



İstanbul ve Çevresinde Tüketilen Sütlerde Pestisit Kontaminasyonlarının Belirlenmesi*

Feyyaz İbrahim GÜNDÜZ^{1,a}, Yeliz YILDIRIM^{1,b}

¹Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Kayseri-TÜRKİYE
ORCID: ^a0000-0003-3332-0361; ^b0000-0003-0346-5711

Sorumlu yazar: Feyyaz İbrahim GÜNDÜZ; E-posta: fyyzgndz81@gmail.com

Atıf yapmak için: Gündüz Fİ, Yıldırım Y. İstanbul ve çevresinde tüketilen sütlerde pestisit kontaminasyonlarının belirlenmesi. Erciyes Univ Vet Fak Derg 2024; 21(2):72-77

Öz: Süt ve süt ürünleri; sosyoekonomik ve uluslararası ticaret açısından kritik bir öneme sahiptir. Süt tüketimi, pestisitlerin yağ dokuda yoğunlaşma ve süte geçme özellikleri nedeniyle düzenli olarak maruziyet açısından ciddi halk sağlığı endişesi yaratmaktadır. 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 10 organik (pastörize), 20 klasik (UHT ve pastörize) yöntemle üretilmiş olmak üzere toplam 30 ısıtılmış süt örneği 177 pestisit açısından gaz kromatografisi/kütle spektroskopisi (GC-MS/MS) kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz edilen süt örneklerinin hiçbirinde Türk Gıda Kodeksi (TGK)'nin ilgili yönetmeliğindeki maksimum kalıntı limitlerinin (0.01 mg/kg) üzerinde bir pestisit kontaminasyonuna rastlanmamıştır. Bununla birlikte çalışma kapsamına alınan lindane, heptachlor, fenamiphos ve aldrin pestisitlerine ait TGK limit değerlerinin, Codex Alimentarius (2019) limit değerlerine göre oldukça yüksek olduğu, benzer şekilde lindane, heptachlor, fenamiphos, aldrin, fipronil, endrin, chlordane, hexachlorobenzene pestisitlerine ait değerlerin ise Avrupa Birliği Komisyonu (EC, 2010) tarafından belirlenen limitlerin çok üzerinde kaldığı gözlenmiştir. 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. Pestisit maruziyetleri açısından halk sağlığının korunabilmesi için iyi tarım uygulamalarının ve pestisit takip sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Farklı üretim metotlarının kontaminasyon düzeylerine olan etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için konuya ilişkin daha kapsamlı çalışmaların planlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Halk sağlığı, kontaminasyon, pestisit, süt

Pesticide Contaminations in Organic Milk Samples in and Around İstanbul

Abstract: Milk and milk products have critical importance in terms of socio-economic and international trade. Considering the ability of pesticides to concentrate in fat tissue and pass into milk, milk consumption cause serious public health concerns as a source of regular pesticide exposure. Recently, increasing chemical contamination concerns have led to an increase in consumer demand for organic milk. Within the scope of this study, a total of 30 heat-treated milk samples of different commercial brands, 10 organic (pasteurized) and 20 conventionally (UHT and pasteurized) produced milk samples sold in markets, were analyzed using gas chromatography/mass spectrometry (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) of related Turkish Food Codex (TGK) regulations. However, it was determined that the TGK limit values of some pesticides (lindane, heptachlor, fenamiphos, aldrin) included in the study were quite high compared to the limit values of Codex Alimentarius (2019). Similarly, the values of some pesticides (lindane heptachlor, fenamiphos, aldrin, fipronil, endrin, chlordane, hexachlorobenzene) in TGK were observed to be well above the limits determined by the European Commission (EC, 2010). The results revealed the need of the maximum residue limit (MRL) values of some pesticides in the related TGK regulations to be updated, and the infrastructure and methods of national reference laboratories to be revised accordingly. Good agricultural practices and pesticide tracking systems need to be implemented to protect public health in terms of pesticide exposures. More comprehensive studies are needed in order to better understand the effects of different production methods on pesticide contamination levels in milk and milk products.

