



**T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**TİCARİ MEYVE SULARINDA PESTİSİT KALINTILARININ LC-MS/MS
İLE BELİRLENMESİ VE MARUZİYET RİSKLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kübra AYYILDIZ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı

TEMMUZ 2025

**T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**TİCARİ MEYVE SULARINDA PESTİSİT KALINTILARININ LC-
MS/MS İLE BELİRLENMESİ VE MARUZİYET RİSKLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kübra AYYILDIZ

(22434983601)

ORCID:

**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Gıda Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı**

Danışman: Prof. Dr. Rasim Alper ORAL

ORCID:

TEMMUZ 2025

BTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 22434983601 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Kübra AYYILDIZ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "TİCARİ MEYVE SULARINDA PESTİSİT KALINTILARININ LC-MS/MS İLE BELİRLENMESİ VE MARUZİYET RİSKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Rasim Alper ORAL**
Bursa Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Dr. Öğr. Üyesi Nadide SEYHUN**
Bursa Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Serap DURAKLI VELİOĞLU
Namık Kemal Üniversitesi

Savunma Tarihi **: 24 Temmuz 2025**
Teslim Tarihi **: 14 Ağustos 2025**



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

İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Kübra AYYILDIZ:

İmza:

X X X X X



Aileme ve kendime,

ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca değerli bilgi birikimi, rehberliği ve desteğiyle bana yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Rasim Alper ORAL'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübesiyle katkı sağlayan Dr. Öğr. Üyesi Nadide SEYHUN'a da ayrıca gönülden teşekkür ederim.

Çalışma hayatım boyunca bana katkı sağlayan ve bu süreçte iş birliği içerisinde bulunduğum Perla Fruit ailesine ve tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Varlıklarıyla bana güç veren, sevgileriyle yolumu aydınlatan canım aileme ve desteğiyle bu süreci benimle paylaşan sevgili Emre AVCI'ya teşekkür ederim.

Temmuz 2025

Kübra AYYILDIZ
(Gıda Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xii
SUMMARY	xiv
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	2
2.1 Pestisitler	2
2.2 Pestisitlerin Sınıflandırılması	4
2.3 Pestisitlerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri	7
2.3.1 Akut etkiler	7
2.3.2 Kronik etkiler.....	8
2.4 Pestisitlerin Çevre Üzerine Etkileri.....	8
2.5 Türkiye'de Yapılan Kalıntı Çalışmaları	9
2.6 Dünya'da Yapılan Kalıntı Çalışmaları.....	20
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	23
3.1 Materyal	23
3.2 Yöntem.....	23
3.2.1 Meyve suyu örneklerinin ekstraksiyonu ve analizi	23
3.2.2 Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği: Uygulama kapsamı ve değerlendirme kriterleri.....	25
3.2.3 Risk değerlendirmesi	27
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	29
4.1 Meyve Suyu Örneklerinde Tespit Edilen Pestisit Kalıntı Miktarları ve Değerlendirilmesi	29
4.2 Meyve Suyu Örneklerinde Risk Değerlendirmesi	37
4.2.1 Yetişkin tüketiciler için pestisit maruziyeti risk değerlendirmesi	38
4.2.2 Çocuklar için pestisit maruziyeti risk değerlendirmesi	40
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	44
KAYNAKLAR	46
EKLER.....	53
ÖZGEÇMİŞ.....	64

KISALTMALAR

ADI	: Kabul Edilebilir Günlük Alım
aHI	: Akut Tehlike İndeksi
AOAC	: Association of Official Analytical Chemists
ARfD	: Akut Referans Doz
EDI	: Tahmini Günlük Alım
EFSA	: Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
ESTI	: Tahmini Kısa Vadeli Alım
FAO	: Gıda Tarım Örgütü
GKGM	: Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü
HQ	: Tehlike Katsayısı
İF	: İşleme Faktörü
JMPR	: Joint Meeting on Pesticide Residues
LOD	: Limit of Detection (Belirlenme Sınırı)
MRL	: Maksimum Kalıntı Limitleri
PSA	: Primary Secondary Amine (temizleme adsorbantı)
Rpm	: Dakikadaki devir sayısı
TEDB	: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır.
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
Va	: Vücut Ağırlığı
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Yıllar itibarıyla bitki koruma ürünlerinin (gruplara ayrılmış olarak) kullanım miktarları, (2006-2024).	3
Çizelge 3.1: MRL uygulanacak bitkisel ürünler.....	26
Çizelge 4.1: Karışık meyve suyu örneklerinde tespit edilen pestisit kalıntı düzeyleri ve TGK MRL değerleri (mg/kg).....	29
Çizelge 4. 2 : Ahududu, böğürtlen, erik, karadut, vişne ve yaban mersini meyve suyu örneklerinde tespit edilen pestisit kalıntı düzeyleri ve TGK MRL değerleri (mg/kg).	31
Çizelge 4.3: Nar suyu örneklerinde tespit edilen pestisit kalıntı düzeyleri ve TGK MRL değerleri (mg/kg).....	32
Çizelge 4.4: Portakal suyu örneklerinde tespit edilen pestisit kalıntı düzeyleri ve TGK MRL değerleri (mg/kg).	33
Çizelge 4. 5: Üzüm suyu örneklerinde tespit edilen pestisit kalıntı düzeyleri ve TGK (mg/kg).....	35
Çizelge 4.6: Elma suyu örneklerinde tespit edilen pestisit kalıntı düzeyleri ve TGK MRL değerleri (mg/kg).....	36
Çizelge 4.7: Yetişkinlerde meyve suyu tüketimi yoluyla günlük ortalama pestisit alımının kısa ve uzun vadeli riskleri.	39
Çizelge 4.8: Çocuklarda meyve suyu tüketimi yoluyla günlük ortalama pestisit alımının kısa ve uzun vadeli riskleri.	42

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Pestisitlerin sınıflandırılması.....	6
Şekil 3.1: QuEChERS AOAC 2007:01 ekstraksiyon metodu aşamaları.....	24



TİCARİ MEYVE SULARINDA PESTİSİT KALINTILARININ LC-MS/MS İLE BELİRLENMESİ VE MARUZİYET RİSKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Bu çalışma, Türkiye piyasasında ticari olarak satılan meyve sularında pestisit kalıntılarının varlığını araştırmak ve bu kalıntıların insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkilerini akut ve kronik risk parametreleri üzerinden değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaç doğrultusunda, analiz edilmek üzere seçilen meyve suyu örnekleri Bursa ilinden temin edilmiştir. Çalışma kapsamında toplam 70 farklı meyve suyu örneği analiz edilmiş; bu örneklerde 460 farklı pestisit etken maddesi taranmıştır. Elde edilen bulgular, örneklerin önemli bir kısmında pestisit kalıntısı bulunduğunu ve bazı örneklerde belirlenen pestisit düzeylerinin, Türk Gıda Kodeksi'nde tanımlı Maksimum Kalıntı Limitleri'ne (MRL) oldukça yakın ya da bu sınırların üzerinde olduğunu ortaya koymuştur. En yüksek pestisit kalıntısı oranı, %100 ile portakal suyu örneklerinde (9 örnek) gözlemlenmiştir. Portakal suyunu, %83,3 oranla nar suyu (5 örnek), %57,1 oranla üzüm suyu (4 örnek) ve %40 oranla karışık meyve suyu (12 örnek) takip etmiştir. Elma suyu örneklerinin %27,3'ünde (3 örnek) pestisit kalıntısına rastlanırken, böğürtlen suyu örneklerinde yalnızca bir örnekte kalıntı tespit edilmiştir. Buna karşılık, ahududu, vişne, erik, karadut ve yaban mersini suyu örneklerinde herhangi bir pestisit kalıntısı belirlenmemiştir. Bu dağılım, pestisit kullanımının ürün türüne, üretim ve işleme koşullarına bağlı olarak farklılık gösterebildiğini ortaya koymaktadır.

Analizlerde en sık karşılaşılan pestisitler arasında insektisit grubundan acetamiprid ve spirotetramat ile fungusit grubundan pyrimethanil, imazalil ve metalaxyl yer almıştır. Risk değerlendirmesi sonucunda, yetişkinler için nar, elma, böğürtlen ve karışık meyve suyu örneklerinde pestisitlerin hem akut (aHI) hem de kronik (HQ) maruziyet değerlerinin güvenli sınırlar içerisinde kaldığı belirlenmiştir. Ancak üzüm suyu örneklerinde acetamipridin hem aHI hem HQ değerinin %3,00 ile sınırın üzerinde olduğu, spirotetramatın ise %2,16 HQ değeri ile kronik maruziyet açısından risk oluşturduğu görülmüştür. Portakal suyu örneklerinde pyrimethanil (%3,02 HQ) ve imazalil (%1,78 HQ) gibi pestisitler, özellikle uzun vadeli maruziyet yönünden dikkat çekmiştir. Çocuklara yönelik yapılan değerlendirmelerde ise risk seviyelerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Üzüm suyu örneklerinde acetamiprid için %9,00 aHI ve HQ; spirotetramat için %6,47 HQ; boscalid için %1,33 HQ değerleri hesaplanmış, bu da özellikle acetamipridin çocuk sağlığı açısından risk oluşturduğunu göstermiştir. Elma suyunda acetamiprid için %2,20 aHI ve HQ; portakal suyunda imazalil için %2,67 aHI, pyrimethanil için %9,06 HQ ve imazalil için %5,34 HQ gibi yüksek değerler saptanmıştır. Karışık meyve sularında acetamiprid (%1,30) ve cypermethrin (%1,00) gibi pestisitler sınır değerlerde seyretmiş, spirotetramat ve dodine ise düşük risk düzeylerinde kalmıştır. Bu sonuçlar, bazı meyve sularının özellikle çocuklar gibi hassas gruplar için hem akut hem de kronik pestisit maruziyeti yönünden risk taşıyabileceğini ortaya koymuştur. Genel olarak elde edilen bulgular, pestisit

kalıntılarının meyve sularında hala güncelliğini koruyan bir gıda güvenliği sorunu olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, üretim sürecinde iyi tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması, mevzuat kapsamının genişletilerek karışık meyve suyu gibi ürün gruplarını da kapsaması, çocuklara özgü risk değerlendirme modellerinin geliştirilmesi ve pestisit kontaminasyonuna karşı etkili denetim sistemlerinin uygulanması toplum sağlığının sürdürülebilirliği açısından kritik bir öneme sahiptir.

Anahtar kelimeler: Meyve suyu, Pestisit kalıntısı, Akut risk (aHI), Kronik risk (HQ), Gıda güvenliği.



DETERMINATION OF PESTICIDE RESIDUES IN COMMERCIAL FRUIT JUICES BY LC-MS/MS AND ASSESSMENT OF EXPOSURE RISKS

SUMMARY

This study was conducted to investigate the presence of pesticide residues in commercially available fruit juices on the Turkish market and to evaluate the potential effects of these residues on human health based on acute and chronic risk parameters. For this purpose, the fruit juice samples selected for analysis were obtained from the province of Bursa. A total of 70 different fruit juice samples were analyzed, and 460 different active pesticide substances were screened in these samples. The findings revealed that a significant portion of the samples contained pesticide residues, and in some cases, the detected pesticide levels were either close to or exceeded the Maximum Residue Limits (MRLs) defined by the Turkish Food Codex. The highest rate of pesticide residue detection was observed in orange juice samples, with 100% of the 9 samples containing residues. Orange juice was followed by pomegranate juice (83.3%, 5 samples), grape juice (57.1%, 4 samples), and mixed fruit juice (40 %, 12 samples). Pesticide residues were found in 27.3% of apple juice samples (3 samples), while only one blackberry juice sample contained detectable residues. In contrast, no pesticide residues were detected in raspberry, sour cherry, plum, black mulberry, or blueberry juice samples. This distribution indicates that pesticide use may vary depending on the type of product, as well as production and processing conditions.

Among the most frequently detected pesticides in the analyses were the insecticides acetamiprid and spirotetramat, and the fungicides pyrimethanil, imazalil, and metalaxyl. According to the risk assessment results, the acute (aHI) and chronic (HQ) exposure values for pesticides in pomegranate, apple, blackberry, and mixed fruit juice samples remained within safe limits for adults. However, in grape juice samples, acetamiprid exceeded both aHI and HQ thresholds at 3.00%, while spirotetramat presented a chronic exposure risk with an HQ value of 2.16%. In orange juice samples, pesticides such as pyrimethanil (3.02% HQ) and imazalil (1.78% HQ) stood out, particularly in terms of long-term exposure. Evaluations for children revealed even higher risk levels. In grape juice, acetamiprid was calculated at 9.00% aHI and HQ, spirotetramat at 6.47% HQ, and boscalid at 1.33% HQ—indicating that acetamiprid poses a notable risk to children's health. In apple juice, acetamiprid was found at 2.20% aHI and HQ, while in orange juice, imazalil reached 2.67% aHI and 5.34% HQ, and pyrimethanil reached a high of 9.06% HQ. In mixed fruit juices, acetamiprid (1.30%) and cypermethrin (1.00%) were near the threshold values, while spirotetramat and dodine remained at lower risk levels. These findings suggest that certain fruit juices may pose acute and chronic pesticide exposure risks, especially for vulnerable populations such as children. Overall, the results indicate that pesticide residues in fruit juices remain a current food safety concern. In this context, promoting good agricultural practices, expanding the scope of legislation to include products like mixed fruit juices, developing risk assessment models specifically for children, and

implementing effective monitoring systems against pesticide contamination are of critical importance for the sustainability of public health.

Keywords: Fruit juice, Pesticide residue, Acute risk (aHI), Chronic risk (HQ), Food safety.



1. GİRİŞ

Günümüzde sağlıklı beslenme bilincinin artmasıyla birlikte meyve suyu tüketimi dünya genelinde ve Türkiye'de önemli ölçüde artış göstermiştir.

Türk Gıda Kodeksi'ne göre meyve suyu; fermente olmamış ancak fermente olabilme özelliği taşıyan, taze, olgun, sağlam veya soğukta/dondurularak saklanmış bir ya da birden fazla meyvenin yenilebilir kısımlarından elde edilen ve bu meyvelerin kendine özgü renk, koku ve tat özelliklerini taşıyan bir ürün olarak tanımlanmaktadır.

Günlük kullanımda “meyve suyu” ifadesi, meyve içeriği farklılık gösteren tüm meyve bazlı içecekleri kapsayacak şekilde kullanılmaktadır. Ancak Türk Gıda Kodeksi'ne göre bu ürünler içeriklerindeki meyve oranına bağlı olarak dört ana grupta sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmanın temelini içeceğin gerçek meyve oranı oluşturur. Buna göre; meyve suyu %100 meyve içerirken, meyve nektarlarında bu oran meyve türüne bağlı olarak %25 ile %99 arasında değişmektedir. Meyveli içeceklerde meyve oranı %10 ila %24 arasında iken, aromalı içeceklerde bu oran %10'un altındadır. (Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu Ve Benzeri Ürünler Tebliği, 2014).

Meyve sularının içeriği, halk sağlığı açısından büyük bir öneme sahiptir. Fakat, meyve sularında bulunan pestisit kalıntıları, tüketicilerin sağlık açısından risklerle karşılaşmasına neden olabileceği için gıda güvenliği alanında dikkatle izlenmesi gereken önemli bir konu haline gelmektedir. Dünya genelinde her yıl milyonlarca ton meyve suyu tüketilmekte olup, bu ürünlerdeki pestisit kalıntı düzeyleri üzerine yapılan analizler, gıda güvenliğine dair önemli bulgular ortaya koymaktadır.

Tarımsal ürünlerde kullanılan pestisitler, yalnızca çevre üzerinde zararlı etkilere yol açmakla kalmaz, aynı zamanda bu kimyasallar, tüketilen gıda maddeleriyle insan vücuduna da geçerek sağlık üzerinde ciddi tehditler oluşturabilir. Uzun vadeli pestisit maruziyeti, organlarda zarar verici etkilere neden olabilir ve çeşitli hastalıkların riskini artırabilir. Sağlıklı yaşam tercihlerinin artmasıyla birlikte meyve suyu tüketimi yaygınlaşmış, özellikle çocuklar arasında popüler bir içecek haline gelmiştir. Meyve sularında pestisit kalıntılarının araştırılması, halk sağlığı ve gıda güvenliği açısından

büyük bir öneme sahiptir. Çocuklar gibi hassas grupların sıkça tükettiği meyve sularındaki pestisit kalıntıları, uzun vadede sağlık üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Bu nedenle, meyve sularındaki pestisit kalıntılarının tespiti insan sağlığını korumak ve güvenli gıda tüketimini sağlamak adına önemlidir.

Bu çalışmada, piyasada yaygın olarak tüketilen nar, elma, üzüm, vişne, portakal, erik, ahududu, karadut, yaban mersini, böğürtlen ve karışık meyve suyu olmak üzere toplam 10 farklı meyve suyu türüne ait 70 adet örnek temin edilmiştir. Söz konusu meyve suyu örnekleri, tüketicilerin kolaylıkla erişebileceği çeşitli marketlerden toplanmıştır. Tez kapsamında yürütülen bu çalışma, meyve sularında bulunabilecek pestisit kalıntılarını analiz ederek, tüketici sağlığını tehdit edebilecek bu kimyasallara yönelik toplumsal farkındalığı artırmayı ve gıda güvenliği literatürüne katkıda bulunmayı hedeflemektedir. Toplanan veriler, Türk Gıda Kodeksi (TGK) Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği çerçevesinde değerlendirilmiş ve bu doğrultuda risk analizleri yapılmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Pestisitler

Pestisit kelimesi, Latince kökenli bir terim olup iki kelimenin birleşiminden türetilmiştir. *Pestis*, zararlı veya kötü anlamına gelir, *cide* ise "öldürücü" anlamına gelir. Bu iki kelimenin birleşimiyle oluşan pestisit, "zararlıları öldüren" veya "zararlıları yok eden" anlamına gelmektedir (Kaliforniya Üniversitesi Tarım ve Doğal Kaynaklar, 2025).

Pestisitler, tarımda ve diğer alanlarda zararlı organizmaları (böcekler, mantarlar, yabancı otlar vb.) denetim altına almak veya ortadan kaldırmak için kullanılan kimyasal ya da biyolojik maddelerdir. İnsanlar, zararlılar ve hastalıklarla mücadele için pestisitleri kullanmaya çok eski zamanlarda başlamıştır. İlk kullanılan pestisitler kükürt ve arsenik olarak bilinmektedir. M.Ö. 1000'li yıllarda Homeros'un kükürt dumanının kullanımına değindiği bilinmektedir. M.Ö. 200'lü yıllarda ise üzüm bağlarında hastalıkları engellemek amacıyla kükürt dumanı uygulanmıştır. Romalılar, kemirgenlerle mücadelede çöpleme bitkisini (*Helleborus niger*) kullanırken, Çin'de bahçelerdeki zararlı böceklerin kontrolü için arsenikten yararlanılmıştır. Bitkisel kökenli pestisitlerin kullanımı ise daha sonraki dönemlerde yaygınlık kazanmıştır. Örneğin, nikotin 16. yüzyılda; krizantemden elde edilen *pyrethrum* ise 19. yüzyılda insektisit olarak kullanılmaya başlandığı bilinmektedir. Bakır ve civa tuzları ile kükürt, II. Dünya Savaşı'ndan önce fungusit olarak; arsenik ve siyanür ise insektisit olarak yaygın şekilde kullanılmıştır. Günümüzdeki modern pestisit uygulamalarının temelleri ise 1940'lı yıllarda atılmıştır. 1939 yılında İsviçreli kimyager Paul Müller tarafından DDT'nin insektisit özellikleri keşfedilmiş ve bu madde 1942 yılında piyasaya sunulmuştur. İngiltere ve Fransa'da *benzen heksaklorür* böcek ilacı amacıyla kullanılmaya başlanmış; 1943'te ise parathion, insektisit özellikte organik fosforlu bir bileşik olarak geliştirilmiştir. II. Dünya Savaşı sürecinde bitkisel kökenli pestisitlere ulaşımın zorlaşması, başta Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere pek çok ülkeyi sentetik pestisitlerin geliştirilmesine yöneltmiştir (Çetinkaya Açar, 2015a).

Çizelge 2.1’de yer alan verilere göre, Türkiye’de tarım ilacı kullanım miktarlarında yıllar içerisinde dalgalanmalar görülmekle birlikte, başlangıç ve bitiş yılları karşılaştırıldığında toplam kullanım miktarında artış olduğu görülmektedir. 2006’da 45.376 ton olan toplam pestisit kullanımı, 2023’te 57.766 ton ile zirveye çıktığı, 2024’te ise 53.515 tona gerilediği gözlemlenmiştir. Bu, yaklaşık %18’lik bir artışa denk gelmektedir (2006–2024 arasında), ancak dalgalı bir seyir izlendiği gözlemlenmiştir. Özellikle 2016’dan sonra gözle görülür bir artış başlamış, bu artış 2018’de zirve yaptığı görülmektedir (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2025).

Çizelge 2.1: Yıllar itibarıyla bitki koruma ürünlerinin (gruplara ayrılmış olarak) kullanım miktarları (2006-2024).

Yıllar	Toplam	İnsektisit	Fungusit	Herbisit	Akarisit	Rodentisit Mollussisit	Diğerleri*
2006	45.376	7.628	19.900	6.956	902	3	9.987
2007	48.716	21.046	16.707	6.669	966	51	3.277
2008	38.836	9.251	16.707	6.177	737	351	5.613
2009	37.651	9.914	17.863	5.961	1.533	78	2.302
2010	38.555	7.176	17.396	7.452	1.040	147	5.344
2011	39.534	6.120	17.546	7.407	1.062	421	6.978
2012	42.611	7.264	18.124	7.351	859	247	8.766
2013	39.440	7.741	16.248	7.336	858	129	7.128
2014	39.723	7.586	16.674	7.794	1.513	149	6.007
2015	39.026	8.117	15.984	7.825	1.576	197	5.327
2016	50.054	10.425	20.485	10.025	2.025	259	6.835
2017	54.098	11.436	22.006	11.759	2.452	236	6.209
2018	60.020	13.583	23.047	14.794	2.486	309	5.801
2019	51.297	11.609	19.698	12.644	2.124	264	4.958
2020	53.672	12.347	20.600	13.250	2.200	280	4.995
2021	52.965	11.071	19.098	13.320	2.342	283	6.851
2022	55.374	12.205	19.446	14.553	2.462	298	6.410
2023	57.766	12.326	19.614	15.509	3.104	297	6.916
2024	53.515	13.420	18.145	12.727	2.223	221	6.779

*: Böcek cezbedici, fumigant, nematisit, bitki aktivatörü bitki gelişim düzenleyici

Tarımsal ürünlerde kullanılan ruhsatlı bitki koruma ürünlerine ilişkin olarak, hangi zararlı veya hastalık için hangi dozda uygulanması gerektiği ve ilaçlamanın ardından ürünün ne kadar sürede hasat edilebileceği gibi bilgiler mevcuttur. Ancak bazı üreticiler, bu talimatlara uymayarak daha yüksek dozlarda uygulama yapmanın daha etkili sonuç vereceğini düşünmektedir. Bu yanlış uygulamalar ise hem ülke ekonomisine hem insan sağlığına hem de çevresel dengelere olumsuz etki etmektedir.

