

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



DEPOLAMA SÜRELERİNİN
DETOKS SULARINDA PESTİSİT MİKTARI ÜZERİNE ETKİSİ

SALİHA GÖKDUMAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Sündüz Sezer KIRALAN (Tez Danışmanı)
Prof. Dr. Ash YORULMAZ
Dr. Öğr. Üyesi Yavuz YÜKSEL

BALIKESİR, HAZİRAN - 2024

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Depolama Sürelerinin Detoks Sularında Pestisit Miktarı Üzerine Etkisi**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Saliha GÖKDUMAN

ÖZET

DEPOLAMA SÜRESİNİN DETOKS SULARINDA PESTİSİT MİKTARI ÜZERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SALİHA GÖKDUMAN

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. SÜDÜZ SEZER KIRALAN)

BALIKESİR, HAZİRAN- 2024

Bu çalışmada, detoks suyunun oda sıcaklığı ve buzdolabı koşullarında depolanması sonrasında 7 pestisit etken madde (Boscalid, Azoxystrobin, Chlorantraniliprole Malathion, Pyrimethanil, Tebuconazole, Acetamiprid) miktarında meydana gelen değişim incelenmiştir. Detoks sularının hazırlanmasında salatalık, elma, limon, nane ve maydanoz kullanılmıştır. Sebze ve meyveler Balıkesir ilinde bulunan marketten rastgele alınmıştır. Örnekler oda sıcaklığı ($23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) ve buzdolabı sıcaklığında ($5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) 24, 48 ve 72 saat depolanmıştır. Pestisit analizinde, QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, Safe) ekstraksiyon yöntemi uygulanmış ve pestisit miktarları GC-MS/MS, LC-MS/MS cihazları kullanılarak belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan tüm pestisitler için uygulanan analiz metotları tayin limiti (LOQ), tespit limiti (LOD) ve geri kazanım gibi performans kriterleri açısından uygun bulunmuştur. Sonuçlar, oda sıcaklığında depolanan örneklerde pestisit azalma miktarının daha fazla olduğunu göstermektedir. Oda sıcaklığında depolama sonrasında en fazla oranda azalma 48 ve 72 saat sonunda %80 oranında Chlorantraniliprole etken maddesinde belirlenmiştir. Buz dolabı sıcaklığında depolama sonrasında da en fazla oranda azalma Chlorantraniliprole etken maddesinde belirlenmiştir. Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında depolanan örneklerde en az azalma oranları sırasıyla Tebuconazole ve Boscalid etken maddelerinde tespit edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Detoks suyu, pestisit, GC-MS/MS, LC-MS/MS

Bilim Kod / Kodları : 90814

Sayfa Sayısı : 65

ABSTRACT

EFFECT OF STORAGE PERIODS ON THE AMOUNT OF PESTICIDE IN DETOX WATER

MSC THESIS

SALIHA GÖKDUMAN

BALIKESIR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: DOÇ.DR. SÜNDÜZ SEZER KIRALAN)

BALIKESİR, JUNE - 2024

In this study, amount of 7 pesticides active substance (Boscalid, Azoxystrobin, Chlorantraniliprole Malathion, Pyrimethanil, Tebuconazole, Acetamiprid) residue changes were determined after storing detox water under room temperature and refrigerator conditions. Cucumber, apple, lemon, mint and parsley were used in the preparation of detox waters. Vegetables and fruits were taken randomly from the market in Balıkesir province. Samples were stored at room temperature ($23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) and refrigerator temperature ($5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) for 24, 48, and 72 hours. In pesticide analysis, QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, Safe) extraction method was applied and pesticide amounts were determined using GC-MS/MS, LC-MS/MS devices.

The analysis methods applied for all pesticides used in the study were found to be appropriate in terms of performance criteria such as limit of determination (LOQ), limit of detection (LOD) and recovery. The results show that the amount of pesticide reduction is greater in samples stored at room temperature. After storage at room temperature, the highest reduction was determined in the active ingredient Chlorantraniliprole, at a rate of 80% at the end of 48 and 72 hours. The highest decrease in refrigerator temperature after storage was determined in the active ingredient Chlorantraniliprole. The least reduction rates in samples stored at room temperature and refrigerator temperature were determined for the active ingredients Tebuconazole and Bcalid, respectively.

KEYWORDS: Detox water, pesticide, reduction, GC-MS/MS, LC-MS/MS

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	vi
SEMBOL LİSTESİ	vii
ÖNSÖZ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1 Detoks Suyu	3
2.2 Detoks Suyu Çeşitleri	3
2.3 Detoks Sularında Kullanılan Sebze ve Meyveler	5
2.4 Detoks Suyunun Sağlık Üzerine Etkileri	9
3. PESTİSİTLER	12
3.1 Zararlı Mücadelesi	13
3.2 Türkiye’de Pestisit Kullanımı	15
3.3 Pestisitlerin Sınıflandırılması.....	17
3.4 Pestisitlerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi.....	22
3.5 Pestisitlerin Çevre Üzerine Etkisi	23
3.6 Pestisit Davranışı ve Bozunma	24
3.7 Gıdaların Depolanması Sırasında Pestisitlerin Davranışı.....	26
3.8 Pestisit Kullanımında Yasal Düzenlemeler	28
3.9 Pestisit Tespit Yöntemi	28
4. MATERYAL VE YÖNTEM	30
4.1 Materyal	30
4.1.1 Detoks Suyu Sebzelerin Hazırlanması.....	30
4.1.2 Kullanılan Kimyasallar	30
4.2 Yöntem.....	30
4.2.1 Detoks Suyu Hazırlanması ve Muhafazası	30
4.2.2 Pestisit Tayini	32
4.2.2.1 Detoks Suyu Örneklerinden Pestisit Ekstraksiyonu.....	32
4.2.2.2 Pestisit Analizinde Kullanılan Metod ve Çalışma Koşulları	32
4.2.2.3 Kalibrasyon Eğrisi	33
4.2.3 Standart Hazırlama	33
4.2.4 Yöntem Çalışmaları	34
4.2.5 Tayin Limiti (LOQ) ve Tespit Limiti (LOD).....	34
4.2.6 Geri Alma/Geri Kazanım	35
4.2.7 İstatistiksel Analiz.....	35
5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA	36
5.1 Pestisit Aktif Maddelerinin Oda Sıcaklığında Değişim Miktarı.....	36
5.1.1 Boscalid Etken Maddesindeki Değişim	36
5.1.2 Azoxystrobin Etken Maddesindeki Değişim	38

5.1.3	Chlorantraniliprole Etken Maddesindeki Değişim	39
5.1.4	Malathion Etken Maddesindeki Değişim	40
5.1.5	Pyrimethanil Etken Maddesindeki Değişim	42
5.1.6	Tebuconazole Etken Maddesindeki Değişim.....	43
5.1.7	Acetamiprid Etken Maddesindeki Değişim	45
6.	SONUÇ	47
7.	KAYNAKLAR.....	48
	ÖZGEÇMİŞ	65



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1: 2023 yılı pestisit kullanımı (FAOSTAT).	15
Şekil 3.2: 2022 ve 2023 yılları Türkiye’de bitkisel üretim (TÜİK).	16
Şekil 3.3: Türkiye’de kullanılan pestisitlerin yüzde dağılımı.	17
Şekil 4.1: Sebze örneklerinin yıkama sonrası kurutulması.	31
Şekil 4.2: Detoks sularının hazırlanması ve santrifüj tüplerinde muhafaza edilmesi	31
Şekil 5.1: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası boscalid miktarlarındaki azalış (%)	37
Şekil 5.2: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası azoxystrobin miktarlarındaki azalış (%).....	39
Şekil 5.3: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası chlorantraniliprole miktarlarındaki azalış (%).....	40
Şekil 5.4: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası malathion miktarlarındaki azalış (%).....	42
Şekil 5.5: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası pyrimethanil miktarlarındaki azalış (%)	43
Şekil 5.6: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası teboconazole miktarlarındaki azalış (%)	45
Şekil 5.7: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası acetamiprid miktarlarındaki azalış (%).....	46

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1: 2023 yılı tarımsal ilaç kullanımı (TÜİK).	16
Tablo 3.2: Pestisitlerin sınıflandırılması.	18
Tablo 3.3: Pestisitlerin hedef organizmaya göre sınıflandırılması.	19
Tablo 3.4: Pestisitler formülasyon yapılarına göre de sınıflandırılmaktadır (120).	20
Tablo 4.1: Tez çalışmasında kullanılan etken maddelere ait üretici firma, miktar ve etken türü bilgileri.	30
Tablo 4.2: Pestisit etken maddeleri için GC-MS/MS çalışma koşulları.	32
Tablo 4.3: Pestisit etken maddeleri için LC-MS/MS çalışma koşulları.	33
Tablo 4.4: Pestisit etken maddelerinin LOQ ve LOD limitleri.	34
Tablo 5.1: Oda ve buzdolabı sıcaklığında 24,48,72 saat depolama sonrası boscalid miktarları (mg/kg).....	36
Tablo 5.2: Oda ve buzdolabı sıcaklığında 24,48,72 saat depolama sonrası azoxystrobin miktarları (mg/kg).....	38
Tablo 5.3: Oda ve buzdolabı sıcaklığında 24,48,72 saat depolama sonrası chlorantraniliprole miktarları (mg/kg).	39
Tablo 5.4: Oda ve buzdolabı sıcaklığında 24,48,72 saat depolama sonrası malathion miktarları (mg/kg).....	41
Tablo 5.5: Oda ve buzdolabı sıcaklığında 24,48,72 saat depolama sonrası pyrimethanil miktarları (mg/kg).....	42
Tablo 5.6: Oda ve buzdolabı sıcaklığında 24,48,72 saat depolama sonrası tebuconazole miktarları (mg/kg).....	44
Tablo 5.7: Oda ve buzdolabı sıcaklığında 24,48,72 saat depolama sonrası acetamiprid miktarları (mg/kg).....	45

SEMBOL LİSTESİ

LC-MS/MS	: Sıvı kromatografi-kütle spektrometresi/ kütle spektrometresi
GC-MS/MS	: Gaz kromatografi-kütle spektrometresi/ kütle spektrometresi
LOQ	: Tayin Limiti
LOD	: Tespit Limiti
QuEChERS	: Hızlı, kolay, ucuz, etkili, sağlam, güvenli
ppm	: Toplam madde miktarında milyonda bir birim
PSA	: Primary Secondary Amine
MRL	: Maksimum kalıntı limiti



ÖNSÖZ

Bu çalışmada, bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım Balıkesir Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü Kalıntı Analizleri Birim Sorumlusu Yuk. Gıda Müh. Ruziye ÇAKIR'a, çalışmanın her bir aşamasında beni destekleyen, yönlendiren ve yardımcı olan değerli hocam Doç. Dr. Sündüz Sezer KIRALAN'a sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca, desteklerini hep hissettığım canım aileme sonsuz teşekkür ederim.

Balıkesir, 2024

Saliha GÖKDUMAN



1. GİRİŞ

Gıda maddesine olan talep, nüfusa bağlı olarak her geçen gün daha da artmaktadır. Gelişen sosyo ekonomik durum gıda maddesine olan talebi; gıda kaynaklarının kaliteli, sağlıklı ve yüksek besin değerlerine sahip olması yönünde değiştirmektedir.

Bu amaçla; ekili dikili tarım arazilerinde hem verimi artırıp hem de ürün kaybını azaltmak üreticilerin başlıca hedefi haline gelmiştir. Pestisit kullanımı, tarımsal mücadele amacıyla yapılmaktadır. İnsan ve hayvan sağlığına zararlı etmenleri ortadan kaldırmak veya en aza indirmek hedeflenmektedir. Bunun yanı sıra; yetiştirme ve depolama aşamalarında bilinçsiz ve kontrolsüz pestisit kullanımı da sağlığa oldukça zararlıdır. Bunun tespiti ve kontrolü için ise çeşitli yöntemler kullanılmaktadır.

Detoks sularında, farklı sebze meyveler farklı şekillerde kullanılmaktadır. Tüketici beğenisi ve besin değeri göz önünde bulundurularak farklı detoks suyu formülasyonları mevcuttur. Detoks sularında en sık kullanılan sebze ve meyvelerden bazıları, salatalık, elma, limon, maydoz ve nanedir. Bu sebze ve meyveler farklı özellik ve miktarlarda biyoaktif bileşen içermelerinin yanı sıra bunların yetiştirilme sürecinde kullanılan pestisitlerde farklılık göstermektedir.

Detoks suları hem besleyici zengin içeriği hem de kolay ulaşılabilir oluşu sayesinde son zamanlarda popülerlik kazanmıştır. Özellikle mevcut yaşam tarzı, tüketicileri; pratik, sağlıklı ve tüketime hazır ürünlere yönlendirmektedir. Tüketici eğilimi sayesinde detoks suları, her geçen gün büyüyen pazar payına sahiptir. Aktif ve zengin biyolojik içeriği ise günlük vitamin ve mineral alımında oldukça etkilidir. Yüksek düzeyde sahip olduğu C vitamini, polifenol ve flavonoidler sayesinde antioksidan kapasitesi oldukça yüksektir. Bu özellikleri sayesinde tüketici detoks sularını sağlıklı gıda olarak tanımlamaktadır.

Bu tez çalışmasında marketten rastgele alınan hammaddeler kullanılmıştır. Yeşil elma, nane, limon, salatalık ve maydanozdan oluşan detoks suyu hazırlanmıştır. Taze meyve ve sebze kullanılarak hazırlanan detoks suyu, 50 ppb düzeyinde hazırlanan pestisit mixi ile kirletilmiştir. Pestisit miktarı, oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat bekletilmiş ve analiz edilmiştir. Tespit aşamasında AOAC 2007.01 (Modifiye) metodu kullanılmıştır. LC-MS/MS ve GC-MS/MS cihazlarıyla pestisit taraması yapılmıştır. Bu tez

alışmasında, depolama sıcaklığı ve süresinin pestisit değeri üzerine etkisi ve değışim düzeyi gözlemlenmiştir.



2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Detoks Suyu

İnsan sağlığı ile besleyici gıda bileşenleri arasındaki ilişki nedeniyle gıda endüstrisinde önemli değişiklikler yaşanmış ve yeni bir sağlıklı beslenme trendi gelişmiştir. Tüketiciler, ürünleri sadece duysal özellikleri nedeniyle değil; vitamin, mineral ve polifenol içeriği gibi faydalı sağlık ve beslenme özellikleri nedeniyle de tercih ederler. Sonuç olarak gıda endüstrisi, müşteri taleplerini karşılamak için yeni, sağlıklı, güvenli ve duysal açıdan ürünler geliştirmeye yönelmiştir. İçime hazır içecekler arasında smoothie'ler (detoks suları) giderek artan bir pazar alanına sahiptir. Detoks suları, meyve bileşenlerinin besinlerinden elde edilen faydalı ve sağlığı koruyucu niteliklere sahip doğal gıdalar olarak da bilinen süper gıdalar olarak tanımlanmaktadır [1].

Detoks suları (smoothie) genellikle yarı sıvı, koyu kıvamlı ve esas olarak püre ve meyve sularından oluşan, içecek formundaki meyve ve/veya sebze bazlı ürünlerdir. Yoğurt, süt, dondurma, şeker, bal veya sadece su gibi diğer bileşenler de eklenebilir [2].

Diyetlerde sağlıklı beslenme adı altında bitkilerin çeşitli formları kullanılmaktadır. Bunlardan en çok kullanılanlardan biri de bitki içerikli detoks sularıdır [3]. Dünya Sağlık Örgütü ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) meyve sebze tüketiminin artırılması yönünde tavsiye vermektedir. Bu nedenle detoks sularına (smoothie) talep sürekli olarak artmakta ve gıda endüstrisindeki pazar payı büyümektedir [4]. Değişen tüketim alışkanlıklarına alternatif olarak detoks suyu (smoothie) gibi çiğ meyve sebzelerden daha uzun raf ömrüne sahip yeni ürünler geliştirilmektedir [5].

Detoks suyu (smoothie) hem sağlıklı ve doğal oluşu hem de hızlı bir şekilde hazırlanabiliyor oluşu nedeniyle dönemin gıda trendi haline gelmiştir [6]. Böylece detoks suları meyve sebze tüketiminin teşvik edilmesinde de rol oynamaktadır [7].

2.2 Detoks Suyu Çeşitleri

Fonksiyonel gıdalar, sağlıklı yaşam tarzı açısından tüketici farkındalığının artması, sağlıklı oluşu, az bilinen bitkilere dikkat çekilmesi nedeniyle tüketici tarafından ilgi görmektedir [8].

Fonksiyonel gıdaların beslenme etkileri, sağlık durumunu iyileştirme veya hastalık riskini azaltma gibi vücutta bir veya daha fazla fonksiyon üzerinde etkilidir. Mevcut veriler; biyoaktif bileşikler açısından zengin ürünlerin tüketiminin, obezite, tümörler ve metabolik sendrom gibi kronik hastalık riskinin azatılmasında etkili olduğunu raporlamıştır [9].

Bağışıklık sistemini güçlendirmek ve vücut fonksiyonlarını sağlıklı kılmak için çiğ meyve ve sebzeler yerine kolaylıkla tüketilebilen meyve-sebze suları, nektarlar ya da detoks suları tercih edilmektedir [10].

Detoks suları, meyve ve sebze tüketimini teşvik etmede oldukça etkilidir. Uygun formülasyon ile zengin bir biyoaktif bileşik kaynağı olduğundan fonksiyonel gıda özelliği de göstermektedir. Bu amaçla en sık kullanılan popöler meyve elma ve çilektir. Hatta, antibakteriyal, antiviral ve antiinflamatuvar özellikleri sayesinde kuş üzümü gibi meyveler de kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan çilek, zengin bir antioksidan kaynağıdır. Toplam fenolik bileşik içeriği %41 antosiyaninler, %28 flavan-3-oller, %14 ellagitanninler, %13 sinamik asit konjugatları, %3 flavonoller ve %1 ellagik asit konjugatlarından oluşur. Sağlığa faydaları açısından çileklerde bulunan en önemli bileşik, 4.056,4 mg/100 g aralığında seviyelere ulaşan ellagik asittir [11].

Detoks suyu yapımında sıklıkla kullanılan elma ise; kersetin, kateşin ve klorojenik asit dahil olmak üzere yüksek miktarda flavonoid içermektedir [12]. Elma tüketiminin kanser, astım, diyabet ve kalp-damar hastalıkları riskini azalttığı ispatlanmıştır. 100 gram elmanın antioksidan aktivitesi 1500 mg C vitaminine eşittir [13].

Detoks suyu yapımında kullanılan havuç; polifenolikler, fenolik asitler ve flavan-3-oller (turuncu, beyaz, sarı ve mor havuçlar) açısından zengindir. Mor havuçta ise yaşlanmaya, diyabete, kalp-damar hastalıklarına, kanserlere ve nörolojik bozukluklara karşı etkili olan antosiyaninler vardır [14]. Ayrıca havucun yüksek vitamin ve mineral içeriği gıda kaynaklı eksikliklerin azaltılmasına yardımcı olabilir ve biyokimyasal reaksiyonların düzgün yürütülmesinden ve insan vücudunun işleyişinden sorumludur. Havuç aynı zamanda iyi bir diyet lifi kaynağıdır (hem çözünür hem de çözünmez fraksiyon), bu da diyetdeki yağların emiliminin ve bunların karaciğer dokularında toplanmasının engellenmesini etkiler. Buna ek olarak, kan şekeri seviyesine etki etmektedir [15].

Detoks sularının kimyasal içerikleri ve duyuşal özellikleri kullanılan hammaddeye göre büyük ölçüde değişiklik gösterir [16]. Yapılan bir çalışmada muz, balkabağı ve mor havuçtan oluşan sarı renkli üç farklı formülasyonda detoks suları hazırlanmıştır. Hazırlanan detoks sularının tamamında toplam fenolik içerikleri ve antioksidan aktive arasında pozitif korelasyon gözlemlenmiştir. Balkabalı ve mor havuçlu smoothieler, muzlu ve mor havuçlularla karşılaştırıldığında daha yüksek toplam karotenoid içeriğine sahipken, formülasyonunda muz içeren smoothieler, yalnızca kabaklı ve mor havuçlu smoothielere kıyasla daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği tespit edilmiştir [2].

2.3 Detoks Sularında Kullanılan Sebze ve Meyveler

Detoks suyu, Türk Gıda Kodeksi Alkolsüz İçecekler Tebliği'ne göre üretilmektedir. Etiket beyanında doğal ibaresi bulunanlar ise 5262 Organik Tarım Kanunu ve gerekliliklerini sağlamakla yükümlüdür.

Tüketime sunulan detoks suları çoğunlukla muz, elma, çilek, böğürtlen, ahududu gibi meyvelerle zenginleştirilmektedir. Böylece tüketici için duyuşal olarak daha tercih edilir hale gelmektedir [17]. Koyu yeşil sebzeler de (ıspanak, karalahana vb.) vitamin ve mineraller açısından oldukça zengindir. Meyve bazlı detoks sularına sebze ilave edilmesi ile sebze tüketiminin artırılması hedeflenmektedir [18].

Taze meyve ve sebzeler; flavonoller, flavan-3-oller, fenolik asitler, antosiyaninler gibi fenolik bileşikler içerdiklerinden önemli doğal antioksidan kaynaklardır [19]. İçerdikleri polifenoller; diyabet, kanser, nörodejeneratif ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde ve ilerlemesinin azaltılmasında oldukça etkilidir. Ayrıca bağırsaktaki yararlı bakterilerin oranını artırarak sağlık, kilo yönetimi ve hastalıkların önlenmesi açısından önemli olan prebiyotik olarak da önemli bir role sahiptirler. Fenolik bileşiklerin en iyi bilinen gruplarından biri, bitkilerin kırmızı-mor renginin nedeni olan antosiyaninlerdir. Reaktif oksijen ve diğer reaktif türleri temizleme yeteneklerinden dolayı metabolik reaksiyonlarda güçlü bir antioksidan aktivite gösterirler [20].

Meyveler birçok zararlıya ve bitki hastalığına karşı oldukça hassas olduklarından genellikle, yetiştirilirken pestisitler yaygın olarak kullanılmaktadır. Endüstride pestisit kalıntılarını azaltabilecek işlemler olmasına rağmen meyveler genellikle çiğ veya yarı çiğ olarak tüketilmektedir. Dolayısıyla, insan sistemine giren kalıntılar oldukça yüksek düzeydedir [21].

Bitkisel ürünlerdeki pestisit kalıntı konsantrasyonunun azaltılması meyve /sebzelerin farklı sıcaklıkların etkisine tabi tutulması ısıtma yoluyla sağlanabilir. Isıtma işleminin birçok yöntemi vardır: kurutma, kaynatma, haşlama, kızartma, fırınlama, kavurma, pişirme, buharda pişirme, konserveleme, buğulama ve ızgaralama vb. Bunun yanında; yıkama, soyma, meyve suyu sıkma veya fermantasyon işlemleri gibi gıda işleme tekniklerinde de kalıntı seviyesinde azalmalar gözlemlenmiştir [22].