Keywords: Contamination, milk, pesticide, public health

Giriş

Tarım alanlarında 1940'ların başından beri yoğun bir şekilde kullanılan pestisitler organik klorlu, organofos-

fat, karbomat, sentetik pretiroit, trazin, dioksin ve klorofenoksi pestisitler olmak üzere çeşitli gruplara ayrılmakta bunlar arasında organik klorlu pestisitler en agresif grup olarak bilinmektedir. Organik klorlu pestisitlerin insan ve çevre sağlığı için ciddi sorunlara yol açtığı belirlenmesi sonucu 1960'lı yılların sonunda pestisit kullanımına uluslararası bir yasaklama

Geliş Tarihi/Submission Date : 22.09.2023
Kabul Tarihi/Accepted Date : 13.02.2024

*Bu çalışma, TDK-2021-11575 nolu proje ile ERÜ-BAP tarafından desteklenmiştir.

çağrısı gündeme gelmiştir. Bu yasaklama çağrısına gelişmiş ülkeler olumlu yanıt verirken, gelişmekte olan ülkelerde; kolay bulunması, ucuz olması ve çok etkili olması dolayısıyla söz konusu kimyasal ajanların kullanımına devam edilmiştir (Keswani ve ark., 2022).

Pestisitler tüm dünyada; insekt, rodent ve fungusları kontrol altına alarak gıda üretimini artırmak amacıyla çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Codex Alimentarius'un (CA) pestisit kalıntı komitesi (CCPR), süt ve süt ürünlerindeki pestisit kalıntı limitlerini 0.4 ila 2000µg/kg olarak bildirmektedir (CA, 2019). Bununla birlikte süt ve süt ürünlerindeki kalıntı düzeyleri proses esnasında azalıp artabilmekte ve maruziyet düzeyleri, hangi süt ürününün tüketildiğine bağlı olarak önemli ölçüde değişiklik gösterebilmektedir (Duan ve ark., 2018).

Pestisitler, insanlarda endokrin ve mitokondriyal fonksiyon bozukluklarına neden olmalarının yanı sıra insan ve hayvanlarda üreme sistemini de etkileyen karsinogenik ve mutajenik bileşiklerdir. Bazı çalışmalar pestisit maruziyetinin obezite ve diyabete neden olduğunu da belirtmektedir (Keswani ve ark., 2022). Pestisitlerin kimyasal yapısı ve lipofilik karakterleri, söz konusu ajanların yağ dokuda birikmesine dolayısıyla biyolojik sistemlerdeki dekompozisyon mekanizmalarına yüksek direnç göstermelerine neden olmaktadır. Bu kimyasallar; çok yavaş bozulmaları, uzun ömürlü ve kalıcı olmaları sebebiyle insan eliyle üretilen en dayanıklı kimyasallar arasında sayılmaktadır (Hasan ve ark., 2022).

Çocuklarda metabolizmanın ve immun sistemin tam olarak gelişmemiş olması ve çocukların süt ve süt ürünlerini en çok tüketen yaş grubu olmaları dolayısıyla pestisit kontaminantlarına yetişkinlerden daha duyarlı oldukları bildirilmektedir (Tolentino ve ark., 2014; Santos ve ark., 2015; Shakerian ve ark., 2020).

Pestisitlerin düşük doğum ağırlıklı çocuk doğumuna motor ve nörolojik gelişim geriliklerine neden olduğu ve kanser riskini artırdığı bildirilmektedir. Pestisitlerin genel olarak akut toksite durumlarında neden oldukları semptomlar; halsizlik, kusma, nöbet ve diğer sinirsel semptomlar, karaciğer ve kromozomal hasar olarak sıralanmaktadır. Bazı pestisitler (Organofosforlar), merkezi sinir sisteminde asetilkolinesteraz enzim aktivitesini baskılayarak sinir iletilerine engel olmakla birlikte organofosfat, karbamat ve piretroid gibi multiple pestisit maruziyetleri depresyon, anksiyete, obsesif kompulsif bozukluklar gibi daha derin ve endişe verici rahatsızlıklara neden olabilmektedir (Yuan ve ark., 2022). Bununla birlikte uzun süreli düşük düzeydeki multiple pestisit maruziyetinin ne gibi sağlık sorunları yaratacağına ilişkin çalışmalar oldukça sınırlı sayıdadır (Gomes ve ark., 2020).

Kontrolsüz pestisit kullanımı sonucu hayvan yemi,

hava, toprak ve su yoğun bir şekilde pestisitlerle kontamine olabilmekte, sütü tüketilen hayvanların kaçınılmaz maruziyeti ile pestisitler hayvanın sütüne geçmektedir (Yuan ve ark., 2022). Bilinçli veya bilinçsizce pestisite maruz kalan hayvanlara ait sütün ciddi konsantrasyonlarda aktif pestisit barındırabileceği kaydedilmektedir (Fischer ve ark., 2011).

