

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
VETERİNER BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI
(KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ ORTAK DOKTORA PROGRAMI)

İÇME SÜTÜ ALTERNATİFLERİNDE PESTİSİT VARLIĞININ
ANALİZİ

Hazırlayan
Vet. Hek. Feyyaz İbrahim GÜNDÜZ

Danışman
Prof. Dr. Yeliz YILDIRIM

Doktora Tezi

Şubat 2024
KAYSERİ

T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
VETERİNER BESİN HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI
(KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ ORTAK DOKTORA PROGRAMI)

İÇME SÜTÜ ALTERNATİFLERİNDE PESTİSİT VARLIĞININ
ANALİZİ
Doktora Tezi

Hazırlayan

Vet. Hek. Feyyaz İbrahim GÜNDÜZ

Danışman

Prof. Dr. Yeliz YILDIRIM

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi
tarafından TYL-2019-8743 kodlu projeye desteklenmiştir.

Şubat 2024

KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Feyyaz İbrahim GÜNDÜZ



YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

“İçme Sütü Alternatiflerinde Pestisit Varlığının Analizi” adlı **Doktora Tezi**, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Feyyaz İbrahim GÜNDÜZ

Danışman

Prof. Dr. Yeliz YILDIRIM

Veteriner Gıda Hijyeni ve Teknolojisi ABD Başkanı

Prof. Dr. Yeliz YILDIRIM

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Prof. Dr. Yeliz YILDIRIM danışmanlığında **Feyyaz İbrahim GÜNDÜZ** tarafından hazırlanan “İçme Sütü Alternatiflerinde Pestisit Varlığının Analizi” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Veteriner Besin Hijyeni Teknolojisi Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

09 /02/2024

JÜRİ: İMZA

Danışman: Prof. Dr. Yeliz YILDIRIM

Üye: Prof. Dr. Abdullah İNCİ

Üye: Prof. Dr. Meryem ATASEVER

Üye: Prof. Dr. Nurhan ERTAŐ ONMAZ

Üye: Doç. Dr. Fulden KARADAL

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun.....tarih ve..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

.../.../...

Prof. Dr. Bilal AKYÜZ

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleőtirilmesinde, bu konuyu seçmemde ve değerli bilgilerini paylaőan çok kıymetli hocam Prof. Dr. Yeliz YILDIRIM'a teşekkür ediyorum ve Őükranlarımı sunuyorum. Lisansüstü eğitimim boyunca bana koőulsuz yardımcı olan Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim dalından Dr. Mukaddes BAREL'e de teőekkürlerimi sunarım.

Bu alıőma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından TYL-2019-8743 kodlu projeye desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Maddi, manevi desteğini esirgemeyen annem Pembe GÜNDÜZ, babam Ali GÜNDÜZ, kardeőtım Serhat Barıő GÜNDÜZ ve eőtım Büőra GÜNDÜZ'e teőekkürü borç bilirim.

Feyyaz İbrahim

GÜNDÜZ

Kayseri, Şubat 2024

İÇME SÜTÜ ALTERNATİFLERİNDE PESTİSİT VARLIĞININ ANALİZİ

Vet. Hek. Feyyaz İbrahim GÜNDÜZ

Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Veteriner Besin Hijyeni Ve Teknolojisi Anabilim Dalı

Doktora Tezi, Şubat 2024

Danışman: Prof. Dr. Yeliz YILDIRIM

ÖZET

Süt ve süt ürünleri sosyo ekonomik ve uluslararası ticaret açısından kritik bir öneme sahip olmakla birlikte düzenli olarak pestisitlere maruziyet kaynağı olma konusunda da ciddi halk sağlığı endişelerine konu olmaktadır. Pestisitler, lipofilik özelliklerinden ve hayvansal gıdaların yağ içeriğinde yoğunlaşma ve süte geçme özelliklerinden dolayı halk sağlığını tehdit eden ciddi bir kimyasal tehlike unsuru olarak görülmektedir. Son zamanlarda artan kimyasal kontaminasyon endişeleri tüketicilerin organik süte yönelik taleplerinde artışa neden olmuştur. Bu çalışma kapsamında, piyasada çeşitli marketlerde satışı sunulan, farklı ticari markalara ait toplam 10 organik, 20 klasik ısıl işlem görmüş (UHT ve pastörize) süt örneği 177 pestisit açısından GC-MS/MS kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz edilen süt örneklerinin hiçbirinde Türk Gıda Kodeksi'nin ilgili yönetmeliğindeki maksimum kalıntı limitlerinin (0.01 mg/kg) üzerinde bir pestisit kontaminasyonuna rastlanmamıştır. Bununla birlikte çalışma kapsamına alınan pestisitlerden bazılarında (*lindane*, *heptachlor*, *fenamiphos*, *aldrin*) ait Türk Gıda Kodeksi (TGK) limit değerlerinin, Codex Alimentarius (CA, 2019) limit değerlerine göre oldukça yüksek olduğu, benzer şekilde bazı pestisitlere (*lindane*, *heptachlor*, *fenamiphos*, *aldrin*, *fipronil*, *endrin*, *chlordane*, *hexachlorobenzene*) ait değerlerin ise Avrupa Birliği Komisyonu (EC, 2010) tarafından belirlenen limitlerin çok üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, TGK'nin ilgili yönetmeliğindeki bazı pestisitlere ait maksimum kalıntı limit değerlerinin güncellenmesi gerektiğini, ulusal referans laboratuvarların da alt yapı ve metotlarını bu limit değerlere göre düzenlemesi gerektiğini ortaya konmuştur. Pestisitlerin sütlerdeki düzeylerinin belirlenmesi, farklı üretim metotlarının kontaminasyon düzeylerine olan etkilerinin ortaya konması ve gereken önlemlerin alınarak halk sağlığının korunabilmesi için pestisit takip sistemlerinin geliştirilmesi ve konuya ilişkin daha kapsamlı çalışmaların planlanması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: halksağlığı; kontaminasyon; pestisit; süt.

PESTICIDES IN DRINKING MILK ALTERNATIVES

Vet. Hek. Feyyaz İbrahim GÜNDÜZ

Erciyes University Institute of Health Sciences

Department of Veterinary Nutrition Hygiene and Technology

Doctoral Thesis, February 2024

Advisor: Prof. Dr. Yeliz YILDIRIM

ABSTRACT

Milk and dairy products are of critical importance for socio-economic and international trade, which are also the subject to serious public health concerns as a source of regular exposure to pesticides. Pesticides are seen as a serious problem in terms of public health due to their lipophilic properties, concentrating in the fat content of animal foods and passing into milk. Recently, increasing chemical contamination concern shaved to an increase in consumers' demands for organic milk. Within the scope of this study, a total of 10 organic and 20 classically heat-treated (UHT and pasteurized) milk samples from different commercial brands, sold in various markets, were analyzed using GC-MS/MS for 177 pesticides. No pesticide contamination was found in any of the analyzed milk samples above the maximum residue limits (0.01 mg/kg) in the relevant regulation of TGK. However, the TGK limit values of some of the pesticides included in this study (*lindane*, *heptachlor*, *fenamiphos*, *aldrin*) were quite high compared to the CA (2019) limit values, and similarly, some pesticides (*lindane*, *heptachlor*, *fenamiphos*, *aldrin*, *fipronil*, *endrin*, *chlordane*, *hexachlorobenzene*) were well above the limits set by the (EC, 2010). There sults revealed that the maximum residue limit values of some pesticides in the relevant regulation of TGK should be updated, and national reference laboratories should organize their infrastructure and methods according to the updated limit values. It is necessary to develop pesticide tracking systems and plan more comprehensives tudies on the subject in order to determine the levels of pesticides in milk, the effects of different production methods on contamination levels, and protect public health by taking the necessary precautions.

KeyWords: contamination; milk; pesticide; publichealth.

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK.....	
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	vii
KILAVUZA UYGUNLUK.....	vii
KABUL VE ONAY TUTANAĞI	vii
TEŞEKKÜR.....	vii
ÖZET.....	vii
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
TABLO LİSTESİ.....	viii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİ.....	5
2.1.SÜTÜN ÖZELLİKLERİ VE BİLEŞİMİ.....	5
2.2. SÜTE UYGULANAN ISIL İŞLEMLER.....	9
2.2.1.Termizasyon.....	10
2.2.2. Pastörizasyon.....	11
LTLT Pastörizasyon (Düşük Sıcaklık Uzun Süre).....	11
HTST Pastörizasyon (Yüksek Sıcaklık Kısa Süre).....	11
Yüksek Sıcaklıkta Pastörizasyon.....	11
2.2.3. Sterilizasyon.....	12
2.2.4. UHT süt.....	13
Kaynatma.....	14
2.3.ORGANİK SÜT.....	15
2.4. PESTİSİTLER.....	16
2.4.1. Pestisitlerin Hedef Canlıya Etki Mekanizması.....	18
2.4.2. Pestisitlerin Hedef Olmayan Canlılara Etki Mekanizması.....	18
2.4.3. Pestisitlerin Tarihçesi.....	19
2.4.4. Pestisitlerin Süte Bulaşma Yolları.....	20
2.4.5. Pestisitlerin Sınıflandırılması.....	22

Kullanım alanlarına göre.....	22
Kimyasal yapılarına göre.....	23
Organoklorlu Pestisitler.....	23
DDT.....	24
Aldrin.....	24
Dieldrin.....	24
Lindan.....	25
Endosülfan.....	25
Heptaklor.....	25
Heptaklorepoksit.....	25
Türkiye'de Organoklorlu Pestisitlerin Kullanımı.....	26
Organofosforlu Pestisitler.....	26
Karbamatlar.....	27
Pestisitlere ait Diğer Gruplar.....	27
2.4.6. Pestisit Alternatifleri.....	28
Daha Temiz ve Güvenli Tarım Uygulamalarına Olan İhtiyaç-Organik Tarım.....	30
2.4.7. Türkiye'de Pestisit Kullanımı.....	33
2.4.8. Tarımda Pestisit Uygulaması.....	34
2.4.9. Pestisitlerin Taşınması.....	35
2.4.10. Pestisitlerin Zehirliliği.....	36
Pestisitlerin İnsanlar Üzerine Olan Etkileri.....	37
2.4.11. Pestisitlerin Gıdalarda Analiz Yöntemleri.....	40
2.4.12. Sütlerde Pestisit Varlığı.....	40
3. MATERYAL METOD.....	45
Hesaplama ve Sonuç.....	50
3.1.Gaz Kromatografi – Tandem Kütle Spektrometre (GC-MS/MS).....	54
3.1.1. Gaz kromatografisi (GC).....	54
3.1.2. Kütle spektrometre (MS).....	54
4. BULGULAR.....	55
5. TARTIŞMA.....	56
6. SONUÇ.....	60

7. KAYNAKLAR.....	61
EKLER	
ÖZGEÇMİŞ	



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<	: Küçüktür
>	: Büyüktür
°C	: Celsius Derece
µg	: Mikrogram
AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devleti
BHC	: Benzenheksaklorür
C ₂ H ₃ NaO ₂	: Sodyum Asetat
CA	: Codex Alimentarius
DDE	: Diklorodifenildikloroetilene
DDT	: Diklorodifeniltrikloroetan
dk.	: Dakika
DMST	: Dimetilaminosulfotoliede
DNA	: Deoksiriboz Nükleik Asit
E. coli	: Escherichia coli
EC	: European Commission (Avrupa Birliği Komisyonu)
EC ₅₀	: Half Maximal Effective Concentration (Yarım Maksimal Etkili Konsantrasyon)
ECD	: Electron-Capture Dissociation (Elektron Yakalama Detektörü)
ED ₅₀	: Median Effective Dose (Medyan Etkin Doz)
EDC	: Endocrine Disrupting Chemical (Endokrin Bozucu Kimyasallar)
EPN	: Entomopatojen Nematod
eV	: Elektron Volt
FAO	: Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Organizasyonu)
g	: Gram

GC	: Gas Chromatography (Gaz kromatografisi)
HACCP	: Hazard Analysis and Critical Control Point (Tehlike Analizleri ve Kritik Kontrol Noktaları)
HCB	: Hexachlorobenzene
HCH	: Hexachlorocyclohexane
HTST	: High Temperature Short Time (Yüksek Sıcaklık Kısa Süre)
Ig	: İmmunglobulin
IPM	: İntegrated Pest Management (Entegre Haşere Yönetimi)
kg	: Kilogram
L	: Litre
LC	: Lethal Concentration (Lethal Konsantrasyonu)
LD	: Lethal Dose (Ölümcül Doz)
LOQ	: Limit Of Quantification (Ölçüm Limiti)
LTLT	: Low Temperature Long Time (Düşük Sıcaklık Uzun Süre)
M.Ö.	: Milattan Önce
M.S.	: Milattan Sonra
mg	: Miligram
MgSO4	: Magnezyum Sülfat
mL	: Mililitre
MRL	: Maximum Residue Levels (Maksimum Kalıntı Limitleri)
MS	: Mass Spectrometry (Kütle Spektrometre)
ng	: Nanogram
OK	: Organoklorlu
OP	: Organofosfat
PCB	: Poliklorlu Bifenil
pH	: Power of Hydrogen (Potensiyel Hidrojen)

ppm	: Parts Per Million (Milyonda Bir Birim)
PSA	: Primary Secondary Amine (Birincil İkincil Amin)
rpm	: Revolutions Per Minute (Dakikadaki Devir Sayısı)
spp.	: Species Plural (Mikroorganizma Alt Türleri)
β	: Beta
TEQ	: Toxic Equivalence (Toksik Eşdeğerlikler)
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UHT	: Ultra High Temperature (Ultra Yüksek Isı)
vb.	: ve benzeri
WHO	: World Health Organization

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1 Türkiye’de 2022 yılında üretilen çiğ süt miktarları.....	3
Tablo 2.1. Sütün bileşenleri.....	5
Tablo 2.2. Sütte bulunan vitaminler.....	6
Tablo 2.3. Farklı türlere ait sütlerin temel besin öğelerinin ortalama miktarları.....	7
Tablo 2.4. İnek sütündeki eser element miktarları.....	8
Tablo 2.5. Isı Uygulamasıyla Ortaya Çıkan Vitamin Kayıpları.....	14
Tablo 2.6. Bazı Avrupa ülkelerinde organik süt üretim miktarları.....	16
Tablo 2.7. Pestisitlerin tehlike dereceleri.....	17
Tablo 2.8. AB ülkelerinde 1993-1995 tüketimlerine göre hektara düşen ortalama pestisit miktarları.....	21
Tablo 2.9. Bazı organoklorlu pestisitlerin Türkiye’de yasaklanma tarihleri.....	22
Tablo 2.10. TGK ile uyuşmayan pestisit maksimum limit değerleri.....	55

ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 2.1.** Pestisitlerin kullanım alanlarına göre sınıflandırılması.....23
- Şekil 2.2.** Pestisitlerin doğadaki döngüsü.....36



1.GİRİŞ VE AMAÇ

Beslenme, sağlığı koruyup geliştirmek, vücutun gereksinimi olan besinleri yeterince almak için bilinçli tercih gerektiren temel bir ihtiyaçtır (Anonim, 2004).

Süt içerdiği suya (inek sütü için yaklaşık %87,5) ilaveten, meme bezi epitelinde sentezlenen (yağ, kazein, laktoglobulin, laktalbumin ve laktoz) ve kandan gelen (süt tuzları) bileşiklerin dengeli bir karışımıdır. Sütün kabaca bileşiminde emülsiyon halinde yağ, kolloidal ve erimiş halde proteinler ve gerçek çözelti halinde laktoz ve mineraller bulunmaktadır. Bu içeriğe ek olarak sütte çeşitli mineral, vitamin, enzim, organik bileşik ve erimiş halde bulunan gazlar da bulunmaktadır. Sütün bileşimi, hangi hayvan türüne ait olduğuna göre önemli farklılıklar arz edebilmektedir (Tekinşen ve ark., 2002). Bu değişiklikler büyük ölçüde canlıların evrimsel tarihini yansıtmaktadır ki farklı memeli türlerinin spesifik gereksinimleri ve büyüme oranları ciddi farklılıklar gösterebilmektedir. Biyokimyasal kompozisyonunun yanı sıra taze süt anneden gelen canlı hücreler de içermektedir ki bunların sütle beslenen yavruda çok spesifik bazı fonksiyona sahip olduğu düşünölmektedir (Hassitou ve ark., 2013).

İsim verilen ineklerin isimsizlere oranla önemli düzeyde fazla süt verdiği bilgisi 2009 yılında “insanları önce güldür sonra düşünmeye sevkett” yaklaşımı kapsamında Nobel ödölüne layık görölmüştür. İneklerin, duyarlı insan eliyle sağım uygulamalarına pozitif geri dönüt verdiği, çevresel koşulların üst düzeyde farkında oldukları belirtilmektedir. Süt üreticileri; süt ineklerinin keyif, neşe, kıskançlık, somurtkanlık ve korku sergileyebildiklerini bildirmektedirler. Sakin ve şekfatlı yaklaşımla ineklerden yıllık yaklaşık 15-18 litre (68 galon) fazla süt alınabileceği belirtilmektedir. Bu gerçekler ışığında 1997 yılında Amerika'nın önde gelen süt firmalarından birinin, süt topladığı işletmelerle yaptığı kontrata ineklere muamele

konusunda “nezaket maddesi” eklediği dolayısıyla modern dünyanın ekonomik verilere bu yolla nezaket ve şefkat kazandırdığı belirtilmektedir (Valenze, 2011).

Bin sekiz yüzlü yıllardan beri inek sütü en azından sindirilebildiği ölçüde en verimli beslenme kaynağı olduğunu ispatlamıştır. İnek sütü, diğer hayvan türlerine ait sütlerden daha yumuşak ve daha kabul edilebilir bir tada sahip olduğundan ve inek yapısı uysal ve sistematik büyük çapta üretime oldukça elverişli bir tür olduğundan, diğer türlerden ziyade inek sütü endüstriyel boyutta üretilir hale gelmiştir ki bu durum hırslı ve ticari düşünen Batı Avrupa ve Amerikalı üreticiler için belirleyici olmuştur. Çok kolay bozulabilen yapısından dolayı bilinçsiz tüketicilerde kolaylıkla hastalığa neden olabileceğinden 17. Yüzyılda tehlikeli bir gıda olarak nitelendirilmiştir (Valenze, 2011). Özellikle İtalya’da 18. Yüzyılda peynir çeşitliliğinde ve tereyağ üretiminde ciddi artışlar görülmüş ve bu trend başta Fransa, Hollanda olmak üzere hızla yayılmaya başlamıştır.

Süt insan beslenmesi açısından vücudun ihtiyaç duyduğu besin öğelerinin (hayvansal protein, yağ, laktoz, vitamin ve minerallerin çoğu)büyük bir bölümünü yeterli ve dengeli bir şekilde bulunmaktadır. Bu nedenle süt üstün özelliklere sahip bir gıda maddesi olarak tanımlanmaktadır.

Süt, canlıların gelişimi, büyümesi için ihtiyacı olan besinleri içeren ve yaşamları boyunca sağlıklarını muhafaza etmelerini sağlayacak çok önemli bir besin maddesidir. İnsan hayatında önemli bir yer tutan bu gıda, yeterli ve dengeli beslenme için gerekli olan hayvansal protein, yağ, laktoz, vitamin ve minerallerin çoğunu içeren ender gıdalardan biridir (Koyuncu ve ark., 2014). Süt ve süt ürünleri tüketicilerin beslenme ihtiyaçlarını cevaplamasının yanında kemik erimesi, diş hastalıkları, obezite, yüksek tansiyon, kalp damar hastalıkları ve bağırsak kanseri gibi hastalıklardan korunmada etkilidir (Uenishi, 2006). Diğer bir deyişle süt, sağlığın korunması ve bireylerin büyüüp gelişebilmesi için gerek duyulan birçok besinsel unsurları içeren, canlının temel gereksinimlerini uzun süre karşılayabilecek nitelikte, porselen beyazı renkte, kendine özgü tat ve kokuda olan bir gıda maddesidir (Metin, 1998; Hurşit, 1999). TKG’de belirlenen tanıma göre ise çiğ süt; inek, koyun, keçi veya mandanın sağımıyla sağlanan 40°C’nin üstüne çıkmamış veya

ne şekilde olursa olsun ısıtma işlemi görmemiş kolostrum dışındaki meme bezi salgısıdır (Anonim, 2000).

İnsanoğlu türlü memeli hayvanların kendi yavrularını beslemek için ürettiği süttten yararlanmayı çok eski zamanlarda öğrenmiştir (Baysal, 2004). M.Ö. 8000 yılının, Anadolu'da tapınak duvarlarında, evcilleştirilmiş, nakliye, et ve süt temini için kullanılan sığırları betimleyen çizimlere rastlanmıştır (Hinrichs, 2004).

Genel anlamda "süt" denildiğinde yalnızca inek sütü anlaşılmaktadır. Farklı bir süt algılanması için diğer hayvan türlerinin sütleri (manda sütü, deve sütü, koyun sütü ve keçi sütü) ayrıca belirtilmelidir. Bunun sebebi de yıllardan beri hem üretimi ve hemde tüketimi en fazla olan süttün inek sütü olmasındandır.

Dünyada üretilen süttün yaklaşık %90'ının inek sütü olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından, 2005 yılı istatistik verilerine göre Türkiye'de; 10.026.202 ton inek sütü, 789.877 ton koyun sütü, 253.759 ton keçi sütü, 38.058 ton manda sütü üretildiği açıklanmıştır (Metin, 2005; Franzke, 1998). Buda göstermektedir ki Türkiye'de 2005 yılında üretilen toplam süttte; inek süttünün oranı %90,26, koyun süttünün oranı %7,11, keçi süttünün oranı %2,28, manda süttünün oranı %0,34'dür.

Yine TÜİK tarafından açıklanan 2022 yılı verilerine göre ise çiğ süt üretimi 21 milyon 563 bin 492 tondur. Söz konusu üretimde en büyük payını inek sütü oluştururken (%92,3) bunu sırasıyla koyun sütü (%4,9), keçi sütü (%2,5) ve manda sütü (%0,2) oluşturmaktadır. Tablo 1.1'de Türkiye'de 2022 yılında üretilen çiğ süt miktarları verilmiştir.

Tablo 1.1 Türkiye'de 2022 yılında üretilen çiğ süt miktarları (TÜİK, 2022)(Ton)

Hayvan cinsi	2022 yılı
İnek	19 912 135
Koyun	1 067 142
Keçi	540 426
Manda	43 589
Toplam	21 563 492

İçme sütü ve yoğurt, süttün içerisinden hiçbir maddesinde kayıp şekillenmeden en doğal haline yakın gıdalar olduğundan, diğer süt ürünlerine göre beslenme

bakımından daha üstün olarak bilinir. Yetişkin bir kişi 1 litre süt içerek organizmanın 1 günlük kalori ihtiyacının %20'sini karşılayabilir.

Türkiye’de kişi başı ambalajlanmış süt tüketimi yıllık ortalama 6 litre iken, Finlandiya, İspanya, İngiltere ve Yunanistan sırasıyla 139, 108, 100 ve 65 litre olarak bildirilmektedir (Akbaş ve Tiryaki, 2007).

Ülkemizde içme süt tüketim oranı Avrupa Birliği (AB) ülkelerinin gerisinde kalmıştır. Bunun başlıca nedenleri içme sütü endüstrisinin ülkemizde geç yayılmaya (1970'lerden sonra) başlaması, gelir ve eğitim düzeyindeki farklılıklar, hijyen ve maliyet sorunları dolayısıyla içme sütlerinin kalite düşüklüğü, alışkanlıklar, süt hakkındaki olumsuz propagandalar, endüstriyel süt reklamlarının iyi yapılamaması, içme sütü ile çiğ süt fiyatları arasında yüksek farklar, toplum bilincinin yeterli olmaması sayılabilir (Onurlubaş ve Çakırlar, 2016). Süt ve süt ürünleri tüketimi ile toplum sağlığı arasında pozitif bir korelasyon vardır. Sağlıklı ve kaliteli süt, modern hayvancılık uygulamaları ile yetiştirilen ve kaliteli yemle beslenen hayvanlardan elde edilebilir. Çiftlik hayvanlarının sağlıksız yemlerle beslenmesi çiftlik hayvanlarının sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmekte ve süt, süt ürünlerin yapısında halk sağlığını tehdit eden kontaminasyonlara neden olabilmektedir. Süt ve süt ürünleri tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de yaygın bir şekilde tüketilmekle birlikte süt ve süt ürünleri tüketimiyle maruz kalınan kimyasal kontaminantlar ve halk sağlığı riskleri hakkında yeterli veri bulunmamaktadır. Bunun yanı sıra Türkiye’de kimyasal maruziyet endişeleri sonucu halkın son zamanlarda yöneldiği organik ürünlerin kimyasal tehlikeler açısından gerçekte ne düzeyde güvenli olduğu konusuna da henüz tam bir açıklık getirilemediği de bir gerçektir.

Bu bağlamda bu çalışmanın amacı, İstanbul ve çevrelerinde organik ve klasik yöntemlerle üretilen sütlerde pestisit kalıntı düzeylerini belirleyerek sütte pestisit düzeylerine ilişkin literatür verilerine katkıda bulunmak, bölgedeki içme sütlerinin halk sağlığı açısından barındırdığı pestisit risk potansiyelleri hakkında güncel veriler ortaya koymak ve konu hakkındaki mevzuat çalışmalarına katkıda bulunmaktır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.SÜTÜN ÖZELLİKLERİ VE BİLEŞİMİ

Süt birbirinden farklı büyüklükteki taneciklerin oluşturduğu kolloidal bir gıdadır. Bileşiminde yer alan süt yağı emülsiyon, protein kolloidal dispersiyon, laktoz ve mineral maddeler ise gerçek çözelti halinde bulunur (Yılmaz D, 2007). Sütün % 87.1'i su, % 4.6'sı laktoz, % 4'ü yağ, %3.3'ü protein (kazein toplam proteinin %80'ini oluşturur) ve %1'i de mineral maddeler ve diğer unsurlardan oluşur (Walstra ve Jenness, 2006). Sütün ana bileşeni su olup su dışındaki diğer maddelerin tamamı kuru madde olarak adlandırılır (Karaaslan, 2001). Tablo 2.1. de sütün bileşimi yüzde olarak ifade edilmiştir.

Tablo 2.1. Sütün bileşenleri (Walstra ve Jenness, 2006).