İnsektisit bir pestisit olan pirimifos-metil tarlada uygulandıktan sonra, limon kabuğunda 0,5-5 mg kg⁻¹ konsantrasyonunda tespit edilirken, meyve etinde ölçülebilir konsantrasyon seviyesinde olmadığı tespit edilmiştir [23]. Yapılan diğer bir çalışmada ise turunçgillerin kabuklarında önemli miktarda pestisit birikimi olduğunu, turunçgillerin etinde ise ihmal edilebilir miktarda aktif madde kalıntısı olduğu gözlemlenmiştir [24]. Yapılan bir çalışmada, sipermetrin (0,6 mg kg⁻¹), dimetoat (0,45 mg kg⁻¹), fenthion (0,40 mg kg⁻¹) ve fenvalerat (0,68 mg kg⁻¹) kalıntılarının soyma işlemiyle mangolardan tamamen uzaklaştırıldığı tespit edilmiştir [25]. Meyvelerde çoğunlukla kullanılan pestisitler arasında organofosfatlar, organoklorinler ve karbamatlar bulunur [26].

Detoks sularında, farklı sebze meyveler farklı şekillerde kullanılmaktadır. Tüketici beğenisi ve besin değeri göz önünde bulundurularak farklı detoks suyu formülasyonları mevcuttur. Detoks sularında en sık kullanılan sebze ve meyveler, salatalık, elma, limon, maydoz ve nane'dir. Bu sebze ve meyveler farklı özellik ve miktarlarda biyoaktif bileşen içermelerinin yanı sıra bunların yetiştirilme sürecinde kullanılan pestisitlerde farklılık göstermektedir.

- **Salatalık:** %95 oranında su içerir. İyi bir potasyum kaynağı olan salatalık bazı içecekler, dehidrasyon durumunda elektrolit seviyelerinin dengelenmesinde rol oynamaktadır [27]. Salatalık yetiştiriciliğinde böcekleri, yabancı otları ve hastalıkları önlemek için genellikle birden fazla pestisit kullanılmaktadır. Bu da salatalık verimin artmasını sağlamaktadır. Türkiye'de yapılan bir çalışmada, toplamda 725 salatalık ve biber örneklerinde 170 farklı pestisit kalıntısının düzeyi incelenmiştir. Yapılan analiz sonucunda sebze örneklerinde ölçülebilir konsantrasyonlarda 12 farklı pestisit tespit edilmiştir. Bu pestisitler Acetamiprid, Boscalid, Azoxystrobin, Triadimenol, Cyprodinil, Metalxyl, Spinosad, Tebuconazole, Thiamethoxam, Promamocarb, Dimethomorph Ve Chlorpyrifos'tur. Diğer pestisitlerin MRL değerlerinin altında olduğu raporlanmıştır [28].Yapılan bir çalışmada, salatalık

üretiminde 12 ülkeden 360 örnek tarla ve seralardan toplanmıştır. MRL değerlerini aşan pestisitler ise; izoprokarb, piraklostrobin, abamectin ve asetamiprid olarak raporlanmıştır [29].

- **Elma:** Gülgiller familyasının bir üyesi olan elma, tüm Dünya’da 93'ten fazla ülkede yetişen eski ve popüler bir meyvedir [30]. Kateşin ve klorojenik asit dahil olmak üzere yüksek oranda flavonoid içerir [31]. Elma tüketimi; kanser, astım, diyabet gibi hastalık risklerini azaltmaktadır [32]. Elmada kullanılan pestisitler elma kabuğuna nüfus eder. Çok düşük konsantrasyon seviyelerinde bile bu pestisitler, tüketicilerin üreme ve sinir sistemlerinde işlev bozukluğu dahil çok sayıda olumsuz etkiye sebep olmaktadır [33]. Yapılan araştırmalar, elmanın işlenmesi aşamasında bazı pestisitlerin elma suyuna geçtiğini göstermiştir. Örneğin acetamipridin suda yüksek çözünürlüğü nedeniyle elma suyunda konsantre olduğu rapor edilmiştir [34]. Carbendazim, prochloraz ve difenoconazole gibi pestisitler, elmada yaprak lekesi hastalığına karşı uygulanan geniş spektrumlu fungusitlerdendir [35]. Thiamethoxam, İmidacloprid ve Asetamiprid ise elmaları yaprak bitlerinden korumak için uygulanan etkili pestisitlerdendir [36]. Genel olarak elma üretiminde farklı amaçlar için farklı pestisit kullanılmaktadır. Örneğin haşare kontrolü için kullanılan pestisitler insektisit grubundan; deltamethrin, bifentrin, lambda cyhalothrin ve fungusitlerden sınıfından da pyrimethanil, difenokonazol olarak raporlanmıştır [37].
- **Limon:** Yaygın olarak limon olarak bilinen *Citrus limon (Rutaceae)*, esas olarak antikanserijen etkiyi sağlayan alkaloidler için kullanılan önemli tıbbi bir bitkidir [38]. Limonlar, diğer turuncgiller gibi mükemmel bir C vitamini kaynağıdır ve mineraller (potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor ve demir) ve diyet lifi gibi çok sayıda diğer temel besin maddelerinin kaynağıdır [39]. Limon meyvesi ve suyu, polifenoller (apigenin, hesperidin, naringin, kersetin ve diğerleri) ve fenolik asitler (ferulik asit ve sinaptik asit) açısından oldukça zengindir [40]. Limon ağaçları ve limonlar; mantar, bakteri veya viral olabilen veya böceklerin (yaprak bitleri ve tripler) neden olduğu birçok narenciye hastalığına karşı oldukça duyarlıdır [41]. Çeşitli çalışmalarda, limon meyvelerinin çok sayıda ve aynı zamanda yüksek miktarda kayıtlı veya kayıtsız pestisit kalıntısı içerdiği tespit edilmiştir [42]. Özellikle turuncgil yetiştiriciliğinde, bifenazat, etoksazol, fluazinam, lufenuron ve spirotramat özellikle böcekler, akarlar ve mantarları kontrol altında tutmak için yaygın olarak kullanılan pestisitlerdendir [43]. Yapılan bir araştırmada narenciye

bahçelerinde yaygın olarak kullanılan etken maddeler içinde; diazinon, imidacloprid, thiacloprid, delthamethrin, carbandezim raporlanmıştır [44].

- **Nane:** Nane olarak adlandırılan *Mentha L.*, Avrupa, Afrika, Asya, Avustralya ve Kuzey Amerika'da dağıtılan Lamiaceae familyasına ait çok yıllık otsu bitkiler sınıfına aittir. Dünya'da yetiştirilen en büyük baharatlardan biridir [45]. Bitkilerin dış katmanları genellikle iç kısımlara oranla daha yüksek düzeyde fenolik içerir. Örneğin birçok farklı çalışmada, meyve ve sebzelerin kabuklarında etinden daha yüksek fenolik içeriğin bulunduğu tespit edilmiştir [46]. Başlıca fenolik asitler ve flavonoidler nedeniyle nane yaprakları önemli antioksidan ve serbest radikal temizleme özelliklerine sahiptir. Nane yaprakları fizyolojik etkilerinden dolayı sağlığı koruyucu etkiye sahip fonksiyonel gıda ürünleri olarak kullanılmaktadır [47]. Ekonomik fayda elde etmek için çiftçiler, nane ekimi sırasında ortaya çıkan böcek zararlılarını ve bitki hastalıklarını önlemede pestisit kullanmaktadır. Bu pestisitler mahsullerde veya yaprak yüzeylelerinde kalabilir ve toksik etkileri, baş ağrısı ve mide bulantısı gibi kısa vadeli etkilerden kanser, üreme hasarı ve endokrin sisteminin bozulması gibi çeşitli sağlık sorunlarına neden olabilmektedir [48]. Nane örnekleri üzerinde yapılan bir çalışmada tespit edilen 16 pestisit kalıntısı arasında sekiz fungusit, altı insektisit ve iki herbisit raporlanmıştır. Difenconazol ise %25.55 ile en yüksek düzeyde tespit edilen etken olduğu bildirilmiştir. Ayrıca lambda-cyhalothrin, cypermethrin, cyfluthrin ve bifenthrin'in düzeyinin de riskli olabilecek seviyede olduğu raporlanmıştır [49].
- **Maydanoz:** Maydanoz (*Petroselinum crispum*) *Apiaceae* familyasına ait bir bitkidir. Bu bitki modern ve geleneksel birçok gıda ürününün lezzetini artırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Maydanoz, nerdeyse tüm dünyada günlük beslenmenin bir parçası olarak tüketilen popüler bir yeşil yapraklı sebzedir [50]. Sahip olduğu biyoaktif bileşikleri nedeniyle anti-hipertansiyon antioksidan, antidiyabetik, antibakteriyel ve antifungal aktivite gibi kapsamlı farmakolojik özelliklere sahip olduğu da rapor edilmiştir [51]. Aynı zamanda karoten, vitaminler açısından da zengindir. Protein içeriği ve demir içeriği ise diğer sebze meyvelerin iki katıdır [52]. Yüksek fenolik ve besin içeriği nedeniyle bilimsel çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Antimikrobiyal, antioksidan ve antihiperlipidemik

etkisinden dolayı bilimsel araştırmalarda popülerliğini korumaktadır [53]. 40 adet maydanoz örnekleriyle yapılan bir çalışmada, 23'ünde en az bir adet ölçülebilir konsantrasyonlarda pestisit tespit edilmiştir. En sık rastlanılan kalıntı ise; pymetrozine olarak raporlanmıştır. Maydanoz örneklerinde analiz edilen kalıntılar arasında saptanan pestisitler sırasıyla şöyledir; fluopyram, pendimethalin ve cypermethrin kalıntıları yer almaktadır. Ayrıca, birer maydanoz örneğinde chlorpyrifos-methyl, ethoprophos, hexaconazole, indoxacarb, malathion, methiocarb, pyrimethanil ve tebuconazole [54].

2.4 Detoks Suyunun Sağlık Üzerine Etkileri

Geçtiğimiz yıllarda insan sağlığı ve besleyici gıda bileşenleri arasındaki ilişki nedeniyle gıda endüstrisinde önemli değişiklikler yaşanmış ve sağlıklı beslenme trendi gelişmiştir. Tüketiciler ürünleri sadece duysal özellikleri nedeniyle değil aynı zamanda vitamin, mineral ve polifenol içeriği nedeniyle de seçmeye başlamıştır. Sonuç olarak gıda endüstrisi, müşteri taleplerini karşılamak için yeni, sağlıklı, güvenli ve çekici (duysal açıdan) ürünler geliştirmeye ve yaratmaya başlamışlardır. İçime hazır içecekler arasında detoks suları (smoothie'ler) giderek artan bir pazar payına sahiptir. Detoks suları, meyve bileşenlerinin besinlerinden elde edilen, faydalı ve sağlığı koruyucu niteliklere sahip doğal gıdalar olarak tanımlanan süper gıdalar olarak tanımlanmaktadır [55].

Detoksifikasyon, kimyasalların ve metabolitlerinin idrar ve dışlı yoluyla atılımını ya da ter veya sebun yoluyla böbrek dışına atılımını [56]. Detoksifikasyon veya detoks diyetleri; vücuttaki toksinleri atmak, kilo vermeye yardımcı olmak ve genel sağlığı daha iyi hale getirmek için uygulanmaktadır. Detoks diyetleri, tam açlık oruçlarından meyve sebze oruçlarına kadar geniş bir aralığı içermektedir. Genellikle bu diyetler; laktasifler, diüretikler, vitaminler, mineraleler ve/veya 'temizleyici gıdaların kullanımını içerir [57]. Bu nedenle de detoks suları popüler diyet listelerinde sıkça kullanılmaktadır [56] Meyve ve sebze bakımından zengin bir beslenme şekli diyabet, kanser, kardiovasküler gibi hastalık risklerini azaltmaktadır [58].

Var olan yaşam tarzı ve beslenme alışkanlıkları nedeniyle meyve ve sebze alımı önerilen seviyelerin altındadır [59]. Bu nedenle tüketici eğilimleri; pratik ve kolay hazırlanabilir ürünlere doğru yönelmektedir. Gıda endüstrisinde de yenilikçi ve alternatif ürün arayışları devam etmektedir [60]. Gıda endüstrisinde sektör haline gelen karışık meyve bazlı

içeceklerin tüketiimi son yollarda artış göstermektedir [61]. Pratik ve tüketime hazır olan bu içecekler aynı zamanda biyoaktif bileşen kaynağıdır [62].

Taze, çiğ, koruyucu madde içermeyen sebzelerden uygun şekilde ekstrakte edilerek elde edilen sebze suları; gerekli tüm amino asitleri, mineralleri, tuzları, enzimleri ve vitaminleri içermektedir. Bu nedenle diyet listelerinde detoksifiye ve yenileme amaçlı kullanılmaktadır. Sebze sularındaki lifler hızla tokluk hissini sağlar ve sindirimi iyileştirir. Sebzelerin sağlıklı olmasının diğer nedeni de bileşimlerinde az şeker içermesi ve meyve sularına göre daha az kalori sağlamasıdır [63].

Detoks sularında bulunan her organik asidin sağlığa özel faydaları mevcuttur. Bu bileşikler, sindirim enzimlerinin salgılanmasını uyarır ve vücudun kimyasal reaksiyonlarına etki ederler [64]. Örneğin; Malik asit, elma meyvelerinde baskın olan organik asittir. Hem karaciğerin korunmasında hem de sindirim sürecinde önemli rol oynamaktadır [65]. Sitrik asit, doğal bir koruyucu olmasının yanı sıra, yiyecek ve içeceklere ekşi bir tat verir. Ayrıca hücrelerin oksidatif metabolizmasında bir metabolit olarak görev alır [66]. Askorbik asit, hücreleri oksidatif stres hasarından koruyan bir antioksidandır. Bu bileşik yara iyileşmesinde, kemik oluşumunda ve sağlıklı diş etlerinin korunmasında görev alır. Ayrıca, bu asitin çeşitli metabolik işlevlerde önemli bir rolü vardır. Farklı organik asitlerin detoks suları ile birlikte diyete dahil edilmesi, sahip oldukları fonksiyonları nedeniyle (beslenme, sağlık açısından) oldukça önemlidirler [67]. Düzenli meyve ve sebze tüketiminin, kalp hastalığı, felç, obezite, diyabet, bazı kanser türlerine karşı hastalık riskini önemli düzeyde azalttığı ispatlanmıştır [68].

Pek çok çalışma, fenolik bileşiklerin yüksek bir antioksidan kapasiteye sahip olduğunu, yaygın olarak buldukları meyve ve sebzelerin insan tüketimi için antioksidan bileşik kaynakları olduğunu göstermiştir [69]. Antioksidanlar, serbest radikalleri nötralize ederek hücre ve doku hasarını önlemede ve dolayısıyla insan vücudunda homeostazisinin korunmasında önemli bir rol oynamaktadır [70].

Yapılan bir çalışmada muz, çilek ve tropikal meyve ile detoks suyu hazırlanmış ve toplam antioksidan kapasitesinin ve fenolik bileşik içeriğinin oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Bu konuda fareler üzerinde klinik çalışmalar yapılmış, karaciğer işlev bozukluğu ve yağlı beslenmenin sebep olduğu metabolik sorunlarda iyileşmeler gözlemlenmiştir [71]. Detoks

sularının meyve suyundan daha fazla diyet lifi, C vitamini ve diğerk antioksidan bileşikleri içerdiki kanıtlanmıştır [72]. Aynı zamanda detoks suları polifenoller açısından da oldukça zengindir [73].



3. PESTİSİTLER

Pestisit; herhangi bir zararlıyı uzaklaştırmak, yok etmek veya kontrol altına almak ya da bitki büyümesini düzenlemek amacıyla kullanılan kimyasal veya biyolojik bileşenlerden oluşan herhangi bir madde veya madde karışımıdır [74].

Gelişmekte olan ülkelerde finansal ve ekonomik kalkınmayı sınırlayan başlıca etkenlerden bazıları; sanayileşme nedeniyle tarım arazilerinin kıtlığı, artan insan nüfusu, doğal afetler nedeniyle gıda ürünlerinin kaybı, haşere istilası ve su krizi gibi faktörlerdir. Bu koşullar altında gelecekte mahsul verimini artırmak ise zorlu bir süreç olacaktır. Çiftçiler, gıda hedeflerini karşılamak için hibrit tohumların kullanılması, sistematik/akıllı sulama uygulamaları, kimyasal gübrelerin ve pestisitlerin uygulanması gibi ileri teknolojileri uygulamaktadırlar [75]. Bununla birlikte, yoğunlaştırılmış tarımsal gelişme, toprak verimliliğinin azalması, asitleşmenin artması, nitratın sızması, yabancı ot türlerinin yaygın yabancı ot öldürücülere karşı direnci ve toprak biyolojik çeşitliliğinin azalması dahil olmak üzere çeşitli çevresel problemlere sebep olmuştur [76]. Tarım alanlarında yabancı otları ve böcek istilasını engellemek; evlerde, ofislerde, alışveriş merkezlerinde ve sokaklarda çeşitli zararlı ve hastalık taşıyıcılarını (örneğin sivrisinek, kene, sıçan ve fare) kontrol etmek için pestisitler yaygın olarak kullanılmaktadır. Pestisitlerin etki mekanizmaları türe özgü olmadığından, bunların çeşitli yollardan maruz kalınmasıyla ilişkili çevresel riskler (örn. yiyecek ve içme suyundaki kalıntılar) hakkında endişeler dile getirilmiştir. Bu tür tehlikeler kısa vadeli (örneğin cilt ve göz tahrişi, baş ağrısı, baş dönmesi ve mide bulantısı) ve kronik etkilere (örneğin kanser, astım ve diyabet) kadar değişse de çeşitli faktörlerin dahil olması nedeniyle risklerinin açıklanması oldukça zordur. Bu zorlukların sebepleri arasında, maruz kalma süresi ve düzeyi, pestisit türü (toksikite ve kalıcılığa ilişkin) ve etkilenen alanların çevresel özellikleri gösterilebilir. İnsan popülasyonunda pestisitlere tamamen maruz kalmayan hiçbir grup yoktur, ancak çoğu hastalık çok nedenli olduğundan halk sağlığı değerlendirmelerine ciddi bir karmaşıklık yaratmaktadır [77].

Pestisitlerin olumsuz etkileri arasında ciddi çevre kirliliği de vardır. Diğer sonuçlar arasında toprak verimliliğindeki kayıp, asitleşmedeki artış, nitratların sızması, biyolojik çeşitlilik kaybı ve yabancı otlara karşı artan dirençte de artışlar görülmektedir [78]. Pestisit uygulamasında yanlış doz yönetimi, kalıntı kontaminasyonuna neden olur. Besin zincirinde

ve besin ağlarında bunun sonucunda oluşan birikimler toprak, yeraltı suyu, hava ve diğer su kütlelerinin kirlenmesine de sebep olmaktadır. Bu nedenle, tarımın sürdürülmesinde zararlı pestisit kalıntılarının azaltılması zorunlu hale gelmiştir [79]. Pestisit kalıntılarının varlığı; havada [80], suda ve toprakta [81] görülmektedir. Bu nedenle, pestisitlerin bozunması için ekolojik bir yönetim gereklidir. Amaç; biyolojik çeşitliliğin korunmasını sağlamaktır.

3.1 Zararlı Mücadelesi

Pestisitler, kimyasal maddeler olarak; bitkileri kemirgenlerden, zararlılardan ve mantarlardan korumak için kullanılmaktadır. Yanlış kullanıldıklarında ise gıdalarda kalıntı bırakabilmektedir [82]. Bu kalıntılar zor parçalanabilir olup eser düzeylerdeki miktarları bile insan sağlığı için büyük tehdit oluşturmaktadır [83]. Bu nedenle pestisitlerin miktarlarının belirlenmesi ve izlenmesi gıda endüstrisi için oldukça önemli bir konudur [84].

Son dönemlerde yapılan çalışmalar; insan sağlığı, yaban hayatı popülasyonları ve çevre üzerindeki zararlı etkilerinden dolayı gıda maddelerindeki pestisit kalıntı seviyelerinin azaltılması yönünde olmaktadır. Yayımlanan raporlar, pestisitlere maruz kalmanın olası sağlık risklerine (akut ve kronik zehirlenme, kanser, üreme üzerindeki olumsuz etkiler, beyin veya bağışıklık sistemlerine zarar) dikkat çekmektedir. Maruziyeti azaltma amaçlı da özellikle; yıkama, ağartma, soyma, ısıl işlemler, alkali elektrolize suyla yıkama, soğuk plazma, ultrasonik temizleme, ozon işemi ve enzimatik işlem gibi çok sayıda geleneksel ve son teknoloji yöntem önerilmiştir [85]. Örneğin; Ultrasonik temizleme, hücre zarlarını parçalayarak pestisit kalıntılarını gıda ürünlerinden etkili bir şekilde uzaklaştırır [86]. Gıdalarda pestisit alımının azaltılması, sürdürülebilir tarım uygulamalarına dayanan çok katmanlı bir yaklaşımı zorunlu hale getirmektedir [87]. Mahsul rotasyonu ve biyolojik kontrol, pestisitlere olan ihtiyacı azaltan entegre haşere yönetiminin iki farklı uygulama yöntemi olarak geliştirilmektedir [88].

Biyolojik haşere yönetiminde, canlı organizmalar haşere artışını yönetmek için kullanılırlar. Yararlı canlılar ekosisteme dahil edildiğinde pestisitlere olan ihtiyaç azalmaktadır. Örneğin, yırtıcı akarların veya uğur böceklerinin pamuk tarlalarına sokulması, yaprak bitleri gibi tehlikeli zararlıların sayısının kontrol altına alınmasına yardımcı olabilir [89].

Fiziksel haşere yönetiminde, bitkileri haşere saldırılarından korumak için fiziksel tuzaklar kullanılır. Bu amaçla da haşere girişini önleyen ağlar, bariyerler veya diğer somut yapılar

kullanılmaktadır. Örneğin, meyve bahçelerinde böcek istilasını takip etmek ve yönetmek için feromon tuzakları kurulmaktadır [90].

Pestisitlerin sürekli olarak yeniden değerlendirilmesi, daha güvenli, daha az toksik pestisitlerin kullanımının artması, sıkı düzenleme ve kontrol, eğitim, öğretim, alternatif pestisit giderme yöntemlerinin geliştirilmesi ve uluslararası iş birliği, gıdadaki pestisit kalıntılarını azaltarak gıda güvenliğini sağlama ihtimalini arttırmaktadır. Ayrıca; pestisitlerin taşınması, depolanması ve kullanımında görev alan personelin uygun şekilde eğitilmesi ve yetiştirilmesi de gereklidir. Böylece pestisitlere maruz kalma tehlikesi ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz sonuçları en aza indirmek hedeflenmiştir [85].

