranları üzerinde arttırıcı bir etki yaptığı belirlenmiştir. Bu etkinin daldırma süresinin artmasıyla artan su içeriğinin tanenin sertliğini azaltmasından ve depolama süresinin artmasına bağlı olarak da sayıca artan böceklerin taneye daha fazla zarar vermesinden kaynaklandığı değerlendirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada mısırların depolanma süresinin artmasıyla böcek sayısının arttığı ve buna bağlı olarak da yenik tanenin sayısının depolama boyunca arttığı rapor edilmiştir (İzol 2015).

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, uzun yıllardır farklı gıdaların korunmasında kullanılan tuzun, depolanmış mısırın korunmasında da etkili bir şekilde kullanılabileceği düşünülmüş ve mısır taneleri farklı konsantrasyonlardaki tuz çözeltilerine farklı süreler daldırılarak depolama boyunca mısırları küflenme, çimlenme ve böceklenme gibi bozulmalara karşı korumada yeni ve minimal bir yöntem olarak geliştirilebilme imkanının araştırılması amaçlanmıştır.

Tane mısırlara tuz, 4 farklı konsantrasyondaki (%0-kontrol, 10, 18, 26) tuz çözeltilerine 4 farklı sürede (10, 20, 40, 60 saniye) daldırma şeklinde uygulanmış ve mısırların 8 ay depolanarak kalite özelliklerinin belirlenmesi için bazı kimyasal (tuz, su içeriği, su aktivitesi, pH ve titrasyon asitliği, ham yağ, kül), fiziksel (bin tane ağırlığı, ağırlık kaybı, renk), mikrobiyolojik (toplam maya-küf) ve biyolojik (çimlenme oranı, böcek sayısı ve yenik tane) özellikleri analiz edilmiştir. Ayrıca tuz uygulanmamış mısırlar da ikincil bir kontrol olarak kullanılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Depolamada kullanılan mısır örneğinin su içeriğinin %11.37, su aktivitesi değerinin 0.510, tuz içeriğinin ise %0.17, bin tane ağırlığının 259.14g ve çimlenme oranının ise %100 olduğu tespit edilmiştir.
- Depolamada mısırlara uygulanan %0, 10, 18 ve 26 tuz konsantrasyonları sonucu mısır örneklerinin tuz içerikleri sırasıyla %0.21, 0.89, 1.23 ve 1.66 olarak tespit edilirken 0, 10, 20, 40 ve 60s daldırma süreleri sonucu mısır örneklerinin tuz içerikleri sırasıyla %0.17, 1.06, 1.15, 1.30 ve 1.30 olarak tespit edilmiştir.
- Depolamada kullanılan mısırlara tuz uygulamasının; tanelerin %11.37 olan su içeriğini ortalama %1.86 ve 0.510 olan su aktivitesi değerini ortalama 0.110 birim arttırdığı, her iki değer için de artan tuz konsantrasyonunun artış hızını düşürdüğü, artan daldırma süresinin artış hızını yükselttiği ve depolama süresinin bu değerleri önce azalış sonra ise artış yönünde etkilediği tespit edilmiştir.
- Depolamada kullanılan mısırlara tuz uygulamasının; tanelerin %0.18 olan titrasyon asitliği değerini ortalama %0.3 birim arttırdığı, 6.20 olan pH değerini ortalama 0.7 birim düşürdüğü, daldırma ve depolama sürelerinin süreçte tanelerin solunum ve mikrobiyal faaliyeti sonucu oluşan metabolitler nedeniyle asitlik değerini arttırırken buna bağlı olan pH değerini azalttığı ve tuz konsantrasyonunun ise her iki değeri de etkilemediği tespit edilmiştir.
- Depolamada kullanılan mısırlara tuz uygulamasının; konsantrasyonu, daldırma süresi ve depolama süresi tanelerin bin tane ağırlığını artan su içeriğinin bir sonucu olan artan solunum, mikrobiyal faaliyet ve böcek aktivitesi nedenleriyle azaltıcı yönde etki ettiği ve 259.14g olan kontrol örneğinin bin tane ağırlığını ortalama 7.42g azalttığı tespit edilmiştir.

