



T.C.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ



Yüksek Lisans Tezi

**HASAT SONRASI DEPOLAMA ALANLARINDA SANİTASYONUN
MİKROBİYOLOJİK OLARAK MODELLENMESİ**

Jale Nil GÜRSOY MACUN

Biyoloji Anabilim Dalı

Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Programı

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Nazmiye Özlem ŞANLI

Ocak, 2022

İSTANBUL

Bu çalışma, [Tarih girmek için burayı tıklatın.] tarihinde aşağıdaki jüri tarafından [Biyoloji Anabilim Dalı], [Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Programı]nda [Yüksek Lisans tezi] olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

[Dr. Öğr. Üyesi] [Nazmiye Özlem ŞANLI] (Danışman)

İstanbul Üniversitesi

[Fen Fakültesi]

[Prof. Dr.] [Yusuf MENCELOĞLU]

[Sabancı Üniversitesi]

[Doğa Bilimleri ve Mühendislik Fakültesi]

[Dr. Öğr. Üyesi] [Elif Özlem ARSLAN

AYDOĞDU]

[İstanbul Üniversitesi]

[Fen Fakültesi]



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

[Bu tez, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 35281 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Öncelikli olarak çok uzun zamanlardan beri sabırla yanımda olan, üzerimde çok büyük emekleri olan ve desteğini üzerimden hiç esirgemeyen çok değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Nazmiye Özlem ŞANLI'ya,

İkinci olarak tez çalışmasında kullanılan antibakteriyel bileşiğin bilimsel sahibi olan ve desteğini esirgemeyen Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi Prof. Dr. Yusuf Ziya MENCELOĞLU'na,

Desteklerini hiç esirgemeyen çok değerli Anabilim Dalı başkanımız Prof. Dr. Ayten Kimiran'a,

Desteklerini hiç esirgemeyen çok değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Elif Özlem ARSLAN AYDOĞDU'ya ve Doç. Dr. Nihal Doğruöz GÜNGÖR'e ,

Her zaman yanımda olan, hiçbir sorumu cevapsız bırakmayan, uzun zamanlar boyu laboratuvarla ilgili bildiği her şeyi bana aktaran ve örnek aldığım çok sevgili Seval BAL'a,

Tez deneylerim sırasında bana yardım edip destek olan Tansu MUŞTU, Ece SAYDIK, Elif DURU, Elif ADEMPİRA ve Elinda SALLA'ya,

Tez deneylerimi yaparken yaşadığım en stresli ve en güzel anlarda yanımda olan çok sevgili Yağmur AVCI'ya, Nahdhoit Ahamada RACHID'e, Sabina MURSALOVA'ya, Damla ALKAN'a, Batu ÇOLAK'a,

Tüm Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji Anabilim Dalı Laboratuvar ekibine,

Eve iş getirmemi dert etmeyip benimle deney Petri kaplarındaki kolonileri sayan ve üzerimdeki her yükümü paylaşan canım eşim Eyüp Macun'a,

Benimle tüm sıkıntılarımı ve heyecanlarımı paylaşan, hayatım boyunca bana her zaman hem maddi hem manevi desteklerini, sevgilerini ve ilgilerini esirgemeyen, beni bu günlere getiren canım ailem Nilgün GÜRSOY ve Mustafa GÜRSOY'a çok teşekkür ediyorum. |

Ocak 2022

|Jale Nil GÜRSOY MACUN|

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ.....	viii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xi
ÖZET	xiii
SUMMARY	xvi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR.....	4
2.1. HASAT DEPOLARININ KISA TARİHİ.....	4
2.1.1. Ürünlerin Depolanmasındaki Amaç	8
2.2. GIDA HASAT DEPOLARINDA SANİTASYONUN ÖNEMİ.....	9
2.2.1. Depolama Sırasında Mikroorganizmaların Yarattığı Kayıplar	11
2.2.2. Gıdalara Tutunan Mikroorganizmaların İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	16
2.3. GIDA HASAT DEPOLARINDA MİKROORGANİZMALARIN GİDERİLMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER.....	17
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	21
3.1. ETKİNLİĞİ TEST EDİLEN BİYOSİT VE HAZIRLANIŞI	21
3.2. GIDA HASAT DEPOSUNDAN MİKROORGANİZMALARIN İZOLASYONU	21
3.3. İZOLE EDİLEN MİKROORGANİZMALARIN İDENTİFİKASYONU	22
3.3.1. Morfolojik İdentifikasyon	22
3.3.2. Genotipik Teknik ile İzolatların Tanımlanması	22
3.4. BİYOSİDAL ETKİNLİK TESTLERİNDE KULLANILAN TEST ORGANİZMALARI VE HAZIRLANIŞI.....	23
3.5. BİYOSİT ÇÖZELTİSİNİN İZOLE EDİLEN VE TEMSİLCİ MİKROORGANİZMALARA KARŞI ANTİMİKROBİYAL ETKİSİNİN BELİRLENMESİ	24
3.6. BİYOSİTİN ETKİN KONSANTRASYONLARININ İZOLATLARA KARŞI FARKLI TEMAS SÜRELERİNDEKİ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ.....	25
3.6.1. BS EN 1276:2019 Test Metodu	26

3.6.2. BS EN 1650:2019 Test Metodu	26
3.7. SİLQUAT BİLEŞİĞİ UYGULANMIŞ GIDA HASAT DEPOLARI YÜZEYLERİNİN <i>IN VITRO</i> KOŞULLARDA ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ	27
3.8. SİLQUAT BİLEŞİĞİ UYGULANMIŞ GIDA HASAT DEPOLARI YÜZEYLERİNİN ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİĞİNİN KALICILIĞININ TEST EDİLMESİ.....	28
3.9. DENEYDE KULLANILAN BESİYERLERİ VE KİMYASALLAR.....	29
3.9.1.1. <i>Triptik Soy Agar (Merck)</i>	29
3.9.1.2. <i>Sabouraud %4 Dekstroz Agar (Merck)</i>	30
3.9.1.3. <i>Nötralize Edici Besiyeri</i>	30
3.9.1.3. <i>Tripton Soy Broth (Merck)</i>	31
3.9.1.4. <i>SCDLP (Soybean Casein Lecithin Polysorbate 80 Medium) Broth</i>	31
4. BULGULAR.....	32
4.1. GIDA HASAT DEPOSUNDAN MİKROORGANİZMALARIN İZOLASYONU VE İDENTİFİKASYONU	32
4.1.1. Morfolojik İdentifikasyon ve Gram Boyama	32
4.1.2. Moleküler Tiplendirme.....	33
4.2. BİYOSİTİN İZOLE EDİLEN VE TEMSİLCİ MİKROORGANİZMALARA KARŞI ANTİMİKROBİYAL ETKİSİNİN BELİRLENMESİ	35
4.2.1. Biyositin İzolatlar ve Temsilci Standart Suşlara Karşı Minimum İnhibitör Konsantrasyonunun (MİK) ve Minimum Bakterisidal/Fungisidal Konsantrasyonunun (MBK/MFK) Belirlenmesi	35
4.2.1.1. <i>Bakterisidal Konsantrasyonların Belirlenmesi</i>	36
4.2.1.2. <i>Fungisidal Konsantrasyonların Belirlenmesi</i>	37
4.3. BİYOSİTİN ETKİN KONSANTRASYONLARININ İZOLATLARA KARŞI FARKLI TEMAS SÜRELERİNDEKİ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ.....	40
4.3.1. BS EN 1276:2019 Test Metoduna Göre Biyosit Etkinliğinin Belirlenmesi.....	40
4.3.3. BS EN 1650:2019 Test Metoduna Göre Biyosit Etkinliğinin Belirlenmesi.....	44
4.4. SİLQUAT BİLEŞİĞİ UYGULANMIŞ GIDA HASAT DEPOSU YÜZEYLERİNİN ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİĞİNİN EPA#01 A-1 PROTOKOLÜ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ	47
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	52
KAYNAKLAR.....	60
ÖZGEÇMİŞ	68

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Ülkemizde bulunan lisanslı soğuk hava depolarının illere göre dağılımı (LİSADER, 2021; TOBB, 2021).....	7
Şekil 2.2: Tüketiciye ulaşmadan önce ve tüketiciye ulaştıktan sonra yaşanan ürün kaybının yüzde olarak karşılaştırılması (Yılmaz, 2010; FAO, 2013; Tanyaş 2015; TÜSİAD, 2020).....	12
Şekil 2.3: Gıda zincirinin basamaklarında oluşan kayıplar (TÜSİAD, 2020).	14
Şekil 2.4: Tedarik zincirinin farklı basamaklarında mikroorganizma üremesini önleyici yöntemler.....	18
Şekil 3.1: SilQUAT bileşiğinin kimyasal gösterimi.	21
Şekil 3.2: Bakteri DNA izolasyonunda kullanılan prosedür şeması.	22
Şekil 4.1: İzole edilen ve standart bakteriler için bulunan MİK-MBK değerlerinin karşılaştırılmasının grafiği.....	37
Şekil 4.2: İzole edilen ve standart maya mantarları için bulunan MİK-MFK değerlerinin karşılaştırılmasının grafiği.....	38
Şekil 4.3: İzole edilen ve standart küf mantarları için bulunan MİK-MBK değerlerinin karşılaştırılmasının grafiği.....	39
Şekil 4.4: BS30 (<i>Raoultella terrigena</i>) bakterisi için EN 1276:2019 test sonucu Petri kabı görüntüsü.	41
Şekil 4.5: BT16 (<i>Pseudomonas arsenicoxydans</i>) bakterisi için EN 1276:2019 test sonucu Petri kabı görüntüsü.	43
Şekil 4.6: K7 (<i>Penicillium expansum</i>) küf mantarı için EN 1650:2019 testi sonucu Petri kabı görüntüsü.	46
Şekil 4.7: K10 (<i>Cladosporium cladosporioides</i>) küf mantarı için EN 1650:2019 testi sonucu Petri kabı görüntüsü.	47

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Basit-doğal depoların avantaj ve dezavantajları (Türk ve Karaca, 2015).....	5
Tablo 2.2: Termik cihazlı soğuk hava depolarının avantaj ve dezavantajları (Türk ve Karaca, 2015).	6
Tablo 2.3: Kontrollü atmosferli soğuk hava depolarının avantaj ve dezavantajları (Türk ve Karaca, 2015).....	6
Tablo 2.4: Depo tiplerine göre depolanacak ürünlerin uygunlukları.....	7
Tablo 2.5: Hasat edilmiş ürünün kalitesine etki eden faktörler (Tarımcı, 2020).....	8
Tablo 2.6: Kayıplara neden olan biyotik ve abiyotik faktörler (FAO, 2020).	12
Tablo 2.7: Gıda zincirinde yaşanan kayıplar ve sebepleri (FAO, 2020; TÜSİAD 2020).	13
Tablo 2.8: Gıda hasat depolarında sorun yaratan başlıca bakteriler ve neden oldukları hastalıklar.	14
Tablo 2.9: Gıda hasat depolarına sorun yaratan başlıca mantarlar ve neden oldukları hastalıklar.	15
Tablo 2.10: Gıda hasat depolarında sorun yaratan başlıca virüsler ve neden oldukları hastalıklar.	16
Tablo 2.11: Vektörü gıda olan insan patojenleri ve üzerinde bulundukları ürünler.....	17
Tablo 3.1: Maya ve küf mantarlarının DNA izolasyonunda kullanılan prosedür.	23
Tablo 3.2: EPA#01 protokolüne göre aşındırma ve reinokülasyon prosedürü.....	28
Tablo 4.1: Gıda hasat deposundan izole edilen bakterilerin izolasyon zamanı, yeri ve Gram özellikleri.....	32
Tablo 4.2: Gıda hasat deposundan izole edilen maya mantarlarının izolasyon zamanı ve yeri.....	33
Tablo 4.3: Gıda hasat deposundan izole edilen küf mantarlarının izolasyon zamanı ve yeri.....	33
Tablo 4.4: İzole edilen bakterilerin dizi analizi sonuçları.	34

Tablo 4.5: İzole edilen maya mantarlarının dizi analizi sonuçları.....	34
Tablo 4.6: İzole edilen küf mantarlarının dizi analizi sonuçları.....	35
Tablo 4.7: Gıda hasat deposundan izole edilen bakteriler için belirlenen MİK-MBK dozları.....	36
Tablo 4.8: Standart bakteri suşları için belirlenen MİK-MBK dozları.....	36
Tablo 4.9: Gıda hasat deposundan izole edilen maya mantarları için belirlenen MİK-MFK dozları.....	37
Tablo 4.10: Standart maya mantarı suşları için belirlenen MİK-MFK dozları.....	38
Tablo 4.11: Gıda hasat deposundan izole edilen küf mantarları için belirlenen MİK-MFK dozları.....	38
Tablo 4.12: Standart küf mantarı suşları için belirlenen MİK-MFK dozları.....	39
Tablo 4.13: EN 1276:2019 test metoduna göre gıda hasat deposundan dezenfeksiyon öncesinde izole edilen bakteri sayılarındaki log düşüş.....	41
Tablo 4.14: EN 1276:2019 test metoduna göre gıda hasat deposundan dezenfeksiyon sonrası izole edilen bakteri sayılarındaki log düşüş.....	42
Tablo 4.15: EN 1276:2019 test metoduna göre temsilci standart bakteri sayılarındaki log düşüş.....	44
Tablo 4.16: EN 1650:2019 test metoduna göre gıda hasat deposundan izole edilen maya sayılarındaki log düşüş.....	44
Tablo 4.17: EN 1650:2019 test metoduna göre standart maya suşu sayılarındaki log düşüş.....	44
Tablo 4.18: EN 1650:2019 test metoduna göre gıda hasat deposundan dezenfeksiyon öncesinde izole edilen küf mantarı sayılarındaki log düşüş.....	45
Tablo 4.19: EN 1650:2019 test metoduna göre gıda hasat deposundan dezenfeksiyon sonrası izole edilen küf mantarı sayılarındaki log düşüş.....	46
Tablo 4.20: EN 1650:2019 test metoduna göre standart küf suşu sayılarındaki log düşüş.....	47
Tablo 4.21: EPA# 01–A1 protokolüne göre SilQUAT bileşiğinin PVC yüzeylerde çevresel mikroorganizma karışımına etkisi ve JIS 2801:2010 testine göre log düşüş.....	48
Tablo 4.22: EPA# 01–A1 protokolüne göre SilQUAT bileşiğinin paslanmaz çelik yüzeylerde çevresel mikroorganizma karışımına etkisi ve JIS 2801:2010 testine göre log düşüş.....	49

Tablo 4.23: EPA# 01–A1 protokolüne göre SilQUAT bileşiğinin cam yüzeylerde çevresel mikroorganizma karışımına etkisi ve JIS 2801:2010 testine göre log düşüş.	49
Tablo 4.24: EPA# 01–A1 protokolüne göre SilQUAT bileşiğinin PVC yüzeylerde standart mikroorganizma karışımına etkisi ve JIS 2801:2010 testine göre log düşüş.	50
Tablo 4.25: EPA# 01–A1 protokolüne göre SilQUAT bileşiğinin paslanmaz çelik yüzeylerde standart mikroorganizma karışımına etkisi ve JIS 2801:2010 testine göre log düşüş.	50
Tablo 4.26: EPA# 01–A1 protokolüne göre SilQUAT bileşiğinin cam yüzeylerde standart mikroorganizma karışımına etkisi ve JIS 2801:2010 testine göre log düşüş.	50



SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler

Açıklama

cm	: Santimetre
g/L	: Gram/Litre
ml	: Mililitre
µl	: Mikrolitre
µm	: Mikrometre
rpm	: Revolutions per minute (Dakikadaki devir sayısı)
mg	: Miligram
mg	: Miligram
µg	: Mikrogram
ng	: Nanogram

Kısaltmalar

Açıklama

AB	: Avrupa Birliği
AATC	: American Type Culture Collection (Amerikan Tipi Kültür Koleksiyonu)
FAO	: Food and Agricultural Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)
HACCP	: Hazard Analysis and Critical Control Point - Tehlike Analizleri ve Kritik Kontrol Noktaları
KOB	: Koloni Oluşturan Birim
WHO	: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

TÜSİAD	: Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
IRRI	: International Rice Research Institute)
LD	: Letal (Öldürücü) Doz
LİSADER	: Tarım Ürünleri Lisanslı Depo ve Yetkili Sınıflandırıcı Şirketleri Derneği
MBK	: Minimum Bakterisidal Konsantrasyon
MFK	: Minimum Fungisidal Konsantrasyon
MİK	: Minimum İnhibitör Konsantrasyon
TOBB	: Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
PVC	: Polyvinyl Chloride (Polivinil Klorür)

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HASAT SONRASI DEPOLAMA ALANLARINDA SANİTASYONUN MİKROBİYOLOJİK OLARAK MODELLENMESİ

Jale Nil GÜRSOY

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Nazmiye Özlem ŞANLI

II. Danışman : Unvan Ad SOYAD

Küresel ısınma, verimli toprakların kaybı ve kaynak sularının azalması günden güne tarımı zorlaştırmaktadır. Yağışlarla bile verimli topraklarda kayıplar yaşanırken ve su kaynakları tükenirken üretimi arttırmak zor olacaktır. Dolayısıyla sağlıklı gıdaya erişim zorlaşmakta, nüfus çoğalması ile gıda ihtiyacının paralel olarak artması da ayrıca bu problemi derinleştirmektedir. Tarım alanlarından hasadı yapılmış ürünlerin ise ancak ortalama % 50'si marketlere ulaşmaktadır. Bu kaybın büyük bir çoğunluğu mikroorganizmalar sebebiyle yaşanmaktadır. Üretimi arttırılamayan tarım ürünlerinde oluşan kayıpların önüne geçmek gerekmektedir. Bu bağlamda yapılan çalışmada, hasat deposunda sıklıkla rastlanan çevresel izolatların mikrobiyolojik ve moleküler teknikler kullanılarak adlandırılması ve *in vitro* koşullarda sanitasyon uygulamasına karşı davranışı modellenmiştir. Çevresel izolatlara karşı su bazlı trimetoksilil quat (SilQUAT) bileşiğinin minimum etkin dozları belirlenmiş ve etkin dozunun

standart suşlardan farkı ortaya konulmuştur. İzole edilen bakteri suşları için BS EN 1276:2019 test metodu ile 1 ve 5 dakikada; mantar suşları için BS EN 1650:2019 test metodu ile 15 ve 60 dakikada temiz ve kirli koşullarda üç farklı dozun etkinliği belirlenmiştir. Bunun yanı sıra EPA (Environmental Protection Agency)#01 Protokolü ile JISZ2801:2010 test metotları modifiye edilerek SilQUAT bileşiğinin uygulama sonrası kalıcılığı test edilmiştir. Çevresel izolatlarla kıyaslamada standart suşlardan Gram pozitif *Staphylococcus aureus*, Gram negatif *Escherichia coli*, *Candida albicans* mayası, *Aspergillus niger* küf mantarı temsilci organizma olarak seçilmiştir.

SilQUAT bileşiğinin bakteriler için minimum inhibitör konsantrasyon (MİK) değeri 5-200 mg/L; minimum bakterisidal konsantrasyon (MBK) değeri 10-200 mg/L olarak belirlenmiştir. Maya mantar izolatları için MİK değeri 3-5 mg/L ve minimum fungisidal konsantrasyon (MFK) değeri 40-50 mg/L iken, küf mantarı izolatları için MİK ve MFK değerleri 40-400 mg/L olarak tespit edilmiştir.

BS EN 1276:2019 standardına göre etkin biyosit kriteri olan 5 log düşüşü temiz ve kirli koşullarda 5 dakikalık temas süresinde biyositin 50 mg/L konsantrasyonu 6 bakteri izolatı için; 75 mg/L konsantrasyonu 10 bakteri izolatı için 100 mg/L konsantrasyonu 14 bakteri izolatı için sağlamıştır. BS EN 1650:2019 4 log etkin biyosit kriterini denenen tüm biyosit dozları temiz/kirli koşullarda 15 dakika temas süresinde tüm maya izolatları için sağlarken; temiz/kirli koşullarda 60 dakika temas süresinde 125 mg/L 8 küf; 150 mg/L 10 küf ve 200 mg/L biyosit 15 küf izolatı için sağlamıştır. Çevresel izolatların standart temsilci organizmalara göre daha dirençli olduğu belirlenmiştir.

EPA protokolüne göre SilQUAT bileşiği uygulanmış PVC (polivinil klorür), paslanmaz çelik ve cam yüzeyler, 12 aşındırma ve 5 reinokulasyon sonrası kontrole kıyasla güçlü antimikrobiyal etki göstererek, mikroorganizma karışımlarının > % 99.9'unu öldürmüştür. Farklı yüzeylerde aşındırma işlemlerinin biyositin aktivitesinde kayba yol açmadığı SilQUAT bileşiğinin mekanik temizleme işlemlerine karşı dayanıklı ve kalıcı olduğu belirlenmiştir.

Gıda hasat depolarındaki ürünlerde birikimli oluşan mikrobiyal yükün giderilmesi ve sanitasyonun kalıcılığının sağlanması sayesinde ürün kaybının önüne geçilebilir. Ayrıca çalışmada kullanılan biyosit suda kalıntı bileşik bırakmaması sebebiyle ve düşük dozlarda farklı organizma gruplarına etki etmesi nedeni ile gereğinden yüksek konsantrasyonda biyosit

kullanımını engellemesi sayesinde sekonder çevre kirliliğini de en aza indirgeyecektir. Gıda hasat deposunun doğal florasına karşı etkinliği ve kalıcılığı doğrulanmış SilQUAT bileşiğinin mikrobiyal yükün önüne geçmesinde hasat depolarında kullanılması önerilebilir. |

Ocak 2022, [87] sayfa.

Anahtar kelimeler: | Gıda hasat deposu, Küf, Maya, Biyosidal etki, Sanitasyon, SilQUAT |



SUMMARY

[M.Sc. THESIS]

[Microbiological Modelling of Sanitation in Post-Harvest Storage Areas]

[Jale Nil GURSOY MACUN]

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Sciences

[Department of Biology]

Supervisor : [Assist. Prof. Dr.] [Nazmiye Özlem ŞANLI]

[Co-Supervisor : Academic Title Name SURNAME]

[Global warming, loss of fertile soils and reduction of spring waters make the agriculture difficult day by day. While the fertile soils are even lost with precipitations and with the water resources running low, it will have been harder to reduce the production of agricultural products. Therefore accessing of the healthy food is getting difficult, where as the growing need of food deepens this problem with the parellel increase of the population. On the other hand, only average of 50 % of the crops that harvested from the farmlands can get to the markets. Most of the loss is caused by the microorganisms. It is necessary to prevent the losses in agricultural products whose production cannot be increased. In this context, the naming of environmental isolates, which are frequently encountered in the postharvest warehouses, using microbiological and molecular techniques, and their behavior against sanitation *in vitro* conditions were modeled. Effective doses of water-based trimethoxyl quat (SilQUAT)

compound against environmental isolates were determined and the difference of the effective doses for standard strains has been demonstrated. The effectiveness of three different doses, in clean and dirty conditions, was determined in 1 and 5 minutes for the isolated bacteria strains with the BS EN 1276:2019 test method and in 15 and 60 minutes for the isolated fungi strains with the BS EN 1650:2019 test method. Besides that post-application persistence of SilQUAT compound was tested with EPA (Environmental Protection Agency)#01 Protocol (2007). In comparison with the environmental isolates, Gram positive *Staphylococcus aureus*, Gram negative *Escherichia coli*, *Candida albicans* yeast, *Aspergillus niger* mold were selected as representative organisms among the standard strains.

The minimum inhibitory concentrations (MIC) of SilQUAT compound for bacteria were determined as 5-200 mg/L; the minimum bactericidal concentrations (MBC) were determined as 10-200 mg/L. The MIC values for yeast fungus isolates were 3-5 mg/L and the minimum fungicidal concentration (MFC) values were 40-50 mg/L, while the MIC and MFC values for mold fungus isolates were 40-400 mg/L.

According to BS EN 1276: 2019 standard, reduction of 5 log, which is the effective biocide criteria, was provided in 5-minute contact time at the concentration of 50 mg/L of the biocide in clean and dirty conditions for 6 bacteria isolates; at the concentration of 75 mg/L for 10 bac concentration of 100 mg / L for 10 bacterial isolates for 14 bacterial isolates. While BS EN 1650:2019 provides 4 log effective biocide criteria for all yeast isolates at 15 minutes contact time in clean/dirty conditions at all tested biocide doses; it was provided for 8 mold isolates at 125 mg/L in 60 min contact time in clean/dirty conditions; for 10 mold isolates at 150 mg/L and for 15 mold isolates at 200 mg/L of concentration. Environmental isolates were found to be more resistant than standard representative organisms.

According to the EPA protocol, SilQUAT compound treated PVC (polyvinyl chloride), stainless steel and glass surfaces showed a strong antimicrobial effect compared to the control after 12 etchings and 5 reinoculations, killing > 99.9% of the microorganism mixtures. It was determined that SilQUAT compound, which etching on different surfaces did not cause loss in the activity of the biocide, was durable and permanent against mechanical cleaning processes.

Product loss can be prevented by removing the accumulated microbial load that comes with the products in the postharvest storages and by ensuring the permanence of sanitation. In addition,

the biocide used in the study will minimize secondary environmental pollution by preventing the use of biocides at higher concentrations than necessary due to the fact that it does not leave any residual compounds in the water and affects different organism groups at low dosages. SilQUAT compound, whose effectiveness and permanence has been verified against the native flora of the postharvest storage, can be recommended to be used in postharvest storage areas to prevent microbial load. |

January 2022, |87| pages.

Keywords: | Post-Harvest Storage, Mold, Yeast, Biocidal effect, Sanitation, SilQUAT |



1. GİRİŞ

Tarımda hasadı yapılan ürünler tüketiciye ulaşana kadar bir tedarik zincirinden geçmektedir. Ürünleri daha uzun süre pazarda tutup, tüketiciye bütün seneye yayılan daha dengeli bir diyet sunmak amacıyla ürünlerin hasadının yapılmasını takiben gıda hasat depolarına yerleştirilmesi, bu tedarik zincirindeki ilk adımdır. Depodan çıktıktan sonraki işlemler yürütülürken ürünlerde hem kalitatif hem de kantitatif açıdan kayıplar yaşanmaması için ürünlerin depoda bulunma süreleri bu bakımdan büyük önem taşımaktadır (Grolleaud, 2002; Hozbor ve diğ., 2006; Rawat, 2015).