Bileşenler	Süt Bileşimi
Su	% 86
Laktoz	%4,7
Protein	
-Kazein	%2,6
- β Lakoglobulin	%0,32
- α Laktoalbumin	%0,12
-Laktoferrin	%0,01
-Serum albumin	%0,04
-İmmunglobulin	%0,07
Enzim	İz düzeyde
Yağ	
-Trigliserid	%4
-Fosfolipid	%0,03
Sitrik Asit	%0,17
Mineraller	
-Kalsiyum	%0,13
-Fosfor	%0,09
-Sodyum	%0,04
-Potasyum	%0,15
-Klor	%0,11

Süt içeriğinde insanlar için esansiyel olan vitaminleri barındırır. Sütte bulunan A, D, E ve K vitaminlerinin vücutta çeşitli görevleri vardır. Vitamin A büyüme, çoğalma, bağışıklık, görme, gen ekspresyonu, hücrel farklılaşma, embriyonik gelişim, üzerinde önemli rolü vardır. Vitamin A ve prekürsörleri karotenoid olarak bilinir ve farklı oranlarda süt yağı içerisinde bulunur (Jensen, 1995). Vitamin D, kalsiyum ve fosforun bağırsaktan emilimi ile birlikte kemik oluşum mekanizmasına katılır. Vitamin D eksikliği kemiklerde yetersiz mineralizasyondan dolayı çocuklarda raşitizm, yetişkinlerde ise osteomalaziye sebep olur (Anononymus, 1997). Vitamin E sütte eser miktarlarda bulunur. Vitamin E antioksidan yapıda olup hücre membranı ile lipoproteinleri oksidatif hasardan korur. Vitamin E'nin kardiovasküler hastalıklar ile kanser üzerinde koruyucu etkilerinin olduğu bazı çalışmalarla desteklenmiştir. Vitamin K kanın pıhtılaşması için gereklidir ve kemikler üzerine koruyucu etkisi de bulunmaktadır (Anonoymus, 2000; Parodi, 2004). Sütte bulunan diğer vitaminler Tablo 2.2'de gösterilmiştir.

Tablo 2.2. Sütte bulunan vitaminler (Walstra ve Jennes, 2006)

Vitamin	Kimyasal İsim	Miktar/kg
A	Retinol	0,7-1,3 mg
B1	Tiamin	0,5 mg
B1	Riboflavin	1,8 mg
B3	Niasin	8 mg
B5	Pantotenik Asit	3,5 mg
B6	Piridoksin	0,5 mg
B12	Kobalamin	4,5µg
C	Askorbik Asit	10-25 mg
D	Kalsiferol	0,1-0,8 µg
E	Tokoferol	1-1,5 mg
K2	Menakuinon	10-50 µg

Farklı hayvan türlerine ait sütlerde, sütün özellikle kuru maddesinde, yağ ve laktoz içeriklerinde önemli farklılıklar görülmektedir. Koyun ve manda sütünde süt yağının, insan sütünde ise laktozun inek sütüne kıyasla oldukça yüksek bir orana sahip olduğu bilinmektedir. Tablo 2.3. de çeşitli hayvan türlerine ait sütlerin bileşimi görülmektedir.

Tablo 2.3. Farklı türlere ait sütlerin temel besin öğelerinin ortalama miktarları (%) (Altun ve ark., 2002)

Süt türü	Kuru madde	Yağ	Protein	Laktoz	Kül
İnsan	12,4	3,8	1	7	0,2
İnek	12,6	3,7	3,4	4,7	0,7
Koyun	19,3	7,4	5,5	4,8	1
Keçi	13,2	4,5	3,2	4,1	0,8
Manda	17,2	7,4	3,5	5,4	0,8

Özcan ve ark. (1998), süt bileşiminin en önemli unsurunun süt yağı olduğunu ve süt yağının diğer hayvansal ve bitkisel yağlardan daha fazla yağ asidi içerdiğini, süt yağında yaklaşık %50 oranında bulunan doymamış yağ asitlerinin insan beslenmesinde kritik bir sahip öneme olduğunu belirtmiştir.

Süt tüketimiyle alınan toplam enerjinin büyük bir bölümü (% 49) süt yağından gelmektedir. Süt yağının miktar ve kompozisyonu birçok faktöre göre farklılık arz etmektedir ki bunlar arasında mevsim ve coğrafik konum yanı sıra, hayvanın beslenme durumu, doğum sayısı, laktasyon periyodu yer almaktadır (Parodi PW, 2004).

Süt yağı aynı zamanda pestisit ve benzeri yağda eriyen kimyasalların akümüle olduğu süt bileşeni olduğundan sütteki yağ oranı söz konusu kimyasal maruziyetleri açısından önem arz etmektedir. Ankara’da ilkbahar ve sonbahar aylarında yapılan bir çalışmada, ilkbahar aylarında toplanan sütlerin yağ oranlarının %3.2 ile %4.1 arasında değiştiği (ortalama %3.7), sonbahar aylarında toplanan süt yağ oranlarının ise %2.3 ile 5.0 arasında değişirken, ortalama %3.5 olarak belirlendiği ve çiğ sütlerin %11.8’inin yağ oranının Gıda Maddeleri Tüzüğünde belirtilen minimum yağ değerinden (%3.0) düşük bulunduğu belirtilmektedir (Çubuk, 1997).

Yağda eriyen kimyasal kontaminantların yağ içeriğinde depolandığı dikkate alındığında kimyasal kontaminasyon risklerinin fazla olduğu endüstriyel çevrelerde süt sığırcılığından ziyade et sığırcılığının yaygınlaştırılması önerilmektedir. İtalya’nın kuzeyinde, endüstriyel kirliliğin yoğun olduğu Brescia bölgesinde 14 ayrı çiftlikten alınan süt örneklerinin AB mevzuatında yer alan 2 pg WHO-TEQ/g yağ olarak belirlenen limitlerin iki katından fazla düzeyde dioksin ve PCB içerdiği belirtilmekte, hayvanlarda yüksek düzeydeki kimyasal maruziyetin bölgede hasat

edilen hayvan yemlerinden kaynaklandığı, hayvanların söz konusu kimyasala maruziyetlerinin kesildiği andan itibaren sütteki kimyasal kontaminant seviyelerinin ancak bir aylık süre sonunda normale döndüğü belirtilmektedir (Bertocchi ve ark., 2015).

İnek sütü aynı zamanda çok yüksek kalitede bir protein kaynağıdır. Sütün bileşiminde protein içeriği ortalama % 3.6'dır. Yağsız kuru madde bu oranın % 38'ini ve süttten sağlanan enerjinin ortalama % 21'ini kapsar. Bu proteinlerin en temelini kazein oluşturur. β laktoglobulin ile α laktoalbuminden oluşan serum proteinleri ise kazeinden daha heterojen yapıdadır. Triptofan oranı α laktoalbuminde daha fazla olmakla birlikte triptofanın niasin prekürsörü olma özelliğinden dolayı süt önemli bir niasin kaynağı sayılmaktadır. Serum albumin, immunglobulinler (IgA, IgG, IgM), proteoz pepton, laktoferrin ve transferrinde sütte az miktarda bulunan diğer serum proteinleri olarak sıralanmaktadır (Pihlanto A, Korhonen H, 2003).

Sütün içeriğinde %1 civarı bulunan mineral maddeler ve elementler; başta kalsiyum (% 0,112), potasyum (% 0,138), klor (% 0,109), fosfor (% 0,095), sodyum (% 0,059), magnezyum (% 0,013) ve kükürt (% 0,01) daha az oranlarda ise demir (3,0 ppm), çinko (3,0 ppm), silikon (2,0 ppm), bakır (0,3 ppm) ve flordur (0,15 ppm). Ayrıca sütte iz miktarda iyot, alüminyum, titanyum, manganez, lityum, vanadyum, stronsiyum ve rubidyum bulunmaktadır. Süt yaşamın her evresinde metabolizmada birçok görevi olan kalsiyum, fosfor, magnezyum, potasyum, çinko gibi mineraller için iyi bir kaynaktır. Bu mineraller insan beslenmesinde ve sağlığının korunmasında büyük pay sahibi olmasına rağmen demir içerik ve biyoyararlılığının düşük olması, gelişme döneminde ciddi gelişim geriliklerine neden olabilmektedir (Kılıç ve Köse, 2001).

Hayvanın fizyolojik ve laktasyon durumu, çevresel ve genetik faktörler, süte uygulanan ısı ve fermentasyon işlemleri sütün mineral madde içeriğini değiştirebilmektedir (Yetişmeyen, 1997; Baysal, 2004).

Tablo2.4. İnek sütündeki eser element miktarları (Lacin, 2005)

Element	Miktar($\mu\text{g/L}$)
Nikel	26
Arsenik	20-60
Bakır	90
Bor	500-1000
Molibden	50
Çinko	3500
Tellür	500
Flor	20
İyot	100-700
Kobalt	0.5
Kadmiyum	2
Kurşun	40
Manganez	30
Selenyum	10
Silisyum	3000

Mikroorganizmalar için de ideal bir ortam olan sütün mikrobiyal yükünün azaltılması veya tamamının yok edilmesi için kullanılan yöntemlerden biri süte ısıl işlem uygulamalarıdır. Bunlar termizasyon, pastörizasyon, sterilizasyon ve yüksek sıcaklık uygulaması (UHT)'dir (Metin, 2001). Çiğ süte uygulanan ısıl işlemlerinde temel amaç maksimum patojen inhibisyonu ve minimal besin kaybı olarak özetlenebilir. Bununla birlikte bazı gelişmekte olan ülkelerde çiğ süt doğrudan tüketiciye ulaştırılmakta ve sıklıkla ev ortamında kaynatılarak direk veya yoğurt yapılarak tüketilmektedir.

2.2. SÜTE UYGULANAN ISIL İŞLEMLER

Çiğ sütte patojen ve nonpatojen çok sayıda mikroorganizma bulunmaktadır. Bunlar; laktozu fermente eden (Laktobasil türleri, Streptokok türleri ve *E. coli*), lipolitik bakteriler (*Pseudomonasfluorescens* ve *Pseudomonaslipolyticum*), proteolitik bakteriler (*Bacilluscereus*, *Bacillussubtilis*, *Bacilluscalidolaktis*, *Pseudomonasfluorescens*), termofilik bakteriler (Corynebacterium, Mikrokok, Streptokok ve Bacillus türleri), psikrotrofilik bakteriler (Pseudomonas, Serratia, Alcaligenes, Acinetobacter ve Flavobacterium türleri), renk bozukluklarına yol açan bakteriler (*Serratiamarcescens*, *Pseudomonassyncyanea* ve *Micrococcusruseus*) ve patojen bakteriler (*Brucellaabortus*, *Streptococcuspyogenes*, *Mycobacterium tuberculosis*, Salmonella spp., Listeria spp. ve *Staphylacoccus aureus*) olup sütün tat

ve görünümünde çeşitli değişimlere sebebiyet verebilmektedir (Altun ve ark., 2002). Söz konusu kontaminasyonların minimize edilebilmesi için tüm üretim zinciri gıda güvenliği sistemleriyle kontrol altına alınmalı, tehlike oluşmadan önlenmelidir. HACCP gibi gıda güvenliği sistemleri ile muhtemel kontaminasyon kaynakları belirlenerek risklerin en aza indirilmesi veya yok edilmesi sağlanabilir. Temel olarak süt, uygulanacak teknolojiye göre ısı işlemine tabi tutulmalı, hemen sonrasında soğutulmalı ve ısı işlemi sonrasındaki kontaminasyonlar önlenmelidir. Sütteki mikroorganizma sayısının artmaması için soğuk zincir oldukça önemlidir (Altun ve ark., 2002).

Çiğ süte uygulanan ısı işlemleri sadece sütün mikrobiyolojik kalitesinin artırılması için değil, sütte besin değeri kayıplarının azalması için de önem arz etmekte, uygulanan ısı işlemiyle sütün raf ömrü de uzatılmış olmaktadır.

Di Liello (1982), yaptıkları çalışmada özellikle proteolitik bakteri sayısının süt ürünlerinin raf ömürleri üzerine olumsuz etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Sütün doğal özelliğinde değişime neden olmayan ve kullanım amacına uygun bir yöntem seçilmelidir (Altun ve ark., 2002).

Süt teknolojisinde uygulanan ısı işlemlerinin amaçları şu şekilde sıralanabilir.

1. Sütteki muhtemel patojenleri öldürmek,
2. Sütte bulunup süt ve süt ürünlerinin bozulmasına neden olan mikroorganizmaları öldürmek,
3. Sütte enzimleri etkisiz hale getirmek,
4. Sütü, teknolojiye hazır hale getirmek (Metin, 1998).

2.2.1. Termizasyon

Sütün pastörizasyon sıcaklığının altında 63-65 °C' de 15 saniye süreyle ısı işlemine tabi tutularak işleninceye kadar olan süreçte güvenli hale getirilmesidir. Büyük süt işletmelerinde, fazla miktarda gelen çiğ sütün hemen işlenmesi mümkün olmayabilir. Bu süreçte sütün bir kısmı silo tanklarında saatlerce, hatta bazen bir iki gün depolanmak zorunda olabilir. Bu durumda ısı işlem görmeden soğukta muhafaza

etmek yeterli olmaz ve çiğ sütün kalitesinin bozulmaması için pastörizasyon normunun altında bir ısıtma tabii tutularak güvenli bir şekilde bekletilmesi gerekir. Bu işlemde bir sütün, psikrotrof bakterilerde önemli bir gelişme olmaksızın 5-7°C' de 3 gün süreyle muhafaza edilebilir (Keleş L, 2006).

2.2.2. Pastörizasyon

Pastörizasyon işlemi LTLT ve HTST olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilir. Pastörize sütünler, Türk Gıda Mevzuatına göre; 72°C'de 15 saniye (HTST) veya 63°C'de 30 dakika (LTLT) süreyle yapılan sütün doğal özelliklerinde değişiklikler oluşturmadan, patojen mikroorganizmaların tamamen, diğer mikroorganizmalardan da çoğunlukla arındırılmış bir içme sütün çeşididir (T.C.Resmi Gazete, 2000). İngiltere'de ABD'de ve Orta Avrupa'da farklı parametreler kullanılmaktadır (Şen L, 2006; Abdulkadir H, 1999).

LTLT Pastörizasyon (Düşük Sıcaklık Uzun Süre)

LTLT Pastörizasyon, sıklıkla düşük kapasiteli işletmelerde çift cidarlı tanklarda sıcak su veya buhardan yararlanarak 63°C'de 30 dakika gibi, uzun süreli düşük ısı şeklinde uygulanmaktadır. Bu yöntemin işçilik ve enerji maliyetlerinin yüksek, pastörizasyondan sonra kontaminasyon riskinin fazla ve zaman alıcı bir proses olduğu belirtilmektedir (Şen L, 2006).

HTST Pastörizasyon (Yüksek Sıcaklık Kısa Süre)

LTLT'ye göre daha yüksek sıcaklık etkisi altında daha kısa süreli uygulanan pastörizasyon çeşididir. Toplama tankına alınan çiğ sütün, plakalı pastörizatörün ön ısıtıcısında 50-60°C'ye kadar ısıtıldıktan sonra 72°C'de 15 saniye ısıtma işlemi uygulanır. Gıda maddeleri tüzüğüne göre, 85°C'de 1 dakika olarak da uygulanabileceği belirtilmektedir (Şen L, 2006).

Yüksek Sıcaklıkta Pastörizasyon

85°C ve üzerinde kısa süreli uygulanan ve bu uygulamalardan hemen sonra alkali fosfataz ve peroksidaz testi yapıldığında ürünlerin negatif reaksiyon gösterdiği işlemdir (TGK, 2019).

Pastörizasyonun sütteki etkileri;

- Etkin sülfhidril grupları yok olur.
- Pişmiş tat oluşmaz.
- Bu işlem sütün renin enzimi ile pıhtılaşmasını etkilemez.
- Isıya duyarlı olan besin maddeleri bu işlemden çok düşük düzeyde etkilenirken vitaminler fazla etkilenmez ve aminoasitlerdeki kayıp %6'yı geçmez.
- Pastörize süt kısa sürede tüketime sunulması gereken bir ürün olduğundan etkilenmeyen enzimlerin pek bir önemi yoktur.

Pastörizasyon işlemi sonucunda sütteki toplam mikroorganizma sayısında %95-98 oranında yıkılma gözlenmekle birlikte, total bir mikrobiyolojik inhibisyon olmadığından pastörize sütlerin raf ömrü muhafaza koşullarına göre genelde 2-5 gün olmaktadır (Anonim, 2008).

2.2.3. Sterilizasyon

Çiğ sütün kalitesine zarar vermeden, en az 115 °C'de 13 dakika veya 121 °C'de 3 dakika gibi uygun zaman sıcaklık kombinasyonunda, sporlu ve sporsuz tüm mikroorganizmalarından arındırılması işlemidir. Homojenize edilmiş, beslenme yönünden değerli, normal tekstüründe bir değişikliğe uğramayan, oda sıcaklığında uzun süre bozulmadan saklanabilen içme sütüdür. Sterilizasyon klasik ve UHT yöntemi olmak üzere ikiye ayrılır. Klasik yöntemde işlem yavaş olup sürekli olmamakta ve kimyasal değişim fazla olduğundan günümüzde UHT yöntemi tercih edilmektedir (Keleş L, 2006).

Bu yöntemde uygulanan ısı işlem bütün mikroorganizmaları yok ederken süt proteinlerinde de değişimlere neden olur. Proteinlerin doğal özelliklerini kaybetmemesi, kısa sürede yüksek sıcaklığın uygulanmasıyla mümkün olamamaktadır. Düşük sıcaklık ve uzun süre metoduyla yapılan bu yöntemde süt serumundaki proteinlerin tam olarak çökmesine sebebiyet vermektedir (İnal, 1990).

Serum proteinlerindeki çökelmeyle birlikte sütün lezzetinde de değişiklik başlar. Özellikle β -laktoglobulin, 70°C' den itibaren denatüre olmaya başlar ve -SH

gruplarının serbest kalması ile birlikte “pişmiş süt lezzeti” algılanır. Serbest sülfidril grupları hidrojen sülfüre oksitlenebilir. Hidrojen sülfür, uçucu olup taze pişmiş süt lezzeti algılanmasına neden olur.

2.2.4. UHT süt

UHT süt; çiğ sütün fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özelliklerinde mümkün olduğunca az değişikliğe yol açarak, sütün yapısını bozabilen tüm mikroorganizmaların ve bunların sporlarının Ultra High Temperature (UHT) işleminde yok edilmesi ve uygun tekniklerle doğru ambalaj materyali kullanılarak aseptik koşullarda doldurulması ile elde edilen sütleri ifade etmektedir (Anonim, 2001).

UHT teknolojisi sütün minimum 135°C 1 sn ısı işlemine tabi tutulmasıdır (Anonim, 2001). Bu işlemle çiğ sütteki muhtemel tüm mikroorganizmalar inhibe edildiğinden ürün, oda sıcaklığında muhafaza edilebilir. UHT sütlerde yüksek ısı işleminden dolayı renkte koyulaşma, sterilizasyon tadı ve vitamin kaybı oluşabilir. Oda ısısında uzun süre muhafaza sonucu UHT sütlerde enzimatik ve fizikokimyasal bozulmalar devam eder (Walstra ve Jenneş, 2006). UHT sütün depolama sıcaklığı 30°C' nin üzerine çıkması durumunda, depolama esnasında maillard reaksiyonuyla sütün rengi kahverengileşmekte ve kalitesi bozulmaktadır (Baysal, 1987). Depolama sıcaklığının yüksek seyretmesi esmerleşme, karamelizasyon ve jelleşme gibi reaksiyonların da hızlarını artırır (Metin, 1998).

Altun ve ark. (2002), 150'si çiğ, 41 pastörize ve 109 UHT süt olmak üzere toplam 300 süt örneğini mikrobiyolojik açıdan inceledikleri çalışmalarında her bir ml için toplam canlı bakteri sayılarını, çiğ, pastörize ve UHT için sırasıyla; 100000 ve üzeri, en fazla 200 ve en fazla 10 koloni olarak bildirmişlerdir.

Kaynatma

Genellikle sokak sütlerinin ev ortamlarında 15-20 dakika kaynatma işlemine tabi tutularak tüketilmesi veya yoğurt yapımında kullanılması Türkiye'de halen oldukça görülen bir uygulamadır. Kaynatma süresinin uzun ve ısısının yüksek olması kaynatılan sütün besin değerinde ciddi kayıplara neden olmaktadır. Besin değeri açısından başta tiamin (B1) olmak üzere B6, B12, folik asit ve askorbik asit (C

vitamini) içeriğinde, %60 ila 100 oranlarında kayıp oluşabilmektedir. Ayrıca sütün protein, yağ ve karbonhidrat gibi süt bileşenlerinde sindirilebilirliklerini azaltan önemli değişiklikler görülebilmektedir. Öte yandan açıkta satılan (sokak) sütlerinin bozulmasını önlemek ve raf ömrünü uzatmak için denetim eksikliğini fırsat bilerek karbonat, soda, çamaşır suyu gibi bir takım koruyucu kimyasallar katılabilmekte, süt yağı alınarak su katılabilmektedir. Bu durum halk sağlığını tehdit eden ciddi bir sorundur (Altun ve ark, 2002).

Tablo 2.5. Isı Uygulamasıyla Ortaya Çıkan Vitamin Kayıpları (Coşkun, 1988).

Vitaminler	Çiğ sütün Vitamin İçeriği/100mL	Kayıp (%)			
		Pastörizasyon (72°C, 15 s.)	Sterilizasyon (115°C, 30d.)	UHT	Kaynatma
Tiamin (B1)	45 µg	<10	30	10	10-20
Riboflavin(B2)	180 µg	Önemsiz	Önemsiz	Önemsiz	-
Nikotinic Asit	80 µg	Önemsiz	Önemsiz	Önemsiz	-
Vitamin B6	40 µg	<10	20	10	5-8
Vitamin B12	0,3 µg	<10	<90	10	20
Petotenik Asit	250 µg	Önemsiz	Önemsiz	Önemsiz	-
Biotin	2,0 µg	Önemsiz	Önemsiz	Önemsiz	-
Folik Asit	5,0 µg	<10	50	15	15
Askorbik Asit	2,0 µg	20	90	25	15-20
Vitamin A	30 µg	Önemsiz	Önemsiz	Önemsiz	-
Vitamin D	22 µg	Önemsiz	Önemsiz	Önemsiz	-
Vitamin E	86 µg	Önemsiz	Önemsiz	Önemsiz	-
β-Karoten	17 µg	Önemsiz	Önemsiz	Önemsiz	-

2.3. ORGANİK SÜT

Gıdalardaki kimyasal kontaminasyon endişeleri tüketicinin organik ürünlere yönelmesine ve dolayısıyla organik ürün yelpazesinin genişlemesine neden olmuş ve 2005 yılından itibaren Türkiye'de de hızla gelişen organik gıda pazarına organik UHT süt de dahil olmuştur (Rembiałkowska ve Średnicka, 2009). Organik süt ve süt ürünleri üretiminin ancak organik bitkisel üretim ve organik hayvancılık yoluyla mümkün olabileceği ifade edilmektedir. Söz konusu organik üretimlerin ise sıkı

izleme/denetim altında üretilebileceği ve ancak bu takip ve denetim sonucu sertifikalandırılan sütün organik süt olarak adlandırılabilceği belirtilmektedir (Kara, 2006).

Dolayısıyla organik süt; koruyucu veteriner hekimlik ve hayvan refahı dikkate alınarak genetiği değiştirilmiş yem maddeleri kullanılmadan yetiştirilen hayvanlardan elde edilen hormon, antibiyotik, sentetik kimyasal, pestisit kalıntısı, küf içermeyen, mikrobiyolojik kalitesi uygun sağlıklı ve güvenli süt olmalıdır (Koyuncu ve ark., 2014).

Son yıllarda her ne kadar organik süt sığırıcılığına duyulan ilgide önemli bir artış gözlense de ülkemizde organik süt üretimi yeterli seviyeye ulaşamamıştır. Ülkemizde organik süt sığırıcılığının yeterli seviyeye gelememesinin başlıca sebepleri şu şekilde sıralanabilir (Saner ve Engindeniz, 2007):

- Türkiye’de sığır yetiştiriciliğinde damızlık birlikleri ve yetiştiriciler süt sığırıcılığının en önemli kurallarından olan düzenli kayıt sistemine ilişkin bir bilince ulaşamamışlardır.
 - Türkiye’de meralar kısıtlı, meradan yararlanma olanakları sınırlıdır. Bununla birlikte süt sığırıcılığı işletmeleri yapısal olarak küçük işletmelerdir.
 - Ülkemizde üreticiyi organik üretime ve organik süt sığırıcılığına teşvik edecek devlet politikaları bulunmamaktadır.
 - Tüketiciler, organik süt ve ürünleri konusunda yeterli bilince sahip değildir.
 - Organik ürün üretiminde denetim ve sertifikasyon işlem maliyetleri son derece yüksektir.
 - Hayvan sağlığı ve refahı ülkemizde yeterli değeri görmemektedir.
 - Bu konuda yeterli ekipman, teknik bilgi ve araştırma azdır.
 - Organik süt üretimi pazarında çok güçlü rakip ülkeler bulunmaktadır.

Tablo 2.6. Bazı Avrupa ülkelerinde organik süt üretim miktarları (Saner ve Erdengiz, 2007).

Ülke	Organik süt üretimi (1000 ton/yıl)
Avusturya	300
Danimarka	300
Almanya	28.5
Hollanda	60
Fransa	80
İngiltere	2

2.4. PESTİSİTLER

'Pest' kavramı, tarımsal ürün, insan ve hayvanlara zarar veren canlıların tümünü (istenmeyen böcek, bitki, kemirgen, bakteri vb.) ifade etmektedir. Pestisitler de bu tarım zararlılarının etkisiz hale getirilmesi, uzaklaştırılması veya minimize edilmesi için kullanılan maddeler olarak tanımlanırlar (Anonim, 1999).