Bu nedenle, gıdalarda bulunan tarım ilacı kalıntılarının kontrolü ve izlenmesine yönelik daha kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Her ne kadar yıkama, kabukların soyulması, pişirme veya uygun depolama gibi işlemler kalıntı miktarını belirli ölçüde azaltabilse de, gıda teknolojisi alanında yürütülecek ilave çalışmaların da bu konuda önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Özellikle meyve suyu üretim teknolojileri üzerine odaklanacak araştırmalar, kalıntı seviyelerinin düşürülmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Öztekin, 2005).

Ticari meyve suyu üretiminde meyve genellikle bütün halinde kullanılır. Meyve veya sebzelerden elde edilen meyve suyu, pestisit kalıntı seviyelerini azaltır. Bu azalma, pestisitlerin meyve kabuğu, posa ve meyve suyu arasındaki dağılım oranına bağlıdır. Posa veya küspe, meyve kabuğuyla birlikte önemli miktarda pestisit kalıntısı içerebilmektedir. Meyve suyu işleme sürecinde uygulanan filtrasyon ve santrifüjleme gibi işlemler, asılı parçacıklardaki kalıntıları daha da azaltır. Ancak, vakumla konsantrasyon işlemi, pestisitlerin meyve suyu ürününde yoğunlaşmasına da neden olabilir (Romniou ve diğ, 2022).

2.2 Pestisitlerin Sınıflandırılması

Pestisitler, dünya çapında tarımda ve halk sağlığında önemli bir role sahip maddelerdir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ile Dünya Sağlık Örgütü (WHO), pestisitleri benzer tanımlarla ifade etmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) pestisitleri böcek, kemirgen, mantar ve istenmeyen bitkiler gibi zararlı organizmaları ortadan kaldırmak ya da popülasyonlarını denetim altına almak için kullanılan biyolojik ya da kimyasal bileşikler ifadesiyle tanımlanmıştır (WHO, 2020). FAO ise pestisitleri, bitki gelişimini düzenleyen ya da kurutucu işlev gören maddelerin de pestisit grubu içerisinde değerlendirilebileceğini belirtmektedir. Ayrıca, bitki büyüme düzenleyicileri ve kurutucular da pestisitler arasında olduğu belirtilmiştir (FAO, 2021). Pestisitler; kimyasal yapılarına, elde edildikleri kaynaklara, hedef zararlı üzerindeki etki biçimlerine, toksisite düzeylerine ve etki mekanizmalarına göre farklı şekillerde sınıflandırılabilir (Manap ve diğ, 2023). Pestisitler, etkiledikleri canlı gruplarına göre farklı kategorilere ayrılabilir. Bu sınıflandırma, hangi organizmaların hedef alındığını belirleyerek, hangi ürünlerin kullanılacağını seçmeye yardımcı olur. Diğer bir önemli sınıflandırma ise pestisitlerin kimyasal yapılarına göre yapılmaktadır; örneğin organofosfatlar, karbamatlar, klororganik bileşikler ve piretroidler gibi gruplar

bu kapsamda değerlendirilir (Aktar ve diğ, 2009). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), pestisitleri akut toksisitetlerine göre sınıflandırarak son derece tehlikeli (Class Ia) ve muhtemelen zararsız (Class U) şeklinde bir sistem geliştirmiştir (WHO, 2019). Bu sistem, pestisitlerin insanlar üzerindeki kısa vadeli toksik etkilerini temel alarak pestisitlerin etiketlenmesi, pazarlanması ve kullanımına yönelik küresel ölçekte düzenlemelere rehberlik etmektedir. Bu sınıflandırmalar, pestisitlerin güvenli kullanımının sağlanması, halk sağlığının korunması ve çevreye olan zararın azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır. Uluslararası literatüre göre, yaygın olarak kullanılan pestisitlerin organofosfatlar ve karbamatlar olduğu ifade edilmektedir (Calderon ve diğ, 2022). Halk sağlığının korunmasına yönelik olarak kullanılacak bir pestisit, belirli teknik kriterleri karşılamalıdır. Bu bağlamda, pestisit yalnızca hedef organizmaya karşı seçici toksisite göstermeli, insanlar üzerinde toksik etki göstermemelidir. Uygulama açısından düşük maliyetli, pratik ve sahada kolay uygulanabilir nitelikte olmalıdır. Kimyasal olarak, çevresel koşullar altında kısa sürede toksik olmayan bileşiklere dönüşebilme özelliğine sahip olmalı; aynı zamanda yanıcı, korozif, patlayıcı ya da boyayıcı özellikler taşımamalıdır. Bu tür fizikokimyasal ve biyolojik özellikler, pestisit etkinliği kadar kullanım güvenliğini de belirleyen temel faktörlerdir (Çetinkaya Açar, 2015b).

Pestisitler genellikle 3 farklı gruba göre sınıflandırılmaktadır (Şekil 2.1).

Etkiledikleri organizma türleri ve kullanım amaçlarına göre sınıflandırma:

- İnektisitler: Zararlı böceklerin kontrolü için kullanılır.
- Rodentisitler: Kemirgen türlerini ortadan kaldırmak amacıyla tercih edilir.
- Fungusitler: Bitkilerde mantar kaynaklı hastalıkların önlenmesi için uygulanır.
- Bakterisitler: Bakteriyel etkenleri yok etmekte etkilidir.
- Mitisitler: Keneleri yok etmek için geliştirilmiştir.
- Larvasitler: Böcek larvalarının imhasında kullanılır.
- Nemositler: Toprakta veya bitkilerde zararlı solucanları hedef alır.
- Akarisitler: Örümcek ve akar gibi eklembacaklılara karşı kullanılır.
- Mollusitler: Salyangoz gibi yumuşakçaları kontrol altına almak için kullanılır.

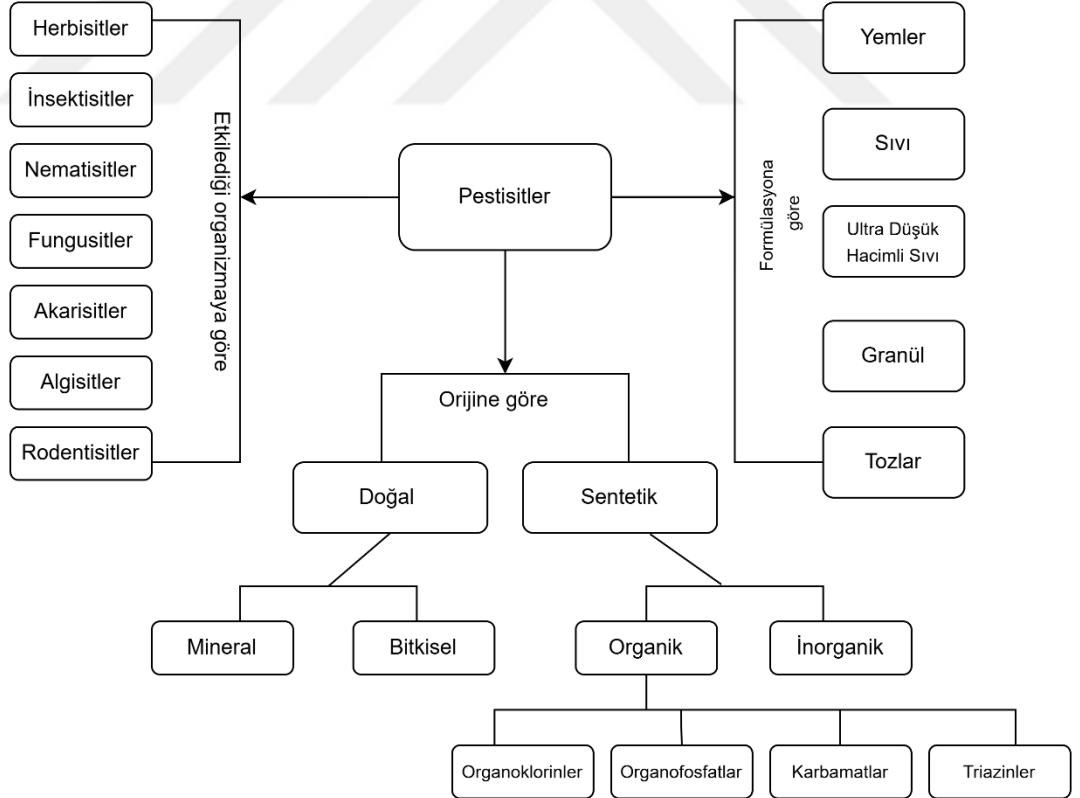
- Herbisitler: Yabancı otları yok etmeye yönelik kimyasal maddelerdir.

Kimyasal yapılarına göre sınıflandırma:

- Klor içeren organik pestisitler
- Fosfor bazlı organik pestisitler
- Karbamat sınıfı pestisitler
- Triazin yapısına sahip pestisitler

Formülasyona göre sınıflandırma:

- Yemler
- Sıvı
- Ultra düşük hacimli
- Granüller
- Tozlar



Şekil 2.1: Pestisitlerin sınıflandırılması (Çetinkaya Açar, 2015c).

2.3 Pestisitlerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

1979'dan 2002'ye kadar geçen süreçte, Türkiye'de pestisit tüketimi %45,29 artış göstermiştir. Ancak, bu tüketim gelişmiş ülkelere göre hala düşük seviyelerdedir. Akdeniz ve Ege bölgeleri, Türkiye genel ortalamasına kıyasla daha yüksek düzeyde pestisit tüketimine sahiptir. Türkiye genelinde pestisit kullanımını düşük olsa da en çok kullanılan pestisitler, çevre ve insan sağlığı üzerinde önemli düzeyde risk oluşturmaktadır (Delen ve diğ., 2005a). Pestisitlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri, maruz kalma süresi, dozu, türü ve bireysel hassasiyetlere göre değişiklik göstermektedir. Bu etkiler genellikle akut (kısa vadeli) ve kronik (uzun vadeli) olarak iki ana başlıkta incelenmektedir.

Pestisitlerin insan sağlığı üzerindeki etkileri, kullanılan pestisit türüne göre değişiklik göstermektedir. Örneğin, organofosfatlar ve karbamat grubu bileşikler sinir sistemini etkilerken, bazı pestisitler ise ciltte veya gözde tahrişe yol açabilmektedir. Bazı pestisitler kanserojen olabildiği bilinmektedir. Diğerleri ise vücuttaki hormon veya endokrin sistemini etkileyebilmektedir (EPA, 2024).

2.3.1 Akut etkiler

Akut pestisit zehirlenmeleri çoğunlukla ani şekilde gelişir ve baş dönmesi, baş ağrısı, kusma, bulantı, karın ağrısı, göz ve deri irritasyonu, solunum güçlüğü, kas spazmları, nöbet ve bazı durumlarda bilinç kaybı gibi belirtilerle kendini gösterebilir. Tarım işçileri, pestisitlerin hazırlanması, uygulanması ve saklanması sırasında yeterli koruyucu önlemler almadıklarında zehirlenmeler açısından en yüksek risk grubunu oluşturmaktadır. Ayrıca, çocuklar ve yaşlılar gibi hassas gruplar da akut toksisiteden daha şiddetli etkilenebilmektedir. Akut etkilerin sıklıkla yanlış uygulama, etiket talimatlarının ihlali ya da kişisel koruyucu ekipman eksikliğiyle ilgili olduğu görülmektedir (Ecobichon, 2001). Bu durumun özellikle gelişmekte olan ülkelerde daha yaygın olduğu görülmektedir; çünkü bu bölgelerde denetim mekanizmaları ve eğitim zayıf ayrıca bilinç düzeyi yetersizdir. Bu nedenle pestisitlerin güvenli kullanımı, eğitim programları, düzenli sağlık kontrolleri ve koruyucu donanımın temini gibi önleyici stratejiler büyük önem taşımaktadır (Jaga ve Dharmani, 2003).

2.3.2 Kronik etkiler

Uzun süreli pestisit maruziyeti; lenfoma, lösemi ve meme kanseri gibi çeşitli kanser türleriyle ilişkilendirilmiştir (EEA, 2025). Özellikle glifosat gibi yaygın kullanılan bazı maddelerle Non-Hodgkin Lenfoma riski arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu bilimsel çalışmalarda gözlemlenmiştir (Zhang ve diğ, 2019). Pestisitlerin sinir sistemi üzerinde toksik etki yapabildiği gözlemlenmiştir. Gerçekleştirilen araştırmalar, pestisitlere maruz kalmanın Parkinson hastalığı ile güçlü bir bağlantısı olduğunu ortaya koymuştur (Pezzoli ve diğ, 2013). Ayrıca dikkat eksikliği, öğrenme bozuklukları ve depresyon gibi psikiyatrik sorunlarla da bağlantılı olduğu görülmüştür (Grandjean ve Landrigan, 2014). Pestisitler, hormon sistemini etkileyerek tiroid bozukluklarına, kısırlığa ve erken ergenliğe yol açabileceği görülmüştür. Bu kimyasalların bazıları, vücutta östrojen gibi davranarak hormonal dengenin bozulmasına neden olmaktadır (Mnif ve diğ, 2011). Çocuklar pestisitlere karşı özellikle duyarlı olduğu araştırmalarda görülmektedir. Pestisit kalıntılarında maruz kalan çocuklarda bilişsel gelişim geriliği, dikkat bozukluğu ve davranış problemlerinin daha sık görüldüğü ifade edilmektedir (Bouchard ve diğ, 2011). Yapılan bir araştırmada, pestisit solunum yoluyla vücuda girdiğinde, özellikle çocuklarda astım riskini artırabileceği gözlemlenmiştir (Salam ve diğ, 2004).

2.4 Pestisitlerin Çevre Üzerine Etkileri

Tarımda kullanılan pestisitler, uygulandıktan sonra hava, su ve toprak ortamlarına karışarak bu ekosistemlerdeki diğer organizmalar üzerinde de etkili olmakta ve çeşitli kimyasal dönüşümlere uğramaktadır. Bir pestisitinin çevresel ortamdaki hareketi; moleküler yapısı ile fiziksel özellikleri, formülasyonu, uygulanma tekniği, iklim şartları ve tarım uygulamaları gibi pek çok etmene bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Ancak, bu kullanımlar sonucunda çevre sağlığı açısından da bazı olumsuz etkiler meydana gelmektedir (Yıldırım, 2012). Pestisitlerin çevre kirliliğine etkisi üzerine yapılan bilimsel araştırmalar, bu kimyasalların su, toprak, hava ve biyolojik çeşitlilik üzerindeki ciddi etkilerini ortaya koymaktadır. Tarımda artan pestisit kullanımı, özellikle aşırı sulama yapılan alanlarda, pestisitlerin suya karışmasına ve ciddi su kirliliğine yol açmaktadır. Pestisitlerle kirlenen atık sular, insan sağlığı, sucul yaşam ve ekosistem üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Su kaynaklarında pestisit kalıntıları, eşik değerlerin üzerinde tespit edilmektedir.

Pestisitler zamanla parçalanabilmekte fakat bu süreç oldukça uzun sürmektedir. Pestisitlerin suya taşınması; difüzyon, dispersiyon ve geçirgenlik gibi süreçlerle gerçekleşmekte, bu da kirliliğin yayılmasını hızlandırmaktadır (Rad ve diğ., 2022). Pestisitlere karşı toprak, zararlı maddeleri fizikokimyasal ve biyolojik mekanizmalarla bağlayarak, etkili bir tampon ve filtre rolü oynamaktadır. (Yıldırım, 2012). Pestisit uygulanan toprakta yetişen bitkiler, bu kimyasalların kalıntılarını bünyelerine alabilir ve sonucunda insanlar gıdalar yoluyla, hayvanlar ise yemler aracılığıyla bu maddelere maruz kalabilmektedir. Ayrıca, pestisit kalıntılarının topraktan sızarak yeraltı sularına ulaşması ya da buharlaşarak havaya karışması, topraktaki pestisitlerin oluşturduğu temel çevresel sorunlardan olduğu bilinmektedir. Havaya karışan pestisitlerin, rüzgâr yoluyla taşınarak sis veya yağış gibi atmosferik olaylarla yeniden yeryüzüne inebileceği belirtilmiştir. Bu şekilde taşınan pestisitler, hedef dışı bitki ve canlılara ulaşarak kalıntı oluşumuna ve toksik etkilere sebebiyet verebilmektedir (Altıkat ve diğ., 2009).

2.5 Türkiye'de Yapılan Kalıntı Çalışmaları

Pestisit kalıntı analizleri gelişmiş ülkelerde 1950'li yıllarda başlamış olup, Türkiye'de ise ilk pestisit analizi 1959 yılında gerçekleştirilmiştir. Otacı ve Güvener tarafından Ankara Zirai Mücadele İlaç ve Aletleri Enstitüsü Kalıntı Laboratuvarı'nda yapılan çalışma, ülkemizde bu alandaki öncü girişimler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, hexaklorobenzen (C_6Cl_6), klorür tayini yöntemiyle kantitatif analizi yapılmıştır. Mikro-Stephenov metodu kullanılarak yapılan analizlerde numunelerde oldukça iyi sonuçlar elde edilmiştir (Tiryaki, 2016). Türkiye'de 1959 yılında gerçekleştirilen bir diğer araştırmada ise kirazlarda DDT kalıntısının belirlenmesi amacıyla mikrobiyolojik test yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada, DDT ile ilaçlanmış kirazlardan alınan örnekler ekstrakte edildikten sonra standartlar eklenerek bir dizi solüsyon hazırlanmış ve *Drosophila melanogaster*'ı öldüren dozlar kullanılarak kalıntı miktarları belirlenmiştir (Öden ve diğ., 1959). Bu çalışmalar pestisit kalıntılarının belirlenmesi ve bu konuda araştırmalar yapılması için önemli bir başlangıç noktası olmuştur.

Ekonomik değeri yüksek meyveler arasında yer alan elma üzerinde ilaç kalıntılarına yönelik bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, ilaç uygulamasından 20 gün sonra elmaların henüz tam olarak olgunlaşmadığı, kalıntı miktarlarının ise kabul

edilebilir sınırların altında olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgular, kullanılan ilaç dozlarının ve uygulama sürelerinin Türkiye'deki tarım koşullarına uygun olduğunu göstermektedir (Güvener ve diğ., 1965).

Kiraz ağaçlarında görülen *Rhagoletis cerasi* ve portakal ağaçlarında etkili olan *Ceratitidis capitata* türleri ile mücadelede kullanılan Rogor isimli ilacın kalıntı miktarlarının insan sağlığı açısından risk taşıyıp taşımadığı araştırılmıştır. Çalışmada, kirazlarda 14 günlük hasat aralığına uyulması halinde ilacın güvenli kabul edilebileceği, buna karşın mandalinalarda hem kabukta hem de meyve etinde yüksek kalıntı düzeylerinin bulunduğu saptanmıştır. Bu nedenle, Akdeniz Meyve Sineği kontrolünde Rogor'un tercih edilmemesi gerektiği sonucuna varılmıştır (Güvener ve Günay, 1967).

1975'te yapılan başka bir çalışmada, şeftali örneklerinde organik fosforlu ilaçların kalıntıları incelenmiştir. Meyve sularında trichlorfon, malaoxon, parathion ve malathion kalıntılarının varlığı belirlenmiştir, fakat bu değerler limitlerin altında tespit edilmiştir. Ayrıca, işlenmiş meyve sularındaki kalıntı miktarları, işlenmemiş gıdalara göre daha düşük olarak bulunmuştur (Yiğit, 1975).

1981 ve 1982'de İzmir Santral Halinden temin edilmiş meyve ve sebzelerde insektisit kalıntı analizleri yapılmış ve bu örneklerde parathion, malathion, diazinon, dieldrin, BHC ve heptachlor gibi insektisitler tespit edilmiştir. Tespit edilen kalıntı miktarları, farklı ülkelerin tolerans değerleriyle karşılaştırıldığında düşük seviyelerde kaldığı gözlemlenmiştir (Tufan, 1984).

Güvener ve diğ. (1986) yaptıkları bir çalışmada, narenciye, şeftali, kiraz, üzüm, domates, hıyar, patlıcan, biber ve taze fasulye bitkilerinden alınan toplam 152 örnek üzerinde farklı ilaçların kalıntı analizleri yapılmıştır. Domates örneklerinin 2'sinde methamidophos, biber örneklerinden birinde methidathion ve üzüm örneklerinden birinde ise parathion-methyl kalıntısının limit üstü olduğu tespit edilmiştir.

Karadeniz Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada, kiraz ve vişnelerde kullanılan ilaçların kalıntı düzeyleri incelenmiştir. Kirazlarda benomyl ve captan ilaçlarının kalıntıları, son ilaçlamadan 7 ve 14 gün sonra ölçülmüş ve belirli bekleme sürelerinin gerektiği sonucu tespit edilmiştir. Benomyl uygulamasından sonra 7 gün, captan ve carbendazim uygulamalarından sonra ise vişnelerde 14 günlük bir hasat öncesi bekleme süresi önerilmiştir. Öte yandan, thiram için yapılan analizlerde kalıntı

düzeinin tolerans sınırına oldukça yakın olması nedeniyle net bir bekleme süresi tavsiye edilmemiştir (Büyükurway ve Karaca, 1998).

Bir araştırmada, şeftali, kayısı, vişne ve elma sularındaki bazı pestisit kalıntıları incelenmiştir. Bu araştırmada, 203 örnekten 26'sında klorlanmış hidrokarbonlu insektisit kalıntıları gözlemlenmiştir. Ayrıca, meyve suyu işleme aşamalarının pestisit kalıntı düzeylerini düşürdüğü ve yarılanma süresi kısa olan organik fosforlu ile karbamatlı pestisitlere ait kalıntılara rastlanmadığı belirtilmiştir. Elma ve vişne sularında en fazla pestisit kalıntısının tespit edildiği gözlemlenmiştir (Özgün ve diğ., 1997).

1999–2001 yılları arasında İzmir ve çevresindeki yerel pazarlardan toplanan toplam 32 örnek üzerinde bir değerlendirme yapılmıştır. Elma ve çilek örneğinde, OP-insektisit kalıntı düzeyleri incelenmiştir. Analiz edilen 32 elma örneğinin 13'ünde OP-insektisit kalıntıları tespit edilmiş ve malathion, azinphos-methyl ve metidathion ile chlorpyrifos-ethyl sırasıyla 1, 2 ve 3 örnekte ilgili tolerans seviyelerini üstünde tespit edilmiştir. OP-insektisit kalıntıları 32 çilek örneğinin 23'ünde tespit edilmiştir. Diazinon ve methidathion kalıntıları yalnızca 1'er örnekte tespit edildiği ancak değerler tolerans değerlerinin üzerinde olduğu ifade edilmiştir (Durmuşoğlu, 2003).