Gıda hasat depolarının basit-doğal depolar, kontrollü atmosferli depolar ve soğuk hava depoları olmak üzere üç farklı çeşidi bulunmaktadır. Basit-doğal depolarda dışarıdaki soğuk hava, depo fanları ile depo içerisine alınarak sıcaklık düşürülür. Soğuk hava depolarında ise termik cihazlar kullanılarak ortam sıcaklığı ve bağıl nem oranı ayarlanır, iç ve dış yalıtımı uygun şekilde yapılan bu depolarda temizlik sonrası işlenmiş ürünler kasalarla bu depolara yerleştirilirler (Savran, 2010). Kontrollü atmosferli depolamada, oksijen miktarı azaltılırken karbondioksit miktarı artırılarak ürünün metabolik aktivitesi yavaşlatılır ve depolama ömrü uzar. Bu depoların ayrıca gaz bileşimine göre i) ‘tek yönlü atmosfer kontrollü soğuk hava depoları’, ii) iki yönlü atmosfer kontrollü soğuk hava depoları’, iii) ‘düşük oksijenle depolamanın yapıldığı atmosfer kontrollü soğuk hava depoları’ olmak üzere üç farklı çeşidi bulunur (Karaçalı, 2006; Okudum, 2012).

10-13 °C sıcaklıkların altında mikroorganizmaların yayılma hızının yavaşladığı ve ürünlerin de metabolik aktivitelerinin devamlılık göstermediği kabul edilir. Ayrıca aflatoksin, okratoksin gibi mikotoksinlerin üretiminin sınırlandığı bilinmektedir (Tunail, 2000). Dolayısıyla ürünler gıda hasat depolarında bu sıcaklık aralıklarında muhafaza edilmektedir (Shewfelt ve diğ., 1987; Öz ve Süfer, 2012). Ancak her ne kadar durduğu kabul edilse de metabolik aktivite sıfırlanmaz.

Metabolik aktivitesi durmayan ürünlerin ortama saldıgı etilen gibi maddelerin ortamdan uzaklaştırılması için, havalandırma hasat depolarında rutin olarak kullanılır. Elma, kayısı, muz, avokado, şeftali gibi etilen salınımı yüksek meyveler klimakterik meyveler olarak

isimlendirilirler. Etilen, olgunlaşma hormonu olduğu için özellikle klimakterik ürünlerde yumuşama, lekelenme, tat değişimi gibi istenmeyen değişimlere sebep olur. Dolayısıyla hasat depolarında havalandırma yapılması zorunludur.

Depolar gıdaların güvenle korunması için kullanılmaktadır, ancak sıcaklık faktörüne rağmen ürünler mikrobiyolojik açıdan sürekli tehdit altındadır. Ürün giriş çıkışının sirkülasyonu ve depo havalandırma sistemleri mikrobiyolojik kirlenmenin temel sebebidir. Depoya alınan ürünler üzerinde taşınan çeşitli mikroorganizmalar, bekleme süresince ürüne zarar verdiği gibi depo yüzeylerine de yerleşir. Aynı şekilde havalandırma ünitelerince içeriye alınan hava da mikrobiyolojik açıdan yüklüdür. Bu mikrobiyolojik yükü ortadan kaldırmak için çeşitli yöntemler kullanılır.

Hasadı yapılmış gıdaların hasat sonrasını kapsayan süreçte sanitasyonun sağlanması için kullanılan biyosidal ürünlerin çoğu suda erimeyen, doğada nötralize edilemeyen toksik bileşiklerdir. Bu bileşiklerin kullanımı zehir etkisinin üründe birikerek artmasına sebep olmaktadır. Depo alanlarında kayba yol açan mantarların eliminasyonunda kullanılan fungusitlerin meyve-sebze yüzeyindeki kalıntıları kamu ve çevre sağlığını tehdit etmektedir. Bunun yanı sıra, hasat sonrası yoğun koruyucu kullanımı da üretim giderlerini arttırırken, diğer yandan da çevre ve insan sağlığı üzerinde ciddi tehlike oluşturmaktadır. Bu bakımdan bu toksik bileşiklerin kullanımını azaltmak amacıyla çalışmamızda suda kalıntı bileşik bırakmadan sanitasyon sağlayan, çevreye ve canlılara karşı toksik olmayan SilQUAT (3-(trimethoxysilyl)-propyl, cocodimethylammonium chloride) bileşiğinin hasat deposundan izole edilmiş mikroorganizmalara karşı *in vitro* koşullarda etkinliği değerlendirilmiştir. SilQUAT bileşiğinin üretiminde ham madde olarak kullanılan tüm kimyasallar 21 gün içinde doğada parçalanabilen ürünler olup kimyasalın kendisi Uluslararası Çevre Koruma Ajansı (EPA- Environmental Protection Agency) tarafından da toprakta 6 gün içerisinde % 70 parçalandığı, çevre ve insan sağlığı açısından risk taşımadığı doğrulanmış ve ticarileştirilmesi için kabul görmüştür (EPA, 2007).

Yapılan çalışmada gıda hasat depolarında yaygın bulunan mikroorganizmalar, SilQUAT biyositi sisleme ile bir gıda hasat deposuna uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra yüzey ve hava örneklemeleriyle izole edilmiştir. Su bazlı trimetoksilil quat (SilQUAT) bileşiğinin

Çevresel izolatlara karşı etkinliği antimikrobiyal özellik kazandırılmış çeşitli yüzeylerde test edilmiş ve kültür yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Ayrıca yüzeylerdeki antimikrobiyal etkinin kalıcılığı EPA #01-1A protokolü modifiye edilerek uygulanmıştır. Deęerlendirmede süspansiyondan yüzey uygulamalarına biyositin kalıcılığı da dikkate alınmıştır. |



2. GENEL KISIMLAR

2.1. HASAT DEPOLARININ KISA TARİHİ

Avcı-toplayıcı düzene geçilip tarım ürünlerini üretip tüketmeye başladığından beri insanoğlu hasat ettiği ürünleri depolama ihtiyacı duymuştur. Ürünleri depo edebilmek mevsimsel olarak tarımı yapılamayan ürünlerin yıl içerisinde düzenli bir dağılımda tüketilmesine olanak sağlamaktaydı. Böylelikle bu toplumlar uzun kış aylarını atlatırlardı. Ancak depolanan ürünlerde yine de kayıplar yaşanmaktaydı, bunun önüne geçmek için sürdürülebilir yöntemler bulunmalıydı (Levinson ve Levinson, 1994).

Bilinen en eski depolama yöntemleri arasında sepet, çuval ve kavanozların kullanımı vardır, ancak bu yöntemler kısa süreli olup, sadece küçük miktarlarda depolamaya elverişliydi. Serin mağaralarda ise büyük miktarlarda depolama mümkündü ancak burada da ürünler haşerelere, mikroorganizmalara ve neme karşı açıkta kalmaktaydı. Sorunların önüne geçmek için zamanla bu yöntemler yerini büyük silolara bırakmıştı (Oraman, 1963; Oraman, 1965; Oraman, 1970; Levinson ve Levinson, 1994).

Arkeolojik çalışmalara göre en ilkel silo formları asıl olarak yaklaşık 11.000 yıl önce yani yerleşik yaşamın yaygınlaşmasından yıllar öncesine aittir. Büyük ihtimalle geçmişte insanlar bu siloları kıtlıkla savaşmak için kullanmıştır. Çoğunlukla arpa ve buğday depolanan bu silolar yerden yukarı, nemi önlemek ve drenaj için hafif eğimli tasarlanmıştır. Mısır'ın güneyinde bütün topluluğa yetecek kadar büyük ilkel silolara da rastlanmıştır. Farklı bir ilkel silo örneği olan çukur silolar ise yatay olup köşeliydi. Bu silolar tamamen veya kısmen yere gömülüp üzerleri nemin girişini önlemek için taşlarla veya samanla kapatılmaktaydı. Ancak bu köşeli şekil zamanla eğrilip hava boşluklarının oluşmasına dolayısıyla ürünlerde yaygın şekilde çürümelere sebep olmaktaydı. Bu durum köşeli siloların bugün bildiğimiz silindir silolara evrimine sebep olmuştur (Kays, 1991; Türk, 2017).

İranlılar tarafından orta çağda sarnıçlar ve rüzgar kulelerinin olduğu binalarda ürünlerin bir süre muhafaza edilmesi sağlanmıştır. Norveç'te araştırmalar yapan bir grup bilim insanının 1792 yılında, kar altında bir mamut cesedi etinin halen bozulmamış olduğunu görmeleriyle, ürünlerin

soğukta uzun süre muhafaza edilebilecekleri anlaşılmıştır. Amerika'nın ilk modern silosu olarak bilinen silo ise 1873 yılında Fred Hatch adında bir çiftçi tarafından inşa edilmiştir (Edwards, 1949).

Fizikokimya ve mühendislik alanındaki gelişmeler, amonyak gazının yarattığı basınç dolayısıyla ısı absorpsiyonunun keşfi ve sonrasında ısıyı absorbe edebilen diğer gazların da bulunmasıyla çeşitli soğutucular icat edilmiş ve modern gıda hasat depolarının gelişimi başlamıştır (Tarımcı, 2020).

Günümüzde kullanılan hasat depolarının basit-doğal depolar, termik cihazlı soğuk hava depoları, kontrollü atmosferli soğuk hava depoları olmak üzere 3 farklı tipi bilinmektedir. Bu depo çeşitlerinin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları vardır. Basit-doğal depolarda maliyet düşükken, her ürüne uygun olmayabilmektedir (Tablo 2.1). Termik cihazlı soğuk hava depolarında maliyet yüksek olsa da depolanabilecek ürün çeşitliliği daha fazladır (Tablo 2.2). Kontrollü atmosferli hava depolarında da maliyet yüksektir fakat depolanacak ürün çeşitliliğinin en fazla olduğu ve ürünlerin depolama süresinin en uzun olduğu depo çeşididir (Tablo 2.3) (Türk ve Karaca, 2015).

Tablo 2.1: Basit-doğal depoların avantaj ve dezavantajları (Türk ve Karaca, 2015).

Basit-Doğal Depolar	
Avantaj	Dezavantaj
• Ucuz olması • Ürünü sıcaklık ve don olaylarından koruma	• Klimakterik ürün depolanmasına uygun olmaması • Yalnızca mevsimlere göre fiyat dalganması olmayan ürünlerin depolanması • Depolama süresinin kısa olması ve kayıpların yüksek olması • İlkel olması

Tablo 2.2: Termik cihazlı soğuk hava depolarının avantaj ve dezavantajları (Türk ve Karaca, 2015).

Termik Cihazlı Soğuk Hava Depoları	
Avantaj	Dezavantaj
• Çok çeşitlilikte ürün muhafaza edebilme • Ürünün hemen bozulmasını önleyerek pazarda daha uzun süre kalmasını sağlama • Pazarda kalış süresi nedeniyle maliyet dalgalanmasını önleme, talebi artırma ve endüstrinin gelişimini sağlama • Üretim ve pazarlamada iş olanağını artırma	• Yüksek maliyet • Kontrollü atmosferli soğuk hava depolarına göre daha kısa depolama süresi ve daha düşük kalite

Tablo 2.3: Kontrollü atmosferli soğuk hava depolarının avantaj ve dezavantajları (Türk ve Karaca, 2015).

Kontrollü Atmosferli Soğuk Hava Depoları	
Avantaj	Dezavantaj
• Ürünün doğallık ve tazeliğinin uzun süre korunmasını sağlama • Ürünlerin üzerinde kalıntı kimyasal kalmaması • Ürünün olgunlaşması, pektinin parçalanması ve tekstür değişimi yavaşlarken klorofil parçalanmasının gecikmesi • Ürünün su kaybı önlediği için ürün ağırlığının korunması • Uzun süre kalitesini kaybetmeden ürünün muhafaza edilebilmesi • Çevre dostu bir sistem olması • Ürünlerin mevsim dışında da pazarda yer bulmasını sağlama • Tarım ürünlerinde yetersiz saklama koşulları ile ortaya çıkan kayıpları minimuma indirgeyerek ekonomiye katkı sağlama • Ürünün yurtiçi ve yurtdışı pazar bulma imkanını artırma • Herhangi bir ham maddeye ihtiyaç olmaması • Oksijen oranı düşürüldüğü için muhafaza ortamında haşere oluşumunun da engellenmesi	• Yüksek maliyet • Yüksek fermentasyon riski • Bazı fizyolojik bozuklukların ortaya çıkabilmesi • İstenmeyen tat ve koku oluşma ihtimali

Ürünler için depo seçimi ise bu ürünlerin çeşidine göre farklılık gösterir. Depo tiplerine uygun ürünler Tablo 2.4'te özetlenmiştir. Buralarda ürünler özellikle metabolik uygunluklarına göre depolanmalıdır. Örneğin klimakterik ürünler depolama sırasında etilen gazı salınımı yapacağından bu gazları uzaklaştırmak gerekir. Dolayısıyla bu tip ürünlerin basit depolarda saklanmaları raf ömürlerini kısaltır. Ayrıca klimakterik olmayan ürünlerin bu ürünlerle bir arada depo edilmesi, klimakterik olmayan ürünlerin de raf ömrünün kısılmasına sebep olur.

Tablo 2.4: Depo tiplerine göre depolanacak ürünlerin uygunlukları.

Depo Tipi	Depolanan Ürün
Basit-Doğal Depolar	Bakla, Adaçayı, Kekik, Anason, Yeşil Soğan, Patates, Kuruyemiş
Termik Cihazlı Soğuk Hava Depoları	Enginar, Alabaş, Tatlı Mısır, Dolamlık Biber, Kırmızı/Pembe Olgun Domates, Soğan, Sarımsak, Pancar, Şalgam, Kereviz
Kontrollü Atmosferli Soğuk Hava Depoları	Nar, Kiraz, Kivi, Armut, Elma, Yabanmersini, Portakal, Şeftali, Ayva, Üzüm, Muz, Bezelye, Soğan, Fasulye, Sivri Biber, Lahana Marul, Ispanak, Hıyar, Kavun, Yeşil Domates (Olgun), Kavun, Karpuz, Nane, Dereotu, Yer Elması, Havuç

Ülkemizin çeşitli illerinde tarımsal termik cihazlı soğuk hava depoları bulunmaktadır. Bu depoları sağlayan 421 adet lisanslı depo şirketi bulunmaktadır ve lisanslı depoların tümünün toplam 15.7 milyon tonun üzerinde depo kapasiteleri vardır. Bu depolarla ilgili TOBB (Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği) (2021) ve LİSADER (Tarım Ürünleri Lisanslı Depo ve Yetkili Sınıflandırıcı Şirketleri Derneği) (2021)'den toplanan veriler Şekil 2.1'de detaylandırılmıştır.

İl	Depo Sayısı	İl	Depo Sayısı	İl	Depo Sayısı
Adana	18	Erzurum	3	Muş	3
Adıyaman	4	Eskişehir	8	Nevşehir	4
Afyon	4	Gaziantep	16	Niğde	2
Aksaray	13	Giresun	1	Osmaniye	2
Amasya	3	Hatay	3	Sakarya	5
Ankara	15	İstanbul	2	Samsun	3
Aydın	3	İzmir	4	Siirt	2
Balıkesir	9	Kahramanmaraş	10	Sivas	7
Batman	7	Karaman	7	Şanlıurfa	24
Bitlis	3	Kayseri	8	Şırnak	3
Burdur	1	Kırıkkale	5	Tekirdağ	13
Bursa	3	Kırklareli	6	Tokat	3
Çanakkale	5	Kırşehir	3	Tunceli	1
Çankırı	1	Konya	71	Van	1
Çorum	4	Kozan	1	Yeşilyurt	1
Denizli	2	Kütahya	1	Yozgat	14
Diyarbakır	27	Malayta	2		
Edirne	11	Manisa	4		
Elazığ	2	Mardin	17		
Erzincan	1	Mersin	5		
				Toplam:421	

Şekil 2.1: Ülkemizde bulunan lisanslı soğuk hava depolarının illere göre dağılımı (LİSADER, 2021; TOBB, 2021).

2.1.1. Ürünlerin Depolanmasındaki Amaç

Üretimi mevsimsel yapılan gıdalar mevsim dışında da talep görmektedir. Bu ürünlerin yıl içinde de tedarik edilebilmesi için büyük miktarlarda üretilip depolanmaları gerekmektedir. Üretimi yıl boyunca yapılan ürünler de büyük miktarlarda ve sürekli üretildiğinden, tedariklerini hızlandırmak için bu ürünlerin de depolanmaları gerekmektedir. Depolanan bu ürünler aynı zamanda fiyat sabitlemede de büyük rol oynar. Ürünlerin piyasada uzun süre kalmaları sayesinde miktar arttıkça tüketiciler ürünü daha uygun fiyatlara satın alabilirken, üreticiler belirli zaman aralıklarında daha yüksek fiyatlardan kâr elde edebilirler. Ayrıca bu durum endüstri için daha uzun süreli çalışma imkanı tanıyarak istihdam alanı yaratır (Tarımcı, 2020).

Depolamadaki en temel amaç, hasadı yapılan ürünlerin yıl boyunca tüketilebilmesini sağlamaktır ve depolama sırasında ürünün en iyi şekilde korunması gerekmektedir. Bu nedenle ürünün yüzeyinde veya içinde mikroorganizma yayılımının en aza indirilmesi, ürünlerdeki su kaybının azaltılması ve ürünlerin solunumunun önüne geçilerek ürünün etilen salınımı kaynaklı zararlara karşı hassasiyetinin azaltılması hedeflenmektedir.

Bir ürünün kalitesine etki eden hasat öncesi bir faktör, etkisini hasat sonrasındaki bütün basamaklar boyunca birikimli olarak gösterir. Ürünün alınması, toplanması ve taşınması sırasında; ürün yüzeyinde ezilme, delinme, çizilme, sürtünme veya yırtılmalar oluşması gibi fiziksel hasarlar ürünü yara patojenlerine maruz bırakır. Bunun gibi latent patojenler de buralara yerleşip gıda zincirinin ilerleyen basamaklarında daha büyük kayıplara sebep olabilir (Tablo 2.5).

Tablo 2.5: Hasat edilmiş ürünün kalitesine etki eden faktörler (Tarımcı, 2020).

Hasat Öncesi Faktörler	Hasat Sonrası Faktörler
• Radyasyon • Bağıl Nem • Sıcaklık • Bitki Besin Maddeleri • Sulama	• Atmosfer Koşulları • Nem • Sıcaklık • Yara Patojenleri • Latent Patojenler • Su Kaybı • Etilen Üretimi, Yaşlanma ve Solunum

Doğru ve etkin bir depolama stratejisi yürütüldüğünde hasat edilen ürünler pazarda daha uzun süre tutulacağından tüketiciler yıl boyu ürünlere erişebilirken, yıl içerisinde fiyat dengesi korunacaktır. Buna karşın pazarlayıcılar daha sonra bu ürünleri daha yüksek fiyattan satabileceklerdir (Tarımcı, 2020).

Gerek üretici gerek tüketici gerekse pazarlayıcılara bu faydanın sağlanabilmesi, temelde depolanan ürünün mikrobiyal atağa karşı uzun süre korunabilmesi ile mümkün olabilir. Mikrobiyal atağa karşı korunmanın da ana basamağını hijyenik prosedürler ve etkin sanitasyon uygulamaları oluşturmaktadır.

2.2. GIDA HASAT DEPOLARINDA SANİTASYONUN ÖNEMİ

Sanitasyon Latince sağlık anlamına gelen “sanitas” kelimesinden köken almıştır. İnsan sağlığının iyileştirilmesi, korunması ve tekrar kazanılması için uygulanan standartların tümünü kapsamaktadır. Gıda endüstrisinde sanitasyon ise güvenilir gıdaya ulaşım amacı ile tedarik zincirinde hijyen ve sağlık koşullarının sağlanması ve devam ettirilmesi anlamına gelmektedir (Marriott ve diğ., 2006; Munkhondia ve diğ., 2016).

Gıda hasat depoları, hasadı yapılmış ürünlerin muhafaza edildiği soğuk hava depolarıdır. Soğuk hava depoları yüksek nem içeren küf, bakteri ve maya üremesine müsait alanlardır (Grolleaud, 2002). Küfler ürettikleri toksik sekonder metabolitleri dolayısıyla hem insan sağlığı için hem de ekonomik açıdan büyük sorunlara yol açmaktadır (Şen ve Nas, 2010). Taze olarak tüketilen yaş sebze ve meyveler için iyi tarım uygulamaları yerine getirilmediğinde yalnızca küfler değil, mayalar da kayıplara neden olmaktadır. Ürünler üzerinde üreyen bakterilerse kayıplar yarattıkları gibi salgın hastalıklara da sebep olurlar.

Bir mikotoksinin toksisitesi hayvanlarda kg başına, bazen de birey başına düşen doz (mg, µg, ng) olarak belirlenirken belli bir hayvan türü için onun öldürücü dozu (LD değeri) olarak tanımlanmaktadır. Toksisite denemeleri en duyarlı hayvan olan fareler, ördek yavruları ve kemirgenler kullanılarak genellikle ağız yoluyla bazen de deri altı enjeksiyonlarıyla yapılır. İnsanlarda direkt olarak deneyler yürütülemediğinden insanlar üzerindeki etkileri net olarak belirli değildir. Ancak yapılan hayvan deneylerinden yola çıkarak benzer etkiler beklenebilir. Mikotoksinlerin vücutta hedef aldığı organ ve dokulara göre veya etki mekanizmalarına bağlı

olarak çeşitli etkileri bulunmaktadır. Hedef organlara göre, karaciğere etki edenler "hepatotoksik", böbreklerde toksik etki yapanlar "nefrotoksik", deriye etkili olanlar "dermatotoksik", sinir sistemine etki edenler "nörotoksik", bağışıklık sistemini etkileyenler "immunotoksik" veya "immunosupresif" olarak tanımlanmaktadırlar. Ayrıca halusinojenik, östrojenik, tremorjen, mutajenik, kanserojenik, teratojenik etkileri de görülebilmektedir (Tunail, 2000).

Hasadı yapılmış ürünlerin fiziksel ve kimyasal zararlılardan korunması gerektiği kadar biyolojik zararlılardan korunması da ürünün kalite kaybını önlemekte önemlidir. Ürünleri biyolojik zararlılardan korumak özellikle gıda güvenliği açısından hayati önem taşımaktadır. Gıda hasat depolarında iyi tarım uygulamaları ile sanitasyonun sağlanması gıda güvenliğini ve ürünlerin raf ömrünün uzatılmasını garanti altına alacaktır. Sanitasyonun doğru gerçekleştirilemediği depolarda muhafaza edilen ürünler için ise bu durum tam tersi olacaktır. Gıda güvenliği açısından zayıf bir ürünün raf ömrü kısılacağı gibi, görüntüsü de alıcıda hoşnutsuzluk yaratacağından satılamayacaktır. Bu durum ürünlerin büyük bir kısmında fireler verilmesine, dolayısıyla üreticinin de kârının düşmesine sebep olacaktır. Örneğin taze Florida narenciye meyvesi için fungusitler kullanılmadığında ihracat sırasında oluşan kayıpların % 50 arttığı görülmüştür. (Ismail ve Zhang, 2004; Chitra, 2014). Buradan da anlaşılabileceği gibi depolama sırasında eksik olan uygulamalar sadece depolama sırasında değil, ayrıca sonraki gıda zinciri basamaklarında da daha büyük problemlere sebep olabilmektedir. Dolayısıyla hem ekonomik kayıplar vermemek için, hem de üretilen az miktardaki ürünü yitirmemek için sanitasyon uygulamaları hayati önem taşımaktadır.

Özet olarak sanitasyon, gıda güvenliği açısından bir gerekliliktir. Örneğin, bir ürünün piyasaya sürülebilmesi için bazı HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point: Tehlike Analizleri ve Kritik Kontrol Noktaları) standardına göre mikroorganizmaların belirli düzeylerde bulunmaları kabul edilebilir veya *Listeria monocytogenes* gibi patojen mikroorganizmaların üründe bulunmaması gerekir (TSE, 2006; Mortimore ve Wallace, 2013). Sanitasyonun sağlanması gıdanın kalitesinin korunmasını sağlarken satıcının da itibarını ve işinin devamlılığını da garanti altına alır. En önemlisiyse gıdanın güvenliğini sağlayarak ürünleri

tüketen insanların sağlığının korunmasını sağlar. Böylece gıda kaynaklı hastalıklardan dolayı ölümler yaşanmaz ve gıda kaynaklı salgınların önüne geçilmiş olur (Brackett, 1992).

Sanitasyonun sağlanabilmesi için istikrarlı, periyodik sanitasyon prosedürleri takip edilmeli ve rutin mikrobiyolojik analizlerle sanitasyonun devamlılığı ve kalıcılığı kontrol edilmelidir.

2.2.1. Depolama Sırasında Mikroorganizmaların Yaratdığı Kayıplar

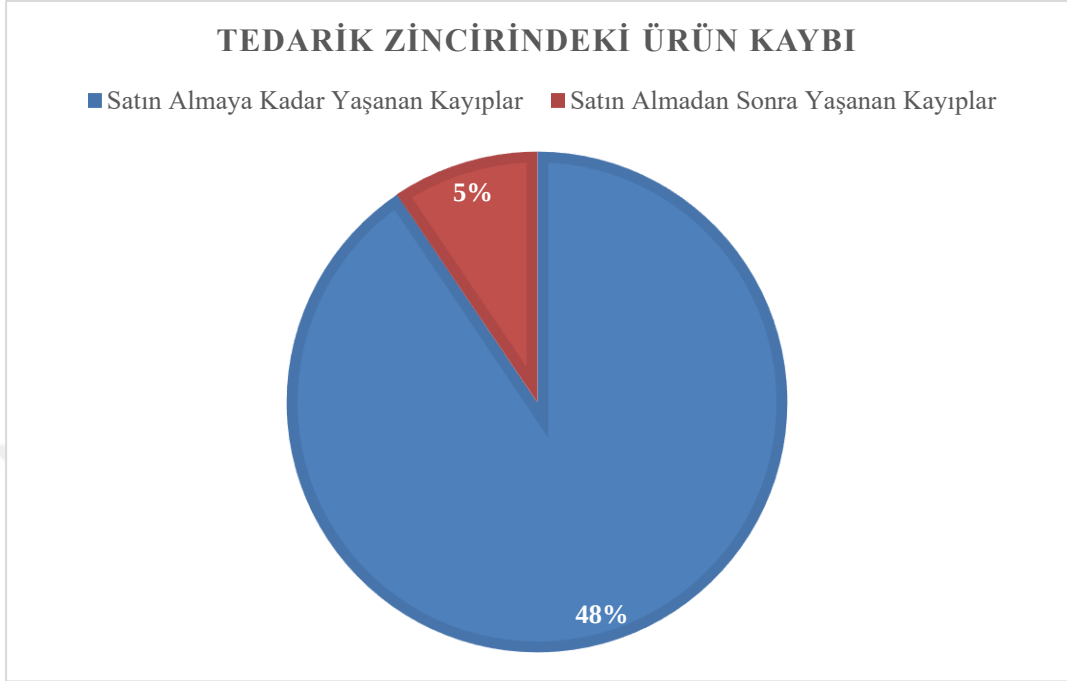
Hasadı yapılmış bir ürün; toprağın hazırlanması, ekim, gübreleme, sulama, hasat ve depo risklerinin ve zararlarının tümünü birikimli olarak taşımaktadır. Ürünün geçtiği her bir işlem sırasında ürüne zarar verebilecek mikroorganizmaların sürekli inokülasyonu söz konusudur.