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'ne göre pestisit: insan veya hayvan hastalıklarının yayılmasında etkisi olan, gıda üretim zincirinin tüm basamakları (üretim, işleme, depolama, taşıma veya pazarlama) dahil olmak üzere, kayba neden olan herhangi bir zarar vericiyi önlemek, onu imha etmek veya kontrol etmek amacıyla kullanılan herhangi bir madde veya madde karışımıdır (Sharma ve ark., 2019). Tarımsal üretimde son yıllarda hızla artan pestisit kullanımı, tarım ürünlerinde pestisit kalıntılarına ilişkin ciddi halk sağlığı endişeleri yaratmaktadır (Khanehzar ve ark., 2021).

Pestisitler, zararlı hayvan, böcek ve bitkilere karşı kullanıldığında gerçekte çoğu pestisit tüm canlıları neredeyse aynı oranda etkilemektedir. Bununla birlikte pestisitler kullanılan toprakta ve yağmurla sızdığı yeraltı su kaynaklarında yıllarca kalabilmekte ve tüm canlıların vücudunda birikerek yıkıcı sağlık sorunlarına neden olabilmektedir (Güney E, 1992).

Birçok uluslararası kuruluş ve ülke tüketici sağlığını korumak ve gıda güvenliğini sağlamak amacıyla gıdalarda pestisitler kontaminasyonları için maksimum kalıntı limitleri (MRL) adı altında limit değerler belirlemiştir. MRL, gıda ve hayvan yeminde yasal olarak izin verilen pestisit kalıntısına ait en yüksek değerleri ifade etmektedir. Yine gıdalarda MRL'nin uygunluğunu izleyebilmek amacıyla

hükümetler tarafından çeşitli mevzuat ve yaptırım mekanizmaları da uygulanmaktadır (Jallow ve ark., 2017).

Ülkemizde gıda ürünlerindeki kalıntı pestisitlerin MRL'ne ilişkin düzenlemeler 23/2/2005 tarihinde yayımlanan “Bitkisel ve Hayvansal Gıdalardaki Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Hakkında Avrupa Parlamentosu ve Konsey Tüzüğü” baz alınarak hazırlanmış ve Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 27 Eylül 2021 tarihinde “Türk Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği” ismiyle yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Tablo 2.7. Pestisitlerin tehlike dereceleri (WHO, 2020).

Sınıf	Tehlike derecesi	Sıçan için LD50 (mg kg-1 vücut ağırlığı)			
		Ağız yoluyla		Deri yoluyla	
		Katı	Sıvı	Katı	Sıvı
1a	Son derece tehlikeli	<5	<20	<10	<40
1b	Yüksek derecede tehlikeli	5-50	20-200	10-100	40-400
2	Orta derecede tehlikeli	50-500	200-2000	100-1000	400-4000
3	Hafif derecede tehlikeli	>500	>2000	>1000	>4000
U	Akut tehlike oluşturma olasılığı düşük				

2.4.1. Pestisitlerin Hedef Canlıya Etki Mekanizması

Pestisitlerin birçoğu zararlı canlıların sinir sistemini etkileyerek onların ölümüne neden olurlar. Bu kimyasallardan organofosfatlar bir nörotransmitter maddeyi düzenleyen enzim yapısını etkileyip, sinir sistemini oluşturan nöronlar arası iletişimi bozarak etkilerler ve bunlar pratikte böcek ilacı olarak kullanılırlar (Bertolote ve ark., 2006; Ye ve ark., 2013). Karbamat grubu pestisitlerde organofosfatlılar gibi asetilkolinesteraz adı verilen bir enzimi inhibe ederek sinir iletimini engellerler. Bu da böceklerin kas kasılmalarını kontrolsüz yapmalarına ve onların bu kasılmalar sonucu ölümüne yol açar. Fakat enzim etkileri genellikle geri dönüşümlüdür. Bazı pestisitler ise böceklerin yedikleri besinler aracılığıyla zehirlenmelerine yol açabilirler. Böcekler pestisidi yediklerinde, pestisit onların iç organlarına yayılır ve ölümüne yol açabilir. Kimi pestisit grubu kimyasallar ise böceklerin büyüme ve gelişmelerini engelleyen hormonlar içerebilir. Bunlar, böceklerin larva aşamasından ergin aşamasına geçişini engeller ve üremelerini durdurabilir (Dogan ve Karpuzcu., 2019).

2.4.2. Pestisitlerin Hedef Olmayan Canlılara Etki Mekanizması

Hedef alınan canlılar da olduğu gibi hedef alınmayan canlılar da benzer yollar ile pestisitlere maruz kalırlar. Maruz kalmanın tamamına yakını deri yoluyla olur (Bertolote ve ark., 2006). Sıçrama, dökülme veya sürme sonucu veya ilaç uygulanması için kullanılan ekipman temizlenirken ya da düzenlenirken cilt yoluyla emilim meydana gelebilmektedir. Bu maruziyeti ortadan kaldırmak için ilaç uygularken veya hazırlarken astarsız, kimyasala dayanıklı eldiven kullanımı gereklidir. Çoğu pestisit için minimum dermal koruma için uzun kollu kıyafetler (gömlek, pantolon, eldiven, ayakkabı) seçilmelidir. Tulum, su geçirmez şapka ve astarsız lastik çizme giyerek önlem artırılabilir.

Bir başka maruziyet yolu ise solunum yoludur (Ye ve ark., 2013). Birçok toksik kimyasal için dolaşım sistemine akciğerler vasıtasıyla girişin en hızlı ve doğrudan yolu solunum sistemidir. Solunum yolları özellikle pestisit tozları, gazlar, buharlar veya küçük sprey damlacıklarından korunmalıdır. Solunum yolunu korumak için maskeler amaçlarına uygun şekilde ve üreticinin talimatlarına uyularak kullanılmalıdır. Bazen kazara ağız yoluyla maruz kalma, pestisitlerin orijinal kabından alınıp etiketlenmemiş bir şişeye veya yiyecek kabına konulması durumunda sıklıkla meydana gelebilmektedir (Alengebawy ve ark., 2021). Bundan da en çok etkilenen kesim çocuklardır. Pestisitler sadece orijinal kaplarında saklanmalı, kullanıldıktan sonra kaplar imha edilmeli, asla farklı yiyecek ve içecek kaplarına aktarma yapıp kullanılmamalıdır. Bu kaplar özellikle içeriğin zehirli olduğuna dair simgeler taşıyan etiketi sökülmeden barındırılmalı ve çocukların ulaşabileceği yerlerde muhafaza edilmemelidir. Kabın püskürtme ucunu temizlemek, pestisiti tank veya konteynirden sifonlamak için asla ağız kullanılmamalıdır. Pestisitlerle temas ettikten sonra, eller ve yüz bol sabunlu su ile iyice yıkanmalıdır. Gözler birçok diğer kimyasal maddede olduğu gibi pestisitlere karşıda çok hassastır ve büyük miktarda kimyasal maddeyi absorbe edebilirler. Kontamine eller veya giysilerle gözlerin ovulması gözde ciddi sıkıntılara neden olabilir. Özellikle kimyasallar karıştırılırken ve tozlarla uğraşılırken pestisitlerin gözlerle kaçmamasına özen gösterilmelidir. Bu gibi durumlar için gözlükler veya tam yüz siperliği kullanılmalıdır (Hamey, 2001).

2.4.3. Pestisitlerin Tarihçesi

Pestisitler eski çağlardan beri sınırlı ölçüde kullanılmaktadır. Yaklaşık M.Ö. 1550'de yazılan Ebers Papirüsü, pireleri evden uzaklaştırmak için yapılan hazırlıkları listelemiştir. Eldeki en eski kayıt ise, Homeros'un (M.Ö. 1000 civarı) Odysseus'un "...salonu, evi ve avluyu temizlemek için" kükürt yaktığını söylemesidir (Odyssey XXII, 492–494). Yunanlı bir doktor olan Dioscorides (M.S. 40-90), kükürt ve arseniğin toksik özelliklerini bildiği değerlendirilmektedir. M.S. 900'lü yıllara gelindiğinde çinlilerin bahçe böceklerini kontrol altına alabilmek için arsenik ve sülfür kullandığını gösteren kayıtlar bulunduğu belirtilmektedir. Batı Dünyasında 1669 yılında, arseniğin bal ile birlikte karınca yemi olarak kullanıldığı bildirilmektedir. 17. yüzyılın sonlarına doğru tütünün bitki bitlerine karşı kullanıldığı belirtilmiştir. Hidrosiyanik asidin Mısırlılar ve Romalılar tarafından fumigant olarak kullanıldığı, 1854'ten 1980'li yıllara kadar karbon disülfürün böcek fumigantı olarak kullanıldığı rapor edilmektedir (Costa, 1987).

Diklorodifeniltrikloroetan (DDT) ilk olarak 1874 yılında Othmar Zeidler tarafından sentezlenmiş, 1939 yılında İsviçreli kimyager Paul Müller ise DDT'nin en etkili insektisit olduğunu ilan etmiştir. Paul Müller'in bu keşfi ona 1948 yılında fizyoloji ve tıp dalında Nobel ödülünü kazandırmıştır. Avrupa'da DDT'nin yaygın olarak kullanımı 1944 yılında Napoli'de tifüs salgını ve II. Dünya Savaşında saç biti ve sıtma ile mücadele dönemine denk gelmektedir. 1940'lardan itibaren DDT, tarım alanlarında zararlılarla mücadele amacıyla tüm dünyada yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Bertomeu-Sánchez, 2019).

DDT'nin etkili öldürücü özelliği göz önüne alındığında, araştırmalar çok çeşitli sentetik organik pestisitlerin üretimine odaklanmıştır (Bertomeu-Sánchez, 2019). Günümüzde tarımsal üretimde zararlıları kontrol altına almak amacıyla 1000'den fazla çeşit pestisit kullanılmaktadır. Pestisit olarak kullanılan ilk maddeler, fungusit olarak kullanım alanına sahip kükürt ve yine fungusit ve insektisit olarak kullanılan bakır, arsenik ve demir tuzları gibi organik olmayan maddelerdir. Avrupa'da 1800'lü yıllarda fungusit olarak kullanılan ve M.Ö. 1000 yıllarında Çinliler tarafından

fumigant olarak kullanılan sülfürün, günümüzde de halen pestisit olarak kullanılmaya devam edildiği bildirilmektedir.

Japonlar 16. yüzyılda, sirke ve balina yağı karışımını ve Çinliler 17. yüzyıl sonlarında arsenik bileşiklerini ve tütün yapraklarından elde edilen sıvıyı bu amaçla kullanırken, 19. yüzyılda, bakır sülfat, kireç gibi maddeler pestisit olarak kullanılmıştır (Yıldız ve Dağlıoğlu, 2010). Pestisit kullanılmadığı takdirde tarımsal üretimde %40 oranında kayıp yaşanabileceği bu kaybın göze alınamayacağı gerçeğinden yola çıkarak, asıl sorunun bilinçsiz pestisit kullanımının önüne geçmek olduğu ileri sürülmektedir (Pala, 2018).

2.4.4. Pestisitlerin Süte Bulaşma Yolları

Pestisitlerin süte bulaşma yolları sağım öncesi ve sağım sonrası bulaşma diye ikiye ayrılmaktadır. Sağım öncesi bulaşma da kendi içinde doğrudan ve dolaylı bulaşma olarak ikiye ayrılmaktadır. Doğrudan bulaşmada hayvanın antiparaziterler, aşılamalar gibi koruyucu hekimlik uygulamaları yada hastalık sonucu hayvanı tedavi etme amacıyla kullanılan çeşitli antibiyotikler ya da hayvan barınaklarının dezenfeksiyonu veya tarlaların ilaçlanması sırasında solunum ve deri yoluyla hayvanın ilaca maruz kalması şeklinde olmaktadır. Dolaylı bulaşma ise, hayvan yemi ve su yoluyla olan bulaşmadır. Sağım sonrası bulaşma, koruyucu önlemler alınmadan yapılan ilaçlamalar sonrasında sağım makine ve ekipmanının pestisitlerle bulaşması şeklinde olmaktadır. Bu tür bulaşmanın sıklıkla süt toplama merkezlerinde veya fabrikalarda olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2002b).

Pestisitlerin, hayvanların ekzo-parazit uygulamalarında veya pestisit bulaşmış yemlerle beslenmeleri sonucu bulaştığı belirtilmektedir. Hayvanlara bulaşması demek et ve et ürünlerinde olduğu gibi süt ve süt ürünlerinde de pestisitlerin bulunması demektir. Tüm dünyada, pestisitlerin süt ve süt ürünlerinde bulunduğunu . ortaya koyan çeşitli çalışmalara rastlanılmaktadır. Söz konusu çalışmalarda, en çok organoklorlu pestisitlerin varlığı araştırılmıştır. Kimyasal yapılarından dolayı yağda iyi çözünen organoklorlu pestisitler, insan vücudunda da büyük yer kaplayan yağ dokusunda çözünerek birikime neden olmaktadır. Anne sütü ile anneden bebeğe geçtiği de çalışmalar tarafından ortaya konduğunda, pestisitler üzerindeki çalışmalar

daha da önem kazanmaktadır. Süt ve süt ürünlerinin, her yaş grubunda sıklıkla tüketilen gıdalardandır. Bu sebeple pestisitlerle ilgili bu alandaki çalışmaların artış göstermesi gayet doğaldır. Söz konusu çalışmalarda, yoğurt üretimi sırasında pestisit miktarlarının az veya çok oranda azaldığı ortaya konulmuştur. Bunun nedeni olarakta yoğurt üretimi esnasında süte uygulanan ısıtma işleminin, kullanılan starter kültür çeşidinin, sütün yağ oranının, inkübasyon süresinin ve sütte bulunan pestisitlerin kimyasal yapılarının pestisit miktarlarındaki azalma düzeyini etkilediği belirtilmektedir (Abou-Arab 1999a; Donia vd. 2010; Bo ve Zhao 2010; Bo vd. 2011; Duan vd. 2018). Tablo 2.7’de AB ülkelerinde 1993-95 yıllarında kullanılan pestisit miktarları verilmektedir.

Tablo 2.8. AB ülkelerinde 1993-1995 tüketimlerine göre hektara düşen ortalama pestisit miktarları (Erdem Ö, 2010).

Ülkeler	Pestisit tüketimi (kg/hektar)
Almanya	2,6
Avusturya	4
Belçika	1,2
Danimarka	1,7
Finlandiya	1,2
Fransa	5,6
Hollanda	13,8
İngiltere	6,4
İrlanda	8
İspanya	2,3
İsveç	4,4
İtalya	9,3
Lüksemburg	4,4
Portekiz	6
Yunanistan	13,5
Türkiye	0,5

Bu değerler, Türkiye’nin AB ülkelerine göre daha az pestisit kullandığını göstermektedir.

Tablo 2.9. Bazı organoklorlu pestisitlerin Türkiye’de yasaklanma tarihleri (Dervişoğlu ve ark., 2014)

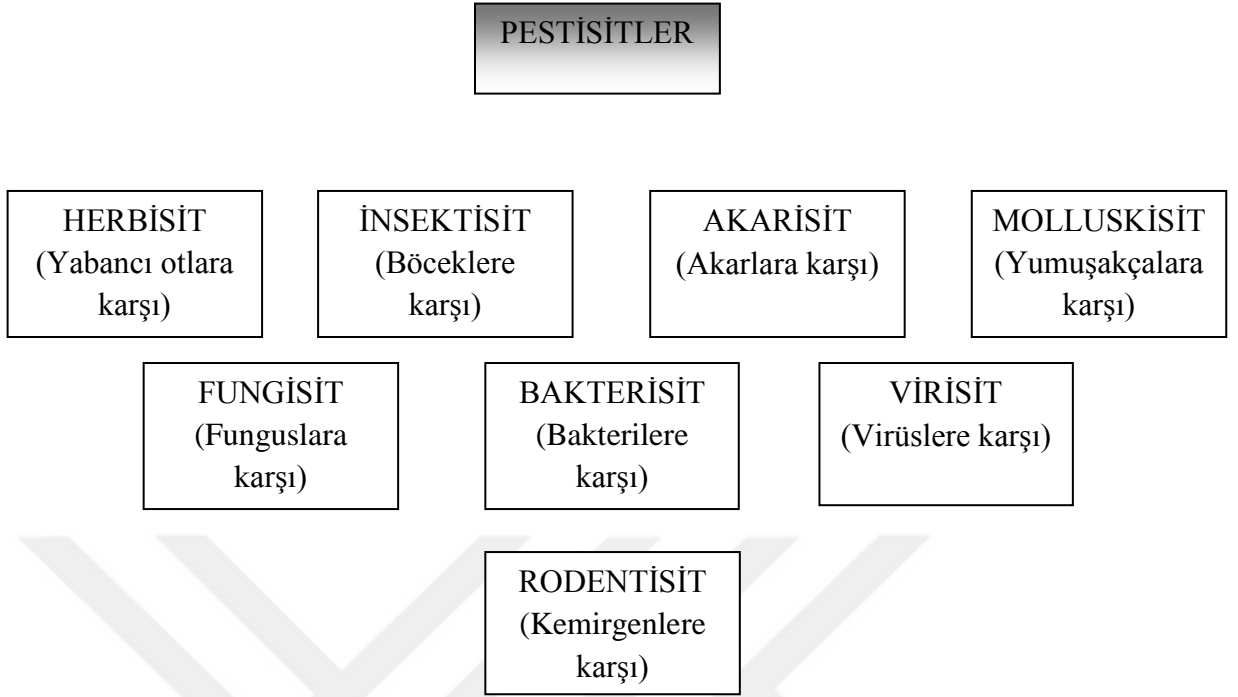
Organoklorlu pestisitler	Türkiye’de yasaklanma tarihleri
Heptaklor	1979
Endosülfan	2009
DDT	1985
Aldrin	1979
Dieldrin	1971
Endrin	1979
HCH	1985
Lindan	1979

2.4.5. Pestisitlerin Sınıflandırılması

Pestisitler kullanım alanlarına ve kimyasal yapılarına göre sınıflandırılabilir (Karakaya ve ark., 1992).

Kullanım Alanlarına Göre

Pestisitler kullanım amaç ve alanlarına göre aralarında birçok farklı sınıfa ayrılmışlardır. Bunlar aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Pestisitlerin kullanım alanlarına göre sınıflandırılması (Karakaya ve ark., 1992)

Kimyasal Yapılarına Göre

Günümüzde tüm dünyada tarımsal amaçlı olarak farklı kimyasal yapıya sahip yüzlerce pestisit kullanılmaktadır. Yaygın kullanımları nedeniyle toprak, su, hava gibi çeşitli çevresel matrikslerde tespit edilmektedir. Pestisitleri kimyasal yapılarına göre; organik klorlu, organik fosforlu ve karbamat grubu pestisitler olmak üzere üç ana başlık altında sınıflandırılmaktadır.

Organoklorlu Pestisitler

Organoklorlu pestisitler tarımsal amaçlarla yaygın olarak kullanılmaktadır. Pestisit kullanımı böceklerin yaydığı hastalıkların görülme sıklığını azaltmakta dolayısıyla mahsul verimini artırmaya ve ürün kalitesini iyileştirmeye yardımcı olmaktadır.

Bu grup bileşiklerinin ortak özellikleri; yapılarında karbon-klor bağları bulundurmaları, ayrıca karbon, klor, hidrojen ve oksijen bulundurmaları, siklik karbon halkasına sahip olmaları ve suda değil yağda iyi çözümleridir (Güvenç D, 2008).

Yağda çözünlükleri iyi olduğundan insan ve hayvan vücut yağlarında depolanma eğilimleri bulunmaktadır. Ayrıca bu grup pestisitler, bulunduğu ortam yada organizmada yıllarca kalabilecek dayanıklılıktadır (Stefanelli ve ark., 2004). Bu pestisitlerden bazıları ve en önemlileri; Heksaklorosikloheksan, DDT, dieldrin, aldrin, lindan, endrin, klordan, endosülfan, mireks, heptaklor, izobenzen, metoksiklor, pentaklorofenoldur.

DDT (Diklorodifeniltrikoloretan)

İlk kullanılmaya başlanan pestisit olan DDT (diklorodifeniltrikoloretan) 1847 yılında sentez edilmiş olsada böcek öldürücü özelliğinin keşfedilmesi 1939 yılında bulmuştur. Paul Müller bu pestisidin insektisidal olduğunu açıklamış ve o sıralarda yaşanan ikinci dünya savaşını bitiminden sonra da sıtma, büyük kitleleri etkisi altına alan tifüs, tifo, lekeli humma ve kolera gibi salgın hastalıklara karşı yıllar boyu kullanılmıştır (Anonim, 1998a).

Yapılan farklı çalışmalarda bu pestisitlerin hormonal sistem üzerine çeşitli olumsuz etkileri de fark edilmiştir. DDT'nin *op'* izomerlerinin östrojenik etkili olduğu, bu etkilerini α ve β östrojen reseptörüne bağlanarak gösterdikleri belirtilmiştir. Bu grup pestisitlerin daha yaygın ve daha dayanıklı olmalarından dolayı diğer gruplara göre çok daha ciddi çevre kirliliğine sebep oldukları bilinmektedir (Costa LG, 2008).

Aldrin

Mısır, pamuk ve patates gibi ürünlerin üretiminde beyaz karıncalar gibi toprakta bulunan zararlılarla mücadele etmek amacıyla kullanılan bileşiklerden olan aldrin, bitkiler ve hayvanlarda, özellikle yoğun asit ve fenol bulunan ortamlarda çok hızlı bir biçimde metaboliti olan dieldrin bileşiğine dönüşmektedir (Tomlin CDS, 2003).

Diieldrin

Diieldrin; aldrinin oksijenli ortamda dönüştüğü madde olup kalıcılığı aldrin'den daha yüksektir. Endrin'in stereo izomeri olup, topraktaki partiküllere sıkıca bağlanır ve yüzey sularında da kalıcılığı yüksektir (Anonim, 2001). Hayvanlarda ve insanlarda diieldrin olarak depo edilir ve vücuttan atılımı çok yavaştır (Anonim, 2003).

Lindan

Organik klorlu pestisitlerden olan lindan, bitki ile beslenen böceklerle mücadelede geniş amaçlı olarak kullanılmaktadır. Tarla mahsullerinin korunmasında, depolarda, böcek kaynaklı hastalıkların önlenmesinde yaygın kullanım alanı bulmuştur. Lindan, heksaklorosikloheksan kısaca HCH'nin gama izomeridir. Lindan bünyesinde beş farklı izomer bulunmasına rağmen bunlar arasında en büyük paya (% 99) sahip olan ve en etkili olan gama izomerdir (Yücer, 2006). Yapılan çeşitli deneysel çalışmalar lindanın, merkezi sinir sisteminde, karaciğerde, böbrek ve pankreasta toksik etkili olduğu ortaya koymuştur (Buhler DR, 1989).

Endosülfan

α ve β olmak üzere iki izomerden oluşan endosülfan 1950'lerde geliştirilmiş bir insektisittir. Başta üzüm olmak üzere meyve ve sebzelerin yetiştirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Endosülfan izomerleri, suda parçalandığında endosülfandiol, topraktaki parçalanma ürünü ise endosülfansülfattır (Anonim, 1984a).

Heptaklor

Tarımda toprak, tohum ya da direkt olarak yaprağa uygulanabilen sentetik yapıda ve kalıcı bir insektisit olan heptaklor 1953-1974 yılları arasında tarımda bol bol kullanılması sonucunda toprağa ve yüzey sularına geçmiştir. Heptaklor molekülleri toprağa güçlü bir şekilde bağlanan ve suda kolay çözünmeyen moleküllerden olup ılıman topraklarda yarılanma ömürleri yaklaşık iki yıldır (Anonim, 1984b).

Heptaklorepoksit

Heptaklorun bozulması sonucu ortaya çıkan en tehlikeli üründür. Heptaklor, bir saat içinde heptaklorepoksite dönüşebilecek yetenektedir. Toprakta çok kalıcı olan bu kimyasal heptaklordan farklı olarak pestisit amaçla kullanılmamakla birlikte kullanımı birçok ülkede ya yasaklanmış ya da kısıtlanmıştır (Anonim, 1993). Kullanılmaya başlandıktan bir süre sonra organik klorlu pestisitlerin birtakım sağlık sorunlarına neden olduğu ortaya konmuştur. İlk olarak 1960'lı yıllarda, kuşlarda yumurta kabuğunda incelmelere, üreme sorunlarına yol açtığı ve ölüm oranını

arttırdığı bildirilmiştir (Wright DA, Welbourn P, 2002). Heptaklorun halk sağlığı açısından değerlendirildiği çalışma sayı ve çeşitliliği arttıkça 1970'li yıllarda toksik etkileri kesin bir şekilde ortaya konmuş ve birçok AB ülkesinde kullanımları kısıtlanmış veya yasaklanmıştır (Çok ve ark., 1997). Ülkemizde ise lindan ve aldrinin kullanımları 1979 yılında yasaklanmış, 1978'de DDT ve HCH kullanımı sınırlandırılmış ve nihayet 1985 yılında tamamen yasaklanmıştır (Acara, 2006).

Türkiye'de Organoklorlu Pestisitlerin Kullanımı

Türkiye'de en yaygın kullanılan pestisit grubu ilaçlardır. 1999 yılında toplam kayıtlı ürünün %38,74'ünü ve toplam aktif bileşenlerin %30,43'ünü oluşturan bu insektisitler klorlu hidrokarbonlar ve organofosfatlar gibi tarım zararlılarını kontrol etmek için başarıyla kullanılmıştır. Bununla birlikte pestisitlerin hemen hepsi sadece insektler değil tüm canlılara zarar vermekte, ekosistemde tür çeşitliliğinin azalmasına dolayısıyla ve ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Bunun ötesinde sık kullanılan kimyasallara karşı hızla gelişen direnç, entegre haşere yönetimi (IPM) programlarının bir parçası olarak yeni alternatiflerin ve ekolojik açıdan daha kabul edilebilir böcek kontrolü yöntemlerinin araştırılmasına hız kazandırmaktadır. Bu sebeple son yıllarda tarımsal zararlılara karşı seçici özelliklere sahip yeni insektisitler piyasaya sürülmüştür (Durmuşoğlu, 2000).