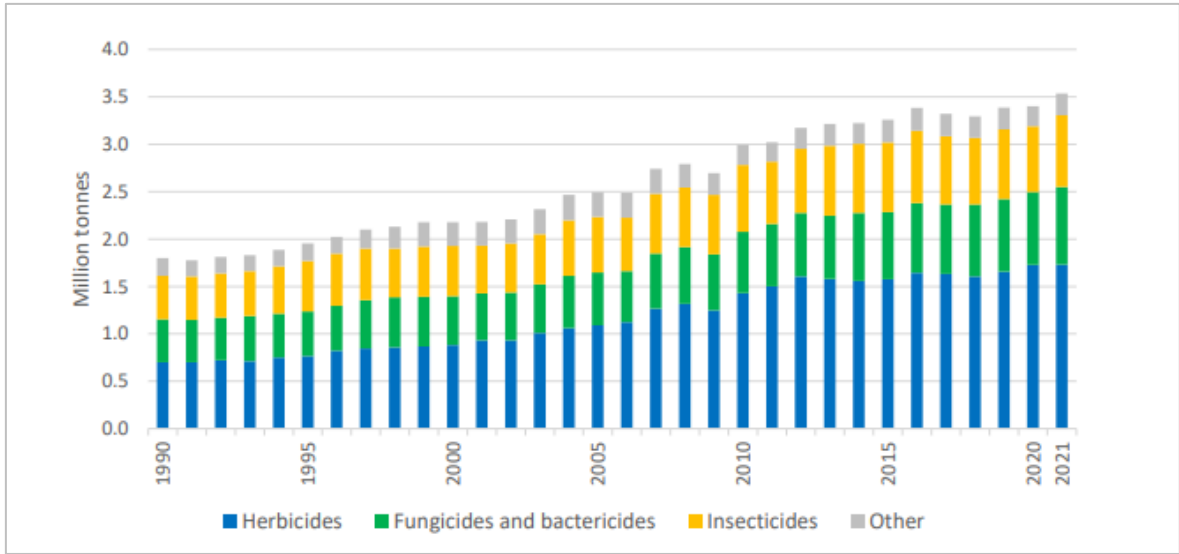
3.2. Dünyada Pestisit Kullanımı

Tarım, çeşitli zararlıları kimyasal olarak kontrol etmek için kullanılan pestisitlerin en büyük kullanım alanıdır (dünya üretiminin yaklaşık %85'i). Ayrıca pestisitler, süs peyzajı, park ve bahçelerde çeşitli hastalıkları (sıtma ve humması vb.) ve istenmeyen bitkileri (çim ve yabancı otlar vb.) kontrol etmek amacıyla da kullanılmaktadır. Ayrıca elektrikli ekipmanlarda, buzdolaplarında, boyada, halıda, kâğıtta, kartonda ve gıda ambalaj malzemelerinde böceklerin, zararlıların, bakterilerin, mantarların ve alglerin çoğalmasının bastırılmasında veya önlenmesinde de kullanılmaktadır [91].

Dünya nüfusu endişe verici bir hızla artmaktadır. Küresel çapta, temel gıda ürünleri ve ham maddeler de dahil olmak üzere diğer birçok ürün türünün üretimi, tarımla uğraşı gerektirmektedir. Doğal kaynakların (örneğin toprak, toprak, su vb.) kıtlığı ve sınırlı mahsul verimliliği nedeniyle, ekonomik ve çevresel açıdan makul olan ileri tarım tekniklerine yönelik talebi arttırmaktadır [92]. Bu sorunları çözmek ve tarımsal verimi artırmak amacıyla sentetik gübreler ve pestisitler geliştirilmiş ve kullanılmıştır [93].

Dünya nüfusunun, Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre, 2050 yılına kadar dokuz milyara ulaşması beklenmektedir. Nüfusa oranla artan gıda maddesi ihtiyacının da günümüze oranla çok daha yüksek olacağı tahmin edilmektedir. Artan gıda maddesi ihtiyacına rağmen tarım alanlarının aynı kalması var olan bu alanların da en verimli şekilde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Verimi artıran en önemli girdi ise kullanılan pestisitlerdir. Kısa süre içerisinde sonuç alınması pestisit kullanımını da yaygınlaştırmıştır [94].

Pestisit kullanımı ve ticaretine ilişkin istatistikler, tarımın sürdürülebilirliğinin izlenmesi açısından önemlidir. Özellikle pestisitlerin küresel hareketinin değerlendirilmesine ve olası eksikliklerin belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Şekil 3.1’de FAOSTAT Pestisit Kullanımı Veri Tabanı, halihazırda 1990-2021 dönemi için ülkeye, aktif bileşenlere ve başlıca pestisit kategorisine göre kullanılan pestisitlere ilişkin verileri içermektedir. Alan ayrıca hektar ekim alanı, kişi başına (kg/kişi) ve tarımsal üretim değeri başına pestisit kullanımı gibi ilgili göstergeleri de içerir [95].



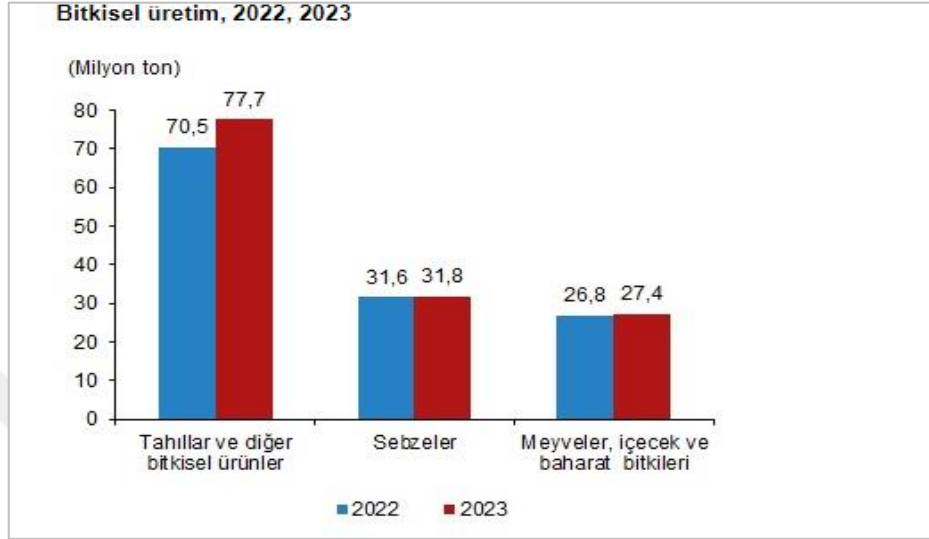
Şekil 3.1: 2023 yılı pestisit kullanımı (FAOSTAT).

Şekil 3.1’e göre; 2021 yılında tarımda pestisit kullanımı toplam 3,54 milyon ton aktif madde ulaşmıştır. 2020’ye göre bu miktar % 4, 10 yıl içerisinde yüzde 11 artış göstermiştir. 1990’dan bu yana pestisit kullanımı iki katına çıkmıştır. Yine aynı tabloya göre; son 10 ile 1990’lı yıllar karşılaştırıldığında, pestisitlerin küresel uygulaması herbisitler için % 53, fungusitler ve bakterisitler için % 111 ve böcek öldürücüler için % 44 oranında arttığı tespit edilmiştir [95].

3.2 Türkiye’de Pestisit Kullanımı

Şekil 3.2’de 2022 ve 2023 yıllarında Türkiye’de gerçekleşen bitkisel üretim miktarındaki değişime ait veriler yer almaktadır. Şekil 3.2’ye göre; üretim miktarları, 2023 yılında bir önceki yıla göre tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerde (yem bitkileri hariç) %10,3; sebzelerde %0,6; meyveler, içecek ve baharat bitkilerinde %2,3 oranında arttı. Buna göre 2023 yılında tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerde 77,7 milyon ton; sebzelerde 31,8 milyon ton; meyveler,

İçecek ve baharat bitkilerinde 27,4 milyon ton üretim gerçekleşmiştir. Sebze ürünleri üretim miktarı 2023 yılında bir önceki yıla göre %0.6 artarak yaklaşık 31,8 milyon ton olarak gerçekleşti. Meyveler, içecek ve baharat bitkileri üretim miktarı 2023 yılında bir önceki yıla göre %2.3 oranında artarak yaklaşık 27,4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir [96].



Şekil 3.2: 2022 ve 2023 yılları Türkiye’de bitkisel üretim (TÜİK).

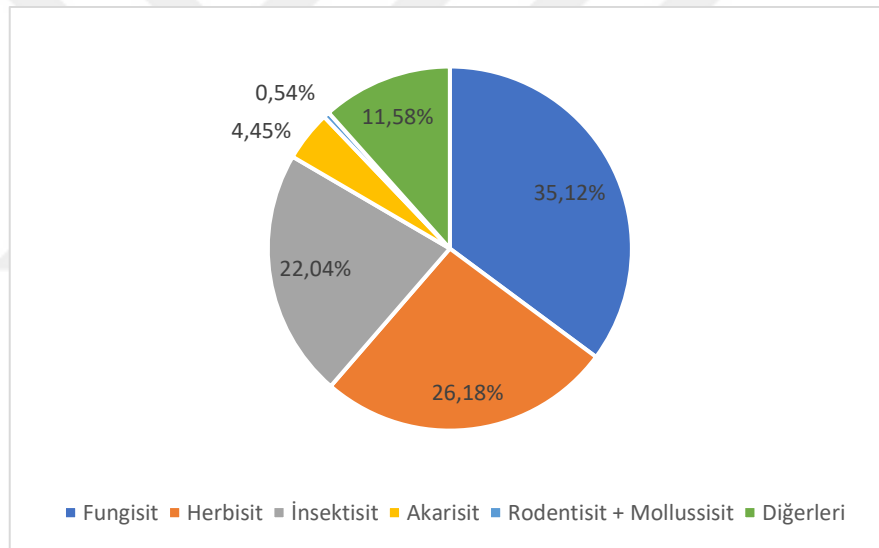
Tablo 3.1’e göre Türkiye’de yıllık pestisit kullanım miktarı yıllara artış eğilimi göstermektedir. Yıllar içerisinde kullanım miktarı yaklaşık olarak 50-60 bin ton olarak değişim göstermektedir.

Tablo 3.1: 2023 yılı tarımsal ilaç kullanımı (TÜİK).

Yıl	İnsektisitler	Fungusitler	Herbisitler	Akarisitler	Rodentisitler	Diğer	Toplam (ton)
2014	7586	16.674	7794	1513	149	6007	39.723
2015	8117	15.984	7825	1576	197	5327	39.026
2016	10.425	20.485	10.025	2025	259	6835	50.054
2017	11.436	22.006	11.759	2452	236	6209	54.098
2018	13.583	23.047	14.794	2486	309	5801	60.020
2019	11.609	19.698	12.644	2124	264	4958	51.297
2020	12.347	20.600	13.250	2200	280	4995	53.672
2021	11.071	19.098	13.320	2342	283	6851	52.965
2022	12.205	19.446	14.553	2462	2980	6410	55.374

Türkiye’de artan üretim miktarlarına bağlı olarak yıllar içerisinde pestisit kullanımı da artmaktadır. Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de hastalık, zararlı ve yabancı ot mücadelesinde en fazla tercih edilen zirai mücadele yöntemi kimyasal mücadeledir. Kısa sürede sonuç alınabilmesi ve uygulama kolaylığı sayesinde tercih edilmektedir [97].

Şekil 3.3’de de Türkiye’de kullanılan pestisit çeşitlerinin yüzde oransal dağılımı görülmektedir. Yabancı otları, zararlıları, bitki patojenlerini, mikropları ve kemirgenleri hedef almak için; herbisitler, böcek öldürücüler, fungusitler gibi pestisit grupları kullanılmaktadır [98]. Şekil Şekil 3.3’e göre; Türkiye’de de kullanıldıkları zararlı grubuna göre öne çıkan pestisitler; insektisit, fungusit ve herbisitlerdir. 2022 yılında kullanılan toplam pestisit %35.12’sini fungusitler oluştururken bunu sırasıyla herbisitler (%26.18) ve insektisitler (%22.04) takip etmektedir.



Şekil 3.3: Türkiye’de kullanılan pestisitlerin yüzde dağılımı.

3.3 Pestisitlerin Sınıflandırılması

Pestisitler, Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından, örneğin hayvan veya bitki hastalığı vektörleri, zarara neden olan ve üretimi olumsuz yönde etkileyen istenmeyen bitki ve hayvan türleri gibi zararlıları ortadan kaldırmak ve kontrol etmek için kullanılan maddeler veya madde karışımları olarak tanımlanmaktadır [99].

Son yıllarda, nüfus artışına bağlı olarak tarımsal verimliliği korumak amacıyla pestisit kullanımı da artış göstermektedir [100]. Bu amaçla da Dünya çapında her yıl yaklaşık üç

milyar ton pestisit kullanılmaktadır [101]. Tipik olarak, uygulanan pestisitlerin %1'den azı hedef organizmalarına ulaşırken geri kalan miktarlar ise hava, toprak, tatlı su, mahsuller ve canlılar da dahil olmak üzere hedef olmayan organizmalara ulaşmaktadır [102].

Pestisitler; görünüşü, etkin maddelerinin kimyasal yapısı, elde edildikleri kaynak, etkiledikleri zararlı grubuna göre farklı biçimlerde sınıflandırılmaktadır [103]. WHO tarafından pestisitler, toksisite seviyelerine göre sınıflandırılmaktadır. Sınıflandırmaların çoğu akut oral LD50 değerine göre yapılmaktadır. LD50 (mg/kg), akut zehirliliğin kantitatif değerlendirilmesi için genellikle kullanılan ölçü, "öldürücü doz 50" ölçüsüdür. Kısaca LD50 (Lethal dose 50) olarak gösterilir. Bu ölçünün birimi vücudun kilogramı başına alınan gram madde miktarıdır ve bir hayvan popülasyonunun uygulamadan bir hafta sonra %50 sinin ölümüyle sonuçlanan dozajı gösterir [104].

Tablo 3.2: Pestisitlerin sınıflandırılması.

Sınıflandırma	LD50 (mg/kg)	
	Oral	Dermal
Çok yüksek zararlı pestisit	<5	<50
Yüksek zararlı pestisit	5-50	50-200
Orta derecede zararlı pestisit	50-2000	200-2000
Hafif derecede zararlı pestisit	2000 üzeri	2000 üzeri
Zararlı olması muhtemel olmayan pestisit	5000 ve üzeri	

Biyolojik çeşitliliğin korunmasını için ekolojik stratejiler geliştirilmektedir. Tablo 1.2'ye göre, Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) sınıflandırması pestisitlerin tehlikeli durumlarını tanımlamaktadır. Buna göre; 1. Son derece tehlikeli (forat), 2. Yüksek derecede tehlikeli (karbofuran), 3. Orta derecede tehlikeli (endosülfan) ve 4. Hafif derecede tehlikeli (malathion) pestisitler vb [105].

Pestisitlerin uygun olmayan şekilde kullanılması, sağlık üzerinde akut veya kronik etkilerinin yanı sıra kazara zehirlenmelere de sebep olmaktadır. Çiftçiler ve çiftlik işçileri gibi tarımsal pestisit uygulayıcıları sıklıkla yüksek düzeyde pestisit kontaminasyonuna maruz kalmaktadır [106]. Dünya çapında pestisitlerin senep olduğu zehirlenmeler artmakta ve tahminen 35 milyon kişi pestisit maruziyeti nedeniyle sağlık sorunları yaşamaktadır [107].

BM Gıda ve Tarım Örgütü'ne, göre dünya çapında pestisit kullanımı 1990'dan bu yana iki katına çıkarak 2021'de 3,54 milyon tona ulaştığı raporlanmıştır [108]. Özellikle tarımda ürünleri yabancı otlara, böcek zararlarına ve çeşitli bitki hastalıklarına karşı korumak için pestisitler uzun süredir kullanılmaktadır. Pestisitler, bu özelliklerinden dolayı da bitkilere karşı oldukça faydalıdır [109]. Bazı bölgelerde bu pestisitler aynı zamanda leishmaniosis, sıtma, dang humması ve şistozomiyaz gibi zoonotik hastalıkların tedavisinde ve kontrolünde de yaygın olarak kullanılmaktadır [110]. Bitki patojenleri, mikroplar ve zararlılar, küresel gıda arzında %10-20 oranında bir kayba neden olmakta ve bu da tarımsal sürdürülebilirliğin ve gıda güvenliğinin sağlanması konusunda endişelere sebep olmaktadır [111]. Son yıllarda pestisit kullanımına yönelik dikkat değer artışlar rapor edilmektedir. Tarım ürünlerinin yaklaşık üçte biri pestisit uygulamasına bağlı olarak üretilmektedir. Pestisit kullanılmadığı takdirde ise meyve üretiminde %78 sebze üretiminde %54 ve tahıl üretiminde %32 kayıp yaşanması beklenmektedir. Bu nedenle pestisitler dünya çapında ürün veriminin artırılmasında kritik bir rol oynamaktadır [112].

Tablo 3.3: Pestisitlerin hedef organizmaya göre sınıflandırılması.

Pestisit Türü	Hedef Zararlı
Herbisitler	Yabancı otlar
Fungisitler	Küfler
Bakterisit	Bakteriler
İnsektisitler	Böcekler
Akarisitler	Akarlar (keneler vb.)
Rodentisitler	Kemiriciler
Mollusisitler	Yumuşakçalar
Rodentisitler	Kemiriciler
Aphisitler	Yaprak biti
Larvasitler	Larvalar
Pisisitler	Balıklar
Nematisitler	Yuvarlak solucanlar

20. yüzyılda dünya nüfusunun artması, gıda üretiminde paralel bir artış olmadan mümkün olamazdı. Gıda verimliliğindeki artışlar kimyasal kullanımı, daha iyi bitki çeşitleri ve makine kullanımı gibi çeşitli faktörlerden kaynaklansa da pestisitler yabancı otların,

hastalıkların ve zararlı böceklerin neden olduğu hasat kayıplarını azaltarak sürecin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir [113].

Pestisitler; kimyasal sınıflar, fonksiyonel gruplar, etki şekilleri ve toksisite gibi farklı sınıflandırma terimleriyle sınıflandırılır. İlk olarak pestisitler; fungusitler, böcek öldürücüler, herbisitler ve kemirgen öldürücüler dahil olmak üzere zararlıların farklı hedeflerine göre sınıflandırılır. Örneğin, fungusitler mantarları öldürmek için kullanılır, böcek öldürücüler böcekleri öldürmek için kullanılır, herbisitler ise yabancı otları öldürmek için kullanılır [114].

Tablo 3.3'e göre; ilk olarak pestisitler, fungusitler, böcek öldürücüler, herbisitler ve kemirgen öldürücüler dahil olmak üzere zararlıların farklı hedeflerine göre sınıflandırılır. Hedef zararlıya dayalı olarak sınıflandırma da tablodaki gibidir [115].

Herbisitler, yabancı ot ve zararlılarını kontrol altına almak amacıyla uygulanan kimyasal maddelerdir. Herbisitlerin kullanımı mahsullerin büyüme hızını ve verimliliğini arttırsa da yanlış kullanımı ekolojik döngüye zarar vermektedir [116]. Herbisitler, bitkileri doğrudan temas yoluyla ve/veya yapraklar, gövdeler veya kökler yoluyla emilen yabancı otları öldürerek öldürmek için kullanılır [117].

Tablo 3.4: Pestisitler formülasyon yapılarına göre de sınıflandırılmaktadır [120].

Fiziksel durum	Özellikler
Emülsifiye edilebilir konsantreler	Her uygulamadan önce sürekli çalkalamaya gerek yoktur.
Islanabilir Tozlar	Her uygulamadan önce sürekli çalkalama gerektirir
Granüller	Aktif maddenin kil ile karıştırılmasıyla elde edilir
Yemler	Aktif maddenin gıdayla karıştırılmasıyla elde edilir
Tozlar	Tozlar suya karışmamalı ve kuru olarak uygulanmalıdır.

Mantar hastalıkları mahsul üretimi için büyük bir tehdit olduğundan, mantar istilasını kontrol altına almak için mantar ilaçlarının uygulanması, küresel gıda arzını güvence altına almak için çok sık kullanılmaktadır [118]. Avrupa Birliği'nde (AB) fungusit satışlarının (kütle bazında) toplam pestisit satışının % 40'ından fazlasını oluşturduğu tespit edilmiştir [119].

Tarım, çeşitli zararlıları kimyasal olarak kontrol etmek için kullanılan pestisitlerin en büyük tüketicisidir (dünya üretiminin yaklaşık %85'i). Ayrıca pestisitlerden, süs peyzajı, park ve bahçelerde vektör kaynaklı hastalıkları (sıtma ve humma) ve istenmeyen bitkileri (örn. çim ve yabancı otlar) kontrol etmek için de faydalanılmaktadır [121].

Farklı amaçlar için uygulanan pestisitler, Tablo 1.4'te görüldüğü gibi farklı fiziksel özelliklerine göre farklı formülasyon biçimleri oluşturularak kullanılırlar.

Pestisitler içerdikleri etken maddenin yapısına göre ise;

1- Organik klorlu bileşikler

- Diklordifenil triklor etan (DDT)
- Benzen heksaklorür (BHC)
- Siklodien grubu bileşikler: Klordan, heptaklor, aldrin, dieldrin, isodrin, endrin, endosulfan ve toksafen

2- Organik fosforlu bileşikler

3- Karbamatlar ve

4- Sentetik pyrethroidler(piretroidler) olmak üzere 4 gruba ayrılmaktadır [122].

Kimyasal sınıflara göre pestisitler organik ve inorganik içeriklere göre sınıflandırılır. İnorganik pestisitler arasında bakır sülfat, demir sülfat, bakır, kireç ve kükürt bulunur. Organik pestisitlerin içerikleri daha karmaşıktır [123].

Organofosforlu pestisitler (OPP'ler), esas olarak fosfat veya fosforotioat bileşiklerinden oluşan yaygın kullanılan pestisit türüdür [124]. OPP'ler tarımda farklı meyve ve sebzelerin verimini arttırmak, büyüme aşamaları boyunca ürün kalitesini iyileştirmek, ürün kayıplarını azaltmak ve istenmeyen bitkileri ortadan kaldırmak için kullanılmaktadır. Bu kimyasallar meyve ve sebzeler tarafından absorbe edilmektedir ve toprakta veya sulama suyunda buldukları konsantrasyon seviyesine bağlı olarak yüksek konsantrasyon seviyelerine ulaşabilmektedir [125].