- Depolamada kullanılan mısırlara tuz uygulamasının; tanelerin ağırlık kaybı oranları üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde %26 tuz konsantrasyonu hariç artan tuz konsantrasyonunun ağırlık kaybını azalttığı, artan daldırma ve depolama sürelerinin ise ağırlık kaybını arttırdığı ve kontrol örneğine göre tuz uygulamasının örneklerde ortalama %3.54 oranında ağırlık kaybına neden olduğu tespit edilmiştir.
- Tuz çözeltilerine daldırma süresinin işlemin yıkayıcı etkisi nedeniyle tanenin daha çok L^* değerindeki artıştan kaynaklanan toplam renk değerinde (ΔE^*) yaklaşık olarak 7 birimlik bir açılmaya, depolama süresinin ise Maillard reaksiyonu ve küf faaliyeti nedeniyle tanenin daha çok a^* değeri azalışından kaynaklanan yaklaşık 7 birimlik bir koyulaşmaya neden olduğu tespit edilmiştir.
- Artan tuz konsantrasyonunun (%0, 10, 18 ve 26) mısırların maya küf sayıları üzerine azaltıcı bir etki yaptığı ve %26 olan en yüksek tuz konsantrasyonunun kontrole göre örneklerin maya küf sayısında 3 log birimlik bir düşüşe neden olduğu, artan daldırma süresinin (0, 10, 20, 40 ve 60s) ise maya küf sayıları üzerine arttırıcı bir etki yaparak en uzun daldırma süresi olan 60 saniyede 1.78 log birimlik bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir.
- Çimlenme oranının tuz uygulamasının konsantrasyonundan etkilenmediği ancak daldırma süresi ve depolama süresinden olumsuz etkilenerek en uzun daldırma süresinden yaklaşık %32 oranında, 8 aylık depolamadan ise %63 oranında azalma yönünde etkilendiği tespit edilmiştir.
- Böcek sayısının tuz uygulamasının yüksek konsantrasyonlarından etkilenmediği ancak daldırma ve depolama süresinden arttırıcı yönde etkilenerek kilogram başına 5 adetten en uzun daldırma süresinde 340 adete ve 8 aylık depolama sonunda ise 813 adete ulaştığı tespit edilmiştir.
- Yenik tane oranının tuz uygulamasının yüksek konsantrasyonlarından azaltıcı yönde etkilendiği ancak daldırma süresinin %9 ve depolama süresinin ise %22 oranında bir artışa sebep olduğu tespit edilmiştir

Sonuç olarak; tuz uygulamasının örneklerde kabul edilebilir seviyede yüzeyde bir tuzlanmayla birlikte çimlenme gücünde bir kayba neden olmaksızın özellikle yüksek tuz konsantrasyonunda ve kısa daldırma süresinde daha etkili olarak küf faaliyetini önleyebildiği, böcek faaliyetini ise önleyemediği tespit edilmiştir. Uygulamanın böcek faaliyetini önleyememesinin ise tanelerin suya daldırma sırasında mısır kabuklarının yumuşaması ile böcekler tarafından daha kolay zarara uğratılmasından ve/veya böceklerin tuza dayanımının yüksek olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Ayrıca bu tez sonucunda; mısır tanelerinin yüksek konsantrasyondaki tuz çözeltilerine sürekli daldırılarak birbirlerine kir aktarımının önlenmesi için daldırma yerine bu çözeltilerin pülverizasyonuna maruz bırakılması ve bu işlem sonrasında örneklerin bir kurutma işlemine tabi tutulması yüksek konsantrasyonda tuz çözeltisi uygulamasının küf gelişimine karşı daha etkili olması yanı sıra böcek faaliyetlerini de önemli derecede sınırlandıracağı kanaatine ulaşılmıştır.