Gıdalardaki maksimum kalıntı veya tolerans limitleri gıdanın alınma sıklığına, miktarına, kimyasalın toksitesine ve potansiyel maruz kalma yollarına bağlı olarak belirlenmektedir (US Environmental Protection Agency, 2018). Bu sınırlar yetişkin ve çocuklar arasındaki beslenme farklılıklarını ve ihtiyaçlarını dikkate alsa da pestisit maruziyet yolları ve ilgili riskler hakkındaki bilgiler çok sınırlı kalmaktadır. Günlük hayatta sıklıkla maruz kalınan pestisit kombinasyonlarının uzun süreli etkilerine ilişkin bilgiler oldukça sınırlıdır (Sheldon ve ark., 2012; Nicolopoulou-Stamati ve ark., 2016). Bunun yanı sıra tüketicilerin içme sütü yoluyla pestisitlere maruz kalma riskleri ve bu maruziyetin inorganik ve klasik yöntemlerle üretilen sütteki düzeyine ilişkin veriler yetersiz olduğundan süt tüketimine ilişkin pestisit maruziyet düzeyleri ve halk sağlığı riskleri de tam olarak yorumlanamamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, İstanbul ve çevrelerinde organik ve klasik yöntemlerle üretilen sütte pestisit kalıntı düzeylerini belirleyerek sütte pestisit düzeylerine ilişkin literatür verilerine katkıda bulunmak ve bölgedeki içme sütünün halk sağlığı açısından barındırdığı pestisit risk potansiyelleri hakkında güncel veriler ortaya koymaktır.

Gereç ve Yöntem

Çalışma kapsamında İstanbul'da ticari olarak satışı sunulan farklı firmalara ait 10 organik (pastörize) ve 20 klasik (UHT ve pastörize) süt olmak üzere toplam 30 süt örneği (her biri 1 L) Ekim-Aralık 2021 aralığında toplanmıştır. Marketlerden toplanan süt örnekleri soğuk zincir altında Bursa Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne bağlı laboratuvara getirilmiş ve analiz yapılana kadar -18°C'de saklanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Ekstraksiyon prosedürü

Örnekler homojen hale getirildikten sonra 50 ml'lik santrifüj tüpüne 15'er ml alınarak üzerine %1 asetik asit içeren 15 ml asetonitril eklenmiş ve çalkalanmıştır. Daha sonra, üzerine 6 g susuz MgSO₄ ve 1.5 C₂H₃NaO₂ (Quechers kit 1) eklenerek 1 dk boyunca tekrar çalkalanmıştır. Elde edilen karışım 5000 rpm' de 1dk santrifüjlenerek ön ekstraksiyon aşaması tamamlanmıştır. Dispersif 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. Yaklaşık 30 saniye elle karıştırıldıktan sonra 5000 rpm'de 1 dk santrifüj işlemine tabi tutulmuş, elde edilen ekstraktan GC-MS/MS analizi için 0.5 ml kullanılmıştır. Gaz ve kromatografi ile analiz edilen pestisit sonuçları GC/MS/MS analizine göre, örnekteki kalıntı miktarı, analitik standardın konsantrasyonuna karşılık gelen pik alanlarına göre çizilen kalibrasyon eğrisine göre hesaplanmıştır.

Bulgular

Çalışmada toplam 30 içme sütü örneği 177 farklı pestisit açısından analiz edilmiş ve örneklerin hiçbirinde Türk Gıda Kodeksi'nde (TGK) belirtilen maksimum pestisit kalıntı limitlerinin (0.01mg/kg) üzerinde bir pestisit kontaminasyonuna rastlanmamıştır.

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 AB (EC, 2010) tarafından belirlenen limitlerin çok üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bahsi geçen pestisitlere ilişkin CA (CA, 2019), AB (EC,2010) ve TGK limit değerleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. TGK ile uyuşmayan 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

Codex Alimentarius MRL (2019), EU (2010), TGK (2016).

Tartışma ve Sonuç

Süt ve süt ürünleri yeterli ve dengeli beslenmenin yapı taşlarından biri olarak görülmektedir. Türkiye'de ise kişi başı içme sütü tüketiminin Avrupa ve Amerika tüketim ortalamalarının oldukça gerisindedir. Türkiye'de üretilen içme sütlerinin %88.6'sünün UHT süt olduğu belirtilmekle birlikte son zamanlarda daha maliyetli olan organik süt taleplerinde görülen artışın, tüketicinin kimyasal kontaminantlara maruz kalma konusundaki endişelerini yansıttığı düşünülmektedir (USK, 2021).