Organoklorlu pestisitler, lipid çözünürlükleri ve metabolizmaya karşı dirençleri nedeniyle insan organizmasında birikebilmektedir. Bu durum, yağ dokusundaki yarı ömürlerinin yaklaşık 10 yıla kadar çıkmasından kaynaklanmaktadır. Dünyadaki pestisit pazarının büyük bir kısmını organofosforlu pestisitler oluşturmaktadır. Geniş hedef aralıkları ve yüksek

toksisiteleri göz önüne alındığında, tarım ve çevre güvenliği açısından daha büyük bir soruna sebep olmaktadır [126].

3.4 Pestisitlerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi

Taze meyve ve sebzeler, içerdikleri besin değerleri sayesinde sağlıklı beslenmenin en önemli iki bileşenidir [127]. Vitamin ve mineral bakımından da oldukça değerli olan meyve ve sebzeler aynı zamanda pestisit gibi zararlı maddelerin kaynağı haline gelebilmektedir [128]. Ürünle tüketilen bu pestisit kalıntıları, özellikle insan vücudunda yağ dokularında birikerek endokrin, sinir ve bağışıklık sistemine zarar verip kansere sebep olmaktadır [129]. Pestisitlerin vücuttaki varlığının bir sonucu olarak çok sayıda hastalığa sebep olduğu belirtilmiştir. Kanser riski [130], depresyon [131], diyabet [132] gibi pestisitlerin sebep olduğu olumsuz sonuçlar olarak literatürde belgelenmiştir.

Pestisitlere kronik olarak maruz kalma kanserojen etkilerinin yanı sıra DNA mutasyonlarına, ayrıca; üreme, sindirim, cilt ve solunum sistemlerinde de sorunlara sebep olmaktadır [133]. Yaygın olarak kullanılan OPP (Organofosforlu pestisitler), sinir sisteminin fizyolojisinde bozulmaya sebep olmaktadır [134]. Yapılan diğer bir çalışma OPP'lere maruz kalma ile Alzheimer ve Parkinson hastalıkları riskinin artması arasındaki bağlantıyı olduğu tespit edilmiştir [135].

Endokrin bozucu kimyasallara (EDC'ler) erken yaşta maruz kalmanın, insanlarda üreme sağlığını olumsuz yönde etkilediği ileri sürülmüştür. Yaygın fungusitlerden olan propikonazol veya imazalil'e gençlerin maruz kalmasından sonra endokrin ve üreme sistemi üzerindeki olumsuz etkileri karakterize edilmiştir [136]. Pestisit maruziyetinin doğum kusurlarına, doğum ağırlığının azalmasına, fetal ölüme vb. yol açan olumsuz etkilerine dair bir dizi kanıt da mevcuttur [137].

Sadece taze meyve sebzeler değil, tahıl grubu için de pestisit kullanımı oldukça yaygındır. Tahıllarının depolanmasında pestisitlerin kullanılması sağlık açısından tehlikeli sonuçlara, böceklerin pestisit direncine ve diğer ciddi çevresel komplikasyonlara neden olmaktadır. Tahıllar ve baklagillerin depolama aşamasında kullanılan organoklorlardan olan diklorodifeniltrikloroetan (DDT), dieldrin, heptaklor, dikofol, metoksiklor insan vücudunda farklı etkilere sebep olmaktadır. Endokrin bozulması, kanserojen etki, nörolojik etki, embriyonik gelişim, lipid metabolizması, hematolojik değişiklikler bunlardan bazılarıdır.

Soya fasulyesi ve mısırın üretim ve depolama aşamalarında kullanılan Organofosforlu pestisitlerden malathion, parathion, dimetoat kullanımı sonucu endokrin sistemin bozulmasına, insülin sekresyonunda azalmaya, karbonhidrat, protein ve yağ metabolizmasında bozulmalara, mitokondriyal fonksiyon bozukluklarına, oksidatif strese, üreme organı hasarına, kardiyovasküler hastalıklara, böbrek yetmezliğine, DNA hasarı ve sinir sistemi fonksiyon bozukluklarına neden olduğu bilinmektedir [138].

3.5 Pestisitlerin Çevre Üzerine Etkisi

Mahsul verimini artırmak ve mahsulün korunmasını sağlamak için üreticiler tarafından uzun yıllardan beri sentetik pestisitler ve gübrelerden faydalanılmaktadır. Pestisitler ve gübreler genellikle suda çözünürlüğü düşük olan aktif bileşenler içermektedir. Bu nedenle, yetiştiriciler, mahsul hastalıklarını kontrol etmek ve uygun verim elde etmek için bu preparatlardan daha fazla hacim/miktar kullanmaktadırlar [139].

Pestisitlerin yaygın ve yanlış kullanımı; bunların hava, su ve besin zinciri yoluyla çevreye ve insan vücuduna bulaşmasına sebep olmuştur. Bu durum hem çevre hem de insan sağlığı açısından önemli riskler barındırmaktadır [140]. Mahsul verimini sağlamak için pestisit kullanımı kaçınılmaz olarak artacak, hatta kullanım sıklığı belirlenen limitleri bile aşabilecektir. Püskürtülen pestisitlerin yalnızca %0,1'inin beklenen haşere kontrolü hedefine ulaşırken, püskürtülen pestisitlerin ise %99,9'unun çevreye yayılacağı bildirilmektedir [141]. Ayrıca pestisitlerin yaygın kullanımı ekolojik ve çevresel kaygılara neden olmaktadır. Püskürtülen sentetik pestisitlerin %98'inin hedef türlerinin dışında başka bir hedefe ulaştığı tespit edildiğinden dolayı küresel tarım arazilerinin %60'ından fazlasının (~24,5 milyon km²) pestisit kirliliği riski altında olduğu tahmin edilmektedir [142].

Pestisitlerin sağlık üzerindeki olumsuz etkileri sadece pestisitlerin toksisitesine değil aynı zamanda insanların pestisit kalıntılarına maruz kalma miktarına ve süresine de bağlıdır. Pestisitler; su, toprak, hava kirliliğinin yanı sıra bitkiler, hayvanlar ve diğer hedef dışı organizmalar ile de çevresel kirliliği etkilemektedir. Bu etkilerin çoğu, uygulanan pestisitinin toksisitesi, uygulama sırasında alınan önlemler, uygulanan dozaj, toprak adsorpsiyonu, hava koşulları ve pestisitinin çevrede ne kadar süre kaldığı gibi faktörlere bağlıdır [143]. Yapılan bir çalışmada; Avrupa'nın ana mahsullerini ve geleneksel ve organik tarım sistemlerini kapsayan 10 çalışma alanından numuneler toplanmıştır. 625 çevresel numunede (201 toprak, 193 mahsul, 20 dış hava, 115 iç mekan tozu, 58 yüzey suyu ve 38 tortu numunesi) 209

pestisit kalıntısının (aktif maddeler ve dönüşüm ürünleri) varlığı ve seviyeleri incelenmiştir. Farklı matris gruplarında bulunan pestisit profili çıkartılmıştır. Buna göre, numunelerin %86'sında ilgili tespit limitinin üzerinde en az bir kalıntı olduğu tespit edilmiştir. Toprakta 100, suda 112, çökeltilerde 99, mahsullerde 78, dış havada 76 ve iç mekan tozunda 197 adet raporlanmıştır [144].

3.6 Pestisit Davranışı ve Bozunma

Pestisitler hedef bitkiye uygulanırken çevreye transfer olma potansiyeline sahiptir [145]. Bu süreçte pestisitler mikroorganizmalar, ışık, kimyasal reaksiyonlar gibi etmenlere bağlı olarak parçalanmaya başlarlar [146]. Pestisit kalıntısının; bitkinin fizikokimyasal özellikleri, yıkama solüsyonları, pestisit püskürtme süresi, uygulama sıklığı ve işleme teknikleri, analitik yöntemler ve analitik ekipmanın mevcudiyeti gibi çeşitli faktörlere bağlı olduğu tespit edilmiştir [147].

Pestisitlerde mikrobiyal bozunma, mantar ve bakteri gibi mikroorganizmalar tarafından gerçekleşmektedir [148]. Oksijen, sıcaklık, toprak nemi, pH'sı ve toprağın gözenekli yapısı gibi faktörler pestisitlerin mikrobiyal bozunmasını etkiler [149]. Örneğin, Benalaksil'in bozunması temel olarak toprak pH'sından etkilenir; daha yüksek pH değerlerine sahip topraklarda daha büyük bir bozunma meydana gelir [150]. Toprak mikroorganizmaları ksenobiyotikler üzerinde toplu olarak etki ederek bileşikleri ayrıştırır ve bunları bitkilerin büyüme ve gelişmeleri için kullanabileceği minerallere dönüştürür. Ancak pestisitlere ve diğer zararlı kimyasallara sürekli maruz kalmak, başta bakteriler olmak üzere mikroorganizmalar üzerinde çevresel strese neden olacaktır. Bu tür zorlu koşullar altında, adaptasyonlarına ve hayatta kalmalarına yardımcı olan değiştirilmiş bir genetik sistem geliştirme eğilimi göstermektedirler [151].

Pestisitler aynı zamanda topraktaki kimyasal reaksiyonlar ile de parçalanabilir [152]. Ayrıca güneş ışığı radyasyonu her zaman aktif olduğundan toprak yüzeyindeki moleküllerin bozunmasında önemli bir rol oynar [153]. Kimyasal bozunmanın hızı ve türü toprak sıcaklığı, pH seviyelerinden etkilenmektedir [152]. Pestisitlerin bozunmasında güneş ışığı da etkilidir [154]. Tüm insektisitler bir dereceye kadar foto-bozunma yeteneğine sahiptir ve bozunma hızı ışığın yoğunluğuna, maruz kalma süresine ve böcek ilacının özelliklerine göre değişmektedir [155].

Gıdalardaki pestisit kalıntıları depolama aşamasından da etkilenmektedir. Kapsamlı literatür taraması çoğu durumda işleme aşamalarının; özellikle yıkama, soyma ve pişirme işlemleri yoluyla hazırlanan gıdadaki kalıntı seviyelerinin azaldığını göstermektedir. Pestisit kalıntılarının alımını azaltmak için evsel ve ticari kullanıma yönelik su ve çeşitli kimyasal solüsyonlarla yıkamak gereklidir. Kabuktaki pestisit kalıntılarını gidermek için de dondurmanın yanı sıra meyve suyunu sıkmak ve soymak da gereklidir. Ayrıca; gıda ürünlerinin pişirilmesi pestisit kalıntılarının çoğunun ortadan kaldırılmasına yardımcı olur [156].

Yıkama etkisini tespit etmek amacıyla yapılan bir çalışmada elma ve papaya meyvelerine çeşitli pestisitlerle (Cypermethrin, Chlorpirifos, Alfa-Endosülfan, Beta-Endosülfan, Dimethoat, Propikonazol, Quinalphos ve Malathion) 9-12 mg/kg aralığında işlem uygulanmıştır. Pestisit uygulanmış numuneler çeşitli yıkama yöntemleri öncesinde ve sonrasında analiz edilmiştir. Buna göre sıcak suyla yıkamanın etkisi ile kalıntılarda % 75,9-92,4 oranında azalma tespit edilmiştir. Tuzlu su ile yıkamada % 80,8–91,1, %0,1 sitrik asit solüsyonu ile yıkamada 65,8–82,0 ve musluk suyuyla yıkama %47,5-71,2 azalmalar tespit edilmiştir [157].

Pestisitlerin kalıcılığı genellikle yarı ömür döngüsüyle açıklanır. Bu, başlangıçtaki miktarın zaman içinde azalması anlamına gelir. Pestisitlerin yarı ömrü, çok kalıcı pestisitler için saatler, günler veya yıllar olabilir. Örneğin; Sultan cinsi üzümlere uygulanan methamidophos'un yarılanma ömrünün açık alanda 16 gün, serada 22 gün ve buzdolabında ise 267 gün olduğu tespit edilmiştir [158]. Çevre koşullarına ve pestisit kimyasal özelliklerine bağlı olarak bozunma; saatler, günler, hatta yıllar sürebilir [159]. Bozunma süreçleri sonucunda farklı metabolitler gelişebilir [160]. Bu da pestisitler için yarılanma ömrü kavramını oluşturur [161]. Örneğin, klorpirifosun ana metaboliti 3, 5, 6-trikloro-2-piridinol (TCP), klorpirifostan çok daha toksiktir [162]. Klorpirifos ve bozunma ürünleri birçok bölgede toprakta ve yeraltı suyunda tespit edilmiştir. Bu kimyasalların endokrin sistemi bozan etkiye sahip olduğu ve insan sağlığına yönelik potansiyel risk oluşturduğu düşünülmektedir [163]. Pestisit kullanıldığında, uygulanan pestisitlerin yalnızca küçük bir miktarı bitki hastalıklarına karşı mücadelede koruyucu bir rol oynar. Buna karşılık pestisitlerin büyük miktarı toprağa ulaşarak ciddi toprak kirliliğine neden olur [115].

3.7 Gıdaların Depolanması Sırasında Pestisitlerin Davranışı

Pestisit kalıntıları; depolama, sıcaklık, numune formu, pH, katkı maddeleri ve enzimatik sistem gibi farklı koşullarda değişiklik göstermektedir [121]. Pestisit stabilitesi birçok etkene göre değişmektedir. Yapılan çalışmalarda depolama stabilitesinin; depolama sıcaklığı, depolama süresi, matrislerin özelliği ve pestisitlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini içeren çok sayıda faktörden etkilendiği tespit edilmiştir [164]. Yapılan bir çalışmada farklı numunelerin matris özelliklerindeki farklılığın, pestisit kalıntı stabilitesi üzerinde etkili olduğu belirtilmiştir [165]. Pestisitlerin çoğu matriste stabil olması ve bireysel örneklerde kararsız olması dikkat çekicidir; bu durum, pestisit kalıntısının depolama stabilitesi konusunda ortak bir değerlendirmeyi zorlaştırmaktadır [166].

Yapılan çalışmalar, malathion pamuk tohumu, marul, domates ve buğday matrislerinde 6-12 aya kadar stabil bir şekilde saklanabildiğini göstermektedir. Ancak; patates, üzüm ve havuçta yalnızca <15-30 gün süre ile muhafaza edilmektedir. Diazinon , üzüm ve portakalın homojenleştirilmiş formunda daha stabilken havuçun kaba formunda (daha az homojen halde) daha az stabil kaldığı tespit edilmiştir [167].

Malathion, salatalıklar kaba formdayken (daha az homojen halde) son derece kararsız bir davranış gösterirken homojenleştirilmiş numunede kalan kalıntının %70'ten fazla olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla; yapılan bu çalışmalarda numunelerdeki pestisit kalıntılarının stabilitesindeki belirgin farklılıkların matristeki aktif enzimlerle ilgili olduğu doğrulanmıştır [168].

Pestisit kalıntısının değişiminde en önemli faktör sıcaklıktır. Sıcaklık, pestisit kalıntılarını yüzde sıfıra kadar indirebilmektedir ancak bu durum numunelere de bağlıdır. Örneğin diklorvos, aynı sıcaklıkta kaba kıyılmış numune formuna göre homojenleştirilmiş numune formunda daha stabil bir özellik göstermiştir [169].

Gıda maddelerindeki pestisit kalıntılarının izlenmesi, gıda kalitesinin ve tüketicilerin olası sağlık risklerine karşı korunması açısından oldukça önemlidir. Bununla birlikte gıda örnekleri, genellikle analizden önce bir süre laboratuvarında saklanır. Bu aşamada depolama sırasında pestisitlerin bozunması meydana gelebilir. Bu durum da sonuç değerlendirmelerini etkilemektedir [170].

Depolama sıcaklığının, depolama stabilitesi üzerinde en etkili faktör olduğu belirlenmiştir. Özellikle kararsız olduğu ve kolayca buharlaştığı bilinen pestisitler için, depolama sırasında kalıntı kaybını önlemek veya en azından azaltmak için sıcaklıkların $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye eşit veya daha düşük olması gerektiği tespit edilmiştir. Yapılan bir araştırmada, salatalık numunelerinde seçilen organofosforlu pestisitlerin (diklorvos, diazinon ve malathion) farklı koşullar altında depolama stabilitesi araştırılmıştır. Bu amaçla, pestisit çözeltileri salatalık matrisinin üzerine eşit şekilde püskürtülmüştür. Tüm numuneler ikiye bölünmüş, bir yarısı homojenize edilmiş ve diğeri kabaca doğranmış ve daha sonra $-20 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $4 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ veya ortam sıcaklığında ($20\text{--}25\text{ }^{\circ}\text{C}$) saklanmıştır. Malathion'un diklorvos ve diazinona göre daha kararsız olduğu, iri kıyılmış halde $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de bile 90 günde %70'in üzerinde kayıp olduğu tespit edilmiştir [171].

Elmalar üzerinde yapılan bir çalışmada, pestisit kalıntılarındaki değişiklikler incelenmiştir. Elmalar, 5 ay boyunca $1\text{--}3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de depolanmış ve yapılan analizler ile pestisit kalıntılarında sürekli bir düşüş meydana geldiğini görülmüştür. Dört deneysel hasat öncesi aşamasında uygulanan pestisit preparatlarında bulunan 21 aktif bileşenden yalnızca altı fungusit (captan, cyprodinyl, dodine, pyrimethanil, tebuconazole, tolyfluanid) ve bir insektisit (phosalone) hasat sırasında tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca kalıntılarda ardı ardına azalma meydana gelmiş, 5 ay sonra ise sadece fungusitlerden dodin ve insektisitlerden de fosalon rapor edilmiştir [172].

Gıdaların dondurulması hem gıdaların bozulmasını hem de kimyasal reaksiyonların çoğunu yavaşlatan yaygın bir gıda koruma yöntemidir. Yapılan bir araştırmada 1 ppm (HCB, lindin, p,p-DDT, dimetoat, profenofos ve pirimifos-metil) düzeyinde kontamine olmuş domateslerin dondurulması durumunda kalıntı miktarındaki azalma oranları izlenmiştir. Buna göre; azalmanın altı gün sonra sırasıyla %5.28, %7.02, %5.74, %28.5, %26.6 ve %26.2 olduğu ve altı gün sonra %10.6, %16.3, %13.0 olduğu bulunmuştur. HCB, lindin, p,p-DDT, dimetoat, profenofos ve pirimifos-metil ile 12 gün sonra sırasıyla %, %32.6, %28.2 ve %31.4 kayıp olduğu tespit edilmiştir .

Yapılan diğer bir çalışmada, 183 bitki türünde ölçülen 346 pestisitinin dağılma yarı ömrü değerlendirilmiştir. Soğuk depolama koşullarında domates yapraklarındaki pyrethrin ve biber meyvelerindeki pyriproxyfen yarı ömürleri sırasıyla 1 saat ve 918 gün olarak tespit edilmiştir [173].

3.8 Pestisit Kullanımında Yasal Düzenlemeler

Gıda ve çevre örneklerindeki pestisit kalıntılarının düzeyi birçok ülke için büyük bir endişe kaynağıdır. Organizmalara yönelik olası tehlikeleri önlemek amacıyla pestisitlerin doğru şekilde tespit edilmesi, insan sağlığı üzerindeki ciddi etkilerin önlenmesi açısından önem arz etmektedir [174].

Ekonomik ve sosyal kalkınma adına pestisitlerin kullanımının tamamen yasaklanması beklenmemektedir. Bu nedenle, pestisitlerin kullanım alanları, düşük MRL değerleri, çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleri, yüksek toksisitesi ve eser düzeylerde (ppt-ppb) yüksek görülme sıklığı maruziyet adına oldukça önemlidir. Çeşitli matris türlerindeki pestisitlerin belirlenmesi ve uygun etkili analitik prosedürlerin geliştirilmesi oldukça önemlidir [175].

Çevrede bulunan son derece toksik pestisit kalıntılarında maruz kalmak veya kontamine gıdaları tüketmek; insanlarda özellikle cilt veya göz tahrişi, nörodejeneratif hastalıklar, ve hatta kanserle bağlantılı akut ve kronik sağlık sorunlarına sebep olmaktadır [176].

Bu nedenle, WHO ve US EPA gibi yapılanmalar (Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı), tüketicileri pestisitlerin zararlı etkilerinden korumak amacıyla gıda ve içme suyunda pestisit için maksimum kalıntı limiti (MRL) değerleri belirlemiştir. Bu pestisitlerden bazıları, örneğin organoklorin (DDT) toprakta ve suda daha uzun süre kalır. Bundan dolayı DSÖ bu pestisiti yasaklı listesine almıştır [174].

Günümüzde halk sağlığını korumak, tarımsal ekonomik kayıplara engel olmak ve tarımsal kaynak yönetimini sağlamak amacıyla pestisitlere yönelik kontrol programları yürütülmektedir. Özellikle gıdalarda kullanılan pestisitlerde maksimum kalıntı seviyelerine (MRL) ilişkin düzenlemeler yapılmaktadır (129). Yıllar içerisinde çoğu pestisit miktarı için MRL değerleri daha da düşürüldü ($0,01 \text{ mg kg}^{-1}$) [177].

3.9 Pestisit Tespit Yöntemi

Pestisit tespit aşamasında; ilk olarak 2013 yılında hızlı, kolay, ucuz, etkili, sağlam ve güvenilir yöntem olan QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, Safe) ekstraksiyon yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, pestisit kalıntı tespitinin doğruluğunu ve güvenilirliğini arttırmada çok önemli bir rol oynamaktadır [178]. QuEChERS yöntemi, özellikle meyvelerde olmak üzere çeşitli gıda matrislerindeki çoklu pestisit kalıntılarının analizinde yaygın olarak kullanılmaktadır (179). Optimize edilmiş bu yöntem ile gıda ve

yemdeki pestisit kalıntılarının kontrolü, AB resmi kılavuzu olan SANTE protokolüne uygun olarak yapılmaktadır [180].

Pestisitlerin tespit edilmesinde temel olarak kromatografik teknikler (sıvı kromatografisi – LC ve gaz kromatografisi – GC) kullanılmaktadır. Özellikle MS/MS gibi kombine sistemler farklı gıda ürünlerinde kapsamlı analiz imkânı sunmaktadır [181].

Pestisitler çeşitli fizikokimyasal özelliklere sahip olduğundan, bunları tanımlamak ve belirlemek için çeşitli enstrümantal teknikler kullanılır. Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometrisi (GC-MS) veya kütle spektrometrisi ile birleştirilmiş kromatografiye dayalı teknikler; (GC-MS/MS) ve Sıvı Kromatografisi- Kütle Spektrometrisi (LC-MS/MS) en yaygın yöntemlerdir [182]. Bunun yanında tandem kütle spektrometrisi (UPLC/MS/MS) ile birleştirilmiş performanslı sıvı kromatografisi ve gaz kromatografisi elektron yakalama dedektörü (GC-ECD) gibi sistemler de mevcuttur [183].