İzmir'in Kemalpaşa ilçesinde Ege Bölgesi'ne özgü olarak yürütölen bir çalışmada, bölgede yetiştirilen farklı olgunlaşma dönemlerine sahip kiraz çeşitleri erkenci Early Burlat, orta mevsim Napolyon ve geçi Salihli ele alınmıştır. Çalışmada, bazı organofosforlu insektisitler (malathion, parathion-methyl, phosalone, fenitrothion, diazinon, fenthion ve dichlorvos) DFG S19 çoklu kalıntı analiz yöntemiyle araştırılmıştır. Toplamda analiz edilen 18 kiraz örneğinin 11'inde pestisit kalıntısına rastlanmamıştır. Napolyon çeşidinin bir örneği ile Salihli çeşidinin iki örneği, tolerans limitlerinin üzerinde phosalone kalıntısı tespit edilmiştir. Ayrıca, Salihli çeşidinin dört örneğinde malathion kalıntısı tespit edilmiş ve bu örneklerden birinin tolerans limitini aştığı belirtilmiştir (Çelik, 2001).

Bursa Mustafakemalpaşa'da yetiştirilen sanayi tipi domates örneklerinde chlorpyrifos-ethyl, methamidophos, pirimiphos-methyl, formothion, parathion-methyl, fenitrothion, malathion, diazinon ve dichlorvos gibi çeşitli organofosforlu bileşikler gibi insektisitlerin kalıntı analizleri üzerine araştırmalar yapılmıştır. Hasat dönemi başlangıcında toplanan 15 domates örneğinin 6'sında dichlorvos kalıntısı tespit edilmiş

ve maksimum kalıntı limitini (MRL) aşmadığı gözlemlenmiştir. Hasat dönemi sonunda alınan örneklerde ise 15 örneğin 4'ünde, MRL'nin altında dichlorvos kalıntısı tespit edilmiştir. Fakat bu örneklerden 10'unda domates ürünlerinde kaydı olmayan methamidophos kalıntısı tespit edilmiştir (Günçan ve Durmuşoğlu, 2003).

Bursa'da yürütülen bir araştırmada, şeftali ağaçlarına önerilen doz ve bunun iki katı dozda pestisit uygulanarak elde edilen şeftali örneklerinde diazinon, methidathion ve bromopropylate kalıntıları analiz edilmiştir. Ayrıca, meyve suyu üretim süreci boyunca bu kalıntıların seviyelerindeki değişim izlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, önerilen ve iki katı dozda uygulanan diazinon ve methidathion kalıntı miktarlarının Türk Gıda Kodeksi'nde belirlenen limitler dahilinde olduğu, buna karşın bromopropylate kalıntı düzeylerinin izin verilen tolerans değerini aştığı belirlenmiştir. Ayrıca, meyve suyu işleme işlemlerinin diazinon ve methidathion kalıntılarını önemli ölçüde azalttığı, bromopropylate kalıntılarını ise daha sınırlı düzeyde düşürdüğü ifade edilmiştir (Öztek, 2005).

Gerçekleştirilen bir araştırmada, Ege Bölgesi'nde yetiştirilen bazı taze meyve ve sebzeler (domates, patates, enginar, çilek, kiraz, şeftali, taze üzüm, zeytin, taze incir,) ile kurutulmuş gıda ürünleri (kuru üzüm, kuru incir) üzerinde kullanımı oldukça yaygın olan pestisitlerin kalıntı miktarları incelenmiştir. Analiz edilen örneklerde toplam 50 farklı pestisit, organofosforlu ve organik klorlu insektisitlerin yanı sıra, strobilin, sentetik piretroit ve benzimidazol grubu fungusitlerden seçilmiştir. Tespit edilen sonuçlara göre, domates, enginar, taze incir, kuru incir ve patates numunelerinde kalıntıya rastlanmazken, diğer ürünlerde en az bir pestisit kalıntısına rastlanmıştır. Ayrıca, incelenen örneklerin %2,3'ünde belirlenen kalıntı miktarlarının yasal tolerans sınırlarının üzerinde olduğu rapor edilmiştir (Tatlı, 2006).

2006 yılı hasat döneminde Isparta'daki yoğun elma üretim bölgelerinden toplanan 82 elma örneğinde, Gaz Kromatografisi (GC) ve HPLC yöntemleriyle beş farklı pestisit kalıntısı incelenmiştir. Analizler sonucunda; 21 örneğin 19'unda diazinon, 14 örneğin tamamında parathion-methyl, 14 örneğin birinde methidathion, 29 örneğin 24'ünde chlorpyrifos, 53 örneğin 14'ünde 3,5,6-trichloro-2-pyridinol ve 55 örneğin 40'ında carbendazim, yasal sınırların üzerinde tespit edilmiştir. Ayrıca dört örnekte dichlorvos kalıntısına da rastlanmıştır (Ay ve diğ, 2007).

Ege ve Akdeniz bölgelerinde yetiştirilen 210 mandalina, portakal ve limon örneklerinde yapılan incelemelerde, fosforlu ve organik klorlu gruplardan seçilen 107 pestisit analiz edilmiştir. Örneklerin yarısında (%50), en az bir pestisit kalıntısı bulunmuş; 5 örnekte ise Türk Gıda Kodeksi ve AB tarafından belirlenen maksimum kalıntı limitlerinin aşıldığı tespit edilmiştir (Tağa, 2007).

Bir çalışmada mandalina, limon ve portakal içeren toplam 110 narenciye örneğinde 120 farklı pestisit kalıntısı analiz edilmiştir. Sonuçlara göre, örneklerin 96'sında en az bir pestisit kalıntısı bulunmuştur. İncelenen ürünlerin %12,73'ünde herhangi bir kalıntıya rastlanmazken, %82,73'ünde tespit edilen kalıntı düzeyleri Türkiye ve AB'nin izin verdiği sınırların altında kalmıştır. Ancak %4,54 oranındaki örneklerde bu sınırların aşıldığı belirlenmiştir (Tağa ve Dağlıoğlu, 2007).

2007-2008 yıllarında Bursa'da yapılan bir araştırmada, farklı satış noktalarından alınan 36 limon örneğinde 100 farklı insektisit için kalıntı analizi gerçekleştirilmiştir. Bu örneklerin 6'sında hiçbir kalıntı tespit edilmezken 30 örnekte buprofezin, carbofuran, bromopropylate, methidathion, chlorpyrifos-ethyl, parathion-methyl, dicofol ve cypermethrin gibi çeşitli pestisit kalıntıları tespit edilmiştir (Azar, 2008).

2009 yılında, Ege Bölgesi'nde ihracata yönelik tarımı yapılan 89 taze meyve ve sebze örneği üzerinde yapılan kalıntı analizlerinde, 2 kiraz örneğinde tolerans limitlerinin üzerinde diazinon maddesi tespit edildiği belirtilmiştir (Evcil, 2009).

Hatay ilinin farklı bölgelerinden toplanan çeşitli meyve ve sebze örneklerinde (kayısı, erik, çilek, kırmızı biber, yeşil biber, limon, yeni dünya, salatalık, domates ve greyfurt) toplam 175 farklı pestisit kalıntı düzeyi incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, erik, domates ve kayısı örneklerinde limit üstü pestisit kalıntısına rastlanmamış, buna karşın diğer ürünlerde en az bir pestisit kalıntısının varlığı belirlenmiştir. İncelenen 175 pestisit arasından yalnızca 13 pestisit (acetamiprid, carbendazim, chlorpyrifos, cyprodinil, fenarimol, fludioxonil, hexythiazox, imidacloprid, metalaxyl, pyridaben, pyriproxyfen, thiabendazole, triadimenol) 0,00296–0,75900 mg kg⁻¹ aralığında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, salatalık örneklerinde acetamiprid kalıntısının izin verilen limit değerlerini aştığı belirlenmiştir (Tunur, 2009).

2011 yılında Konya'da yerel pazarlar, kuruyemiş satış noktaları ve marketlerden alınan 89 adet sert çekirdekli ve kabuklu meyve ile kuruyemiş örneğinde, 203 farklı pestisit kalıntısı incelenmiştir. Sonuçlarda, bir kayısıda amitraz, bir kirazda yasaklı

monocrotophos, bir vişnede ise yasaklı chlorpyrifos kalıntısı bulunmuştur. Ayrıca, bir şeftali örneğinde chlorpyrifos seviyesi Türk Gıda Kodeksi'nin tolerans limitlerinin oldukça üzerindedir. Diğer örneklerde ise kalıntılar ya sınırların altındadır ya da hiç tespit edilmemiştir (Ersoy ve diğ, 2011).

2012 yılında yürütülen bir laboratuvar denemesinde, yıkanmamış ve yıkama işleminden sonra dondurulmuş kirazlarda parathion methyl, diazinon, captan, methidathion, cypermethrin, ethion ve deltamethrin kalıntılarının 6 aylık zaman diliminde değişimi incelenmiştir. Aylık analizlere göre, başlangıçta 1,1 ve 0,6 mg/kg olan diazinon kalıntıları, 6 ay sonunda sırasıyla 0,1 ve 0,2 mg/kg'ya düştüğü gözlemlenmiştir (Öğüt ve diğ, 2014).

Hatay bölgesinde farklı alanlarda yetişen çeşitli sebze ve meyve örneklerinde 175 çeşit pestisit kalıntısı incelenmiştir. Bu incelemede 12 pestisit (metalaxyl, carbendazim, chlorpyrifos, acetamiprid, fludioxonil, hexythiazox, thiabendazole, imidacloprid, pyridaben, pyriproxyfen, triadimenol, fenarimol) 0,003 ile 0,759 mg/kg arasında bulunmuştur. Yalnızca salatalık örneklerinde, acetamiprid kalıntılarının Türk Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliği'nin (AB MRL) belirlediği sınırların üzerinde olduğu rapor edilmiştir (Sungur ve Tunur, 2012).

2010-2012 yılları arasında Ege Bölgesi'nden alınan 1423 taze sebze ve meyve örneği, 186 farklı pestisit kalıntısı açısından incelenmiştir. Nar, karnabahar ve lahana örneklerinde pestisit kalıntısı tespit edilmemiştir. 754 örnekte MRL'ler veya altında kalıntılar tespit edilirken meyvelerin %8,4'ünde (48 adet) ve sebzelerin %9,8'inde (83 adet) tolerans seviyelerinin üstünde kalıntı gözlemlenmiştir. En sık rastlanan pestisitler chlorpyrifos, acetamiprid ve carbendazim olmuştur. Tolerans değerinin üstünde olan ürünler ise roka, salatalık, limon ve üzüm olduğu ifade edilmiştir (Türköz ve diğ, 2014).

2015'te yapılan bir araştırmada, aynı üretim merkezinden alınan domatesler 3 gruba ayrılmıştır. Birinci grup hiçbir işlem yapılmayan doğal domatesler, ikinci grup pestisitler (acetamiprid, methomyl) ile işlem görmüş domatesler, üçüncü grup ise aynı pestisitlerle işlem gördükten sonra kurutulmuş domateslerden oluşmuştur. Bu gruplarda yer alan domateslerdeki pestisit kalıntılarını uzaklaştırmak amacıyla, evde kolaylıkla hazırlanabilecek çeşitli yıkama çözeltileri kullanılmıştır. Hazırlanan çözeltiler; evde rahatlıkla temin edilebilen çay ve baharat özleri ile bu ürünlerin karışımları, tahılların (örneğin pirinç ve bulgur) suları, patates, soğan, sarımsak ve

limon gibi gıda maddelerinden elde edilen sular, süt, sıvı sabun, tuz gibi malzemelerin belirli oranlarda birleştirilmesiyle hazırlanmıştır. Ayrıca, çeşme suyunun pestisitler üzerindeki etkisi de incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, hazırlanan bu yıkama solüsyonlarının pestisitleri uzaklaştırma etkinliğinin; kullanılan pestisitlerin kimyasal özellikleri ve solüsyonların bileşimine bağlı olarak değişkenlik gösterdiği belirtilmiştir (Rasolonjatovo, 2015).

2016-2017 yıllarında Ankara'nın Çubuk, Nallıhan ve Ayaş ilçelerinde yapılan denemelerde, hıyar, yeşil biber ve domates üzerinde bazı pestisit kalıntıları araştırılmıştır. Domates bitkisinde chlorpyrifos, chlorothalonil ve lambda-cyhalothrin etken maddelerini içeren bitki koruma ürünleri uygulanmış; hıyar için chlorpyrifos ile mancozeb+ metalaxyl-m kombinasyonu kullanılmıştır. Yeşil biberde ise fludioxonil+cyprodinil ve chlorpyrifos ve acetamiprid içeren preparatlar kullanılmıştır. Çalışma sonucunda sadece hıyar örneklerinde chlorpyrifosun tolerans değerini aştığı tespit edilmiştir (Cönger ve diğ, 2012).

Bursa siyah incirinde ruhsatsız olarak kullanılan ethephonun kalıntı seviyelerini ve bu kimyasalın metaboliti olan HEPA'ya dönüşüm sürecini belirlemek amacıyla iki farklı köyde bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonrası 14 gün beklenen incirlerde %91 oranında bir kalıntı azalması gözlemlenmiştir. HEPA seviyeleri ise 17. günde 16,20 µg/kg, 24. günde ise 47,30 µg/kg olarak tespit edilmiştir. Bursa bölgesindeki 572 örnekte yapılan ethephon kalıntı analizlerinde, 10 örnekte AB'nin belirlediği maksimum kalıntı limitinin (50 µg/kg) üzerinde, 95-1320 µg/kg arasında kalıntı tespit edilmiştir (Azar ve diğ, 2016).

Muğla ilinin Ortaca ilçesindeki narenciye tarlalarında karşılaşılan insektisit kalıntı sorunları incelenmiştir. 54 farklı tarladan alınan örnekler kullanılmış ve toplam 198 insektisit etken maddesinin analizi yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, turuncgillerde ruhsatlı 50 insektisit kalıntısının (%92,59) MRL değerlerini aşmadığı, 4 insektisit kalıntısının (%7,41) ise 1-20 µg/kg arasında olduğu ve MRL değerlerini aştığı ifade edilmiştir (Dinçay ve Civelek, 2017).

2018 yılında yapılan bir çalışmada, 'Golden Delicious' elmaları ve işlenmiş ürünlerde imidacloprid ve indoxacarb kalıntıları araştırılmıştır. Son ilaçlama işleminden 14 gün sonra hasat edilen elma örneklerinde 129,82 µg/kg imidacloprid ve 417,84 µg/kg indoxacarb kalıntısı belirlenmiş olup, her iki değer de MRL sınırlarının altında

kalmıştır. 3 gün sonra hasat edilen elmalarda ise imidacloprid 211,38 µg/kg ve indoxacarb 563,7 µg/kg kalıntı tespit edilmiş ve indoxacarbın tolerans değerini aştığı ifade edilmiştir. İşlenmiş ürünlerde kalıntı miktarlarının, özellikle kabuk ve posada arttığı, kabuksuz meyve ve meyve sularında ise azalma gösterdiği gözlemlenmiştir. İşleme faktörleri hesaplanmış ve kalıntı azalması ile ilgili farkların %1 düzeyinde anlamlı olduğu ifade edilmiştir (Özel, 2018).

Konya’da gerçekleştirilen bir araştırmada, toplam 99 meyve suyu örneği üzerinde 325 farklı pestisit kalıntısı incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, 99 örnekten 25’inde pestisit kalıntısı tespit edilmezken, 7 örnekte yasaklı pestisitler olan fenvalerate, carbendazim ve iprodione bulunmuştur. Bulgular, pestisit seviyelerinin Türk Gıda Kodeksi’nde belirtilen Maksimum Kalıntı Limitleri’ni (MRL) aşmadığını göstermiştir. İmazalil ve chlorpyrifos hem çocuklar hem de yetişkinler için akut risk oluştururken; iprodione yetişkinlerde, tau-fluvalinate ve thiabendazole ise çocuklarda kronik risk teşkil etmiştir. Ayrıca, carbendazim, imazalil ve chlorpyrifos kalıntılarının hem çocuklar hem de yetişkinler için kronik risk oluşturabileceği saptanmıştır (Bulut, 2019).

Salihli (Manisa), Gölarmara (Manisa), Alaşehir (Manisa) ve Ödemiş (İzmir) bölgelerinde yetiştirilen domates, biber ve üzüm gibi ürünlerde, gıda işleme aşamalarından önce ve sonra pestisit kalıntı düzeyleri incelenmiştir. Analiz bulgularına göre, ısıt işleme ve dondurma uygulamalarının ardından örneklerdeki pestisit kalıntı düzeylerinde belirgin bir azalma görülmüş; buna karşılık kurutma işleme uygulanan örneklerde kalıntı miktarlarının arttığı belirlenmiştir (Görmez, 2019).

2020’de yapılan çalışmada, şeftali püre konsantresi üretiminde uygulanan ön ısıt işlemler, özellikle 75 °C’de 90 saniyelik uygulama, chlorpyrifos, acetamiprid, malathion ve penconazole kalıntılarını önemli ölçüde azaltmıştır. Üretim aşamalarında da azalma gözlenmiş, 6 aylık depolamada ise belirgin değişiklik olmamıştır. (Çetinkaya, 2020).

Bursa’da gerçekleştirilen bir araştırmada, farklı gıda işleme tekniklerinin turunçgil meyvelerindeki pestisit kalıntılarına etkisi değerlendirilmiştir. Laboratuvar ortamında portakal ve limon numuneleri etoxazole, abamectin, imazalil ve thiophanate-methyl, buprofezin ile işleme görmüştür. Uygulanan işlemler (yıkama, kabuğun soyulması,

meyve etinin ayrılması, meyve suyu üretimi, reçel yapımı ve kabukların rendelenip dondurulması) sayesinde pestisit kalıntılarında %26 ile %100 arasında azalma sağlanmıştır. Ayrıca, farklı yıkama yöntemleri (soğuk su, sodyum karbonat, tuzlu su, asetik asit, elma ve üzüm sirkesi) ile kalıntılar %2 ila %84 oranında düşürülmüştür. Buna karşın, sıcak hava, mikrodalga destekli sıcak hava, vakum ve mikrodalga destekli vakum kurutma gibi kurutma tekniklerinde pestisit kalıntılarında artış gözlemlenmiştir (Acoğlu, 2020).

Korkuteli (Antalya) bölgesinde serada yetiştirilen hıyarlar üzerinde, kontrollü şartlarda Convoy XL 350ES (Metalaxyl etken maddeli) ve Hekplan 20SP (Acetamiprid etken maddeli) ilaçlaması gerçekleştirilmiştir. Çalışma bulguları, metalaxyl ve acetamiprid kalıntılarının giderilmesinde en yüksek etkinliğin, numunelerin klordioksitli ve karbonatlı su içinde 20 dakika bekletilmesiyle sağlandığını ortaya koymuştur (Duran, 2021).

2021 yılında gerçekleştirilen bir diğer araştırmada, üzümdeki tebuconazole kalıntısının çeşitli yıkama yöntemleriyle uzaklaştırılması incelenmiştir. Üzüm bağında tebuconazole içeren fungusit ile toplamda 4 kez ilaçlama yapılmıştır. Üzümler 1., 3., 5., 7., ve 14. gün hasat edilmiştir. Yapılan yıkama işlemleri sonucunda ultrasonik yıkamanın en etkili olduğu, sırasıyla asetik asit, sitrik asit, çeşme suyunun daha düşük etkinlik gösterdiği sonucuna varılmıştır (Duman ve diğ, 2021).

Çorum ilinde yapılan bir araştırmada farklı satış yerlerinden satın alınan kabuklu limonlar ile bunlardan elde edilen limon suyu numunelerinde 356 pestisit türüne ait kalıntı analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizlerde 100 adet limon suyu örneğinin hiçbirinde tespit edilebilir seviyede pestisit kalıntısı olmadığı belirtilmiştir. Analizi yapılan kabuklu limon örneğinin 43'ünde, 9 fungusit, 6 insektisit ve 1 herbisit olmak üzere toplamda 16 farklı pestisit saptanmıştır. Kabuklu limonlarda en fazla rastlanan pestisit chlorpyrifos-methyl (%17) olduğu ve limitlerin üzerinde olduğu ifade edilmiştir (Aslantaş, 2022).

2021 yılında yapılan bir araştırmada, elma suyu konsantresi üreten bir fabrikadan örnekler alınarak 212 farklı pestisit ve parçalanma ürünleri ile patulin analizleri yapılmıştır. Üretim süreçlerinin pestisitler ve patulin üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Örneklerde, acetamiprid, diclofop methyl, diflubenzuron, fenpyroximate, malathion, methoxyfenozide, pirimicarb, propargite, pyridaben, thiacloprid pestisitleri tespit

edilmiştir. Thiacloprid miktarı aktif karbon uygulaması ile en fazla düşmüştür. Malathion miktarını en fazla etkileyen aşama ise mayşeye öğütme ve pres aşamalarıdır. Acetamiprid miktarında en fazla azalma, %66,7 ile pastörizasyon aşamasında, diclofop methyl ve diflubenzuron, pirimicarb miktarındaki en büyük azalma, %61,74 ile ultrafiltrasyon aşamasında gerçekleşmiştir. Fenpyroximate ve methoxyfenozide etken maddeleri durultma aşamasında en fazla azalma göstermiştir. Pyridaben etken maddesi yıkama-ayıklama ve mayşe işlemleri sonrasında azaldığı tespit edilmiştir (Gürkan, 2021).

2021 yılında yürütülen bu araştırmada, çilekte kullanılan pestisit kalıntılarının farklı işleme ve muhafaza yöntemleriyle nasıl değiştiği değerlendirilmiştir. Çalışmada, pestisit uygulanmış çilekler yıkama, soğuk muhafaza, püre haline getirilip dondurma ve pastörize edilen pürenin farklı sıcaklıklarda (+20 °C, +4 °C ve -18 °C) saklanması gibi işlemlere tabi tutulmuştur. Sonuçlar, pastörizasyon sırasında tebufenpyrad kalıntısının en yüksek, tetraconazole kalıntısının ise en düşük işleme faktörüne sahip olduğunu göstermiştir. Soğuk muhafaza sonrasında bazı pestisit kalıntılarının tamamen kaybolduğu veya tespit edilebilir limitin altına düştüğü, bazılarının ise sabit kaldığı belirlenmiştir. Yıkama işleminin özellikle tebufenpyrad üzerinde etkisiz olduğu, diğer pestisitlerde ise kısmi bir azalma sağladığı görülmüştür. Pestisit kalıntılarının en hızlı ve en fazla azaldığı koşulun +20 °C olduğu, pastörizasyonun ise bu azalma hızını yavaşlattığı tespit edilmiştir. Genel bulgular, kalıntı seviyelerinin pestisit kimyasal yapısı, ürünün özelliği, uygulanan işlem ve saklama koşulları gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterdiğini ortaya koymuştur (Yiğit, 2021).