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). Pestisit kullanımı ve hasat arasındaki zorunlu bekleme sürelerine riayet edilmemesi durumunda bu kimyasalların gıdalarda yüksek miktarlarda bulunabileceği, (Gomes ve ark., 2020) aynı durumun sütçü sığırlara uygulanan ilacın vücuttan atılım sürelerine riayet edilmediği durumlarda da gözlemlendiği belirtilmektedir (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 disregülasyonu ve birçok kanser türü ile ilişkilendirilmektedir.

Gıda güvenliğini sağlamak için CA ve AB gibi bazı uluslararası ajanslar süte 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

ve 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 methoxychlor ile kontamine bulunmuş, örneklerden %2'sinin endrin ve %24'ünün endosulfan kontaminasyon düzeylerinin CA (2019) değerlerinin üzerinde olduğu rapor edilmiştir. Çalışma kapsamında incelenen 50 koyun sütü örneğinden %90'nının endrin veya endosulfan ile kontamine bulunduğu belirtilmiştir.

Sana ve ark. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada inek ve manda sütlerinden sıklıkla HCH, DDT ve Heptaklor kalıntılarına rastlandığı bildirilmiştir. Uganda'da (Kampire ve ark., 2011) ve Etiyopya'da (Deti ve ark., 2014) sıtma vakalarının çok yoğun bir şekilde görüldüğü bölgelerdeki çiğ sütlerde, Dünya Sağlık

Örgütü ile AB tarafından tanımlanan maksimum kalıntı limit (MRL) düzeylerinin (40 µg/kg) (EC, 2010) yaklaşık sekiz kat fazla (328.5 µg/kg) DDT bulunduğu bildirilmiştir. Bunun da bu bölgelerde sıtma vektörünün kontrolü için sıklıkla ve yoğun bir şekilde insektisit olarak yüksek miktarda DDT kullanımına 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 varlığı, OC pestisitlerin 30 yıldan beri yasaklı olmasına bağlanmıştır. Rusu ve ark. (2016) tarafından Romanya'da çiğ ve pastörize süt örnekleriyle yapılan bir çalışmada tüm örneklerde HCH varlığı belirlenirken DDT varlığına rastlanmadığı bildirilmiştir. 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 rapor edilen çalışma sonuçları, çalışma bölgelerinde kullanılan pestisit miktarına ve çeşidine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Regol ve ark., 2019).

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.

Sütte pestisit kalıntı düzeylerini belirlemek için duyarlı ve kesin sonuç veren analitik metodların kullanılması gerekmektedir (Ramezani ve ark., 2022). Farklı ülkelerde planlanan prevalans çalışmalarından elde edilen farklı veriler, kullanılan farklı ekstraksiyon ve analiz yöntemleriyle ilişkilendirilebilir. Genellikle süt protein ve yağ içeriği açısından zengin olduğundan, sütte söz konusu kimyasalların analizi yanıltıcı sonuçlar ortaya koyabilmektedir. Dolayısıyla analiz öncesinde bu yanıltıcı içerikleri süt matrisinden uzaklaştırmak için çeşitli 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 bildirmişlerdir (Karataş ve Coşkun, 2018).

Sütte pestisit kontaminasyonlarına ilişkin farklı çalış-

malardan bildirilen farklı sonuçlar, süte uygulanan ısı işlemine göre de değişiklik arz edebilmektedir. Nitekim pastörize sütlerde pestisit degradasyon oranının %8 ila 18 arasında değişiklik gösterdiği, kaynatma işlemiyle birlikte bu oranın %27-46'ya, sterilizasyon işlemi ile de %40-63'e kadar ulaştığı bildirilmektedir (Schopf ve ark, 2022). Benzer şekilde Heck ve ark. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada çiğ sütte toplam DDT düzeylerinin pastörize ve UHT sütlere göre anlamlı derecede yüksek olduğu bildirilmektedir.