Hasadı yapılmış ürünlerde en büyük problemlerden biri depo problemidir. Meyve sebzelere hasat sonrası hastalıklarının bulaşması gıda üretiminde çok yüksek mali kayıplara yol açmaktadır (Kibar ve Öztürk, 2010).

2050 yılına kadar küresel ihtiyaçların karşılanabilmesi açısından dünya çapında gıda üretimi iki katına çıkarılmalıdır (Blum, 2013). Ancak yağışlarla verimli topraklarda kayıplar yaşanır (Aksakal, 2012) ve su kaynakları tükenirken üretimi arttırmak zor olacaktır. Bunun yerine üretilmiş olan ürünlerin en iyi şekilde korunmasıyla kayıpları en aza indirmek hedef olmalıdır.

Uluslararası Pirinç Araştırma Enstitüsü (IRRI: International Rice Research Institute), Food (2016) ile Rezaei ve Liu (2017)'ne göre topraktan tüketime kadar geçen süreçte ürünlerdeki kalite kayıpları % 10-30 arasındadır (Food, 2016; Rezaei ve Liu, 2017). Haşereler, nem, sıcaklık değişiklikleri ve mikroorganizmalar kayıpların başlıca sebepleridir. Bu durumlar üründe ağırlık kaybı, küçülme gibi kantitatif kayıplara sebep olurken bozulma, çürüme, koku değişimi, tat değişimi gibi kalitatif kayıplara da sebep olmaktadır (Aulakh ve diğ., 2013).

Gustafsson ve diğ. (2013) ve FAO'nun elde ettiği veriler çerçevesinde görülmektedir ki, gelişmiş ülkelerde ürün kayıpları tüketim sırasında daha yüksek orandadır. Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için ise tüketimden ziyade depolanma sırasında ürün kayıpları % 95 oranındadır (Demirbaş, 2019). Ülkemizde ise gıdanın satın almadan öncesi ve sonrasına kadar yaşanan kayıp ortalama % 53 civarındandır (Şekil 2.2). Bu kayıpların temel sebepleri biyotik ve abiyotik faktörlerdir (Tablo 2.6).



Şekil 2.2: Tüketicie ulaşmadan önce ve tüketiciye ulaştıktan sonra yaşanan ürün kaybının yüzde olarak karşılaştırılması (Yılmaz, 2010; FAO, 2013; Tanyaş 2015; TÜSİAD, 2020).

Tablo 2.6: Kayıplara neden olan biyotik ve abiyotik faktörler (FAO, 2020).

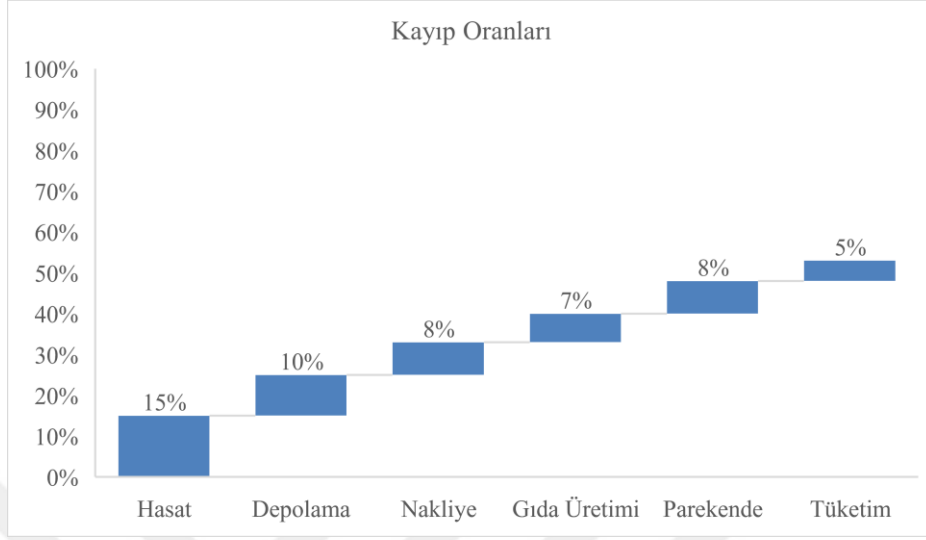
Biyotik Faktörler	Abiyotik Faktörler
Mantarlar	Don Zararları
Bakteriler	Sıcak Zararları
Mayalar	Uygunsuz Havalandırma
Virüsler ve viroidler	Mineral elementlerin eksikliği veya toksisitesi
Böcekler ve nematodlar (parazitler)	Su ve sıcaklık ilişkisi
	Şiddetli basınç, yaralanma ve yaralarla temas

Daha detaylı incelemek gerekirse Tablo 2.6’da özetlendiği gibi, ürünlerin üretiminden başlayarak tüketimine kadar geçen sürede kayıplara neden olan birçok faktör vardır (Tablo 2.7).

Tablo 2.7: Gıda zincirinde yaşanan kayıplar ve sebepleri (FAO, 2020; TÜSİAD 2020).

Hasat Öncesi	➤ Biyolojik ve abiyotik faktörler (sulama suyu/toprağın mikroorganizma kontaminasyonu) ➤ Plansız üretim ➤ Ürünün iklim koşullarından korunamaması
Hasat	➤ Hasat zamanlaması/planlamasında eksiklikler (zamanından önce/sonra hasat) ➤ Ürünün özensiz toplanması ve uygun olmayan hasat tekniklerinin kullanımı (ürün içinde veya yüzeyinde çizikler/kesikler oluşturulması) ➤ Sıcaklık yönetimindeki hatalar
Depolama	➤ Uygun olmayan depolama koşulları
Nakliye	➤ Uygun olmayan araç yükleme/boşaltma yöntemleri, ürünlerin araç içinde kontrolsüz hareketi ➤ Nakliye aracının ürüne uygun havalandırma, nem ve sıcaklık koşullarına sahip olmaması ➤ Nakliye aracına yüklemeye önce soğutma yapılmamış olması ➤ Klimakterik olan ve olmayan ürünlerin birlikte taşınması
İşleme ve Paketleme	➤ Eksik süreç ve standart yönetimi ➤ İşleme esnasındaki hataların, nihai üründe kusura sebep olması ➤ Uygun olmayan ambalaj kullanımı ➤ Paketlenmenin yapıldığı ortamın uygun olmaması
Satış	➤ Yetersiz stok yönetimi ➤ Koruyucu paketlemenin olmaması ➤ Isı ve nem kontrolünün olmaması ➤ Düzgün sergileme koşullarının olmaması ➤ Standart ürünler sunma eğilimi
Tüketim	➤ Eksik satın alma planlaması ➤ Tüketicilerin tarih etiketleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmamaları ➤ Uygun olmayan muhafaza koşulları ➤ Fazladan hazırlanan ve yenmeyen gıdalar ➤ Yanlış hazırlama teknikleri

Depolama sırasında yaşanan kayıpların başlıca sebebi mikroorganizmalardır. Genellikle mikroorganizmalar direkt olarak ürünlere kabul edilemez bir noktada hasar verirler. Tedarik zincirinin farklı basamaklarında farklı oranlarda kayıplara yol açarlar (Şekil 2.3).



Şekil 2.3: Gıda zincirinin basamaklarında oluşan kayıplar (TÜSİAD, 2020).

Bakteriler (Tablo 2.8), maya ve küf mantarları (Tablo 2.9) ürünlerde çürüme ve bozulmalara yol açarken mikotoksinler olarak bilinen ve küfler tarafından salgılanan toksik bileşenler de gıdalarda besin değeri ve kalite kaybına yol açmaktadırlar (Kiaya, 2014).

Tablo 2.8: Gıda hasat depolarında sorun yaratan başlıca bakteriler ve neden oldukları hastalıklar.

Bakteri Adı	Üründe Yaptığı Hastalık	Ürün
<i>Bacillus polymyxa</i>	Bakteriyel Yumuşak Çürüklük	Bitki Kökleri
<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	Domates Bakteriyel Kanseri ve Solgunluk Hastalığı	Domates
<i>Corynebacterium sepedonicum</i>	Halkalı çürüklük	Patates
<i>Erwinia carotovora</i> pv. <i>carotovora</i>	Patates Bakteriyel Yumuşak Çürüklük Hastalığı	Patates
<i>Erwinia carotovora</i> pv. <i>atroceptica</i>	Patates Bakteriyel Yumuşak Çürüklük Hastalığı	Patates
<i>Erwinia carotovora</i>	Bakteriyel Yumuşak Çürüklük / <i>Erwinia</i> Yumuşak Çürüklüğü	Patates
<i>Erwinia chrysanthemi</i>	Bakteriyel Yumuşak Çürüklük / <i>Erwinia</i> Yumuşak Çürüklüğü	Patates
<i>Lactobacillus</i> spp.	Bakteriyel Yumuşak Çürüklük	Patates, Lahana
<i>Pseudomonas</i> spp.	Bakteriyel Yumuşak Çürüklük/ Koyukahve-Siyah Çöküntüler	Havuç
<i>Pseudomonas solanacearum</i>	Kahverengi çürüklük	Patates, Domates
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>tomato</i>	Domates Bakteriyel Benek Hastalığı	Domates
<i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>vesicatoria</i>	Domates Bakteriyel Leke Hastalığı	Domates
<i>Xanthomonas campestris</i>	Bakteriyel Solgunluk/Kara Çürüklük	Lahana

Tablo 2.9: Gıda hasat depolarına sorun yaratan başlıca mantarlar ve neden oldukları hastalıklar.

Mantar Adı	Üründe Yaptığı Hastalık	Ürün
<i>Alternaria alternata</i>	Yüzeysel çürüklük (meyve içi siyah çürüklüğü) / <i>Alternaria</i> Çürüklüğü	Turunçgiller, Elma
<i>Aspergillus niger</i>	İsli Çürüklük / Siyah Küf Çürüğü	Havuç
<i>Aspergillus spp.</i>	<i>Aspergillus</i> Çürüklüğü	Turpgiller
<i>Botryosphaeria dothidea</i>	Beyaz çürüklük	Elma
<i>Botrytis cinerea</i>	Gri küf / Kurşuni Küf	Üzüm, Armut
<i>Candida spp.</i>	Maya Çürüklüğü	Havuç
<i>Chalara elegans</i>	Siyah Kök Çürüklüğü	Havuç
<i>Cochliobolus lunatus</i>	Süngersimsi Çürükülük	Buğdaygiller
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Elma Acı Çürüklüğü	Elma
<i>Cryptosporiopsis spp.</i>	Boğa Gözü Çürüğü	Kaju
<i>Fusarium spp.</i>	<i>Fusarium</i> Kuru Çürüğü	Domates, Muz
<i>Geotrichum candidum</i>	Acı Çürüklük	Havuç, Kavun
<i>Glomerella cingulata</i>	Acı Çürüklük / Antraknoz	Şeftali, Elma
<i>Mucor pyroformis</i>	Mukor Çürüğü	Çilek, Elma
<i>Mycocentrospora acerina</i>	Meyan Çürüklüğü	Havuç
<i>Penicillium verrucosum</i>	Çürüme	Elma
<i>Penicillium solitum</i>	Çürüme	Buğdaygiller
<i>Penicillium expansum</i>	Mavi Küf	Elma, Armut
<i>Penicillium spp.</i>	Mavi-Yeşil Küf	Elma, Armut
<i>Phytophthora spp.</i>	Mavi Küf	Armut
<i>Rhizoctonia carotae</i> Rader	Krater Çürüklüğü	Havuç
<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Rhizoctonia</i> Çürüklüğü	Fasulye, Şekerpancarı
<i>Rhizopus stolonifer</i>	<i>Rhizopus</i> Çürüklüğü / <i>Rhizopus</i> Yumuşak Çürüklüğü	Armut
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Havuç Beyaz Çürüğü	Havuç
<i>Sclerotium rolfsii</i>	<i>Sclerotium</i> Çürüğü	Domates
<i>Sphaeropsis sp.</i>	<i>Sphaeropsis</i> Çürüklüğü	Elma
<i>Venturia inaequalis</i>	Kara Leke	Elma
<i>Colletotrichum musae</i>	Antraknoz Hastalığı	Muz
<i>Plenodomus destruens</i>	Ayak Çürüğü	Patates
<i>Colletotrichum circinans</i>	Soğan Lekesi	Soğan

Ayrıca bitki patojeni olan virüs ve viroidler (Tablo 2.10) daha üretim aşamasındayken ürünün nicel ve nitel özelliklerinde olumsuz etkilere sebep olurken depolama esnasında maruz bırakılan işlemlerle bertaraf edilebilirler.

Tablo 2.10: Gıda hasat depolarında sorun yaratan başlıca virüsler ve neden oldukları hastalıklar.

Virüs Adı	Üründe Yaptığı Hastalık	Ürün
Arpa sarı cücelik virüsü	Sarı Cücelik	Arpa
Domates Lekeli Solgunluk virüsü (TSWV)	Leke	Domates
Pirinç cücelik virüsü	Cücelik	Pirinç
<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Patates Sararma Hastalığı	Patates
<i>Synchytrium endobioticum</i>	Patates siğil hastalığı	Patates
Potates siyah ringspot virüsü	Patates Kaliko Hastalığı	Patates

2.2.2. Gıdalara Tutunan Mikroorganizmaların İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Maddi kayıplar dışında ürünler üzerine yerleşen bazı mikroorganizmalar insan sağlığını da tehdit etmektedir. Neredeyse 100 yıldır, tarlalarda kontamine olmuş ürünler insanlardaki enfeksiyonların kaynağı olarak görülmüştür (Adebayo-Tayo ve diğ., 2012) Bunun yanı sıra yapılan güncel çalışmalar göstermiştir ki meyve ve sebzeler birçok hastalık salgınlarının kaynağıdır çünkü diğer gıdalardan farklı olarak meyve sebzeler çiğ tüketilmektedir (Berger ve diğ., 2010).

1995'te Amerika ve Finlandiya'da yonca filizinden kaynaklanan *Salmonella* Stanley serotipi enfeksiyonu salgını eş zamanlı olarak saptanmıştır (Mahon ve diğ., 1997; Berger ve diğ., 2010). 2001 yılında bir salgın sırasında Avustralya'da yapılan bir araştırmayla ithal yerfistiklerinden aynı serotip izole edilmiştir (Kirk ve diğ., 2004). *Salmonella* uluslararası gıda tedariği sırasında gıdalar üzerinden bulaşan salmonelloz etkeni bir bakteridir. Gıdalar üzerinde en sık rastlanan serotipleri ise Stanley, Enteritidis ve Typhi serotipleridir (Fenlon, 1983; Herikstad ve diğ., 2002; Kirk ve diğ., 2004). Stanley serotipi tarım ürünleri üzerinden bulaşırken, enteritidis ve typhi serotipleri hayvansal gıdalar üzerinden bulaşabilmektedir. *S. typhi* serotipi tifoya neden olur (Tauxe, 2002; Pui ve diğ., 2011).

Özellikle gelişmiş ülkelerde organik tarım ve organik gıda ürünlerinin tüketiminde, enterohemorajik *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* gibi mikroorganizmalardan kaynaklanan salgın hastalıklar raporlanmaktadır (Tablo 2.11) (Olaimat and Holley, 2012; Marvin ve diğ., 2017).

Fusarium enfeksiyonları insanlarda en çok baş gösteren ikinci fungal enfeksiyondur. İnsanlarda patojen *Fusarium* enfeksiyonlarının yaklaşık % 20'sinin *F. musae* kaynaklı olduğu öne sürülmektedir. *Fusarium*'un diğer türlerden farklı olarak *F. musae* muz meyvesinde bulunduğuna göre insanlarda hastalık oluşturmada hasat sonrası hastalığı olan “muz taç çürüğü” hastalığının büyük rol oynadığı açıktır (Triest ve Hendrickx, 2016).

Tablo 2.11: Vektörü gıda olan insan patojenleri ve üzerinde bulundukları ürünler.

Bakteri Adı	Ürün
<i>Aeromonas hydrophila</i>	Kuşkonmaz, Karnıbahar, Brokoli
<i>Bacillus polymyxa</i>	Bitki kökleri
<i>Bacillus cereus</i>	Bitki kökleri
<i>Campylobacter jejuni</i>	Marul
<i>Clostridium botulinum</i>	Sarımsak
<i>E. coli</i> O157:H7	Marul
<i>Listeria monocytogens</i>	Domates, Lahana, Marul
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Havuç, Marul
<i>Salmonella sp.</i>	Bitki kökleri
<i>Shigella sonnei</i>	Bitki yaprak ve kökleri
<i>Staphylococcus aureus</i>	Salatalık
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Fasulye filizi
<i>Vibrio cholera</i>	Marul, Lahana

Küflerin ürettiği mikotoksinler de ürünlere olduğu kadar, insan sağlığına da olumsuz yönde etki etmektedir. Dünya Sağlık Örgütü' (WHO)' ne göre bazı gıda kaynaklı mikotoksinlerin etkisi akut semptomlarla görülen şiddetli hastalıklardır. *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* ve *Alternaria* küfleri en yaygın mikotoksin üreten türler arasındadır. Gıdalarda bulunan bazı mikotoksinler karsinojenik, mutajenik, teratojenik, hepatotoksik, nefrotoksik, embriyotoksik ve immünsupresif etkilere sahiptir. Aflatoksin, okratoksin, fumonisin, patulin, trichothecene, zearalenon önemli mikotoksinler arasındadır. Aflatoksinler mikotoksinler arasında en zehirli olanlarıdır (Cinar ve Onbaşı, 2019).

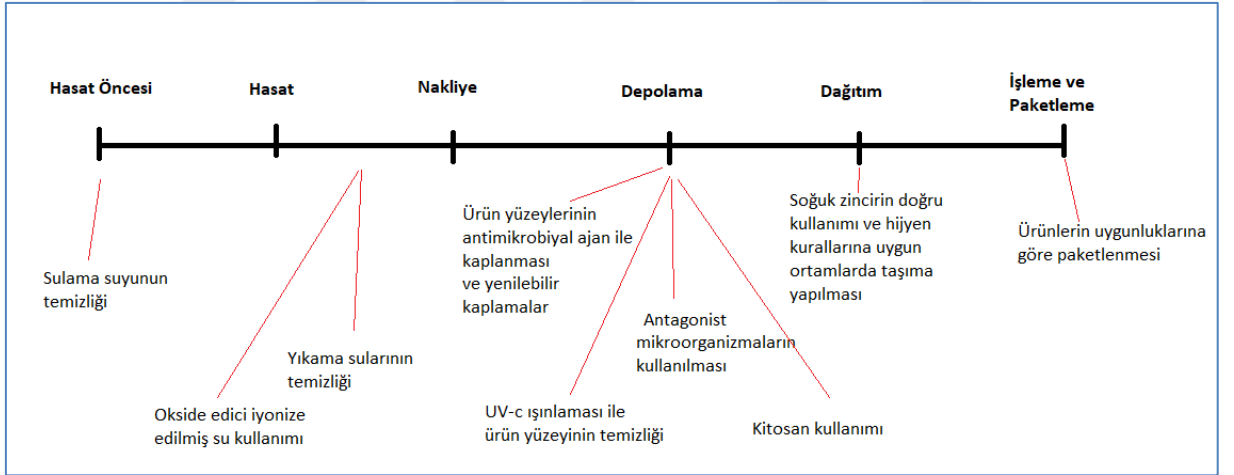
2.3. GIDA HASAT DEPOLARINDA MİKROORGANİZMALARIN GİDERİLMESİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Hasat sonrası ürünlerde büyük ekonomik kayıplara yol açabilen ve hastalık etkeni olan mikroorganizmalar (Coates ve Johnson, 1997; Buck ve diğ., 2003; Amiri ve Bompeix, 2005) ve ürünlerin bu mikroorganizmalardan korunması üzerine çok sayıda çalışma yapıp stratejiler

geliştirilmiştir (Brackett, 1992; Bachmann ve Earles, 2000; Tülek ve Dolar, 2011; Kiaya, 2014; Mahajan ve diğ., 2014; Rawat, 2015).

Giderek azalan kaynaklara karşı artan nüfusun beslenmesi bakımından gerekli olan güvenilir ve temiz gıdaya erişim için özellikle tarım ürünlerinin hasattan depolamaya ve depolamadan tüketim aşamasına kadar, üründe ve insanlarda hastalık etmeni olabilecek mikroorganizmaların yerleşmesi ve gelişmesinin önüne geçilmelidir. Ancak bunun için önemli bir nokta da hasattan tüketime, üretim zincirinde mikroorganizma kontaminasyonunun, kamu sağlığına zarar vermeyecek yöntemlerle önlenmesidir (Sezgin ve Özkaya, 2014).

Ürünlerin topraktan başlayarak evimizde tabaklarımıza kadar gelmesini kapsayan süreçte iyi tarım uygulamaları esas alınarak tedarik edilmesine gıda zinciri veya tedarik zinciri denir. Tedarik zincirinin farklı basamaklarında kullanılan mikroorganizma üremesini önleyici yöntemler Şekil 2.4'te özetlenmiştir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4: Tedarik zincirinin farklı basamaklarında mikroorganizma üremesini önleyici yöntemler.

Bazı çalışmalarda hastalık etkeni olan mikroorganizmaların bertarafı için alternatif yollar geliştirilmiştir. Biyolojik yollar (Janisiewicz, ve Korsten, 2002; Wisniewski ve Wilson, 1992; Spadaro ve Gullino, 2004), ultrason uygulaması (de São José ve diğ., 2014) ve direkt ürünler üzerine uygulanan UV-C (ultraviyole) ışınlaması (Kasım ve Kasım, 2007) yöntemleri bu alternatif yollardandır. Bautista-Baños ve diğ. (2006) hasat öncesi ve sonrası ürünü koruma adına kitosan maddesini kullanmışlardır. Jowkar ve diğ. (2013) nano gümüş uygulaması üzerine

çalışmışlardır. Kalıntı bırakmadan çözünebilmesi özelliğiyle bilinen ozon da bir diğer alternatif yol olarak çalışılmıştır (Ekici ve diğ., 2006). Guentzel ve diğ. (2010) şeftalilerin ve üzümün yüzeylerinde oluşan gri küf ve kahverengi küf sorununun giderilmesi ve raf ömrünü uzatmak için okside edici elektrolize su kullanmışlardır.

Direkt ürünler üzerine çalışılan bir diğer antimikrobiyal uygulama ise ürünlerin üzerinin kaplanmasıdır (Bancroft, 1995). Martínez-Romero ve diğ. (2006) yenilebilir *Aloe vera* kaplama uygulaması ile depo edilen kirazların fiziksel özelliklerini kaybetmelerinin önüne geçmişlerdir. Tiabendazol, benomil ve karbendazim gibi benzimidazoller ve imazalil, prokloraz ve propikonazol gibi sterol inhibitörleri ile biyosidal kontrol çalışmaları da bulunmaktadır (Eckert, 1989, Rosenberger, 2009). Ayrıca Sargent ve diğ. (2006) yaptıkları projede yıkama sularının klor, klor dioksit, ozon ve peroksiasetik asit ile sanitasyonuyla depolama öncesinde bulaşı engellemek üzerine çalışmışlardır. Esansiyel yağ ve bitkisel bazlı uçucu organik bileşiklerin kullanımı da alternatif yollar arasında gösterilebilir (Spadoni ve diğ., 2015). Ancak tüm bu yöntemler etkili görünse de dezavantajları bulunmaktadır.

Biyolojik yöntemde biyokontrol ajanı olarak sürekli suş sağlanması gerekliliği, mali açıdan bir dezavantaj taşımaktadır. Çünkü suşların korunma süreleri değişkenlik gösterebildiği gibi birkaç pasajdan sonra mutasyona uğrayabileceklerinden güvenilirliklerini yitirebilirler. UV-C uygulaması uzun süreli etki gösterememenin yanı sıra ürünler üzerinde kanserleşme gibi sorunlara sebep olabilmektedir. Ozon ise depolanmadığı ve kalıntı kimyasal bırakmadığından etkisini çabuk kaybetmektedir. Kimyasal yöntemlerde ise kullanılan maddeler genellikle toksik kalıntılar bırakan, bu sebeple maddeler insan ve çevre sağlığı açısından sorun yaratabilen bileşiklerdir.

Yapılmış olan bu çalışmalara karşın direkt olarak Türkiye'deki gıda hasat depolarında yaygın bulunan çevresel örneklerle çalışılmış ve sonuçları standart suşlarla karşılaştırılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Yapılan çalışmada gıda hasat depolarının kalıcı sanitasyonu sağlanırken ayrıca doğal olarak gıda hasat depolarında bulunan mikroorganizmaların, kullanılan biyosite karşı standart suşlardan farklı olarak ne kadar cevap verdikleri gözlemlenmiştir.

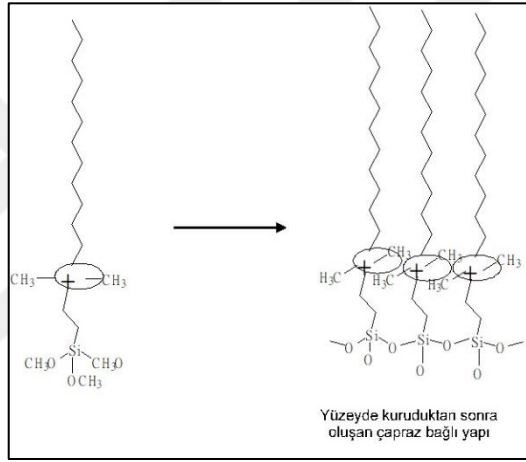
Ayrıca çalışmada kullanılan su bazlı trimetoksilil quat (SilQUAT) ürününün üretiminde ham madde olarak kullanılan tüm kimyasallar 21 gün içinde doğada parçalanabilen ürünler olup kimyasalın kendisi Uluslararası Çevre Koruma Ajansı (EPA- Environmental Protection Agency) tarafından da toprakta 6 gün içerisinde % 70 parçalandığı, çevre ve insan sağlığı açısından risk taşımadığı doğrulanmış ve ticarileştirilmesi için kabul görmüştür (EPA, 2007). Okside edici olmayan bir biyosit olan SilQUAT, kuaterner amonyum bileşiği olup silan grupları içermektedir. Bileşiğin silan grupları kimyasalın yüzeye tutuklanmasını sağlarken, kuaterner bölgesi hücre membranına etki ederek mikroorganizmaları etkisiz hale getirmektedir (Menceloğlu ve diğ., 2001; Bal ve Şanlı, 2020).