Organofosforlu Pestisitler

Dimetoat, parathion, malathion, diklorvos, fenthion, klorpirifos, klorfenvinfos, glifosat gibi organofosforlu pestisitler, İkinci Dünya Savaşı sırasında Almanya'da, Colorado patates böceği'ne karşı kullanılmak üzere geliştirilmiş ve bu keşif, İkinci Dünya Savaşı için sinir gazlarının geliştirilmesine ilişkin Alman araştırmalarına konu olmuştur. OP'ler fosforik asitten üretilmekle birlikte mevcut en toksik insektisitlerin bazılarını da içermektedir. Yapıları ışık maruziyetiyle bozulmakta ve hızla toksik olmayan bileşiklere parçalanmaktadırlar. Organoklorlu pestisitlerin bozulması aylar sürerken, OP'ler birkaç saat veya gün gibi oldukça kısa süreler içinde gerçekleşebilmektedir. OP'ler günümüzde en yaygın kullanılan insektisitlerdir (Zhao ve Wang, 2012a).

Alifatikler (düz zincirli OP'ler) arasında malathion en yaygın kullanılan insektisittir ve bu gruptaki en güvenli ve yaygın etkili insektisitlerden biri olarak kabul edilmektedir. Alifatiklerin birçoğu dimetoat, disülfoton, forat, terbufos, ethoprop gibi sistemik insektisitlerdir. Bu gruptaki diğer yaygın insektisitler ise; asefat, metamidofostur.

B. Fenil türevleri (yapıdaki benzen veya fenil halkası)dir. Bunlar daha fazla stabiliteye sahip olmakla beraber kalıntıları neredeyse her zaman alifatiklerden daha uzun süre dayanır. Parathion ise bu grubun eski tarihe sahip insektisitlerinden biridir. Etil paration 1947'de yaprak bitleri için dünyaya sunulmuş sonrasında çok toksik olduğu ortaya konmuştur. 1949'da metil parationun kullanıma girmesiyle etil paration kullanımı ortadan kalkmıştır. Parathion, insanlarda ölümcül hastalıklara yol açan bir kimyasaldır (Kavuklu Ö, 2005).

Karbamatlar

Aldikarb, karbofuran ve ziram gibi karbamat pestisitler, endokrin bozucu aktiviteye, üreme bozukluklarına ve hücrel metabolik mekanizmaları ve mitokondriyal fonksiyonların bozulmasıyla ilişkilendirilen diğer bir pestisit grubudur. Bunun ötesinde yapılan in vitro çalışmalar, karbamat pestisitlerin hamster ovaryum hücrelerinde sitotoksik ve genotoksik etkiler ortaya koyduğunu, insan immun hücrelerinde ve doğal öldürücü hücrelerde apoptozis ve nekrozu indüklediğini ayrıca T lenfositlerde apoptozisi tetiklediğini bildirmektedir (Li Q ve ark., 2015).

Bunun ötesinde karbamat pestisitler kategorisine ait olan karbarilinhepatikaril hidrokarbon reseptörleri için ligant benzeri etki gösterdiği ve diyoksintoksisite mekanizmasında transkripsiyon faktörü olarak sürece dahil olduğu onaylanmıştır. Karbamat pestisitlerin ayrıca nörodavranışsal etkilere, demans hastalık riskinde artışlara ve nonhockinlenfoma olgularına neden olduğu yönünde güçlü kanıtlar ortaya konmuştur (Samsel ve ark., 2013).

Pestisitlere ait Diğer Gruplar

Atrazin, simazin ve ametrin gibi triazinler endokrin bozucu ve üreme toksisitesine neden olan diğer bir pestisit grubudur. Bunun ötesinde triazin pestisitlerle göğüs kanser insidensi arasında pozitif korelasyonlar rapor edilmiştir. Atrazin, en bilinen triazin grubu pestisit olmakla birlikte en yaygın kullanılan, oksidatif stres oluşumuyla ilişkilendirilen , sitotoksik ve dopaminerjik etkileri ile bilinen pestisitlerdir. Deney hayvanlarının atrazin maruziyetine tabi tutulduğu çalışmalarda hayvanlarda üreme sorunları ve cinsel olgunluğun geciktiği belirtilmektedir (Song ve ark., 2014).

Sentetik piretiroidlerden fenvalerat, permetrin ve sumitrinler ise günümüzde tarımsal ve halk sağlığı amaçlarıyla kullanılan pestisitler arasında en güvenli insektisitler olarak bilinmektedir. Bununla birlikte bunların da deney hayvanlarında endokrin bozucu ve üreme parametrelerini negatif etkilerini vurgulayan çalışmalar bulunmaktadır. Ayrıca, yapılan güncel bir çalışma, piretroid metabolitlerinin sperm DNA'sında ciddi hasarlara neden olduğunu ve diğer muhtemel üreme problemlerine de yol açabileceğine yönelik endişeleri bildirmektedir. Etkenin muhtemelen gelişimsel nörotoksositeye yönelik etkilerinin de olabileceğinin altı çizilmektedir (Kolaczinski JH, Curtis CF, 2004).

İmidakloprid, guadipyr ve tiyakloprid gibi neonikotinoid pestisitler kısmen daha yeni olmakla birlikte, çok yaygın kullanım alanı bulmuş, hedef organizma olmayan genel kullanımlar için çok daha az riskli olan pestisitler olarak bilinmektedir. Bununla birlikte aksini iddia eden, bu pestisitlerin arılar üzerine negatif etkilerini vurgulayan çalışmalar da bulunmaktadır. İlaveten bunların hayvanlarda endokrin ve üreme sistemleri üzerine muhtemel etkileri , göğüs kanseri ve gelişim geriliklerine ilişkin etkileri de rapor edilmiştir (Caron-Beaudoin É ve ark., 2016).

2.4.6. Pestisit Alternatifleri

Pestisitlerin birçok zararı bulunurken pestisit kullanmadan önce alternatif pest kontrol yöntemleri göz önüne alınmalıdır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), pestisit kullanımının mümkün olduğunca azaltılmasını, mümkünse kullanılmamasını önermektedir. Mümkün olduğunca kimyasal olmayan haşere yönetimleriyle sorunu

çözmenin yolları aranmalıdır. Pestisit kullanımının gerçekte ne ölçüde gerekli olduğu belirlenmeli, alternatif yöntemlerin başarısız olduğuna emin olunmalıdır. Pestisit kullanmaya mecbur kalırsa bile, kullanımını düşük tutmak amaçlanmalı ve sadece gerçekten ihtiyaç olduğunda pestisit kullanımı seçeneği uygulanmalıdır. Unutulmamalıdır ki fazla miktarda pestisit kullanımı, topraktaki mikroorganizmaları öldürerek biyolojik dengeyi bozar ve uzun vadede negatif sonuçlara yol açar (Kaliaa ve Gosalb, 2011; Jacobsen ve Hjelmsø, 2014; Houdart ve ark., 2009). Zararlı organizmaları kontrol ederken daha çevre dostu ve sürdürülebilir alternatif yöntemlerin kullanılabilirliğini değerlendirmek önemlidir. Bu yöntemler arasında organik tarım uygulamaları, biyolojik mücadele, kültürel kontrol ve tuzaklama bulunabilir (Sun ve ark., 2018). Geleneksel ve organik üretim yapan çiftçiler kültürel mücadele kapsamında, dayanıklı bitki, tuzaklardan yararlanma, topraktaki organik madde miktarını ve toprağın içerdiği mikrobiyal popülasyonun artışını sağlayan ürün rotasyonu, örtücü bitkiler, kompost ve işlenmiş hayvan gübreleri gibi yöntemler kullanmışlardır (Soylu ve ark., 2020). Bunlar dışında bitki uçucu yağ ve ekstraktların kullanımı, nanoteknolojik ürünlerin kullanıldığı yaklaşımlar, fungal, bakteriyel, viral kökenli biyolojik etmenlerden geliştirilmiş biyopreparatlar, bitkileri hastalıklara dayanıklı uyaran biyotik ve abiyotik “Bitki Aktivatörleri”nin kullanımı sayılabilir (Mengulluoglu ve Soylu, 2012; Kiracı ve Karataş, 2015; Sülü ve ark., 2016; Bozkurt ve ark., 2020; Şahin ve ark., 2021). Bitki aktivatörleri uygulandığında reseptörler zararlı varlığı algılayıp hücrelere sinyal göndererek bitki savunma sistemini etkin hale geçirdikmesiyle bitki zararlılara karşı uzun süre korunurken bitkide yüksek verim sağlanmaktadır (Soylu ve ark., 2003).

Biyolojik mücadele, böcekleri doğal düşmanlar veya zararlı organizmalar (avcı böcekler veya parazitler) kullanarak kontrol etmek için kullanılır. Bu mücadele, böcek popülasyonunu azaltabilir veya dengede tutabilir (Bertolote ve ark., 2006; Dogan ve Karpuzcu 2019; Weisner ve ark., 2021).

Bitkisel kökenli pestisitler çeşitli bitkilerden farklı yöntemlerle elde edilirler. Zengin biyoaktif kimyasal kaynağı oluşturdukları ve sahip oldukları metabolitler sebebiyle özellikle zararlı organizmalara karşı alternatif bir yöntem olarak görülmektedir

(Cosimi ve ark., 2009; Qin ve ark., 2010; Pavela ve ark., 2010). Bitkisel kökenli pestisitler ormanda bulunan çok sayıda bitki türlerinden (çam, servi, okaliptus, çay ağacı, adi ardıç ağacı, zakkum vb.) zararlı organizmalarla savaşmak için elde edilmektedir (Erdoğan, 2013). Örneğin zakkum bitkisi antibakteriyel, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antinosiseptif ve antitümör gibi özelliklere sahiptir. Zakkumun kökleri, kabuğu, gövdesi, yaprakları ve çiçekleri böcek öldürücü ve beslenmeyi engelleyici aktiviteye sahip olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Ali ve ark., 2010). Bu bileşikler fumigant (Choi ve ark., 2006), değme etkili böcek öldürücüler (Tang ve ark., 2007), uzaklaştırıcılar (Islam ve ark., 2009) ve beslenmeyi engelleyiciler (Gonzalez ve ark., 2006) olarak işlev görmektedir. Bunlardan bazıları zararlı organizmaların büyüme hızını etkilerken (Nathan ve ark., 2008), bazıları ise yaşam süresi ve üreme gibi biyolojik aktivitelerini etkilemektedir (Işıkber ve ark., 2006). Bitkisel pestisitler sentetik pestisitlerin aksine toksik madde yaymamakta, kalıntı oluşturmamakta, kısa zamanda ayrışmadığı için toprak ve su kirliliklerine yol açmamaktadır. Bu avantajlarından dolayı bazı bitkisel preparatlar sentetik pestisitler yerine çok sayıda zararlının mücadelesinde kullanılmaktadır (Mazid ve ark., 2011; Senthil-Nathan 2015). Bu preparatlar özellikle zararlı üzerinde uzaklaştırıcı, beslenme engelleyici, gelişmeyi engelleyici, sağlıksız birey oluşturma, yumurta bırakmayı önleyici gibi olumsuz etkiler yapmaktadır (Schmutterer, 1990).

Tuzaklama yönteminin prensibi farklı bitki tür ve çeşitlerine karşı her zararlının tercihlerinin farklı olmasına dayanmaktadır. Diğer mücadele yöntemlerinde çeşitli güçlükler bulunmasına karşın çiftçiler bu yöntemle yönlendirilebilir. Kimyasal pestisitlerin uygulama sıklığı, maliyeti, gıdalarda kalıntı bırakması gibi sebeplerden dolayı bu alana ilgi duyulmuştur. Tuzak bitki kullanımında zararlıların bitkilere ulaşması engellenebilir, ilaçlama sadece tuzak bitkiye yapıp tüm alanın ilaçlanmasına oranla kazanç elde edilir, pestisitlerin kaplama olarak kullanılmasının önüne geçilir ve böylece çevrede sızma ve bulaşmalarda minimuma inerek kalıntı bırakma çok daha az yaşanmaktadır (Kloen ve Altieri, 1990).

Ülkemizde bu konuda bir çalışmaya henüz rastlanmasada Avrupa ve Amerika'da çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Daha Temiz ve Güvenli Tarım Uygulamalarına Olan İhtiyaç-Organik Tarım

Mevcut tarım uygulamaları halen, yüksek verim, insan, vahşi yaşam ve doğa üzerine negatif etkileri bilinen kimyasalların gereğinden fazla kullanımına dayanmaktadır. Dolayısıyla agrokimyasalların kullanımının kısıtlandığı, sürdürülebilir uygulamaların ön planda olduğu acil stratejik yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Günümüz tarım uygulamaları halk sağlığını daha az tehdit eden doğa dostu uygulamalar olmak zorundadır. Bu kriterlere uygun hale gelebilmesi için tarım uygulamalarının reforme edilmesi, tarım sektöründeki sürekliliği sağlamanın en önemli adımı gibi görünmektedir (Caron-Beaudoin ve ark., 2016).

Agrokimyasalların sadece gerektiği kadar ve gerektiği zaman uygulanması yoluyla kullanımının azaltılması durumunda toprağa ve ürüne ait faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir. Bu durumda teknolojik sistemlere, coğrafik bilgi sistemlerine , global pozisyonlanma sistemlerine ve çeşitli sensörlere ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu teknolojik sistemler, çevre ve su kirlilik risklerini azaltmada ve daha az kimyasal kullanımından kaynaklanan ekonomik kazanımların artmasına yardımcı olacaktır (Caron-Beaudoin ve ark., 2016).

Burada makine odaklı prosedürlerin entegre edilmesi gibi bir reform sürecine yönelip insan odaklı karakterlerin kaybedilmesi istenen bir durum olarak yorumlanmamaktadır. İnovatif teknolojik metotların yardımıyla, kimyasal kullanımların azaltılabileceği veya tamamen terk edilebileceği belirtilmektedir. Avusturya ve İsviçre sınırına yakın bir İtalyan Köyü'nde lokal olarak alınan bir kararla pestisit kullanımı tamamen yasaklanarak pestisitlerden arı gıda üretimi başlatılmış ve bunun Avrupalı üreticiler için öncü olabilecek bir örnek olabileceği belirtilmiştir. 2014 yılında bahsi geçen köyde yapılan referandum sonucunda halkın %70'inden fazlasının pestisit kullanımına karşı oy kullandığı bildirilmektedir (Nicolopoulou-Stamati ve ark., 2016).

Tarımın endüstrileşme süreci, bölgesel toplulukların üstesinden gelemeyeceği ekonomik, sosyal ve çevresel birtakım problemleri beraberinde getirmiştir. Fazla miktarda gıda üretimi, ihracat odaklı tek tip üretim, düşük maliyetli işgücü talepleri

ve endüstrileşmenin diğer karakteristikleri, açlık ve yetersiz beslenme gibi problemleri çözmede yetersiz kalmıştır. Gıdanın adaletsiz dağılımı, tarım alanlarının ve su kaynaklarının bilinçsiz kullanımı, agrokimyasalların aşırı kullanımı ve aşırı doğa tahribatı, dominant tarım modellerinin bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Dominant tarım modelleri, doğal ortamlardaki kimyasal yükleri çok artırmıştır. Bunun ötesinde uluslararası agrokimyasal üretim şirketleri, geleneksel lokal şirketleri sınırlayarak endüstrileşmiş tarım modellerinin önünü açmakta, lokal çiftçileri ve küçük üreticileri zor durumlara sokmaktadır. Çoğu kez bu durumla karşılaşan çiftçiler de çevre dostu olmayan tahribat gücü fazla yollarla üretimlerini artırmaya ve pazarda bu şekilde var olmaya zorlanmaktadır. Her ne kadar pestisitlerden arı organik gıda üretimi mümkün olmasa da temel bir yaklaşım olarak uluslararası çevre dostu standartları uygulama gerekliliği vurgulanmaktadır (Nicolopoulou-Stamati ve ark., 2016).

Lokal düzeyde kırsal yeşil alanlarda total bir yasak uygulamak yoluyla pestisit arı zonlar oluşturmak kolaylıkla ulaşılabilecek bir hedeftir. Mevcut gıda üretim modellerine alternatif olabilecek, sürdürülebilir gelişmeyi ve tüketici sağlığını korumayı hedefleyen yeni tarım politikaları uygulanmalıdır. İnovatif konsept uygulama zorluklarına rağmen daha temiz ve güvenli tarımsal modellere geçiş çok temel bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir (Nicolopoulou-Stamati ve ark., 2016). Zor olsa da en güvenli tarım modeli organik tarım olarak göze çarpmaktadır. Organik tarım, yıllar boyu süregelen aşırı ve yanlış pestisit kullanımı sonucu doğanın bozulan düzenini tekrardan düzeltmeye yönelik, akli ve bilimi kullanarak doğaya zararı en aza indirmeyi hedefleyen, sentetik tarım ilaçları yerine organik gübreleme, ekim nöbeti, toprağın korunması, bitkinin direncini artırma, zararlı ile mücadelede doğal düşmanlardan yararlanma gibi yöntemlerle yapılan iyi tarım uygulamalarına denir (Aksoy ve ark., 2002). Organik tarım, tarımsal faaliyetlerde yüksek maliyete ve insan sağlığının olumsuz etkilenmesine karşı çıkarılmış bir sistemdir. Organik tarımda ürün baştan sona tüm aşamalarda izlenip kontrolü yapılarak sertifikasyonu zorunlu tutulmaktadır. Sertifikasyon sayesinde tüketiciye hem sağlıklı yaşamayı hem de doğayı korumayı hedefleyen bir güvence

verilmektedir. Özetle organik tarım, doğru olmayan uygulamalar sonucunda bozulan doğal dengenin, doğru güvenilir tarım tekniklerini ve düşük maliyet hedefi gözeterek yeniden inşasını ve sürdürülebilir bir tarımsal sisteme dönülmesini hedefleyerek hem insan sağlığını hem de doğayı korumayı amaç edinir (Taşbaşlı ve ark., 2003).

Organik tarımın amaçları şu şekilde özetlenebilir.

-Neslimizin devamını koruyabilmek.

-Aşırı düzeyde kullanılan tüm kimyasallarının, toprak ve bitkilerdeki kalıntılarının toprak altına ve yeraltı sularına karışarak gerek insan gerekse çevre sağlığına olumsuz etkilerini önleyebilmek.

-Tüm canlıları, tarımda kullanılan kimyasalların zararlarından koruyabilmek.

-Modern tarımda tek tip yetiştiriciliğin ön planda olmasından dolayı toprakların tek yönlü olarak kullanılmasının önüne geçebilmek.

-Toprak verimliliğini doğal yollarla sürdürülebilir olarak arttırabilmek.

-Toprak erozyonunu önleyebilmek.

-Su kaynaklarını koruyabilmek.

-Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanma yönüne giderek enerji tasarrufu sağlayabilmek.

-Küçük çiftçilerin güvenliğini devamlılık ve gelir düzeylerini arttırarak sağlayabilmek.

-Ekonomiyi desteklemek.

-Sağlıklı ve besin kalitesi yüksek ürünler elde edebilmek (Zengin, 2007).

2.4.7. Türkiye'de Pestisit Kullanımı

Türkiye bulunduğu coğrafi konumundan dolayı farklı bölgesel iklimlere sahip bir ülke olarak topraklarında tahıllardan çaya kadar pek çok ürün (tahıl, pamuk, tütün, meyve ve sebze, zeytin, üzüm ve fındık vb.) yetiştirilebilen bir ülkedir. Tarımsal ürünler açısından pestisit kullanımının en yaygın olduğu tarım ürünlerinin başında pamuk ve tahıl (%40) gelirken, bu ürünleri yine %28 gibi yüksek bir yüzdeye sahip olan narenciye ve üzüm %16 ile sebzeler takip etmektedir (Burçak ve ark., 2000).

1993 yılında toplam kullanılan pestisit miktarı 32.000 ton iken şu anda 37.000 tonlara kadar çıkmıştır ki bu da Türkiye'de pestisit pazarının sürekli büyüdüğünü göstermektedir. Türkiye'de en çok kullanılan pestisit grubu insektisitler olup, bunu herbisitler ve fungusitler takip etmektedir (Burçak ve ark., 2000).

Türkiye'de m² başına kullanılan pestisit miktarı gelişmiş ülkelerde kullanılan miktarın çok altındadır. Hektar başına kullanılan miktar 0,6 kg civarındadır. Hektar başına kullanılan miktarlar az olmakla birlikte, kullanılan bu miktarın büyük çoğunluğu iklimi sayesinde meyve sebze üretiminin bol olduğu Akdeniz ve Ege bölgelerinde kullanılmaktadır. Adana, Mersin ve Antalya ülkemizde kullanılan toplam pestisit miktarının %40'ını tek başına teşkil etmektedir (Burçak ve ark., 2000).

2.4.8. Tarımda Pestisit Uygulaması

Geleneksel olmayan tarım uygulamalarında bitkilerin korunması için pestisit kullanımı; yabancı ot ve hastalık yapıcı etkenlerin kontrolü, birim alanda daha fazla verim alınması ve gıda kalitesinin garanti altına alınması açısından önemlidir. 1986'da yabancı otlar ve hastalıklar nedeniyle mahsullerde kaybın dünya çapındaki toplam hasadın yaklaşık üçte biri olduğu tahmin edilmektedir. Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte, tarımsal verimliliği artırarak yeterli gıdanın sağlanması, gelişmekte olan ülkelerde zorda olsa başarılması gereken bir görev haline gelmiştir. Bu ülkelerde artan nüfus sebebiyle artan konut talebi ve endüstriyel gelişmenin bir sonucu olarak giderek daha fazla tarım arazisi kaybedilmesi, birim alandandan daha fazla verim alma gerekliliğini perçinlemiştir. Birinci sınıf tarım arazi mevcudunun

azaldığı ve toplam nüfusun arttığı söz konusu küresel bir gelişimin karşılanabilmesi için mevcut tarım arazilerinde tarımsal verimliliğin artırılması önemli tedbirlerden biri haline gelmiştir. Pestisitlerin yoğun ve yaygın kullanımını bu talebin sonucu olarak değerlendirilmektedir.

Pestisit uygulama sırasında ve sonrasında toprak veya bitki yüzeylerinden şekillenen buharlaşma hava kirliliğine sebep olmaktadır ki bu döngü, yağmur suyunda pestisitlerin tespit edilmesiyle kanıtlanmıştır (Scharf ve ark., 1992; Siebers ve ark., 1994; Dörfler ve Scheunert, 1997). Bunun yanı sıra havada asılı duran küçük parçacık pestisitler, atmosferde uzun bir mesafeye taşınabilmekte, toprak, su veya bitki yüzeylerine birikerek yoğun çevresel kirliliğe neden olabilmektedir. Bir dönem çok yaygın kullanılan DDT ve türevleri gibi bazı kalıcı pestisitlerin her yerde bulunması, bu savı destekler niteliktedir. Yapılan çok araştırmada, yeraltı ve hatta içme sularında çeşitli pestisitlerin ve bunların bozunma ürünlerinin varlığı kanıtlanmıştır (Bahadır ve ark., 1992; Cohen ve ark., 1984). Mısır üretiminde uzun vadeli yoğun triazin uygulaması, bu grup herbisitlerin yeraltı suyunda tekrar tekrar ortaya çıkmasıyla sonuçlanmıştır (Dörfler ve ark., 1997a).

Pestisitler toprak kirliliğinin önemli unsurları olarak kabul edilmektedir. Toprakta besin döngüsüne ve bitki fonksiyonuna katkıda bulunan mikroorganizmalar için önemli bir tehdit olarak görülmektedirler. Topraktaki pestisitler mikroorganizmalar üzerindeki etkisine ilişkin çalışmalar mikrobiyal çeşitlilik ve aktivite üzerine etkilerine yoğunlaşmaktadır. Toprak mikroorganizmaları tekrarlanan pestisit uygulamalarına genel olarak direnç geliştirse de bazı türler bu uygulamalardan etkilenerek mikrobiyal çeşitliliğin azalmasına neden olabilmektedir. Ayrıca kullanılan pestisit miktarı mikroorganizmaların metabolizma hızını ve yollarını da değiştirebilmektedir. Uzun vadede pestisitlerin varlığı ve kalıcılığı, bitkilerin toprakta büyüme yeteneğini sınırlayabilmekte ve arazinin tarımsal ve çevresel amaçlara uygunluğunu azaltabilmektedir (Söderqvist ve ark., 2019).

Pestisitlerin biyokatalizör olarak önemli rol oynayan toprak enzimleri üzerine de olumsuz etkileri bulunmaktadır. Pestisitler, asit fosfataz, fosfataz, dehidrojenaz, floreseindiasetathidrolaz, β -glukosidaz, üreaz, aril-sülfataz ve alkalın fosfataz gibi

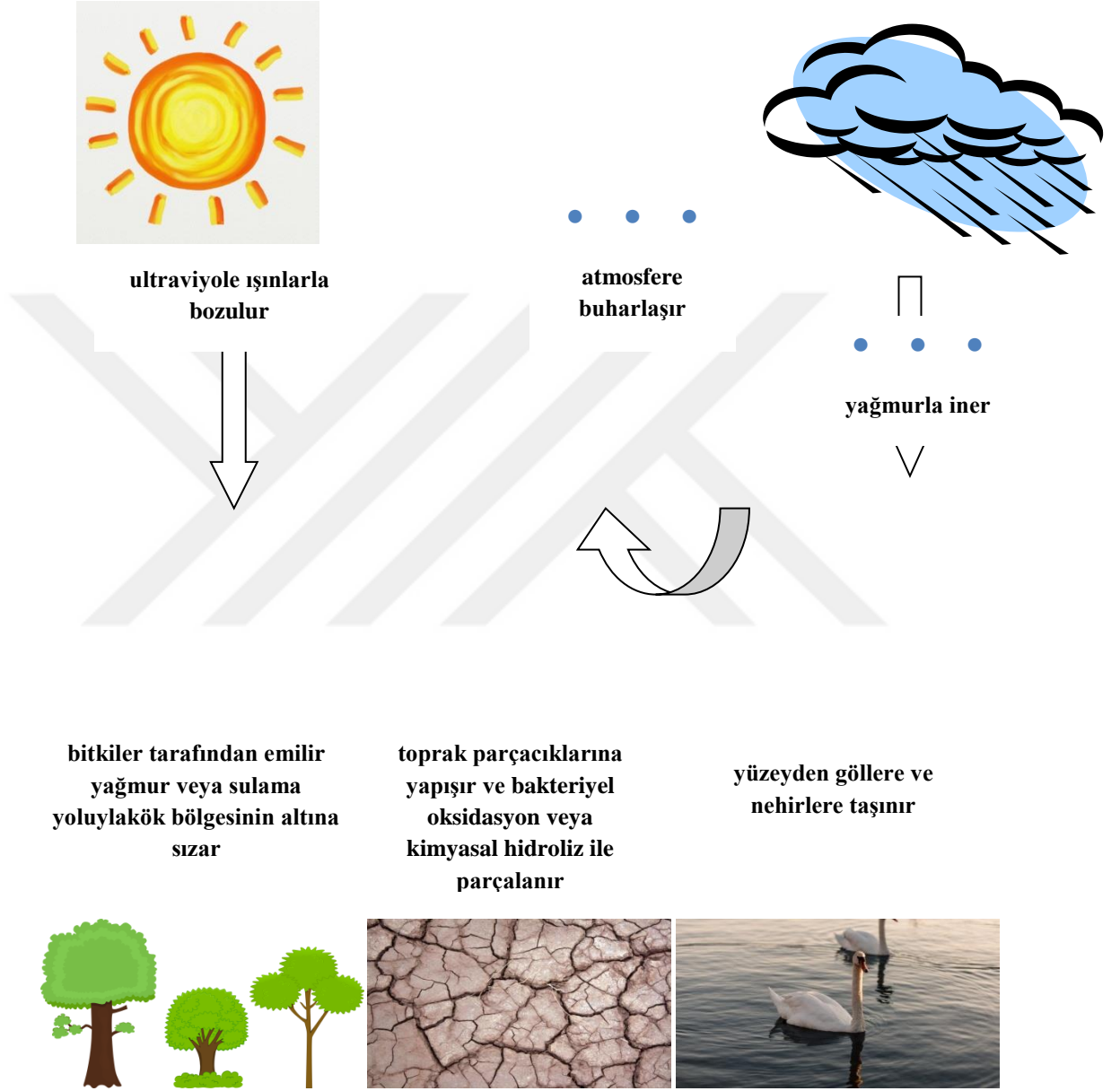
karbon, azot, kükürt ve fosfor döngüleriyle ilgili enzimlerin aktivitesini etkilemektedirler. Pestisitlerin oksidoredüktazlar, hidrolazlar ve dehidrojenazlar gibi toprak biyokatalizörleri üzerinde olumsuz etkileri de rapor edilmiştir (Rani ve ark., 2021).