Isı işleminin pestisit kalıntılarını azalttığı belirtilse de, ısı işlemi sonrası pestisitlere ait spesifik izomer konsantrasyonları ve bunlara ilişkin sağlık riskleri de tartışılmaktadır. Nitekim pastörize sütlerde rapor edilen pestisit kontaminasyonları, bazı ajanların ısı işleme dirençli olduklarını da ortaya koymaktadır. Öte yandan pestisit kalıntılarının, lipofilik yapılarından dolayı, yağlı süt ve süt ürünlerinde (tereyağı, krema ve peynir) yoğunlaştığı, bununla birlikte özellikle organofosforlu bileşiklerin proteinlere bağlanma kapasitesinin de bulunduğu belirtilmektedir (Chandra ve ark., 2020).

Yapılan bir çalışmada ise, yer altı atık alanlarının eski ve yasaklanmış pestisit kalıntılarını uzun süre muhafaza ettiği ve ikincil bir yer altı kontaminasyonu ile sonuçlandığı vurgulanmaktadır. Nitekim Witczak ve ark. (2019) 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. 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, tüm dünyada organik çiftliklerde pestisit kullanımına izin verilmesine de hala tespit ediliyor olmaları bazı pestisitlerin yarılanma ömrünün uzun olmasına, dolayısıyla etkenlerin organik sütlere kadar ulaşmasına bağlanmaktadır (Welsh ve ark., 2019).

Genel olarak; lipofilik olmalarından dolayı organoklorlu pestisitlere maruziyet açısından; süt yağ oranları yüksek olan hayvan türlerine ait sütler (manda, koyun) ve yağlı süt ürünleri (tereyağı, krema ve peynir) daha riskli, ısı işlemi görmüş sütler ise daha güvenli bulunmaktadır. Süt ve süt ürünlerinin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yeni toksik ürünlerin halk sağlığı açısından teşkil ettiği riskleri değerlendirebilmek için daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Her ne kadar bu çalışmada analiz edilen organik veya klasik UHT ve pastörize sütlerde TGK değerlerini aşan herhangi bir pestisit kontaminasyonuna rastlanmamış olsa da literatür verileri süt ve süt ürünlerinde pestisit varlığını ortaya koymaktadır. Pestisit maruziyetlerinin değerlendirilmesi ve azaltılması açısından; pestisit satışlarının denetim altına alınması, çiftçilerin

eğitimi, pestisit kalıntı izleme programlarının uygulanması ve iyi tarım uygulamalarının hayata geçirilmesi kritik öneme sahiptir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, TGK'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.

Kaynaklar

- Acara A. Türkiye'nin kalıcı organik kirlenici maddelere (POP'ler) ilişkin Stockholm sözleşmesi için taslak ulusal uygulama planı. Unido-POP'ler Projesi. Proje No. GF/TUR/03/008, 2006; s. 237.
- 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.
- Codex Alimentarius (CA) 2019 Codex pesticides residue online database in/on milk. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codextexts/dbs/pestres/commodities_detail/en/?lang=en&nc_id=187. Accessed Date: 14.11.2021.
- Chandra P, Enespa Singh R, Arora PK. Microbial lipases and their industrial applications: A comprehensive review. *Microb Cell Factories* 2020; 19: 1-42.
- Deti H, Hymete A, Bekhit AA, Mohamed AMI, Bekhit AE-DA. Persistent organochlorine pesticides residues in cow and goat milks collected from different regions of Ethiopia. *Chemosphere* 2014; 106: 70-4.
- 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: 119-24.
- European Commission (EC) 2010 Pesticides EU MRLs regulation no. 396/2005. Active Substances Directive 91/414/EEC. https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/maximum-residue-levels_en. Accessed Date: 14.11.2021.
- Fischer WJ, Schilter SB, Tritscher AM, Stadler RR. Contaminants of milk and dairy products: Contamination resulting from farm and dairy practices. *Encyclopedia of Dairy Sci Second Edition* 2011; 2: 887-97.
- Food and Agriculture Organization (FAO) 2021 Dairy market review: Emerging trends and outlook. <https://www.fao.org/3/cb7982en/cb7982en.pdf>. Accessed Date: 13.12.2022.
- 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.
- 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, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes, Mexico. *J Environ Sci Health* 2013; 48(11): 935-40.
- Güvenç D. Samsun yöresinden toplanan çiğ süt örneklerinde bazı pestisit kalıntılarının araştırılması üzerine bir çalışma. Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniv Sağ Bil Ens, Samsun 2008; s. 64.
- Hasan GMM, Das AK, Satter MA. Multi residue analysis of organochlorine pesticides in fish, milk, egg and their feed by GC-MS/MS and their impact assessment on consumers health in Bangladesh. *NFS Journal* 2022; 27: 28-35.
- Haylamicheal ID, Dalvie MA. Disposal of obsolete pesticides, the case of Ethiopia. *Environ Int* 2009; 35(3): 667-73.
- Heck, MC, dos Santos JS, Junior SB, Costabeber I, Emanuelli T. Estimation of children exposure to organochlorine compounds through milk in Rio Grande do Sul, Brazil. *Food Chem* 2007; 102(1): 288-94.
- Kampire E, Kiremire BT, Nyanzi SA, Kishimba M. Organochlorine pesticide in fresh and pasteurized cow's milk from Kampala markets. *Chemosphere* 2011; 84(7): 923-7.
- Karataş M, Coşkun H. UHT ve pastörize sütlerde organik klorlu pestisitlerin tayini. *Gıda* 2018; 43(5): 733-44.
- Keswani C, Dilmashin H, Birla H, Roy P, Tyagi RK, Singh D, Rajput VG, Minkina T, Singh SP. Global foot prints of organochlorine pesticides: A pan-global survey. *Environ Geochem Health* 2022; 44(1): 149-77.
- 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.
- Nicolopoulou-Stamati P, Maipas S, Kotampasi C, Stamatis P, Hens L. Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new concept in agriculture. *Front Public Health* 2016; 4: 148.
- Ramezani S, Mahdavi V, Gordan H, Rezadoost H, Conti GO, Khaneghah AM. Determination of multi-class pesticides residues- Critical Reviews in Food Sci