Çalışmamızda SilQUAT biyositi sisleme ile bir gıda hasat deposuna uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra hava ve yüzey örneklemeleriyle bakteri, maya ve küf mantarı mikroorganizmalar izole edilmiştir. İzole edilen mikroorganizmalar dizileme tekniği kullanılarak adlandırılmış ve bileşiğin minimum etkin dozları belirlenmiştir. SilQUAT bileşiğinin etkin dozlarının izolatlarla karşı farklı temas sürelerindeki antimikrobiyal aktivitesi, bakteriler için BS EN 1276:2019; mantarlar için BS EN 1650:2019 standart test metodu ile kirli ve temiz koşullarda değerlendirilmiştir. Yanı sıra EPA (Environmental Protection Agency)#01 Protokolü ile JISZ2801:2010 test metotları modifiye edilerek SilQUAT bileşiğinin uygulama sonrası yüzeydeki kalıcılığı test edilerek izolatların *in vitro* koşullarda sanitasyon uygulamasına karşı davranışı modellenmiş, çevresel izolatların temsilci standart suşlardan farkı ortaya konulmuştur. |

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. ETKİNLİĞİ TEST EDİLEN BİYOSİT VE HAZIRLANIŞI

SilQUAT (3-(trimethoxysilyl)-propyl, cocodimethylammonium chloride) bileşiği (Şekil 3.1) cam, plastik ve paslanmaz çelik materyallerine uygulanmadan önce, bileşiğin daha önce hasat deposundan izole edilmiş mikroorganizmalara karşı etkin dozlarının belirlenmesi için, farklı konsantrasyonları (1 – 1000 mg/L) steril sert su ile süspanse edilerek hazırlanmıştır.



Şekil 3.1: SilQUAT bileşiğinin kimyasal gösterimi.

3.2. GIDA HASAT DEPOSUNDAN MİKROORGANİZMALARIN İZOLASYONU

Çalışmada kullanılacak olan çevresel küf ve bakteri örnekleri bir hasat deposunun hava, depo duvar yüzeyi ve meyve yıkama ünitesinin farklı bölgelerinden mikrobiyolojik örnekleme ile izole edilmiştir.

Havadan bakteri ve küf izolasyonu için hava örnekleme cihazı ile iç ortam havası steril Petri kaplarına dökülmüş besiyerlerine aktif vakumlama (Merck, Mass Eco 100) tekniği ile alınmıştır. Duvar ve meyve yıkama ünitelerinin 10 cm²'lik alanından steril eküvyon çubuğu ile üç tekrarlı örnek alınmış, mikroorganizma izolasyonu için uygun besiyerlerine ekim yapılmıştır. Bakteri izolasyonu için 100 µg/ml sikloheksimid katkılı ve katkısız Tryptic Soy Agar (TSA, Oxoid) mantar sayımı için Sabouraud % 4 Dekstroz Agar (SDA, Oxoid) besiyerine ekim yapılmıştır. Petri kapları örnekleme yapıldığı depo sıcaklığına uygun olarak 10-15

°C’de mantarlar için 1 hafta, bakteriler için 48 saat süresince bekletilmiştir. Farklı morfolojik görünümdeki koloniler saf kültür olarak izole edilmiş ve genotipik teknikle adlandırılmıştır.

3.3. İZOLE EDİLEN MİKROORGANİZMALARIN İDENTİFİKASYONU

3.3.1. Morfolojik İdentifikasyon

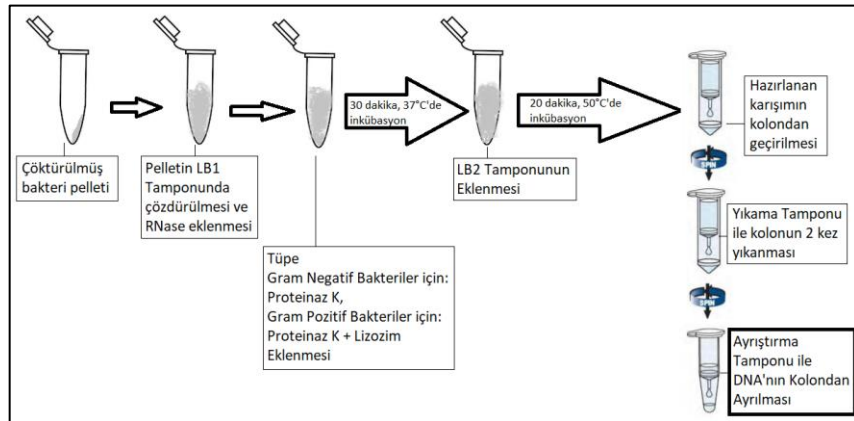
Bakteri izolatları, Gram boyama yapılarak morfolojik açıdan incelenmiştir.

Elde edilen maya şüpheli örnekler, metilen mavisi boyası ile boyanarak mikroskop altında 100x büyütme objektifte (Nikon) immersiyon yağı damlatılarak hücre şekilleri ve boyutları bakımından incelenmiştir.

İzole edilen küfler, yüzey yapısı, rengi, koloni çapı gibi morfolojik koloni özellikleri bakımından incelenmiştir. Laktofenol pamuk mavisi (LFPM) boyası ile boyanan küf izolatları mikroskopta incelenmiştir.

3.3.2. Genotipik Teknik ile İzolatların Tanımlanması

Moleküler analiz için saf kültür olarak saklanan mikroorganizmaların DNA’ları izole edilmiştir. Bakteri DNA izolasyonu “Bakteri Genomik DNA İzolasyon Kiti (Hybrigen, Türkiye) (Şekil 3.2);



Şekil 3.2: Bakteri DNA izolasyonunda kullanılan prosedür şeması.

Maya ve küflerin DNA izolasyonu “Küften Genomik DNA İzolasyon Kiti (Hybrigen, Türkiye)” (Tablo 3.1) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.1: Maya ve küf mantarlarının DNA izolasyonunda kullanılan prosedür.

Adım 1	200 mg’lık mantar miselyumlarının 2 ml’lik mikrosantrifüj tüpünde cam çubuk yardımı ile 1 dakika boyunca doğrudan tüp içerisinde ezilerek homojenize edilmesi
Adım 2	600 µl MB Tampon, 20 µl Proteinaz K (20 mg/ml) ve 10 µl RNaz A (10 mg/ml) eklenmesi
Adım 3	Örneklerin 15 sn boyunca vortexlenmesi ve ardından 60°C’de 30 dakika inkübasyonu
Adım 4	Örneklerin üzerine 220 µl MB Tamponu eklenmesi ve yavaşça 10-15 kez alt üst edilmesi
Adım 5	Karışımın üzerine 220 µl önceden soğutulmuş EtOH (%100-96) eklenmesi
Adım 6	Hazırlanan karışımın önce 750 µl’sinin sonra kalanının kolona aktarılıp 12000 rpm’de 3 dakika santrifüj edilmesi ve toplama tüpüne süzülen sıvının atılması
Adım 7	Kolona 500 µl MY Tamponu eklenmesi ve 12000 rpm’de 1 dakika santrifüj edilip toplama tüpünün boşaltılması
Adım 8	7. Adımın ikinci kez tekrar edilmesi
Adım 9	Filtreli tüpün membranın kuruması için hiçbir sıvı eklenmeden 12000 rpm’de 3 dakika santrifüj edilmesi ve toplama tüpünün boşaltılması
Adım 10	Filtreli tüpün 1,5 ml’lik santrifüj tüpüne alınması ve membran üzerine 50-100 µl ME Tamponu eklenmesinin ardından tüpün oda sıcaklığında 2 dakika inkübasyonu ve 12000 rpm’de 2 dakika santrifüj edilmesi sonucu 1,5 ml’lik santrifüj tüpüne izole edilmiş DNA’nın aktarılması

İzole edilen DNA örnekleri jel elektroforezi ile yürütülmüş ve UV ışık varlığında jelde ışıma görülmesiyle ekstraksiyon işleminin başarısı doğrulanmıştır. Daha sonra PCR işlemi ile DNA miktarı çoğaltılarak dizi analizine gönderilmiş ve mikroorganizmaların adlandırılmaları gerçekleştirilmiştir.

3.4. BİYOSİDAL ETKİNLİK TESTLERİNDE KULLANILAN TEST ORGANİZMALARI VE HAZIRLANIŞI

Bakteri ve maya süspansiyonları densitometre cihazında (Biosan, Letonya), 3×10^8 kob/ml (koloni oluşturan birim) canlı hücre olacak şekilde steril çeşme suyu içerisinde turbidimetrik olarak hazırlanmıştır. SilQUAT bileşiğinin farklı konsantrasyonlardaki süspansiyonları steril boş tüplere aktarılıp, üzerlerine son konsantrasyonu bakteriler için 10^5 kob/ml, mayalar için 10^6 kob/ml olacak şekilde eşit hacimde mikroorganizma süspansiyonu eklenmiştir (1:1, v/v). Deney tüpleri çalkalamalı su banyosunda (Mettler, Almanya) 15 °C’de 24-48 saat bekletilmiştir (110 devir/dakika).

Küf süspansiyonu hazırlamak için Espinel-Ingroff ve diğ.'nin (2007) yaptığı çalışmada kullandığı yöntem modifiye edilmiştir. Küf izolatları bir öze yardımıyla distile suya aktarılıp iyice vortekslenmiştir. Hiflerin çökmesi için 15 dakika bekletilen tüplerin üst kısmından alınan sıvı steril boş bir tüpe aktarılmıştır. Densitometre cihazında (Biosan, Letonya) 1×10^8 kob/ml canlı hücre olacak şekilde % 0.5 Triton X-100 içeren TSB besiyeri içerisinde hazırlanmış, 1:1000 oranında dilüsyon yapılarak biyosidal testlerde kullanılacak küf süspansiyonu elde edilmiştir. Sayım kontrolü seri sulandırma ve koloni sayımı ile yapılmıştır. Elde edilen küf süspansiyonları SilQUAT bileşiğinin farklı konsantrasyonlardaki süspansiyonları ile steril boş tüplerde eşit hacimde birleştirilmiştir (1:1, v/v).

Tez çalışmasında kullanılan antimikrobiyal testlerde temsilci organizma olarak Gram pozitif *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, Gram negatif *Escherichia coli* ATCC 8739 bakterileri; *Candida albicans* ATCC 10922 mayası ve *Aspergillus niger* ATCC 16404 küfü kullanılmıştır.

S. aureus ve *E. coli* standart suşları Nutrient agar besiyerinde 37 °C sıcaklıkta; *C. albicans* TSA besiyerinde 30 °C sıcaklıkta 24-48 saat bekletilerek üretilmiştir. *Aspergillus niger*, Patates Dekstroza Agar (PDA, Oxoid) besiyerine ekilerek 25 °C'de 2 hafta süresince inkübe edilerek üretilmiştir.

3.5. BİYOSİT ÇÖZELTİSİNİN İZOLE EDİLEN VE TEMSİLCİ MİKROORGANİZMALARA KARŞI ANTİMİKROBİYAL ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Bileşiğin izole edilen ve temsilci mikroorganizmalara karşı *in vitro* koşullardaki en düşük etkin konsantrasyonları, minimum inhibitör (üremeyi durdurucu) [MİK] ve minimum bakterisidal/fungisidal (öldürücü) konsantrasyonları [MBK/MFK] olarak makrodilüsyon yöntemi ile belirlenmiştir (CLSI, 2018).

Deneyler pozitif kontrol (% 100 biyosit) ve negatif kontrol (mikroorganizma süspansiyonu) örnekleri ile paralel yürütülmüştür. Deney tüpleri 110 rpm'de, 15 °C'de bakteri ve mayalar için 24-48 saat; küf için 1 hafta süresince inkübe edilmiştir.

İnkübasyon süresi sonunda tüplerde bulanıklık olup olmadığı değerlendirilmiş, bulanıklık olmayan en düşük biyosit konsantrasyonu MİK değeri olarak belirlenmiştir. Bulanıklık olmayan tüplerden katı besiyerlerine 10 µl damlatma ekim yapılmış, uygun süre ve sıcaklıktaki beklemenin ardından, üreme görülmeyen en düşük konsantrasyon MBK/MFK değeri olarak belirlenmiştir (CLSI, 2018).

Standart suşlara karşı biyositin MİK, MBK/MFK değerleri aynı metot suşların üremelerine uygun sıcaklıklarda bekletilerek değerlendirilmiştir.

3.6. BİYOSİTİN ETKİN KONSANTRASYONLARININ İZOLATLARA KARŞI FARKLI TEMAS SÜRELERİNDEKİ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

SilQUAT bileşiğinin etkin konsantrasyonlarının bakterisidal etkisi EN 1276 (BS EN 1276:2019), fungusidal etkisi EN 1650 (BS EN 1650:2019) standardı ile belirlenmiştir.

Bakteriler için yürütülen EN 1276 ve maya mantarları için yürütülen EN 1650 testlerinde biyosit süspansiyonu sert suda 50, 75 ve 100 mg/L; küf mantarları için yürütülen EN 1650 testinde biyosit süspansiyonu sert suda 125, 150, 200 mg/L olacak şekilde üç farklı konsantrasyonda seyreltilmiştir. Test konsantrasyonları istenen konsantrasyondan 1.25 kat daha konsantre olarak hazırlandıktan 60 dakika sonra kullanılmıştır. Temas sıcaklığı, temas süresi ve girişim yapan maddeler, test maddesinin kullanılacağı koşullara bağlı olarak seçilmiştir. Her iki standart test metoduna göre test edilecek biyosit süspansiyonları temiz ve kirli koşullar için ayrı ayrı hazırlanmıştır. Uygulanacak testte temiz koşullar için 8 ml biyosit dozuna 1 ml % 0.3 bovin serum, kirli koşullar için 8 ml biyosit dozuna 1 ml % 3 bovin serum eklenmiştir.

Her bir test için 3 kontrol grubu yürütülmüştür:

- i) Diğer deneysel parametrelerin biyosidal aktivitesi olup olmadığını tayin etmek için biyosit süspansiyonu yerine 8 ml sert su kullanılarak yürütülen test,
- ii) Nötralize edici süspansiyonun biyosidal aktivitesi olup olmadığını tayin etmek için biyosit süspansiyonu yerine 8 ml nötralize edici ve 1 ml su karışımı kullanılarak yürütülen test,

iii) Biyositin nötrale edilip edilmediğini tayin etmek için nötrale edilmiş biyosit süspansiyonuna 1 ml test organizması süspansiyonu eklenerek yürütülen test.

3.6.1. BS EN 1276:2019 Test Metodu

1-1,5x10⁸ hücre/ml olacak şekilde hazırlanan bakteri süspansiyonlarından 1 ml alınarak biyosit-bovin serum içeren tüplere eklenmiştir. Her bakteri ve her biyosit konsantrasyonu için temiz ve kirli koşulları temsil eden biyosit/bakteri karışımları çalkalamalı su banyosunda (Memmert, Almanya) 15 °C’de 1 ve 5 dakika temas sürelerinde (110 devir/dakika) inkübe edilmiştir (BS EN 1276:2019).

İnkübasyon süreleri sonunda her bir tüpten 1 ml alınarak 9 ml nötrale edici sıvı besiyerine aktarılmıştır. 5 dakikalık nötralizasyon süresi sonunda her bir tüp içeriği 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³ oranında sulandırılmış ve her tüpten 0.01 ml alınarak TSA içeren Petri kaplarına yayma ekim yöntemi ile çift tekrarlı ekim yapılmıştır. Ekim yapılan Petri kapları 15 °C’de 7 güne kadar inkübe edilmiştir. Süre sonunda koloni sayımları yapılmıştır.

Deney süresi sonunda biyosit etkinliği, üremenin olup olmamasına bakılarak, konsantrasyon ve zaman açısından değerlendirilmiş, EN 1276 test metoduna göre 5 log düşüş sağlayan biyosit dozları etkin olarak kaydedilmiştir. Test izolatlarının direnç durumunu kıyaslamak üzere, Gram pozitif *S. aureus* ATCC 6538 ve Gram negatif *E. coli* ATCC 25922 temsilci bakterileri için test aynı koşullarda paralel olarak yürütülmüştür.

3.6.2. BS EN 1650:2019 Test Metodu

1x10⁵-10⁶ hücre/ml olacak şekilde hazırlanan küf ve maya süspansiyonlarından 1 ml alınarak biyosit-bovin serum içeren tüplere eklenmiştir. Her mantar suşu ve biyosit konsantrasyonu için temiz ve kirli koşulları temsil eden biyosit/mantar karışımları çalkalamalı su banyosunda (Memmert, Almanya) 15 °C’de 15 ve 60 dakika temas süresinde (110 devir/dakika) inkübe edilmiştir.

İnkübasyon süresi sonunda her bir tüpten 1 ml alınarak 9 ml nötrale edici sıvı besiyerine aktarılmış, 5 dakika bekletilmiştir. Bekleme süresi sonunda her bir tüp içeriği 10⁻¹, 10⁻², 10⁻³ oranında sulandırılmış ve her tüpten 0.01 ml alınarak SDA içeren Petri kaplarına yayma ekim

yöntemi ile çift tekrarlı ekim yapılmıştır. Ekim yapılan Petri kapları 15 °C’de 7-10 güne kadar inkübe edilmiştir. Süre sonunda koloni sayımları yapılmış, negatif kontrole göre düşüş hesaplanmıştır.

Biyositin fungisidal etkinliği üremenin olup olmamasına bakılarak, konsantrasyon ve zaman açısından değerlendirilmiş, en az 4 log düşüş sağlayan biyosit dozları etkin olarak kaydedilmiştir. Test izolatlarının direnç durumunu kıyaslamak üzere, *Candida albicans* ATCC 10922 mayası ve *Aspergillus niger* ATCC 16404 küfü için test aynı koşullarda paralel olarak yürütülmüştür.

3.7. SİLQUAT BİLEŞİĞİ UYGULANMIŞ GIDA HASAT DEPOLARI YÜZEYLERİNİN *IN VITRO* KOŞULLARDA ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Cam, PVC, paslanmaz çelik yüzeylerde antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesi için Japanese Industrial Standard, JIS (Japanese Industrial Standard) Z2801:2010 standardı modifiye edilerek uygulanmıştır.

Bakteri ve mantar süspansiyonları densitometre cihazında (Biosan, Letonya), 3×10^8 kob/ml hücre olacak şekilde steril çeşme suyu içerisinde turbidimetrik olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan süspansiyonlar 3×10^5 kob/ml hücre olacak şekilde TSB besiyeri içerisinde sulandırılmıştır.

5x5 cm ebatlarında kesilmiş SilQUAT bileşiği uygulanmış ve uygulanmamış yüzeyler üzerine 400 µl izolatlardan elde edilen karışık mikroorganizma süspansiyonu eklenmiş ve üzerlerine streç film (4x4 cm) kapatılarak yüzey ve mikroorganizmanın tam teması sağlanmıştır. 15 °C’de 24 saat bekleme süresinin sonunda örnekler 10 ml SCDLP besiyeri içerisine aktarılıp 5 dakika bekletilerek antimikrobiyal malzemenin etkinliği durdurulmuştur. 1-2 dakika stomacher cihazında homojenize edildikten sonra 10^{-1} , 10^{-2} ve 10^{-3} oranında sulandırılmış ve her tüpten 1 ml alınarak bakteriler için TSA, maya ve küf mantarları için SDA besiyeri içeren Petri kaplarına yayma ekim yapılmıştır. Petri kapları 15 °C’de 7-10 gün inkübe edilmiş ve oluşan koloniler sayılıp, kontrol grubuna kıyasla ölüm oranı belirlenerek, malzemelerin antimikrobiyal etkinliği değerlendirilmiştir.

JISZ2801:2010 standardına göre antimikrobiyal aktivitenin değerlendirilmesinde aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$R \text{ (Ortalama log Düşüş)} = \log B - \log C$$

B: 24 saatlik temas süresi sonunda antimikrobiyal bileşik uygulanmamış (kontrol) malzemesinden elde edilen kültüre edilebilir canlı hücrelerin sayısı

C: 24 saatlik temas süresi sonunda SilQUAT bileşiği uygulanmış deney malzemesinden elde edilen kültüre edilebilir canlı hücrelerin sayısı

JIS standardına göre $R > 2$ ise denenen ürün “antimikrobiyal” kabul edilir.

3.8. SİLQUAT BİLEŞİĞİ UYGULANMIŞ GIDA HASAT DEPOLARI YÜZEYLERİNİN ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİĞİNİN KALICILIĞININ TEST EDİLMESİ

Yüzeylere uygulanmış SilQUAT bileşiğinin uygulama sonrası kalıcılığı EPA (Environmental Protection Agency)#01 A-1 Protokolü (2007) ile aşındırma sonrası (Tablo 3.1.), JIS 2801:2010 standart metodu modifiye edilerek belirlenmiştir. Testte paslanmaz çelik ve plastik yüzeyler deney grubu, cam kontrol grubu olarak kullanılmıştır. İnokülasyonu yapılan mikroorganizmalar yüzeylere bir karışım süspansiyonu olarak uygulanmıştır. Biyosit süspansiyonu ise sert suda 200 mg/L olacak şekilde seyreltilerek kullanılmıştır.

Tablo 3.2: EPA#01 protokolüne göre aşındırma ve reinokülasyon prosedürü.

1. Adım	Test organizmasının ilk inokülasyonu
2. Adım	Test edilecek biyositin uygulanması
3. Adım	Aşındırma siklusu kuru pamuklu bezle
4. Adım	Aşındırma siklusu ıslak pamuklu bezle
5. Adım	Test organizmasının reinokülasyonu
6. Adım	Aşındırma siklusu kuru pamuklu bezle
7. Adım	Aşındırma siklusu ıslak pamuklu bezle
...	
8. Adım	Toplam 12 aşındırma ve 5 reinokülasyon
9. Adım	Biyosidal ürün uygulamasından 24 saat sonra JIS:2801 testinin uygulanması

2,5x2,5 cm' lik SilQUAT bileşiğı uygulanmış ve uygulanmamış cam, plastik ve paslanmaz çelik yüzeylere, Gardco DV10 aşındırma cihazı ile 6 kuru, 6 nemli (toplam 12 geğış) aşındırma işlemi uygulanmıştır. Aşındırma işlemleri yapıldıktan sonra 200 µl mikroorganizma karışımı süspansiyonu yüzeylerin üzerine konulup 2x2 cm' lik streç film ile örneklerin üzeri kapatılarak, 15 °C'de 24 saat teması sağlanmıştır.

Temas süresi sonunda örnekler SCDLP Broth içerisine alınarak nötrale edilmiş, seri dilüsyon yapılarak bakteriler için TSA ve mantarlar için SDA besiyerine ekim yapılmış, 15 °C'lik etüvde 7-10 gün inkübe edilmiş, oluşan koloniler sayılmıştır. Aşındırma yapılmış antimikrobiyal yüzeylerdeki koloni sayıları, aşındırma yapılmış kontrol grubu ile kıyaslanmıştır. Deneyler 3 tekrarlı olarak yürütölmüştür.

Antimikrobiyal aktivitenin değeriendirilmesinde aşğıdaki formöl kullanılmıştır (JISZ2801:2010):

$$R \text{ (Ortalama log Düşüş)} = \log B - \log C$$

B: 24 saatlik temas süresi sonunda antimikrobiyal bileşik uygulanmamış aşındırılmış (kontrol) malzemesinden elde edilen kültüre edilebilir canlı hücrelerin sayısı

C: 24 saatlik temas süresi sonunda SilQUAT bileşiğı uygulanmış aşındırılmış deney malzemesinden elde edilen kültüre edilebilir canlı hücrelerin sayısı

JIS standardına göre $R > 2$ ise denenen ürün "antimikrobiyal" kabul edilir.

3.9. DENEYDE KULLANILAN BESİYERLERİ VE KİMYASALLAR

3.9.1.1. Triptik Soy Agar (Merck)

Agar	15 g/L
Kazein pepton (pankreatik)	15 g/L
Sodyum klorid	5 g/L

Soya pepton (papainik)	5 g/L
Distile su	1000 ml

121 °C’de 15 dakika otoklavda steril edilir.

3.9.1.2. Sabouraud %4 Dekstroz Agar (Merck)

Kazein pepton	5.0 g/L
Pepton (et)	5.0 g/L
D (+) Glukoz	40.0 g/L
Agar-agar	15.0 g/L
Distile su	1000 ml

121 °C’de 15 dakika otoklavda steril edilir.

3.9.1.3. Nötralize Edici Besiyeri

Kazein pepton	17.0 g/L
Pepton (Soymeal)	3.0 g/L
D (+) Glukoz	2.5 g/L
NaCl	5.0 g/L
Lesitin	1 g/L
Tween 80	0.7 ml/L
Distile Su	800 ml
İçme Suyu	100 ml

Tween 80 distile suyun içerisinde çözüldükten sonra diğer kimyasallar eklenir. Besiyeri 8 ml olacak şekilde tüplere dağıtılır ve her bir tüpe 1 ml içme suyu eklenir.

3.9.1.3. Tripton Soy Broth (Merck)

Pepton (Kazein)	17.0 g/L
Pepton (Soymeal)	3.0 g/L
D (+) Glukoz	2.5 g/L
NaCl	5.0 g/L
K ₂ HPO ₄	2.5 g/L

121 °C’de 15 dakika otoklavda steril edilir.

3.9.1.4. SCDLP (Soybean Casein Lecithin Polysorbate 80 Medium) Broth

Kazein pepton	17.0 g/L
Soybean pepton	3.0 g/L
Sodyum klorid	5.0 g/L
Di-potasyum fosfat	2.50 g/L
Dextrose	2.50 g/L
Lesitin	1 g/L
Tween 80	7 ml/L
Distile su	1000 ml

Tween 80 distile suyun içerisinde çözüldükten sonra diğer kimyasallar eklenir. Son pH 25 °C’de $7,2 \pm 0.2$ olmalıdır. 121 °C’de 15 dakika otoklavda steril edilir. |

4. BULGULAR

4.1. GIDA HASAT DEPOSUNDAN MİKROORGANİZMALARIN İZOLASYONU VE İDENTİFİKASYONU

Çalışmamızda gıda hasat deposundan hava ve yüzey örnekleme ile toplam 44 adet mikroorganizma izole edilmiştir. İzole edilen mikroorganizmalar içerisinde 23 adet bakteri, 3 adet maya ve 18 adet küf bulunmaktadır.