6. KAYNAKLAR

- Abass, A.B., Fischler, M., Schneider, K., Daudi, S., Gaspar, A., Rüst, J., Kabula, E., Ndunguru, G., Madulu, D. and Msola, D. 2018. On-farm comparison of different postharvest storage technologies in a maize farming system of Tanzania Central Corridor. *Journal of stored products research*, 77: 55-65.
- Afzal, I., Bakhtavar, M. A., Ishfaq, M., Sagheer, M. and Baributsa, D. 2017. Maintaining dryness during storage contributes to higher maize seed quality. *Journal of stored products research*, 72: 49-53.
- Akan, E., Yerlikaya, O. ve Kınık, Ö. 2017. Importance of salt in dairy products and sodium reduction strategies in food and dairy products. *Agro Food Industry Hi-Tech*, 28(2): 60-62.
- Akinnuoye, D.B. and Modi, A.T. 2015. Germination characteristics of SC701 maize hybrid according to size and shape at different temperature regimes. *Plant Production Science*, 18(4): 514-521.
- Alavi, H.R. 2011. Trusting trade and the private sector for food security in Southeast Asia. The World Bank.
- Albarracín, W., Sánchez, I.C., Grau, R. and Barat, J.M. 2011. Salt in food processing; usage and reduction: a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 46(7): 1329-1336.
- Altan, A. 2002. Tahıl İşleme Teknolojisi (Yayınlanmamış Ders Notları), 150 s, Adana.
- Anankware, P. J., Fatunbi, A. O., Afreh-Nuamah, K., Obeng-Ofori, D. And Ansah, A. F. 2012. Efficacy of the multiple-layer hermetic storage bag for biorational management of primary beetle pests of stored maize. *Academic Journal of Entomology*, 5(1): 47-53.
- Anonim, 1961. Moisture – Air Oven Methods. AACC International Method 44-15.02.
- Anonim, 1999b. Mold and Yeast Counts. AACC International Method 42-50.01.
- Anonim, 2003. “Silolar – Tahıl Depolama – Terimler ve Tarifler” TS 12973, Ankara.
- Anonim, 2009. How to Feed the World in 2050. Rome: FAO. http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf. [Son erişim tarihi: 16.10.2019].
- Anonim, 2011a. Missing food: the case of postharvest grain losses in sub-saharan africa. The World Bank, FAO, NRI. Washington, DC. https://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/MissingFoods10_web.pdf. [Son erişim tarihi: 16.10.2019].

- Anonim, 2011b. Biology of *Zea mays* (Maize). Series of Crop Specific Biology Documents. Department of Biotechnology Ministry of Science and Technology, India.
- Anonim, 2018. Hububat Raporu 2017, Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2019. <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> Erişim Tarihi: 10.12.2019.
- Anonim. 1995. Zirai Mücadele Teknik Talimatları: Depolanmış Hububat ve Mamullerinin Zararlıları. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. [Son erişim tarihi: 16.10.2019].
- Aydınşakir, K., Erdurmuş, C., Büyüктаş, D. ve Çakmaccı, S. 2012. Tuz (NaCl) stresinin bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor*) çeşitlerinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(1): 47-52.
- Bbosa, D., Brumm, T.J., Bern, C.J., Rosentrater, K.A. and Raman, D.R. 2017. Evaluation of hermetic maize storage in 208 liter (55 gal) steel barrels for smallholder farmers. *Transactions of the ASABE*, 60(3): 981.
- Boxall, R.A. 2001. Post-harvest losses to insects—a world overview. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 48(1-4): 137-152.
- Bucklin, R., Thompson, S., Montross, M. and Abdel-Hadi, A. 2019. Grain storage systems design. In: Handbook of farm, dairy and food machinery engineering. Academic Press. pp. 175-223.
- Cemeroğlu, B.S. 2013. Gıda Analizleri. Ankara, 480 s.
- Chigoverah, A.A. and Mvumi, B.M. 2016. Efficacy of metal silos and hermetic bags against stored-maize insect pests under simulated smallholder farmer conditions. *Journal of stored products research*, 69: 179-189.
- Chiralt, A., Fito, P., Barat, J.M., Andres, A., González-Martinez, C., Escriche, I. and Camacho, M.M. 2001. Use of vacuum impregnation in food salting process. *Journal of food engineering*, 49(2-3): 141-151.
- Christensen, C.M. 1971. Invasion of sorghum seed by storage fungi at moisture contents of 13.5–15% and condition of samples from commercial bins. *Mycopathologia et mycologia applicata*, 44(3): 277-282.
- Chulze, S.N. 2010. Strategies to reduce mycotoxin levels in maize during storage: a review. *Food Additives and Contaminants*, 27(5): 651-657.
- Dallar, A. 2017. Farklı sıcaklık ve tuz konsantrasyonlarının bazı silajlık mısır çeşitlerinin çimlenme özellikleri üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, 62 s.