Pestisitler toprağa ve bitkilere uygulandıktan sonra yüzey akışı ile toprağı yıkayarak su kaynaklarına erişebilmektedir. Böylece yüzey suları kirlenmekte, çevredeki diğer canlılar ve su organizmaları için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Dolayısıyla pestisitler su bitkilerini de olumsuz etkilemekte, sudaki çözünmüş oksijeni azaltmakta ve balık popülasyonlarında fizyolojik ve davranışsal değişikliklere neden olabilmektedir (Altıkat ve ark., 2009).

2.4.9. Pestisitlerin Taşınması

Daha az miktarda uygulandığında daha yüksek bir biyolojik etkinlik ortaya koyan yeni pestisit türlerinin geliştirilmesiyle birlikte çevresel risk taşıyan pestisitler piyasadan yasaklanmıştır. Bu çabalar, 1991'den 1995'e kadar Avrupa Topluluğu'nun birçok ülkesinde pestisit kullanımının kademeli olarak azalması gerçeğiyle kendini göstermiştir (Anonim, 1998). Bununla birlikte pestisit uygulamasının azalması, çevre risk potansiyelinin azalması anlamına gelmemektedir ki yeni pestisitlerin daha yüksek biyolojik etkinliği, risk değerlendirmesinde dikkate alınmalıdır.

PESTİSİT DÖNGÜSÜ



Şekil 2.1. Pestisitlerin doğadaki döngüsü

2.4.10. Pestisitlerin Zehirliliği

Pestisitlerin seçici toksik olması insanlar da dahil olmak üzere hedef olmayan organizmalara zarar vermemesi amaçlanmaktadır. Bir pestisitın bağıl toksisitesini kaydetmenin kabul edilen yöntemi %50 Ölümcül Doz (LD50) değeridir. Bu, uygulandığında belirtilen koşullar altında test hayvanlarının %50'sini öldürecek olan miktar, kimyasalın tahmini dozu olarak kabul edilmektedir (Kavuklu Ö, 2005).

Göreceli toksisiteyi ifade etmenin başka bir yolu balık gözlemidir (ve aynı zamanda düşük vücut ağırlığına sahip kuşlar ve yaban hayatı için de kullanılabilir). Milyonda parça (ppm) olarak ifade edilen Lethan Konsantrasyonu (LC50) değerine ulaşmak için örneğin balık söz konusu olduğunda, belirli bir süre boyunca suda bulunan ve ilgili balığın %50'sini öldürecek olan kimyasalın (aktif madde) ppm düzeyinde miktarıdır. Tarif edilen terimler sırasıyla ED50 ve EC50'dir ve ölüm dışında bazı toksisite kriterlerinde de uygulanabilir. L50 de benzer şekilde bir in vitro enzim sistemini yüzde 50 oranında inhibe eden konsantrasyondur (Kavuklu Ö, 2005).

Pestisitlerin İnsanlar Üzerine Olan Etkileri

Pestisitlerin her insan üzerine etkileri farklı olsada insanlar üzerinde birçok olumsuz etkisi olduğu bilinmektedir. Etkinin düzeyi yaş, cins, ırk, sosyoekonomik durum, beslenme düzeni, sağlık durumu, etkilenim süresinin uzunluğu ve biçimi, pestisit derişimi gibi birçok faktörle yakından ilişkilidir. Dolayısıyla pestisitlerin etkisi altında kalan kişilerin etkilenimlerini ve sonuçları önemli boyutlarda değiştirmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Bilinçsiz ve gereksiz pestisit kullanımı nedeniyle zararlılarda direnç gelişimi önemli bir sorundur. Organizmaların pestisitlere duyarlılığı azaldıkça pestisitın etkinliği de azalmaktadır. Bu gibi durumlarda üreticiler aynı başarıyı pestisit dozunu artırarak elde etmeye çalışmakta, pestisit direnci sorunu ve pestisit kullanımının artması nedeniyle maliyet sorunu ortaya çıkmaktadır. Tarım ilaçlarının etkisiz kalması nedeniyle zararlılardan kaynaklanan ürün ve kalite kayıpları devam etmekte, en önemlisi insan sağlığı ve çevre kirliliği açısından sorun daha da derinleşmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Doğal ekosistem pestisitlerle iki farklı şekilde kirlenmektedir. Suda çözünen pestisitler yer altı sularına, nehirlere, göllere ve akarsulara karışarak hedef olmayan canlılara zarar verebilirken, yağda çözünen pestisitler biyolojik birikim yoluyla hayvanlarda birikerek besin zincirinde daha uzun süre kalabilmektedir. Pestisitlerin besin zincirinde kalıcı olması yırtıcıları ve avcılarını etkilediğinden ekosistem için risk oluşturmaktadır. Pestisit kullanımı, hayvanların beslendiği bitki, yabancı ot ve böceklerin sayısının azalmasına, ayrıca nadir görülen hayvan ve kuş türlerinin yok olmasına yol açmaktadır (Rani ve ark., 2021).

Tarımla mücadelede kullanılan pestisitler, çevre ve gıda yoluyla hayvan ve insan vücuduna alınmakta, kan, süt ve yağ dokuda birikmekte ve yarılanma ömürlerinin uzun olması nedeniyle yaşam boyu vücutta kalarak ciddi kronik sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Bunlar arasında dermatolojik, gastrointestinal, nörolojik, karsinogenik, solunum ve üreme sorunları ve endokrin bozuklukları yer almakta, mesleki veya kazara yüksek düzeyde maruziyet ise ölümlerle sonuçlanabilmektedir (Nicolopoulou-Stamati ve ark., 2016).

Pestisit maruziyeti, pestisit türüne bağlı olarak koordinasyon, hafıza veya görme kaybına neden olabilmekte, performansın azalması ve motor sinir hasarı gibi nörotoksik etkiler ortaya çıkabilmektedir. Bu konuyla ilgili araştırmalar, pestisitlere maruz kalmayla birlikte Parkinson hastalığı riskinin arttığını göstermiştir. Organoklorinler/organofosfatlar ve klorofenoksi asitler/esterler, Parkinson hastalığı için risk oluşturan spesifik pestisit sınıfları olarak tanımlanmıştır (Bolognesi ve Merlo, 2019).

Pestisitlere uzun süreli maruz kalma da üreme riskleri oluşturabilmektedir. Farklı epidemiyolojik çalışmalar pestisitlere yüksek düzeyde maruz kalmanın doğurganlığı azaltan yumurtalık hastalıkları, kendiliğinden düşükler, ölü doğumlar veya erken düşükler ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Doğum kusurlarına ve gelişimsel anormalliklere neden olmasıyla birlikte erkeklerde spermatogenezi de etkiler. Bu da sperm kalitesinin düşmesine neden olabilmektedir. Özellikle organoklorinler ve organofosfatlar gibi çeşitli kimyasal sınıflardaki pestisitlerle sürekli çalışan personel arasında doğum oranının azaldığı tespit edilmiştir. Epidemiyolojik kanıtlar, yüksek dozda DDT veya diklorodifenildikloroetilene (DDE) maruz kalmanın erken doğum

ve fetal büyüme sorunlarına neden olduğunu göstermektedir (Bolognesi ve Merlo, 2019).

Bazı pestisitler endokrin bozucu kimyasallar (EDC'ler) gibi davranmakta, çeşitli hormon reseptörlerine bağlanarak doğal olarak üretilen hormonların etkilerini taklit edebilmekte, böylece hormonların sentezini, taşınmasını, metabolizmasını ve atılımını etkileyerek doğal hormon konsantrasyonlarında değişikliklere neden olabilmektedir (Leong ve ark., 2020).

Pestisitlerin akut etkileri irritasyondan başlayarak, dermatite, sistemik emilime bağlı olarak ölüme kadar değişmektedir. Solunum ve kardiyovasküler sistem hastalığı olanlar pestisit etkilenimine daha duyarlı sayılmaktadır. Astımı veya şiddetli alerjisi olanlar daha yüksek risk grubu olarak tanımlanmaktadır (Güler ve Çobanoğlu, 1997).

Dünyanın birçok yerinde pestisit zehirlenmeleri bazen çok feci boyutlara ulaşabilmektedir. Örneğin, 1984 yılında Hindistanda Union Carbide pestisit fabrikasında meydana gelen kazada 200 000 kişi zehirlenmiş ve bunlar içerisinde 2500'den fazla kişi ölmüştür. 1970 den sonra Asya'da “yeşil devrim” diye bilinen pirinç yetiştirilmesinde çeşitli düzenlemeler sonucunda fazla miktarda insektisit kullanılmasıyla, erkeklerde ölüm oranlarının birden % 27 arttığı belirtilmiştir (Ware, 1991).

Kaliforniya'da 1982-1991 yılları arasında 548 kişi mevinfos zehirlenmesini yaşadığı bildirilmiştir. Bunlardan 68'i hastanede bir günden fazla kalmıştır (Sunding ve Zivin, 2000).

Pestisitlerin insanlar üzerinde gözlemlenen kronik etkiler; kanser, doğum kusurları, nörolojik etkiler, epilepsi ve parkinsonizm artışı, hipertansiyon, fertilitate azalması ve kısırlılık olarak sıralanabilir (Tuncer ve Ecevit 1991).

Son yapılan çalışmalar gösterdikimesleki ve çevresel olarak pestisitten etkilenen kişilerde kanser riskinde artış olduğu, özellikle nonhodgkinlenfoma, lösemi, karaciğer kanseri, testis kanseri, beyin kanseri, akciğer kanseri riskinde büyük oranda artış olduğu belirlenmiştir. Bu hastalıkların görüldüğü gruplar; tarım işçileri, böcek kontrol operatörleri, pestisit imalat işçileridir. Yeni Zelanda'da ve İsveç'te nonhodgkinlenfoma, Avustralya, Finlandiya ve Yeni Zelanda'da multiplemyeloma,

İngiltere, Waller ve İsveç'te testis kanseri, İsveç'te karaciğer kanseri, İtalya'da beyin kanseri, Batı Almanya'da ise akciğer kanseri artışı görülmüştür (Moses, 1989).

ABD'de doğum infantmortalite ve morbidite sebepleri arasındaki doğum kusurları % 3-7 dir. Tarlada çalışan işçilerin çocuklarında kol ve bacaklıklarında rahatsızlıkların yüksek olduğu belirlenmiştir (Moses, 1998).

Herbisitlerin güvenilirlik bakımından çoğunluğu genellikle böcek ilaçlarından daha yüksektir. En büyük risk ise yakın hatta bitişik alanlardaki hassas mahsuller olup herbisit spreylerine sürüklenmekten kaçınılmalıdır. Püskürtme tankları diğer haşere kontrolü amacıyla kullanılmadan önce herbisit formülasyonlarından iyice temizlenmelidir.

Böcek öldürücüler hedef organizma dışında insanlar ve hayvanlar için ana tehlikeyi oluşturur. Genel olarak organofosforlu insektisitler karbamatlardan ve klorlu hidrokarbon bileşiklerinden daha toksiktir. Karbamatmaruziyetinin etkileri organofosforin toksikasyonunu takip eden etkiler kadar hızlı fakat daha az şiddetli ve uzun süreli olma eğilimindedir. Klorlu hidrokarbonların tehlikesi, uygulama sırasında genellikle düşüktür, ancak bu bileşikler çok daha stabildir ve uzun vadeli yan etkilere sahip olabilir (Erdem, 2010).

2.4.11. Pestisitlerin Gıdalarda Analiz Yöntemleri

Pestisitlerin gıdalardan analizi için birçok metot geliştirilmiştir. Geçmişte aldrin, lindan, DDT ve izomerleri gibi bileşiklerin analizinde kolorimetrik ve kâğıt kromatografi, ince tabaka kromatografi ve gaz kromatografi (GC)-elektron yakalama detektörü (ECD) gibi kromatografik yöntemlerden faydalanılmıştır. Bu sözü geçen bileşiklerin yapılarında klor bağları olduğundan GC-ECD ile oldukça duyarlı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak günümüz teknolojileriyle çok daha fazla duyarlı olan GC-MS/MS cihazları geçmişte kullanılan GC-ECD yönteminin yerine kullanılmaya başlanmıştır. Her iki yöntemde de analiz öncesi ekstraksiyon ve temizleme işlemleri en önemli aşamaları oluşturmaktadır. Süt gibi yapısında ciddi oranda yağ içeren örneklerin analizinde ekstraksiyon için; asetonitril, hekzan/aseton, aseton, petrol eteri, etil asetat, metilen klorid ve kloroform gibi organik çözücülere

başvurulmaktadır. Sütten süt yağının ekstraksiyonunda ise; asetonitril ve petrol eteri kullanılmaktadır (Güvenç, 2008; WHO, 1979).

2.4.12. Sütlerde Pestisit Varlığı

Gıda işlemede kullanılan işlemler, nihai üründeki pestisit miktarını farklı seviyelerde etkiler. Uygulamalar sırasında beslenme maddelerdeki pestisit kalıntı miktarı kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlarla (hidroliz, oksidasyon, mikrobiyal bozunma vb.) belirlenir ve fizikokimyasal süreçler ile değişikliğe uğradığı bildirilmektedir. Değişikliklere (buharlaştırma, emilim vb.) bağlı olarak değişiklik gösterdiği bildirilmektedir. Bu nedenle endüstriyel teknolojik süreçlerde işleme faktörleri pestisitlerin fizikokimyasal özelliklerini etkilemenin yanı sıra işlenen ürünün niteliğine veya yapısına bağlı olarak da değişir (Kırış, 2014).

Uganda'da 54 çiğ ve 47 pastörize süt örneğinde organoklorlu pestisit varlığının incelendiği bir çalışmada çiğ süt örneklerinin %85'inde, pastörize süt örneklerinin ise %76,5'inde uluslararası standartlarda belirlenen MRL değerinin (0,01 mg/kg) üzerinde lindan bulunduğu rapor edilmiştir. Çiğ ve pastörize süt örneklerinin sırasıyla %29.6 ve %12.9'unda *p,p'*-DDT, %37.0 ve %31.9'unda *p,p'*-DDE, %11.1 ve %17.0'ında *o,p'*-DDT, ve toplamda ise %64.8 ve %63.8'inde DDT tespit edildiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada çiğ ve pastörize sütlerin sırasıyla %37 ve %31.9'unda dieldrin bulunduğu, sütlerde düşük düzeylerde de olsa α -endosulfan, β -endosulfan ve aldrin kontaminasyonuna rastlandığı kaydedilmiştir (Kampire ve ark., 2011).

İspanya'da 97 pastörize süt örneğinde α -HCH, β -HCH, lindane, aldrin, dieldrin, heptachlor, heptachlorepoxyde, chlordane ve DDT'nin metabolit ve izomerlerinin varlığı. Araştırılmış, örneklerin %95.0'mının HCH izomerlerinden birini içerdiği ve söz konusu izomerleri içeren örneklerin %12.9'unun Avrupa Birliği tarafından belirtilen MRL değerlerinin üzerinde olduğu bildirilmiştir. Bunun dışında örneklerin %42.3'ünde lindan ve %73.2'sinde DDT grubu pestisit varlığı tespit edilmiştir (Martinez ve ark., 1997).

Keskin (2008), 41 ilden toplanan 124 çiğ süt örneğini 7 organofosforlu pestisit (diazinon, dichlorvos, dimethoate, chlorpyrifos, coumophos, malathion,

methidathion) kalıntısı açısından analiz etmiş, söz konusu pestisitlerin hiçbirine rastlanmadığını bildirmiştir.

Benzer şekilde Karakaş (2013), araştırmasında toplam 87 süt örneğinde (60 UHT, 27 pastörize süt) 18 organoklorlu pestisit (aldrin, *p,p'*-DDD, *p,p'*-DDE, *p,p'*-DDT, dieldrin, α -endosulfan, β -endosulfan, endosulfansulphate, endrin, endrinaldehide, endrinketone, α -HCH, β -HCH, γ -HCH, θ -HCH, heptachlor, heptachlorepoide, methoxychlor) varlığını araştırmış, sütlerde söz konusu pestisitlerden hiçbirine rastlanmadığını belirtmiştir. Bu duruma; çok uzun yıllardır pestisit kullanımının yasaklanması, incelenen organoklorlu pestisitler haricinde pestisitlerin varlığına bakılmaması, toplanan sütlerin o bölgelerdeki üreticilerinin bilinçli olması ve sütlere uygulanan ısıtma işlemlerinin kalıntı düzeylerini azaltması sebep olarak belirtilmiştir.

Yine Afyonkarahisar'da toplanan 50 çiğ inek, 50 manda ve 50 koyun sütü örneğinde 21 organoklorlu pestisit kalıntısının analiz edildiği bir çalışmada inek sütlerinin 11, manda sütlerinin 14 ve koyun sütlerinin 16 farklı organoklorlu pestisit ile kontamine olduğu tespit edilmiştir (Bulut ve ark., 2011).

Güvenç ve Aksoy (2010), Samsun'da topladıkları 100 çiğ inek sütünde 9 organoklorlu (aldrin, HCB, *p,p'*-DDT, *p,p'*-DDE, *o,p'*-DDT, *o,p'*-DDE, γ -BHC, α -BHC ve β -BHC) ve 5 sentetik piretroid grubu (deltamethrin, permethrin, cypermethrin, α -cypermethrin ve cyflthrin) pestisit varlığını araştırmışlar, inceledikleri örneklerin hiçbirinde aranan pestisitlerin bulunamadığını rapor etmişlerdir.

Mısır'ın farklı şehirlerinden toplanan 16 çiğ manda, 15 inek, 12 keçi, 7 koyun ve 3 eşek sütü örneğinde aldrin ve dieldrin'in incelendiği bir çalışmada, 10 manda (%62.5), 11 inek (%73.33), 3 keçi (%25), 5 koyun (%71.4) ve 2 eşek sütünde (%66,66) pestisit kontaminasyonuna rastlandığı, analiz edilen 53 çiğ süt örneğinden 13'ünün (%24.5) Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği MRL değerinin (0.15 mg/kg) üzerinde bir kontaminasyon düzeyine sahip olduğunu ortaya koymuşlardır (İbrahim ve ark., 1994).

Meksika'da, 96 pastörize süt örneğinde, özellikle ineklerin ekzo-parazit kontrolünde ve hayvan yemi üretiminde yaygın olarak kullanılan pestisitler de dahil olmak üzere

toplam 13 organofosforlu pestisit varlığının araştırıldığı bir çalışmada, 39 örneğin (%40.6) organofosforlu pestisitlerle kontamine olduğu, örneklerin bir kısmının MRL değerlerini de aştığı chlorfenvinphos (0.236 mg kg⁻¹), chlorpyrifos (0.013 mg kg⁻¹), dichlorvos (0.066-0.299 mg kg⁻¹) ve phorate (0.048-0.173 mg kg⁻¹) belirlenmiştir (Salas ve ark., 2003).

Hindistan'da yapılan bir çalışmada, iki farklı damızlık süt işletmesinden 20 gün boyunca günlük olarak toplanan çiğ sütlerde α -HCH, β -HCH, γ -HCH, δ -HCH, *p,p'*-DDT, *o,p'*-DDT, *p,p'*-DDE ve *p,p'*-TDE organoklorlu pestisitlerinin kalıntılarının varlığı araştırılmıştır. Analizler sonunda iki süt işletmesinden de toplanan sütlerde DDT ve HCH organoklorlu pestisit kalıntı varlığı tespit edilmiştir. Toplam HCH miktarının, birinci süt işletmesinden toplanan sütlerin 14 tanesinin, ikinci süt işletmesinden toplanan sütlerin 16 tanesinin MRL değerinin (0.10 mg kg⁻¹) üzerinde olduğu ortaya konmuştur. (Nigam ve Siddiqui, 2001).

Hindistan'da yapılan bir çalışmada toplanan 325 süt örneğinde 16 organoklorlu pestisit kalıntısının varlığına bakılmış, 325 süt örneğinden 206 (%63.38)'sının organoklorlu pestisitlerle kontamine bulunduğu belirlenmiştir (Nag ve Raikwar, 2008).

Brezilya'da yapılan bir diğer çalışmada 8 organoklorlu pestisit (α -HCH, lindane, aldrin, HCB, *p,p'*-DDE, *o,p'*-DDD, *p,p'*-DDD ve *o,p'*-DDT) kalıntısı açısından 18 çiğ, 13 pastörize ve 10 UHT süt olmak üzere toplam 41 süt örneği analiz edilmiş, örneklerin hepsinde HCB ve *p,p'*-DDE kalıntısı tespit edilmiştir. Araştırmacılar çalışma kapsamında analiz edilen sütlerde en yüksek kontaminasyon düzeyinin *o,p'*-DDD (ortalama 7.38 ng g⁻¹ yağ) ve lindane (ortalama 6.09 ng g⁻¹ yağ)'a ait olduğunun altını çizmişler, sütlere uygulanan farklı ısı işlemlerinin sütlerdeki pestisit kontaminasyon düzeylerine önemli bir etki yaratmadığı sonucuna varmışlardır (Heck ve ark., 2007).

Çin'de yürütülen bir çalışmada bölgesel süt çiftliklerinden toplanan 100 çiğ süt ve lokal marketlerden toplanan 30 tam yağlı, 20 yarım yağlı ve 20 yağsız süt örneği 29 pestisit açısından analiz edilmiş, süt örneklerinden sadece çiğ sütlerde pestisit kontaminasyonuna rastlandığı belirtilmiştir (Tian, 2011).

Süt inekleri pestisitlerle kontamine yem veya su ile beslendiğinde, bu kimyasallar süte ve o süttten yapılan süt ürünlerine geçebilmektedir. Gıda güvenliği açısından, süttün temini, işlenmesi ve depolanması gibi tüm üretim zincirinde pestisit kontaminasyonlarının sürekli izlenmesi gerekmektedir. Süte uygulanan standardizasyon, homojenizasyon, ısıt işlem fermentasyonu gibi işlemler süt ve süt ürünlerindeki pestisit kalıntı düzeylerini etkilemektedir (Bo ve Zhao, 2010). Bununla birlikte pestisitlerin fermentasyon sürecini olumsuz etkileyebileceği ve gıdaların fizikokimyasal özelliklerini, polifenol içeriğini ve duyuusal özelliklerini değıştirebileceği ileri sürülmektedir (Yerlikaya ve ark., 2016). Pestisitlerin fermente süt ürünlerinde, starter kültür olarak kullanılan laktik asit bakterilerini inhibe ederek; ürüne has aromadan sorumlu olan laktik asit, asetaldehit ve diasetil üretimini etkilediğı vurgulanmaktadır (Abou Ayana ve ark., 2011).

Farklı ısıt işlemleri uygulanmış ve farklı pH'lara sahip sütlerdeki pestisit konsantrasyonlarının araştırıldığı bir çalışmada süte 7 farklı organofosforlu pestisit (dimetoat, fenthion, malathion, metil parathion, monocrotophos, phorate ve triklorfon) eklenmiş, çiğ sütlerin pH'sı 6.6 ve 7.5'e ayarlanmış ve 63°C altında 2.5 saat süresince ısıt işlem uygulanmıştır. Sütler ısıt işleme tabi tutuldukça ve pH değerleri yükseldikçe pestisitlerin konsantrasyonlarında azalma gözlemlendiğı belirtilmiştir (Zhao ve Wang, 2012a).

Mısır'da toplanan 60 manda ve 60 inek sütü örneğinde organoklorlu ve organofosforlu pestisitlerin araştırıldığı bir çalışmada, süt örneklerinin sadece organoklorlu pestisitlerle kontamine olduğu kaydedilmiş, manda sütlerindeki ortalama pestisit miktarının (0.162 mg kg-1 yağ) inek sütlerine oranla (0.150 mg kg-1 yağ) daha fazla olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, çalışma kapsamında incelenen UHT uygulanan sütlerdeki kalıntı miktarlarının pastörizasyon işlemi uygulananlara göre daha düşük, yağsız sütlerdeki kalıntı miktarlarında yağlı sütlere göre daha düşük olduğu vurgulanmıştır (Donia ve ark., 2010).