4.1.1. Morfolojik İdentifikasyon ve Gram Boyama

Elde edilen bakteri izolatlarının morfolojik özelliklerini belirlemek için Gram boyama yöntemi ile boyanan izolat bakteriler mikroskop altında x1000 büyütmede incelenmiştir (Tablo 4.1). Dezenfeksiyon öncesinde izole edilen bakterilerden 8 tanesi Gram negatif, 3 tanesi Gram pozitif; dezenfeksiyon sonrası izole edilen bakterilerden 8 tanesi Gram negatif, 4 tanesi Gram pozitif bakteridir. İzole edilen bakterilerin tamamının yaklaşık % 52 kadarı yüzeyden ve yaklaşık % 48 kadarı havadan elde edilmiştir.

Tablo 4.1: Gıda hasat deposundan izole edilen bakterilerin izolasyon zamanı, yeri ve Gram özellikleri.

İzolasyon Zamanı	Bakteri Kodu	Gram Boyama Özelliği	İzolasyon Yeri	İzolasyon Zamanı	Bakteri Kodu	Gram Boyama Özelliği	İzolasyon Yeri
Dezenfeksiyon Öncesi	<i>BT6</i>	Gr (-) Basil	Hava	Dezenfeksiyon Sonrası	<i>BT1</i>	Gr (-) Basil	Hava
	<i>BT10</i>	Gr (-) Basil	Yüzey		<i>BT2</i>	Gr (-) Basil	Yüzey
	<i>BT11</i>	Gr (-) Basil	Hava		<i>BT3</i>	Gr (+) Filamentöz	Hava
	<i>BS17</i>	Gr (-) Basil	Yüzey		<i>BT5</i>	Gr (-) Basil	Hava
	<i>BT19</i>	Gr (-) Basil	Yüzey		<i>BS8</i>	Gr (-) Basil	Hava
	<i>BT20</i>	Gr (+) Kokobasil	Hava		<i>BT9</i>	Gr (+) Basil	Yüzey
	<i>BS21</i>	Gr (-) Basil	Hava		<i>BT12</i>	Gr (-) Basil	Hava
	<i>BT22</i>	Gr (+) Basil	Yüzey		<i>BS14</i>	Gr (-) Basil	Yüzey
	<i>BT24</i>	Gr (+) Basil	Hava		<i>BT15</i>	Gr (-) Basil	Yüzey
	<i>BT25</i>	Gr (-) Kokobasil	Yüzey		<i>BT16</i>	Gr (-) Basil	Yüzey
	<i>BS30</i>	Gr (-) Basil	Yüzey		<i>BT23</i>	Gr (+) Zincirkok	Hava
					<i>BT28</i>	Gr (+) Kok	Yüzey

Hasat deposundan alınan örneklerden 3 adet maya izole edilmiştir. İzole edilen mayalardan 1 tanesi dezenfeksiyon öncesinde, 2 tanesi dezenfeksiyon sonrası elde edilmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Gıda hasat deposundan izole edilen maya mantarlarının izolasyon zamanı ve yeri.

Mikroorganizma	İzolasyon Yeri	İzolasyon Zamanı
M1	Yüzey	Dezenfeksiyon Öncesi
M5	Yüzey	Dezenfeksiyon Sonrası
M7	Hava	Dezenfeksiyon Sonrası

Havadan alınan örneklerinden 10 adet, yüzeyden alınan örneklerden 7 adet küf mantarı izole edilmiştir. İzole edilen küf mantarlarının yaklaşık % 61'i dezenfeksiyon öncesinde elde edilirken, yaklaşık % 39'u dezenfeksiyon sonrası elde edilmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Gıda hasat deposundan izole edilen küf mantarlarının izolasyon zamanı ve yeri.

İzolasyon Zamanı	Mikroorganizma Kodu	İzolasyon Zamanı	İzolasyon Yeri	Mikroorganizma Kodu	İzolasyon Yeri
Dezenfeksiyon Öncesi	K2	Dezenfeksiyon Sonrası	Hava	K1	Yüzey
	K3		Hava	K10	Yüzey
	K4		Yüzey	K16	Hava
	K5		Hava	K17	Hava
	K6		Hava	K18	Yüzey
	K7		Yüzey	K19	Hava
	K8		Hava	K21	Yüzey
	K12		Yüzey		
	K13		Hava		
	K14		Hava		
	K15		Yüzey		

4.1.2. Moleküler Tiplendirme

Mikroorganizmaların tümü DNA izolasyonları ve PCR'larını takiben dizi analizi yöntemi ile moleküler olarak tiplendirilmiştir. İzolatların isimleri bakteriler için Tablo 4.4'te, maya mantarları için Tablo 4.5'te ve küf mantarları için Tablo 4.6'te gösterilmektedir.

İzole edilen bakterilerin 7 adedi Gram pozitif ve 16 adedi Gram negatif suşlardır. Bu bakteriler arasından en yoğun görünen türler *Pseudomonas* türleri iken, en az görülen *Bacillus mycoides*, *Comamonas thiooxydans*, *Rhodococcus erythropolis*, [*Brevibacterium*] *frigoritolerans*, *Lysinibacillus fusiformis* ve *Stenotrophomonas nitritireducens* bakterileri olmuştur (Tablo 4.4).

Bazı izolatlar hem dezenfeksiyon öncesi hem de dezenfeksiyon sonrası (BT6 ve BT16: *Pseudomonas arsenicoxydans* türü), BS8 ve BT 19 (*Pseudomonas gessardii* türü) BS14, BS21 ve BS 30 (*Raoultella terrigena* türü) izole edilmiştir (Tablo 4.1 ve Tablo 4.4).

Tablo 4.4: İzole edilen bakterilerin dizi analizi sonuçları.

Mikroorganizma Kodu	Mikroorganizma Türü	Kullanılan Primerler
BT1	<i>Pseudomonas plecoglossicida</i>	
BT2	<i>Pseudomonas azotoformans</i>	
BT3	<i>Bacillus mycoides</i>	
BT5	<i>Comamonas thiooxydans</i>	
BT6	<i>Pseudomonas arsenicoxydans</i>	
BS8	<i>Pseudomonas gessardii</i>	
BT9	<i>Rhodococcus erythropolis</i>	
BT10	<i>Pseudomonas putida</i>	
BT11	<i>Pseudomonas putida</i>	
BT12	<i>Serratia plymuthica</i>	16S rRNA (forward: 5'-TGGA
BS14	<i>Raoultella terrigena</i>	GAGTTTGATCCTGGCTCAG-
BT15	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	3'
BT16	<i>Pseudomonas arsenicoxydans</i>	ve
BS17	<i>Serratia fonticola</i>	reverse: 5'-
BT19	<i>Pseudomonas gessardii</i>	TACCGCGGCTGCTGGCAC
BT20	[<i>Brevibacterium</i>] <i>frigoritolerans</i>	
BS21	<i>Raoultella terrigena</i>	
BT22	<i>Microbacterium oxydans</i>	
BT23	<i>Microbacterium maritopicum</i>	
BT24	<i>Lysinibacillus fusiformis</i>	
BT25	<i>Stenotrophomonas nitritireducens</i>	
BT28	<i>Microbacterium profundum</i>	
BS30	<i>Raoultella terrigena</i>	

İzole edilen mayaların 2 tanesi *Meyerozyma* cinsine, 1 tanesi ise *Ustilaginoidea* cinsine ait türdür (Tablo 4.5)

Tablo 4.5: İzole edilen maya mantarlarının dizi analizi sonuçları.

Mikroorganizma Kodu	Mikroorganizma Türü	Kullanılan Primerler
M1	<i>Meyerozyma carpophila</i>	ITSF (5'TCC GTA GGT GAA CCT GCG G 3')
M5	<i>Ustilaginoidea virens</i>	ve
M7	<i>Meyerozyma guilliermondii</i>	ITSR (5'TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC 3)

Elde edilen küf mantarı izolatları arasında izole edilen türlerin yaklaşık % 89'unun *Penicillium* türleri olduğu tespit edilmiştir. *Penicillium* mantarlarının dışında tespit edilen 1 adet *Cephalotrichum microsporum* mantarı ve 1 adet *Cladosporium cladosporioides* mantarı bulunmaktadır (Tablo 4.6). Hem dezenfeksiyon öncesi hem de dezenfeksiyon sonrası izole edilen küfler arasında (K1, K5 ve K7: *Penicillium expansum*; K4, K16 ve K 18: *Penicillium magnielliptisporum*; K2, K15 ve K17: *Penicillium polonicum*) yer almaktadır (Tablo 4.3 ve 4.6).

Tablo 4.6: İzole edilen küf mantarlarının dizi analizi sonuçları.

Mikroorganizma Kodu	Mikroorganizma Türü	Kullanılan Primerler
K1	<i>Penicillium expansum</i>	
K2	<i>Penicillium polonicum</i>	
K3	<i>Penicillium verrucosum</i>	
K4	<i>Penicillium magnielliptisporum</i>	
K5	<i>Penicillium expansum</i>	
K6	<i>Penicillium paneum</i>	
K7	<i>Penicillium expansum</i>	
K8	<i>Cephalotrichum microsporum</i>	ITSF (5'TCC GTA GGT GAA CCT GCG G 3') ve ITSR (5'TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC 3')
K10	<i>Cladosporium cladosporioides</i>	
K12	<i>Penicillium griseoroseum</i>	
K13	<i>Penicillium camemberti</i>	
K14	<i>Penicillium expansum</i>	
K15	<i>Penicillium polonicum</i>	
K16	<i>Penicillium magnielliptisporum</i>	
K17	<i>Penicillium polonicum</i>	
K18	<i>Penicillium magnielliptisporum</i>	
K19	<i>Penicillium fimorum</i>	
K21	<i>Penicillium robsamsonii</i>	

4.2. BİYOSİTİN İZOLE EDİLEN VE TEMSİLCİ MİKROORGANİZMALARA KARŞI ANTİMİKROBİYAL ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

4.2.1. Biyositin İzolatları ve Temsilci Standart Suşlara Karşı Minimum İnhibitör Konsantrasyonunun (MİK) ve Minimum Bakterisidal/Fungisidal Konsantrasyonunun (MBK/MFK) Belirlenmesi

SilQUAT bileşiğinin etkin dozları 0.5 mg/L ve 400 mg/L aralığındaki farklı dozlar için test edilmiştir.

4.2.1.1. Bakterisidal Konsantrasyonların Belirlenmesi

İzolat bakteriler için belirlenen dozlar Tablo 4.7, temsilci standart bakteriler için belirlenen dozlar Tablo 4.8’te gösterilmiştir.

SilQUAT bileşiğinin izole edilen bakteriler için belirlenen en düşük MİK dozu 5 mg/L ile BT5 bakterisi için, en yüksek MİK dozu 200 mg/L ile BS8 bakterisi için belirlenmiştir (Tablo 4.7).

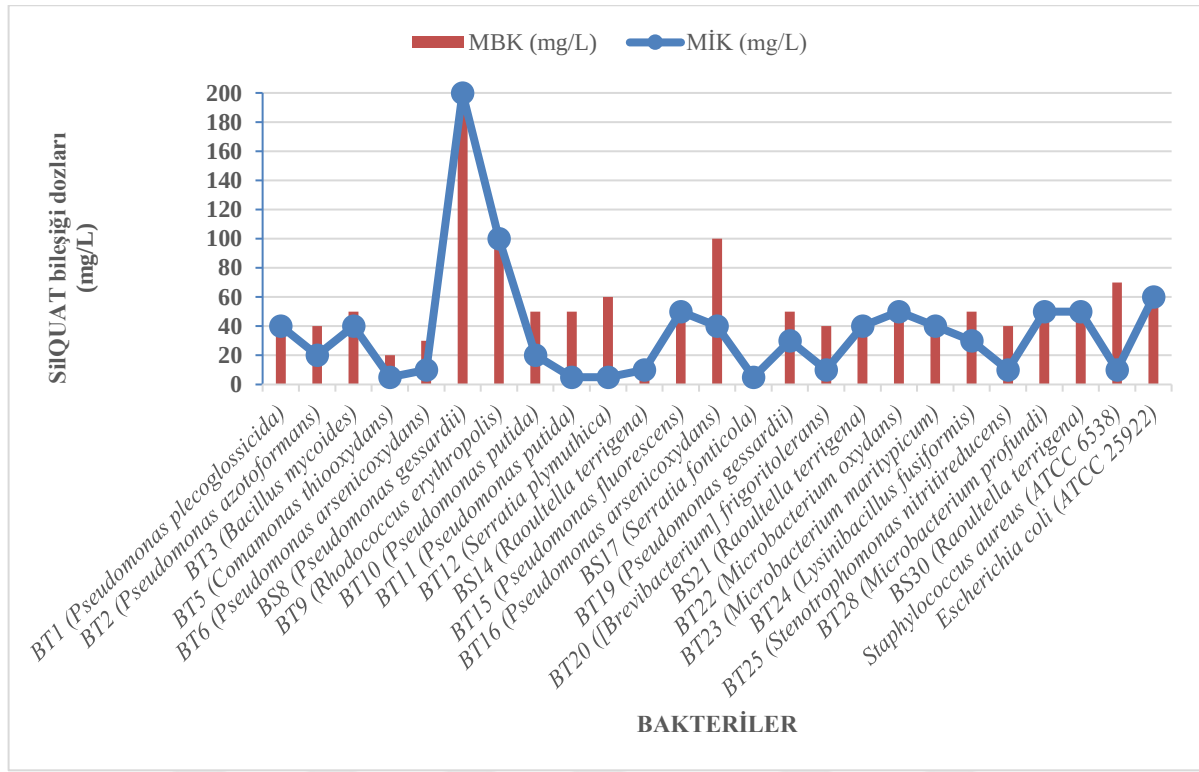
Tablo 4.7: Gıda hasat deposundan izole edilen bakteriler için belirlenen MİK-MBK dozları.

Mikroorganizma	MİK (mg/L)	MBK (mg/L)
BT1 (<i>Pseudomonas plecoglossicida</i>)	40	40
BT2 (<i>Pseudomonas azotoformans</i>)	20	40
BT3 (<i>Bacillus mycoides</i>)	40	50
BT5 (<i>Comamonas thiooxydans</i>)	5	20
BT6 (<i>Pseudomonas arsenicoxydans</i>)	10	30
BS8 (<i>Pseudomonas gessardii</i>)	200	200
BT9 (<i>Rhodococcus erythropolis</i>)	100	100
BT10 (<i>Pseudomonas putida</i>)	20	50
BT11 (<i>Pseudomonas putida</i>)	5	50
BT12 (<i>Serratia plymuthica</i>)	5	60
BS14 (<i>Raoultella terrigena</i>)	10	10
BT15 (<i>Pseudomonas fluorescens</i>)	50	50
BT16 (<i>Pseudomonas arsenicoxydans</i>)	40	100
BS17 (<i>Serratia fonticola</i>)	5	10
BT19 (<i>Pseudomonas gessardii</i>)	30	50
BT20 (<i>[Brevibacterium] frigoritolerans</i>)	10	40
BS21 (<i>Raoultella terrigena</i>)	40	40
BT22 (<i>Microbacterium oxydans</i>)	50	50
BT23 (<i>Microbacterium maritipicum</i>)	40	40
BT24 (<i>Lysinibacillus fusiformis</i>)	30	50
BT25 (<i>Stenotrophomonas nitritireducens</i>)	10	40
BT28 (<i>Microbacterium profundum</i>)	50	50
BS30 (<i>Raoultella terrigena</i>)	50	50

SilQUAT bileşiğinin standart bakteriler için minimum inhibitör konsantrasyon (MİK) değeri 10-60 mg/L; minimum bakterisidal konsantrasyon (MBK) değeri 60-70 mg/L olarak belirlenmiştir (Tablo 4.8). Standart bakterilerin çevresel bakterilerden farkı Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

Tablo 4.8: Standart bakteri suşları için belirlenen MİK-MBK dozları.

Mikroorganizma	MİK (mg/L)	MBK (mg/L)
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC 6538)	10	70
<i>Escherichia coli</i> (ATCC 25922)	60	60



Şekil 4.1: İzole edilen ve standart bakteriler için bulunan MİK-MBK değerlerinin karşılaştırılmasının grafiği.

4.2.1.2. Fungisidal Konsantrasyonların Belirlenmesi

İzole edilen maya mantarları ile temsilci standart maya ve küf mantarları için belirlenen etkin dozlar Tablo 4.9 ve Tablo 4.10'da gösterilmiştir.

SilQUAT bileşiğinin izole edilen maya mantarları için belirlenen en düşük MİK dozu 3 mg/L, en yüksek MİK dozu 5 mg/L olarak belirlenmiştir (Tablo 4.9).

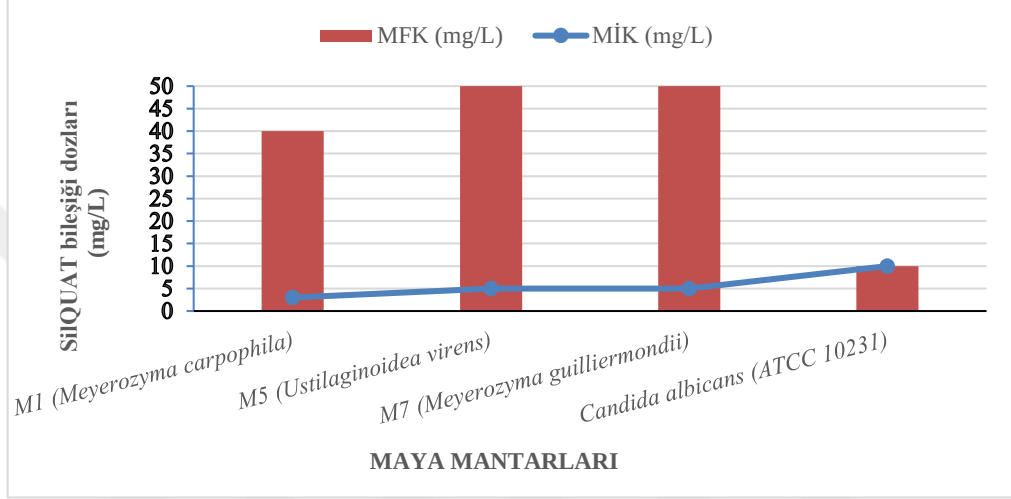
Tablo 4.9: Gıda hasat deposundan izole edilen maya mantarları için belirlenen MİK-MFK dozları.

Mikroorganizma	MİK (mg/L)	MFK (mg/L)
M1 (<i>Meyerozyma carpophila</i>)	3	40
M5 (<i>Ustilaginoidea virens</i>)	5	50
M7 (<i>Meyerozyma guilliermondii</i>)	5	50

Temsilci maya *C. albicans* için MİK ve MFK dozu 10 mg/L olarak belirlenmiştir (Tablo 4.10). *C. albicans* maya mantarının çevresel maya mantarlarından farkı Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

Tablo 4.10: Standart maya mantarı suşları için belirlenen MİK-MFK dozları.

Mikroorganizma	MİK (mg/L)	MFK (mg/L)
<i>Candida albicans</i> (ATCC 10231)	10	10

**Şekil 4.2:** İzole edilen ve standart maya mantarları için bulunan MİK-MFK değerlerinin karşılaştırılmasının grafiği.

SilQUAT biyositinin çevresel ve küfleri ve standart küf mantarı için belirlenmiş MİK-MFK dozları sırasıyla Tablo 4.11 ve 4.12’de gösterilmiştir.

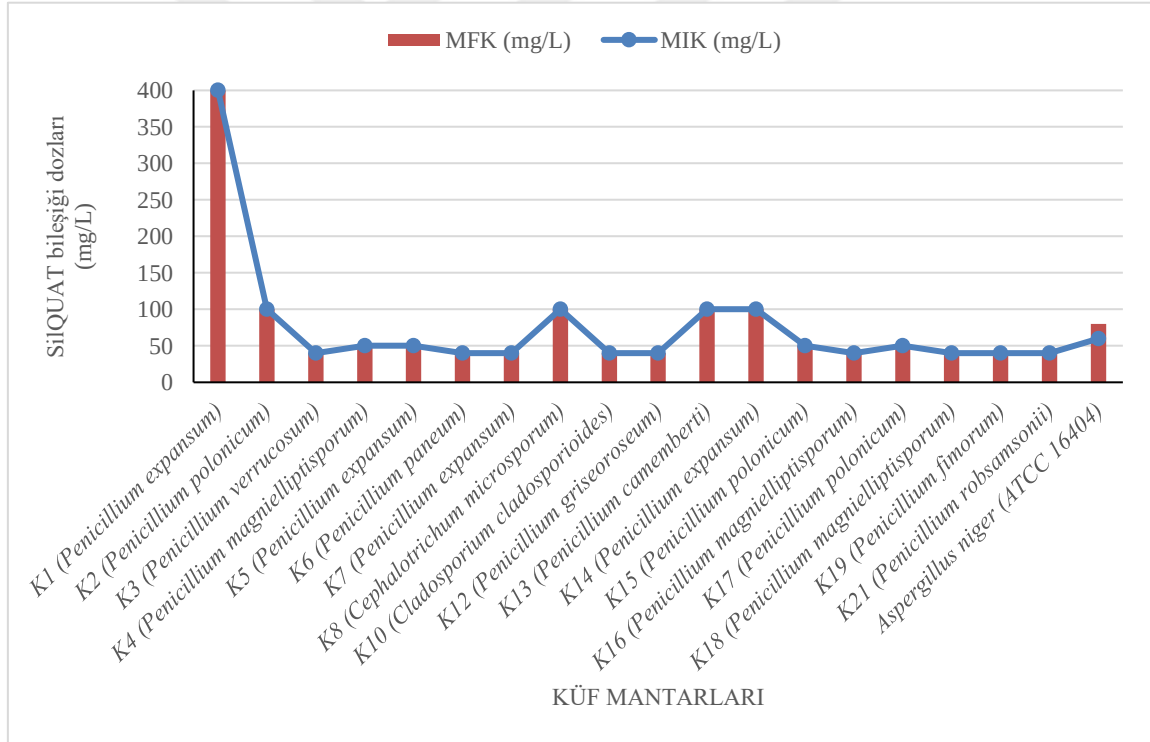
Tablo 4.11: Gıda hasat deposundan izole edilen küf mantarları için belirlenen MİK-MFK dozları.

Mikroorganizma	MİK (mg/L)	MFK (mg/L)
K1 (<i>Penicillium expansum</i>)	400	400
K2 (<i>Penicillium polonicum</i>)	100	100
K3 (<i>Penicillium verrucosum</i>)	40	40
K4 (<i>Penicillium magnielliptisporum</i>)	50	50
K5 (<i>Penicillium expansum</i>)	50	50
K6 (<i>Penicillium paneum</i>)	40	40
K7 (<i>Penicillium expansum</i>)	40	40
K8 (<i>Cephalotrichum microsporum</i>)	100	100
K10 (<i>Cladosporium cladosporioides</i>)	40	40
K12 (<i>Penicillium griseoroseum</i>)	40	40
K13 (<i>Penicillium camemberti</i>)	100	100
K14 (<i>Penicillium expansum</i>)	100	100
K15 (<i>Penicillium polonicum</i>)	50	50
K16 (<i>Penicillium magnielliptisporum</i>)	40	40
K17 (<i>Penicillium polonicum</i>)	50	50
K18 (<i>Penicillium magnielliptisporum</i>)	40	40
K19 (<i>Penicillium fimorum</i>)	40	40
K21 (<i>Penicillium robsamsonii</i>)	40	40

Tablo 4.12: Standart küf mantarı suşları için belirlenen MİK-MFK dozları.

Mikroorganizma	MİK (mg/L)	MFK (mg/L)
<i>Aspergillus niger</i> (ATCC 16404)	60	80

Hasat deposundan izole edilen küf mantarları arasında en düşük MİK değeri 40 mg/L olup en yüksek MİK değeri K1 küfü için 400 mg/L olarak belirlenmiştir. MFK değeri için en düşük değer 40 mg/L, MFK değeri en yüksek K1 küf izolatu için 400 mg/L olarak belirlenmiştir (Tablo 4.11). Temsilci küf *A. niger* mantarı için MİK ve MFK dozu sırasıyla 60 ve 80 mg/L olarak belirlenmiştir (Tablo 4.12). *A. niger* mantarının standart küf mantarlarından farkı Şekil 4.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3: İzole edilen ve standart küf mantarları için bulunan MİK-MBK değerlerinin karşılaştırılmasının grafiği.

4.3. BİYOSİTİN ETKİN KONSANTRASYONLARININ İZOLATLARA KARŞI FARKLI TEMAS SÜRELERİNDEKİ ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

İzolatların MİK-MBK sonuçlarına göre biyositin temiz ve kirli koşullarda farklı temas sürelerindeki etkinlik testleri için 3 farklı etkin doz (50, 75, 100 mg/L) seçilmiştir. SilQUAT bileşiğinin izolatlara karşı farklı temas sürelerindeki etkinliği bakteriler için EN 1276 (British Standard European Norm 1276 (İngiliz-Avrupa Standardı 1276)), maya ve küf mantarları için EN 1650 (British Standard European Norm 1650 (İngiliz-Avrupa Standardı 1650)) test metotlarıyla değerlendirilmiştir.

4.3.1. BS EN 1276:2019 Test Metoduna Göre Biyosit Etkinliğinin Belirlenmesi

Gıda hasat deposundan izole edilen ve temsilci olarak seçilen bakteri sayısındaki logaritmik düşüş, konsantrasyona bağlı olarak temiz ve kirli koşullarda, 1 ve 5 dakikalık temas sürelerinde değerlendirilmiştir.

Gıda hasat deposundan izole edilen bakteriler için logaritmik düşüş dezenfeksiyon öncesinde izole edilen bakteriler için Tablo 4.12’de, dezenfeksiyon sonrası izole edilen bakteriler için Tablo 4.13’te, temsilci standart bakteriler için Tablo 4.14’te gösterilmiştir.

Dezenfeksiyon öncesinde izole edilen bakterilerde test edilen en düşük doz olan 50 mg/L biyosit konsantrasyonunda kirli koşullarda 5 dakikalık temas süresinde 5 log düşüş 3 bakteri için (BT10, BT20 ve BS30) sağlanmıştır. Denenen en yüksek biyosit konsantrasyonunda (100 mg/L) kirli koşullarda 5 dakikalık temas süresinde 5 log düşüş, 7 bakteri için (BT6, BT10, BT19, BT20, BS21, BT24, BS30) sağlanmıştır (Tablo 4.13).

Tablo 4.13: EN 1276:2019 test metoduna göre gıda hasat deposundan dezenfeksiyon öncesinde izole edilen bakteri sayılarındaki log düşüş.