Mersin'de gerçekleştirilen bir çalışmada, membran filtrasyon yöntemiyle meyve sularında bulunan 50 farklı pestisit uzaklaştırılması incelenmiştir. Elma, nar, vişne suyu konsantreleri ve portakal cloudy ürünleri örnek olarak kullanılmış; mikrofiltrasyon (MF) ve ultrafiltrasyon (UF) teknikleri, Dead-End Filtrasyon sistemiyle uygulanmıştır. Sonuçlara göre, membran teknolojisinin berrak meyve suyu üretim süreçlerinde etkili bir yöntem olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (Bulu, 2022).

Çanakkale ilinde pazarlardan temin edilen şeftali ve nektarinlerde tebuconazole, chlorpyrifos ve boscalid kalıntılarının analiz edilmesi ve olası risklerinin değerlendirilmesine yönelik bir çalışma yapılmıştır. Pestisit içermeyen şeftali ve nektarin örneklerine pestisitlerin MRL seviyelerinin 0,1, 1,0 ve 10,0 katı kadar

eklenmiştir. Örneklerde kalıntı seviyeleri MRL limitini aşmadığı, kronik maruziyetin düşük bulunduğu ve şeftali ve nektarin tüketimi açısından bu üç pestisit insan sağlığı üzerinde herhangi bir risk oluşturmadığı belirtilmiştir (Dülger, 2022).

2023 yılında gerçekleştirilen bir araştırmada, Bayramiç Beyazı nektarinlerinde fungusit kalıntılarının tespiti hedeflenmiştir. Bu amaçla, Haziran-Eylül 2022 tarihleri arasında Çanakkale'deki cuma pazarından haftalık olarak beş farklı tezgâhtan örnekler alınmıştır. Analizler neticesinde, cyflufenamid, bupirimate, penconazole, difenoconazole ve tetraconazole kalıntılarının yasal izin verilen sınırların altında olduğu belirlenmiştir. Fakat bazı örneklerde, flusilazole kalıntısı MRL değerinin 1,5 katı, triadimenol kalıntısı ise yaklaşık 3 katı oranında tespit edilmiştir. İki farklı örnekte de triadimenol kalıntısının MRL'nin 1,5 katı seviyelerinde olduğu görülmüştür. Genel değerlendirmede, Bayramiç Beyazı nektarinlerinin tüketiminin insan sağlığı için ciddi bir tehdit oluşturmadığı tespit edilmiştir (Serbes, 2023).

Denizli'de gerçekleştirilen bir araştırmada, ozon uygulamasının elma suyunda bulunan pestisitler (trifloxystrobin, thiacloprid, pyrimethanil, methoxyfenozide, imidacloprid, fluopyram, dimethoate, difenoconazole, acetamiprid) üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ozonlama süresinin artmasıyla birlikte, pestisitlerin bozunma oranlarında genel bir artış gözlenmiştir. 90 dakikalık ozon işleminden sonra bazı pestisitlerde sınırlı bir degradasyon (%7,1–23,7) tespit edilirken, bazı pestisitlerde ise bu oran yüksek düzeylere (%74,9–100) kadar ulaşmıştır. Çalışma sonunda, acetamiprid, fluopyram, imidacloprid ve thiacloprid etken maddelerinin ozon uygulamasına karşı daha dirençli olduğu ve bu pestisitlerin degradasyon oranlarının en düşük seviyede kaldığı belirlenmiştir (Evkuran, 2023).

2.6 Dünya’da Yapılan Kalıntı Çalışmaları

Multan Bölgesi’ndeki tarlalardan toplanan üç farklı mango çeşidinde yaygın şekilde kullanılan pestisitlerin (cypermethrin, methamidophos, monocrotophos, cyfluthrin ve metil parathion) kalıntı düzeyleri üzerine bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Tüm örneklerde, pestisit kalıntıları tespit etmişlerdir fakat bulunan pestisit değerlerinin, izin verilen limitler aralığında olduğunu ifade etmişlerdir (Hussain ve diğ, 2002).

Yapılan bir araştırmada, limon ve elma ağaçlarındaki parathion methyl kalıntısının, soğuk odada depolama süresince ve meyve suyu işleme aşamasında nasıl değişim gösterdiği araştırılmıştır. Parathion methyl önerilen uygulama prosedürlerine göre ağaçlara uygulanmıştır. Parathion methylin ağaçlardaki yarı ömrü, elmalarda 7 gün, limonlarda ise 5 gün olarak gözlemlenmiştir. Meyvelerin soğuk havada depolanma süreleri elmalarda 65 gün limonlarda ise 63 gün olduğu ifade edilmiştir. Limonların yüksek asidik yapısının, parathion methylin bozunma hızını etkilemediği gözlemlenmiştir. Buna ek olarak, meyve suyu üretildikten sonra yapılan analizlerde, elma suyunda parathion methyl kalıntısı tespit edilirken, limon suyunda ise tespit edilmemiştir (Pappas ve diğ, 2003).

İspanya’da ticari meyve sularında 50 pestisit in eş zamanlı olarak belirlenmesi için katı faz ekstraksiyonuna dayalı çoklu kalıntı yöntemi geliştirmiştir. Pestisitlerin tespiti için önce aset nitril ve su ile C18 kolonlarında ekstraksiyon yapılmıştır. Pestisitlerin elüsyonu, heksan ve etil asetat karışımı (1:1) kullanılarak yapılmıştır. Seçilen iyon izleme modunda (GC-MS-SIM) elektron darb eli kütle spektrometrik tespiti gaz kromatografisi ile belirlenmiş ve bu işlemde bir hedef iyon, iki niteleyici iyon kullanılmıştır. Önerilen yöntem ticari meyve sularına uygulanmıştır ve diazinon, ethion ve procymidone pestisit kalıntıları çok düşük seviyelerde olmasına rağmen tespit edildiği gözlemlenmiştir (Albero ve diğ, 2005).

Yapılan bir çalışmada, tarlada yetiştirilen biber ve patlıcanlara uygulanan profenofosun, uygulamadan sonraki 1 saat ile 14 gün arasındaki dönemlerde toplanarak kalıntı miktarının belirlenmesi ve dağılma hızının ölçülmesi amaçlanmıştır. Ayrıca sebzeler üzerindeki kalıntıların uzaklaşma süreci, evde uygulanan işleme yöntemleri ve farklı yıkama çözeltilerinin etkisi incelenmiştir. Sonuçlar, tatlı biber için tüketilebilir güvenli sürenin 10 gün, acı biber ve patlıcan için ise 14 gün olduğu belirtilmiştir. Ayrıca musluk suyu, potasyum permanganat ve asetik asit çözeltilerinin

tatlı ve acı biberlerde profenofos kalıntısının büyük kısmını uzaklaştırdığı ifade edilmiştir. Patlıcanda ise asetik asit ve sabun çözeltileri ile yıkama sonrasında tespit edilebilir kalıntı bulunmadığı gözlemlenmiştir (Radwan ve diğ, 2005).

Domateslerde hastalıkları kontrol etmek için yaygın olarak kullanılan maneb mantar ilacı kalıntıları, Roma VF türü domateslerin soyulması ve yıkanmasının etkilerini belirlemek amacıyla kolorimetrik yöntem kullanılarak yapılan bir çalışmada, analiz sonuçlarına göre soyma işleminin, yıkama işlemine göre daha fazla kalıntı uzaklaştırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, domatesler atmosferik ortamda 14 gün depolandığında kalıntılar başlangıç miktarının %56 ile %72'si kadar azaldığı belirtilmiştir (Sonchieu ve diğ, 2008).

Bir araştırmada Uruguay'ın Güney bölgesinde, şeftalide; azoxystrobin, acetamiprid ve thiacloprid, armutta; azinphos-methyl ve carbaryl domates ürünlerinde ise azoxystrobin, chlorfenapyr ve chlorpyrifos pestisitleri üzerine çalışmışlardır. Şeftalide, kalıntıların limitlerin altına düşmesi için thiacloprid kalıntı süresinin 10 ila 12 gün, acetamiprid için ise 25 gün olduğu belirtilmiştir. Domateste ise, chlorfenapyr kalıntıları 16. günden itibaren tespit edilmediği gözlemlenmiştir (Galiotta ve diğ, 2011).

2012 yılında yapılan bir araştırmada, ABD'nin önemli kiraz üretim bölgelerinde, *Drosophila suzukii*'ye karşı kullanılan 6 insektisit (fenprothrin, spinetoram, malathion, zeta-cypermethrin, spinosad ve lambda-cyhalothrin) üzerinde kalıntı çalışmaları yapılmıştır. Hasattan 7 ve 21 gün sonra yapılan uygulamalar değerlendirilmiş ve sonuç olarak malathionun, lambda-cyhalothrinin ve spinosadın kullanımının MRL değerlerine uygun olduğu belirlenmiştir (Haviland ve Beers, 2012).

Yunanistan'da gerçekleştirilen bir araştırmada, hasat öncesi pestisit uygulamaları sonrasında şeftali ve nektarinlerde chlorothalonil, iprodione, bupirimate, pirimicarb, chlorpyrifos ve fenoxycarb kalıntılarının durumu araştırılmıştır. Chlorpyrifos dışında, kullanılan tüm şeftali-nektarin çeşitlerinde tüm pestisitlerin kalıntı seviyelerinin Maksimum Kalıntı Limitleri'nden (MRL) düşük olduğu belirlenmiştir. Uygulamadan 7 gün sonra 'Maria Bianca' çeşidindeki chlorpyrifos seviyeleri MRL'leri aşmışken, 'Legory Hkcb' çeşidinde ise bu seviyeler 27 gün sonra oldukça düşük seviyelere düştüğü gözlemlenmiştir (Chatzicharisis ve diğ, 2012).

2015 yılına ait Avrupa Birliği'nin gıdalardaki pestisit kalıntılarına dair raporunda, 756 portakal suyu örneği incelenmiştir. Analiz edilen örneklerin %15,2'sinin bir ya da

birden fazla pestisit kalıntısı içerdiği, %5,6'sında ise yedi farklı kalıntıya kadar tespit edildiği saptanmıştır. Örneklerde en fazla tespit edilen pestisitlerin imazalil (%10,6), thiabendazole (%4,3) ve carbendazim (%2,5) olduğu belirtilmiştir (EFSA, 2017).

Güney Kore'de Incheon bölgesinden 20 farklı meyve ve sebzedden toplam 1.146 örnek toplanmış ve 400 farklı pestisit analiz edilmiştir. Meyve ve sebze örnekleri arasında 1.055 örnekte pestisit (%92,1) tespit edilmemişken, 91 örneğin (%7,9) kalıntı içerdiği ve 11 örnekte (%1,0) ise kalıntılar Kore maksimum kalıntı limitini aştığı belirtilmiştir (Park ve diğ., 2022).

Çin'de yapılan bir araştırmada, beş yerel meyve çeşidinde 284 pestisit analizi için ultra yüksek performanslı sıvı kromatografisi-dört kutuplu kütle spektrometrisi (UPLC-QTOF/MS) temel alınarak çok kalıntılı bir yöntem geliştirmişlerdir. Çilek, karpuz, kavun, şeftali ve üzümde sırasıyla toplam 44, 10, 10, 18 ve 7 pestisit tespit edilmiştir. Örneklerin %95'inde pestisit miktarları, Çin'in belirlediği tolerans limitlerinin altında kalırken, %66,2'sinde ise AB'nin belirlediği tolerans limitlerinin altında olduğu gözlemlenmiştir. Meyve tüketimiyle, çocuklar ve kadınların yetişkinler ve erkeklerden daha yüksek maruz kalma riskine sahip olduğu görülmüş, ancak her iki risk değeri de %100'ün altında kaldığı, bu da pestisitlerin Çinli tüketiciler için önemli bir diyet riski oluşturmadığını ifade etmişlerdir (Zhang ve diğ., 2021).

Çin'de yapılan başka bir araştırmada, 23 sebze ve 130 meyvenin 11 fungusit ile kontaminasyonunu araştırmışlardır. Yapılan analizler sonucunda, meyve ve sebzelerdeki pestisit kalıntılarının oranlarının sırasıyla %100 ve %98,37 olduğu tespit edilmiştir. Kereviz, börülce, şeftali ve üzümdeki pestisit tespit oranı %70'in üzerinde bulunmuş, sebzelerde difenoconazole ve procymidone pestisitlerinin miktarı standardı aştığı gözlemlenmiştir. Meyve ve sebzelerde en yaygın pestisitler ise carbendazim, difenoconazole, ve tebuconazole olduğu ifade edilmiştir (Qin ve diğ., 2021).

2021 yılında Sırbistan'da yapılan bir araştırmada, Sırp pazarında bulunan 139 meyve suyu örneğinde 69 farklı pestisit kalıntı için analizi yapılmıştır. Pestisit tespit edilen örneklerin %71,2'sinin neredeyse %60'ında 6'ya kadar farklı pestisit kalıntıları bulunurken, onaylanmamış pestisit kalıntıları ise örneklerin %2,9'unda tespit edilmiştir. Ayrıca, izin verilen maksimum limitleri aşan örneklerin oranı %2,2 olarak ifade edilmiştir (Torovi'c ve diğ., 2021).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

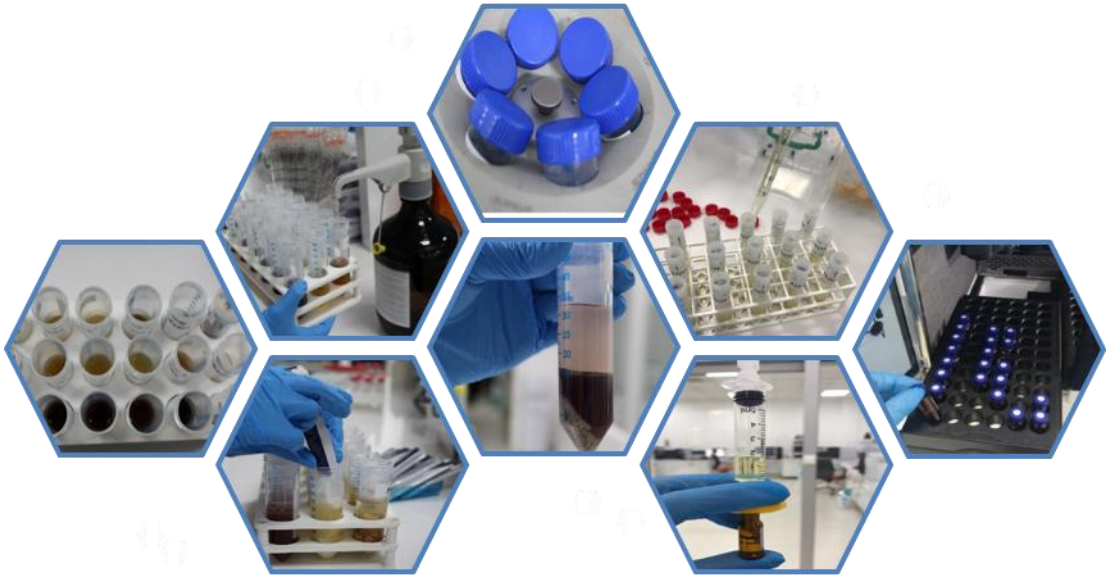
Bu çalışmada, piyasada yaygın olarak tüketilen nar, elma, üzüm, vişne, portakal, erik, ahududu, karadut, yaban mersini, böğürtlen ve karışık meyve suyu olmak üzere toplam 10 farklı türü kapsayan 70 adet meyve suyu örneği incelenmiştir. Nar suyu için 6 adet, elma suyu için 11 adet, üzüm suyu için 7 adet, vişne suyu için 2 adet, portakal suyu için 9 adet, karışık meyve suyu için 30 adet, erik, ahududu, karadut, yaban mersini ve böğürtlen suyu örneklerinden ise her birinden 1'er adet temin edilmiştir. Meyve suyu örnekleri Bursa ilinde bulunan ve tüketiciler tarafından kolay ulaşılabilir çeşitli perakende satış noktalarından (marketlerden) temin edilmiştir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Meyve suyu örneklerinin ekstraksiyonu ve analizi

Meyve suyu örnekleri QuEChERS AOAC 2007:01 ekstraksiyon yöntemine göre ekstrakte edilmiş ve her bir örnek bir tekerrür ile analiz edilmiştir. Pestisit analiz yöntemi, Gıda ve Yemlerde Pestisit Kalıntılarının Analizine yönelik Analitik Kalite Kontrol ve Yöntem Doğrulama Prosedürlerini içeren SANTE 11312/2021 (EURL, 2021) yönergesi esas alınarak uygulanmış; yöntem doğrulama sürecinde, her bir pestisit için kantitatif belirleme sınırı (LOQ) ilgili yönergede belirtilen kriterlere uygun şekilde belirlenmiştir. Meyve suyu örnekleri 15 g'lık tartılıp 50 mL'lik polypropylene santrifüj tüpüne konulup ve üzerine 15 mL acetonitrile + %1 asetik asit çözeltisi ilave edilmiştir. Daha sonra tüplere 6 g susuz magnezyum sülfat ve 1,5 g sodium asetat, (QuEChERS extract pouch AOAC) ilave edilerek, 1 dakika boyunca kuvvetlice çalkalandıktan sonra tüpler 1 dakika boyunca 4000 rpm'de santrifüjlenerek, tüplerdeki üst tabaka (8 mL) pipetle çekildikten sonra 1200 mg susuz magnezyum sülfat ve 400 mg PSA (QuEChERS Dispersif Kit, Genel Meyve ve Sebzeler, AOAC yöntemi) içeren 15 mL'lik falkon tüpüne aktarılmıştır. Tüpler 30 sn vorteksle karıştırılıp, 4000 rpm'de

1 dakika santrifüjlendikten sonra, üst tabaka 0,45 µm çaplı membran filtre ile süzülmüştür. QuEChERS AOAC 2007:01 ekstraksiyon metodu aşamaları Şekil 3.1’de gösterilmiştir. Pestisit konsantrasyonları Agilent 6470 Triple Quad Liquid-Mass Spectrometry (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA) cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Koromatografik ayırma için Agilent Poroshell SB-C18 kolonu (3x100 mm x 2.7 µm) kullanılmıştır. Mobil faz formik asit ve amonyum format çözeltisi ve ultrasonik saf su (A) ve metanol (B) içeren sulu bir çözeltilerden oluşmaktadır. Mobil faz akış hızı, 0,52 mL /dakika olarak ayarlanmıştır. Kütle spektrofotometresi (MS) ile tespit, çoklu reaksiyon izleme (MRM) ve elektrosprey iyonizasyon (ESI) modunda gerçekleştirilmiştir. Gaz akışı 10 psi, gaz kılcal voltajı 3600V, kaynak sıcaklığı 100 °C, numune enjeksiyon hacmi 1 µL olarak gerçekleşmiştir. Bu çalışmada tespiti yapılan pestisit kalıntıları, 27 Eylül 2021 tarihli ve 31611 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği esas alınarak değerlendirilmiştir. İlgili yönetmelikte belirtilen maksimum kalıntı limitleri (MRL) referans alınarak, elde edilen analiz sonuçlarının uygunluğu değerlendirilmiştir. Ayrıca, çalışmada analiz edilen pestisitlerin listesi ile birlikte, bu pestisitler için belirlenen ölçüm limitleri (Limit of Detection – LOD) ve kullanılan analitik cihaz türü tablosu Ek A 3.1’de görülmektedir.



Şekil 3.1: QuEChERS AOAC 2007:01 ekstraksiyon metodu aşamaları.

3.2.2 Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği: Uygulama kapsamı ve değerlendirme kriterleri

Tüketici sağlığını korumak amacıyla birçok ülkede gıdalardaki pestisit kalıntıları için belirlenmiş azami yasal sınırlar bulunmaktadır. Bu sınırlar, her bir pestisit için farklı gıda maddelerinde bulunan kalıntıların, sağlık üzerinde olumsuz bir etkisi olmayacak şekilde bilimsel verilerle belirlenmektedir. Maksimum kalıntı limiti (MRL), gıda ürünlerinde ve hayvan yemlerinde yasal olarak bulunmasına izin verilen pestisit kalıntısının (mg/kg olarak ifade edilir) maksimum konsantrasyonudur. MRL değerleri, ülkelerin sağlık ve gıda güvenliği standartlarına göre farklılık gösterebilir ve bazı ülkelerde MRL'ler, maksimum kalıntı limitleri olarak adlandırılırken, bazı ülkelerde maksimum kalıntı seviyeleri olarak ifade edilmektedir (FAO, 2025). Codex Alimentarius Komisyonu, ulusal gıda gereksinimlerini ve artan uluslararası rekabeti göz önünde bulundurarak, mevcut bölgesel girişimlerin uyumlu hale getirilmesi ve uluslararası düzeyde gıda güvenliği standartlarının belirlenmesi amacıyla 1963 yılında kurulmuştur (Codex Alimentarius Commission, 2007).

Ayrıca, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), pestisitlerin güvenli kullanımı ve gıda ürünlerindeki kalıntılarla ilgili bilimsel araştırmalar yaparak, gıda güvenliğini sağlamaya yönelik rehberlik sunmaktadır. Bu kuruluşlar, pestisitlerin toksikolojik değerlendirmelerini gerçekleştirerek, güvenli maksimum kalıntı limitlerini belirleyen uluslararası standartların oluşturulması üzerine çalışmaktadırlar. Ülkemizde ise maksimum kalıntı limitleri (MRL) Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği ile yayımlanmaktadır. Bu Yönetmeliğin amacı; tüketicinin yüksek seviyede korunmasını sağlamak üzere bitkisel ve hayvansal orijinli gıdalarda pestisit kalıntılarının maksimum limitlerine ilişkin uygulama usul ve esaslarını belirlemektir (TGK, 2021).

Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği kapsamında, pestisit kalıntı limitleriyle ilgili bilgiler çeşitli eklerde yer almaktadır: Ek-1 MRL değerlerinin belirlendiği ana listedir. Bu ekte, ürünlerin kod numaraları, MRL uygulanacak kategori, grup, alt grup, temel ürünler, bilimsel adlar ve MRL değerlendirmesinde dikkate alınacak ürün kısımları yer alır. Bölüm A: Doğrudan MRL belirlenen ürünleri, Bölüm B aynı MRL'nin uygulanacağı benzer ürünleri içermektedir. Ek-2 Türkiye'de ruhsatlandırılmış pestisitlerin kabul edilebilir MRL değerlerini ve MRL belirlenmesine gerek duyulmayan pestisitleri içermektedir. Ek-3

ithal ürünlerde ve Ek-2’de yer alan pestisitlerin hayvansal ürünlerdeki MRL’leri ile bu ürünlere uygulanacak tespit sınırı (LOD) değerlerini içerir. Ek-4’de Türkiye’de kullanımı yasaklanmış pestisitlerin listesi yer almaktadır Ek-5 İthal ürünlerde MRL belirlenmesine gerek duyulmayan pestisitleri listeleri bulundurmaktadır (TGK Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği Rehberi, 2022). Değerlendirmeye esas tespit limiti (LOD), doğrulanmış kontrol yöntemleri ile rutin izlemeler sonucunda ölçülebilen, geçerli kılınmış en düşük kalıntı miktarını, işleme faktörü ise işlenmiş üründe bulunan pestisit kalıntı miktarının, işlenmemiş üründe bulunan pestisit kalıntı miktarına oranını ifade etmektedir (TGK Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği, 2021). Bu çalışmada analiz edilen örneklerin yer aldığı kategori, grup ve alt grup bilgileri ile bu gruplara karşılık gelen temel ürünler, Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği esas alınarak Çizelge 3.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 3.1: MRL uygulanacak bitkisel ürünler.

Kategori: Taze veya Dondurulmuş Meyveler; Sert Kabuklu Meyveler		
Grup	Alt Grup	Grup ya da alt grubun temel ürünleri
Turunçgiller		Greyfurt Portakal Limon Misket limonu Mandarin/ mandalina
Yumuşak çekirdekli meyveler		Elma Armut Ayva
Sert çekirdekli meyveler		Kayısı Kiraz (tatlı) Şeftali Erik
Üzüksümler ve küçük meyveler	Üzüm	Sofralık üzüm
	Kamışsı Meyveler	Böğürtlen Karabükten Ahududu (kırmızı ve sarı)
	Diğer küçük meyveler ve üzüksümler	Yaban mersini
	Kabuğu yenilemeyen küçük meyveler	Kivi (yeşil, kırmızı, sarı) Liçi Passion meyvesi

3.2.3 Risk değerlendirmesi

Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA), pestisitlerin insan sağlığı üzerindeki toplu (kümülatif) risklerinin değerlendirilmesini ele alarak farklı pestisitlerin bir arada bulunmasının insan sağlığına olan etkilerini inceleyen bir metodoloji geliştirmiştir. Tek bir pestisit yerine, benzer kimyasal gruplardan birden fazla pestisit etkilerinin bir arada değerlendirildiği bu yaklaşım, toplam riskin daha doğru bir şekilde hesaplanmasını sağlar. Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi tarafından yayımlanan raporda, pestisitlerin kimyasal grupları ve bunların insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkileri detaylandırılmakta, ayrıca risk değerlendirme sürecinde karşılaşılan zorluklar tartışılmaktadır. Bu tür toplu risk değerlendirmeleri, pestisitlerin birikim etkilerini, maruz kalınan miktarları ve sürenin uzun vadeli sağlık etkilerini hesaba katarak yapılmaktadır. EFSA, bu raporla birlikte pestisitlerin güvenli kullanımına yönelik bilimsel temelli önerilerde bulunmaktadır (EFSA, 2007).

Meyve ve sebzelerde pestisitlerin yoğun ve bilinçsiz kullanımı, hasat öncesi bekleme süresi (Pre-Harvest Interval-PHI) dikkate alınmadan yapılan uygulamalarla birlikte, ürünlerde ve çevrede istenmeyen pestisit kalıntılarının birikmesine neden olmaktadır. Önerilen maksimum kalıntı limitlerinin (Maximum Residue Limit-MRL) aşılması durumunda, bu kalıntılar insan sağlığı açısından potansiyel bir risk oluşurmaktadır (Fenik ve diğ, 2011).

Akut (kısa vadeli) ve kronik (uzun vadeli) tüketici sağlık riskleri, pestisit kalıntılarının insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendirmede kullanılan temel parametrelerdir. Akut sağlık riski değerlendirmesinde, tahmini kısa vadeli alım (Estimated Short-Term Intake, ESTI) değeri, bir kişinin günde tükettiği gıda miktarı ve bu gıdalarda bulunan kimyasal maddenin konsantrasyonu göz önünde bulundurularak hesaplanmaktadır (Denklem 3.1). ESTI değeri ile akut referans doz (Acute Reference Dose, ARfD) dikkate alınarak akut tehlike indeksi (aHI) hesaplanmaktadır. Bu hesaplama Denklem 3.2 ile ifade edilmektedir.

$$ESTI,mg/kg \text{ va/ gün} = \frac{\text{Günlük tüketim} \left(\frac{kg}{gün} \right) \times \text{Ortalama konsantrasyon.} \left(\frac{mg}{kg} \right)}{\text{Vücut ağırlığı}(kg)} \quad (3.1)$$

$$aHI(\%) = (ESTI) / ARfD \times 100 \quad (3.2)$$

Aynı şekilde, uzun vadeli (kronik) sağlık riskinin belirlenmesinde, tahmini günlük alım (Estimated Daily Intake, EDI) değeri, bir bireyin belirli bir kimyasal maddeye gıda yoluyla ne kadar uzun vadeli (kronik) maruz kaldığını hesaplamak için kullanılır (Denklem 3.3). Kabul edilebilir günlük alım (Acceptable Daily Intake, ADI) değerleri temel alınarak tehlike katsayısı (Hazard Quotient, HQ) hesaplanmaktadır. Bu hesaplama, Denklem 3.4 ile ifade edilmektedir:

$$EDI, \text{mg/kg va/gün} = \frac{\text{Günlük tüketim} \left(\frac{\text{kg}}{\text{gün}} \right) \times \text{Ortalama konsantrasyon} \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right)}{\text{Vücut ağırlığı} (\text{kg})} \quad (3.3)$$

$$HQ(\%) = EDI/ADI \times 100 \quad (3.4)$$

Her iki değerlendirmede, ARfD ve ADI değerleri 60 kg vücut ağırlığına sahip bir birey için günlük alımın yüzdesi üzerinden hesaplanmaktadır. aHI veya HQ değerlerinin %100'ün üzerine çıkması, söz konusu kimyasal maddenin insan sağlığı açısından kabul edilemez düzeyde bir risk oluşturduğunu göstermektedir. Bu nedenle, aHI veya HQ değerlerinin artışı, sağlık riski seviyesinin yükseldiğine işaret etmektedir (Liu ve diğ., 2016). EFSA tarafından sunulan verilere göre, 3–10 yaş arası çocuklarda ortalama vücut ağırlığı yaklaşık 21,6 kg'dır. Bu nedenle, 6–11 yaş grubundaki ilkökul çağı çocukları için pestisit kalıntı risk değerlendirmelerinde 20 kg'lık ortalama vücut ağırlığı, EFSA kılavuzları doğrultusunda uygun kabul edilmektedir (EFSA, 2012). Hacettepe Üniversitesi'nin hazırlamış olduğu Türkiye'ye Özgü Beslenme Rehberi'ne göre günlük meyve suyu tüketimi için önerilen porsiyon miktarı yaklaşık 100 mL (100 g) olarak belirlenmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Meyve Suyu Örneklerinde Tespit Edilen Pestisit Kalıntı Miktarları ve Değerlendirilmesi

30 adet karışık meyve suyu örneğinde yapılan pestisit analizleri sonucunda, 12 örnekte acetamiprid, spirotetramat, dodine ve cypermethrin kalıntılarına rastlanmıştır (Çizelge 4.1). Acetamiprid, 2, 11, 12, 13, 15, 23 ve 25 numaralı örneklerde 0,010–0,025 mg/kg arasında; spirotetramat, 2, 7, 21 ve 22 numaralı örneklerde 0,011–0,049 mg/kg arasında bulunmuştur. Dodine, 24 ve 27 numaralı örneklerde sırasıyla 0,010 ve 0,037 mg/kg seviyelerinde, cypermethrin ise yalnızca 27 numaralı örnekte 0,010 mg/kg olarak belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi'nde bu pestisitler için karışık meyve sularında maksimum kalıntı limiti (MRL) belirtilmediğinden, elde edilen değerlerin yasal sınırlarla karşılaştırılması mümkün olmamıştır. Genel olarak, analiz edilen örneklerin %40'ında (12 örnek) pestisit kalıntısı tespit edilirken, %60'ında (18 örnek) herhangi bir kalıntıya rastlanmamıştır.

Çizelge 4.1: Karışık meyve suyu örneklerinde tespit edilen pestisit kalıntı düzeyleri ve TGK MRL değerleri (mg/kg).

Numune No	Pestisit Adı	Pestisit Türü	Kalıntı Miktarı (mg/kg)	TGK MRL (mg/kg)
Karışık meyve suyu 1	TEDB		-	
Karışık meyve suyu 2	Acetamiprid Spirotetramat	İnsektisit İnsektisit	0,017±0,008 0,012±0,006	*
Karışık meyve suyu 3	TEDB			
Karışık meyve suyu 4	TEDB			
Karışık meyve suyu 5	TEDB			

Çizelge 4.1 (devam): Karışık meyve suyu örneklerinde tespit edilen pestisit kalıntı düzeyleri ve TGK MRL değerleri (mg/kg).

Numune No	Pestisit Adı	Pestisit Türü	Kalıntı Miktarı (mg/kg)	TGK MRL (mg/kg)
Karışık meyve suyu 6	TEDB			
Karışık meyve suyu 7	Spirotetramat	İnsektisit	0,021±0,011	*
Karışık meyve suyu 8	TEDB			
Karışık meyve suyu 9	TEDB			
Karışık meyve suyu 10	TEDB			
Karışık meyve suyu 11	Acetamiprid	İnsektisit	0,011±0,006	*
Karışık meyve suyu 12	Acetamiprid	İnsektisit	0,025±0,013	*
Karışık meyve suyu 13	Acetamiprid	İnsektisit	0,010±0,005	*
Karışık meyve suyu 14	TEDB			
Karışık meyve suyu 15	Acetamiprid	İnsektisit	0,012±0,006	*
Karışık meyve suyu 16	TEDB			
Karışık meyve suyu 17	TEDB			
Karışık meyve suyu 18	TEDB			
Karışık meyve suyu 19	TEDB			
Karışık meyve suyu 20	TEDB			
Karışık meyve suyu 21	Spirotetramat	İnsektisit	0,011±0,006	*
Karışık meyve suyu 22	Spirotetramat	İnsektisit	0,049±0,025	*
Karışık meyve suyu 23	Acetamiprid	İnsektisit	0,01±0,005	*
Karışık meyve suyu 24	Dodine	Fungusit	0,01±0,005	*
Karışık meyve suyu 25	Acetamiprid	İnsektisit	0,01±0,005	*
Karışık meyve suyu 26	TEDB			
Karışık meyve suyu 27	Dodine Cypermethrin	Fungusit İnsektisit	0,037±0,018 0,010±0,005	* *
Karışık meyve suyu 28	TEDB			
Karışık meyve suyu 29	TEDB			
Karışık meyve suyu 30	TEDB			

TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır. *: TGK' de MRL değeri belirlenmemiştir.

Yapılan analizler sonucunda, böğürtlen örneğinde insektisit grubuna ait olan spirotetramat etkin maddesi tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği kapsamında yapılan değerlendirme neticesinde, analiz sonucunun ilgili MRL (Maksimum Kalıntı Limiti) değerini aştığı belirlenmiştir. Çizelge 4.2 incelendiğinde, ahududu, erik, karadut, vişne ve yaban mersini örneklerinde ölçülebilir herhangi bir pestisit kalıntısına rastlanmadığı görülmektedir.

Çizelge 4. 2 : Ahududu, böğürtlen, erik, karadut, vişne ve yaban mersini meyve suyu örneklerinde tespit edilen pestisit kalıntı düzeyleri ve TGK MRL değerleri (mg/kg).

Numune No	Pestisit Adı	Pestisit Türü	Kalıntı Miktarı (mg/kg)	TGK MRL (mg/kg)
Ahududu 1	TEDB			
Böğürtlen 1	Spirotetramat	İnsektisit	0,021±0,011	0,02
Erik 1	TEDB			
Karadut 1	TEDB			
Karadut 2	TEDB			
Vişne 1	TEDB			
Vişne 2	TEDB			
Yabanmersini 1	TEDB			

TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır. Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği'ne göre değerlendirme yapılmıştır.

Altı adet nar suyu örneği üzerinde yapılan pestisit analizleri sonucunda, beş örnekte (Nar 2, Nar 3, Nar 4, Nar 5 ve Nar 6) spirotetramat, imazalil ve boscalid kalıntıları tespit edilmiştir. İnsektisit grubunda yer alan spirotetramat, bu beş örnekte sırasıyla Nar 2'de $0,053 \pm 0,027$ mg/kg, Nar 3'te $0,079 \pm 0,040$ mg/kg, Nar 4'te $0,066 \pm 0,033$ mg/kg, Nar 5'te $0,016 \pm 0,008$ mg/kg ve Nar 6'da $0,044 \pm 0,022$ mg/kg düzeylerinde belirlenmiştir. Bu değerler üzerinden yapılan değerlendirme sonucunda, Nar 2, 3, 4 ve 6 numaralı örneklerde spirotetramat kalıntı miktarının Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen Maksimum Kalıntı Limiti'ni (MRL) aştığı tespit edilmiştir. Fungusit grubuna giren imazalil ise yalnızca Nar 2 örneğinde $0,011 \pm 0,006$ mg/kg düzeyinde saptanmış ve bu değer de MRL sınırının üzerinde bulunmuştur. Diğer yandan, yine fungusit grubunda yer alan boscalid, yalnızca Nar 3 örneğinde $0,024 \pm 0,012$ mg/kg konsantrasyonunda tespit edilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları Çizelge 4.3'te görülmektedir.

Analiz sonuçları 'Pestisitlerin Kalıntı Limitlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılacak İşleme Faktörleri Veritabanı'ndan alınan değerlere göre işleme faktörü uygulanarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.3: Nar suyu örneklerinde tespit edilen pestisit kalıntı düzeyleri ve TGK MRL değerleri (mg/kg).

Numune No	Pestisit Adı	Pestisit Türü	Kalıntı Miktarı (mg/kg)	TGK MRL (mg/kg)
Nar 1	TEDB			
Nar 2	Spirotetramat	İnsektisit	0,053±0,027	0,02
	Imazalil	Fungusit	0,011**±0,006	0,01
Nar 3	Spirotetramat	İnsektisit	0,079±0,040	0,02
	Boscalid	Fungusit	0,024±0,012	2
Nar 4	Spirotetramat	İnsektisit	0,066±0,033	0,02
Nar 5	Spirotetramat	İnsektisit	0,016±0,008	0,02
Nar 6	Spirotetramat	İnsektisit	0,044±0,022	0,02

TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır. Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği'ne göre değerlendirme yapılmıştır. İşleme Faktörü imazalil için; 1 olarak alınmıştır. **: İşleme Faktörü uygulanmıştır (Pestisit Kalıntı Limitlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılacak İşleme FaktörleriRev20'ye göre uygulanmıştır).

Portakal suyu örneklerinde pestisit kalıntı düzeylerinin belirlenmesi amacıyla dokuz adet numune (Portakal 1– Portakal 9) analiz edilmiştir. Tespit edilen analiz sonuçları Çizelge 4.4'te görülmektedir. Yapılan pestisit analizleri sonucunda tüm örneklerde en az bir pestisit kalıntısı tespit edilmiştir. Tespit edilen pestisitler arasında spirotetramat (insektisit), pyrimethanil (fungusit), imazalil (fungusit) ve malathion (insektisit/akarisit) yer almaktadır. Spirotetramat, Portakal 1– Portakal 8 numaralı örneklerde tespit edilmiş olup konsantrasyon aralığı 0,011–0,101 mg/kg olarak belirlenmiştir. Pyrimethanil, Portakal 4, 7, 8 ve 9 numaralı örneklerde bulunmuş ve $2,1 \pm 1,05 - 4,5 \pm 2,25$ mg/kg arasında değişmiştir. Imazalil, aynı dört örnekte tespit edilmiş ve $0,15 \pm 0,075 - 0,838 \pm 0,419$ mg/kg düzeylerinde ölçülmüştür. Malathion ise yalnızca Portakal 8 numunesinde $0,011 \pm 0,006$ mg/kg seviyesinde tespit edilmiştir. Malathion, Portakal 8 örneğinde, tespit edilen düzeyde MRL sınırını aşmamıştır, ancak mevzuat açısından dikkatle değerlendirilmesi gereken bir kalıntı olarak yer almaktadır. Tespit edilen pestisit kalıntıları, Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği doğrultusunda değerlendirilmiş; ayrıca işleme faktörleri, 'Pestisitlerin Kalıntı Limitlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılacak İşleme Faktörleri Veritabanı'na göre uygulanmıştır.

Çizelge 4.4:Portakal suyu örneklerinde tespit edilen pestisit kalıntı düzeyleri ve TGK MRL değerleri (mg/kg).

Numune No	Pestisit Adı	Pestisit Türü	Kalıntı Miktarı(mg/kg)	TGK MRL (mg/kg)
Portakal 1	Spirotetramat	İnsektisit	0,03±0,015	0,5
Portakal 2	Spirotetramat	İnsektisit	0,019±0,010	0,5
Portakal 3	Spirotetramat	İnsektisit	0,101±0,051	0,5
	Pyrimethanil	Fungusit	2,1**±1,05	8
Portakal 4	Spirotetramat	İnsektisit	0,021±0,011	0,5
	Imazalil	Fungusit	0,15**±0,075	4
Portakal 5	Spirotetramat	İnsektisit	0,017±0,009	0,5
Portakal 6	Spirotetramat	İnsektisit	0,048±0,024	0,5
	Pyrimethanil	Fungusit	3,30**±1,65	8
Portakal 7	Imazalil	Fungusit	0,188**±0,094	4
	Spirotetramat	İnsektisit	0,011±0,006	0,5
	Imazalil	Fungusit	0,838**±0,419	4
Portakal 8	Spirotetramat	İnsektisit	0,083±0,041	0,5
	Pyrimethanil	Fungusit	4,5**±2,25	8
	Malathion	İnsektisit-Akarisit	0,011±0,006	2
Portakal 9	Pyrimethanil	Fungusit	2,4**±1,2	8
	Imazalil	Fungusit	0,2**±0,1	4

Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği'ne göre değerlendirme yapılmıştır. İşleme Faktörü imazalil :0,08 ve pyrimethanil:0,01 olarak alınmıştır. **: İşleme Faktörü uygulanmıştır (Pestisit Kalıntı Limitlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılacak İşleme FaktörleriRev20'ye göre uygulanmıştır).

7 adet üzüm suyu örneğinde yapılan pestisit analizleri sonuçları Çizelge 4.5'te görülmektedir. Üzüm suyu 1, 2 ve 7 numaralı örneklerde pestisit kalıntısına tespit edilebilir düzeyde rastlanmamıştır. Diğer dört örnekte (Üzüm suyu 3, 4, 5 ve 6) ise toplam 18 farklı pestisit kalıntısı tespit edilmiştir. Bu pestisitlerden bazıları insektisit grubuna (örneğin acetamiprid, spirotetramat, methoxyfenozide, flupyradifurone, chlorantraniliprole, sulfoxaflor), bazıları ise fungusit grubuna (örneğin pyrimethanil, boscalid, dimethomorph, metalaxyl, fluopyram, cyprodinil, fluxapyroxad, tebuconazole) aittir. Tespit edilen bazı pestisitlerin konsantrasyon aralıkları şu şekildedir: Üzüm suyu 3, 5 ve 6 numaralı örneklerde yapılan analizler sonucunda, spirotetramat kalıntıları 0,398 ile 0,862 mg/kg arasında değişen konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Aynı örneklerde methoxyfenozide 0,018 ile 0,032 mg/kg aralığında, pyrimethanil kalıntıları 0,07 ile 0,097 mg/kg arasında saptanmıştır. Üzüm suyu 3 ve 5 numaralı örneklerde yapılan analizler sonucunda, azoxystrobin kalıntıları 0,012 ile 0,015 mg/kg arasında tespit edilmiştir. Aynı örneklerde ametocradin ve fluopicolide

ise sırasıyla 0,012–0,014 mg/kg aralığında bulunmuştur. Ayrıca, cyprodinil 0,019 ile 0,026 mg/kg, fluxapyroxad ve chlorantraniliprole ise her ikisi de 0,01 ile 0,012 mg/kg arasında saptanmıştır. Sulfoxaflor kalıntıları da 0,011 ile 0,018 mg/kg aralığında tespit edilmiştir. Ü6 numaralı örnekte yapılan analizlerde, flonicamid kalıntısı 0,028 mg/kg, fluopyram 0,01 mg/kg ve flupyradifurone 0,017 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Üzüm suyu 4 ve 6 numaralı örneklerde acetamiprid kalıntıları 0,011 ile 0,247 mg/kg arasında değişen düzeylerde tespit edilmiştir. Boscalid, Üzüm suyu 3, 5 ve 6 örneklerinde 0,1 ile 0,113 mg/kg aralığında bulunmuştur. Dimethomorph ise Üzüm suyu 3, 4 ve 5 numaralı örneklerde 0,01 ile 0,054 mg/kg arasında saptanmıştır. Metalaxyl kalıntıları ise Üzüm suyu 3, 4, 5 ve 6 numaralı örneklerin tamamında tespit edilmiş olup, konsantrasyonları 0,014 ile 0,28 mg/kg arasında değişmektedir. Ü5 numaralı örnekte yapılan analiz sonucunda, tebuconazole kalıntısı 0,013 mg/kg düzeyinde tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, analiz edilen üzüm meyve suyu örneklerinin %57,14'ünde pestisit kalıntısı tespit edilmiştir. Buna karşılık, örneklerin %42,86'sında pestisit kalıntısı tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır. Bu durum, incelenen üzüm meyve sularının yarısından fazlasının pestisit kalıntısı içerdiğini göstermektedir. Yapılan değerlendirmede, bu örneklerde tespit edilen tüm pestisit kalıntılarının, Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen Maksimum Kalıntı Limitleri (MRL) değerlerinin altında kaldığı belirlenmiştir. Ayrıca, pestisitlerin gıda işleme sürecindeki değişimlerini değerlendirmek amacıyla, ilgili işleme faktörleri "Pestisitlerin Kalıntı Limitlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılacak İşleme Faktörleri Veritabanı"ndan alınarak uygulanmıştır.

Çizelge 4. 5: Üzüm suyu örneklerinde tespit edilen pestisit kalıntı düzeyleri ve TGK (mg/kg).