- De Groote, H., Kimenju, S.C., Likhayo, P., Kanampiu, F., Tefera, T. And Hellin, J. 2013. Effectiveness of hermetic systems in controlling maize storage pests in Kenya. *Journal of stored products research*, 53: 27-36.
- Dizlek, H. 2012. Depolama sırasında tahıllarda meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişiklikler. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 12: 49-52.
- Dörtbudak, N. and Aydın, M. 1984. An investigation on the results of the storage losses of wheat, caused by insects during various storage periods in Central Anatolia region. *Bitki Koruma Bülteni*, 24(2).
- Eeckhout, M., Landschoot, S., Deschuyffeleer, N., De Laethauwer, S. and Haesaert, G. 2013. Guidelines for prevention and control of mould growth and mycotoxin production in cereals. *Mycobunt, synagra. be/Download. ashx*.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z. 2011. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 297, Erzurum, 411 s.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z. 2015. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 335, Erzurum, 270 s.
- Emekçi, M., Ferizli, A.G., Tunçbilek A.Ş., Işıkber A.A., Akan, K. ve Tütüncü, Ş. 2015. Depolanmış Ürün Zararlılarıyla Mücadele. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-2. ss. 746-757, 12-16 Ocak, Ankara.
- Erbaş, M., Durak, A.N. ve Arslan, S. 2013. Tahıl Depolamada Depolamanın Temel Prensipleri. <http://www.millermagazine.com/tahil-depolamada-zararlarin-olusum-mekanizmalari-ve-depolamanin-temel-prensipleri/.html> [Son erişim tarihi: 16.10.2019].
- Ferizli, A.G. ve Emekçi, M. 2010. Depolanmış Ürün Zararlılarıyla Savaşım, Sorunlar ve Çözüm Yolları. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, ss. 11-15.
- Fields, P.G. 1992. The control of stored-product insects and mites with extreme temperatures. *Journal of Stored Products Research*, 28(2): 89-118.
- Gunterus, A., Roze, L.V., Beaudry, R. and Linz, J.E. 2007. Ethylene inhibits aflatoxin biosynthesis in *Aspergillus parasiticus* grown on peanuts. *Food microbiology*, 24(6): 658-663.
- Habib, F. and Zafar, S.I. 2002. Nutritional changes in maize (*Zea mays*) during storage at three temperatures. *Food Chemistry*, 77(2): 197-201.
- Hodges, R.J., Buzby, J.C., and Bennett, B. 2011. Postharvest losses and waste in developed and less developed countries: opportunities to improve resource use. *The Journal of Agricultural Science*, 149(S1): 37-45.