3. MATERYAL METOD

Çalışma kapsamında İstanbul'da ticari olarak satışa sunulan farklı firmalara ait 10 organik, 20 klasik ısıtılmış işlem görmüş (UHT ve pastörize) süt örneği Ekim-Aralık 2021 aralığında toplanmıştır. Her bir örneğin miktarı 1 litredir. Organik, UHT ve pastörize süt örnekleri soğuk zincirde Bursa Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne bağlı laboratuvara getirilmiş ve analiz yapılana kadar -18 °C'de, UHT süt örnekleri ise + 4 °C'de saklanmıştır. Örnekler toplam 177 pestisit açısından analiz edilmiştir. Söz konusu Pestisitler (LOQ), (mg/kg) şunlardır:

1. Acephate	(0.01)	90. HCH-beta (Hexachlorocyclohexane-beta)	(0.01)
2. Acetochlor	(0.01)	91. HCH-delta (Hexachlorocyclohexane-delta)	(0.01)
3. Acibenzolar-S-methyl	(0.01)	92. Heptachlor	(0.01)
4. Aclonifen	(0.01)	93. Heptachlorendo-epoxide	(0.01)
5. Alachlor	(0.01)	94. Heptachlor-exo-epoxide	(0.01)
6. Aldrin	(0.01)	95. Heptenophos	(0.01)
7. Alpha-Endosulfan	(0.01)	96. Hexachlorobenzene (HCB)	(0.01)
8. Anilofos	(0.01)	97. Hexaconazole	(0.01)
9. Azinphos-ethyl	(0.01)	98. Imazalil	(0.01)

10. Azinphos-methyl	(0.01)	99. Iodofenphos (Jodfenphos)	(0.01)
11. Benfluralin	(0.01)	100. Iprodione	(0.01)
12. BetaEndosulfan	(0.01)	101. Isazophos	(0.01)
13. Bifenazate	(0.01)	102. Isodrin	(0.01)
14. Bifenthrin	(0.01)	103. Lambda-Cyhalothrin	(0.02)
15. Bioresmethrin	(0.01)	104. Leptophos	(0.01)
16. Bromophos (Bromophos-methyl)	(0.01)	105. Lindane (hexachlorocyclohexane (HCH)'in gamma-izomeri)	(0.01)
17. Bromophos-ethyl	(0.01)	106. Linuron	(0.01)
18. Bromopropylate	(0.01)	107. Malaaxon	(0.01)
19. Bromuconazole	(0.01)	108. Malathion	(0.01)
20. Cadusafos	(0.01)	109. Mecarbam	(0.01)
21. Captan	(0.01)	110. Mephosfolan	(0.01)
22. Chinomethionat (aka quinomethionate)	(0.01)	111. Merphos	(0.01)
23. Chlorfenapyr	(0.01)	112. Methacrifos	(0.01)
24. Chlorfenson	(0.01)	113. Methamidophos	(0.01)
25. Chlorfenvinphos	(0.01)	114. Methidathion	(0.01)
26. Chloroneb	(0.025)	115. Methoxychlor	(0.01)

27. Chlorothalonil	(0.01)	116. Metrafenone	(0.01)
28. Chlorpropham	(0.01)	117. Mevinphos	(0.01)
29. Chlorpyrifos	(0.01)	118. Molinate	(0.01)
30. Chlorpyrifos-methyl	(0.01)	119. Monocrotophos	(0.01)
31. Chlorthal-dimethyl	(0.01)	120. Myclobutanil	(0.01)
32. Chlozolinate	(0.01)	121. Naled	(0.01)
33. Coumaphos	(0.01)	122. Nitrofen	(0.01)
34. Cyanazine	(0.025)	123. o,p'-DDD (2,4-DDD)	(0.01)
35. Cyfluthrin	(0.01)	124. o,p'-DDE (2,4-DDE)	(0.01)
36. Cyhalofopbutyl	(0.01)	125. o,p'-DDT (2,4-DDT)	(0.01)
37. Cypermethrin	(0.01)	126. Omethoate	(0.01)
38. Dazomet	(0.01)	127. Oxyfluorfen	(0.01)
39. Deltamethrin(cis-deltamethrin)	(0.01)	128. p,p'-DDD (4,4-DDD)	(0.01)
40. Demeton-S-methyl	(0.01)	129. p,p'-DDE (4,4-DDE)	(0.01)
41. Demeton-S-methyl-sulfone	(0.025)	130. p,p'-DDT (4,4-DDT)	(0.01)
42. Desmetryn	(0.01)	131. Paraoxonethyl (Paraoxon)	(0.01)
43. Dialifos (Dialifor)	(0.01)	132. Paraoxon-methyl;	(0.01)
44. Diazinon	(0.01)	133. Parathion-ethyl (Parathion)	(0.01)

45. Dichlofluamid	(0.01)	134. Parathion-methyl	(0.01)
46. Dichlorvos (DDVP)	(0.01)	135. Pebulate (Pebulat)	(0.01)
47. Diclofop-methyl	(0.01)	136. Pendimethalin	(0.01)
48. Dicloran	(0.01)	137. Permethrin	(0.01)
49. Dicofol	(0.01)	138. Phenthoate	(0.01)
50. Dicrotophos	(0.01)	139. Phorate	(0.01)
51. Dieldrin	(0.01)	140. Phosalone	(0.01)
52. Dimethachlor	(0.01)	141. Phosphamidon	(0.01)
53. Dimethipin	(0.01)	142. Pirimiphos-ethyl	(0.01)
54. Dimethoate	(0.01)	143. Pirimiphos-methyl	(0.01)
55. Dinobuton	(0.01)	144. Procymidone	(0.01)
56. Disulfoton	(0.01)	145. Propanil	(0.01)
57. Ditalimfos	(0.01)	146. Propyzamide	(0.01)
58. DMST	(0.01)	147. Prosulfocarb	(0.01)
59. Endosulfan-sulfate	(0.01)	148. Prothiofos	(0.01)
60. Endrin	(0.01)	149. Pyrazophos	(0.01)
61. EPN	(0.01)	150. Pyridaben	(0.01)
62. Esfenvalerate	(0.01)	151. Pyridaphenthion	(0.01)
63. Ethalfluralin	(0.01)	152. Quinalphos	(0.01)

64. Ethion	(0.01)	153. Quintozene	(0.01)
65. Ethoprophos	(0.01)	154. Spiromesifen	(0.01)
66. Etridiazole	(0.01)	155. Sulfotep	(0.01)
67. Etrimfos	(0.01)	156. Sulprofos (Bolstar)	(0.01)
68. Fenamiphos	(0.01)	157. Tau-fluvalinate	(0.01)
69. Fenamiphossulfone	(0.01)	158. Tecnazene	(0.01)
70. Fenarimol	(0.01)	159. Terbacil	(0.01)
71. Fenchlorphos	(0.01)	160. Terbufos	(0.01)
72. Fenhexamid	(0.01)	161. Terbufossulfone	(0.01)
73. Fenitrothion	(0.01)	162. Terbutryn	(0.01)
74. Fenpiclonil	(0.01)	163. Tetrachlorvinphos	(0.01)
75. Fenpropathrin	(0.01)	164. Tetraconazole	(0.01)
76. Fenson	(0.01)	165. Tetradifon	(0.01)
77. Fenthion	(0.01)	166. Tetrasul	(0.01)
78. Fenthionsulfone	(0.01)	167. Thiobencarb (Benthiocarb)	(0.01)
79. Fenthionsulfoxide	(0.01)	168. Thiometon	(0.01)
80. Fenvalerate	(0.01)	169. Tolclofos-methyl	(0.01)
81. Fipronil	(0.01)	170. Tolyfluanid	(0.01)
82. Flucythrinate	(0.01)	171. Triadimefon	(0.01)

83. Fluotrimazole	(0.01)	172. Triadimenol	(0.01)
84. Folpet	(0.01)	173. Triallate	(0.01)
85. Fonofos	(0.01)	174. Triazophos	(0.01)
86. Formothion	(0.01)	175. Trifloxystrobin	(0.01)
87. Fosthiazate	(0.01)	176. Trifluralin	(0.01)
88. Fuberidazole	(0.01)	177. Vinclozolin	(0.01)
89. HCH- alpha(Hexachlorocyclohexane- alpha)	(0.01)		

Örneklerde pestisit analizi hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir. Örneklerde pestisit kalıntıları GC-MS/MS kullanılarak analiz edilmiştir.

Laboratuvara getirilen süt örnekleri öncelikle homojen hale getirilmiş, 50 mL'lik santrifüj tüpüne 15 mL alınarak örnekler % 1 asetik asit içeren 15 mL asetonitril eklenerek çalkalandıktan sonra, üzerine içeriğinde 6 g susuz MgSO₄ ve 1.5 C₂H₃NaO₂ Quechers kit 1 eklenerek 1 dk boyunca tekrar çalkalanmıştır. Elde edilen karışım 5000 rpm'de 1 dk santrifüjlenerek ön ekstraksiyon aşaması tamamlanmıştır.

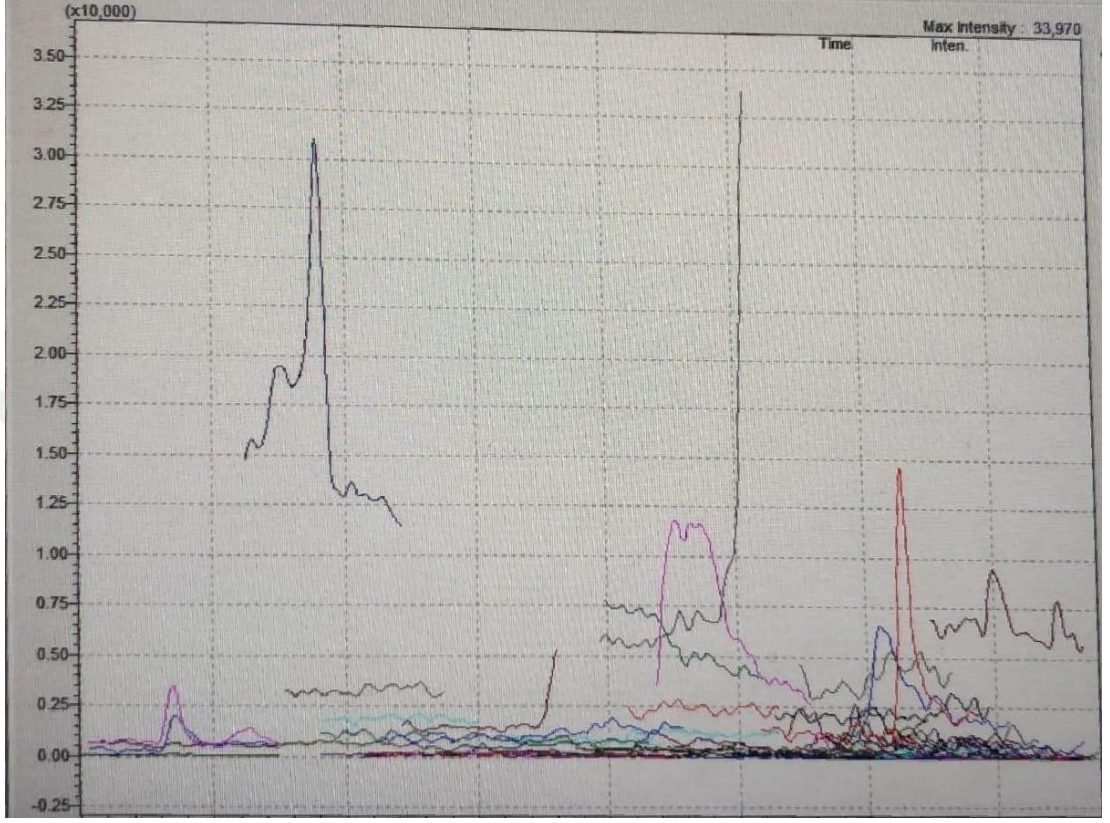
Dispersive Katı-Faz Ekstraksiyon için ; 400 mg PSA, 400 mg C18 ve 1200 mg susuz MgSO₄ içeren 15 ml'lik santrifüj tüpüne (Quechers kit 2), 5000 rpm'de 1 dk santrifüjlenerek üstte toplanan asetonitril fazından 8 mL eklenmiştir. 30 saniye elle karıştırıldıktan sonra 5000 rpm' de 1 dk santrifüj işlemine tabi tutulmuştur.

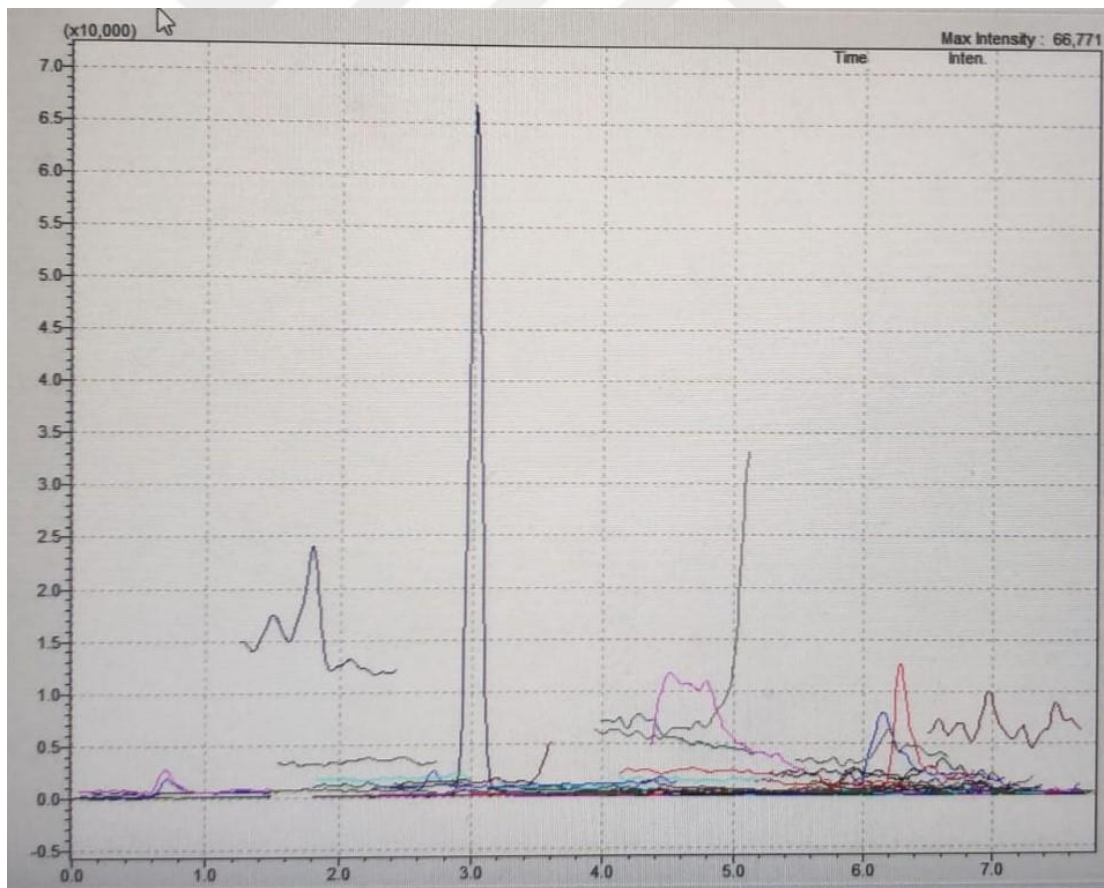
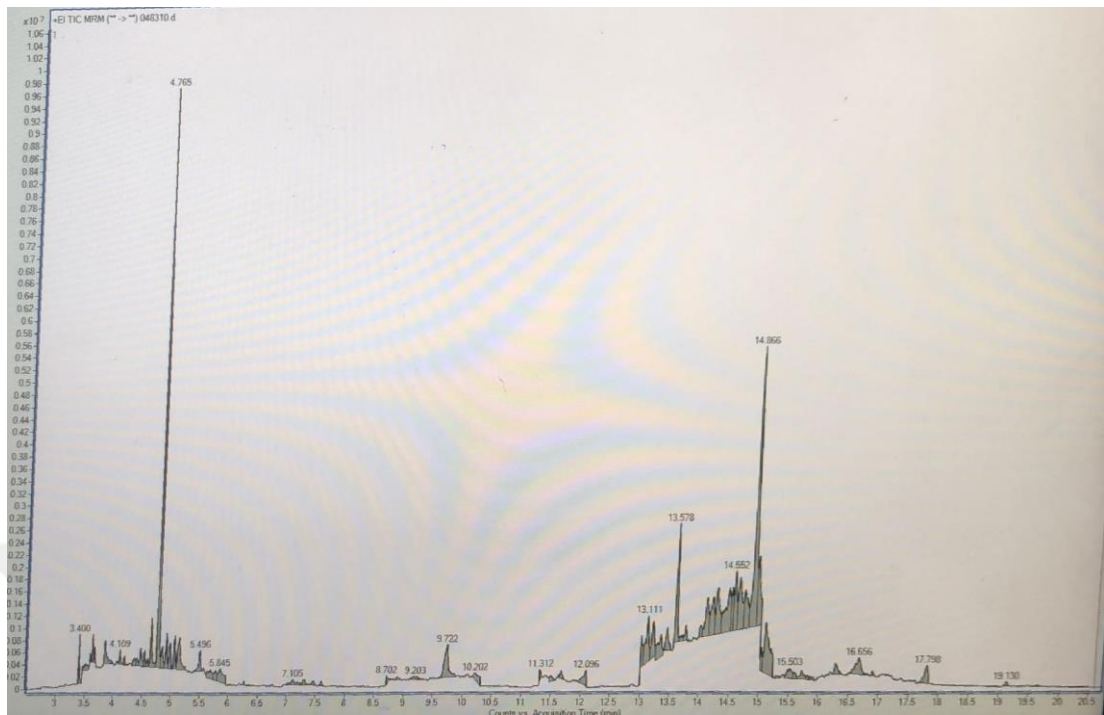
GC-MS/MS analizi için, 0.5 mL ekstrakt kullanılmıştır.

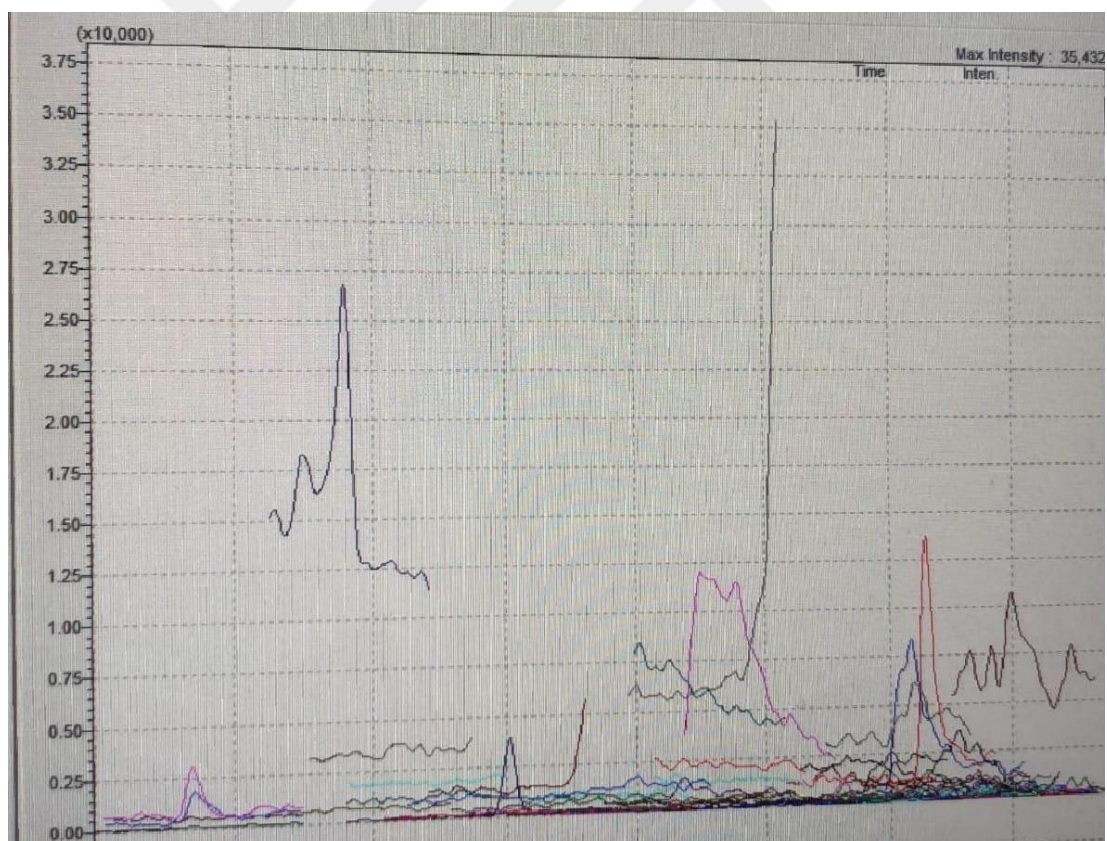
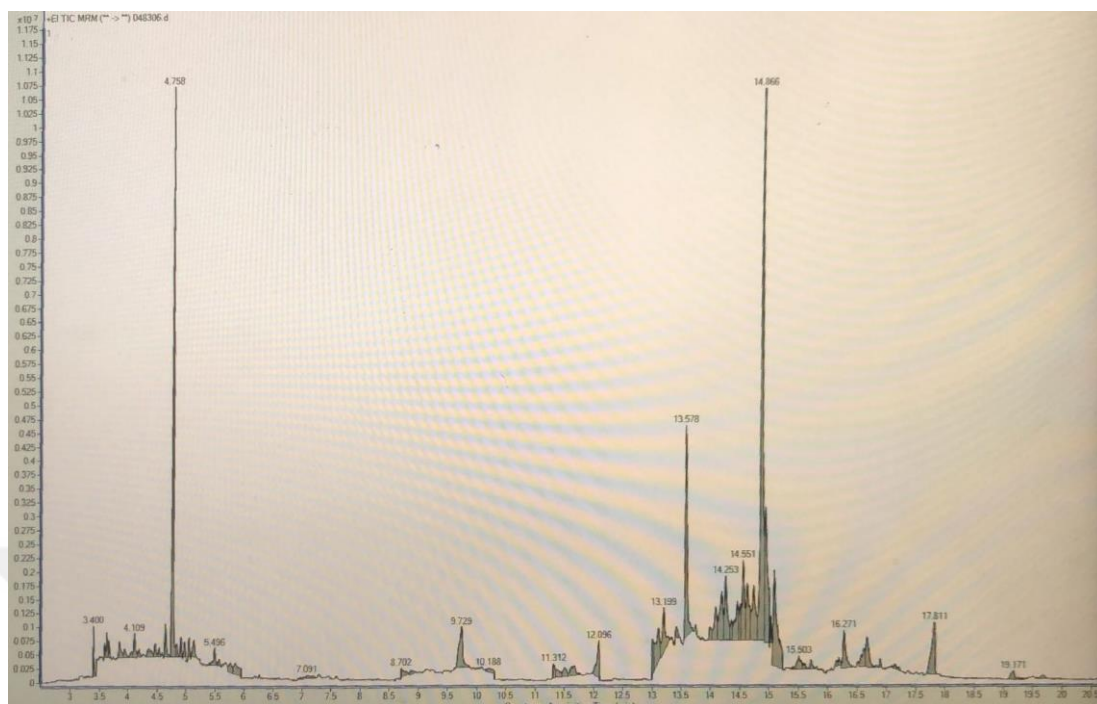
Hesaplama ve Sonuç

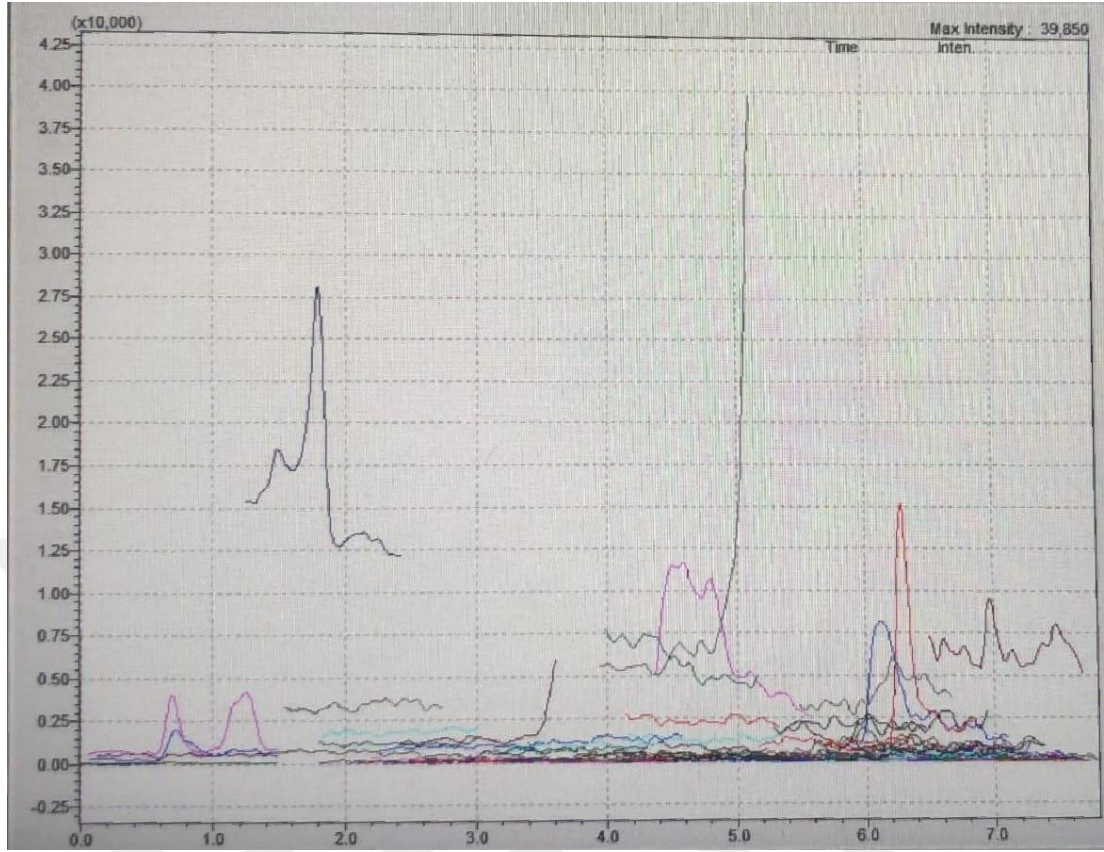
Gaz ve kromatografi ile analiz edilen pestisitler için GC/MS/MS sonuçlarına göre, analitik standardın konsantrasyonuna karşılık gelen pik alanlarına göre çizilen

kalibrasyon eğrisinden örnekteki kalıntı miktarı hesaplanmıştır. Çalışmalarda elde edilen birtakım kromatografi görüntüleri aşağıda verilmiştir.