Rutin analizler esnasında hassas analitik cihazlara rağmen yine de matriks etkisi oluşur. Matriks etkisi, ölçüm sırasında karmaşık matriks bileşenlerinin varlığından kaynaklanır. Pestisit çalışmalarında matriks etkisi veya matriks girişimi sık karşılaşılan bir durumdur. Matriks etkisini ortadan kaldırmanın en iyi yolu, matriks uyumlu kalibrasyon kullanmaktır [184].

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1 Materyal

4.1.1 Detoks Suyu Sebzelerin Hazırlanması

Bu çalışmada, Balıkesir ilinde yer alan yerel bir marketten 2023 yılı mart ayında temin edilen yeşil elma, maydanoz, salatalık, nane ve limon kullanılmıştır. Kullanılacak sebzeler ilk olarak pestisit analizi yapılarak herhangi bir pestisiti içerip içermediği belirlenmiştir. Sebzeler ilaçlanmadan önce ön yakama işlemi yapılmış, daha sonra filtre kağıdı üzerine koyularak suyun uzaklaşması sağlanmıştır.

4.1.2 Kullanılan Kimyasallar

Tez çalışmasında kullanılan tüm kimyasallar standart sertifikalıdır ve çalışmamızda kullandığımız 20 adet pestisite ait bilgiler ise Tablo 1.5'te verilmiştir. Bu tez çalışmasında kullanılan pestisit etken maddelerin tamamı -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Tablo 4.1: Tez çalışmasında kullanılan etken maddelere ait üretici firma, miktar ve etken türü bilgileri.

Pestisit adı	Üreten Firma	Miktar	Tür
Boscalıd	Clearsynth	1000 ppm	Fungusit
Azoxystrobin	Clearsynth	25 mg	İnsektisit
Chlorantraniliprole	Dr.Ehrenstorfer	17,81 mg	İnsektisit
Malathion	Trc	8900 ppm	İnsektisit
Pyrimethanil	Trc	98,2 mg	Fungusit
Tebuconazole	Chem Service	24,75 mg	Fungusit
Acetamiprid	Trc	41 mg	İnsektisit

4.2 Yöntem

4.2.1 Detoks Suyu Hazırlanması ve Muhafazası

Detoks suyu yapımında kullanılan maydanoz, salatalık, elma, nane ve limonlar önce saf su ile yıkanmıştır. Kullanılan hammaddeler, filtre kağıdının üzerinde kurumaya bırakılmıştır.



Şekil 4.1: Sebze örneklerinin yıkama sonrası kurutulması.

Her bir hammedde homojen bir şekilde öğütülerek pestisit analizine tabii tutulmuştur. Örnek homojenizasyonu, hazırlama sürecinde önemli bir basamaktır. İyi bir homojenizasyon sağlamak için, parçalayıcının hacmine uygun örnek büyüklüğünün ve parçalama süresinin doğru seçilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada smoothie karıştırıcı kullanılmıştır.



Şekil 4.2: Detoks suyunun hazırlanması ve santifüj tüplerinde muhafaza edilmesi.

Hazırlanan detoks suları 50 ml'lik santifüj tüplerine koyularak oda sıcaklığında ($23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) ve buzdolabında ($5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) depolanmıştır. Detoks suyu örnekleri depolanmaya başlanmadan önce pestisit analizi yapılarak örneklerin başlangıç pestisit miktarları belirlenmiştir. 50 ppb konsantrasyona sahip mix, detok suyuna ilave edilmiştir. Daha sonra hemen ekstarsiyon işlemleri yapılmış ve cihaz okumaları 0. gün (ilk gün) okuması olarak kayıt altına alınmıştır. Depolanmış örneklerden 24, 48 ve 72. saatlerde numuneler alınarak

numunelerin depolama sonucunda pestisit miktarındaki değişim belirlenmiştir. Bu aşamada iki farklı depolama koşulu gözlemlenmiştir. Hem oda sıcaklığında ($23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) hem de buzdolabı ($5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) koşullarında muhafaza edilen detoks suyu örnekleri 24, 48 ve 72. saatler sonunda ayrı ayrı pestisit analizine tabii tutulmuştur. Elde edilen veriler kayıt altına alınarak pestisit miktarlarındaki değişimler istatistiksel olarak takip edilmiştir.

4.2.2 Pestisit Tayini

4.2.2.1 Detoks Suyu Örneklerinden Pestisit Ekstraksiyonu

50 L lik santrifüj tüpüne homojen hale getirilen örnekten 15 g tartılır. Tartım için, 0.01 g hassasiyete sahip terazi kullanılmıştır. 50 ppm mix den 150 mikro litre mikropipet yardımıyla ilave edilir. % 1 asetik asit içeren 15 mL asetonitril eklenerek 1 dk. boyunca çalkalayıcıya konulur. MgSO_4 kümelerinin oluşmasını engellemek için Quechers kit 1 ilavesinden sonra numune 1 dk. boyunca tekrardan çalkalayıcıya konulur. Ekstrakt 4000 rpm' de 6dk santrifüjlenir. 400 mg PSA, 400 mg C18 ve 1200 mg susuz MgSO_4 içeren 15 mL lik santrifüj tüpüne (Quechers kit 2), santrifüj işlemi sonunda üstte toplanan asetonitril fazından 8 mL eklenir. Ekstrakt 4000 rpm' de 6dk santrifüjlenir. 0.45 μm lik filtreden geçirilen ekstrakt vialer 0.5-1 mL aralığında konur. GC, GC-MS ve GC/MS/MS analizi için 1 mL ekstrakt vialer konulur ve oto örnekleyiciye yerleştirilir.

4.2.2.2 Pestisit Analizinde Kullanılan Metod ve Çalışma Koşulları

Örneklerin pestisit içeriklerinin belirlenmesinde çoklu kalıntı metodu Quechers (AOAC 2007.01 ve TS EN 15662:2018 (Modifiye) yöntemi kullanılmıştır. Analizler Tablo 2.2 ve Tablo 2.3'te verilen koşullarda GC-MS/MS ve LC-MS/MS cihazları ile yapılmıştır. Agilent 8890A-7000D GC-MS/MS marka ve modelde cihaz kullanılmıştır. LCMS/MS 8045 SHIMADZU.

Tablo 4.2: Pestisit etken maddeleri için GC-MS/MS çalışma koşulları.

GC-MS/MS Çalışma Koşulları	
İyon Kaynağı sıcaklığı	280°C
Kolon	30 m x 250 μm x 0.25 μm
Kolon Fırın Sıcaklığı	60°C
Basınç	27.5 psi
Toplam Akış	36.39 ml / dk

Kolon Akışı	3 ml / dk
İnlet- F Sıcaklığı	60°C
Enjeksiyon	2µL
Analiz süresi	20 dk.

Tablo 4.3: Pestisit etken maddeleri için LC-MS/MS çalışma koşulları.

LC-MS/MS Çalışma Koşulları	
Mobil Faz A	5mM Amonyum format %0,1 Formik Asitli Ultra saf su
Mobil Faz B	Asetonitril
Mobil Faz Akışı	0.4 mL/dk (Gradient program)
Kolon	2.1 mm x 100 mm , 2.7 µm
Kolon Fırın Sıcaklığı	40°C
Nebulazier Gaz akışı	3 L/dk
Interface Sıcaklığı	350°C
DL Sıcaklığı	200°C
HB Sıcaklığı	400°C

4.2.2.3 Kalibrasyon Eğrisi

Kalibrasyon eğrilerinin hazırlanmasında, temiz matriks süzüntüsü kullanılmış ve Matrix-match kalibrasyon yapılmıştır. 4 veya 5 noktada (5 ppb -10 ppb -20 ppb -50 ppb-100 ppb) üçer tekrarlı olarak hazırlanan kalibrasyon eğrilerinin doğrusallık kontrolünde; uygun bir kalibrasyon fonksiyonu kullanılmıştır. Bu tez çalışmasında kırmızı biber kullanılmıştır. 1000 ppm'lik ana stok mix çözeltisinden 20 ppm'lik ara stok hazırlanmıştır. Daha sonra 20 ppm'lik ara stok çözeltisi kullanılarak 50 ppm'lik stok çözeltisi hazırlanmıştır.

4.2.3 Standart Hazırlama

Saf standart maddeler sertifikasında belirtilen uygun sıcaklıkta (-18 °C) , gün ışığından etkilendiği için karanlık ortamda saklanmalı ve kullanılacağı zaman açılmalıdır. Tez çalışması için sertifikalı saf pestisit standartlarından 1000 ppm'lik ana stok standart çözeltileri hazırlanmıştır. 1000 ppm'lik ana stoklardan 20 ppm'lik mix standartlar hazırlanmıştır. Kullanılacak kalibrasyon grafiği konsantrasyonuna bağlı olarak seyreltmeler yapılarak daha düşük konsantrasyonlarda mix standart çözeltileri

hazırlanmıştır. Matrix blank ekstraktına mix standartdan uygun hesaplamalar yapılarak kalibrasyon eğrisinde kullanılacak ppb düzeyinde noktalar hazırlanmıştır.

Hesaplamalar istenilen konsantrasyon ve hacme göre;

$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$ formülü ile hesaplanır.

M_1 = Standart Pestisit (Tek etken) Konsantrasyonu (ppm)

V_1 = Alınması gereken hacim (ml)

M_2 = Hedeflenen Ana Stok Mix Konsantrasyonu (ppm)

V_2 = İstenilen hacim (ml)

Stok mix çözeltisi, analizi yapılan etken maddelerin tamamını içermektedir. Mix çözeltisi 1000 ppm konsantrasyonundadır. Tez çalışmasında kullanılan mix de ana stoktan seyreltilmiştir. Bu çalışmada konsantrasyon düzeyi 50 ppb lik mix kullanılmıştır. Ekstraksiyon aşamasında detoks suyu örneğine 50 ppb ile spike yapılmıştır ve 50 ppb'lik mix detoks suyuna ilave edilmiştir.

4.2.4 Yöntem Çalışmaları

Yapılan çalışmada performans kriterlerinin belirlenmesi amacıyla tayin limiti (LOQ), tespit limiti (LOD) ve geri kazanım/geri alma değerleri belirlenmiştir.

4.2.5 Tayin Limiti (LOQ) ve Tespit Limiti (LOD)

Tayin limiti (LOQ), analitin en güvenilir şekilde ölçülebildiği, kabul edilebilir gerçeklik ve tekrarlanabilirlik kesinliğinde belirlendiği en düşük konsantrasyon seviyesidir. Tespit limiti (LOD) ise analitin uygulanan analiz prosedürü sonucunda tespit edilen makul kesinlikteki en düşük miktardır. Pestisit etken maddelerinin tayin (LOQ) ve tespit (LOD) limitlerine ait değerler Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Tablo 4.4: Pestisit etken maddelerinin LOQ ve LOD limitleri.

Madde	Tayin limiti (LOQ) (ppm)	Tespit limiti (LOD) (ppm)	Cihaz Adı
Boscalid	0.009	0.044	LC-MS/MS
Azoxystrobin	0.010	0.061	LC-MS/MS
Chlorantraniliprole	0.011	0.049	LC-MS/MS

Malathion	0.010	0.041	LC-MS/MS
Pyrimethanil	0.011	0.053	LC-MS/MS
Tebuconazole	0.009	0.055	GC-MS/MS
Acetamiprid	0.012	0.062	LC-MS/MS

4.2.6 Geri Alma/Geri Kazanım

Geri kazanım analiz edilen örnekte tespit edilen konsantrasyonun örnekte var olan veya eklenen analit konsantrasyonuna oranıdır ve % olarak ifade edilir. Pestisit etken maddelerinin geri kazanım değerleri 10 ppb olarak cihaza verilmiştir.

4.2.7 İstatistik Değerlendirme

Çalışmada elde edilen veriler SPSS 20.0 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Varyans analizi (One-way-ANOVA) ile örnekler arasında fark belirlenerek, bu farklılığın önem derecesi Duncan testiyle incelenmiştir.

5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

5.1 Pestisit Aktif Maddelerinin Oda Sıcaklığında Değişim Miktarı

Oda sıcaklığı ve buzdolabı koşullarında 24, 48 ve 72 saat depolanan detoks suyu örneklerinde pestisit kalıntı miktarları ve pestisit etken maddelerinin azalmalarına ilişkin tablo ve grafikler aşağıda verildiği gibidir. Etken maddelerin O. gün ölçüm değerleri, Boscalid 0.044 ppm, Azoxystrobin 0.061 ppm, Chlorantraniliprole 0.049 ppm, Malathion 0.041 ppm, Pyrimethanil 0.053 ppm, Tebuconazole 0.055 ppm ve Acetamiprid 0.062 ppm olarak tespit edilmiştir. Depolama süresinin artmasına bağlı olarak pestisit miktarında genel olarak azalma gözlenirken, bu azalma oda sıcaklığında depolanan örneklerde buzdolabında depolanan örneklere göre daha fazla olduğu belirlenmiştir.

5.1.1 Boscalid Etken Maddesindeki Değişim

Boscalid etken maddesi salatalık ve elmada sıklıkla kullanılan fungusit grubuna ait pestisitlerden bir tanesidir [185]. Detoks sularının depolanması sonrasında Boscalid etken maddesinin miktarındaki değişim Tablo 5.1’de verilmiştir. Tablo 5.1 incelendiğinde, Detoks sularındaki Boscalid etken madde miktarının oda sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolaması ile belirlenen azalış önemli bulunurken ($p < 0.05$), 48 ve 72. saat depolama sonrası Boscalid miktarları arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Detoks sularındaki Boscalid etken madde miktarının buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolaması ile belirlenen azalış önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

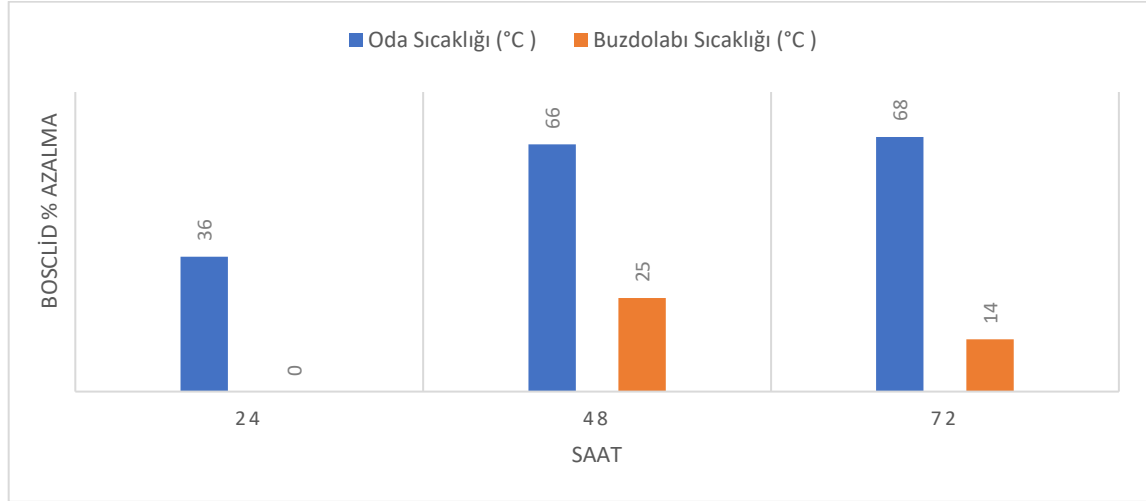
Tablo 5.1: Oda ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası Boscalid miktarları (mg/kg).

Pestisit adı	Süre (saat)	Oda Sıcaklığı (°C)	Buzdolabı Sıcaklığı (°C)
Boscalid	24	0.028 ± 0.001 ^a	0.050 ± 0.000 ^a
	48	0.015 ± 0.001 ^b	0.033 ± 0.001 ^c
	72	0.014 ± 0.001 ^b	0.038 ± 0.001 ^b

* Aynı sütunda, aynı depolama koşullarında farklı süreler için değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$)

Pestisit etken maddelerinin buharlaşma sıcaklıkları farklılık göstermektedir. Pestisitlerin buharlaşma sıcaklıklarındaki farklılık, bu maddelerin oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklıklarında farklı miktarlarda buharlaşıp gıda maddesini terk etmelerine olanak sağlamaktadır. Ortam sıcaklığının yükselmesine bağlı olarak pestisit etken maddesinin buharlaşma miktarı artmaktadır [186].

Şekil 5.1 incelendiğinde, Detoks suyunda bulunan Boscalid etken maddesinin 24 saat oda sıcaklığında depolanması sonrasında %36 oranında azalırken, bu sürede buzdolabı sıcaklığında depolanması sonrasında herhangi bir azalma olmadığı görülmüştür. Oda sıcaklığında 48 ve 72 saat depolanma sonrasında Boscalid miktarının sırasıyla % 66 ve %68 oranlarında azaldığı belirlenmiştir. Buzdolabı sıcaklığında 48 ve 72 depolanma sonrasında Boscalid miktarı %25 ve %14 oranlarında azaldığı belirlenmiştir.



Şekil 5.1: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası Boscalid miktarlarındaki azalış (%).

Elde edilen sonuçlar Boscalid etken maddesinin oda sıcaklığında buharlaşma oranının buzdolabı sıcaklığına göre daha fazla olduğunu göstermektedir. Buz dolabı koşullarında 24 saat depolanmış örneklerde Boscalid miktarında herhangi bir azalışın olmazken, 48 saat sonunda %25 oranında azalışın olduğu belirlenmiştir. Muhafaza sıcaklığının boscalid etken maddesinin buharlaşma oranına etkili olduğu görülürken, buharlaşmanın 24 saatten sonra başladığı belirlenmiştir. Pestisit muhafaza koşullarının ve muhafaza süresinin pestisit degradasyonuna etkisi olduğu belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada, çileklerde kullanılan pestisit kalıntılarının hazırladıkları çilek pürelerinde farklı depolama sıcaklıklarında meydana gelen değişimi araştırmışlardır. Pastorize edilen örneklerin -18 °C'de 1 yıl depolanması sonrasında çilek pürelerinde tetrakonazol, pirimetanil, azoksistrobin, kresoksim-metil, boscalid ve buprimat etken maddelerinin sırasıyla %20, 23, 26, 27, 37 ve 41 oranlarında azaldığı belirlenmiştir [187]. Meydana gelen bu azalmanın pestisit etken maddesinin kimyasal yapısına ve muhafaza koşullarına bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir.

5.1.2 Azoxystrobin Etken Maddesindeki Değişim

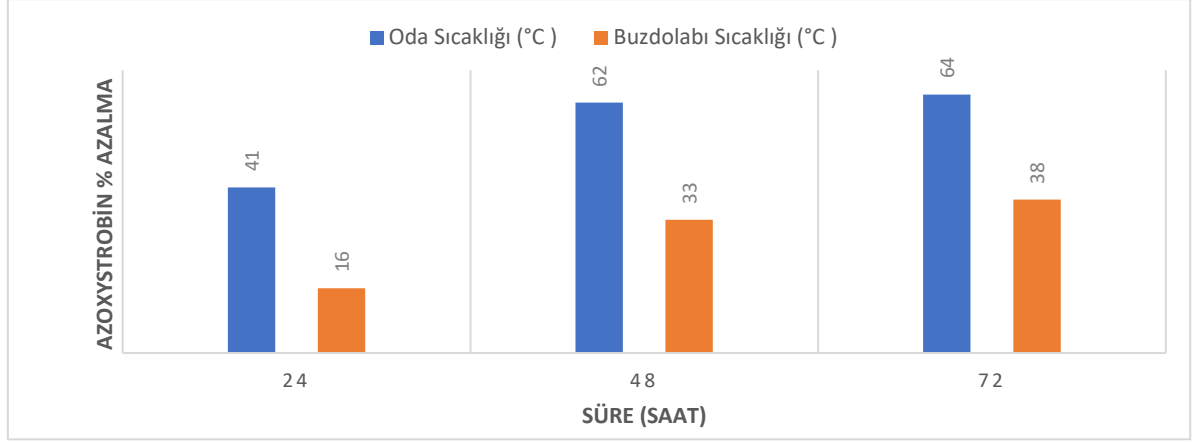
Azoxystrobin etken maddesi salatalık ve elmada sıklıkla kullanılan pestisitlerden bir tanesidir (184). Detoks sularının depolanması sonrasında Azoxystrobin etken maddesinin miktarındaki değişim Tablo 5.2’de verilmiştir. Tablo5.2’de incelendiğinde, Detoks sularındaki Azoxystrobin etken madde miktarının oda sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolanması ile istatistiksel olarak kayda değer farklar gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Detoks sularındaki Azoxystrobin etken madde miktarının buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolanması ile belirlenen kayda değer farklılıklar kaydedilmiş ve bu azalmalar önemli bulunmuştur ($p<0.05$).

Tablo 5.2: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası Azoxystrobin miktarları (mg/kg).

Pestisit adı	Süre (saat)	Oda Sıcaklığı (°C)	Buzdolabı Sıcaklığı (°C)
Azoxystrobin	24	0.017 ± 0.001 ^c	0.058 ± 0.001 ^a
	48	0.024 ± 0.001 ^a	0.031 ± 0.001 ^c
	72	0.020 ± 0.001 ^b	0.039 ± 0.001 ^b

* Aynı sütunda, aynı depolama koşullarında farklı süreler için değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$)

Şekil 5.2 incelendiğinde, Detoks suyunda bulunan Azoxystrobin etken maddesinin 24 saat oda sıcaklığında depolanması sonrasında %41 oranında azalırken, bu sürede buzdolabı sıcaklığında depolanması sonrasında %16 oranında azalma olduğu görülmüştür. Oda sıcaklığında 24 saat sonunda meydana gelen azalmanın buzdolabı sıcaklığında depolama sonrasında meydana gelen azalmaya göre 2.5 kat daha fazla olduğu görülmektedir. Oda sıcaklığında depolanmış örneklerin Azoxystrobin miktarı 48 ve 72 saat depolama sonrasında %62 ve %64 olduğu belirlenmiştir. İlk 24 ve 48 saat oda sıcaklığında depolanmış örneklerdeki Azoxystrobin etken maddesinin azalma oranının oldukça yüksek olduğu görülürken bu oran 72 saat depolama sonrasında ciddi bir azalmanın olmadığı belirlenmiştir.



Şekil 5.2: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası Azoxystrobin miktarlarındaki azalış.