- ence 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.
- Rêgol CV, DosSantos GNV, Ribeiro JS, Lopes RB, DosSantos SB, De Sousa A, Mendes RDA, Take-tomi ATF, Vasconcelos AA. Residues of organochlorinated pesticides en lechecommercial: Una revisión sistemática. *Acta Agron* 2019; 68(2): 99-107.
- Rusu L, Harja M, Suteu D, Dabija A, Favier L. Pesticide residues contamination of milk and dairy products. A case study: Bacaudistrictarea. Romania. *J Environ Prot Ecol* 2016; 17(3): 1229-41.
- 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
- Schopf MF, Pierezan MD, Rocha R, Pimentel TC, Esmerino EA, Marsico ET, Verruck S. Pesticide residues in milk and dairy products: An overview of processing degradation and trends in mitigating approaches. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2023; 63(33): 12610-24.
- Shahzadi N, Imran M, Saewar M, Hashmi AS, Wasim M. Identification of pesticides residues in differents amples of milk. *J Agroalimnt Processes Technol* 2013; 19(2): 167-72.
- Shakerian A, Karimi B, Rahimi E. Presence of pesticides in milk and infant formulas produced in Pegah dairy plants. *Egypt J Vet Sci* 2020; 51(3): 303-9.
- Sharma AV, Kumar B, Shahzad M, Tanveer GPS, Sidhu N, Handa SK, Kohli P, Yadav AS, Bali RD, Parihar RD, Dar OI, Singh K, Jasrotia S, Bakshi P, Ramakrishnan M, Kumar S, Bhardwaj R, Thukral AK. Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. *SN Appl Sci* 2019;1(11): 1-16.
- Sheldon I. North–South trade and standards: what can general equilibrium analysis tell us? *World Trade Rev* 2012;11(3): 376-89.
- Türk Gıda Kodeksi (TGK). Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği. 2016. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/11/20161125M1-1.htm>. Accessed Date: 01.12.2018.
- Tolentino RG, León SV, Bermúdez BS, Flores GP, Vega MLR, Vázquez CR, Vázquez MR, Francisca MV. Organochlorine pesticides in infant milk formula marketed in the south of Mexico city. *Food Nutr Sci* 2014; 5(13):1290-8.
- 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 Chem Toxicol* 2015; 75: 156-65.
- US Environmental Protection Agency. 2018. Why We Use Pesticides. <https://www.epa.gov/safepestcontrol/whywe-use-pesticides?>. Accessed Date: 01.12.2018.
- USK, 2021. 2020 Süt Raporu, Dünya ve Türkiye’de Süt Sektörü İstatistikleri. Ulusal Süt Konseyi, Ankara.
- 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.
- 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.
- Yuan S, Yang F, Yu H, Xie Y, Guo Y, Yao W. Degradation mechanism and toxicity assessment of chlorpyrifos in milk by combined ultrasound and ultraviolet treatment. *Food Chem* 2022; 383: 132550.