- Isikber, A.A. and Athanassiou, C.G. 2015. The use of ozone gas for the control of insects and micro-organisms in stored products. *Journal of stored products research*, 64: 139-145.
- Izli, N. and Isık, E. 2013. Batch drying characteristics of dent corn (*Zea mays* var. *indentata* Sturt.). *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(1): 259-263.
- İzol, D.G. 2015. Khapra Böceği (*Trogoderma granarium* Everts) (*Coleoptera: Dermestidae*)'nin Depolanmış Mısırdaki Farklı Nem ve Sıcaklık Koşullarındaki Zararı. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, 34 s.
- Jittanit, W., Srzednicki, G. And Driscoll, R. 2010. Corn, rice, and wheat seed drying by two-stage concept. *Drying Technology*, 28(6): 807-815.
- Kanapitsas, A., Batrinou, A., Aravantinos, A. and Markaki, P. 2015. Effect of γ -radiation on the production of aflatoxin B1 by *Aspergillus parasiticus* in raisins (*Vitis vinifera* L.). *Radiation Physics and Chemistry*, 106: 327-332.
- Karaboğa, Z. 2019. Mısırın Kurutulmasında Ultrason Ön İşleminin Etkisinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa, 115 s.
- Kells, S.A., Mason, L.J., Maier, D.E. and Woloshuk, C.P. 2001. Efficacy and fumigation characteristics of ozone in stored maize. *Journal of Stored Products Research*, 37(4): 371-382.
- Kırtok, Y. 1998. Mısır Üretimi ve Kullanımı, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana.
- Kibar, H. 2015. Determining the functional characteristics of wheat and corn grains depending on storage time and temperature. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(4): 749-759.
- Konica Minolta. 2007. Precise color communication. Konica Minolta Photo Sensing Inc., Japan
- Kumar, D. and Kalita, P. 2017. Reducing postharvest losses during storage of grain crops to strengthen food security in developing countries. *Foods*, 6(1): 8.
- Los, A., Ziuzina, D. and Bourke, P. 2018. Current and future technologies for microbiological decontamination of cereal grains. *Journal of food science*, 83(6): 1484-1493.
- Magan, N., and Aldred, D. 2007. Post-harvest control strategies: minimizing mycotoxins in the food chain. *International journal of food microbiology*, 119(1-2): 131-139.
- Manandhar, A., Milindi, P. and Shah, A. 2018. An overview of the post-harvest grain storage practices of smallholder farmers in developing countries. *Agriculture*, 8(4): 57.

- Mansour, M.M.F. 1994. Changes in growth, osmotic potential and cell permeability of wheat cultivars under salt stress. *Biologia Plantarum*, 36(3): 429.
- Mendez, F., Maier, D.E., Mason, L.J. and Woloshuk, C.P. 2003. Penetration of ozone into columns of stored grains and effects on chemical composition and processing performance. *Journal of Stored Products Research*, 39(1): 33-44.
- Mendez-Albores, A., Cardenas-Rodriguez, D.A. and Vazquez-Duran, A. 2014. Efficacy of microwave-heating during alkaline processing of fumonisin-contaminated maize. *Iranian journal of public health*, 43(2): 147.
- Mohapatra, D., Kumar, S., Kotwaliwale, N. and Singh, K.K. 2017. Critical factors responsible for fungi growth in stored food grains and non-Chemical approaches for their control. *Industrial crops and products*, 108: 162-182.
- Morrison, W.R. 1963. The free fatty acid content of some wheat flours. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 14(12): 870-873.
- Muir, W.E., Waterer, D. and Sinha, R.N. 1985. Carbon dioxide as an early indicator of stored cereal and oilseed spoilage. *Transactions of the ASAE*, 28(5): 1673-1675.
- Mutlu, C., Arslan-Tontul, S., Candal, C., Kilic, O. and Erbas, M. 2018. Physicochemical, thermal, and sensory properties of blue corn (*Zea Mays L.*). *Journal of Food Science*, 83 (1): 53-59.
- Onigbinde, A.O. and Akinyele, I.O. 1988. Biochemical and nutritional changes in corn (*Zea mays*) during storage at three temperatures. *Journal of Food Science*, 53(1): 117-117.
- Ono, E.Y.S., Sasaki, E.Y., Hashimoto, E.H., Hara, L.N., Correa, B., Itano, E.N., Sugiura, T., Ueno, Y. and Hirooka, E.Y. 2002. Post-harvest storage of corn: effect of beginning moisture content on mycoflora and fumonisin contamination. *Food Additives & Contaminants*, 19(11): 1081-1090.
- Pal, S. and Bhattacharjee, P. 2018. Polypropylene-based packaging materials for shelf-life enhancement of yellow corn (*Zea mays*) kernels: effects on lutein, aflatoxin content, sensory, and nutritional profiles. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42 (6): 2-15.
- Paraginski, R.T., Vanier, N.L., Berrios, J.D.J., de Oliveira, M. and Elias, M.C. 2014. Physicochemical and pasting properties of maize as affected by storage temperature. *Journal of Stored Products Research*, 59: 209-214.
- Posner, E.S. and Hibbs, A.N. 2005. Wheat Flour Milling, 2nd. Ed. AACC, St. Paul, Minnesota, USA P, 489.
- Qin, Z., Wu, X., Deng, G., Yan, X., He, X., Xi, D. and Liao, X. 2003. Investigation of the use of ozone fumigation to control several species of stored grain insects. In *Advances in stored product protection. Proceedings of the 8th International*