5.1.3 Chlorantraniliprole Etken Maddesindeki Değişim

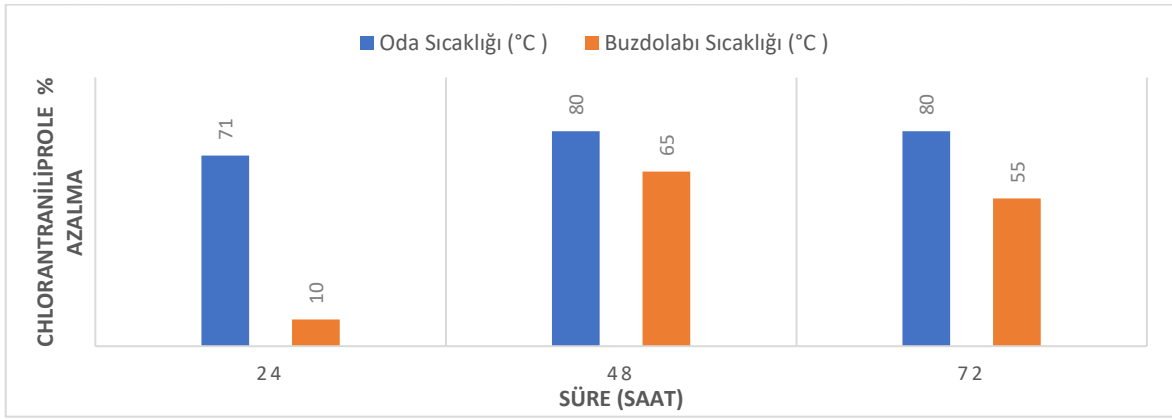
Chlorantraniliprole etken maddesi özellikle elma yetiştiriciliğinde zararlılarla mücadelede kullanılan bir pestisit [188]. Örneklerin depolanması sonrasında Chlorantraniliprole etken maddesinin miktarındaki değişim Tablo 5.3’de verilmiştir. Tablo 5.3 incelendiğinde, oda sıcaklığında 24 ve 48 ile 48 ve 72 saatleri sonunda tespit edilen miktar değişimlerinde istatistiksel olarak fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$). 24 ile 72 saatleri sonunda tespit edilen miktar karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak kayda değer bir fark tespit edilmiştir ($p<0.05$). Detoks sularındaki Chlorantraniliprole etken madde miktarının 24, 48 ve 72 saat süre boyunca buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilmiş ve bu saatler sonunda analize tabii tutulmuştur. Sonuçlar değerlendirildiğinde istatistiksel olarak kayda değer farklar gözlemlenmiştir. 24 saatin sonunda kayda değer bir değişim tespit edilmiş ($p<0.05$); 48 ve 72 saat sonunda ise istatistiksel olarak kayda değer bir değişim gözlemlenmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 5.3: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası Chlorantraniliprole miktarları (mg/kg).

Pestisit adı	Süre (saat)	Oda Sıcaklığı (°C)	Buzdolabı Sıcaklığı (°C)
Chlorantraniliprole	24	0.014 ± 0.002 ^a	0.044 ± 0.006 ^a
	48	0.010 ± 0.001 ^{ab}	0.017 ± 0.003 ^b
	72	0.010 ± 0.001 ^b	0.022 ± 0.004 ^b

* Aynı sütunda, aynı depolama koşullarında farklı süreler için değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p<0.05$)

Şekil 5.3 incelendiğinde detoks suyunda bulunan Chlorantraniliprole etken maddesinin 24 saat oda sıcaklığında depolanması sonrasında %71 oranında azalırken, bu sürede buzdolabı sıcaklığında depolanması sonrasında %10 oranında azalma olduğu görülmüştür. Oda sıcaklığında depolanan örneklerde Chlorantraniliprole etken maddesinin oda sıcaklığında azalma miktarları incelendiğinde ilk 24 saatte çok keskin bir azalmanın (%71) olduğu belirlenmiştir, depolama işleminin 48 ve 72 saat sürmesi sonrasında Chlorantraniliprole etken maddesi %80 oranında azalmıştır. Elde edilen sonuçlar Chlorantraniliprole etken maddesinin ilk 24 saat içerisinde hızla azaldığını, 48 saat sonunda %80’lik bir azalış miktarına ulaştığını göstermektedir. 48 ve 72 saat süreyle depolama sonrasında azalmanın değişmediği görülmektedir.



Şekil 5.3: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası Chlorantraniliprole miktarlarındaki azalış.

5.1.4 Malathion Etken Maddesindeki Değişim

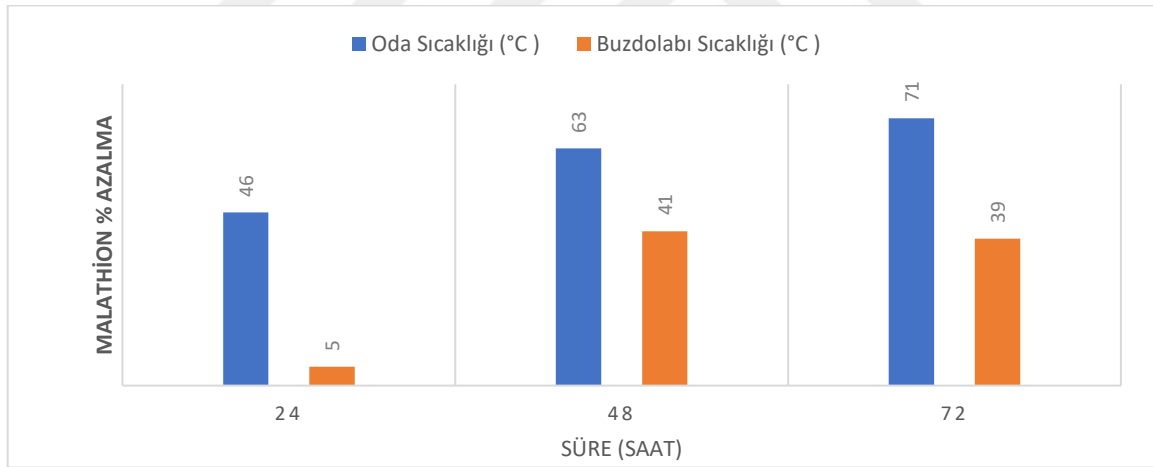
Detoks sularının depolanması sonrasında Malathion etken maddesinin miktarındaki değişim Tablo 5.4’de verilmiştir. Tablo 5.4 incelendiğinde, Detoks sularındaki Malathion etken madde miktarının oda sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolaması ile belirlenen azalışta istatistiksel olarak önemli olduğu gözlemlenmiştir ($p < 0.05$). Detoks sularındaki Malathion etken madde miktarının buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolaması ile belirlenen azalış önemli bulunurken ($p < 0.05$), 48 ve 72. saat depolama sonrası Malathion miktarları arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Elde edilen sonuçlar oda sıcaklığında depolanan örneklerin Malathion etken madde miktarının azalmasına sürenin etkili olduğunu göstermektedir. Ancak buz dolabı sıcaklığında depolanan örneklerde Malathion etken madde miktarının 48 saatten sonra etkin bir şekilde azalmadığı belirlenmiştir.

Tablo 5.4: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası Malathion miktarları (mg/kg).

Pestisit adı	Süre (saat)	Oda Sıcaklığı (°C)	Buzdolabı Sıcaklığı (°C)
Malathion	24	0.022 ± 0.000 ^a	0.039 ± 0.001 ^a
	48	0.015 ± 0.000 ^b	0.024 ± 0.001 ^b
	72	0.012 ± 0.000 ^c	0.025 ± 0.001 ^b

* Aynı sütunda, aynı depolama koşullarında farklı süreler için değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

Şekil 5.4 incelendiğinde, Detoks suyunda bulunan Malathion etken maddesinin 24 saat oda sıcaklığında depolanması sonrasında %46 oranında azalırken, bu sürede buzdolabı sıcaklığında depolanması sonrasında %5 oranında bir azalma olduğu görülmüştür. Oda sıcaklığında 48 ve 72 saat depolanma sonrasında Malathion miktarının sırasıyla %63 ve %71 oranında azaldığı belirlenmiştir. Buzdolabı sıcaklığında 48 ve 72 saat depolanma sonrasında Malathion miktarının sırasıyla %41 ve %39 oranlarında azaldığı belirlenmiştir.



Şekil 5.4: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası Malathion miktarlarındaki azalış.

Yapılan bir araştırmada, salatalık numunelerinde seçilen organofosforlu pestisitlerin (Diklorvos, Diazinon ve Malathion) farklı koşullar altında depolama stabilitesi araştırılmıştır. Bu amaçla, pestisit çözeltileri salatalık matrisinin üzerine eşit şekilde püskürtülmüştür. Tüm numuneler ikiye bölünmüş, bir yarısı homojenize edilmiş ve diğeri kabaca doğranmış ve daha sonra -20 ± 2 °C, 4 ± 2 °C veya ortam sıcaklığında ($20-25$ °C)

saklanmıştır. Malathion'un diklorvos ve diazinona göre daha kararsız olduğu, iri kıyılmış halde -20 °C'de bile 90 günde %70'in üzerinde kayıp olduğu tespit edilmiştir [189].

5.1.5 Pyrimethanil Etken Maddesindeki Değişim

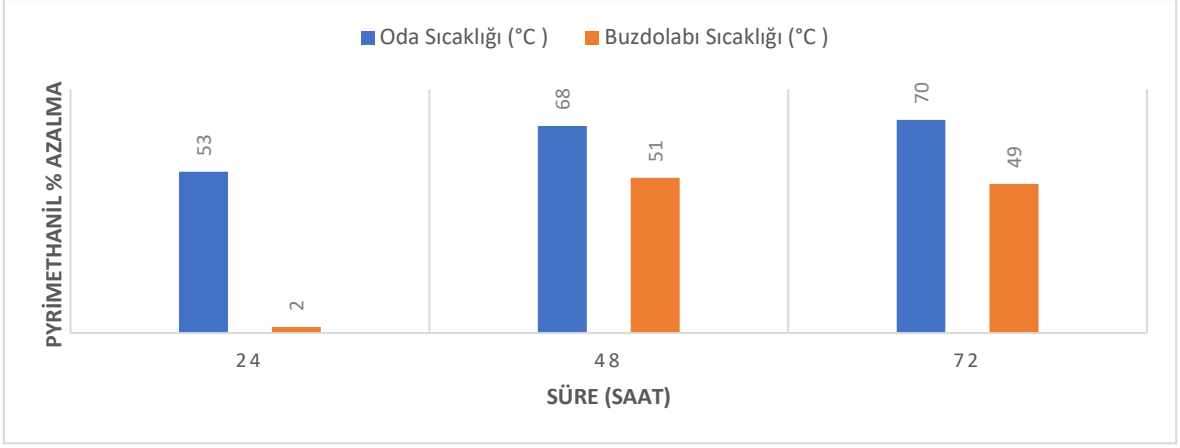
Pyrimethanil etken maddesi özellikle elma ve turunçgil tarımında zararlılarla mücadelede kullanılan bir pestisit [184]. Detoks sularının depolanması sonrasında Pyrimethanil etken maddesinin miktarındaki değişim Tablo 5.5'de verilmiştir. Tablo 5.5 incelendiğinde, Detoks sularındaki Pyrimethanil etken madde miktarının oda sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolanması sonrasında miktarındaki değişim önemli bulunurken ($p < 0.05$), 48 ve 72. saat depolama sonrası Pyrimethanil miktarları arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Detoks sularındaki Pyrimethanil etken madde miktarının buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolanması ile belirlenen miktarları arasındaki fark önemli bulunurken ($p < 0.05$), 48 ve 72. saat depolama sonrası Pyrimethanil miktarları arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Elde edilen sonuçlar oda ve buzdolabı sıcaklığında depolanan örneklerde Pyrimethanil etken madde miktarının ilk 24 saatte önemli bir şekilde azalırken sonrasında gerçekleşen depolama sürecinde meydana gelen azalmanın önemli olmadığını göstermektedir.

Tablo 5.5: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası Pyrimethanil miktarları (mg/kg).

Pestisit adı	Süre (saat)	Oda Sıcaklığı (°C)	Buzdolabı Sıcaklığı (°C)
Pyrimethanil	24	0.025 ± 0.004 ^a	0.052 ± 0.008 ^a
	48	0.017 ± 0.003 ^b	0.026 ± 0.004 ^b
	72	0.016 ± 0.002 ^b	0.027 ± 0.004 ^b

* Aynı sütunda, aynı depolama koşullarında farklı süreler için değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir ($p < 0.05$)

Şekil 5.5 incelendiğinde, Detoks suyunda bulunan Pyrimethanil etken maddesinin 24 saat oda sıcaklığında depolanması sonrasında %53 oranında azalırken, bu sürede buzdolabı sıcaklığında depolanması sonrasında %2 oranında azalma olduğu görülmüştür. Oda sıcaklığında 48 ve 72 saat depolanma sonrasında Pyrimethanil miktarının sırasıyla %68 ve %70 oranında azaldığı belirlenmiştir. Buzdolabı sıcaklığında 48 ve 72 saat depolanma sonrasında Pyrimethanil miktarının sırasıyla %51 ve %49 oranında azaldığı belirlenmiştir.



Şekil 5.5: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası Pyrimethanil miktarlarındaki azalış.

Yapılan bir çalışmada, çilek örneklerinin soğukta muhafazası sonrasında Azoxystrobin, Boscalid, Bupirimate, Etoxazole, Kresoxim-methyl, Penconazole, Pyraclostrobin, Tebufenpyrad, Tetraconazole, Acetamiprid, Chlorpyrifos, Pyrimethanil ve Thiacloprid miktarlarındaki değişim gözlemlenmiştir. 4 °C’de depolama sonrasında Thiacloprid ve Penconazole etken maddelerinin saptanamazken, Pyrimethanil ve Tebufenpyrad miktarlarında herhangi bir değişimin olmadığı belirlenmiştir [191]. Elde edilen sonuçlar ve literatür bilgileri değerlendirildiğinde Pyrimethanil etken maddesinin 4 °C’de gıdadan çok az uzaklaştığı veya hiç uzaklaşmadığını göstermektedir.

5.1.6 Tebuconazole Etken Maddesindeki Değişim

Detoks sularının depolanması sonrasında Tebuconazole etken maddesinin miktarındaki değişim Tablo 5.6’da verilmiştir. Tablo 5.6 incelendiğinde, Detoks sularındaki Tebuconazole etken madde miktarının oda sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolaması ile belirlenen azalış farkı istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Detoks sularındaki Tebuconazole etken madde miktarının buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolaması ile belirlenen azalış farkı istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

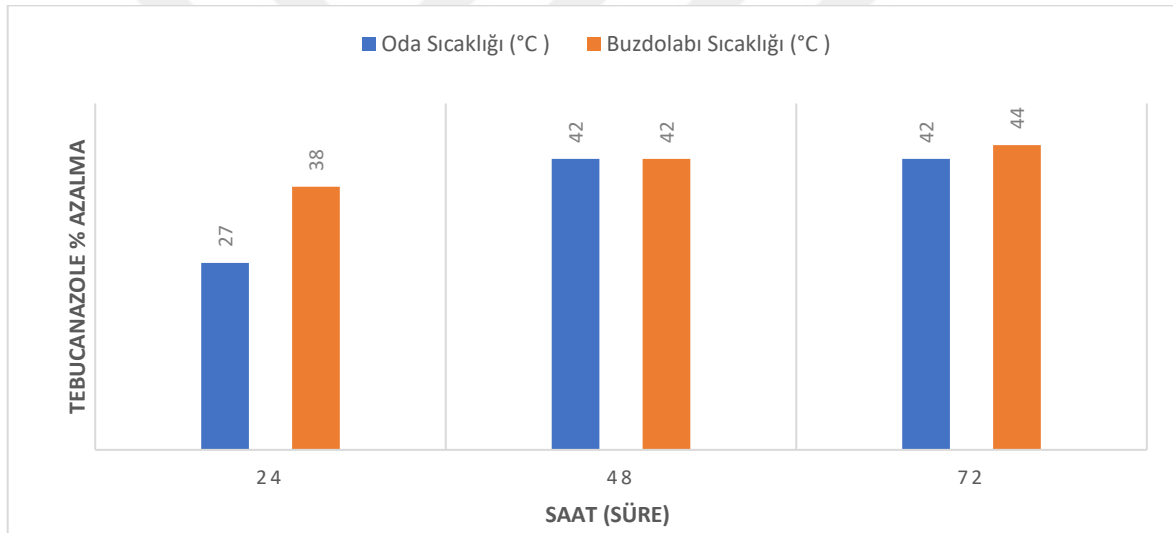
Şekil 5.6 incelendiğinde, Detoks suyunda bulunan Tebuconazole etken maddesinin 24 saat oda sıcaklığında depolanması sonrasında %27 oranında azalırken, bu sürede buzdolabı sıcaklığında depolanması sonrasında %38 oranında azalma görülmüştür. Oda sıcaklığında hem 48 hem de 72 saat depolanma sonrasında Tebuconazole miktarında %42 oranlarında azaldığı belirlenmiştir. Elde edilen sonuç 48 saat süre depolama sonrasında oda sıcaklığında ve buzdolabı sıcaklığında meydana gelen azalmanın aynı olduğunu göstermektedir.

Buzdolabı sıcaklığında 48 ve 72 depolanma sonrasında Tebuconazole miktarının sırasıyla %42 ve %44 oranlarında azaldığı belirlenmiştir.

Tablo 5.6: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası Tebuconazole miktarları (mg/kg).

Pestisit adı	Süre (saat)	Oda Sıcaklığı (°C)	Buzdolabı Sıcaklığı (°C)
Tebuconazole	24	0.040 ± 0.008 ^a	0.034 ± 0.005 ^a
	48	0.032 ± 0.005 ^a	0.032 ± 0.005 ^a
	72	0.032 ± 0.005 ^a	0.031 ± 0.005 ^a

* Aynı sütunda, aynı depolama koşullarında farklı süreler için değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05)



Şekil 5.6: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası Tebuconazole miktarlarındaki azalış.

5.1.7 Acetamiprid Etken Maddesindeki Değişim

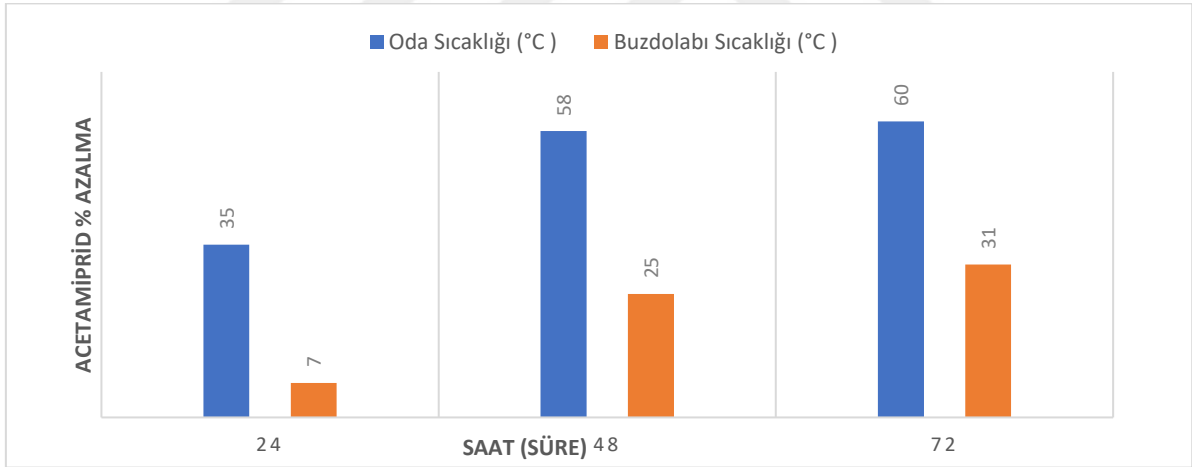
Detoks sularının depolanması sonrasında Acetamiprid etken maddesinin miktarındaki değişim Tablo 5.7’de verilmiştir. Tablo5.7 incelendiğinde, Detoks sularındaki Acetamiprid etken madde miktarının oda sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolaması ile belirlenen azalış önemli bulunurken (p<0.05), 48 ve 72. saat depolama sonrası Acetamiprid miktarları arasındaki fark önemli bulunmamıştır (p>0.05). Detoks sularındaki Acetamiprid etken madde miktarının buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolaması ile belirlenen azalış farkı istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo 5.7: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası acetamiprid miktarları (mg/kg).

Pestisit adı	Süre (saat)	Oda Sıcaklığı (°C)	Buzdolabı Sıcaklığı (°C)
Acetamiprid	24	0.036 ± 0.008 ^a	0.051 ± 0.006 ^a
	48	0.023 ± 0.004 ^b	0.041 ± 0.011 ^a
	72	0.022 ± 0.003 ^b	0.038 ± 0.010 ^a

* Aynı sütunda, aynı depolama koşullarında farklı süreler için değişik harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05)

Şekil 5.7 incelendiğinde, Detoks suyunda bulunan Acetamiprid etken maddesinin 24 saat oda sıcaklığında depolanması sonrasında %35 oranında azalırken, bu sürede buzdolabı sıcaklığında depolanması sonrasında %7 oranında azalma olduğu görülmüştür. Oda sıcaklığında 48 ve 72 saat depolanma sonrasında Acetamiprid miktarının sırasıyla %58 ve %60 oranlarında azaldığı belirlenmiştir. Buzdolabı sıcaklığında 48 ve 72 depolanma sonrasında Acetamiprid miktarının sırasıyla %25 ve %31 oranlarında azaldığı belirlenmiştir.



Şekil 5.7: Oda sıcaklığı ve buzdolabı sıcaklığında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrası Acetamiprid miktarlarındaki azalış.

Tarım ilacı olarak çok yaygın kullanılan pestisitlerin gıdalardan giderilmesi ve bu etken maddelerin azaltılması çalışmaları önem taşımaktadır. Yapılan bir çalışmada, Acetamiprid etken maddesinin suda ve farklı pH'lardaki çözeltilerde ozon gazı ile azaltılması işlemleri incelenmiştir. Ozonlama işlemi sonrasında Acetamiprid etken maddesinin %0.22 oranında azaldığı belirlenmiş ve bu azalmanın etkili olmadığı gözlemlenmiştir [192].

6. SONUÇ

Çalışmamızda, detoks sularının oda sıcaklığı ve buz dolabı sıcaklığında depolanması sonrasında yedi farklı pestisit etken maddesinin (Boscalid, Azoxystrobin, Chlorantraniliprole, Malathion, Pyrimethanil, Tebucenzole ve Acetamiprid) miktarında meydana gelen azalmalar araştırılmıştır. Depolanan detoks suyu örneklerinde pestisit etken maddelerinin farklı sürelerde (24, 48 ve 72 saat) miktarlarında belirlenen azalış incelenmiştir. Tez çalışması kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler şeklinde belirtilmiştir.