	Kontrol	Temas Süresi	50 mg/L		75 mg/L		100 mg/L	
			Temiz	Kirli	Temiz	Kirli	Temiz	Kirli
BT6	6.06	1'	4.06	2.92	5.06	5.06	5.06	5.06
		5'	5.06	4.06	5.06	5.06	5.06	5.06
BT10	6.47	1'	1.42	1.38	1.80	1.38	3.77	2.43
		5'	5.47	3.61	5.47	3.60	5.47	5.46
BT11	6.23	1'	1.01	0.97	1.18	1.63	5.23	2.97
		5'	2.30	1.40	5.23	2.03	5.23	3.76
BS17	6.34	1'	0.34	0.33	0.92	0.16	2.61	2.16
		5'	1.45	1.37	1.68	1.66	2.87	2.69
BT19	6.48	1'	0.47	0.42	0.65	0.61	5.48	5.48
		5'	0.53	0.46	1.50	1.48	5.48	5.48
BT20	5.93	1'	5.93	5.93	5.93	5.93	5.93	5.93
		5'	5.93	5.93	5.93	5.93	5.93	5.93
BS21	6.2	1'	5.19	5.19	5.19	5.19	5.19	5.19
		5'	5.19	5.19	5.19	5.19	5.19	5.19
BT22	6.22	1'	1.53	1.51	1.74	1.67	3.36	2.73
		5'	2.38	2.26	3.89	3.38	5.22	4.13
BT24	5.61	1'	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
		5'	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
BT25	6.43	1'	0.61	0.56	0.44	0.51	1.43	1.38
		5'	0.65	0.61	1.39	1.28	1.57	1.47
BS30	6.06	1'	1.69	1.63	2.06	2.58	3.32	5.06
		5'	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06	5.06



Şekil 4.4: BS30 (*Raoultella terrigena*) bakterisi için EN 1276:2019 test sonucu Petri kabı görüntüsü.

BS30 (*Raoultella terrigena*) bakterisi için EN 1276:2019 test sonucunda üreme olan ve olmayan dozlar Şekil 4.4'te gösterilmiştir.

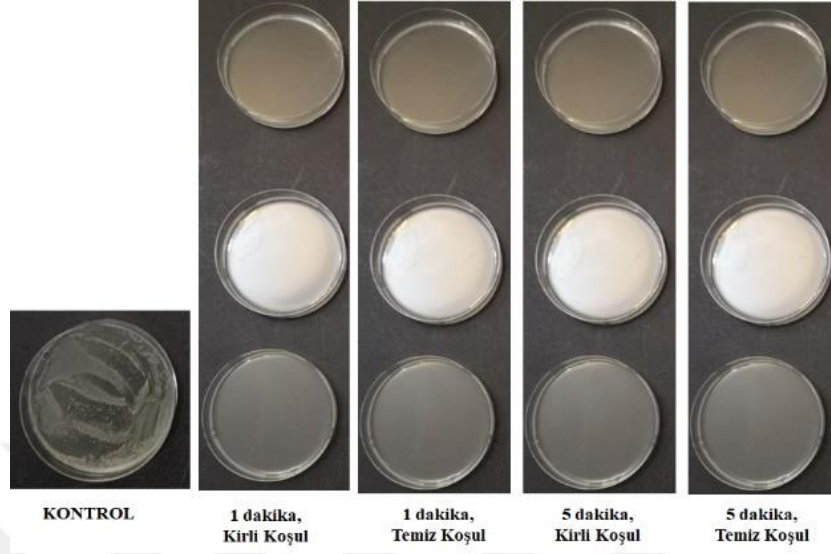
Dezenfeksiyon sonrası izole edilen bakterilerde ise en düşük dozda (50 mg/L) kirli koşullarda 5 dakikalık temas süresinde 5 log düşüş 2 bakteri için (BT12, BT16), en yüksek dozda (100 mg/L) 6 bakteri için (BT3, BT5, BT12, BS14, BT16, BS28) sağlanmıştır (Tablo 4.14).

Tablo 4.14: EN 1276:2019 test metoduna göre gıda hasat deposundan dezenfeksiyon sonrası izole edilen bakteri sayılarındaki log düşüş.

	Kontrol	Temas Süre	50 mg/L		75 mg/L		100 mg/L	
			Temiz	Kirli	Temiz	Kirli	Temiz	Kirli
BT1	6.17	1'	1.12	1.08	1.56	1.46	2.23	2.07
		5'	3.64	2.86	5.17	3.26	5.17	3.79
BT2	6.84	1'	1.62	1.07	1.64	1.23	2.19	2.16
		5'	1.99	1.18	3.32	2.50	4.51	3.13
BT3	*	1'	Üreme (+)	Üreme (+)	Üreme (+)	Üreme (+)	Üreme (+)	Üreme (+)
		5'	Üreme (-)	Üreme (-)	Üreme (-)	Üreme (-)	Üreme (-)	Üreme (-)
BT5	6.23	1'	1.83	1.23	5.23	1.48	5.23	5.23
		5'	2.05	1.33	5.23	5.23	5.23	5.23
BS8	5.26	1'	5.07	5.07	5.07	5.07	5.07	5.07
		5'	5.07	5.07	5.07	5.07	5.07	5.07
BT12	6.49	1'	5.01	3.90	5.01	5.01	4.88	5.01
		5'	5.49	5.49	5.49	5.49	5.49	5.49
BS14	5.1	1'	4.1	2.62	5.1	5.1	5.1	5.1
		5'	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1
BT15	5.95	1'	1.20	1.13	2.41	2.05	3.87	3.59
		5'	1.52	1.47	3.67	3.50	5.95	4.25
BT16	6.82	1'	5.82	5.82	5.82	5.82	5.82	5.82
		5'	5.82	5.82	5.82	5.82	5.82	5.82
BT23	6.71	1'	1.60	1.11	2.88	2.80	2.26	1.91
		5'	3.51	2.82	4.39	3.88	5.03	3.56
BT28	6.02	1'	1.95	1.72	2.97	2.81	3.76	3.51
		5'	2.75	2.70	3.97	3.81	5.02	5.02

(*Filamentöz olduğu için sayılamamıştır.)

Her üç dozda, her iki koşulda ve her iki temas süresinde başarı elde edilen BT16 (*Pseudomonas arsenicoxydans*) bakterisi için EN 1276:2019 test sonucu petri görüntüleri Şekil 4.5'te gösterilmiştir.



Şekil 4.5: BT16 (*Pseudomonas arsenicoxydans*) bakterisi için EN 1276:2019 test sonucu Petri kabı görüntüsü.

EN 1276 test metodu sonuçlarına göre SilQUAT biyositi izole edilen tüm bakterilerin 14 tanesi için 100 mg/L konsantrasyonu ile 5 dakikalık temas süresinde, temiz ve kirli koşullarda 5 log (% 99.999) düşüş sağlamıştır (Tablo 4.12 ve Tablo 4.13).

BT3 bakteri izolatu filamentöz bir bakteri olduğundan sayım yapılamamış üremenin tamamen inhibe edildiği Petri kapları 5 log (% 99.999) düşüş sağlamış olarak kabul edilmiştir (Tablo 4.13).

Gram negatif standart temsilci bakteri (*E. coli*) denenen her üç dozda ve her iki temas süresinde temiz ve kirli koşullarda 5 log (% 99.999) düşüş sağlamıştır. Gram pozitif standart bakteri (*S. aureus*) için 1 dakika temas süresinde istenilen limit değer olan 5 log düşüş sağlanamazken; 5 dakika temas süresinde denenen her biyosit dozunda da temiz ve kirli koşullarda 5 log (% 99.999) düşüş sağlamıştır (Tablo 4.14).

Standart temsilci bakteriler için en düşük log düşüş *S. aureus* bakterisi için 1 dakikalık temas süresinde kirli koşullarda 50 mg/L dozu ile tespit edilmiştir. En yüksek logaritmik düşüş ise yine *S. aureus* bakterisi için temiz ve kirli koşullarda 100 mg/L dozu için tespit edilmiştir.

Tablo 4.15: EN 1276:2019 test metoduna göre temsilci standart bakteri sayılarındaki log düşüş.

	Kontrol	Temas Süresi	50 mg/L		75 mg/L		100 mg/L	
			Temiz	Kirli	Temiz	Kirli	Temiz	Kirli
<i>E. coli</i> ATCC 25922	6.96	1'	5.96	5.96	5.96	5.96	5.96	5.48
		5'	3.51	2.82	4.39	3.88	5.03	3.56
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	7.02	1'	3.15	2.78	3.41	3.12	3.55	3.40
		5'	6.02	6.02	6.02	6.02	6.02	6.02

4.3.3. BS EN 1650:2019 Test Metoduna Göre Biyosit Etkinliğinin Belirlenmesi

Maya ve küf mantarı sayısındaki logaritmik düşüş temiz ve kirli koşullarda ve konsantrasyona bağlı olarak 15 ve 60 dakika temas sürelerinde değerlendirilmiştir. EN 1650 test metodu sonuçlarına göre SilQUAT biyositinin test edilen her dozu çevresel izolatlar (Tablo 4.15) ve standart temsilci maya (Tablo 4.16) için 15 dakika ve 1 saatlik temas sürelerinde, temiz ve kirli koşullarda > 5 log (% 99.999) düşüş sağlamıştır.

Tablo 4.16: EN 1650:2019 test metoduna göre gıda hasat deposundan izole edilen maya sayılarındaki log düşüş.

	Kontrol	Temas Süresi	50 mg/L		75 mg/L		100 mg/L	
			Temiz	Kirli	Temiz	Kirli	Temiz	Kirli
Dezenfeksiyon Öncesi	M1	15'	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47
		60'	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47
Dezenfeksiyon Sonrası	M5	15'	5.62	5.62	5.62	5.62	5.62	5.62
		60'	5.62	5.62	5.62	5.62	5.62	5.62
	M7	15'	5.01	5.01	5.01	5.01	5.01	5.01
		60'	5.01	5.01	5.01	5.01	5.01	5.01

Tablo 4.17: EN 1650:2019 test metoduna göre standart maya suşu sayılarındaki log düşüş.

	Kontrol	Süre	50 mg/L		75 mg/L		100 mg/L	
			Temiz	Kirli	Temiz	Kirli	Temiz	Kirli
<i>C. albicans</i>	5.55	15'	5.55	5.55	5.55	5.55	5.55	5.55
		60'	5.55	5.55	5.55	5.55	5.55	5.55

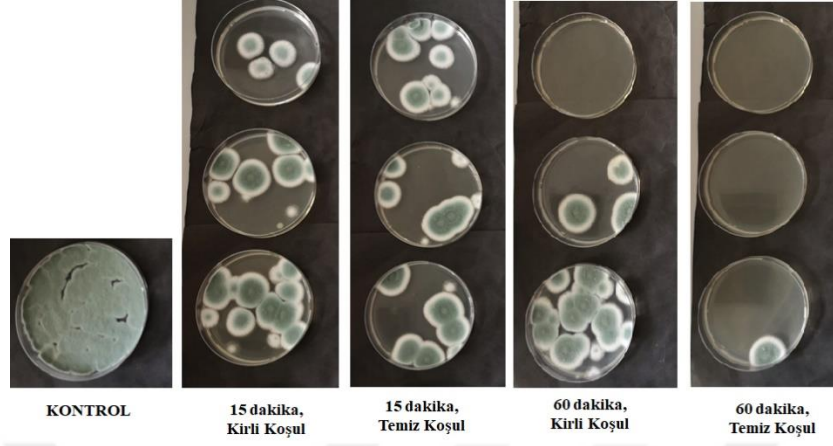
Dezenfeksiyon öncesi izole edilen küf mantarları arasında 125 mg/L biyosit konsantrasyonu 60 dakikalık temas süresinde kirli koşullarda 3 izolat için (K6, K7 ve K 12); aynı koşullarda 200

mg/L biyosit 7 izolat için (K5, K6, K7, K8, K12, K14 ve K15), etkin fungusidal aktivite limit değeri olan 4 log düşüşü sağlamıştır (Tablo 4.18).

Tablo 4.18: EN 1650:2019 test metoduna göre gıda hasat deposundan dezenfeksiyon öncesinde izole edilen küf mantarı sayılarındaki log düşüş.

	Kontrol	Temas Süre	125 mg/L		150 mg/L		200 mg/L	
			Temiz	Kirli	Temiz	Kirli	Temiz	Kirli
K2	5,33	15'	1,11	1,06	2,87	2,82	4,33	4,33
		60'	3,64	2,86	5,17	3,26	5,17	3,79
K3	5,35	15'	2,6	2,53	3,44	3,2	4,35	4,35
		60'	1,99	1,18	3,32	2,50	4,51	3,13
K4	5,49	15'	3,8	3,54	4,49	3,8	4,49	4,49
		60'	Üreme (-)	Üreme (-)	Üreme (-)	Üreme (-)	Üreme (-)	Üreme (-)
K5	6,49	15'	4,32	4,09	4,35	4,17	5,49	4,29
		60'	2,05	1,33	5,23	5,23	5,23	5,23
K6	5,18	15'	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18
		60'	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49	5,49
K7	5,5	15'	3,46	3,39	3,72	3,6	3,9	3,66
		60'	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
K8	5,29	15'	2,16	2,1	2,18	2,11	2,88	2,13
		60'	1,52	1,47	3,67	3,50	5,95	4,25
K12	5,4	15'	2,49	2,4	2,87	3,01	4,4	4,1
		60'	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82	5,82
K13	5,18	15'	2,52	2,26	2,76	2,69	3,14	3,03
		60'	3,51	2,82	4,39	3,88	5,03	3,56
K14	5,29	15'	2,27	2,12	2,71	2,52	4,29	4,29
		60'	2,75	2,70	3,97	3,81	5,02	5,02
K15	5,17	15'	2,29	2,23	3,57	3,02	4,17	2,97
		60'	3,47	3,06	4,17	3,96	4,17	4,17

K7 (*Penicillium expansum*) küf mantarı için EN 1650:2019 testi sonucunda üreme olan ve olmayan dozlar Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



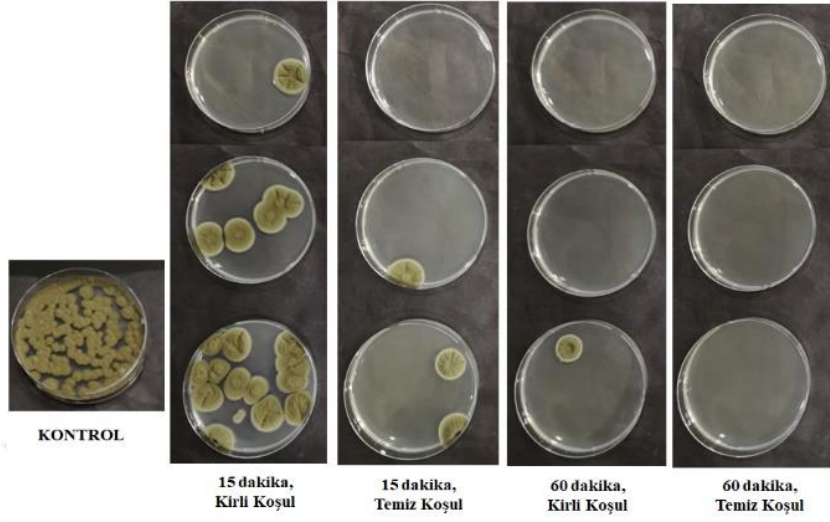
Şekil 4.6: K7 (*Penicillium expansum*) küf mantarı için EN 1650:2019 testi sonucu Petri kabı görüntüsü.

Sisleme ile dezenfeksiyon uygulaması sonrası izole edilen küf mantarları arasında 125 mg/L biyosit konsantrasyonu 60 dakikalık temas süresinde kirli koşullarda 3 izolat için (K10, K18 ve K21); aynı koşullarda 200 mg/L biyosit 5 izolat için (K10, K16, K18, K19 ve K21), etkin fungusidal aktivite limit değeri olan 4 log düşüşü sağlamıştır (Tablo 4.17).

Tablo 4.19: EN 1650:2019 test metoduna göre gıda hasat deposundan dezenfeksiyon sonrası izole edilen küf mantarı sayılarındaki log düşüş.

	Kontrol	Temas Süre	125 mg/L		150 mg/L		200 mg/L	
			Temiz	Kirli	Temiz	Kirli	Temiz	Kirli
K1	5,54	15'	1,34	1,27	1,52	1,51	2,55	2,51
		60'	3,64	2,86	5,17	3,26	5,17	3,79
K10	5,31	15'	4,01	3,13	4,31	3,53	4,31	4,01
		60'	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31	4,31
K16	5,31	15'	2,25	2,42	2,99	2,84	3,47	3,27
		60'	2,66	2,93	4,01	3,53	4,31	4,07
K17	5,31	15'	1,85	1,15	1,95	1,16	2,17	2,15
		60'	2,79	2,56	3,1	2,8	3,7	3,26
K18	5,36	15'	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36
		60'	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36	4,36
K19	5,28	15'	2,66	2,63	3,02	2,86	3,16	3,1
		60'	4,28	2,68	4,28	4,28	4,28	4,28
K21	5,42	15'	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42
		60'	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42	4,42

K10 (*Cladosporium cladosporioides*) küf mantarı için EN 1650:2019 testi sonucunda üreme olan ve olmayan dozlar Şekil 4.7'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7: K10 (*Cladosporium cladosporioides*) küf mantarı için EN 1650:2019 testi sonucu Petri kabı görüntüsü.

Hem dezenfeksiyon öncesi ve hem de dezenfeksiyon sonrası izole edilen çevresel küf izolatlarının 15 tanesi için biyositin 200 mg/L dozunun kirli ve temiz koşullarda 15 ve 60 dakikalık sürelerde log 4 (% 99.99) düşüş sağladığı gözlemlenmiştir (Tablo 4.17, Tablo 4.18).

Biyositin 150 mg/L dozu temiz koşullarda her iki sürede de Standart küf mantarı (*A. niger*) için 4 log (% 99.99) düşüş sağlamıştır. Biyositin 200 mg/L dozunda her iki koşulda ve her iki temas süresinde de 5 log (% 99.999) düşüş sağlarken daha düşük dozlarda, farklı sürelerde istenilen düşüş sağlanamamıştır (Tablo 4.19).

Tablo 4.20: EN 1650:2019 test metoduna göre standart küf suşu sayılarındaki log düşüş.

				125 mg/L		150 mg/L		200 mg/L	
	Kontrol	Süre	Temiz	Kirli	Temiz	Kirli	Temiz	Kirli	
<i>Aspergillus niger</i>	5,54	15'	1.45	1.37	4.54	3.7	5.54	5.54	
		60'	1.51	1.48	4.06	3.48	5.54	5.54	

4.4. SİLQUAT BİLEŞİĞİ UYGULANMIŞ GIDA HASAT DEPOSU YÜZEYLERİNİN ANTİMİKROBİYAL ETKİNLİĞİNİN EPA#01 A-1 PROTOKOLÜ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

EPA protokolüne göre her yüzey için 2 deney grubu ve 4 negatif kontrol grubu seçilmiştir.

1. deney grubu: biyosit uygulanmış, aşındırma yapılmamış yüzey

2. deney grubu: biyosit uygulanmış, aşındırma yapılmış yüzey

3. kontrol grupları: biyosit yerine Triton X-100 uygulanmış, aşındırma yapılmamış yüzeyler

4. kontrol grupları: biyosit yerine Triton X-100 uygulanmış, aşındırma yapılmış yüzeyler

5. kontrol grupları: biyosit uygulanmamış mikroorganizma karışımı inoküle edilmiş aşındırma yapılmış yüzey

Kontrol grubu: biyosit uygulanmamış aşındırma yapılmamış, yalnızca mikroorganizma inokülasyonu yapılmış yüzey

Yürütülen testin çevresel mikroorganizma karışımına karşı etkinliği PVC yüzeylerde (Tablo 4.21), paslanmaz çelik yüzeylerde (Tablo 4.22) ve cam yüzeylerde (Tablo 4.23) test edilmiştir. SilQUAT bileşiğinin standart mikroorganizma karışımına karşı etkinliği de paralel olarak PVC yüzeylerde (Tablo: 4.24), paslanmaz çelik yüzeylerde (Tablo 4.25) ve cam yüzeylerde (Tablo 4.26) test edilmiştir.

Üç farklı yüzeyde yürütülen testlerde SilQUAT bileşiği uygulanmış olan 1. ve 2. deney gruplarında 5 log (% 99.999) düşüş sağlamıştır (Tablo 4.21, 4.22 ve 4.23). Biyositin uygulanmadığı 3. ve 4. kontrol gruplarında oluşan üreme mikroorganizmaların sürtünmeye bağlı olarak ölmediğini göstermektedir.

Tablo 4.21: EPA# 01–A1 protokolüne göre SilQUAT bileşiğinin PVC yüzeylerde çevresel mikroorganizma karışımına etkisi ve JIS 2801:2010 testine göre log düşüş.

Örnek	EPA Protokolü		JIS 2801	
	Log Düşüş	% Düşüş	Log Düşüş	% Düşüş
SilQUAT bileşiği uygulanmış aşındırma yapılmamış yüzey	5.18	99.999	5.18	99.999
SilQUAT bileşiği uygulanmış yüzey aşındırma yapılmış yüzey	5.18	99.999	5.18	99.999
Triton X-100 uygulanmış aşındırma yapılmamış yüzey (Negatif Kontrol 1)	-	-	-	-

Triton X-100 uygulanmış yüzey aşındırma yapılmış yüzey (Negatif Kontrol 2)	-	-	-	-
Mikroorganizma inokule edilmiş aşındırılmış yüzey	-	-	-	-
Mikroorganizma inokule edilmiş uygulanmamış aşındırılmamış yüzey (KONTROL)	5.18			

Tablo 4.22: EPA# 01–A1 protokolüne göre SilQUAT bileşiğinin paslanmaz çelik yüzeylerde çevresel mikroorganizma karışımına etkisi ve JIS 2801:2010 testine göre log düşüş.

Örnek	EPA Protokolü		JIS 2801	
	Log Düşüş	% Düşüş	Log Düşüş	% Düşüş
SilQUAT bileşiği uygulanmış aşındırma yapılmamış yüzey	5.18	99.999	5.18	99.999
SilQUAT bileşiği uygulanmış yüzey aşındırma yapılmış yüzey	5.18	99.999	5.18	99.999
Triton X-100 uygulanmış aşındırma yapılmamış yüzey (Negatif Kontrol 1)	-	-	-	-
Triton X-100 uygulanmış yüzey aşındırma yapılmış yüzey (Negatif Kontrol 2)	-	-	-	-
Mikroorganizma inokule edilmiş aşındırılmış yüzey	-	-	-	-
Mikroorganizma inokule edilmiş uygulanmamış aşındırılmamış yüzey (KONTROL)	5.18			

Tablo 4.23: EPA# 01–A1 protokolüne göre SilQUAT bileşiğinin cam yüzeylerde çevresel mikroorganizma karışımına etkisi ve JIS 2801:2010 testine göre log düşüş.

Örnek	EPA Protokolü		JIS 2801	
	Log Düşüş	% Düşüş	Log Düşüş	% Düşüş
SilQUAT bileşiği uygulanmış aşındırma yapılmamış yüzey	5.18	99.999	5.18	99.999
SilQUAT bileşiği uygulanmış yüzey aşındırma yapılmış yüzey	5.18	99.999	5.18	99.999
Triton X-100 uygulanmış aşındırma yapılmamış yüzey (Negatif Kontrol 1)	-	-	-	-
Triton X-100 uygulanmış yüzey aşındırma yapılmış yüzey (Negatif Kontrol 2)	-	-	-	-
Mikroorganizma inokule edilmiş aşındırılmış yüzey	-	-	-	-
Mikroorganizma inokule edilmiş uygulanmamış aşındırılmamış yüzey (KONTROL)	5.18			

Çevresel örneklerde de olduğu gibi standart mikroorganizmalar için de paralel testler yürütülmüştür. Her üç yüzeyde yürütülen testlerde SilQUAT bileşiği uygulanmış olan 1. ve 2. deney gruplarında log 5 (% 99.999) düşüş sağlamıştır (Tablo 4.24, Tablo 4.25 ve Tablo 4.26). Biyositin uygulanmadığı ve aşındırma yapılmış deney gruplarında oluşan üreme mikroorganizmaların sürtünmeye bağlı olarak ölmediğini göstermektedir.

Tablo 4.24: EPA# 01–A1 protokolüne göre SilQUAT bileşiğinin PVC yüzeylerde standart mikroorganizma karışımına etkisi ve JIS 2801:2010 testine göre log düşüş.

Örnek	EPA Protokolü		JIS 2801	
	Log Düşüş	% Düşüş	Log Düşüş	% Düşüş
SilQUAT bileşiği uygulanmış aşındırma yapılmamış yüzey	5.09	99.999	5.09	99.999
SilQUAT bileşiği uygulanmış yüzey aşındırma yapılmış yüzey	5.09	99.999	5.09	99.999
Triton X-100 uygulanmış aşındırma yapılmamış yüzey (Negatif Kontrol 1)	-	-	-	-
Triton X-100 uygulanmış yüzey aşındırma yapılmış yüzey (Negatif Kontrol 2)	-	-	-	-
Mikroorganizma inokule edilmiş aşındırılmış yüzey	-	-	-	-
Mikroorganizma inokule edilmiş uygulanmamış aşındırılmamış yüzey (KONTROL)	5.09			

Tablo 4.25: EPA# 01–A1 protokolüne göre SilQUAT bileşiğinin paslanmaz çelik yüzeylerde standart mikroorganizma karışımına etkisi ve JIS 2801:2010 testine göre log düşüş.

Örnek	EPA Protokolü		JIS 2801	
	Log Düşüş	% Düşüş	Log Düşüş	% Düşüş
SilQUAT bileşiği uygulanmış aşındırma yapılmamış yüzey	5.09	99.999	5.09	99.999
SilQUAT bileşiği uygulanmış yüzey aşındırma yapılmış yüzey	5.09	99.999	5.09	99.999
Triton X-100 uygulanmış aşındırma yapılmamış yüzey (Negatif Kontrol 1)	-	-	-	-
Triton X-100 uygulanmış yüzey aşındırma yapılmış yüzey (Negatif Kontrol 2)	-	-	-	-
Mikroorganizma inokule edilmiş aşındırılmış yüzey	-	-	-	-
Mikroorganizma inokule edilmiş uygulanmamış aşındırılmamış yüzey (KONTROL)	5.09			

Tablo 4.26: EPA# 01–A1 protokolüne göre SilQUAT bileşiğinin cam yüzeylerde standart mikroorganizma karışımına etkisi ve JIS 2801:2010 testine göre log düşüş.