Numune No	Pestisit Adı	Pestisit Türü	Kalıntı Miktarı (mg/kg)	TGK MRL (mg/kg)
Üzüm 1	TEDB			
Üzüm 2	TEDB			
Üzüm 3	Spirotetramat	İnsektisit	0,682±0,341	2,00
	Pyrimethanil	Fungusit	0,08±0,040	6,00
	Boscalid	Fungusit	0,105**±0,053	5,00
	Dimethomorph	Fungusit	0,037±0,019	3,00
	Methoxyfenozide	İnsektisit	0,031±0,016	1,00
	Cyprodinil	Fungusit	0,019±0,010	3,00
	Metalaxyl	Fungusit	0,014±0,007	1,5
	Ametoctradin	Fungusit	0,014±0,007	6,00
	Fluopicolide	Fungusit	0,013±0,007	2,00
	Azoxystrobin	Fungusit	0,012±0,006	3,00
	Sulfoxaflor	İnsektisit	0,011±0,006	2,00
	Fluxapyroxad	Fungusit	0,01±0,005	3,00
	Chlorantraniliprole	İnsektisit	0,01±0,005	1,00
	Üzüm 4	Acetamiprid	İnsektisit	0,011**±0,006
Metalaxyl		Fungusit	0,016±0,008	1,5
Dimethomorph		Fungusit	0,01±0,005	3,00
Üzüm 5	Spirotetramat	İnsektisit	0,862±0,431	2,00
	Pyrimethanil	Fungusit	0,097±0,049	6,00
	Dimethomorph	Fungusit	0,054±0,027	3,00
	Boscalid	Fungusit	0,113**±0,057	5,00
	Methoxyfenozide	İnsektisit	0,032±0,016	1,00
	Cyprodinil	Fungusit	0,026±0,013	3,00
	Metalaxyl	Fungusit	0,02±0,010	1,5
	Sulfoxaflor	İnsektisit	0,018±0,009	2,00
	Azoxystrobin	Fungusit	0,015±0,008	3,00
	Fluopicolide	Fungusit	0,012±0,006	2,00
	Chlorantraniliprole	İnsektisit	0,012±0,006	1,00
	Fluxapyroxad	Fungusit	0,012±0,006	3,00
	Ametoctradin	Fungusit	0,012±0,006	6,00
	Tebuconazole	Fungusit	0,013±0,007	0,50
Üzüm 6	Acetamiprid	İnsektisit	0,247**±0,124	0,50
	Spirotetramat	İnsektisit	0,398±0,199	2,00
	Metalaxyl	Fungusit	0,28±0,140	1,5
	Pyrimethanil	Fungusit	0,07±0,035	6,00
	Boscalid	Fungusit	0,1**±0,050	5,00
	Flonicamid	İnsektisit	0,028±0,014	0,03
	Methoxyfenozide	İnsektisit	0,018±0,009	1,00
	Flupyradifurone	İnsektisit	0,017±0,009	3,00
	Fluopyram	Fungusit	0,01±0,005	2,00
	Üzüm 7	TEDB		

TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır. Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği'ne göre değerlendirme yapılmıştır. İşleme Faktörü acetamiprid:1,5 ve boscalid :0,4 olarak alınmıştır. **: İşleme Faktörü uygulanmıştır (Pestisit Kalıntı Limitlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılacak İşleme FaktörleriRev20'ye göre uygulanmıştır).

11 adet elma suyu örneğinde yapılan pestisit analizleri sonucunda 3 örnekte acetamiprid kalıntısı tespit edilmiştir. Elma 1, 2, 6 örneklerinde tespit edilen acetamiprid insektisit grubundadır ve konsantrasyonları 0,016 ile 0,033 mg/kg arasında saptanmıştır. İşleme faktörü ‘Pestisitlerin Kalıntı Limitlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılacak İşleme Faktörleri Veritabanı’ndan alınan değerlere göre uygulanmıştır.

Çizelge 4.6: Elma suyu örneklerinde tespit edilen pestisit kalıntı düzeyleri ve TGK MRL değerleri (mg/kg).

Numune No	Pestisit Adı	Pestisit Türü	Kalıntı Miktarı(mg/kg)	TGK MRL (mg/kg)
Elma 1	Acetamiprid	İnsektisit	0,033**±0,017	0,4
Elma 2	Acetamiprid	İnsektisit	0,016**±0,008	0,4
Elma 3	TEDB			
Elma 4	TEDB			
Elma 5	TEDB			
Elma 6	Acetamiprid	İnsektisit	0,016**±0,008	0,4
Elma 7	TEDB			
Elma 8	TEDB			
Elma 9	TEDB			
Elma 10	TEDB			
Elma 11	TEDB			

TEDB: Tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır. *: TGK’ de MRL değeri belirlenmemiştir. İşleme Faktörü acetamiprid için; 0,8 olarak alınmıştır. **: İşleme Faktörü uygulanmıştır (Pestisit Kalıntı Limitlerinin Değerlendirilmesinde Kullanılacak İşleme FaktörleriRev20’ye göre uygulanmıştır).

4.2 Meyve Suyu Örneklerinde Risk Değerlendirmesi

Meyve suyu gibi sık tüketilen işlenmiş gıdalar, pestisit kalıntıları açısından değerlendirilmesi gereken önemli ürün gruplarından. Özellikle çocuklar ve hassas bireylerde bu tür kalıntıların sağlık üzerinde yaratabileceği etkiler, gıda güvenliği açısından dikkate alınması gereken riskler arasında bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında, pestisit maruziyetinin halk sağlığı açısından taşıdığı potansiyel riski değerlendirebilmek amacıyla, Tahmini Günlük Alım (Estimated Daily Intake, EDI) ve Tehlike Katsayısı (Hazard Quotient, HQ) hesaplamaları yapılmıştır. Risk değerlendirme sürecinde, pestisitlerin toksikolojik referans değerleri belirlenirken, Kabul Edilebilir Günlük Alım (ADI) ve Akut Referans Doz (ARfD) değerleri Avrupa Birliği Pestisit Veritabanı'ndan (EU Pesticide Database) elde edilmiştir (European Commission, 2024). Bu referans değerler, Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından bilimsel değerlendirmelere dayanılarak belirlenmiş olup, pestisitlerin kısa ve uzun vadeli sağlık etkilerine ilişkin güvenilir bir temel sunmaktadır. Aynı zamanda, kısa süreli maruziyetlere ilişkin değerlendirmelerde ise Akut Referans Doz (ARfD) değerleri esas alınarak, Akut Tehlike İndeksleri (aHI) hesaplanmıştır. Bu sayede, hem kısa hem de uzun süreli pestisit maruziyetlerinin insan sağlığı üzerindeki etkileri analiz edilmiştir.

Çalışma kapsamında değerlendirilen pestisitler, tüketici sağlığı üzerindeki olası etkileri açısından ayrı ayrı incelenmiş; yetişkin bireyler için elde edilen bulgular Çizelge 4.6'da, çocuk bireyler için yapılan değerlendirmeler ise Çizelge 4.7'de sunulmuştur. Her iki grupta da pestisitlerin EDI (Günlük Alım Tahmini), HQ (Kronik Tehlike Katsayısı) ve aHI (Akut Tehlike İndeksi) değerleri hesaplanarak, ilgili toksikolojik sınır değerlerle karşılaştırılmıştır.

Bu kapsamda yapılan değerlendirmeler, meyve suyu tüketimi yoluyla gerçekleşebilecek pestisit maruziyetine ilişkin güncel, bilimsel ve kantitatif verilere dayanan bir risk analizine katkı sağlamakta; gıda güvenliği politikalarının geliştirilmesine ve halk sağlığının korunmasına yönelik önemli bilgiler sunmaktadır (JMPPR, 2022).

4.2.1 Yetişkin tüketiciler için pestisit maruziyeti risk değerlendirmesi

Bu çalışmada yetişkin tüketiciler için meyve suyu tüketimi yoluyla pestisit maruziyetine ilişkin hem akut (kısa vadeli) hem de kronik (uzun vadeli) risk değerlendirmesi yapılmıştır (izelge 4.6). Değerlendirme, her bir pestisit-meyve suyu ayrı ayrı ele alınarak, elde edilen ESTI, EDI, aHI ve HQ üzerinden değerlendirilmiştir. Nar suyu örneği incelendiğinde, spirotetramat, imazalil ve boscalid pestisitlerine rastlanmış; fakat aHI ve HQ değerlerinin %100'ü aşmadığı görölmüştür. Nar suyunda tespit edilen pestisitler hem akut hem de kronik açıdan tüketici sağlığı için kabul edilebilir düzeydedir.

Elma suyu örneği incelendiğinde yalnızca acetamiprid tespit edilmiştir. Bu pestisite ait aHI ve HQ değerlerinin her ikisi de %100'ün altında olduğu, akut ve kronik risk açısından tüketici sağlığı üzerinde önemli bir tehdit oluşturmadığı gözlemlenmiştir.

Üzüm suyu örneği çok sayıda pestisit içermektedir. Bunlar arasında özellikle acetamiprid pestisiti %300 (3,00) aHI akut maruziyet ve %300 (3,00) HQ kronik maruziyet açısından risk oluştururken, spirotetramat %216 (2,16) HQ değeri ile kronik maruziyet yönünden yüksek risk barındırmaktadır. Tespit edilen diğer pestisitler hem aHI hem HQ değerleri çok düşük olduğundan tüketici sağlığı açısından risk oluşturmadığı gözlemlenmiştir. Bu bulgular ışığında, üzüm suyu örneği genel anlamda düşük riskli görünmekle birlikte, bazı pestisitler açısından belirgin bireysel risklerin bulunduğu ve dikkatle değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Böğürtlen suyu örneğinde yer alan spirotetramat pestisiti hem aHI (%0,01) hem HQ (%0,01) değerleriyle risk taşımamaktadır.

Portakal suyu örneğinde ise pyrimethanil pestisiti için hesaplanan HQ değeri 3,02 olup kronik maruziyet açısından çok yüksek risk oluşturmaktadır. Benzer şekilde, imazalil pestisitinin de HQ değeri 1,78 olup risk taşıdığı gözlemlenmiştir.

Karışık meyve suyu örneğinde acetamiprid, spirotetramat, dodine ve cypermethrin pestisitleri tespit edilmiştir. Ancak bu pestisitlerin hem aHI hem de HQ değerleri %100'ün altında kalmıştır. Bu değerlere göre karışık meyve suyu örneğinde yer alan pestisitlerin mevcut düzeyde tüketici sağlığı açısından anlamlı bir risk oluşturmadığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.7: Yetişkinlerde meyve suyu tüketimi yoluyla günlük ortalama pestisit alımının kısa ve uzun vadeli riskleri.

Numune	Pestisit	Akut (kısa vadeli) Risk			Kronik (uzun vadeli) Risk		
		ESTI (mg/kg/gün)	ARfD (mg/kg va/gün)	aHI (%)	EDI (mg/kg g/gün)	ADI (mg/kg va/gün)	HQ (%)
Nar Suyu	Spirotetramat	8,50E-05	1,00	0,01	8,50E-05	0,05	0,17
	Imazalil	1,83E-05	0,05	0,04	1,83E-05	0,03	0,07
	Boscalid	4,00E-05	/	-	4,00E-05	0,04	0,10
Elma suyu	Acetamiprid	3,67E-05	0,01	0,73	3,67E-05	0,01	0,73
Üzüm suyu	Spirotetramat	1,08E-03	1,00	0,11	1,08E-03	0,05	2,16
	Pyrimethanil	1,37E-04	/	-	1,37E-04	0,17	0,08
	Boscalid	1,77E-04	/	-	1,77E-04	0,04	0,44
	Dimethomorph	5,50E-05	0,60	0,01	5,50E-05	0,05	0,11
	Methoxyfenozide	4,50E-05	0,10	0,05	4,50E-05	0,10	0,05
	Cyprodinil	3,67E-05	/	-	3,67E-05	0,03	0,12
	Metalaxyl	1,37E-04	0,50	0,03	1,37E-04	0,08	0,17
	Ametoctradin	2,17E-05	/	-	2,17E-05	10,0 0	0,00
	Fluopicolide	2,00E-05	0,18	0,01	2,00E-05	0,08	0,03
	Sulfoxaflo	2,33E-05	0,25	0,01	2,33E-05	0,04	0,06
	Fluxapyroxad	1,83E-05	0,25	0,01	1,83E-05	0,02	0,09
	Chlorantraniliprole	1,83E-05	/	-	1,83E-05	1,56	0,00
	Acetamiprid	1,50E-04	0,01	3,00	1,50E-04	0,01	3,00
	Tebuconazole	2,17E-05	0,03	0,07	2,17E-05	0,03	0,07
	Fonicamid	4,67E-05	0,03	0,19	4,67E-05	0,03	0,19
	Flupyradifurone	2,83E-05	0,15	0,02	2,83E-05	0,06	0,04
Fluopyram	1,67E-05	0,50	0,00	1,67E-05	0,01	0,14	
Azoxystrobin	2,17E-05	/	-	2,17E-05	0,2	0,01	
Böğürtlen suyu	Spirotetramat	3,50E-05	1	0,00	3,50E-05	0,05	0,07
Portakal suyu	Spirotetramat	6,83E-05	1,00	0,01	6,83E-05	0,05	0,14
	Pyrimethanil	5,13E-03	/	-	5,13E-03	0,17	3,02
	Imazalil	4,45E-04	0,05	0,89	4,45E-04	0,03	1,78
	Malathion	1,83E-05	0,30	0,01	1,83E-05	0,03	0,06
Karışık Meyve Suyu	Acetamiprid	2,17E-05	0,01	0,43	2,17E-05	0,01	0,43
	Spirotetramat	3,83E-05	1	0,00	3,83E-05	0,05	0,08
	Dodine	3,83E-05	0,1	0,04	3,83E-05	0,1	0,04
	Cypermethrin	1,67E-05	0,005	0,33	1,67E-05	0,00 5	0,33

ADI ve ARfD değerleri Avrupa Birliği Pestisit Veritabanı'ndan (EU Pesticide Database) alınmıştır (European Commission, 2024). “/” sembolü, ilgili pestisit için Avrupa Birliği veritabanında (EU Pesticide Database) belirlenmiş bir ARfD değerinin bulunmadığını ve bu nedenle karşılık gelen risk indeksinin (aHI) hesaplanmadığını ifade etmektedir. Bu tabloda, ilgili ürün grubunda tespit edilen pestisit konsantrasyonlarının ortalaması alınarak değerlendirme yapılmıştır. Hesaplamalara yalnızca limit üstü (LOQ üzerindeki) tespit edilen değerler dahil edilmiştir.

4.2.2 Çocuklar için pestisit maruziyeti risk değerlendirmesi

Bu çalışmada, çocuklarda meyve suyu tüketimi yoluyla pestisit alımına bağlı kısa ve uzun vadeli riskler değerlendirilmiştir (Çizelge 4.7). Değerlendirme, her ürün özelinde akut ve kronik risk göstergeleri esas alınarak yapılmıştır. Nar suyu örneklerinde tespit edilen spirotetramat, imazalil ve boscalid pestisitlerine ait kısa vadeli (ESTI, ARfD ve aHI) ve uzun vadeli (EDI, ADI, HQ) risk göstergeleri oldukça düşüktür. Tüm pestisitlerde aHI ve HQ değerleri kabul edilebilir sınırların altında kaldığı gözlemlenmiştir. Nar suyunun çocuklar açısından hem akut hem de kronik toksisite bakımından güvenli olduğu değerlendirilmektedir.

Elma suyu örneğinde yalnızca acetamiprid pestisiti tespit edilmiştir. Bu pestisite ait kısa vadeli risk göstergesi olan aHI değeri %2,20, uzun vadeli risk göstergesi olan HQ değeri de yine %2,20 olarak hesaplanmıştır. Her iki değer de %1'in üzerinde olması, bu ürünün hem akut hem de kronik pestisit maruziyeti açısından risk taşıdığını göstermektedir. Özellikle çocuklarda düzenli tüketim halinde toksik etkilere neden olabilecek seviyelerdedir. Bu nedenle elma suyu, pestisit kalıntısı açısından dikkatle izlenmesi gereken bir ürün olarak değerlendirilmektedir.

Üzüm suyu örneklerinde çok sayıda pestisit tespit edilmiştir. Kısa vadeli risk açısından acetamiprid pestisitine ait aHI değeri %9,00 ile öne çıkmakta ve akut toksisite yönünden risk oluşturmaktadır. Uzun vadeli değerlendirmede ise spirotetramat için HQ değeri %6,47, boscalid için %1,33 ve acetamiprid için %9,00 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, pestisit kalıntılarının çocuklar açısından belirli bir sağlık riski oluşturabileceğine işaret etmektedir. Özellikle acetamiprid hem akut hem de kronik risk yönünden yüksek değerlere sahiptir. Bu nedenle üzüm suyunun pestisit içeriği dikkatle izlenmeli, üretim süreçlerinde kalıntı azaltıcı önlemler alınmalıdır.

Böğürtlen suyu örneğinde yalnızca spirotetramat pestisiti tespit edilmiştir. Bu pestisite ait kısa vadeli risk göstergesi olan aHI değeri %0,01, uzun vadeli risk göstergesi olan HQ değeri ise %0,21 olarak hesaplanmıştır. Her iki değer de uluslararası kabul gören sınırların oldukça altında kalmaktadır. Bu bulgular, böğürtlen suyunun hem akut hem de kronik pestisit maruziyeti açısından çocuklar için güvenli kabul edilebileceğini göstermektedir.

Portakal suyu örneklerinde dört farklı pestisit tespit edilmiştir. Akut risk değerlendirmesinde yalnızca imazalile ait aHI değeri %2,67 olarak hesaplanmış olup,

bu değer pestisitın çocuklar açısından akut toksisite potansiyeli taşıdığını göstermektedir. Diğer pestisitlerde akut riskin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Uzun vadeli (kronik) risk değerlendirmesinde ise en yüksek HQ değeri %9,06 ile pyrimethanil'e aittir; bu oran, kronik risk oluşturabileceğini göstermektedir. İmazalilin HQ değeri %5,34, spirotetramat ve malathion'un ise sırasıyla %0,41 ve %0,18 olarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre portakal suyu, özellikle imazalil ve pyrimethanil kaynaklı pestisit kalıntıları açısından dikkatle izlenmesi gereken bir ürün olarak değerlendirilmektedir.

Karışık meyve suyu rneklelerinde dört farklı pestisit tespit edilmiştir. Bu pestisitlerden acetamiprid için hem aHI hem de HQ değerleri %1,30 olup, bu durum ürünün hem akut hem de kronik toksisite açısından eşik değerlerin üzerinde bir risk taşıdığını göstermektedir. Benzer şekilde, cypermethrin için hesaplanan aHI ve HQ değerleri %1,00 ile sınır değerde yer almaktadır. Bu iki pestisit, çocuklar açısından olası sağlık etkileri nedeniyle dikkatle izlenmelidir. Spirotetramat ve dodine için hesaplanan risk göstergeleri ise %1'in oldukça altındadır ve bu pestisitlerin kısa ve uzun vadeli toksik etkilerinin düşük olduğu değerlendirilmektedir. Genel olarak, karışık meyve suyu özellikle acetamiprid ve cypermethrin kalıntıları açısından potansiyel risk taşıyan bir ürün olarak öne çıkmaktadır. Tunus'ta yapılan bir çalışmada 19 ila 65 yaş arası yetişkin nüfusun pestisit kalıntılarına diyet yoluyla maruziyetini değerlendirilmiştir. Pestisit kalıntılarının çoğunlukla kabul edilebilir sınırlar içinde olduğunu göstermiştir. Ancak, bazı pestisitlerin teorik olarak kabul edilebilir günlük alım (ADI) değerlerini aşabileceği belirtilmiştir (Bouktif Zarrouk diğ, 2020).

Çizelge 4.8: Çocuklarda meyve suyu tüketimi yoluyla günlük ortalama pestisit alımının kısa ve uzun vadeli riskleri.

Numune	Pestisit	Akut (kısa vadeli) Risk			Kronik (uzun vadeli) Risk		
		ESTI (mg/kg/gün)	ARfD (mg/kg va/gün)	aHI (%)	EDI (mg/kg/gü n)	ADI (mg/kg va/gün)	HQ (%)
Nar suyu	Spirotetramat	2,55E-04	1,00	0,03	2,55E-04	0,05	0,51
	Imazalil	5,50E-05	0,05	0,11	5,50E-05	0,03	0,22
	Boscalid	1,20E-04	/	-	1,20E-04	0,04	0,30
Elma Suyu	Acetamiprid	1,10E-04	0,01	2,20	1,10E-04	0,01	2,20
Üzüm Suyu	Spirotetramat	3,24E-03	1,00	0,32	3,24E-03	0,05	6,47
	Pyrimethanil	4,12E-04	/	-	4,12E-04	0,17	0,24
	Boscalid	5,30E-04	/	-	5,30E-04	0,04	1,33
	Dimethomorph	1,65E-04	0,60	0,03	1,65E-04	0,05	0,33
	Methoxyfenozide	1,35E-04	0,10	0,14	1,35E-04	0,10	0,14
	Cyprodinil	1,10E-04	/	-	1,10E-04	0,03	0,37
	Metalaxyl	4,10E-04	0,50	0,08	4,10E-04	0,08	0,51
	Ametoctradin	6,50E-05	/	-	6,50E-05	10,00	0,00
	Fluopicolide	6,00E-05	0,18	0,03	6,00E-05	0,08	0,08
	Sulfoxaflor	7,00E-05	0,25	0,03	7,00E-05	0,04	0,18
	Fluxapyroxad	5,50E-05	0,25	0,02	5,50E-05	0,02	0,28
	Chlorantraniliprole	5,50E-05	/	-	5,50E-05	1,56	0,00
	Acetamiprid	4,50E-04	0,01	9,00	4,50E-04	0,01	9,00
	Tebuconazole	6,50E-05	0,03	0,22	6,50E-05	0,03	0,22
	Flonicamid	1,40E-04	0,03	0,56	1,40E-04	0,03	0,56
Flupyradifurone	8,50E-05	0,15	0,06	8,50E-05	0,06	0,13	
Fluopyram	5,00E-05	0,50	0,01	5,00E-05	0,01	0,42	
Azoxystrobin	6,50E-05	/	-	6,50E-05	0,2	0,03	
Böğürtlen Suyu	Spirotetramat	1,05E-04	1	0,01	1,05E-04	0,05	0,21
Portakal Suyu	Spirotetramat	2,05E-04	1,00	0,02	2,05E-04	0,05	0,41
	Pyrimethanil	1,54E-02	/	-	1,54E-02	0,17	9,06
	Imazalil	1,34E-03	0,05	2,67	1,34E-03	0,03	5,34
Karışık Meyve Suyu	Malathion	5,50E-05	0,30	0,02	5,50E-05	0,03	0,18
	Acetamiprid	6,50E-05	0,01	1,30	6,50E-05	0,01	1,30
	Spirotetramat	1,15E-04	1	0,01	1,15E-04	0,05	0,23
Karışık Meyve Suyu	Dodine	1,15E-04	0,1	0,12	1,15E-04	0,1	0,12
	Cypermethrin	5,00E-05	0,005	1,00	5,00E-05	0,005	1,00

ADI ve ARfD değerleri Avrupa Birliği Pestisit Veritabanı'ndan (EU Pesticide Database) alınmıştır (European Commission, 2024). “/” sembolü, ilgili pestisit için Avrupa Birliği veritabanında (EU Pesticide Database) belirlenmiş bir ARfD değerinin bulunmadığını ve bu nedenle karşılık gelen risk indeksinin (aHI) hesaplanmadığını ifade etmektedir. Bu tabloda, ilgili ürün grubunda tespit edilen pestisit konsantrasyonlarının ortalaması alınarak değerlendirme yapılmıştır. Hesaplamalara yalnızca limit üstü (LOQ üzerindeki) tespit edilen değerler dahil edilmiştir.