- Çalışmamızda detoks suları hazırlanmasında meyve ve sebzeler (salatalık, maydanoz, limon, nane ve elma) kullanılmıştır. Depolama sonrasında detoks suyu örneklerinde pestisit etken maddelerinin miktarlarının belirlenmesinde çoklu kalıntı metodu Quechers (AOAC 2007.01 ve TS EN 15662:2018 (Modifiye) kullanılmıştır. Yöntemin kullanılmasında metodun performans kriterleri belirlenmiştir. Örneklerde kullanılan pestisit etken maddelerinin test kriterleri, doğrusalılık (belirleme katsayı değeri ≥ 0.99), gerçeklik (geri kazanım %70-120), tekrarlanabilirlik ($\%RSD \leq \%20$), seçicilik (kütle spektrometresi ve kör örnek kullanımı), hesaplama limiti ($\%RSD \leq \%20$ ve % geri alma %70-120 olan en düşük konsantrasyon) olarak belirlenmiştir.
- Aktif maddelerin oda sıcaklığında farklı sürelerde azalma oranları incelendiğinde, pestisit aktif maddelerinin tümünde zamana bağlı olarak azalmanın olduğu belirlenmiştir. Ancak belirlenen azalmanın büyüklüğü aktif hammadenin kimyasal yapısına bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir. 24 saat depolama sonrasında en düşük oranda azalma Tebucenzole etken maddesinde %27 oranında olduğu belirlenirken, en yüksek oranda azalma Chlorantraniliprole etken maddesinde %71 oranında olduğu belirlenmiştir. 48 ve 72 saat sonunda belirlenen etken maddelerde belirlenen en düşük ve en yüksek azalmalar Tebucenzole (%42) ve Chlorantraniliprole (%80) etken maddelerinde olduğu belirlenmiştir.
- Buz dolabında 24, 48 ve 72 saat depolama sonrasında etken maddelerde meydana gelen azalmalar incelendiğinde en düşük ve en yüksek azalma oranları Boscalid ve Chlorantraniliprole etken maddesinde olduğu belirlenmiştir. Her iki depolama koşulunda da en yüksek oranda belirlenen azalma Chlorantraniliprole etken maddesinde olduğu görülmektedir. Çalışılan tüm etken maddelerde, oda koşullarında depolanan detoks sularında meydana gelen azalma buz dolabında depolanan

örneklerde meydana gelen azalmaya göre daha fazladır. Ortam sıcaklığının yükselmesi pestisit etken maddelerinin buharlaşmasında görev almaktadır. Sonuç olarak, pestisit etken maddelerinin azalma oranına ortam sıcaklığı ve depolama süresi etki etmektedir, ancak farklı etken maddelerin farklı buharlaşma noktasına sahip olmaları sebebiyle farklı oranlarda buharlaşmaktadırlar. Yapılan bu çalışma, detoks sularında pestisit etken maddelerinin depolama sonrasında azalma eğilimleri göstermektedir.



7. KAYNAKLAR

- [1] Gil KA, Wojdyło A, Nowicka P, Montoro P, Tuberoso CIG. Effect of Apple Juice Enrichment with Selected Plant Materials: Focus on Bioactive Compounds and Antioxidant Activity. *Foods*. 2022 Dec 25;12(1):105.
- [2] Kidoń M, Uwineza PA. New Smoothie Products Based on Pumpkin, Banana, and Purple Carrot as a Source of Bioactive Compounds. *Molecules*. 2022 May 10;27(10):3049.
- [3] Özçakır T. *Detox*. Bursa; 2020.
- [4] Cano-Lamadrid M, Tkacz K, Turkiewicz IP, Clemente-Villalba J, Sánchez-Rodríguez L, Lipan L, et al. How a Spanish Group of Millennial Generation Perceives the Commercial Novel Smoothies? *Foods*. 2020 Sep 1;9(9):1213.
- [5] González-Tejedor GA, Martínez-Hernández GB, Garre A, Egea JA, Fernández PS, Artés-Hernández F. Quality Changes and Shelf-Life Prediction of a Fresh Fruit and Vegetable Purple Smoothie. *Food Bioproc Tech*. 2017 Oct 22;10(10):1892–904.
- [6] Lietzow Julika SBSB. *Drinking your Greens: Green Smoothies from a Nutritional and Toxicological Point of View*. 2022;
- [7] Castillejo N, Martínez-Hernández GB, Gómez PA, Artés F, Artés-Hernández F. Red fresh vegetables smoothies with extended shelf life as an innovative source of health-promoting compounds. *J Food Sci Technol*. 2016 Mar 24;53(3):1475–86.
- [8] Accogli R, Tomaselli V, Direnzo P, Perrino EV, Albanese G, Urbano M, et al. Edible Halophytes and Halo-Tolerant Species in Apulia Region (Southeastern Italy): Biogeography, Traditional Food Use and Potential Sustainable Crops. *Plants*. 2023 Jan 25;12(3):549.
- [9] Karasawa MMG, Mohan C. Fruits as Prospective Reserves of bioactive Compounds: A Review. *Nat Prod Bioprospect*. 2018 Oct 1;8(5):335–46.
- [10] Yusuf EH, Wojdyło A, Bourbon AI, Nowicka P. Fruit–Carrot-Based Smoothies as Innovative Products with a Complex Matrix of Bioactive Compounds Effectuated on Activities of Selected Digestive Enzymes and Cholinesterases In Vitro. *Antioxidants*. 2023 Apr 12;12(4):917.
- [11] Waszkiewicz M, Sokół-Łętowska A, Pałczyńska A, Kucharska AZ. Fruit Smoothies Enriched in a Honeysuckle Berry Extract—An Innovative Product with Health-Promoting Properties. *Foods*. 2023 Oct 5;12(19):3667.

- [12] Boyer J, Liu RH. Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutr J.* 2004 Dec 12;3(1):5.
- [13] Eberhardt M V., Lee CY, Liu RH. Antioxidant activity of fresh apples. *Nature.* 2000 Jun;405(6789):903–4.
- [14] Ravindran R, Swamy MK, Jaganathan R. Therapeutic Potential of Plant Polyphenolics and Their Mechanistic Action Against Various Diseases. In: *Natural Bio-active Compounds.* Singapore: Springer Singapore; 2019. p. 313–51.
- [15] Wójtowicz A, Lisiecka K, Mitrus M, Nowak G, Golian M, Oniszczyk A, et al. Physical properties and texture of gluten-free snacks supplemented with selected fruit additions. *Int Agrophys.* 2019 Sep 24;4(33):407–16.
- [16] Picouet PA, Hurtado A, Jofré A, Bañón S, Ros JM, Guàrdia MD. Effects of Thermal and High-pressure Treatments on the Microbiological, Nutritional and Sensory Quality of a Multi-fruit Smoothie. *Food Bioproc Tech.* 2016 Jul 8;9(7):1219–32.
- [17] Hurtado A, Guàrdia MD, Picouet P, Jofré A, Ros JM, Bañón S. Stabilization of red fruit-based smoothies by high-pressure processing. Part A. Effects on microbial growth, enzyme activity, antioxidant capacity and physical stability. *J Sci Food Agric.* 2017 Feb 15;97(3):770–6.
- [18] Rollins BY, Stein W, Keller KL, Savage JS. Preschoolers will drink their GREENS! Children accept, like, and drink novel smoothies containing dark green vegetables (DGVs). *Appetite.* 2021 Jul;162:105148.
- [19] Quideau S, Deffieux D, Douat-Casassus C, Pouységu L. Plant Polyphenols: Chemical Properties, Biological Activities, and Synthesis. *Angewandte Chemie International Edition.* 2011 Jan 17;50(3):586–621.
- [20] Kirakosyan A, Seymour EM, Llanes DEU, Kaufman PB, Bolling SF. Chemical profile and antioxidant capacities of tart cherry products. *Food Chem.* 2009 Jul;115(1):20–5.
- [21] Mazzoni L, Ariza Fernández MT, Capocasa F. Potential Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Applied Sciences.* 2021 Sep 26;11(19):8951.
- [22] Kaushik G, Satya S, Naik SN. Food processing a tool to pesticide residue dissipation – A review. *Food Research International.* 2009 Jan;42(1):26–40.
- [23] Holland PT, Hamilton D, Ohlin B, Skidmore M. Pesticides report 31: Effects of storage and processing on pesticide residues in plant products (Technical Report). *Pure and Applied Chemistry.* 1994 Jan 1;66(2):335–56.

- [24] Kowalska G, Pankiewicz U, Kowalski R. Assessment of Pesticide Content in Apples and Selected Citrus Fruits Subjected to Simple Culinary Processing. *Applied Sciences*. 2022 Jan 28;12(3):1417.
- [25]. (Awasthi M.D. Decontamination of insecticide residues on mango by washing and peeling. *J Food Sci Technol*. 1993;132–3.
- [26] Centanni M, Ricci GF, De Girolamo AM, Romano G, Gentile F. A review of modeling pesticides in freshwaters: Current status, progress achieved and desirable improvements. *Environmental Pollution*. 2023 Jan;316:120553.
- [27] Butu M, Rodino S. Fruit and Vegetable-Based Beverages—Nutritional Properties and Health Benefits. In: *Natural Beverages*. Elsevier; 2019. p. 303–38.
- [28] Golge O, Hepsag F, Kabak B. Health risk assessment of selected pesticide residues in green pepper and cucumber. *Food and Chemical Toxicology*. 2018 Nov;121:51–64.
- [29] Dong C, Huang Y, Hu J. Occurrence and safety assessment of 18 frequently registered pesticides and their metabolites on cucumbers in open field and greenhouse in China. *Microchemical Journal*. 2023 Jun;189:108500.
- [30] Kumar M, Barbhai MD, Esatbeyoglu T, Zhang B, Sheri V, Dhumal S, et al. Apple (*Malus domestica* Borkh.) seed: A review on health promoting bioactivities and its application as functional food ingredient. *Food Biosci*. 2022 Dec;50:102155.
- [31] Boyer J, Liu RH. Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutr J*. 2004 Dec 12;3(1):5.
- [32] Eberhardt M V., Lee CY, Liu RH. Antioxidant activity of fresh apples. *Nature*. 2000 Jun;405(6789):903–4.
- [33] Hejabri kandeh S, Amini S, Ebrahimzadeh H. PVA/Stevia/MIL-88A@AuNPs composite nanofibers as a novel sorbent for simultaneous extraction of eight agricultural pesticides in food and vegetable samples followed by HPLC-UV analysis. *Food Chem*. 2022 Aug;386:132734.
- [34] Kong Z, Shan W, Dong F, Liu X, Xu J, Li M. Effect of home processing on the distribution and reduction of pesticide residues in apples. *Food Additives & Contaminants: Part A*. 2012 Aug;29(8):1280–7.
- [35] Qin G, Chen Y, He F, Yang B, Zou K, Shen N. Risk assessment of fungicide pesticide residues in vegetables and fruits in the mid-western region of China. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2021 Jan;95:103663.
- [36] Chen R, Xue X, Wang G, Wang J. Determination and dietary intake risk assessment of 14 pesticide residues in apples of China. *Food Chem*. 2021 Jul;351:129266.

- [37] Łozowicka B, Kaczyński P, Mojsak P, Rusiłowska J, Beknazarova Z, Ilyasova G, et al. Systemic and non-systemic pesticides in apples from Kazakhstan and their impact on human health. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2020 Jul;90:103494.
- [38] Kawaii S, Tomono Y, Katase E, Ogawa K, Yano M, Koizumi M, et al. Quantitative Study of Flavonoids in Leaves of *Citrus* Plants. *J Agric Food Chem*. 2000 Sep 1;48(9):3865–71.
- [39] Aslantas S, Golge O, González-Curbelo M, Kabak B. Determination of 355 Pesticides in Lemon and Lemon Juice by LC-MS/MS and GC-MS/MS. *Foods*. 2023 Apr 27;12(9):1812.
- [40] Del Río JA, Fuster MD, Gómez P, Porras I, García-Lidón A, Ortuño A. Citrus limon: a source of flavonoids of pharmaceutical interest. *Food Chem*. 2004 Feb;84(3):457–61.
- [41] Cerioni L, Sepulveda M, Rubio-Ames Z, Volentini SI, Rodríguez-Montelongo L, Smilanick JL, et al. Control of lemon postharvest diseases by low-toxicity salts combined with hydrogen peroxide and heat. *Postharvest Biol Technol*. 2013 Sep;83:17–21.
- [42] Bakırcı GT, Yaman Acay DB, Bakırcı F, Ötleş S. Pesticide residues in fruits and vegetables from the Aegean region, Turkey. *Food Chem*. 2014 Oct;160:379–92.
- [43] Wang J, Zhang B, Zhu J, Ji J, Liu D, Gao R, et al. Ferric chloride assisted QuEChERS method for separate detection of bifentazate and bifentazate-diazene in citrus fruits and its field validation. *Food Chem*. 2023 Sep;421:136149.
- [44] Soheilifard F, Marzban A, Ghaseminejad Raini M, Taki M, van Zelm R. Chemical footprint of pesticides used in citrus orchards based on canopy deposition and off-target losses. *Science of The Total Environment*. 2020 Aug;732:139118.
- [45] Dong W, Ni Y, Kokot S. Differentiation of Mint (*Mentha haplocalyx Briq.*) from different regions in China using gas and liquid chromatography. *J Sep Sci*. 2015 Feb;38(3):402–9.
- [46] Tomás-Barberán FA, Gil MI, Cremin P, Waterhouse AL, Hess-Pierce B, Kader AA. HPLC–DAD–ESIMS Analysis of Phenolic Compounds in Nectarines, Peaches, and Plums. *J Agric Food Chem*. 2001 Oct 1;49(10):4748–60.
- [47] Brown N, John JA, Shahidi F. Polyphenol composition and antioxidant potential of mint leaves. *Food Production, Processing and Nutrition*. 2019 Dec 3;1(1):1.

- [48] McKay DL, Blumberg JB. A review of the bioactivity and potential health benefits of peppermint tea (*Mentha piperita* L.). *Phytotherapy Research*. 2006 Aug 12;20(8):619–33.
- [49] Zhang J, Sheng X, Cao J, Fang S, Liu X, Liu X, et al. Occurrence and risk exposure assessment of multiple pesticide residues in edible mint in China. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2023 Mar;116:105071.
- [50] Ajebli M, Eddouks M. Antihypertensive activity of *Petroselinum crispum* through inhibition of vascular calcium channels in rats. *J Ethnopharmacol*. 2019 Oct;242:112039.
- [51] Putranti W, Widiyastuti L, Bachri MochS, Defianti. Test Activity Combinations of Celery Herb (<i>Apium graveolens</i> L.) and Bay Leaf (<i>Syzygium polyanthum</i> W.) Ethanol Extract Toward Decreased Lipid Profile Levels in Hypertensive Mice. *Adv Mat Res*. 2021 Apr;1162:166–72.
- [52] Yahia EM, García-Solís P, Celis MEM. Contribution of Fruits and Vegetables to Human Nutrition and Health. In: *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*. Elsevier; 2019. p. 19–45.
- [53] Ertik O, Sacan O, Yanardag R. Anti-adenosine deaminase, anti-neuraminidase, anti-xanthine oxidase, anti-acetylcholinesterase and antioxidant activities of parsley extract. *J Herb Med*. 2023 Dec;42:100787.
- [54] Deveci, B. “Dereotu, maydanoz ve rokada pestisit kalıntılarının belirlenmesi”, Yüksek lisans tezi, Hitit Üniv., Çorum, 2022.
- [55] Gil KA, Wojdyło A, Nowicka P, Montoro P, Tuberoso CIG. Effect of Apple Juice Enrichment with Selected Plant Materials: Focus on Bioactive Compounds and Antioxidant Activity. *Foods*. 2022 Dec 25;12(1):105.
- [56] Klein A V., Kiat H. Detox diets for toxin elimination and weight management: a critical review of the evidence. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. 2015 Dec 18;28(6):675–86.
- [57] Allen J, Montalto M, Lovejoy J, Weber W. Detoxification in Naturopathic Medicine: A Survey. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*. 2011 Dec;17(12):1175–80.
- [58] Slavin JL, Lloyd B. Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Advances in Nutrition*. 2012 Jul;3(4):506–16.

- [59] Castillejo N, Martínez-Hernández GB, Gómez PA, Artés F, Artés-Hernández F. Red fresh vegetables smoothies with extended shelf life as an innovative source of health-promoting compounds. *J Food Sci Technol*. 2016 Mar 24;53(3):1475–86.
- [60] Baiano A, Mastromatteo M, del Nobile MA. Effects of Cultivar and Process Variables on Dynamic-Mechanical and Sensorial Behavior of Value-Added Grape-Based Smoothies. *Molecules*. 2012 Sep 26;17(10):11421–34.
- [61] Morales-de la Peña M, Welti-Chanes J, Martín-Belloso O. Application of Novel Processing Methods for Greater Retention of Functional Compounds in Fruit-Based Beverages. *Beverages*. 2016 Jun 3;2(2):14.
- [62] Cardoso A, de Liz S, Rieger D, Farah A, Kunradi Vieira F, Altenburg de Assis M. An Update on the Biological Activities of *Euterpe edulis* (Juçara). *Planta Med*. 2018 May 21;84(08):487–99.
- [63] Butu M, Rodino S. Fruit and Vegetable-Based Beverages—Nutritional Properties and Health Benefits. In: *Natural Beverages*. Elsevier; 2019. p. 303–38.
- [64] Seymour EM, Singer AAM, Kirakosyan A, Urcuyo-Llanes DE, Kaufman PB, Bolling SF. Altered Hyperlipidemia, Hepatic Steatosis, and Hepatic Peroxisome Proliferator-Activated Receptors in Rats with Intake of Tart Cherry. *J Med Food*. 2008 Jun;11(2):252–9.
- [65] Gil KA, Nowicka P, Wojdyło A, Serreli G, Deiana M, Tuberoso CIG. Antioxidant Activity and Inhibition of Digestive Enzymes of New Strawberry Tree Fruit/Apple Smoothies. *Antioxidants*. 2023 Mar 26;12(4):805.
- [66] Abdel-Salam OME, Youness ER, Mohammed NA, Morsy SMY, Omara EA, Sleem AA. Citric Acid Effects on Brain and Liver Oxidative Stress in Lipopolysaccharide-Treated Mice. *J Med Food*. 2014 May;17(5):588–98.
- [67] K1, Ak, Mmak. Biological Significance of Ascorbic Acid (Vitamin C) in Human Health - A Review. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2003 Dec 15;3(1):5–13.
- [68] Kuntz S, Rudloff S, Asseburg H, Borsch C, Fröhling B, Unger F, et al. Uptake and bioavailability of anthocyanins and phenolic acids from grape/blueberry juice and smoothie *in vitro* and *in vivo*. *British Journal of Nutrition*. 2015 Apr 14;113(7):1044–55.
- [69] Vieira GS, Cavalcanti RN, Meireles MAA, Hubinger MD. Chemical and economic evaluation of natural antioxidant extracts obtained by ultrasound-assisted and agitated bed extraction from jussara pulp (*Euterpe edulis*). *J Food Eng*. 2013 Nov;119(2):196–204.

- [70] Li YR, Trush M. Defining ROS in Biology and Medicine. *Reactive Oxygen Species*. 2016 Jan 1;1(1).
- [71] Quitete FT, Almeida Santos GM, de Oliveira Ribeiro L, Aguiar da Costa C, Freitas SP, Martins da Matta V. Phenolic-rich smoothie consumption ameliorates non-alcoholic fatty liver disease in obesity mice by increasing antioxidant response. *Chem Biol Interact*. 2021 Feb;336:109369.
- [72] Ruxton CHS. Smoothies: one portion or two? *Nutr Bull*. 2008 Jun 14;33(2):129–32.
- [73] Li Y, Peng Y, Shen Y, Zhang Y, Liu L, Yang X. Dietary polyphenols: regulate the advanced glycation end products-RAGE axis and the microbiota-gut-brain axis to prevent neurodegenerative diseases. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2023 Nov 17;63(29):9816–42.
- [74] Altıkat A, TT, TFE, BZ. Türkiye’de pestisit kullanımı ve çevreye olan etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2009;27–92.
- [75] Rajmohan D, Sung YK, Kudelko K, Perez V de J, Haddad F, Tremmel JA, et al. Myocardial bridge: an unrecognized cause of chest pain in pulmonary arterial hypertension. *Pulm Circ*. 2020 Jan;10(1):1–4.
- [76] Verma P, Verma P, Sagar R. Variations in N mineralization and herbaceous species diversity due to sites, seasons, and N treatments in a seasonally dry tropical environment of India. *For Ecol Manage*. 2013 Jun;297:15–26.
- [77] Kim KH, Kabir E, Jahan SA. Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of The Total Environment*. 2017 Jan;575:525–35.
- [78] Sarker A, Nandi R, Kim JE, Islam T. Remediation of chemical pesticides from contaminated sites through potential microorganisms and their functional enzymes: Prospects and challenges. *Environ Technol Innov*. 2021 Aug;23:101777.
- [79] Tan H, Zhang H, Wu C, Wang C, Li Q. Pesticides in surface waters of tropical river basins draining areas with rice–vegetable rotations in Hainan, China: Occurrence, relation to environmental factors, and risk assessment. *Environmental Pollution*. 2021 Aug;283:117100.
- [80] Yadav IC, Devi NL, Syed JH, Cheng Z, Li J, Zhang G, et al. Current status of persistent organic pesticides residues in air, water, and soil, and their possible effect on neighboring countries: A comprehensive review of India. *Science of The Total Environment*. 2015 Apr;511:123–37.

- [81] Mutiyar PK, Mittal AK, Pekdeger A. Status of organochlorine pesticides in the drinking water well-field located in the Delhi region of the flood plains of river Yamuna. *Drink Water Eng Sci*. 2011 Nov 11;4(1):51–60.
- [82] Sun DW, Huang L, Pu H, Ma J. Introducing reticular chemistry into agrochemistry. *Chem Soc Rev*. 2021;50(2):1070–110.
- [83] Hu B, Sun DW, Pu H, Wei Q. Rapid nondestructive detection of mixed pesticides residues on fruit surface using SERS combined with self-modeling mixture analysis method. *Talanta*. 2020 Sep;217:120998.
- [84] Huang L, Sun DW, Pu H, Zhang C, Zhang D. Nanocellulose-based polymeric nanozyme as bioinspired spray coating for fruit preservation. *Food Hydrocoll*. 2023 Feb;135:108138.
- [85] Munir S, Azeem A, Sikandar Zaman M, Zia Ul Haq M. From field to table: Ensuring food safety by reducing pesticide residues in food. *Science of The Total Environment*. 2024 Apr;922:171382.
- [86] Aydar AY, Aydın T, Karaiz A, Alabey F, Kothakota A, Raposo A, et al. Effect of ultrasound assisted cleaning on pesticide removal and quality characteristics of *Vitis vinifera* leaves. *Ultrason Sonochem*. 2023 Jan;92:106279.
- [87] Piñeiro V, Arias J, Dürr J, Elverdin P, Ibáñez AM, Kinengyere A, et al. A scoping review on incentives for adoption of sustainable agricultural practices and their outcomes. *Nat Sustain*. 2020 Oct 12;3(10):809–20.
- [88] Baker BP, Green TA, Loker AJ. Biological control and integrated pest management in organic and conventional systems. *Biological Control*. 2020 Jan;140:104095.
- [89] Naeem-Ullah U, Ramzan M, Bokhari SHM, Saleem A, Qayyum MA, Iqbal N, et al. Insect Pests of Cotton Crop and Management Under Climate Change Scenarios. In: *Environment, Climate, Plant and Vegetation Growth*. Cham: Springer International Publishing; 2020. p. 367–96.
- [90] Preti M, Knight AL, Angeli S. Improved Monitoring of *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) in Stone Fruit Orchards with a Pheromone-Kairomone Combination Lure. *Insects*. 2020 Jul 3;11(7):412.
- [91] Gilden RC, Huffling K, Sattler B. Pesticides and Health Risks. *Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing*. 2010 Jan;39(1):103–10.
- [92] Kumar S, Nehra M, Dilbaghi N, Marrazza G, Hassan AA, Kim KH. Nano-based smart pesticide formulations: Emerging opportunities for agriculture. *Journal of Controlled Release*. 2019 Jan;294:131–53.