- Working Conference on Stored Product Protection, York, UK, 22-26 July 2002.* pp. 846-851. CABI publishing.
- Rajendran, S. 2002. Postharvest pest losses. In: D. Pimentel (Ed.), *Encyclopedia of pest management*. CRC Press, London, pp.654-656.
- Reddy, B.N., Brijitha, N. and Raghavender, C.R. 2005. Aflatoxin contamination in insect damaged seeds of horsegram under storage. *Mycotoxin research*, 21(3): 187-191.
- Reed, C., Doyungan, S., Ioerger, B. and Getchell, A. 2007. Response of storage molds to different initial moisture contents of maize (corn) stored at 25 C, and effect on respiration rate and nutrient composition. *Journal of Stored Products Research*, 43(4): 443-458.
- Ribeiro, V.B. and Destro, M.T. 2014. *Listeria monocytogenes* serotype 1/2b and 4b isolates from human clinical cases and foods show differences in tolerance to refrigeration and salt stress. *Journal of food protection*, 77(9): 1519-1526.
- Riudavets, J., Pons, M.J., Messeguer, J. and Gabarra, R. 2018. Effect of CO₂ modified atmosphere packaging on aflatoxin production in maize infested with *Sitophilus zeamais*. *Journal of stored products research*, 77: 89-91.
- Sandhu, K.S., Singh, N. and Malhi, N.S. 2007. Some properties of corn grains and their flours I: Physicochemical, functional and chapati-making properties of flours. *Food Chemistry*, 101(3): 938-946.
- Sauer, D.B. 1988. Effects of fungal deterioration on grain: nutritional value, toxicity, germination. *International journal of food microbiology*, 7(3): 267-275.
- Skandamis, P.N. and Nychas, G.J. 2001. Effect of oregano essential oil on microbiological and physico-chemical attributes of minced meat stored in air and modified atmospheres. *Journal of Applied Microbiology*, 91(6): 1011-1022.
- Suleiman, R.A., Rosentrater, K.A. and Bern, C.J. 2013. Effects of deterioration parameters on storage of maize: a review. *Journal of Natural Sciences Research*, 3(9): 147.
- Tang, J., Ikediala, J.N., Wang, S., Hansen, J.D. and Cavalieri, R.P. 2000. High-Temperature-Short-Time Thermal Quarantine Method. *Postharvest Biology and Technology*, 21(1): 129-145.
- Taormina, P.J. 2010. Implications of salt and sodium reduction on microbial food safety. *Critical reviews in food science and nutrition*, 50(3): 209-227.
- Tefera, T., Kanampiu, F., De Groote, H., Hellin, J., Mugo, S., Kimenju, S., Beyene, Y., Boddupalli, P.M., Shiferaw, B. and Banziger, M. 2011a. The metal silo: An effective grain storage technology for reducing post-harvest insect and pathogen losses in maize while improving smallholder farmers' food security in developing countries. *Crop protection*, 30(3): 240-245.