Örnek	EPA Protokolü		JIS 2801	
	Log Düşüş	% Düşüş	Log Düşüş	% Düşüş
SilQUAT bileşiği uygulanmış aşındırma yapılmamış yüzey	5.09	99.999	5.09	99.999
SilQUAT bileşiği uygulanmış yüzey aşındırma yapılmış yüzey	5.09	99.999	5.09	99.999
Triton X-100 uygulanmış aşındırma yapılmamış yüzey (Negatif Kontrol 1)	-	-	-	-

Triton X-100 uygulanmış yüzey aşındırma yapılmış yüzey (Negatif Kontrol 2)	-	-	-	-
Mikroorganizma inokule edilmiş aşındırılmış yüzey	-	-	-	-
Mikroorganizma inokule edilmiş uygulanmamış aşındırılmamış yüzey (KONTROL)	5.09			

Aşındırma testlerini takiben yapılan JIS 2801:2010 testine göre her üç yüzeyde çevresel mikroorganizmalar için R değeri > 2 olup SilQUAT bileşiği tüm yüzeylerde aşındırma sonrasında antimikrobiyal etkisini korumuştur.

Çevresel örneklerde de olduğu gibi standart mikroorganizmalar için de paralel testler yürütülmüştür. Her üç yüzeyde standart mikroorganizmalar için R değeri > 2 olup SilQUAT bileşiği tüm yüzeylerde aşındırma sonrasında antimikrobiyal etkisini korumuştur. |

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Hasadı yapılan ürünler gerek fiyat dengesinin sağlanması gerekse yıl içerisinde yayılan bir dengede ürünlerin tüketilebilmesi için depolanmalıdır. Depolama sırasında ürünlerin solunumu ve metabolik aktivitesi devam ederken mikroorganizmaların ürünlere etkisi söz konusudur. Bu durum kontrol altına alınmazsa ürünlerde büyük kayıplara yol açabilmektedir. Kayıpların büyük çoğunluğu ise mikroorganizmalara bağlı yaşanmaktadır.

Hasat depolarındaki mikroflora hasat öncesinden başlayarak ürünün geçirdiği tüm işlemlerle birikimli olarak oluşur. Dolayısıyla ürünlerin toplandığı depolarda mikroorganizmanın bertarafı tüm bu toplam yükün önüne geçmeyi hedeflediğinden kritiktir. Ürün daha dalındayken sulama sularının temizliği ürün üzerinde hem bitki patojenlerinin hem de mikrobiyal yük birikimi ihtimalini azaltır. Hasat yapılırken kullanılan aletlerin temizliği ve çalışan insanların kişisel hijyenine dikkat etmeleri hem mikrobiyal yükü azaltacağından hem de insan patojenlerinin taşınmasının önüne geçileceğinden önemlidir. Aynı şekilde ürünler depolanmadan önce kullanılan yıkama sularının temiz olması da mikrobiyal yükü azaltacaktır. Ürünler bir süreliğine en son durak olacak depolara ulaştığında ise depoların sanitasyonu direkt olarak birikme ihtimali olan tüm mikrobiyal yükün bertarafı anlamına geleceğinden en önemli adımdır. Çünkü ürünlerdeki kayıpların büyük çoğunluğu mikrobiyal sebeplere bağlıdır.

Hasadı yapılmış ürünlerin mikroorganizmalara bağlı kaybını önlemek için dünya çapında çeşitli tedbirler alınmaktadır. Ürünler üzerine doğrudan uygulanan UV-C uygulaması (Costa ve diğ., 2006; González-Aguilar ve diğ., 2007) ve esansiyel yağ kullanımı (Sivakumar ve Bautista-Baños, 2014; Ding ve Lee, 2019) ürünler üzerindeki mikrobiyal yükün temizlenmesini sağlamaktadır. Ancak ürünlerin bekletildiği ortam sanitize edilmediği sürece ürünler yine mikroorganizmalara açık kalacaktır. Bu yüzden kitosan kullanımı (Bautista-Baños ve diğ., 2006), ozon kullanımı Shezi ve diğ., 2020), peroksit kullanımı (Bayoumi, 2008) gibi ortamı sanitize etme yolları tercih edilmelidir. Ancak bu yollardan peroksit toksisitesi yüksek bir bileşik olduğundan çok tercih edilmemektedir. Bunun yerine düşük toksisitedeki tuzlarla kombine edilerek kullanımı tercih edilmektedir (Cerioni ve diğ., 2013). Bunların yanı sıra alternatif olarak ürünlerin direkt olarak üzerine uygulanan yenilebilir kaplamalar da vardır (Riva ve diğ., 2020). Bazı kaplamalar bitkisel kökenli olduğundan elde edilmesi ucuz ve kolay

ulaşılabılır (Ncama ve diğ., 2018). Ayrıca direkt olarak ürüne yapılan bir diğer uygulama ultrasonik ses dalgaları uygulamasının ise ürünlerin metabolik aktivitelerini durdurduğu ve ürünün bağıl neminin korunmasını sağladığı bilinmektedir (Li ve diğ., 2017). Ülkemizde ise yaklaşık 10-15 yıllık bir araştırma alanı olan gıda hasat depolarında benzer tedbirler alınmaktadır. Esansiyel yağ kullanımı (Çavuşoğlu ve diğ., 2021), ozon kullanımı (Kasım ve Kasım, 2021a), ultrason uygulaması ile yüzey temizliği (Kasım ve Kasım, 2021b), kitosan maddesinin yenilebilir kaplama olarak kullanılması (Erçetin, 2020) gibi benzer veya modifiye edilmiş çalışmalar bulunmaktadır. Çalışmamızda kullandığımız kuaterner amonyum bileşiğine benzer biyositlerin kullanımı da oldukça yaygındır (Ocaktan, 2015; Schmidt ve diğ., 2019). Çalışmamızda kullanılan bir kuaterner amonyum bileşiği olan SilQUAT, içerdiği silan grupları kimyasalın yüzeye tutuklanmasını sağlarken, kuaterner bölgesi hücre membranına etki ederek mikroorganizmalara karşı aktivite gösterdiği belirtilmektedir.

Çalışmamızda gıda hasat depolarının kalıcı sanitasyonu hedeflenmiştir. Bu bağlamda dezenfeksiyon öncesi ve sonrası hasat deposundan hava ve yüzey örneklemeleri yapılmıştır. Yapılan örneklemelerden elde edilen mikroorganizmalar ayrı ayrı izole edilmiş ve SilQUAT bileşiğinin etkin dozları her mikroorganizma için bulunmuştur. Daha sonra bakteri örnekleri için BS EN 1276:2019 testi, mantarlar için BS EN 1650: 2019 testi ile en kısa sürede etkili en düşük doz bulunmuştur. Son olarak JISZ2801:2010 standardı ile 24 saatlik temas süresinde SilQUAT bileşiğinin etkinliği ve EPA #01 A-1 Protokolü ile farklı yüzeyler üzerine uygulanmış bileşiğin aşındırma işlemi sonrası yüzeydeki kalıcılığı test edilmiştir. Yapılan testler sonucunda SilQUAT bileşiğinin düşük dozlarda etki ederken kalıcılığını koruduğu bulunmuştur.

Çalışmamızda gıda hasat deposundan hava ve yüzey örnekleme ile toplam 45 adet mikroorganizma izole edilmiştir. İzole edilen mikroorganizmalar içerisinde 23 adet bakteri, 3 adet maya ve 18 adet küf bulunmaktadır. SilQUAT bileşiğinin etkinliğini doğru şekilde değerlendirmek ve mikroorganizmalarda muhtemel direnç oluşumunu gözlemlemek amacıyla hem dezenfeksiyon öncesi hem de dezenfeksiyon sonrası hava ve yüzeylerden örnekleme yapılmıştır (Şanlı ve Menciloğlu, 2019).

Dezenfeksiyon öncesinde 11 adet bakteri, 11 adet küf mantarı, 1 adet maya mantarı izole edilmişken, sonrası 12 adet bakteri, 7 adet küf mantarı, 2 adet maya mantarı izole edilmiştir.

Bakteriler içerisinde dezenfeksiyon öncesinde de sonrasında da en çok *Pseudomonas* türlerine rastlanmıştır. Bu durum *Pseudomonas* türlerinin dirençli türler olduğunu gösterir. Küf mantarlarında dezenfeksiyon öncesi ve sonrası *Penicillium* türlerinin baskın olduğu belirlenmiştir.

Genel olarak izole edilen bakterilerin 16 tanesi Gram negatif, 7 tanesi Gram pozitifdir. Bu bakterilerin 15 tanesi toprak florasının, 8 tanesi kirli suyun normal flora yerleşenidir. Dolayısıyla ürünler üzerine etki eden bakteriler depo kaynaklı değil topraktan başlayarak ürün üzerinde tutunan bakteriler olduğu; ayrıca su kaynaklı bakterilerin ya sulama sularından ya da depolama öncesi yıkama yapılan sudan bulaşmış olabileceği düşünülmektedir.

Alınan örneklerde insanlarda inflamatuvar bağırsak hastalığı (Crohn) etkeni olan *Microbacterium profundum* bakterisine rastlanmıştır. Genellikle akuatik ortamlarda yaşayan bu Gram pozitif bakteri ürüne sulama veya yıkama sularıyla taşınmış olabilir. Ancak bu bakteriye dezenfeksiyon sonrası rastlanmış olması iki durumla açıklanabilir: i) İlk olasılık dezenfeksiyon sonrası insan faktörü ile içeriye taşınmış olması; ii) ikinci olasılık olarak ise dezenfeksiyon öncesi biyokontrol ajanı olarak kullanılabilen mikroorganizmalar ortamdayken latent durumda bulunuyor olması. Dezenfeksiyon sonrası biyokontrol ajanı olarak farklı organizmalara antagonistik etki gösterebilen, örneğin *Raoultella terrigena*, gibi mikroorganizmaların ortadan kaldırılması, inhibitör etkiyi ortadan kaldırmış dolayısıyla tekrar üreme fazına geçmiş olabilir. Genel bir hasat deposu patojeni olan *Microbacterium maritimum* bakterisine dezenfeksiyon sonrasında rastlanmış olması da benzer şekilde, antagonist etkisi bulunan mikroorganizmaların dezenfeksiyon ile ortadan kalkmasıyla açıklanabilir. Gıda hasat depolarında doğal olarak bulunan [*Brevibacterium*] *frigoris* bakterisi psikrofil bir bakteri olduğundan, düşük sıcaklıklarda metabolik aktivitesi yavaşlamamaktadır. Bu tip bakterilerin gıda hasat depolarından uzaklaştırılması yalnızca dışarıdan bir müdahale ile gerçekleştirilebilir. Yapılan izolasyonlarda bu bakteriye yalnızca dezenfeksiyon öncesinde rastlanmış olup SilQUAT bileşiği dirence sebep olmadan etkinlik göstermiştir. Yanı sıra bu bakteri soğuğa dirençli bir bakteri olduğu ve antifungal aktivitesi olması dolayısıyla antagonist bir bakteri olarak da kullanılmaktadır (Chacón-López ve diğ., 2021).

Dezenfeksiyon öncesi ve sonrası aynı bölgelerden örnekleme yapılırsa dahi, gerek mikroorganizmaların *in vitro* koşullarda her besiyerine uyum sağlamayıp koloni oluşturmaması, gerekse mikroorganizmaların üremeleri esnasında antimikrobiyal aktiviteye sahip sekonder metabolitler üreterek bazı mikroorganizmaları kültür ortamında baskılayabilmesi ve/veya sinerjistik etkiye sahip mikroorganizmaların besiyerinde bir arada bulunamayıp üreyememeleri gibi farklı nedenler laboratuvar ortamında tüm mikrobiyal floranın değerlendirilememesine sebep olabilmektedir. Nitekim çalışmamızda izole ettiğimiz bakterilerden biri olan *R. erythropolis* 'in IMV Ac-5017 sürfaktanları ürettiği ve bu sürfaktanların da meyve yıkama suyunda mikrobiyal yükü hafifletmede başarılı olduğu, biyokontrol ajanı olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Mannaa ve Kim, 2017; Pirog ve diğ., 2021). Ayrıca izole edilen bakterilerden *Pseudomonas putida* ve *Raoultella terrigena*'nın da bir biyokontrol ajanı olarak efektif olduğu çeşitli çalışmalarda görülmektedir (Colyer, 1983; Anandhakumar ve Zeller, 2008; Yu ve Lee, 2015; Σταύρος, 2021). Tespit edilen bakterilerin büyük çoğunluğunun biyokontrol ajanı olarak etki gösteriyor olması tüm mikrofloranın tespit edilmesinin önüne geçtiğini göstermektedir.

Dezenfeksiyon öncesinde yüzeyden dezenfeksiyon sonrasında havadan iki farklı *Meyerozyma* türünün izole edilmiş olması bu türlerin havada doğal olarak bulunmaları ile açıklanabilmektedir.

Çalışmamızda izole edilen küf mantarlarının 18 tanesi *Penicillium* cinsine aitken 1 adet *Cladosporium cladosporioides* ve 1 adet *Cephalotrichum microsporum* küf mantarı izole edilmiştir.

Elde edilen küf mantarı izolatlarından biri elmalarda yaşanan kayıpların etkeni olan *Penicillium verrucosum* mantarıdır (Amiri ve Bompeix, 2005). Küf mantarı dezenfeksiyon öncesi izole edilmiş olup, dezenfeksiyon sonrası örneklemelerde izole edilememiştir, bu da uygulanan biyositin saha koşullarında etkin olduğuna işaret etmektedir. Öte yandan elde edilen diğer bir küf mantarı *Cladosporium cladosporioides* mantarıdır. Bu bakteri hasat depolarında siyah çürüklük hastalığına yol açtığından istenmeyen bir küf mantarıdır (Ma ve diğ., 2020). Bu küf mantarının dezenfeksiyon sonrasında izole edilmiş olması dezenfeksiyon öncesinde mikroflorada bulunan antagonist bakterilerin etkisine bağlı olmaktadır. Nitekim küf

dezenfeksiyon sırasında SilQUAT bileşiğine direnç geliştirmemiş ve düşük dozlarda etki görülmüştür.

Gıda hasat depolarında ürün kaybının başlıca sebepleri yanlış depolama teknikleri, mikroorganizma kontaminasyonu ve bu mikroorganizmaların bertarafında kullanılan maddelerin aşırı veya eksik kullanımıdır (Sibomana ve diğ., 2016). Aşırı veya eksik doz kullanımının önüne geçmek için ilk adım MİK ve MBK dozlarının belirlenmesidir. Daha ileri adım testleri de bu değerler göz önünde bulundurularak uygulanmalıdır.

Langsrud ve diğ. (2003)'ın benzer kuaterner amonyum bileşiği olan benzalkonyum klorür ve didesil dimetil amonyum klorür biyositlerinin eradikasyon etkisini, gıda ile ilişkili çevresel *P. fluorescens* örnekleri ve standart *P. aeruginosa* ATCC 15442 ile çalışmışlardır. *Psuedomonas* türlerinin benzalkonyum klorür için MBK değerlerini 20-90 µg/mL arasında; didesil dimetil amonyum klorür için MBK değerlerini 10-60 µg/mL arasında tespit etmişlerdir. Ferreira ve diğ. (2011) yaptıkları çalışmada *P. fluorescens* bakterisinin bir amonyum bileşiği olan benzil dimetil dodesil amonyum klorüre duyarlı olduğunu göstermişlerdir. Bu biyositin durdurucu dozunu (MİK) 20 mg/L ve öldürücü dozunu (MBK) 10 mg/L olarak tespit etmişlerdir. Furi ve diğ. (2013) çalışmalarında *S. aureus* bakterileri için benzalkonyum klorür ve klorheksidin kullanmışlardır. İki biyosit için de MİK değeri 2 mg/L iken benzalkonyum klorür için MBK değeri 8 mg/L ve klorheksidin için MBK değeri 4 mg/L olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda kullandığımız kuaterner amonyum bileşiği olan SilQUAT bileşiğinin etkin dozları paralellik gösterir. Bakteriler için belirlenen en düşük MİK değeri 5 mg/L iken en düşük MBK değeri 10 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Dezenfeksiyon öncesi ve sonrası alınan örneklerden izole edilen *Penicillium expansum* küf mantarı için test edilen biyositin etkin dozlarına bakıldığında, organizmanın direnç kazanmış olduğu görülmektedir. Dezenfeksiyon öncesi alınan örneklerde MİK ve MBK değerleri 50 mg/L iken, dezenfeksiyon sonrası alınan örnekte bu değerlerin 400 mg/L'ye yükseldiği tespit edilmiştir. Ancak bu durum sonraki adımlarda mikroorganizma karışımı ile yapılan testlerde başarının önüne geçmemiştir.

Sadece etkin dozun MİK-MBK/MFK ile belirlenmesi yeterli değildir, sonuç olarak kullanılan ürünün kaynağına (sentetik/biyolojik) bağlı olmaksızın zamanla mikroorganizmalar biyositlere direnç geliştirebilir. Bunu önlemek için en etkili düşük dozların aktivitesini gösterebildiği uygun temas süreleri de belirlenmelidir çünkü temas süresi antimikrobiyal etkinlik için en önemli parametrelerden biridir. Aynı doz aynı mikroorganizmaya farklı temas sürelerinde farklı düzeylerde etki edebilir. Bu amaçla tez çalışmamızda EN 1276 ve 1650 testleri her mikroorganizma için ayrı ayrı belirlenmiştir.

EN 1276 ve EN 1650 testlerinde amaç, olabilecek en kısa sürede ve en düşük dozdaki etkiyi bulmaktır. MİK ve MBK değerleri bu testlerin en sağlıklı şekilde sonuç alınabilmesi için kullanılacak dozlara dair yol göstericidir. Her ne kadar çoğunlukla EN 1276/EN 1650 testleri ile MİK/MBK değerleri paralel ilerlese de bazen sonuçlar beklenilenden farklı bulunabilmektedir. Etkin dozu düşük olup EN 1276/EN 1650 testlerinde daha yüksek dozlarda etki görülmesi olağan bir durumdur. Bunun sebebi MİK-MBK/MFK testleri ile EN 1276/EN 1650 testlerinin temas sürelerinin birbirinden farklı olmasıdır. MİK-MBK/MFK testlerinin temas süresi 24/48 saat iken, EN 1276 testinin temas süresi 1 ve 5 dakika, EN 1650 testinin temas süresi ise 15 ve 60 dakikadır.

MİK/MBK testlerinde biyositin etkin dozu yüksek bulunmasına rağmen, EN 1276/EN 1650 testlerinde daha düşük dozlarda etki görülen mikroorganizmalar da bulunmaktadır. Bunun sebebi mikroorganizmaların VBNC (Viable but nonculturable “Canlı ancak kültüre edilemeyen”) fazına geçmeleri olabilir. İleriki çalışmalarda Live/Dead veya DAPI/CTC floresan boyama uygulanıp floresan mikroskopta incelenerek VBNC fazına geçip geçmediği belirlenebilir.

SilQUAT bileşiğinin mikroorganizmaları inaktif etme mekanizması iki aşamada gerçekleşmektedir. Uzun hidrofobik zincir grubu ile apolar etkileşim göstererek hücre membranının temel fonksiyonları engelledikten sonra pozitif yüklü kuaterner bölgesi hücre membranının bütünlüğünü bozarak mikroorganizmanın ölümüne neden olmaktadır. Zaman içerisinde, ölü-canlı mikroorganizma birikimi nedeni ile bileşiğin aktif antibakteriyel uçlarının üzerinin örtülmesi bileşiğin aktivitesini etkilemektedir. Ancak mekanik temizlik yapıldığında aktif uçlar rejenere olarak bileşiğin antibakteriyel aktivitesi devam etmektedir. Bu nedenle

çalışmamızda bileşik uygulanmış farklı yüzeylere EPA #01 A-1 protokolünün aşındırma testleriyle, SilQUAT bileşiğinin kalıcılığı ve yüzey aktif uçlarının aktivitesi test edilmiştir.

SilQUAT bileşiğinin her mikroorganizma için ayrı ayrı etkin dozlarının bulunmasının ardından mikroorganizmalar bir araya getirilerek EPA #01 A-1 protokolü ve JISZ2801:2010 metodu modifiye edilerek uygulanmıştır. Bu testlerin yapılmasındaki amaç gerçek ortam koşullarını modelleyerek SilQUAT bileşiğinin uygulama koşullarındaki etkinliğini ölçmektir. EPA #01 A-1 protokolü ve JISZ2801:2010 test metoduyla yapılan testte 24 saatlik temas süresinde başarı elde edilmiştir. Bileşik kimyasal ve fiziksel temizleyicilere karşı dayanıklı olup fiziksel temizlemeyle aktif uçlar tekrar açılmaktadır.

Temsilci standart mikroorganizmalarla yürütülen paralel çalışmalarda suşların direnç durumunu etkileyebileceğinden üçten fazla pasajı yapılmamıştır. Buna rağmen gıda hasat deposunda doğal olarak bulunan suşlara göre standart suşlar daha az dirençlidir ve etki görülen dozlar daha düşüktür. Bunun nedeni, çevresel izolatların daha önce klor ve türevi biyosidal ajanlara maruz kalıp direnç kazanması olarak öngörülebilir.

Kuaterner amonyum bileşikleri uzun süre etkinlik göstermeleri, kimyasal stabilitelerinin yüksek olması, organik olduklarından dolayı toksisitelevlerinin düşük olması ve migrasyonlarının da düşük olması sebebiyle tercih edilirler (Boussios ve diğ., 2004; Ateş, 2018). Ancak eksik dozlarda kullanılmaları mikroorganizmaların direnç geliştirmelerine sebep olabilmektedir.

Kuaterner amonyum bileşiklerinin eksik kullanımı kadar aşırı kullanımı mikroorganizmaların, bileşiğin kendisine karşı direnç geliştirmesine sebep olabileceği gibi çeşitli ilaçlara karşı çapraz direnç geliştirmelerine de sebep olabilir (Adair ve diğ., 1971; Obłak ve diğ., 2021; Cooper ve diğ., 2021; Zhang ve diğ., 2016; Soumet ve diğ., 2012; Buffet-Bataillon ve diğ., 2012). Bu sebeple çalışmamızda uygulanan dozların seçilirken her bakterinin öldüğü en yüksek doz değil, bunun yerine bileşiğin çoğunluk üzerinde etki gösterdiği dozlar seçilmiştir.

Dezenfeksiyon öncesinde havadan ve yüzeyden alınan örneklerde tespit edilen mikroorganizmaların bazıları dezenfeksiyon sonrasında da yüzey ve hava örneklerinde de tespit edilmiştir. Bu durum gösteriyor ki yalnızca hava ve yüzey dezenfeksiyonu kısa vadede etkili görünmektedir. Gelecek çalışmalarda havalandırma sistemlerinde kullanılan malzemelere

antimikrobiyal özellik kazandırılması ile sorunun önüne en temel noktada geçecektir ve daha etkili bir sanitasyon uygulaması olacaktır. Ayrıca, bu sayede ihtiyaçtan fazla biyosit kullanımının ve yüksek doz kullanımına bağlı direnç kazanımının da önüne geçecektir.

Dezenfeksiyon öncesi yapılan örneklemelerde gözlemlenmeyen mikroorganizmaların dezenfeksiyon sonrası yapılan örneklemelerde gözlemlenmesi durumu da söz konusudur. Bu durumda izolasyon yapılan Petri kaplarında üreyen küflerin fazla yer kaplamasından dolayı bazı mikroorganizmaların altta kalması izole edilmelerinin önüne geçmiş olabilir. Dezenfeksiyon öncesinde doğal florada bulunan biyokontrol ajanı olarak kullanılan mikroorganizmalar bazı türleri baskılamış olabilir. Dezenfeksiyon sonrası bu mikroorganizmalar tekrar üreme fırsatı bulmuş olabilir. Ayrıca giriş çıkışlar sırasında hava yoluyla sürekli mikroorganizma taşınıyor olabilir. Bu yüzden de yalnızca yüzey dezenfeksiyonu değil hava dezenfeksiyonu da çok önemlidir.

EPA protokolüne göre SilQUAT bileşiği uygulanmış PVC (polivinil klorür), paslanmaz çelik ve cam yüzeyler, 12 aşındırma ve 5 reinokulasyon sonrası kontrole kıyasla güçlü antimikrobiyal etki göstererek, mikroorganizma karışımlarının $> \% 999$ 'unu öldürmüştür. Farklı yüzeylerde aşındırma işlemlerinin biyositin aktivitesinde kayba yol açmadığı SilQUAT bileşiğinin mekanik temizleme işlemlerine karşı dayanıklı ve kalıcı olduğu belirlenmiştir.

Gıda hasat depolarındaki ürünlerde birikimli oluşan mikrobiyal yükün giderilmesi ve sanitasyonun kalıcılığının sağlanması sayesinde ürün kaybının önüne geçilebilir. Ayrıca çalışmada kullanılan biyosit suda kalıntı bileşik bırakmaması sebebiyle ve düşük dozlarda farklı organizma gruplarına etki etmesi nedeni ile gereğinden yüksek konsantrasyonda biyosit kullanımını engellemesi sayesinde sekonder çevre kirliliğini de en aza indirecektir. Gıda hasat deposunun doğal florasına karşı etkinliği ve kalıcılığı doğrulanmış SilQUAT bileşiğinin mikrobiyal yükün önüne geçmesinde hasat depolarında kullanılması önerilebilir. |

KAYNAKLAR

- Adair, F. W., Geftic, S. G., & Gelzer, J. (1971). Resistance of Pseudomonas to Quaternary Ammonium Compounds: II. Cross-Resistance Characteristics of a Mutant of Pseudomonas aeruginosa. *Applied microbiology*, 21(6), 1058-1063.
- Adebayo-Tayo, B. C., Odu, N. N., Esen, C. U., & Okonko, I. O. (2012). Microorganisms Associated with Spoilage of Stored Vegetables in Uyo Metropolis, Akwa Ibom State, Nigeria. *Nature and science*, 10(3), 23-32.
- Aksakal, E. (2012). Toprak Yüzey Malçının Yüzey Akış ve Toprak Kayıpları Üzerine Etkisi. *Atatürk üniversitesi ziraat fakültesi dergisi*, 42(2), 139-144.
- Amiri, A., & Bompeix, G. (2005). Diversity and Population Dynamics of Penicillium spp. on Apples in Pre-and Postharvest Environments: Consequences for Decay Development. *Plant pathology*, 54(1), 74-81.
- Anandhakumar, J., & Zeller, W. (2008). Biological Control of Red Stele (Phytophthora fragariae var. fragariae) and Crown Rot (P. cactorum) Disease of Strawberry with Rhizobacteria. *Journal of plant diseases and protection*, 115(2), 49-56.
- Ateş, B. (2018). *Kuaterner amonyum Tuzu ve N-halamin Esaslı Metakrilamid Polimerlerin Sentezi ve Dual Antibakteriyel Etkilerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi, Bursa Teknik Üniversitesi).
- Aulakh, J., Regmi, A., Fulton, J. R., & Alexander, C. E. (2013). Estimating Post-Harvest Food Losses: Developing a Consistent Global Estimation Framework.
- Bachmann, J., & Earles, R. (2000). *Postharvest Handling of Fruits and Vegetables* (pp. 1-19). ATTRA.
- Bal, S., & Şanlı, N. Ö. (2020). Evaluation of the effectiveness of antibacterial wall paint to enhance the hygienic conditions of the interiors. *Journal of the faculty of engineering and architecture of gazi university*, 35(4), 1913-1922.
- Bancroft, R. D. (1995). The Use of a Surface Coating to Ameliorate the Rate of Spread of Post-Harvest Fungal Diseases of Top Fruit. *International biodeterioration & biodegradation*, 36(3-4), 385-405.
- Bautista-Baños, S., Hernandez-Lauzardo, A. N., Velazquez-Del Valle, M. G., Hernández-López, M., Barka, E. A., Bosquez-Molina, E., & Wilson, C. L. (2006). Chitosan as a Potential Natural Compound to Control Pre and Postharvest Diseases of Horticultural Commodities. *Crop protection*, 25(2), 108-118.
- Bayoumi, Y. A. (2008). Improvement of Postharvest Keeping Quality of White Pepper Fruits (Capsicum annum, L.) by Hydrogen Peroxide Treatment Under Storage Conditions. *Acta biologica szegediensis*, 52(1), 7-15.
- Berger, C. N., Sodha, S. V., Shaw, R. K., Griffin, P. M., Pink, D., Hand, P., & Frankel, G. (2010). Fresh Fruit and Vegetables as Vehicles for the Transmission of Human Pathogens. *Environmental microbiology*, 12(9), 2385-2397.
- Blum, W. E. (2013). Soil and Land Resources for Agricultural Production: General Trends and Future Scenarios-a Worldwide Perspective. *International soil and water conservation research*, 1(3), 1-14.