Pestisit kalıntılarının gıdalar yoluyla insan sağlığını tehdit ettiği, özellikle çocuklar açısından ciddi riskler oluşturduğu çok sayıda çalışmada da ortaya konmuştur. Çocukların vücut ağırlığına kıyasla daha fazla gıda tüketmeleri nedeniyle pestisitlere daha yoğun maruz kaldığını ve bu durumun sağlık açısından kritik risk oluşturabileceğini belirtmiştir (Lu ve diğ, 2006).

Türkiye'deki duruma bakıldığında, pestisit kullanımının yaygın olduğunu ancak kalıntı denetimlerinin yetersiz kaldığını ve bazı ürünlerde sınır değerlerin aşıldığını

belirtmiştir (Delen ve diğ, 2005b). Bu çalışmalar birlikte ele alındığında, pestisitlerin yalnızca tarımsal değil, aynı zamanda halk sağlığı açısından da öncelikli bir konu olduğu görülmektedir.



5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Türkiye piyasasında yaygın olarak tüketilen meyve sularında pestisit kalıntılarının varlığı belirlenmiş ve bu kalıntıların insan sağlığı açısından oluşturabileceği riskler hem akut hem de kronik toksikolojik parametreler (aHI ve HQ) doğrultusunda değerlendirilmiştir. Yapılan analizlerde, 70 adet farklı meyve suyu örneği taranmış, 460 adet pestisit kalıntısı araştırılmıştır. Elde edilen bulgular, bazı örneklerde pestisit kalıntılarının tespit edildiğini ve bunların bir kısmının maksimum kalıntı limiti (MRL) değerine oldukça yakın ya da üzerinde olduğunu göstermiştir. Özellikle portakal (%100), nar (%83,3), üzüm (%57,1) ve karışık meyve suyu (%40) örneklerinde pestisit oranları yüksek bulunmuştur. Elma suyunda bu oran %27,3 iken, böğürtlen suyunda yalnızca bir örnekte kalıntıya rastlanmıştır. Ahududu, vişne, erik, karadut ve yaban mersini örneklerinde ise pestisit kalıntısı tespit edilmemiştir. Bu sonuçlar, pestisit kalıntılarının tüm ürün gruplarında eşit dağılmadığını; bu durumun ise üretimde kullanılan meyve çeşitliliği, yetiştirme koşulları ve işleme yöntemlerine bağlı olarak şekillendiğini göstermektedir. Analizlerde en sık karşılaşılan pestisitler acetamiprid, spirotetramat, pyrimethanil, imazalil ve dodine olup, bunların çoğu insektisit veya fungusit grubunda yer almaktadır. Nar ve böğürtlen suyu örneklerinde pestisit düzeyleri Türk Gıda Kodeksi'nde belirtilen Maksimum Kalıntı Limitleri'ni aşarken, diğer örneklerde kalıntılar mevzuata uygun seviyelerde kalmıştır. Ancak bazı pestisitler için karışık meyve suyu gibi ürün gruplarında yasal MRL değerleri tanımlı olmadığından, mevzuata uygunluk değerlendirmesi yapılamamıştır.

Risk değerlendirme çalışmaları kapsamında hem yetişkinler hem de çocuklar için pestisit maruziyeti ayrı ayrı analiz edilmiştir. Yetişkinlerde nar, elma, karışık meyve ve böğürtlen suyu örneklerinde tespit edilen pestisitlerin aHI ve HQ değerleri güvenli aralıklarda kalmıştır. Ancak üzüm suyu örneklerinde tespit edilen acetamiprid pestisiti, hem akut (%3,00 aHI) hem de kronik (%3,00 HQ) maruziyet açısından sınır değerlerin belirgin şekilde üzerinde bulunmuştur. Spirotetramat ise yalnızca kronik maruziyette %2,16 HQ değeri ile dikkat çekerken, akut maruziyet açısından kabul edilebilir sınırlar

içinde kalmıştır. Portakal suyunda da pyrimethanil (%3,02 HQ) ve imazalil (%1,78 HQ) kronik toksisite açısından yüksek risk taşıyan pestisitler olarak öne çıkmıştır.

Çocuklara yönelik risk değerlendirmesi sonuçları, bazı meyve suyu örneklerinde pestisit kalıntılarının özellikle hassas gruplar açısından potansiyel tehlike oluşturduğunu göstermektedir. Nar ve böğürtlen suyu örneklerinde tespit edilen spirotramat, imazalil ve boscalid gibi pestisitlere ait hem kısa vadeli (aHI) hem de uzun vadeli (HQ) maruziyet değerleri oldukça düşük bulunmuş; bu ürünlerin çocuklar açısından güvenli olduğu değerlendirilmiştir. Elma suyunda tespit edilen acetamiprid için hem aHI hem HQ değeri %2,20 olarak hesaplanmış, bu da akut ve kronik toksisite açısından eşik değerlerin üzerinde bir risk taşıdığını ortaya koymuştur. Üzüm suyu örneklerinde, acetamiprid için %9,00 aHI ve %9,00 HQ; spirotramat için %6,47 HQ; boscalid için %1,33 HQ değeri saptanmış, bu da özellikle acetamiprid açısından ciddi bir sağlık riski olduğunu göstermiştir. Portakal suyu örneklerinde yalnızca imazalil %2,67 aHI değeriyle akut toksisite potansiyeli taşıırken, pyrimethanil için hesaplanan %9,06 HQ ve imazalil için %5,34 HQ değeri kronik risk açısından dikkat çekmektedir. Karışık meyve suyu örneklerinde acetamiprid için %1,30; cypermethrin için %1,00 oranlarında hem aHI hem HQ değerleri hesaplanmış olup, bu pestisitler sınır değerlere yakın bulunmuştur. Buna karşın spirotramat ve dodine için hesaplanan değerler oldukça düşüktür. Genel olarak, bazı meyve sularında pestisit kalıntılarının çocuklar için hem akut hem de kronik toksisite açısından eşik değerleri aştığı ya da aşımaya yakın seviyelerde bulunduğu görülmüş; bu da özellikle çocukların düzenli tüketiminde sağlık riski oluşturabileceğini ortaya koymuştur. Bu nedenle, ham meyveden son ürüne kadar uzanan tüm aşamalarda düzenli kalıntı izleme programlarının uygulanması, üretimde iyi tarım uygulamalarının teşvik edilmesi ve entegre zararlı yönetimi ilkelerinin benimsenmesi gerekmektedir. Çocuklar gibi hassas tüketici grupları için spesifik risk değerlendirme modelleri geliştirilmesi, işleme faktörlerinin dikkate alınarak ülkeye özgü verilerle desteklenmesi ve etiketleme uygulamalarında şeffaflığın artırılması önerilmektedir. Bu çerçevede, pestisit kalıntılarının kontrolü sadece yasal bir zorunluluk değil, aynı zamanda halk sağlığının korunması için kritik bir strateji olarak ele alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Acoğlu, B.** (2020). *Gıda işleme süreçlerinin turunçgillerde bulunan bazı pestisit kalıntıları üzerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Aktar, M. W., Sengupta, D., Chowdhury, A.** (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1), 1–12.
- Albero, B., Sa´nchez-Brunete, C., Tadeo, J. L.** (2005) Multiresidue determination of pesticides in juice by solid-phase extraction and gas chromatography–mass spectrometry. *Talanta*, 66, 917–924.
- Altıkat, A., Turan, T., Torun, F.** (2009). Türkiye’de pestisit kullanımı ve çevreye olan etkileri, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40 (2), 87–92.
- Aslantaş, Ş.** (2022). *Limonlarda pestisit kalıntı miktarlarının gc-ms/ms ve lc-ms/ms ile belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Hitit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çorum.
- Azar, İ.** (2008). *Bursa’da pazardan alınan limonlarda bazı insektisit kalıntılarının saptanması üzerine araştırmalar* (Yüksek lisans tezi). Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Azar, İ., Tosunoğlu, H., Akbaş, N., Deniz, A.** (2016). Bursa siyah incirinde (*Ficus carica* L.) ethephon metaboliti olan 2-Hydroxyethyl phosphonic acide (HEPA) dönüşüm sürecinin ve kalıntı düzeylerinin araştırılması. *Gıda ve Yem Bilimi- Teknolojisi Dergisi*, 16:24-32.
- Ay, R., Yaşar, B., Demirözer, O., Aslan, B., Yorulmaz, S., Kaya, M., Karaca, İ.** (2007). Isparta İli elma bahçelerinde yaygın kullanılan bazı ilaçların kalıntı düzeylerinin belirlenmesi, *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 31 (4), 297–306.
- Bouktif Zarrouk, M., Gharbi, E., Maatouk, I., Leblanc, J.-C., Landoulsi, A.** (2020). Dietary exposure of Tunisian adult population aged from 19 to 65 years old to pesticides residues. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 37(7), 1165–1179.
- Bouchard, M.F., Chevrier J., Harley, K.G., Kogut, K., Vedar, M., Calderon, N., Trujillo, C., Johnson, C., Bradman, A., Barr, D.B., Eskenazi, B.** (2011). Prenatal exposure to organophosphate pesticides and IQ in 7-year-old children, *Environmental Health Perspectives*, 119(8), 1189–1195.
- Bulu, Ş.** (2022). *Meyve suyu endüstrilerinde membran prosesleri ile pestisit giderimi* (Yüksek lisans tezi). Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.

- Bulut, B.** (2019). *Meyve sularında pestisit kalıntılarının belirlenmesi ve riskin değerlendirilmesi* (Yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Büyükurvoy, S., Karaca, C.** (1998). Karadeniz bölgesinde kiraz ve vişnelerde yaprak lekesi (*Blumeriella jaapii* (Rehm)) hastalığına karşı kullanılan ilaçların kalıntılarının araştırılması. *TAGEM Tarımsal Araştırma Özetleri*, 1:74.
- Chatzicharisis, I., Thomidis, T., Tsipouridis, C., Mourkidou-Papadopoulou E. Vryzas, Z.** (2012). Residues of six pesticides in fresh peach-nectarine fruits after preharvest treatment, *Phytoparasitica*, 40: 311-317.
- Çelik, C.** (2001). *Kemalpaşa (İzmir) İlçesi'nde yetiştirilen kirazlarda bazı organik fosforlu insektisit kalıntıları üzerinde araştırmalar* (Yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Çetinkaya, B.** (2020). *Şeftali konsantresinin endüstriyel üretim aşamalarında pestisit miktarındaki değişimin belirlenmesi* (Doktora tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Çetinkaya-Açar Ö.** (2015). T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Ulusal Gıda Referans Laboratuvarı Kalıntı/Pestisit Birimi, Pestisit Analizleri Eğitim Notu, Ankara.
- Cönger, E., Aksu, P., Yigit, N., Dokumacı, S., Baloğlu, Z., Burçak, A.** (2012). Bazı pestisitlerin sebzelerdeki kalıntı davranışlarının belirlenmesi üzerine çalışmalar, *Bitki Koruma Bülteni*, 52(3):273-288.
- Delen, N., Durmuşoğlu, E., Güncan, A., Güngör, N., Turgut, C., Burçak, A.** (2005). Türkiye’de pestisit kullanımı, kalıntı ve organizmalarda duyarlılık azalışı sorunları. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*, 628-629.
- Dinçay, O., Civelek, H.S.** (2017). Muğla ili ortaca bölgesi turunçgil ekosistemlerindeki insektisit kalıntılarının belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 7(1), 31-40.
- Duman, A., Çiftçi, U., Tiryaki, O.** (2021). Farklı yıkama işlemlerinin üzümelerde tebuconazole kalıntısına etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, (2): 259–269.
- Duran, Ş.** (2021). *Hıyarda metalaxyl ve acetamiprid kalıntısının giderilmesi üzerine çalışma* (Yüksek lisans tezi). Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Durmuşoğlu, E.** (2003). Market basketmonitoring of some organophosphorus pesticides on apple and strawberry in İzmir province, Turkey. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 54 (1): 16–19.
- Dülger, H.** (2022). *Çanakkale’de pazarlardan örneklenen şeftali ve nektarinlerde pestisit kalıntılarının araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Ecobichon, D. J.** (2001). Pesticide use in developing countries. *Toxicology*, 160(1–3), 27–33.

- European Food Safety Authority (EFSA).** (2007). *The EFSA's 7th Scientific Colloquium Report - Cumulative Risk Assessment of pesticides to human health: EFSA Supporting Publication.* 4(5): 1-160.
- European Food Safety Authority (EFSA).** (2012). *Guidance on selected default values to be used by the EFSA Scientific Committee, Scientific Panels and Units in the absence of actual measured data.* EFSA Journal, 10(3), 2579. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2579>
- European Food Safety Authority (EFSA).** (2017). *The 2015 European Union Report on Pesticide Residues in Food,* 4791.
- Ersoy, N., Tatlı, Ö., Özcan, S., Evcil, E., Coşkun, L. Ş., Erdoğan, E.** (2011). Sert çekirdekli ve sert kabuklu meyve türlerinde bazı pestisit kalıntıları. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi,* 25 (1): 75-83.
- Evcil, E.** (2009). *Ege bölgesinde ihraç edilen bazı sebze ve meyvelerin pestisit düzeylerinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Evkuran, T.** (2023). *Elma sularında ozon uygulamasının ürün kalitesi üzerine etkileri* (Yüksek lisans tezi). Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Fenik, J., Tankiewicz, M., Biziuk, M.** (2011). Properties and determination of pesticides in fruits and vegetables, *TrAC Trends in Analytical Chemistry,* 30, 814–826.
- Galiotta, G., Egaña, E., Gemelli, F., Maeso, D., Casco, N., Conde, P., Nuñez, S.** (2011). Pesticide dissipation curves in peach, pear and tomato crops in Uruguay, *Journal of Environmental Science and Health, Part B.* 46(1): 35-40.
- Görmez, E.** (2019). *Ekonomik öneme sahip endüstriyel gıdalardan üzüm, domates ve biberde kullanılan pestisitlerin gıda prosesleri sonrası kalıntı miktarlarının karşılaştırılması* (Doktora tezi). Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Grandjean, P., Landrigan, P. J.** (2014). Neurobehavioural effects of developmental, *Lancet Neurol,* 13: 330–38.
- Gürkan, S.** (2021). *Elma suyu konsantresi üretiminde yer alan işlemlerin pestisit ve patulin içeriği üzerine etkilerinin belirlenmesi* (Doktora tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Günçan, A., Durmuşoğlu, E.** (2003). Mustafakemalpaşa (Bursa)'da yetiştirilen sanayi domatesinde bazı organik fosforlu insektisit kalıntıları üzerinde araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi,* 27(3):223-230.
- Güvener, A., Günay, Y., Sevimtuna, C.** (1965) İktisadi önemi haiz meyva çeşitlerinden elmada ilaç bakiyeleri üzerinde araştırmalar, *Bitki Koruma Bülteni,* 5 (1): 40-46.
- Güvener, A., Günay, Y.** (1967) Kiraz ve mandarinlerde rogor bakiyeleri üzerine araştırmalar, *Bitki Koruma Bülteni,* 7 (1): 17-29.
- Güvener, A., Küçükkalpçı, F., Koçer, F., Nurlu, K.** (1986). Gıda maddelerinde tarımsal ilaç bakiyelerinin araştırılması. *TUBİTAK, TOAG/497,* 1-71.

- Haviland D.R., Beers E.H.** (2012). Chemical control programs for *drosophila suzukii* that comply with international limitations on pesticide residues for exported sweet cherries, *Journal of Integrated Pest Management*, 3, (2).
- Hussain, S., Masud, T., Ahad, K.** (2002). Determination of pesticides residues in selected varieties of mango, *Pakistan Journal of Nutrition*, 1(1): 41-42.
- Jaga, K., Dharmani, C.** (2003). Sources of exposure to and public health implications of organophosphate pesticides. *Pan American Journal of Public Health*, 14(3), 171–185.
- Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues (JMPR).** (2022). *Pesticide residues in food – Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group*. FAO Plant Production and Protection Paper. Rome: FAO/WHO.
- Liu, Y., Shen, D., Li, S., Ni, Z., Ding, M., Ye C., Tang, F.** (2016). Residue levels and risk assessment of pesticides in nuts of China, *Chemosphere*, 144: 645-651.
- Lu, C., Toepel, K., Irish, R., Fenske, R. A., Barr, D. B., Bravo, R.** (2006). Organic diets significantly lower children’s dietary exposure to organophosphorus pesticides. *Environmental Health Perspectives*, 114(2), 260–263.
- Manap, R.Y., Güneç, E., Doğaç, E.** (2023). Pesticides: Their classification, toxicological effects, and detection. *Ata-Kimya Dergisi*, (3), 9-23.
- Mnif, W., Hassine, A.I.H., Bouaziz, A., Bartegi, A., Thomas, O., Roig, B.** (2011). Effect of endocrine disruptor pesticides: a review, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8, 2265-2303.
- Öden, T., Şentürk, İ., Genç, B.** (1959). Memleketimizde mikrobioassay ile kirazlarda DDT tayini üzerinde bir çalışma. *Bitki Koruma Bülteni*, 1 (1): 17-19.
- Öğüt, S., Seçilmiş, Canbay, H., Yılmaz, M.** (2014). Dondurularak saklanan kirazlardaki pestisit kalıntı miktarlarının zamanla değişimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 18(1), 72-77.
- Özel, E.** (2018). *Elma ve işlenmiş ürünlerinde imidacloprid ve indoxacarb kalıntılarının araştırılması* (Yüksek lisans tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Özgün, O., Boncuk, H., Sarıgül, A., Atamer, P., Yüksel, L., Salcı, B., Şenöz, B.** (1997). Meyve sularında bazı pestisit kalıntıları üzerine araştırmalar. *TAGEM İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü*, Ankara. 35(31):25
- Öztekin L.** (2005). *Şeftali ve şeftali sularında bazı organik fosforlu ve bromlu pestisit kalıntılarının saptanması* (Doktora tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Pappas, C., Kyriakidis, N.V., Athanasopoulos, P. E.** (2003). Effects of storage conditions and fruit processing on the degradation of parathion methyl on apples and lemons, *Food Additives and Contaminants*, 20(4): 375-379.

- Park, B. K., Kwon, S. H., Yeom, M. S., Joo, K. S., Heo, M. J.** (2022). Detection of pesticide residues and risk assessment from the local fruits and vegetables in Incheon, Korea, *Scientific Reports*, 12.1: 9613.
- Pezzoli, G., Cereda, E.** (2013). Exposure to pesticides or solvents and risk of Parkinson disease. *American Academy of Neurology*, 80;2035-2041.
- Rad, S.M., Ray, A.K., Barghi, S.** (2022). Water pollution and agriculture pesticide, *Clean Technology*, 4, 1088–1102.
- Radwan, M. A., Abu-Elamayem, M. M., Shiboob, M. H., Abdel-Aal, A.** (2005). Residual behaviour of profenofos on some field-grown vegetables and its removal using various washing solutions and household processing, *Food and Chemical Toxicology*, 43: 553-557.
- Rasolonjatovo, M.A.** (2015). *Domateste bulunan pestisit kalıntılarının giderilmesinde doğal ve kimyasal çözücülerin etkinliğinin araştırılması* (Yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Reyes-Calderón, A., Pérez-Uribe, S., RamosDelgado, A. G., Ramalingam, S., Oza, G., ParraSaldívar, R., Ramirez-Mendoza, R. A., Iqbal, H. M., Sharma, A.** (2022). Analytical and regulatory considerations to mitigate highly hazardous toxins from environmental matrices, *Journal of Hazardous Materials*, 423, 127031.
- Romniou, S.E., Nana, K., Dasenaki, M., Komaitis, E., Proestos, C.** (2022). Development and Validation of Pesticide Residues Determination Method in Fruits and Vegetables through Liquid and Gas Chromatography Tandem Mass Spectrometry (LC-MS/MS and GC-MS/MS) Employing Modified QuEChERS method and a centrifugal vacuum concentrator, *MDPI*, 12, 1936, 1-17.
- Salam, M.T., Li, Y., Langholz, B., Gilliland, F.D.** (2004). Early-life environmental risk factors for asthma: findings from the children's health study, *Environmental Health Perspectives*, 112(6):760–765.
- Serbes, E.B., Tiryaki, O.** (2023). Bayramiç beyazı nektarinlerde fungusit kalıntılarının belirlenmesi ve tüketiciler için risk değerlendirmesi, *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (1), 166–176.
- Sonchieu, J., Mbofung, C.M., Kamga, C.** (2008). Effect of storage, peeling and washing on residues of maneb (ethylene-bis-dithiocarbamates) on tomatoes (*Lycopersicon esculenta*, Var. Roma VF), *Toxicological and Environmental Chemistry*, 90(1): 23-29.
- Sungur, Ş., Tunur, Ç.** (2012). Investigation of pesticide residues in vegetables and fruits grown in various regions of Hatay, Turkey. *Food Additives & Contaminants: Part B: Surveillance*, 5:4, 265-267.
- Tağa, Ö.** (2007). *Ege ve akdeniz bölgelerinde yetişen narenciye ürünlerindeki pestisit kalıntı düzeylerinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Tağa, Ö., Dağlıoğlu, F.** (2007). Determination of pesticide residue levels in citrus fruits of İzmir region. *5th International Congress on Food Technology*. Greece.