- Tefera, T., Mugo, S. and Likhayo, P. 2011b. Effects of insect population density and storage time on grain damage and weight loss in maize due to the maize weevil *Sitophilus zeamais* and the larger grain borer *Prostephanus truncatus*. *African Journal of Agricultural Research*, 6(10): 2249-2254.
- Torres, A.M., Ramirez, M.L., Arroyo, M., Chulze, S.N. and Magan, N. 2003. Potential use of antioxidants for control of growth and fumonisin production by *Fusarium verticillioides* and *Fusarium proliferatum* on whole maize grain. *International Journal of Food Microbiology*, 83(3): 319-324.
- Tunç, İ. ve Erler, F. 2008. Depolanmış Ürün Zararlıları. Akdeniz Üniversitesi Yayınları, Antalya.
- Uhrig, J.W. and Maier, D.E. 1992. Costs of Drying High-Moisture Corn. <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/gq/gq-3.html> [Son erişim tarihi: 07.10.2019].
- Velu, V., Nagender, A., Rao, P. P. and Rao, D.G. 2006. Dry milling characteristics of microwave dried maize grains (*Zea mays* L.). *Journal of Food Engineering*, 74(1), 30-36.
- Wang, H., Liu, J.S., Min, W.H., Zheng, M.Z. and Hao, L. 2019. Changes of moisture distribution and migration in fresh ear corn during storage. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(11): 2644-2651.
- Wanna, R. and Krasaetep, J. 2019. Chemical Composition And Insecticidal Activity Of Indian Borage Essential Oil Against Maize Weevil. *International Journal*, 16(56): 59-64.
- Wijnker, J.J., Koop, G. and Lipman, L.J.A. 2006. Antimicrobial properties of salt (NaCl) used for the preservation of natural casings. *Food Microbiology*, 23(7): 657-662.
- Wu, F., Yang, N., Touré, A., Jin, Z. And Xu, X. 2013. Germinated brown rice *and its role in human health*. *Critical reviews in food science and nutrition*, 53(5): 451-463.
- Yakubu, A. 2009. Non-chemical on-farm hermetic maize storage in East Africa. Master of Science thesis, Iowa State University, Iowa, 148 p.
- Yanyun, J., Wanlin, G., Han, Z., Dong, A., Sihan, G., Ahmed, S. I. and Yunling, L. 2016. Identification of damaged corn seeds using air-coupled ultrasound. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 9(1): 63-70.
- Zheng, A., Zhang, B., Zhou, L. and Wang, S. 2016. Application of radio frequency pasteurization to corn (*Zea mays* L.): Heating uniformity improvement and quality stability evaluation. *Journal of Stored Products Research*, 68: 63-72.

ÖZGEÇMİŞ

Duygu Gizem BİLGİN
duygugizemb@gmail.com



ÖĞRENİM BİLGİLERİ

| | |
|---------------|---|
| Yüksek Lisans | Akdeniz Üniversitesi |
| 2017-2019 | Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Antalya |
| Lisans | Akdeniz Üniversitesi |
| 2013-2017 | Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Antalya |

ESERLER

Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler

1- Erkan, S. B., Gürler, H.N., **Bilgin, D.G.**, Germec, M. and Turhan, I. 2019. Production and characterization of tempehs from different sources of legume by *Rhizopus oligosporus*. *LWT-Food Science and Technology*, Available online 25 November 2019.108880. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108880>

Uluslararası kongrelerin bildiri kitaplarında yer alan yayınlar

1- **Bilgin DG.**, Erkan SB., Gürler HN., Germec M., Turhan I. Organic acid profiles of Tempeh produced alternatice resources by fermentation, *3rd International Congress on Food Technology*, Kapadokya, Turkey, October 10-12, 2018.

2- Gürler HN., Erkan SB., **Bilgin DG.**, Germec M., Turhan I. Some chemical and physicochemical properties of the tempehs, *3rd International Congress on Food Technology*, Kapadokya, Turkey, October 10-12, 2018.

3- Erkan SB., Gürler HN., **Bilgin DG.**, Germec M., Turhan I. Sensory evaulation and texture profile analysis of tempehs, *3rd International Congress on Food Technology*, Kapadokya, Turkey, October 10-12, 2018.

PROJELER

1- Mısır tanelerinin depolanma stabilitesi üzerine farklı tuz konsantrasyonlarının ve daldırma sürelerinin etkisi, BAP-Normal Araştırma Projesi, FBA-2019-4830, Araştırmacı, Devam ediyor.

2- Türkiye'nin farklı bölgelerinde üretilen önemli arıcılık ürünlerinden bal, polen ve propolisin karotenoid kompozisyon ve biyoyararışlılığının belirlenmesi ve bu arıcılık ürünlerinin sağlık üzerine bazı etkilerinin in vitro yöntemlerle araştırılması, TÜBİTAK-2515 COST, 1160711, Bursiyer, Devam ediyor.

3- Alternatif kaynaklardan fermentasyonla tempe üretimi, TÜBİTAK-2209/A, Proje ortağı, Tamamlandı.