Gaz Kromatografi – Tandem Kütle Spektrometre (GC-MS/MS)

Gaz kromatografisi (GC)

Gaz kromatografide (GC), numune buharlaştırıldıktan sonra kromatografik kolonun girişine enjekte edilmiştir. Ortamda bulunan diğer bileşiklerle etkileşime girmeyen (inert) bir hareketli gaz fazı ile elüsyon yapılmıştır. Diğer kromatografik yöntemlerin tersine gaz fazı, analitin molekülleri ile etkileşime girmez; gazın görevi sadece analiti kolon boyunca taşımaktır (Skoog ve ark., 1998).

Kütle spektrometre (MS)

Kütle spektrometresi geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir ve temel maddeleri tespit etmek için kullanılır. Organik, inorganik ve biyolojik moleküllerin bileşiminin belirlenmesinde, katılardaki karmaşık karışımların niteliksel ve niceliksel analizi sırasında yapılarını açıklarken, bir numunedeki atomların yüzeylerinin yapısını ve bileşimini belirlerken aynı zamanda izotop oranlarını belirlemek için kullanışlı bir

yöntemdir. Kütle spektrometrelerde moleküle yüksek enerji (tipik olarak 70 eV) uygulanır. Yüksek enerjili elektronlar ile analit molekülleri arasındaki çarpışmalar moleküle zarar verir ve genel olarak onu uyarmaya yetecek kadar da yüksek enerji sağlar.

Uyarılmış molekülün durması genellikle parçalanma şeklinde meydana gelir ve bu da iyon kütlelerinde bir azalmaya neden olur. Diğer yüklü bozunma ürünleri ise daha küçük miktarlarda oluşur. Ortaya çıkan pozitif iyonlar kütle spektrometresinin yarığından geçirilir ve kütle/yük oranına göre kütle spektrumu haline gelir. Her spektrumdaki en büyük zirveye temel zirve adı verilir ve bu zirve noktasının 100 değerine karşılık geldiği varsayılır. Geriye kalan tepe noktalarının yükseklikleri bu ana zirve noktasıyla orantılı olup ana zirve noktasının yüzdesi hesaplanır. Modern kütle spektrometreleri temel kabul edilecek zirveyi seçip bu ana zirve noktasına göre diğer zirve noktalarını belirlemek için programlanmıştır (Skoog ve ark., 1998).

4. BULGULAR

Çalışmada toplam 30 içme sütü örneği toplamda 177 farklı pestisit açısından analiz edilmiş ve örneklerin hiçbirinde TGK'de belirtilen maksimum pestisit kalıntı limitlerinin üzerinde bir pestisit kontaminasyonuna rastlanmadığı belirlenmiştir.

Bununla birlikte çalışma kapsamına alınan pestisitlerden bazılarında (lindane, heptachlor, fenamiphos, aldrin) ait TGK limit değerlerinin, CA (2019) limit değerlerine göre oldukça yüksek olduğu, benzer şekilde bazı pestisitlere (lindane, heptachlor, fenamiphos, aldrin, fipronil, endrin, chlordane ve hexachlorobenzene) ait değerlerin ise EC (2010) tarafından belirlenen limitlerin çok üzerinde olduğu belirlenmiştir. CA ve AB Komisyon verileri ile karşılaştırıldığında TGK maksimum limit değerlerinin oldukça altında kalan bazı pestisitler ve ilgili limit değerler Tablo 2.10' da özetlenmiştir.

Tablo 2.10. TGK ile uyum olmayan pestisit maksimum limit değerleri (mg/kg)

Pestisitler	TGK	CA	EU
Lindane	0,01	0,001	0,01
Heptachlor	0,01	0,006	0,004
Chlordane			0,002
Hexachlorobenzene	0,01	-	0,005
Fenamiphos	0,01	0,005	0,005
Aldrin	0,01	0,006	0,006
Endrin	0,01	0,005	0,001
Fipronil	0,01	0,02	0,005

5. TARTIŞMA

Süt ve süt ürünleri yeterli ve dengeli beslenmenin yapı taşlarından biri olarak görülmektedir. Türkiye’de kişi başı içme sütü tüketimi Avrupa ve Amerika tüketim ortalamalarının oldukça gerisindedir. Türkiye’de tüketilen içme sütlerinin %93’ünün UHT süt olduğu belirtilmekle birlikte son zamanlarda daha maliyetli olan organik süte taleplerde görülen artışın, tüketicinin kimyasal kontaminant maddelere maruz kalma konusundaki endişelerini yansıttığı düşünülmektedir.

Pestisitler özellikle tarım amaçlı olmak üzere üretimi artırmak ve artan gıda ihtiyacını karşılamak amacıyla çok yoğun bir şekilde kullanılmaktadır (Sharma ve ark., 2019). Pestisitler gıda üretimi, işlenmesi, depolanması, nakil ve dağıtım aşamalarında kayıpları azaltmak için de kullanılabilir (FAO, 2021). Bununla birlikte pestisit kullanımı ve hasat arasındaki güvenli aralığın mutlaka beklenmesi gerektiği aksi takdirde bu kimyasalların gıdalarda yüksek miktarlarda bulunabileceği belirtilmektedir (Gomes ve ark., 2020). Aynı şekilde sütçü sığırlara veteriner ilaç uygulama zamanı ile sağım arasındaki bekleme süresine riayet edilmediğinde süt ve süt ürünlerinde yüksek miktarlarda pestisit kalıntılarının bulunması doğal bir sonuç olarak yorumlanmaktadır (Fischer ve ark., 2011).

Pestisitlere maruziyet genellikle oral, parenteral veya deri yolu ile olmakta, etken emildikten ve metabolize olduktan sonra süte geçmektedir. Pestisitlerin çoğu yağda çözünür özellikte olduğundan süt, pestisit kalıntılarının dağılabilmesi için ideal bir matrikstir. Pestisitlere kronik maruziyet sinir sistemi toksisitesi endokrin disregulasyonu ve birçok kanser türü ile ilişkilendirilmektedir.

Gıda güvenliğini sağlamak için CA (2019) ve EC (2010) gibi bazı uluslararası ajanslar sütte maksimum kalıntı düzeyleri belirleme çalışmaları yaparak sıkı

regülasyonlar ortaya koymuşlardır. Türkiye’de 1985 yılından itibaren organik klorlu pestisit kullanımı yasaklanmıştır (Acara, 2006).

Bu çalışmada analiz edilen sütlerden hiçbirinde TGK’nın ilgili limit değerlerinin üzerinde bir pestisit kalıntısına rastlanmamıştır. Benzer şekilde Güvenç (2008), tarafından planlanan bir çalışmada Samsun çevrelerinden toplanan 100 çiğ süt örneğinde pestisit kalıntısına rastlanmadığı bildirilmiştir. Öte yandan Türkiye’de Bulut ve ark (2010), tarafından yapılan bir çalışmada toplam 50 inek sütü örneğinin %80’i HCH, heptachlor, chlordane, endosulfan, endrin ve methoxychlorilekontamine bulunmuş, örneklerin %2’sinin endrin ve %24’ünün endosulfan kontaminasyon düzeylerinin CA değerlerinin üzerinde olduğu rapor edilmiştir. Çalışma kapsamında incelenen 50 koyun sütü örneğinden %90’ın %12 endrin %82 endosulfan ile kontamine bulunduğu belirtilmiştir.

Heck ve ark. (2007), tarafından yapılan bir çalışmada çiğ sütte o,p0-DDT ve toplam DDT düzeylerinin pastörize ve UHT sütlere göre anlamlı derecede yüksek olduğu bildirilmektedir.

Her ne kadar ısı işleminin pestisit kalıntılarını azalttığı belirtilse de pestisitlere ait spesifik izomer konsantrasyonlarının ve bunlara ilişkin halk sağlığı risklerinin iyi değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Nitekim pastörize sütlerde rapor edilen pestisit kontaminasyonları, söz konusu ajanların ısıl işleme dirençli olduklarını ortaya koymaktadır.

Lipofilik yapılarından dolayı, yağlı süt ve süt ürünlerinin (tereyağı, krema ve peynir) pestisit kalıntılarını konsantre etme yatkınlığı daha yüksek görülmekle birlikte özellikle organofosforlu bileşiklerin proteinlere bağlanma kapasitesinin bulunduğu belirtilmektedir.

Sana ve ark. (2021), tarafından yapılan bir çalışmada OK’lerden inek ve manda sütlerinden sıklıkla HCH, DDT ve Heptaklor kalıntılarına rastlandığı bildirilmiştir. Uganda’da Kampire ve ark. (2011), Etiyopya’da Deti ve ark. (2014), OK pestisitlerden DDT’nin çiğ sütlerde Dünya Sağlık Örgütü ve AB tarafından tanımlanan MRL düzeylerinin (40 µg/kg) (EC, 2010) yaklaşık 8 kat fazla (328.5 µg/kg) DDT bulunduğunu belirtmişler, yoğun DDT bulunan bölgelerin sıtma

vakalarının çok yoğun bir şekilde görüldüğü bölgeler olduğu kaydedilmiştir. Bölgedeki yüksek DDT kontaminasyon düzeyleri geçmişte ve halihazırda sıtma vektör kontrolü için sıklıkla ve yoğun bir şekilde kullanılan insektisitlere bağlanmıştır (Haylamicheal ve Dalvie, 2009).

Gutierrez ve ark. (2013), tarafından Meksika'da çiğ sütlerde yapılan bir çalışmada sırasıyla heptaklorepoksit, endosulfan ve HCH kontaminasyonlarına rastlandığı, hiçbirinin kodekste yer alan limitleri aşmadığı belirtilmiş ve bu düşük konsantrasyonlardaki kalıntıların OK pestisitlerin 30 yıldan beri yasaklı olmasına bağlanmıştır.

Öte yandan Tsakiris ve ark. (2015), tarafından Yunanistan'da yürütülen bir çalışmada pastörize sütlerin %97.4'ünde DDT'ye ait en az bir izomer veya metabolit bulunduğu kaydedilmiş, her iki çalışmada elde edilen verilerin AB limitlerini aşmadığı vurgulanmıştır. Farklı bölgelerden elde edilen çalışma sonuçları o bölgede kullanılan pestisit miktarına ve çeşidinde bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Rego ve ark., 2019).

Sütte pestisit kalıntı düzeylerini belirlemek için duyarlı ve kesin sonuç veren analitik metodların kullanılması gerekmektedir (Ramezani ve ark., 2022). Farklı ülkelerde planlanan bu prevalans çalışmalarından elde edilen farklı veriler, süt için kullanılan ekstraksiyon yöntemlerinin farklılığına göre değişiklik göstermiş olabilir. Genellikle süt protein ve yağ içeriği açısından oldukça zengin olduğundan, söz konusu kimyasalların analiz sonuçları süt örneğinde yanıltıcı olabilmektedir. Dolayısıyla analiz öncesinde; bu yanıltıcı içerikleri süt matriksinden uzaklaştırmak için birçok ön uygulama ve temizlik basamaklarının uygulanması tavsiye edilmektedir (Manav ve ark., 2019).

Yapılan bir çalışmada organik klorlu pestisitlerin süt ve süt yağından ayrılarak tayini amacıyla yeni bir sıvı/sıvı ekstraksiyon yöntemi geliştirilmiş, örnekler GC-MS/MS ile analiz edilmiş tespit sınırları 0.36 ve 1.11 µg/kg aralığında bulunmuştur. Araştırmacılar 60'ı UHT, 27'si pastörize süt örneğinden oluşan toplam 87 ısı işlem görmüş süt örneğinde herhangi bir pestisit kalıntısına rastlamadıklarını bildirmişleridir (Karataş ve Coşkun, 2018).

Witczak ve ark. (2016), tarafından 2009-2013 yılları arasında Polonya'da organik keçi sütlerinde organik klorlu pestisitlerin araştırıldığı bir çalışmada örneklerde 1982 yılından beri kullanımının yasak olmasına rağmen 4.85 mg/kg' a kadar gama-HCH varlığının tespit edildiği kaydedilmiştir. Araştırmacılar bu sonuçları yer altı atık alanlarının eski ve yasaklanmış pestisit kalıntılarını uzun süre muhafaza ettiği ve ikincil bir yer altı kontaminasyonu ile sonuçlandığı yorumunu getirmişlerdir.

Brezilya'da Santos ve ark. (2015), tarafından yapılan bir çalışmada 2010-2012 yılları arasında ticari süt örneklerinde organik klorlu pestisit varlığı belirlenmiş, bunlardan %82.1' nin gama-HCH olduğu belirtilmiştir.

Shahzadi (2013), tarafından yapılan bir çalışmada farklı hayvan türlerine ait süt örneklerinin %50'sinin başta deltametrin ve karbofuran olmak üzere çeşitli pestisit türleriyle kontamine olduğu, en fazla kontaminasyon yüküne koyun sütü örneklerinde rastlandığı belirtilmiştir.

Yine organik sütlerde yapılan bir çalışmada, heksaklorobenzen, p,p'- DDT ve onun metaboliti olan p,p'- DDE' ye yasaklı olmalarına rağmen bütün örneklerde rastlandığı belirtilmiş her ne kadar tüm dünyada organik çiftliklerde pestisit kullanımına izin verilmesede hala tespit ediliyor olmaları bazı pestisitlerin yarılanma ömrünün uzun olmasına, dolayısıyla etkenlerin organik sütlere kadar ulaşmasına bağlanmaktadır (Welsh ve ark., 2019).

Bütün bu tartışmalar sütle pestisit kalıntı varlıklarının takibi için etkin takip programlarının uygulanması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Elde edilen sonuçlar, TGK'nin ilgili yönetmeliğindeki bazı pestisitlere ait maksimum kalıntı limit değerlerinin güncellenmesi gerektiğini, benzer şekilde ulusal referans laboratuvarların da alt yapı ve metotlarını bu limit değerlere göre düzenlemesi gerektiğini ortaya koymuştur.

6. SONUÇ

Bir çok ÷lke özellikle s÷t ve s÷t ÷r÷nlerinde pestisit kalıntılarını izlemek için izleme programları oluşturmuştur (Manav ve ark., 2019).

S÷tü kullanılan hayvanların pestisitlere maruz kalmaları s÷tlerinin ve dolayısıyla s÷t ÷r÷nlerinin pestisit kontaminasyonuna yol açmakta nitekim literatür verileri s÷t ve s÷t ÷r÷nlerinde bir çok pestisit (OK, OF ve triazinlerin) varlığını ortaya koymaktadır. S÷t yağı yoğun olan hayvan türleri (manda ve koyun) ve yağlı s÷t ÷r÷nleri (tereyağı, krema ve peynir) lipofilik olmalarından ötürü organoklorlu pestisit kontaminasyonları açısından daha büyük risk taşımakla birlikte ısı işlemini görmüş s÷tler pestisit maruziyeti açısından daha güvenli bulunmaktadır. S÷t ve s÷t ÷r÷nlerinin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yeni toksik ÷r÷nlerin halk sağlığı açısından teşkil ettiği riskleri değerlendirebilmek için daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Sütte pestisit kalıntı miktarlarını azaltmaya yönelik çalışmalar termal, non-termal ve fermentasyon esnasında biyodegradasyon proseslerine dayanmaktadır. Termal uygulamalar sütteki pestisit kalıntılarını azaltabilmekte, bazı uygulamalar ise total HCH ve izomerleri artırabilmektedir. Son zamanlarda ön plana çıkan ısı teknolojilerinden ohmik ısıtma yönteminin sütteki pestisit degradasyon prosesine etkileri hakkında detaylı bir veri bulunmamakla birlikte konu yakın zamanda çalışılması gereken önemli bir konu olarak güncelliğini sürdürmektedir.

Farklı s÷t ÷r÷nlerin üretim prosesi sonunda son üründe ne düzeyde pestisit kalıntısı içerdiğine ilişkin sonuçlar ortaya koyan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Termal proses ve fermentasyon sonucu ortaya çıkan yeni ÷r÷nlerin toksisitesini ve izomerizasyonunu anlamak için daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu kimyasalların çevreyi kirletme eğilimlerini değerlendirmek için çevredeki organoklorlu pestisit kalıntılarının periyodik olarak izlenmesi ve sütte pestisit kontaminasyonunu engellemek için iyi tarım uygulamalarının desteklenmesi gerekmektedir. Her ne kadar mevcut çalışma kapsamında organik ve klasik yöntemlerle üretilmiş sütlerde herhangi bir pestisit kontaminasyonuna rastlanmamış olsa da , gıda güvenliği açısından pestisit kalıntı izleme programları etkin bir şekilde uygulanması kritik bir halk sağlığı meselesidir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, TKG'nin ilgili yönetmeliğindeki bazı pestisitlere ait maksimum kalıntı limit değerlerinin güncellenmesi gerektiğini, benzer şekilde ulusal referans laboratuvarlarının da alt yapı ve metotlarını bu limit değerlere göre düzenlemesi gerektiğini ortaya koymuştur.

7. KAYNAKLAR

- Abdulkadir H. Süt Bilimi ve Teknolojisi. 19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Samsun 1999; 56-85.
- Abou-Arab AAK. Effects of processing and storage of dairy products on lindane residues and metabolites. *Food Chem*, 1999a; 64: 467-473.
- Acara A. Türkiye'nin kalıcı organik kirletici maddelere(POP'ler) ilişkin Stockholm sözleşmesi için taslak ulusal uygulama planı. Unido-POP'ler Projesi, 2006. Proje No. GF/TUR/03/008, 237s.
- Akbay C, Yıldız Tiryaki G. Tüketicilerin Ambalajlı ve Açık Süt Tüketim Alışkanlıklarının Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi: Kahramanmaraş Örneği, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, Kahramanmaraş 2007; 10(1).
- Aksoy U, Altındişli A, İlter E. Ekolojik Tarımın Tarihçesi Ve Gelişimi. *Organik Tarım, Ekolojik Tarım Organizasyonu Derneği*, Emre Basımevi, İzmir 2002; s.: 1-8.
- Alengebawy A, Abdelkhalek ST, Qureshi SR, Wang MQ. Heavy Metals and Pesticides Toxicity in Agricultural Soil and Plants: Ecological Risks and Human Health Implications. *Toxics*, 2021: 9(3); 42.
- Ali HFM, El-Ella FMA, Nasr NF. Screening of chemical analysis, antioxidant, antimicrobial and antitumor activity of essential oil of Oleander (*Nerium oleander*) flower. *Int J Biol Chem*, 2010: 4(4); 190-202.
- Altıkat A, Turan T, Torun FE, Bingül Z. Türkiye'de pestisit kullanımı ve çevreye olan etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2006: 40(2); 87-92.
- Altun B, Besler T, Ünal S. Ankara'da Satılan Sütlerin Değerlendirilmesi. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 2002: 11(2); 51-55.
- Anonim. International Programme On Chemical Safety, Environmental Health Criteria, 1984a; 40 Endosulfan.
- Anonim. International Programme On Chemical Safety, Environmental Health Criteria, 1984b; 38 Heptachlor.
- Anonim. Agency For Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile. Heptachlor/Heptachlor Epoxide Public Health Statements, 1993.

- Anonim. Council Directive 98/179/EC Laying down detailed rules on official sampling for the monitoring of certain substances and residues there of in live animals and animal products, 1998a.
- Anonim. US EPA, (United States Enviromental Protection Agency), Summary of OPP reduced- risk pesticides initavite, 1999; p.: 2.
- Anonim. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği. Tebliğ No: 2000/6. T. C. Resmi Gazete, 14.02.2000 Tarih ve Sayı 23964.
- Anonim. Natural Resources Defence Council; Healthy Milk,Healthy Baby, Chemical Pollution and Mother's Milk. Chemicals: Dieldrin, Andrin and Endrin, 2001.
- Anonim. TS 1192 Uzun ömürlü süt standardı, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara 2001.
- Anonim. Süt ve ürünlerinde pestisitler. Gıda Mühendisliği dergisi, 2002.
- Anonim. Agency For Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile 4,4'-DDT, 4,4'-DDE, 4,4'-DDD.Public Health Statement, 2003.
- Anonim. Türkiye Özgü Beslenme Rehberi. T.C. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara 2004; s.: 72.
- Anonim, (2008). <http://www.sutas.com.tr/sayfa.php?bolum=4&altbolum=5>
- Anononymus. Institute of Medicine, Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride, National Academy Press, Washington DC 1997.
- Anonoymus. Institute of Medicine, Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids, National Academy Press, Washington DC 2000.
- Ayana IAAA, El-Deen AG, El-Metwally MA. Behavior of certain lactic acid bacteria in the presence of pesticides residues. *Int J Dairy Sci*, 2011; 6(1); 44-57.
- Bahadir M, Klein W, Lay JP, Parlar H, Scheunert T. *Lehrbuchder Ökologischen Chemie*. Ed Korte F, Georg Thieme. Verlag, Stuttgart, New York 1992.
- Baysal A. Beslenme 10. baskı. Hatiboğlu Yayınevi, Ankara 2004; s.: 520
- Baysal A. Beslenme. 3. Baskı, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara 1987; s.: 240.
- Bertocchi L, Ghidini S, Fedrizzi G, Lorenzi V. Case-Study and Risk Management of Dioxins and PCB's Bovine Milk Contaminations in a High Industrilized Area in Northern Italy. *Environ Sci Pollut Res*, 2015; 22: 9775-9785.
- Bertolote JM, Fleischmann A, Eddleston M, Gunnell D. Deaths from pesticide poisoning: a global response. *BJPsych*, Volume 2006 189; 3: 201-203.
- Bertomeu-Sánchez JR. Introduction. *Pesticides: Past and Present. Host-Journal of History of Science and Technology*, 2019; 13(1); 1-27.

- Bo LY and Zhao XH. Preliminary study on the degradation of seven organophosphorus pesticides in bovine milk during lactic acid fermentation or heat treatment. *Afr J Microbiol Res*, 2010; 4 (11); 1171-1179.
- Bo LY, Zhao XH. Preliminary study on the degradation of seven organophosphorus pesticides in bovine milk during lactic acid fermentation or heat treatment. *Afr J Microbiol Res*, 2010; 4 (11); 1171-1179.
- Bo LY, Zhang YH, Zhao XH. Degradation kinetics of seven organophosphorus pesticides in milk during yoghurt processing. *J Serb Chem Soc*, 2011; 76 (3); 353-362.
- Bolognesi C, Merlo FD. *Pesticides: Human Health Effects*, 2019.
- Bozkurt İA, Soylu S, Kara M, Soylu EM. Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils Isolated from Medicinal Plants against Gall Forming Plant Pathogenic Bacterial Disease Agents. *KSU Tarım ve Doğa Derg* 2020; 23: 1474-1482.
- Buhler DR. Transport, accumulation and disappearance of pesticides. In *Chemistry, Biochemistry and Toxicology of Pesticides*. Pesticide Education Program. Witt JM. Ed. Oregon State University Extension Service, Corvallis, OR 1989; 6-14.
- Bulut S, Akkaya L, Kov V, Konuk M. Organochlorine pesticide residues in butter and kaymak in Afyonkarahisar, Turkey. *J Anim Vet Adv*, 2010; 9 (1-4); 2797-801.
- Bulut S, Akkaya L, Gök V and Konuk M. Organochlorine pesticide (OCP) residues in cow's, buffalo's, and sheep's milk from Afyonkarahisar region, Turkey. *Environ Monit Assess*, 2011; 181: 555-562.
- Burçak AA, Kaya Ü. First Mediterranean Workshop, Research and European Policy on Pesticide Residues in Mediterranean Countries and MCPR Annual Meeting, N.AG.RE.F., Athens, Greece 2000.
- Caron-Beaudoin É, Denison MS, Sanderson JT. Neonikotinoidlerin insan adrenokortikal karsinom (H295R) ve primer göbek ven endotel (HUVEC) hücrelerinde aromatazin (CYP19) promotere spesifik ekspresyonu ve aktivitesi üzerindeki etkileri. *Toxicol Sci*, 2016; 149(1); 134-44.
- Choi WS, Park BS, Lee YH, Jang DY, Yoon HY, Lee SE. Fumigant toxicities of essential oils and monoterpenes against *Lycoriella mali* adults. *Crop Protection* 2006; 25: 398-401.
- Codex Alimentarius. Codex pesticides residue online database in/on milk 2019.
- Cohen SZ, Creeger SM, Carsel RF, Enfield CG, (eds) Krüger RF, Seiber JN. ACS Symposium Series 259, Am Chem Soc, Washington 1984; 297-325.
- Cosimi S, Rossi E, Cioni PL, Canale A. Bioactivity and qualitative analysis of some essential oils from Mediterranean plants against stored-product pests: evaluation of repellency against *Sitophilus zeamais* Motschulsky, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) and *Tenebrio molitor* (L.). *J Stored Prod Res*, 2009; 45: 125-132.