- Tatlı, Ö.** (2006). *Ege Bölgesine özgü bazı yaş meyve, sebze ve kurutulmuş gıda ürünlerinde pestisit kalıntı düzeylerinin tespiti* (Yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Tiryaki, O.** (2016). Türkiye’de yapılan pestisit kalıntı analiz ve çalışmaları. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Erciyes University Journal Of Insitue of Science and Technology*, 32 (1): 72-82.
- Torovi’c L., Vukovi’c, G, Dimitrov, N.** (2021). Pesticide residues in fruit juice in Serbia: Occurrence and health risk estimates, *Journal of Food Composition and Analysis*, 99.
- Tufan, G.** (1984). Ege Bölgesi bazı önemli meyve ve sebzelerinde pestisit kalıntılarının saptanması. *İzmir Gıda Kontrol Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, 131/16.
- Tunur, Ç.** (2009). *Hatay ilinin çeşitli bölgelerinde yetiştirilen sebze ve meyvelerdeki pestisit kalıntılarının incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Türköz Bakırcı, G., Yaman Acay, D. B., Bakırcı, F., Ötleş, S.** (2014). Pesticide residues in fruits and vegetables from the Aegean region, Turkey. *Food Chemistry*, 160: 379- 392.
- Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği.** (2014). *T.C. Resmi Gazete*, 29080, 06 Ağustos 2014.
- Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği.** (2021). *T. C. Resmi Gazete*, 31611, 27 Eylül 2021.
- World Health Organization.** (2019). *The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 2019*. WHO. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240005662>
- Yıldırım, E.** (2012). Tarımsal Zararlılarla Mücadele Yöntemleri ve Kullanılan İlaçlar, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No:219, 350.
- Yigit, V.** (1975). Şeftali sularında bazı organik fosforlu pestisit kalıntıları üzerinde araştırmalar. *Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma, Enstitüsü.*, 6, 63 s.
- Yiğit, N.** (2021). *Çileklerdeki bazı pestisit kalıntıları üzerine yıkama, pastörizasyon ve farklı sıcaklıklarda depolamanın etkisi* (Doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Zhanga, L., Ranaa, I., Shafferb, R., Taiolic, E. Sheppard, L.** (2019). Exposure to glyphosate-based herbicides and risk for non-Hodgkin lymphoma: A meta-analysis and supporting evidence, *Mutation Research-Reviews in Mutation Research*, 781,186-206.
- Zhang, Y., Si, W., Chen, L., Shen, G., Bai B., Zhou, C.** (2021) Determination and dietary risk assessment of 284 pesticide residues in local fruit cultivars in Shanghai, China, *Scientific Reports*, 11: 9681.
- Qin G., Chen Y., He F., Yang B., Zou K., Shen N., Zuo B., Liu R., Zhang W., Li Y.** (2021). Risk assessment of fungicide pesticide residues in vegetables and fruits in the mid-western region of China, *Journal of Food Composition and Analysis*, 95: 103663.

- Url-1** <<https://cris.maastrichtuniversity.nl/ws/portalfiles/portal/919045/guid-3879bb7b-f6c8-4c73-8fb7-0be47d8f101c-ASSET1.0.pdf>>, erişim tarihi 25.05.2025.
- Url-2** <<https://www.eea.europa.eu/publications/how-pesticides-impact-human-health>>, erişim tarihi 17.05.2025.
- Url-3** <https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en>, erişim tarihi 05.06.2025.
- Url-4** <<https://www.epa.gov/pesticide-science-and-assessing-pesticide-risks/human-health-issues-related-pesticides>>, erişim tarihi: 12.05.2025.
- Url-5** <<https://www.fao.org/pesticide-registration-toolkit/information-sources/maximum-residue-limits/en/>>, erişim tarihi 13.05.2025.
- Url-6** <<https://www.fao.org/newsroom/detail/Q-A-on-Pests-and-Pesticide-Management/en>>, erişim tarihi 10.05.2025.
- Url-7** <https://www.benthis.eu/upload_mm/9/0/9/f1f3d226-b38f-49fb-9d1e-f7eccfe34797_ma6.pdf>, erişim tarih: 20.04.2025.
- Url-8** <<https://tekinakpolat.com/wp-content/uploads/2017/12/turkiye-beslenme-rehberi.pdf>>, erişim tarihi 18.05.2025.
- Url-9** <https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/DB_Bitki_Koruma_Urunleri/Istatistik/Yillar_Itibariyla_BKU_Kullanim_Miktar_2006-2024.pdf>, erişim tarihi 15.05.2025.
- Url-10** <https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/DB_Gida_Isletmeleri/Pestisit_Rehber.pdf>, erişim tarihi 14.05.2025.
- Url-11** <https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/DB_Gida_Kont/Pestisit_El_Kitabi.pdf>, erişim tarihi 28.07.2025.
- Url-12** <<https://ucanr.edu/blog/pests-urban-landscape/article/what-do-these-pesticide-terms-mean>>, erişim tarihi 02.06.2025.
- Url-13** <<https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/chemical-safety-pesticides>>, erişim tarihi 15.05.2025.

EKLER

Ek A: İncelenen pestisitlerin listesi ve ölçüm limitleri.



EK A: İncelenen pestisitlerin listesi ve ölçüm limitleri.

Çizelge A. 1: İncelenen pestisitlerin listesi ve ölçüm limitleri.

No	Etken Madde	Ölçüm Limiti (mg/kg)
1	1 NAA	0,01
2	1-Naphthylacetamide (1 NAD)	0,01
3	2,4-D	0,01
4	2,4-Dimethylanilin (Metabolite of Amitraz)	0,01
5	4-(Trifluoromethyl) nicotinicacid (TFNA)	0,01
6	4-(Trifluoromethyl)nicotinoyl glycine (TFNG)	0,01
7	4-Chloro-2-methylphenoxyacetic acid (MCPB)	0,01
8	4CPA	0,01
9	5-Nitroguaiacol	0,01
10	6-Benzyladenine	0,01
11	8-Hydroxyqulnoline	0,01
12	Acephate	0,01
13	Acequinocyl	0,01
14	Acetamiprid	0,01
15	Acibenzolar-S-methyl	0,01
16	Aclonifen	0,01
17	Acrinathrin	0,01
18	Alachlor	0,01
19	Aldicarb	0,01
20	Aldicarb-Sulfone	0,01
21	Aldicarb-Sulfoxide	0,01
22	Alpha-Cypermethrin	0,01
23	Ametoctradin	0,01
24	Ametryn	0,01
25	Amidosulfuron	0,01
26	Aminopyralid	0,01
27	Amisulbrom	0,01
28	Amitraz	0,01
29	Atrazine	0,01
30	Avermectin B1a	0,001
31	Azadirachtin	0,01
32	Azimsulfuron (IN A8947)	0,01
33	Azinphos-Ethyl	0,01
34	Azinphos-Methyl	0,01
35	Azoxystrobin	0,01
36	Benalaxyl	0,01

Çizelge A.1 (devam) : İncelenen pestisitlerin listesi ve ölçüm limitleri.

No	Etken Madde	Ölçüm Limiti (mg/kg)
37	Bendiocarb	0,01
38	Benfluralin	0,01
39	Benfuracarb	0,001
40	Benoxacor	0,01
41	Bensulfuron Methyl	0,01
42	Bentazone	0,01
43	Benthiavalicarb isopropyl	0,01
44	Benzobicylon	0,01
45	Bicylopyrone	0,01
46	Bifenazate	0,01
47	Bifenazate-diazene	0,01
48	Bifenthrin	0,01
49	Bioresmethrin	0,01
50	Bispyribac	0,01
51	Bitertanol	0,01
52	Bixafen	0,01
53	Boscalid	0,01
54	Bromacil	0,01
55	Bromoxynil (Brominal)	0,01
56	Bromuconazole	0,01
57	Bupirimate	0,01
58	Buprofezin	0,01
59	Butralin	0,01
60	Butylate	0,01
61	Cadusafos	0,01
62	Carbaryl	0,01
63	Carbendazim/Benomyl	0,01
64	Carbofuran	0,001
65	Carbofuran- 3 Hydroxy	0,001
66	Carbosulfan	0,001
67	Carboxin	0,01
68	Carfentrazone-Ethyl	0,01
69	Chlorantraniliprole	0,01
70	Chlorbufam	0,01
71	Chlorfenvinphos	0,01
72	Chlorfluazuron	0,01
73	Chloridazon (Pyrazon)	0,01
74	Chlormequat	0,01
75	Chlormequat Chloride	0,01
76	Chlorpropham	0,01
77	Chlorpyrifos	0,01
78	Chlorpyrifos-Methyl	0,01
79	Chlorsulfuron	0,01
80	Chlortoluron	0,01
81	Clethodim	0,01
82	Clodinafop-Proparpyl Ester	0,01
83	Clofentezine	0,01
84	Clomazone	0,01

Çizelge A.1 (devam) : İncelenen pestisitlerin listesi ve ölçüm limitleri.

No	Etken Madde	Ölçüm Limiti (mg/kg)
85	Cloquintocet-Methylhexyl Ester	0,01
86	Clorpyralid	0,01
87	Clothianidin	0,01
88	Cyantraniliprole	0,01
89	Cyazofamid	0,01
90	Cyclanilide	0,01
91	Cycloate	0,01
92	Cycloxydim	0,01
93	Cyflufenamid	0,01
94	Cyflumetofen	0,01
95	Cyhalothrin-Lambda	0,01
96	Cymoxanil	0,01
97	Cypermethrin	0,01
98	Cyproconazole	0,01
99	Cyprodinil	0,01
100	Cyromazine	0,01
101	Daminozide (Alar)	0,01
102	Dazomet	0,01
103	DEET (N, N-Diethyl-Toluamide)	0,01
104	Deltamethrin	0,01
105	Demeton-S-Methyl	0,01
106	Demeton-S-Methyl-Sulfone	0,01
107	Demeton-S-Methyl-Sulfoxide	0,01
108	Desmedipham	0,01
109	Diafenthiuron	0,01
110	Diazinon	0,01
111	Dicamba	0,01
112	Dichlofluanid	0,01
113	Dichlorprop	0,01
114	Dichlorprop-2-Ethylhexyl	0,01
115	Dichlorvos (DDVP)	0,01
116	Diclofop-Methyl	0,01
117	Dicrotophos	0,01
118	Diethofencarb	0,01
119	Difenoconazole	0,01
120	Diflubenzuron	0,01
121	Diflufenican	0,01
122	Dimethachlor	0,01
123	Dimethenamid	0,01
124	Dimethoate	0,01
125	Dimethomorph	0,01
126	Dimoxystrobin	0,01
127	Diniconazole	0,01
128	Dinocap	0,01
129	Dinotefuran	0,01
130	Dioxacarb	0,01
131	Dioxathion	0,01
132	Diphenamid	0,01

Çizelge A.1 (devam) : İncelenen pestisitlerin listesi ve ölçüm limitleri.

No	Etken Madde	Ölçüm Limiti (mg/kg)
133	Dithianon	0,01
134	Diuron	0,01
135	DMF	0,01
136	DMPF	0,01
137	DMST	0,01
138	DNOC	0,01
139	DNOP	0,01
140	Dodine	0,01
141	E-Fenpyroximate	0,01
142	Emamectin B1a	0,001
143	Emamectin B1b	0,001
144	Endosulfan Sulfate	0,01
145	EPN	0,01
146	Epoxiconazole	0,01
147	EPTC	0,01
148	Esfenvalerate	0,01
149	Ethalfuralin	0,01
150	Ethametsulfuron-methyl	0,01
151	Ethiofencarb	0,01
152	Ethion	0,01
153	Ethiprole	0,01
154	Ethirimol	0,01
155	Etofenprox	0,01
156	Ethofumesate	0,01
157	Ethoprophos	0,01
158	Ethoxyquin	0,01
159	Etoxazole	0,01
160	Etrimfos	0,01
161	Famoxadone	0,01
162	Fenamidon	0,01
163	Fenamiphos	0,01
164	Fenamiphos-Sulfone	0,01
165	Fenamiphos-Sulfoxide	0,01
166	Fenarimol (bloc)	0,01
167	Fenazaquin	0,01
168	Fenbuconazole	0,01
169	Fenbutatin Oxide	0,01
170	Fenhexamid	0,01
171	Fenitrothion	0,01
172	Fenobucarb	0,01
173	Fenoxanil	0,01
174	Fenoxyaprop-P-ethyl	0,01
175	Fenoxycarb	0,01
176	Fenpropathrin (Danitol)	0,01
177	Fenpropidin	0,01
178	Fenpropimorph	0,01
179	Fenpyrazamine	0,01
180	Fensulfothion	0,01
181	Fenthion	0,01
182	Fenthion oxon sulfone	0,01
183	Fenthion oxon sulfoxide	0,01

Çizelge A.1 (devam) : İncelenen pestisitlerin listesi ve ölçüm limitleri.

No	Etken Madde	Ölçüm Limiti (mg/kg)
184	Fenthion-Sulfone	0,01
185	Fenthion-Sulfoxide	0,01
186	Fentin Chloride	0,01
187	Fenvalerate	0,01
188	Fipronil	0,001
189	Fipronil Sulfone	0,001
190	Flazasulfuron	0,01
191	Fonicamid	0,01
192	Florasulam	0,01
193	Florpyrauxifen-Benzyl	0,01
194	Fluazifop	0,01
195	Fluazifop-p-butyl	0,01
196	Fluazinam	0,01
197	Flubendiamide	0,01
198	Flucarbazon	0,01
199	Fludioxonil	0,01
200	Flufenacet	0,01
201	Flufenacet ESA sodium salt	0,01
202	Flufenacet Metabolite FOE5043	0,01
203	Flufenacet-oxalamic acid	0,01
204	Flufenoxuron	0,01
205	Flufenzin (Diflovidazin)	0,01
206	Flumetralin	0,01
207	Flumioxazin	0,01
208	Fluometuron	0,01
209	Fluopicolide	0,01
210	Fluopyram	0,01
211	Fluoxastrobin	0,01
212	Flupyradifurone	0,01
213	Fluquinconazole	0,01
214	Flurochloridone	0,01
215	Fluroxypyr	0,01
216	Flusilazole	0,01
217	Flutolanil	0,01
218	Flutriafol	0,01
219	Fluvalinate	0,01
220	Fluxapyroxad	0,01
221	Fomesafen	0,01
222	Fonofos (dyfonate)	0,01
223	Foramsulfuron	0,01
224	Forchlorfenuron	0,01
225	FormetanateHydrochloride	0,01
226	Formothion	0,01
227	Fosthiazate	0,01
228	Furathiocarb	0,001
229	Halauxifen-Methyl	0,01
230	Halfenprox	0,01
231	Halofenozide	0,01
232	Halosulfuron-methyl	0,01
233	Haloxypop	0,01

Çizelge A.1 (devam) : İncelenen pestisitlerin listesi ve ölçüm limitleri.

No	Etken Madde	Ölçüm Limiti (mg/kg)
234	Haloxfop-2-Ethoxy-Ethyl	0,01
235	Heptanafos	0,01
236	Hexaconazole	0,01
237	Hexaflumuron	0,01
238	Hexythiazox	0,01
239	Hymexazol	0,01
240	Imazalil	0,01
241	Imazamox	0,01
242	Imazapic	0,01
243	Imazapyr	0,01
244	Imazethapyr	0,01
245	Imidacloprid	0,01
246	Indaziflam	0,01
247	Indolylbutric acid	0,01
248	Indoxacarb	0,01
249	Iodosulfuron Methyl NA	0,01
250	Ioxynil	0,01
251	Ipconazole	0,01
252	Iprobenfos	0,01
253	Iprodione	0,01
254	Iprovalicarb	0,01
255	Isofenphos	0,01
256	Isofenphos methyl	0,01
257	Isofetamid	0,01
258	Isoprothiolane	0,01
259	Isopyrazam	0,01
260	Isoxaben	0,01
261	Isoxaflutole	0,01
262	Isoxaflutole diketonitrile RPA	0,01
263	Karanjin	0,01
264	Kresoxim-methyl	0,01
265	Lenacil	0,01
266	Linuron	0,01
267	Lufenuron	0,01
268	Malaoxon	0,01
269	Malathion	0,01
270	Mandipropamide	0,01
271	Matrine	0,01
272	MCPA	0,01
273	Mecarbam	0,01
274	Mecoprop	0,01
275	Mepanipyrim	0,01
276	Mepanipyrim-2-Hidroxypropyl	0,01
277	Mephosfolan	0,01
278	Mepronil	0,01
279	Mesotrione	0,01
280	Metaflumizone	0,01
281	Metalaxyl/Metalaxyl M	0,01
282	Metamitron	0,01
283	Metazachlor	0,01
284	Metconazole	0,01

Çizelge A.1 (devam) : İncelenen pestisitlerin listesi ve ölçüm limitleri.

No	Etken Madde	Ölçüm Limiti (mg/kg)
285	Methabenzthiazuron	0,01
286	Methacrifos	0,01
287	Methamidophos (Monitor)	0,01
288	Methidathion	0,01
289	Methiocarb	0,01
290	Methiocarb sulfone	0,01
291	Methiocarb sulfoxide	0,01
292	Methomyl	0,01
293	Methoprene	0,01
294	Methoxyfenozide	0,01
295	Metobromuron	0,01
296	Metolachlor	0,01
297	Metolachlor-S	0,01
298	Metosulam	0,01
299	Metrafenone	0,01
300	Metribuzin	0,01
301	Metsulfuron-methyl	0,01
302	Mevinphos	0,01
303	Milbemycin A3	0,01
304	Milbemycin A4	0,01
305	Molinate	0,01
306	Monocrotophos	0,01
307	Monolinuron	0,01
308	Myclobutanil	0,01
309	Napropamide	0,01
310	Nicosulfuron	0,01
311	Nicotine	0,01
312	Norflurazon	0,01
313	Novaluron	0,01
314	Nuarimol	0,01
315	Omethoate	0,01
316	Orthosulfamuron	0,01
317	Oxadiazon	0,01
318	Oxadixyl	0,01
319	Oxamyl	0,001
320	Oxathiapiprolin	0,01
321	Oxycarboxin	0,01
322	Oxydemeton Methyl	0,01
323	Oxyfluorfen	0,01
324	Paclobutrazol (Bonzi)	0,01
325	Paraoxon Ethyl	0,01
326	Penconazole	0,01
327	Pencycuron	0,01
328	Pendimethalin	0,01
329	Penflufen	0,01
330	Penoxsulam	0,01
331	Penthiopyrad	0,01
332	Permethrin	0,01
333	Phenmedipham	0,01
334	Phentoate	0,01
335	Phorate	0,01
336	Phorate Oxon Sulfone	0,01
337	Phorate Oxon Sulfoxide	0,01

Çizelge A.1 (devam) : İncelenen pestisitlerin listesi ve ölçüm limitleri.

No	Etken Madde	Ölçüm Limiti (mg/kg)
338	Phorate Sulfone	0,01
339	Phorate Sulfoxide	0,01
340	Phorate-oxon	0,01
341	Phosalone	0,01
342	Phosmet Oxon	0,001
343	Phosmet (Imidan)	0,001
344	Phosphamidon	0,01
345	Picaridin	0,01
346	Picloram	0,01
347	Picoxystrobin	0,01
348	Pinoxaden	0,01
349	Piperonyl butoxide	0,01
350	Pirimicarb	0,01
351	Pirimicarb Desmethyl	0,01
352	Pirimiphos-Ethyl	0,01
353	Pirimiphos-Methyl	0,01
354	Prochloraz	0,01
355	Prochloraz metabolite BTS	0,01
356	Profenofos	0,01
357	Profoxydim	0,01
358	Promecarb	0,01
359	Promethryn	0,01
360	Propamocarb	0,01
361	Propaquizafop	0,01
362	Propargite	0,01
363	Propazine	0,01
364	Propiconazole (Tilt)	0,01
365	Propoxur (Baygon)	0,001
366	Propoxycarbazone-Sodium	0,01
367	Propyzamide (Pronamide)	0,01
368	Proquinazid	0,01
369	Prosulfocarb	0,01
370	Prothioconazole	0,01
371	Prothioconazole-desthio	0,01
372	Prothiophos (Tokuthion)	0,01
373	Pymetrozine	0,01
374	Pyraclostrobin	0,01
375	Pyraflufen Ethyl	0,01
376	Pyrazophos	0,01
377	Pyrethrins	0,01
378	Pyridaben	0,01
379	Pyridalyl	0,01
380	Pyridaphenthion	0,01
381	Pyridate	0,01
382	Pyrifenox	0,01
383	Pyrimethanil	0,01
384	Pyrimidifen	0,01
385	Pyriofenone	0,01
386	Pyriproxyfen	0,01
387	Pyroxasulfone	0,01
388	Pyroxsulam	0,01
389	Quinalphos	0,01
390	Quinclorac	0,01

Çizelge A.1 (devam) : İncelenen pestisitlerin listesi ve ölçüm limitleri.

No	Etken Madde	Ölçüm Limiti (mg/kg)
391	Quinmerac	0,01
392	Quinoxifen	0,01
393	Quizalofop	0,01
394	Quizalofop-P-Ethyl	0,01
395	Resmethrin	0,01
396	Rimsulfuron	0,01
397	Rotenone	0,01
398	Sedaxane	0,01
399	Sethoxydim	0,01
400	S-Hydroprene	0,01
401	Simazine	0,01
402	Spinetoram J	0,01
403	Spinetoram L	0,01
404	Spinosyn A	0,01
405	Spinosyn D	0,01
406	Spirodiclofen	0,01
407	Spirotetramat	0,01
408	Spirotetramat -enol	0,01
409	Spiroxamine	0,01
410	Sulfosulfuron	0,01
411	Sulfoxaflor	0,01
412	Tau-Fluvalinate	0,01
413	Tebuconazole	0,01
414	Tebufenozide	0,01
415	Tebufenpyrad	0,01
416	Teflubenzuron	0,01
417	Tembotrione	0,01
418	Tepraloxydim	0,01
419	Terbacil	0,01
420	Terbufos	0,01
421	Terbuthylazine	0,01
422	Terbutryn	0,01
423	Tetrachlorvinphos	0,01
424	Tetraconazole	0,01
425	Tetramethrin	0,01
426	Thiabendazole	0,01
427	Thiacloprid	0,01
428	Thiamethoxam	0,01
429	Thidiazuron	0,01
430	Thiencarbazone Methyl	0,01
431	Thifensulfuron-methyl	0,01
432	Thiobencarb	0,01
433	Thiocyclam	0,01
434	Thiodicarb	0,01
435	Thiophanate-methyl	0,01
436	Tolclofos-Methyl	0,01
437	Tolfenpyrad	0,01
438	Tolyfluanide	0,01
439	Tralkoxydim	0,01
440	Triadimefon	0,01
441	Triadimenol	0,01
442	Tri-allate	0,01

Çizelge A.1 (devam) : İncelenen pestisitlerin listesi ve ölçüm limitleri.

No	Etken Madde	Ölçüm Limiti (mg/kg)
443	Triasulfuron	0,01
444	Triazophos	0,01
445	Tribenuron-methyl	0,01
446	Trichlorfon	0,01
447	Triclopyr	0,01
448	Tricyclazole	0,01
449	Tridemorph	0,01
450	Trifloxystrobin	0,01
451	Triflumizole	0,01
452	Triflumizole MT	0,01
453	Triflumuron	0,01
454	Triflusulfuron	0,01
455	Triforine	0,01
456	Trinexapac-ethyl	0,01
457	Triticonazole	0,01
458	Tritosulfuron	0,01
459	Valifenalate	0,01
460	Zoxamide	0,01

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Kübra AYYILDIZ

E-posta :

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2018, Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
- **Yüksek Lisans** : 2025, Bursa Teknik Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Tezli Yüksek Lisans Programı