- Boussios, T., Bokias, G., & Kallitsis, J. K. (2004). Miscibility Study of Blends of Polysulfone with a Methacrylamide Polymer Containing Quaternized Alkylammonium Sites. *Journal of macromolecular science, Part A*, 41(11), 1233-1249.
- Brackett, R. E. (1992). Shelf Stability and Safety of Fresh Produce as Influenced by Sanitation and Disinfection. *Journal of food protection*, 55(10), 808-814.
- Buck, J. W., Walcott, R. R., & Beuchat, L. R. (2003). Recent Trends in Microbiological Safety of Fruits and Vegetables. *Plant health progress*, 4(1), 25.
- Buffet-Bataillon, S., Tattevin, P., Bonnaure-Mallet, M., & Jolivet-Gougeon, A. (2012). Emergence of Resistance to Antibacterial Agents: the Role of Quaternary Ammonium Compounds—a Critical Review. *International journal of antimicrobial agents*, 39(5), 381-389.
- Cerioni, L., Sepulveda, M., Rubio-Ames, Z., Volentini, S. I., Rodríguez-Montelongo, L., Smilanick, J. L., ... & Rapisarda, V. A. (2013). Control of Lemon Postharvest Diseases by Low-Toxicity Salts Combined with Hydrogen Peroxide and Heat. *Postharvest biology and technology*, 83, 17-21.
- Chacón-López, A., Guardado-Valdivia, L., Bañuelos-González, M., López-García, U., Montalvo-González, E., Arvizu-Gómez, J., ... & Aguilera, S. (2021). Effect of Metabolites Produced by *Bacillus atrophaeus* and *Brevibacterium frigoritolerans* Strains on Postharvest Biocontrol of *Alternaria alternata* in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Biocontrol Science*, 26(2), 67-74.
- Chitra, P. S. (2014). *Factors Influencing the Use of Warehouse Receipts as a Financial Instrument in Kenya* (Doktora Tezi, Nairobi Üniversitesi).
- Cinar, A., & Onbaşı, E. (2019). Mycotoxins: The Hidden Danger in Foods. *Mycotoxins and food safety*, 1-21.
- Coates, L., & Johnson, G. (1997). Postharvest Diseases of Fruit and Vegetables. *Plant pathogens and plant diseases*, 533-548.
- Colyer, P. D. (1983). Bacterization of Potatoes with *Pseudomonas putida* and Its Influence on Postharvest Soft Rot Diseases.
- Cooper, A. L., Carrillo, C. D., Deschenes, M., & Blais, B. W. (2021). Genomic Markers for Quaternary Ammonium Compound Resistance as a Persistence Indicator for *Listeria monocytogenes* Contamination in Food Manufacturing Environments. *Journal of food protection*, 84(3), 389-398.
- Costa, L., Vicente, A. R., Civello, P. M., Chaves, A. R., & Martinez, G. A. (2006). UV-C Treatment Delays Postharvest Senescence in Broccoli Florets. *Postharvest biology and technology*, 39(2), 204-210.
- Croppenstedt, A., Carisma, B., Lowder, S., Raney, T., & Wielezyski, E. (2013). The State of Food and Agriculture 2013. The state of food and agriculture. Rome: Food and agricultural organization (FAO).
- Çavuşoğlu, A., Kasım, R., & Kasım, M. U. (2021). Bitki Esansiyel Yağlarının Depo Hastalıklarının Kontrolündeki Antifungal Aktivitesi.
- Çelikboyun, P. (2015). *Ruscus aculeatus* L. ve *Punica granatum* L. bitkilerinin Ekstrelerinin ve Boyanmış Kumaş Örneklerinin Antimikrobiyal Özelliklerinin Belirlenmesi (Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

- de São José, J. F. B., de Andrade, N. J., Ramos, A. M., Vanetti, M. C. D., Stringheta, P. C., & Chaves, J. B. P. (2014). Decontamination by Ultrasound Application in Fresh Fruits and Vegetables. *Food control*, 45, 36-50.
- Demirbaş, N. (2019). İyi Tarım Uygulamaları ile Meyve Bahçelerinde Ortaya Çıkan Üretim, Hasat ve Hasat Sonrası Kayıpları Azaltılabilir mi. *XI. IBANESS kongreler serisi, Tekirdağ, Türkiye*, 9-10.
- Ding, P., & Lee, Y. L. (2019). Use of Essential Oils for Prolonging Postharvest Life of Fresh Fruits and Vegetables. *International food research journal*, 26(2).
- Eckert, J. W. (1989, June). Recent Developments in the Chemical Control of Postharvest Diseases. *Symposium on tropical fruit in international trade* 269 (pp. 477-494).
- Edwards, E. E. (1949). Europe's Contribution to the American Dairy Industry. *The journal of economic history*, 9(S1), 72-84.
- Ekici, L., Sağdıç, O., & Kesmen, Z. (2006). Gıda Endüstrisinde Alternatif Bir Dezenfektan: Ozon. *Gıda teknolojileri elektronik dergisi*, 1, 47-57.
- Erçetin, H. K. (2020). Yenilebilir Film ve Kaplamalardan Kitosanın, Dut ve Canlılar Açısından Değerlendirilmesi (Doktora tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi (Türkiye)).
- Espinel-Ingroff, A., Fothergill, A., Ghannoum, M., Manavathu, E., Ostrosky-Zeichner, L., Pfaller, M. A., ... & Walsh, T. J. (2007). Quality Control and Reference Guidelines for CLSI Broth Microdilution Method (M38-A Document) for Susceptibility Testing of Anidulafungin Against Molds. *Journal of clinical microbiology*, 45(7), 2180-2182.
- European Committee for Standardization European Standard BS EN 1276:2019 Chemical Disinfectants and Antiseptics-Quantitative Suspension Test for Evaluation of Bactericidal Activity of Chemical Disinfectants and Antiseptics Used in Food, Industrial, Domestic and Institutional Areas. Test Method and Requirements (phase 2, step 1)
- European Committee for Standardization European Standard BS EN 1650:2019 Chemical Disinfectants and Antiseptics. Quantitative Suspension Test for the Evaluation of Fungicidal or Yeasticidal Activity of Chemical Disinfectants and Antiseptics Used in Food, Industrial, Domestic and Institutional Areas. Test Method and Requirements (phase 2, step 1)
- FAO (2020). Türkiye'nin Gıda Kayıpları ve İsrafının Önlenmesi, Azaltılması ve Yönetimine İlişkin Ulusal Strateji Belgesi ve Eylem Planı
- Fenlon, D. R. (1983). A Comparison of Salmonella Serotypes Found in the Faeces of Gulls Feeding at a Sewage Works with Serotypes Present in the Sewage. *Epidemiology & infection*, 91(1), 47-52.
- Ferreira, C., Pereira, A. M., Pereira, M. C., Melo, L. F., & Simões, M. (2011). Physiological Changes Induced by the Quaternary Ammonium Compound Benzyldimethyldodecylammonium Chloride on *Pseudomonas fluorescens*. *Journal of antimicrobial chemotherapy*, 66(5), 1036-1043.
- Food, S. (2016). Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction. *Key facts on food loss and waste you should know*.
- Furi, L., Ciusa, M. L., Knight, D., Di Lorenzo, V., Tocci, N., Cirasola, D., ... & Oggioni, M. R. (2013). Evaluation of Reduced Susceptibility to Quaternary Ammonium Compounds and Bisbiguanides in Clinical Isolates and Laboratory-Generated Mutants of *Staphylococcus aureus*. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 57(8), 3488-3497.

- González-Aguilar, G. A., Zavaleta-Gatica, R., & Tiznado-Hernández, M. E. (2007). Improving Postharvest Quality of Mango 'Haden' by UV-C Treatment. *Postharvest biology and technology*, 45(1), 108-116.
- Grolleaud, M. (2002). Post-Harvest Losses: Discovering the Full story. *Overview of the Phenomenon of Losses During the Post-Harvest System. Rome, Italy: FAO, Agro industries and post-harvest management service.* <http://www.fao.org/3/ac301e/AC301e02.htm#Chapter%201%20-%20Loss%20and%20waste:%20do%20we%20really%20know%20what%20is%20involved> (Son Ziyaret: 06.01.22)
- Guentzel, J. L., Lam, K. L., Callan, M. A., Emmons, S. A., & Dunham, V. L. (2010). Postharvest Management of Gray Mold and Brown Rot on Surfaces of Peaches and Grapes Using Electrolyzed Oxidizing Water. *International journal of food microbiology*, 143(1-2), 54-60.
- Gustafsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., & Emanuelsson, A. (2013). The Methodology of the FAO Study: Global Food Losses and Food Waste-extent, Causes and prevention"-FAO, 2011.
- Herikstad, H., Motarjemi, Y., & Tauxe, R. (2002). Salmonella surveillance: a Global Survey of Public Health Serotyping. *Epidemiology & infection*, 129(1), 1-8.
- Hozbor, M. C., Saiz, A. I., Yeannes, M. I., & Fritz, R. (2006). Microbiological Changes and its Correlation with Quality Indices During Aerobic Iced Storage of Sea Salmon (*Pseudoperca semifasciata*). *LWT-food science and technology*, 39(2), 99-104.
- Ismail, M., & Zhang, J. (2004). Post-harvest Citrus Diseases and Their Control. *Outlooks on pest management*, 15(1), 29.
- Janisiewicz, W. J., & Korsten, L. (2002). Microbial Control of Postharvest Disease and Spoilage. *Postharvest physiology and pathology of vegetables* (pp. 617-637). CRC press.
- Japanese Industrial Standard Z2801: 2010 Antimicrobial Products-Test for Antimicrobial Activity and Efficacy [Ziyaret Tarihi: 30 Aralık 2021].
- Jowkar, M. M., Khalighi, A., Kafi, M., & Hassanzadeh, N. (2013). Nano Silver Application Impact as Vase Solution Biocide on Postharvest Microbial and Physiological Properties of 'Cherry Brandy' Rose. *Journal of food, agriculture and environment*, 11(1), 1045-1050.
- Karaçalı, I. (2006). Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlaması. *Ege üniversitesi ziraat fakültesi yayınları*, (494).
- Kasım, M. U., & Kasım, R. (2021a). Meyve ve Sebzelerde Hasat Sonrası Yüzey Dezenfeksiyonu: Ozon Uygulamaları.
- Kasım, M. U., & Kasım, R. (2021b). Ultrases Teknolojisi: Meyve ve Sebzelerde Hasat Sonrası Kullanımı.
- Kasım, U. M., & Kasım, R. (2007). Sebze ve Meyvelerde Hasat Sonrası Kayıpların Önlenmesinde Alternatif bir Uygulama: UV-C. *Journal of agricultural sciences*, 13(04), 413-419.
- Kays, S.J. (1991). Postharvest Physiology of Perishable Plant Products. An AVI book published by van nostrand reinhold, New York, 532 p.
- Kiaya, V. (2014). Post-Harvest Losses and Strategies to Reduce Them. *Technical Paper on Postharvest Losses, Action Contre la Faim (ACF)*, 25.

- Kibar, H., & Öztürk, T. (2010). Depolamada Ortaya Çıkan Ürün Kayıplarının Nedenleri ve Çözüm Önerileri. I. ulusal sulama ve tarımsal yapılar sempozyumu, 806-815.).
- Kirk, M. D., Little, C. L., Lem, M., Fyfe, M., Genobile, D., Tan, A., ... & Fisher, I. S. T. (2004). An Outbreak Due to Peanuts in Their Shell Caused by *Salmonella enterica* Serotypes Stanley and Newport—Sharing Molecular Information to Solve International Outbreaks. *Epidemiology & Infection*, 132(4), 571-577.
- Langsrud, S., Sundheim, G., & Borgmann-Straßen, R. (2003). Intrinsic and Acquired Resistance to Quaternary Ammonium Compounds in Food-Related *Pseudomonas* spp. *Journal of applied microbiology*, 95(4), 874-882.
- Levinson, H., & Levinson, A. (1994). Origin of Grain Storage and Insect Species Consuming Desiccated Food. *Anzeiger für schädlingkunde, pflanzenschutz, umweltschutz*, 67(3), 47-60.
- Li, N., Chen, F., Cui, F., Sun, W., Zhang, J., Qian, L., ... & Yang, H. (2017). Improved Postharvest Quality and Respiratory Activity of Straw Mushroom (*Volvariella volvacea*) with Ultrasound Treatment and Controlled Relative Humidity. *Scientia horticulturae*, 225, 56-64.
- LİSADER (2021). Tarım Ürünleri Lisanslı Depo ve Yetkili Sıfınlandırıcı Şirketleri Derneği. <http://www.lidasder.org.tr/> (Son Ziyaret: 03.11.21)
- Ma, M., de Silva, D. D., & Taylor, P. W. (2020). Black Mould of Post-Harvest Tomato (*Solanum lycopersicum*) Caused by *Cladosporium Cladosporioides* in Australia. *Australasian plant disease notes*, 15(1), 1-4.
- Mahajan, P. V., Caleb, O. J., Singh, Z., Watkins, C. B., & Geyer, M. (2014). Postharvest Treatments of Fresh Produce. *Philosophical transactions of the royal society a: mathematical, physical and engineering sciences*, 372(2017), 20130309.
- Mahon, B. E., Pönkä, A., Hall, W. N., Komatsu, K., Dietrich, S. E., Siitonen, A., ... & Slutsker, L. (1997). An international Outbreak of Salmonella Infections Caused by Alfalfa Sprouts Grown from Contaminated Seeds. *Journal of infectious diseases*, 175(4), 876-882.
- Mannaa, M., & Kim, K. D. (2017). Control Strategies for Deleterious Grain Fungi and Mycotoxin Production from Preharvest to Postharvest Stages of Cereal Crops: a review. *Life sci nat resour*, 25, 13-27.
- Marriott, N. G., Gravani, R. B., & Schilling, M. W. (2006). *Principles of Food Sanitation* (Vol. 22). New York: Springer.
- Martínez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J. M., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D., & Serrano, M. (2006). Postharvest Sweet Cherry Quality and Safety Maintenance by *Aloe Vera* Treatment: a New Edible Coating. *Postharvest biology and technology*, 39(1), 93-100.
- Marvin, H. J., Janssen, E. M., Bouzembrak, Y., Hendriksen, P. J., & Staats, M. (2017). Big data in food safety: An overview. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(11), 2286-2295.
- Menceloğlu Y. Z., Acatay K., Simsek E., Taralp A., (2011). Preparation of Substantially Quaternized Ammonium Organosilane Composition and Selfstabilizing Aqueous Solution Thereof, PCT/IB2010/051747,
- Mortimore, S., & Wallace, C. (2013). *HACCP: A Practical Approach*. Springer science & business media.

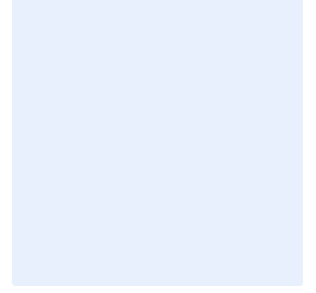
- Munkhondia, T., Simangolwa, W. M., & Maceda, A. Z. (2016). CLTS and Sanitation Marketing: Aspects to Consider for a Better Integrated Approach. *Sustainable Sanitation for All: Experiences, Challenges, and Innovations*, 101.
- National Committee for Clinical Laboratory Standards, & Barry, A. L. (1999). *Methods for Determining Bactericidal Activity of Antimicrobial Agents: Approved Guideline* (Vol. 19). Wayne, PA: National Committee for Clinical Laboratory Standards.
- Ncama, K., Magwaza, L. S., Mditshwa, A., & Tesfay, S. Z. (2018). Plant-Based Edible Coatings for Managing postharvest Quality of Fresh Horticultural Produce: A review. *Food packaging and shelf life*, 16, 157-167.
- Oblak, E., Futoma-Koloch, B., & Wiecezyńska, A. (2021). Biological Activity of Quaternary Ammonium Salts and Resistance of Microorganisms to these compounds. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 37(2), 1-11.
- Ocaktan, H. (2015). *Kurşun ve NaCl Tuzluluğunun Sucul Makrofitlerden Bacopa monnieri L.de Büyüme ve Mineral Madde İçeriğine Etkileri* (Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Okudum, R. (2012). *Soğuk Hava Depolarının Dağılışı ve Coğrafi Analizi: Isparta İli Örneği* (Doktora tezi, SDÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Olaimat, A. N., & Holley, R. A. (2012). Factors Influencing the Microbial Safety of Fresh Produce: a Review. *Food microbiology*, 32(1), 1-19.
- Oraman, M. N. (1963). Modern Bağcılık. *Ankara ünv. ziraat fak. yayınları*, (137).
- Oraman, M. N. (1965). Yeni Bağcılık. *Ankara üniversitesi ziraat fakültesi yayınları*, 253.
- Oraman, M. N. (1970). Bağcılık Tekniği I. *Ankara üniversitesi ziraat fakültesi bahçe yayınları*, 415.
- Öz, A. T., & Süfer, Ö. (2012). Meyve ve Sebzelerde Hasat Sonrası Kalite Üzerine Yenilebilir Film ve Kaplamaların Etkisi. *Akademik gıda*, 10(1), 85-91.
- Pirog, T., & Zvarych, A. (2021). Post-Harvest Treatment Of Fruit and Vegetables to Extend Their Shelf Life. *Редакційна колегія*, 21.
- Pui, C. F., Wong, W. C., Chai, L. C., Tunung, R., Jeyaletchumi, P., Hidayah, N., ... & Son, R. (2011). *Salmonella: A Foodborne Pathogen*. *International food research journal*, 18(2).
- Rawat, S. (2015). Food Spoilage: Microorganisms and Their Prevention. *Asian journal of plant science and research*, 5(4), 47-56.
- Rezaei, M., & Liu, B. (2017). Food Loss and Waste in the Food Supply Chain. *International nut and dried fruit council: reus, Spain*, 26-27.
- Riva, S. C., Opara, U. O., & Fawole, O. A. (2020). Recent Developments on Postharvest Application of Edible Coatings on Stone Fruit: A review. *Scientia horticulturae*, 262, 109074.
- Rosenberger, D. A. (2009). Fungicides, Biocides, and Sanitizers for Managing Postharvest Pathogens in Apples. *New York fruit quarterly*, 17(3), 3-7.
- Sargent, S. A., Ritenour, M. A., & Brecht, J. K. (2006). Handling, Cooling and Sanitation Techniques for Maintaining Postharvest Quality. *EDIS*, 2006(3).

- Savran, E. (2010). Fındıkta Hasat ve Harman Sonrası İşlemler, Fındık araştırma enstitüsü yayını
- Schmidt, M., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2019). Screening of Post-Harvest Decontamination Methods for Cereal Grains and Their Impact on Grain Quality and Technological Performance. *European food research and technology*, 245(5), 1061-1074.
- Sezgin, A. C., & Özkaya, F. D. (2014). Toplu Beslenme Sistemlerine Genel Bir Bakış. *Akademik gıda*, 12(1), 124-128.
- Shewfelt, R. L., Meyers, S. C., Prussia, S. E., & Jordan, J. L. (1987). Quality of Fresh-Market Peaches within the Postharvest Handling System. *Journal of food science*, 52(2), 361-364.
- Shezi, S., Magwaza, L. S., Mditshwa, A., & Tesfay, S. Z. (2020). Changes in biochemistry of Fresh Produce in Response to Ozone Postharvest Treatment. *Scientia horticulturae*, 269, 109397.
- Sibomana, M. S., Workneh, T. S., & Audain, K. (2016). A review of Postharvest Handling and Losses in the Fresh Tomato Supply Chain: a Focus on Sub-Saharan Africa. *Food security*, 8(2), 389-404.
- Sivakumar, D., & Bautista-Baños, S. (2014). A review on the Use of Essential Oils for Postharvest Decay Control And Maintenance of Fruit Quality During Storage. *Crop protection*, 64, 27-37.
- Soumet, C., Fourreau, E., Legrandois, P., & Maris, P. (2012). Resistance to Phenicol Compounds Following Adaptation to Quaternary Ammonium Compounds in *Escherichia coli*. *Veterinary microbiology*, 158(1-2), 147-152.
- Spadaro, D., & Gullino, M. L. (2004). State of the Art and Future Prospects of the Biological Control of Postharvest Fruit Diseases. *International journal of food microbiology*, 91(2), 185-194.
- Spadoni, A., Neri, F., & Mari, M. (2015). Physical and Chemical Control of Postharvest Diseases. *Advances in postharvest fruit and vegetable technology*, 1.
- Şanlı, N. Ö., Menciloğlu Y. (2019) Long Lasting Sanitation of Postharvest Storage Areas by Using Sol Gel Chemistry. International conference on agronomy and food science and technology, İstanbul, Türkiye, 20 - 21 Haziran 2019, ss.1
- Şen, L & Nas, S. (2010). Kuru İncir, Üzüm ve Kırmızıbiberlerde Mikotoksin Varlığı. *Akademik gıda*, 8(3), 24-32.
- Tanyaş, M. (2015). Tarım, Gıda ve Soğuk Zincir Lojistiği. *LODER lojistik dergisi*, 34.
- Tarımcı, Z. (2020). *Nevşehir İli Doğalsoğutmalı Yer Altı Depolarının Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri* (Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi).
- Tauxe, R. V. (2002). Emerging Foodborne Pathogens. *International journal of food microbiology*, 78(1-2), 31-41.
- TOBB (2021). Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği. 26.01.2021 / Ankara <https://www.tobb.org.tr/Sayfalar/Detay.php?rid=26237&lst=MansetListesi> (Son Ziyaret: 03.11.21)
- Triest, D., & Hendrickx, M. (2016). Postharvest Disease of Banana Caused by *Fusarium musae*: A Public Health Concern?. *PLoS pathogens*, 12(11), e1005940.
- TSE (2006) TS EN ISO 11290-1, Gıda Zinciri Mikrobiyolojisi-*Listeria monocytogenes* ve *Listeria spp.*'nin Aranması ve Sayımı için Yatay Metod Bölüm 1: Arama Metodu

- Tunail, N. (2000). Funguslar ve Mikotoksinler. *Gıda mikrobiyolojisi ve uygulamaları, genişletilmiş*, 2, 1-50.
- Tülek, S., & Dolar, F. S. (2011). Havuçlarda Görülen Depo Hastalıkları ve Yönetimi. *Gaziosmanpaşa üniversitesi ziraat fakültesi dergisi*, 2011(2), 187-198.
- Türk, R. (2017). Soğuk Muhafazanın Tarihsel Gelişimi, Önemi ve Genel Durumu. Bölüm 1, 1-6. (Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması, Editörler: R. Türk, N.T. Güneş, M. Erkan, M.A. Koyuncu). Somtad yayınları ders kitabı no:1, 542 s.
- Türk, R., & Karaca, H. (2015). Ülkemizde Taze Ürün Depolayan Soğuk Muhafaza Tesislerinde Teknik ve Ekonomik Nitelikler. 12. *ulusal tesisat mühendisliği kongresi*, 777-795.
- TÜSİAD (2020) Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği. Sürdürülebilir Büyüme Bağlamında Tarım ve Gıda Sektörünün Analizi
- Wisniewski, M. E., & Wilson, C. L. (1992). Biological Control of Postharvest Diseases of Fruits and Vegetables: Recent Advances. *Hortscience*, 27(2), 94-98.
- Yılmaz, H. İ. (2010). Göller Bölgesinde Elma Muhafazasında Kullanılan Soğuk Hava Depolarının Yapısal Yönden Analizi ve En Uygun Depo Tiplerinin Geliştirilmesi. *Fen bilimleri enstitüsü, Bornova, İzmir*.
- Yu, S. M., & Lee, Y. H. (2015). Genes Involved in Nutrient Competition by *Pseudomonas putida* JBC17 to Suppress Green Mold in Postharvest Satsuma Mandarin. *Journal of basic microbiology*, 55(7), 898-906.
- Zhang, X., Wang, Z., Chen, M., Liu, M., & Wu, Z. (2016). Polyvinylidene Fluoride Membrane Blended with Quaternary Ammonium Compound for Enhancing Anti-Biofouling Properties: Effects of dosage. *journal of membrane science*, 520, 66-75.
- Σταύρος, Κ. Δ. (2021). *Antagonistic Activity of Microorganisms Against Pathogenic Fungi of Tomato Alternaria Alternata and Fusarium Equiseti* (No. GRI-2021-30393). Aristotle university of thessaloniki.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Jale Nil Gürsoy Macun
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	Tarih girmek için tıklayın veya dokununuz.
Uyruğu	☒ T.C. ☐ Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	

Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Fen Fakültesi
Bölümü	Biyoloji
Mezuniyet Yılı	15.06.2018

Yüksek Lisans	
---------------	--

Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Biyoloji
Programı	Temel ve Endüstriyel Mikrobiyoloji

Doktora	
---------	--

Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Anabilim Dalı Adı
Programı	Program Adı

Makale ve Bildiriler