- Costa LG. Toxicology of pesticides: a brief history. In *Toxicology of Pesticides: Experimental, clinical and regulatory perspectives*, Springer Berlin, Heidelberg, 1987; pp.: 1-10.
- Costa LG. Toxic effects of pesticides. In: *Casarett&Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons*, (Seventh ed). Ed, Klaassen, C.D. The McGraw-Hill Co Inc, USA 2008; 883-930.
- Coşkun H, Karakaş M. UHT ve pastörize sütlerde organik klorlu pestisitlerin tayini. *Gıda*, 2018; 43(5); 733-744.
- Coşkun H. Isıtmanın sütün özelliklerine etkisi. Editör: Demirci, M. İçme Sütü, İhlas Matbaacılık, Tekirdağ 1988; s.: 158-167.
- Çok I, Bilgili A, Özdemir M, Özbek H, Bilgili N, Burgaz S. Organochlorine pesticide residues in human breast milk from agricultural regions of Turkey, 1995-1996. *Bull Environ Contam Toxicol*, 1997; 59: 577-582.
- Çubuk A. Ankara Piyasasında Tüketime Sunulan Süt ve Yoğurtların Protein, Yağ Kuru madde, Asitlik ve Kül Derecelerinin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beslenme Bilimleri Programı.
- Dağlıoğlu N. "Akut organofosfatlı pestisit entoksikasyonlarının sıçanlarda deneysel olarak gösterilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana 2004; 3.
- Dervişoğlu M, Gül O, Yazıcı F, Aydemir O. Süt ve süt ürünlerinde organik klorlu pestisit varlığı. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 2014; (13).
- Deti H, Hymete A, Bekhit AA, Mohamed AMI, Bekhit AEDA. Persistent organochlorine pesticides residues in cow and goat milks collected from different regions of Ethiopia. *Chemosphere*, 2014; 106: 70-4.
- Di Liello LR. Proteolytic bacterial plate count (PBPC). *Methods in Food and Dairy Microbiology*, USA, 1982; s.: 35-36.
- Dogan FN, Karpuzcu ME. Current status of agricultural pesticide pollution in Turkey and evaluation of alternative control methods. *PAJES*, 2019; 25: 6; 734-747.
- Donia MAA, Abou-Arab AAK, Enb A, El-senaity MH, Abd-Rabou NS. Chemical composition of raw milk and the accumulation of pesticide residues in milk product. *Glob Vet*, 2010; 4 (1); 06-14.
- Dörfler U, Scheunert I. *Chemosphere*, 1997; 35(1/2); 77-85.
- Duan J, Cheng Z, Bi J, Xu Y. Residue behavior of organochlorine pesticides during the production process of yogurt and cheese. *Food Chem*, 2018; 245: 119-124.
- Durmuşoğlu E. *The Licenced Insecticides in Recent Years*. Agriculture Faculty of Ege University, İzmir 2000.
- Erdem Ö. Ankara Ayaş ilçesindeki içme ve sulama sularında organoklorlu pestisitlerin kromatografik tayini. Master'sthesis, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010.

- Erdoğan P. *Azadirachta indica* A. Juss ile *Melia azedarach* L. bitkilerinden elde edilen insektisitlerin özellikleri ve zararlılara etkisi. *Karaelmas Sci Eng J*, 2013; 3 (2); 14-25.
- European Commission (EC) 2010 Pesticides EU MRL's 2021; regulation no.: 396/2005.
- Fischer WJ, Schilter SB, Tritscher AM, Stadler RR. Contaminants of milk and dairy products: Contamination resulting from farm and dairy practices. *Encyclopedia of Dairy Sciences* (2 nd Ed) 2011; 2: 887–97.
- Food and Agriculture Organization (FAO). Dairy market review: Emerging trends and outlook, 2021.
- Franzke C. Milch und Milerzeugnisse. Kapitel 20 von. *Allgemeines Lehrbuch der Lebensmittelchemie*, Behr'sVerlag, 3. Auflage, Hamburg, Deutschland, 1996; p.: 419.
- Gomes HO, Menezes JMC, Costa JGM, Coutinho HDM, Teixeira RNP, Nascimento RF. A socio-environmental perspective on pesticide use and food production. *Ecotox Environ Safe*, 2020; 197: 110–627.
- Gonzalez Coloma A, Martin Benito D, Mohamed N, Garcia Vallejo MC, Soria AC. Antifeedant effects and chemicalcomposition of essential oils from different populations of *Lavandula luisieri* L. *Biochem Syst Ecol*, 2006; 34: 609-616.
- Gutierrez R, Ortiz R, Vega S, Schettino B, Ramirez ML, Perez JJ. Residues levels of organochlorine pesticide in cow's milk from industrial farms in Hidalgo, Mexico. *J Environ Sci Health, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 2013; 48 (11); 935–40.
- Güler Ç, Çobanoğlu Z. Pestisitler. *Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi*, 52, Ankara, 1997; 1-169.
- Güney E. Çevre sorunları. Hatiboğlu Yayınları, Ankara 1992.
- Güvenç D, Aksoy A. Samsun yöresinden toplanan çiğ süt örneklerinde bazı pestisit kalıntılarının araştırılması. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 2010; 16 (2); 281-286.
- Güvenç D. Samsun yöresinden toplanan çiğ süt örneklerinde bazı pestisit kalıntılarının araştırılması üzerine bir çalışma. *Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Samsun 2008; s.: 64.
- Hassitou F, Geddes DT, Hartmann EP. Cells in Human Milk: State of the Science. *J Hum Lact*, 2013; 29(2); 171–182.
- Haylamicheal ID, Dalvie MA. Disposal of obsolete pesticides, the case of Ethiopia. *Environ Int*, 2009; 35 (3); 667–73.
- Hamey PY. The need for appropriate use information to refine pesticide user exposure assessments. *Ann Occup Hyg*, 2001; 45; p.: 69-79.
- Heck MC, Sifuentes dos Santos J, Bogusz Junior S, Costabeber I, Emanuelli T. Estimation of children exposure to organochlorine compounds through milk in Rio Grande do Sul, Brazil. *Food Chem*, 2007; 102: 288-294.

- Hinrichs J. Milch und Milch produkte: Gesch ichte und Technologie. 3. DGE – Ba Wü Forum,Universität Hohenheim, Hohenheim, Deutschland, 23.März 2004; 5-8.
- Houdart M, Tixier P, Lassoudiere A, Saudubray F. Assessing pesticide pollution risk: from field to watershed. *Agron Sustain Dev*, 2009; 29, 2; 321-327.
- Ibrahim AMA, Morsy MA, Hewedi MM, Smith CJ. Detection of aldrin and dieldrin in Egyptian milk samples using a competitive ELISA. *Food Agric Immunol*, 1994; 6: 31-38.
- Islam MS, Hasan MM, Xiong W, Zhang SC, Lei CL. Fumigant and repellent activities of essential oil from *Coriandrum sativum* (L.) (Apiaceae) against red flour beetle *Tribolium castaneum*(Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). *J Pest Sci*, 2009; 82: 171-177.
- Işıkber AA, Alma MH, Kanat M, Karci A. Fumigant toxicity of essential oils from *Laurus nobilis* and *Rosmarinus officinalis* against all life stages of *Tribolium confusum*. *Phytoparasitica*, 2006; 34(2); 167-177.
- İnal T. Süt ve Süt Ürünleri Hijyen ve Teknolojisi. Final Ofset, İstanbul 1990.
- Jacobsen CS, Hjelmsø MH. Agricultural soils, pesticides and microbial diversity. *COBIOT*, 2014; 27;15-20.
- Jallow MF, Awadh DG, Albaho MS, Devi VY, Ahmad N. Monitoring of pesticide residues in commonly used fruits and vegetables in Kuwait. *Int J Environ res public health*, 2017; 14(8); 833.
- Jensen RG. Handbook of Milk Composition, Academic Press, New York 1995; p.: 947.
- Kaliaa A, Gosalb SK. Effect of pesticide application on soil microorganisms. *Arch Agron Soil Sci*, 2011; 57; 6; 569–596.
- Kara HH. Türkiye’de üretilen organik UHT sütün sağlık açısından önemli yağ asitleri bakımından araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, 2006.
- Karaarslan M. Niğde İli Yöresinde Açıkta Satılan Süt, Yoğurt ve Beyaz Peynirin, Asidite, Yağ, Nem, Tuz, Kalsiyum ve Kuru Madde Miktarlarının Saptanması, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Niğde 2001; s.: 126.
- Karakaya M, Boyraz N. Gıda kirlenmesinde pestisitler ve korunma yolları, *Çevre Dergisi*, 1992; 1(4); 11-15.
- Kampire E, Kiremire BT, Nyanzi SA, Kishimba M. Organochlorine pesticide in fresh and pasteurized cow’s milk from Kampala markets. *Chemosphere*, 2011; 84: 923-927.
- Kampire E, Kiremire BT, Nyanzi SA, Kishimba M. Organochlorinepesticide in fresh and pasteurized cow’s milk from Kampala markets. *Chemosphere*, 2011; 84 (7); 923–7.

- Karakaş M. UHT ve Pastörize sütlerde organik klorlu pestisitlerin tayini. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu 2013; 93 s.
- Karakaş M. UHT ve Pastörize sütlerde organik klorlu pestisitlerin tayini. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu 2018; 93 s.
- Khanehzar H, Faraji M, Nezhadali A, Yamini Y. Combining of modified QuEChERS and dispersive liquid-liquid micro extraction as an efficient sample preparation method for extraction of acetamiprid and imidacloprid from pistachio samples. *J Iran Chem Soc*, 2021; 18(3); 641-649.
- Kavuklu Ö. Investigation of various pesticides and residues in environmental samples by GC and GC-MS techniques at Düzce and Sakarya. Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2005.
- Keleş, L. Buzdolabında saklı açık UHT sütlerinin duyu özelliklerindeki değişimler. Master's thesis, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
- Keskin Fİ. Türkiye’de çiğ sütlerde bazı organik fosforlu insektisit kalıntılarının incelenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara 2008; s.: 62.
- Kılıç S, Köse G. Süt ve Süt Ürünlerindeki Kalsiyum ve Kadın Sağlığı. *Gıda*, 2001; 05: 62-66.
- Kırış S. Pestisit kalıntılarının ozon uygulaması ile zeytinlerden uzaklaştırılması ve zeytinyağına geçiş düzeyinin belirlenmesi. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara 2014.
- Kıracı S, Karataş A. Organik domates yetiştiriciliğinde bitki aktivatörü uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi, Zir Fak Der*, 2015: 12(1); 17-22
- Kloen H, Altieri MA. Effect of mustard (*Brassica hirta*) as a non-crop plant on competition and insectpests in broccoli (*Brassica oleracea*). *Crop Protection*, 1990; 9: 90-96.
- Kolaczinski JH, Curtis CF. Sentetik piretroid insektisitlere düşük düzeyde maruz kalmanın bir sonucu olarak ortaya çıkan kronik hastalık: tartışmanın gözden geçirilmesi. *Food Chem Toxicol*, 2004; 42: 697-706.
- Koyuncu M, Uzmay A, Çınar G. Gençlerin organik süt tüketme olasılığı; Ege Üniversitesi Araştırması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2014: 51(3); 219-27.
- Lacin A. Kahramanmaraş Bölgesindeki Keçi Sütünde Eser Element Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Kahramanmaraş 2005; s.: 3.
- Leong WH, Teh SY, Hossain MM, Nadarajaw T, Zabidi-Hussin Z, Chin SY, Lim SHE. Application, monitoring and adverse effects in pesticide use: the importance of reinforcement of good agricultural practices (GAPs). *J Environ Manage*, 2020; 260, 109987.

- Li Q, Kobayashi M, Kawada T. İnsan T lenfositlerinde karbamat pestisit kaynaklı apoptoz. *Int J Environ Res Halk Sağlığı*, 2015; 12: 3633–45.
- Manav ÖG, Dinç-Zor Ş, Alpdoğan G. Optimization of a modified QuEChERS method by means of experimental design for multi residue determination of pesticides in milk and dairy products by GC–MS. *Microchem J*, 2019; 144: 124–9.
- Martinez MP, Angulo R, Pozo R, Jodral M. Organochlorine pesticides in pasteurized milk and associated health risks. *Food Chem Toxicol*, 1997; 35: 621-624.
- Mazid S, Kalida JC, Rajkhowa RC. A review on the use of biopesticides in insect pest management. *Int J Sci Adv Technol* 2011; 1: 169-178.
- Mengulluoglu M, Soylu S. Antibacterial activities of essential oils from several medicinal plants against the seed-borne bacterial disease agent *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. *Res Crops*, 2012; 13: 641-646.
- Metin M. Süt Teknolojisi Sütün Bileşimi ve İşlenmesi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, 2001; 33: 802.
- Metin M. Süt Teknolojisi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, 6. baskı. İzmir 2005; No:33 s.: 802.
- Metin M. Süt Teknolojisi Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Ege Üniversitesi Basımevi, I. Bölüm. İzmir 1998; No:33.
- Moses M. “Pesticide-related health problems and farmworkers”, *AAOHN J*, 1989: 37(3); 115-130.
- Moses M. “Pesticides”, *Maxcy-Rosenau-Last Public Health and Preaentive Medicine* (14 th ed). Wallace RB, Appleton&Lange, Stamford 1998; 593-607.
- Nag SK, Raikwar MK. Organochlorine pesticide residues in bovine milk. *Bull Environ Contam Toxicol*, 2008; 80: 5-9.
- Nathan SS, Hisham A, Jayakumar G. Larvicidal and growth inhibition of the malaria vector *Anopheles stephensi* by triterpenes from *Dysoxylum malabaricum* and *Dysoxylum beddomei*. *Fitoterapia* 2008; 79: 106-111.
- Nigam U, Siddiqui MKJ. Organochlorine insecticide residues in dairy milk samples collected in Lucknow, India. *Bull Environ Contam Toxicol*, 2001; 66: 678-682.
- Nriagu JO. *Encyclopedia of environmental health*. Elsevier, 2019.
- Onurlubaş E, Çakırlar H. Tüketicilerin süt ve süt ürünleri tüketimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *ÇAKÜ SBED*, 2016; 7(1); 217-242.
- Özcan TF, Erbil, E Kurdal. Sütün İnsan Beslenmesindeki Önemi. Editör: Mehmet Demirci, 1998; s.: 31-41.
- Pala M. Tarım ilaçları sorunu. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 2018; 22(2); 6.
- Parodi PW. Milk fat in human nutrition. *Aust J Dairy Technol*, 2004; 59, 3.
- Parodi PW. Milk fat in human nutrition. *Aust J Dairy Technol*, 2004; 59: 3.

- Pavela R, Sajfrtova M, Sovova H, Barnet M, Karban J. The insecticidal activity of *Tanacetum parthenium* (L.) Schultz Bip. extracts obtained by supercritical fluid extraction and hydrodistillation. *Ind Crop Prod*, 2010; 31: 449-454.
- Pihlanto A, Korhonen H. Bioactive peptides and proteins. *Adv Food Nutr Res*, 2003; 47: 175.
- Qin W, Huang S, Li C, Chen S, Peng Z. Biological activity of the essential oil from the leaves of *Piper sarmentosum* Roxb. (Piperaceae) and its chemical constituents on *Brontispa longissima* (Gestro) (Coleoptera: Hispididae). *Pestic Biochem Phys*, 2010; 96: 132-139.
- Ramezani S, Mahdavi V, Gordan H, Rezadoost H, Conti GO, Khaneghah AM. Determination of multi-class pesticides residues Critical Reviews in Food Science and Nutrition 15 dues of cow and human milk samples from Iran using UHPLC-MS/ MS and GC-ECD: A probabilistic health risk assessment. *Environ Res*, 2022; 208: 112730.
- Rani L, Thapa K, Kanojia N, Sharma N, Singh S, Grewal AS, Kaushal J. An extensive review on the consequences of chemical pesticides on human health and environment. *J Clean Prod*, 2021; 283: 124657.
- Rembiałkowska E, Średnicka D. Organic food quality and impact on human health. *Agron Res*, 2009; 7(2);719-27.
- Rêgo ICV, Dos Santos GNV, Dos Santos GNV, Ribeiro JS, Lopes RB, Dos Santos SB, De Sousa A, Mendes RDA, Taketomi ATF, Vasconcelos AA. Residues of organochlorinated pesticides en leche commercial: Una revisión sistemática. *Acta Agron*, 2019; 68 (2); 99–107.
- Samsel A, Seneff S. Glifosat, modern hastalıklara giden yollar II: çölyak hastalığı ve gluten intoleransı. *Disiplinler arası Toxicol*, 2013; 6: 159–84.
- Sana S, Qadir A, Mumtaz M, Evans NP, Ahmad SR. Spatial trends and human health risks of organochlorinated pesticides from bovine milk; a case study from a developing country, Pakistan. *Chemosphere*, 2021; 276: 130110–30.
- Santos SJ, Schwanz TG, Coelho AN, Heck-Marques MC, Mexia MM, Emanuelli T, Costabeber J. Estimated daily intake of organochlorine pesticides from dairy products in Brazil. *Food Control*, 2015; 53: 23–8
- Saner G, Engindeniz S. Hayvancılıkta Organik Üretime Geçiş Olanakları ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme, 2007.
- Salas JH, Gonzalez MM, Noa M, Perez NA, Diaz G, Gutierrez R, Zazueta H, Osuna I. Organophosphorus pesticide residues in Mexican commercial pasteurized milk. *J Agric Food Chem*, 2003 ; 51: 4468-4471.
- Scharf J, Wiesiollek R, Bachmann K. *Anal Chem*, 1992: 342 (10); 813-816.
- Schmutterer H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree *Azadirachta indica*. *A Juss Annu Rev Entomol*, 1990; 35: 271-279.

- Senthil-Nathan S. A review of biopesticides and their mode of action against insect pests. In: Thangavel P, Sridevi G (eds) *Environ Sustain*. Springer, Delhi 2015.
- Shahzadi N, Imran M, Saewar M, Hashmi AS, Wasim M. Identification of pesticides residues in different samples of milk. *J Agroalimnet Proces Technol*, 2013; 19 (2); 167–72.
- Sharma A, Kumar V, Shahzad B, Tanveer M, Sidhu GRS, Handa N, Kohli SK, Yadav P, Bali, AS, Parihar RD, Iqbal Dar O, Singh K, Jasrotia S, Bakshi P, Ramakrishnan M, Kumar S, Bhardwaj R, Kumar Thukral A. Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. *SN Appl Sci*, 2019; 1:1446.
- Siebers J, Gottschild D, Nolting HG. *Chemosphere*, 1994; 28(8); 1559-1570.
- Skoog DA, Holler FJ, Nieman TA, Kılıç E, Köseoğlu F, Yılmaz H. *Enstrumental Analiz İlkeleri 1*. Baskı. Bilim Yayıncılık, 1998; 529-535.
- Song Y, Jia ZC, Chen JY, Hu JX, Zhang LS. Atrazinin erkek sıçanların üreme sistemi üzerine toksik etkileri. *Biomed Environ Sci*, 2014; 27:281–8.
- Soylu EM, Soylu S, Kara M, Kurt Ş. Sebzelelerde sorun olan önemli bitki fungal hastalık etmenlerine karşı vermikomposttan izole edilen mikrobiyomların in vitro antagonistik etkilerinin belirlenmesi. *KSU Tar ve Doğa Der*, 2020; 23: 7-18.
- Soylu S, Baysal Ö, Soylu EM. Induction of disease resistance by the plant activator, acibenzolar-smethyl (ASM), against bacterial canker (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) in tomato seedlings. *Plant Sci* 2003; 165: 1069-1075.
- Söderqvist T, Bergman L, Johansson PO. An economic approach. In *Pesticide Risk in Groundwater*, Vighi M, Funari E. CRC Press (Eds), London 2019; p.: 241-258.
- Stefanelli P, Muccio AD, Ferrara F, Barbini DA, Generali T, Pelosi P, Amendola G, Vanni F, Muccio SD, Ausili A. Estimation of intake of organochlorine pesticides and chlorobiphenyls through edible fishes from the Italian Adriatic Sea during. *Food Control*, 1997; 15: 27–38.
- Sun SX, Sidhu V, Rong YH, Zheng Y. Pesticide Pollution in Agricultural Soils and Sustainable Remediation Methods: a Review. *Curr Pollut Rep*, 2018; 4; 3: 240-250.
- Sunding D, Zivin J. “Insect population dynamics, pesticide use and farm worker health”. *Am J Agric Econ*, 2000; 82(3); 527-540.
- Sülü SM, Bozkurt İA, Soylu S. Bitki Büyüme Düzenleyici ve Biyolojik Mücadele Etmeni Olarak Bakteriyel Endofitler. *MKÜ Zir Fak Der* 2016; 21: 103-111.
- Şahin B, Soylu S, Kara M, Türkmen M, Aydın R, Çetin H. Superior antibacterial activity against seedborne plant bacterial disease agents and enhanced physical properties of novel green synthesized nanostructured ZnO using *Thymbra spicata* plant extract. *Ceram Int*, 2021; 47: 341-350.

- Şen L. Süt Pastörizasyonu Uygulaması İçin Isı Pompası Simulasyonu, Bilim Uzmanlığı Tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitim Anabilim Dalı, Karabük 2006.
- Tang GW, Yang CJ, Xie LD. Extraction of *Trigonellafoenumgraecum* L. by supercritical fluid CO₂ and its contactotoxicity to *Rhyzopertha dominica*(Fabricius) (Coleoptera: Bos-trichidae). J Pest Sci, 2007; 80: 151-157.
- Taşbaşı, H, Zeytin B, Aksoy E, Konuşkan HM. Organik Tarımın GenelĞlkeleri. T.C. Tarım ve KöyiĞleri Bakanlığı, Araştırma, Planlama ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı, Ankara 2003; s.: 118.
- Tekinşen C, Atasever M, Keleş A, Tekinşen KK. Süt, yoğurt, tereyağı, peynir üretim ve kontrol. Birinci basım 2002; ISBN: 975-448-123-3.
- Tian H. Determination of chloramphenicol, enrofloxacin and 29 pesticides residues in bovine milk by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. Chemosphere, 2011; 83: 349-355.
- Tomlin CDS. The e-Pesticide Manual, (Twelfth ed). Version 2.2 BCPC, 2003.
- Tsakiris IN, Goumenou M, Tzatzarakis MN, Alegakis AK, Tsitsimpikou C, Ozcagli E, Vynias D, Tsatsakis A. Risk assessment for children exposed to DDT residues in various milk types from the Greek market. Food and Chem Toxicol, 2015; 75: 156–65.
- Tuncer C, Ecevit O. “Pestisit kullanımının dolaylı etkileri ve ekonomik önemi”, OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, Samsun 1991: 6(1-2); 141-151.
- Türkiye 10. Gıda Kongresi. Erzurum, 21-23 Mayıs 2008; 695-700.
- T. C. Resmi Gazete, Türk Gıda Mevzuatı, Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme sütleri Tebliği, (23964 mükerrer) 14.02.2000.
- Uenishi K. Prevention of osteoporosis by foods and dietary supplements. Prevention of osteoporosis by milk and dairy products. Clin Calcium, 2006; 16: 1606-14.
- Valenze, D. Milk. A local and global history, 2011.
- Walstra P, Wouters JTM, Geurts TJ. Colloidal particles of milk. Dairy Sci Technol CRC press, 2nd ed. New York 2006; p.: 18-108.
- Ware GM. “Fundamentals of Pesticides 3rd ed”. Thomson Publication, Tucson, 1991; 41.
- Weisner O, Frische T, Liebmann L, Reemtsma T, Roß-Nickoll M, Schäfer RB, Schäffer A, ScholzStarke B, Vormeier P, Knillmann S, Liess M. Risk from pesticide mixtures – The gap between risk assessment and reality. Sci Total Environ, 2021: 796; 149017.
- Welsh JA, Braun H, Brown N, Um C, Ehret K, Figueroa J, Barr DB. Production-related contaminants (pesticides, antibiotics and hormones) in organic and conventionally produced milk samples sold in the USA. Public Health Nutr, 2019; 22 (16); 2972– 80.
- WHO. Environmental Health Criteria 9: DDT and Its Derivatives, Geneva 1979.

- WHO. Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification, Geneva 2020; 2019 edition.
- Witczak A, Malek AM. The comparison of probiotic monocultures influence on organochlorine pesticides changes in fermented beverages from cow and goat milk during cold storage. *Mljekarstvo*, 2019; 69:172–82.
- Wright DA, Welbourn P. *Environmental Toxicology*. First Ed., Cambridge University Press. England, 2002; 355-362
- Yerlikaya O, Akan E ve Kınık Ö. Fermente gıdalar ve pestisit kalıntıları: Pestisitlerin transformasyonu, fermentasyon ve gıda kalitesine etkisi. Türkiye 12. Gıda Kongresi, 5-7 Ekim, Trakya Üniversitesi, Edirne 2016; s.: 100.
- Yetişmeyen, A. Süt Teknolojisi. AÜ Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1482, Ankara 1997; s.: 229.
- Ye M, Beach J, Martin JW, Senthilselvan A. Occupational Pesticide Exposures and Respiratory Health. *Ann Occup Hyg*, 2013; 45; p.: 69-79.
- Yıldız M, Gürkan MO, Turgut C, Kaya Ü, Ünal G. “Tarımsal savaşta kullanılan pestisitlerin yol açtığı çevre sorunları”, TMMOB Ziraat Mühendisleri 6. Teknik Kongresi, Ankara 2005; s.: 649-668.
- Yılmaz D. UHT Sütün Bazı Kalite Özellikleri ile Psikrotrof Floranın İlişkisinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir 2007.
- Yücer M. Ruhsatlı Tarım ilaçları Hasad Yayıncılık, İstanbul 2006.
- Zengin M. Organik Tarım. Hasad Yayıncılık LTD ŞTİ, İstanbul 2007; s.: 136.
- Zhao XH, Wang J. Degradation of seven organophosphorus pesticides in the fresh milk heated at 63°C and two pHs. *Milchwissenschaft*, 2012a: 67 (2); 192-194.

İÇME SÜTÜ ALTERNATİFLERİNDE PESTİSİT VARLIĞININ ANALİZİ

ORJİNALLİK RAPORU

% 26	% 26	% 4	%
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr	% 8
İnternet Kaynağı		
2	dspace.akdeniz.edu.tr	% 4
İnternet Kaynağı		
3	iksadyayinevi.com	% 3
İnternet Kaynağı		
4	earsiv.hitit.edu.tr	% 3
İnternet Kaynağı		
5	tez.sdu.edu.tr	% 2
İnternet Kaynağı		
6	fbetezbankasi.gazi.edu.tr	% 1
İnternet Kaynağı		
7	acikerisim.aku.edu.tr	% 1
İnternet Kaynağı		
8	pdfs.semanticscholar.org	% 1
İnternet Kaynağı		
9	dergipark.org.tr	% 1
İnternet Kaynağı		

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, soyadı: Feyyaz İbrahim GÜNDÜZ

Uyruğu : Türkiye (TC)

EĞİTİM

<u>DERECE</u>	<u>KURUM</u>	<u>MEZUNİYET</u>
---------------	--------------	------------------

Doktora	Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü	2018-
---------	---	-------

Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı

Lisans	Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi	2011-2017
--------	--	-----------

Lise ATO Anadolu Lisesi		2007-2011
-------------------------	--	-----------

İŞ DENEYİMLERİ

<u>YIL</u>	<u>KURUM</u>	<u>GÖREV</u>
------------	--------------	--------------

2023-	Raşit Kamil Yıldırım Et ve Et Ürün LTD. ŞTİ.	Sorumlu Veteriner Hekim
-------	--	-------------------------

YABANCI DİL

İngilizce