- [93] Schreinemachers P, Tipraqsa P. Agricultural pesticides and land use intensification in high, middle and low income countries. *Food Policy*. 2012 Dec;37(6):616–26.
- [94] Sayıncı B, Demir B, Açık N. Pülverizatör Memelerinde Damla Sıklığı ve Pülverizasyon Karakteristiklerinin Tahminlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*. 2019 Sep 30;29(3):458–65.
- [95] FAOSTAT. Pesticides use and trade 1990–2021, . FAOSTAT Analytical Briefs Series No. 70. . Rome.; 2023 Jul.
- [96] Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye; 2023.
- [97] Özercan B, Taşcı R. Türkiye’de Pestisit Kullanımının İller, Bölgeler ve Pestisit Grupları Açısından İncelenmesi. *Ziraat Mühendisliği*. 2022 Sep 6;(375):75–88.
- [98] Ecobichon DJ. Pesticide use in developing countries. *Toxicology*. 2001 Mar;160(1–3):27–33.
- [99] FAO. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü, Zararlı ve Pestisit Yönetimi. <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/about/understanding-the-context/en>; 2023.
- [100] Li Z. Quantifying exposure source allocation factors of pesticides in support of regulatory human health risk assessment. *J Environ Manage*. 2022 May;309:114697.
- [101] Pedroso TMA, Benvindo-Souza M, de Araújo Nascimento F, Woch J, dos Reis FG, de Melo e Silva D. Cancer and occupational exposure to pesticides: a bibliometric study of the past 10 years. *Environmental Science and Pollution Research*. 2022 Mar 19;29(12):17464–75.
- [102] Maritano S, Moirano G, Popovic M, D’Errico A, Rusconi F, Maule M, et al. Maternal pesticides exposure in pregnancy and the risk of wheezing in infancy: A prospective cohort study. *Environ Int*. 2022 May;163:107229.
- [103] Abdullah Akdoğan ÜDLE. Pestisitlerin Önemi ve Ekosisteme Etkileri . 2012;
- [104] WHO. Details of how the WHO Classification has been aligned with the GHS Acute Toxicity Hazard Categories are presented in Part II. 2019.
- [105] Sun J, Pan L, Tsang DCW, Zhan Y, Zhu L, Li X. Organic contamination and remediation in the agricultural soils of China: A critical review. *Science of The Total Environment*. 2018 Feb;615:724–40.
- [106] Owusu Ansah M, Skevas T. Adoption and intensity of use of personal protective equipment by agricultural pesticide handlers: Empirical evidence from Peruvian agriculture. *J Clean Prod*. 2024 Mar;446:141433.

- [107] Boedeker W, Watts M, Clausing P, Marquez E. The global distribution of acute unintentional pesticide poisoning: estimations based on a systematic review. *BMC Public Health*. 2020 Dec 7;20(1):1875.
- [108] FAOSTAT. Analytical Briefs FAO. 2020. Pesticides Trade and Pesticides Indicators: Global, Regional and Country Trends.
- [109] Toptancı İ, Kiralan M, Ramadan MF. Levels of pesticide residues in fruits and vegetables in the Turkish domestic markets. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021 Aug 23;28(29):39451–7.
- [110] Sircu R, Turcanu G, Opopol N, Pinzaru I, Manceva T, Scurtu R. Pesticides Level Determination in Vegetables and Fruits Commonly Used in Republic of Moldova and Estimation of Human Intake. *Chemistry Journal of Moldova*. 2019 Nov;14(2):62–71.
- [111] Ma C, Borgatta J, Hudson BG, Tamijani AA, De La Torre-Roche R, Zuverza-Mena N, et al. Advanced material modulation of nutritional and phytohormone status alleviates damage from soybean sudden death syndrome. *Nat Nanotechnol*. 2020 Dec 19;15(12):1033–42.
- [112] Tudi M, Daniel Ruan H, Wang L, Lyu J, Sadler R, Connell D, et al. Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jan 27;18(3):1112.
- [113] Aktar W, Sengupta D, Chowdhury A. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdiscip Toxicol*. 2009 Mar 1;2(1):1–12.
- [114] Mnif W, Hassine AIH, Bouaziz A, Bartegi A, Thomas O, Roig B. Effect of Endocrine Disruptor Pesticides: A Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2011 Jun 17;8(6):2265–303.
- [115] Aktar W, Sengupta D, Chowdhury A. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdiscip Toxicol*. 2009 Mar 1;2(1):1–12.
- [116] Gupta PK. Toxicity of Herbicides. In: *Veterinary Toxicology*. Elsevier; 2018. p. 553–67.
- [117] Mnif W, Hassine AIH, Bouaziz A, Bartegi A, Thomas O, Roig B. Effect of Endocrine Disruptor Pesticides: A Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2011 Jun 17;8(6):2265–303.
- [118] Strange RN, Scott PR. Plant Disease: A Threat to Global Food Security. *Annu Rev Phytopathol*. 2005 Sep 1;43(1):83–116.
- [119] Zubrod JP, Bundschuh M, Arts G, Brühl CA, Imfeld G, Knäbel A, et al. Fungicides: An Overlooked Pesticide Class? *Environ Sci Technol*. 2019 Apr 2;53(7):3347–65.

- [120] Mascarelli A. Growing Up With Pesticides. *Science* (1979). 2013 Aug 16;341(6147):740–1.
- [121] Gildea RC, Huffling K, Sattler B. Pesticides and Health Risks. *Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing*. 2010 Jan;39(1):103–10.
- [122] Akdoğan A, DÜ, EL. Pestisitlerin önemi ve ekosisteme etkileri. 2012;10(1):125–32.
- [123] Kim KH, Kabir E, Jahan SA. Exposure to pesticides and the associated human health effects. *Science of The Total Environment*. 2017 Jan;575:525–35.
- [124] Nasiri M, Ahmadzadeh H, Amiri A. Organophosphorus pesticides extraction with polyvinyl alcohol coated magnetic graphene oxide particles and analysis by gas chromatography-mass spectrometry: Application to apple juice and environmental water. *Talanta*. 2021 May;227:122078.
- [125] Pahang F, Amini S, Ebrahimzadeh H, Kandeh SH. Electrospun poly(ST-Co-AC)/Co-ZIF-67@Chitosan composite nanofibers as a sorbent with superior reusability for pesticide residues analysis in food samples. *Microchemical Journal*. 2023 May;188:108476.
- [126] Li W, Chen J, Linli F, Chen X, Huang Y, Yang X. Organophosphorus pesticide contaminants in fruits and vegetables: A meta-analysis. *Food Chem X*. 2023 Dec;20:101014.
- [127] Varela-Martínez DA, González-Curbelo MÁ, González-Sálamo J, Hernández-Borges J. Analysis of multiclass pesticides in dried fruits using QuEChERS-gas chromatography tandem mass spectrometry. *Food Chem*. 2019 Nov;297:124961.
- [128] Farajzadeh MA, Shahedi Hojghan A, Afshar Mogaddam MR. Development of a new temperature-controlled liquid phase microextraction using deep eutectic solvent for extraction and preconcentration of diazinon, metalaxyl, bromopropylate, oxadiazon, and fenazaquin pesticides from fruit juice and vegetable samples followed by gas chromatography-flame ionization detection. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2018 Mar;66:90–7.
- [129] Collimore WA, Bent GA. A newly modified QuEChERS method for the analysis of organochlorine and organophosphate pesticide residues in fruits and vegetables. *Environ Monit Assess*. 2020 Feb 21;192(2):128.
- [130] Lynch SM, Mahajan R, Beane Freeman LE, Hoppin JA, Alavanja MCR. Cancer incidence among pesticide applicators exposed to butylate in the Agricultural Health Study (AHS). *Environ Res*. 2009 Oct;109(7):860–8.

- [131] Beseler CL, Stallones L, Hoppin JA, Alavanja MCR, Blair A, Keefe T, et al. Depression and Pesticide Exposures among Private Pesticide Applicators Enrolled in the Agricultural Health Study. *Environ Health Perspect.* 2008 Dec;116(12):1713–9.
- [132] Everett CJ, Matheson EM. Biomarkers of pesticide exposure and diabetes in the 1999–2004 National Health and Nutrition Examination Survey. *Environ Int.* 2010 May;36(4):398–401.
- [133] Sircu R, Turcanu G, Opopol N, Pinzaru I, Manceva T, Scurtu R. Pesticides Level Determination in Vegetables and Fruits Commonly Used in Republic of Moldova and Estimation of Human Intake. *Chemistry Journal of Moldova.* 2019 Nov;14(2):62–71.
- [134] Lim L, Bolstad HM. Organophosphate Insecticides: Neurodevelopmental Effects. In: *Encyclopedia of Environmental Health.* Elsevier; 2019. p. 785–91.
- [135] Nicolopoulou-Stamati P, Maipas S, Kotampasi C, Stamatis P, Hens L. Chemical Pesticides and Human Health: The Urgent Need for a New Concept in Agriculture. *Front Public Health.* 2016 Jul 18;4.
- [136] Svanholm S, Brouard V, Roza M, Marini D, Karlsson O, Berg C. Impaired spermatogenesis and associated endocrine effects of azole fungicides in peripubertal *Xenopus tropicalis*. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2024 Jan;270:115876.
- [137] Wickerham EL, Lozoff B, Shao J, Kaciroti N, Xia Y, Meeker JD. Reduced birth weight in relation to pesticide mixtures detected in cord blood of full-term infants. *Environ Int.* 2012 Oct;47:80–5.
- [138] Anaduaka EG, Uchendu NO, Asomadu RO, Ezugwu AL, Okeke ES, Chidike Ezeorba TP. Widespread use of toxic agrochemicals and pesticides for agricultural products storage in Africa and developing countries: Possible panacea for ecotoxicology and health implications. *Heliyon.* 2023 Apr;9(4):e15173.
- [139] Elmer W, White JC. The Future of Nanotechnology in Plant Pathology. *Annu Rev Phytopathol.* 2018 Aug 25;56(1):111–33.
- [140] Schleiffer M, Speiser B. Presence of pesticides in the environment, transition into organic food, and implications for quality assurance along the European organic food chain – A review. *Environmental Pollution.* 2022 Nov;313:120116.
- [141] Kumar S, Nehra M, Dilbaghi N, Marrazza G, Hassan AA, Kim KH. Nano-based smart pesticide formulations: Emerging opportunities for agriculture. *Journal of Controlled Release.* 2019 Jan;294:131–53.
- [142] Barbhuiya RI, Wroblewski C, Elsayed A, Subramanian J, Kaur G, Routray W. Development and physicochemical characterization of *Azadirachta indica* seed oil

- loaded niosomes nanoparticles: A potential natural pesticide. *Chemical Engineering Research and Design*. 2024 Mar;203:197–206.
- [143] Damalas CA, Eleftherohorinos IG. Pesticide Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment Indicators. *Int J Environ Res Public Health*. 2011 May 6;8(5):1402–19.
- [144] Silva V, Gai L, Harkes P, Tan G, Ritsema CJ, Alcon F, et al. Pesticide residues with hazard classifications relevant to non-target species including humans are omnipresent in the environment and farmer residences. *Environ Int*. 2023 Nov;181:108280.
- [145] Scholtz M, Middleman T. Modelling of the long-term fate of pesticide residues in agricultural soils and their surface exchange with the atmosphere: Part II. Projected long-term fate of pesticide residues. *Science of The Total Environment*. 2007 May 1;377(1):61–80.
- [146] Abian Joaquin, Durand Gael, Barcelo Damia. Analysis of chlorotriazines and their degradation products in environmental samples by selecting various operating modes in thermospray HPLC/MS/MS. *J Agric Food Chem*. 1993 Aug 1;41(8):1264–73.
- [147] Behfar M, Heshmati A, Mehri F, Khaneghah AM. Removal of Ochratoxin A from Grape Juice by Clarification: A Response Surface Methodology Study. *Foods*. 2022 May 16;11(10):1432.
- [148] Han DM, Tong XX, Jin MG, Hepburn E, Tong CS, Song XF. Evaluation of organic contamination in urban groundwater surrounding a municipal landfill, Zhoukou, China. *Environ Monit Assess*. 2013 Apr 8;185(4):3413–44.
- [149] Su W, Hao H, Wu R, Xu H, Xue F, Lu C. Degradation of Mesotrione Affected by Environmental Conditions. *Bull Environ Contam Toxicol*. 2017 Feb 28;98(2):212–7.
- [150] Qian J, Li J, Fang D, Yu Y, Zhi J. A disposable biofilm-modified amperometric biosensor for the sensitive determination of pesticide biotoxicity in water. *RSC Adv*. 2014;4(98):55473–82.
- [151] Parsek MR, McFall SM, Chakrabarty AM. Microbial degradation of toxic, environmental pollutants: Ecological and evolutionary considerations. *Int Biodeterior Biodegradation*. 1995 Jan;35(1–3):175–88.
- [152] Tudi M, Daniel Ruan H, Wang L, Lyu J, Sadler R, Connell D, et al. Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Jan 27;18(3):1112.

- [153] Quan G, Yin C, Chen T, Yan J. Degradation of Herbicide Mesotrione in Three Soils with Differing Physicochemical Properties from China. *J Environ Qual*. 2015 Sep; 44(5):1631–7.
- [154] Wei J, Chen Y, Tiemur A, Wang J, Wu B. Degradation of pesticide residues by gaseous chlorine dioxide on table grapes. *Postharvest Biol Technol*. 2018 Mar;137:142–8.
- [155] Luo C, Huang Y, Huang D, Liu M, Xiong W, Guo Q, et al. Migration and Transformation Characteristics of Niclosamide in a Soil–Plant System. *ACS Omega*. 2018 Feb 28;3(2):2312–21.
- [156] Kaushik G, Satya S, Naik SN. Food processing a tool to pesticide residue dissipation – A review. *Food Research International*. 2009 Jan;42(1):26–40.
- [157] Waghulde PN and PPR. Pesticidal contamination status and decontamination of various pesticide residues in fruits by household preparations. *Environmental Science an Indian Journal*,. 2009;497–501.
- [158] Yigit N, Velioglu YS. Effects of processing and storage on pesticide residues in foods. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2020 Nov 29;60(21):3622–41.
- [159] Tcaciuc AP, Borrelli R, Zaninetta LM, Gschwend PM. Passive sampling of DDT, DDE and DDD in sediments: accounting for degradation processes with reaction–diffusion modeling. *Environ Sci Process Impacts*. 2018;20(1):220–31.
- [160] Tariq SR, Nisar L. Reductive transformation of profenofos with nanoscale Fe/Ni particles. *Environ Monit Assess*. 2018 Mar 7;190(3):123.
- [161] Marie L, Sylvain P, Benoit G, Maurice M, Gwenaël I. Degradation and Transport of the Chiral Herbicide S-Metolachlor at the Catchment Scale: Combining Observation Scales and Analytical Approaches. *Environ Sci Technol*. 2017 Nov 21;51(22):13231–40.
- [162] Zhao Y, Wendling LA, Wang C, Pei Y. Behavior of chlorpyrifos and its major metabolite TCP (3,5,6-trichloro-2-pyridinol) in agricultural soils amended with drinking water treatment residuals. *J Soils Sediments*. 2017 Apr 31;17(4):889–900.
- [163] Yue L, Ge C, Feng D, Yu H, Deng H, Fu B. Adsorption–desorption behavior of atrazine on agricultural soils in China. *Journal of Environmental Sciences*. 2017 Jul;57:180–9.
- [164] Harmoko H, Putra GK, Munawar H, Lioe HN, Andarwulan N. Thermochemical degradation investigation of pesticide residues in banana homogenate. *Food Control*. 2023 Jan;143:109329.

- [165] Kalantary RR, Jaafarzadeh N, Kermani M, Hesami Arani M. Deltamethrin and malathion pesticide residues determination in the wheat and probabilistic health risk assessment by Monte Carlo simulation: a case study in Aran-Bidgol, Iran. *Int J Environ Anal Chem.* 2022 Oct 9;1–12.
- [166] Bian Y, Yu Z, Zhang A, Qi X, Li C, Wang S, et al. New insights to improve the storage stability of pesticide residues in analytical samples. *Microchemical Journal.* 2024 Apr;199:110009.
- [167] Dong J, Bian Y, Liu F, Guo G. Storage stability improvement of organophosphorus insecticide residues on representative fruit and vegetable samples for analysis. *J Food Process Preserv.* 2019 Aug 17;43(8).
- [168] Bian Y, Liu F, Chen F, Sun P. Storage stability of three organophosphorus pesticides on cucumber samples for analysis. *Food Chem.* 2018 Jun;250:230–5.
- [169] Bian Y, Wang B, Liu F, Wang Y, Huang H. Effect of storage states on stability of three organophosphorus insecticide residues on cowpea samples. *J Sci Food Agric.* 2021 Nov 27;101(14):6020–6.
- [170] Sherma J. Pesticide Residue Analysis (1999–2000): A Review. *J AOAC Int.* 2001 Sep 1;84(5):1303–12.
- [171] Bian Y, Liu F, Chen F, Sun P. Storage stability of three organophosphorus pesticides on cucumber samples for analysis. *Food Chem.* 2018 Jun;250:230–5.
- [172] Ticha J, Hajslova J, Jech M, Honzicek J, Lacina O, Kohoutkova J, et al. Changes of pesticide residues in apples during cold storage. *Food Control.* 2008 Mar;19(3):247–56.
- [173] Fantke P, Juraske R. Variability of Pesticide Dissipation Half-Lives in Plants. *Environ Sci Technol.* 2013 Apr 16;47(8):3548–62.
- [174] Jain U, Saxena K, Hooda V, Balayan S, Singh AP, Tikadar M, et al. Emerging vistas on pesticides detection based on electrochemical biosensors – An update. *Food Chem.* 2022 Mar;371:131126.
- [175] Fang L, Liao X, Jia B, Shi L, Kang L, Zhou L, et al. Recent progress in immunosensors for pesticides. *Biosens Bioelectron.* 2020 Sep;164:112255.
- [176] Singh AP, Balayan S, Hooda V, Sarin RK, Chauhan N. Nano-interface driven electrochemical sensor for pesticides detection based on the acetylcholinesterase enzyme inhibition. *Int J Biol Macromol.* 2020 Dec;164:3943–52.

- [177] Tankiewicz M, Berg A. Improvement of the QuEChERS method coupled with GC–MS/MS for the determination of pesticide residues in fresh fruit and vegetables. *Microchemical Journal*. 2022 Oct;181:107794.
- [178] Anastassiades M, Lehotay SJ, Štajnbaher D, Schenck FJ. Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/Partitioning and “Dispersive Solid-Phase Extraction” for the Determination of Pesticide Residues in Produce. *J AOAC Int*. 2003 Mar 1;86(2):412–31.
- [179] Tankiewicz M, Berg A. Improvement of the QuEChERS method coupled with GC–MS/MS for the determination of pesticide residues in fresh fruit and vegetables. *Microchemical Journal*. 2022 Oct;181:107794.
- [180] SANTE/12682/2019. Maximum Residue levels, https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/maximum-residue-levels/guidelines-maximum-residue-levels_en, 2020. 2022;
- [181] Ly TK, Ho TD, Behra P, Nhu-Trang TT. Determination of 400 pesticide residues in green tea leaves by UPLC-MS/MS and GC-MS/MS combined with QuEChERS extraction and mixed-mode SPE clean-up method. *Food Chem*. 2020 Oct;326:126928.
- [182] Lozano A, Uclés S, Uclés A, Ferrer C, Fernández-Alba AR. Pesticide Residue Analysis in Fruit- and Vegetable-Based Baby Foods Using GC-Orbitrap MS. *J AOAC Int*. 2018 Mar 1;101(2):374–82.
- [183] Toptanci İ, Kiralan M, Ramadan MF. Levels of pesticide residues in fruits and vegetables in the Turkish domestic markets. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021 Aug 23;28(29):39451–7.
- [184] Poole CF. Matrix-induced response enhancement in pesticide residue analysis by gas chromatography. *J Chromatogr A*. 2007 Jul;1158(1–2):241–50.
- [185] Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü BKDB. <https://bku.tarimorman.gov.tr/Kullanim/TavsiyeArama?csrt=15283483163789206557>. 2024.
- [186] Strange RN, Scott PR. Plant Disease: A Threat to Global Food Security. *Annu Rev Phytopathol*. 2005 Sep 1;43(1):83–116.
- [187] Yiğit N, Velioglu YS. Effect of Processing Type and Storage Time on Some Pesticide Residues in Strawberries. *Akademik Gıda*. 2023 Mar 30;21(1):1–12.

- [188] A. Bayındır EAÇ ve AKB. Chlorantraniliprole + Thiamethoxam Etken Maddelerinden Oluşan Kimyasal Preparatın (Luzindo 40 WG) *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)'ya Etkisi", . JOTAF. 2016;3–13.
- [189] Bian Y, Liu F, Chen F, Sun P. Storage stability of three organophosphorus pesticides on cucumber samples for analysis. *Food Chem.* 2018 Jun;250:230–5.
- [190] Ticha J, Hajslova J, Jech M, Honzicek J, Lacina O, Kohoutkova J, et al. Changes of pesticide residues in apples during cold storage. *Food Control.* 2008 Mar;19(3):247–56.
- [191] Yiğit, N. Çileklerdeki Bazı Pestisit Kalıntıları Üzerine Yıkama, Pastörizasyon ve Farklı Sıcaklıklarda Depolamanın Etkisi. [Ankara]: Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı; 2021.
- [192] Kölük Tatlı, Y. Ozonlama İşleminin Üç Farklı Grup Pestisitinin Degradasyonu Üzerine Etkisi. [Ankara]: Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı; 2016.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Saliha GÖKDUMAN

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Lisans	Celal Bayar Üniversitesi/Gıda Mühendisliği	2013
Lise	Vali Vecdi Gönül Anadolu Lisesi, İzmir	2007