

Doğu Akdeniz Bölgesi'nden Avlanılan Balık Türlerinin Kas Dokularında Bazı Pestisit Kalıntılarının Belirlenmesi

Cengiz Korkmaz^{1*}, Özcan Ay¹, Gülhan Temel², Cahit Erdem³

¹Mersin Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Mersin

²Mersin Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Mersin

³Çukurova Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Adana

* e-mail: cengizkorkmaz@mersin.edu.tr

ÖZET

Dünya'da balık tüketiminin insan sağlığı üzerine olumlu etkileri her geçen gün daha fazla anlaşılmaktadır. Balık eti içerdiği eikozapentaenoik asit (EPA) ve dokozaheksaenoik asit (DHA) gibi omega-3 yağ asitlerinin varlığı nedeniyle aritmi, plazma trigliserid düzeylerinin düşürülmesi, trombozun önlenmesi ve kalp hastalıkları riskini azaltmada kilit rol oynamaktadır. Fakat balıklar buldukları ortamın özelliklerinden dolayı aynı zamanda kirleticilerin insanlara kadar ulaşmasında da büyük rol oynamaktadırlar. Bu kirleticilerin basında pestisitler gelmektedir. Gıdalardaki pestisit kalıntılarının, ölüm ile sonuçlanan toksik etkilerinin yanı sıra, insanlarda neden olduğu sağlık sorunlarının başında kanser hastalığı gelmektedir. Kanser hastalığı tüm dünyada kamu sağlığını tehdit eden en büyük sorunlardan biri olup, gelişmekte olan ülkelerde ölüm nedenlerinin ikinci sırasında yer almaktadır. Bu sebeplerden gıda maddelerinde toksik madde kalıntılarının rutin olarak gözlenmesi ve bilimsel bir bakış açısı ile tespit edilerek kanserojenik potansiyellerinin belirlenmesi hem insani ve toplumsal açıdan, hem de ülkelerinin ekonomik kayıplarının önlenmesi açısından giderek önem kazanmaktadır. Bu çalışmada Doğu Akdeniz Bölgesi'nde, Taşucu, Erdemli, Mersin, Karaduvar, İskenderun, Hatay olmak üzere toplam 6 istasyondan, 2018 yılı Mart – Mayıs ayları arasında avcılık ile elde edilen *Mullus barbatus*, *Solea solea*, *Diplodus sargus*, *Scomber japonicus*, *Sarda sarda*, *Pagrus pagrus*, *Saurida undosquamis*, *Trachurus mediterraneus*, *Boops boops*, *Mugil cephalus*, ve *Sardina pilchardus* türlerinin kas dokularında 223 çeşit pestisit kalıntısı, gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MSD) ve sıvı kromatografisi-kütle spektrometresi yöntemleri (UPLC-MS/MS) kullanılarak belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda içerisinde Asetoklor, Karbosülfan, Klorprifos, DDT ve metabolitleri, Dieldrin, Endosülfan, Atrazin, HCH, Heptaklor, Disülfoton gibi yaygın kullanılan pestisitlere ek olarak tüm pestisitlerin tespit limitinin (>0.01 ppm) altında bulunduğu ve tüketimlerinin insan sağlığı açısından risk taşımadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Doğu Akdeniz, Pestisit, Balık, Kirlilik

Human Health Risk Assessment of Some Pesticides in Muscle Tissues of Fish Species Obtained From Eastern Mediterranean

ABSTRACT

Nowadays, the importance of fish consumption on human health getting a better understood from all over the world. Seafood contains omega-3, such as eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) and plays crucial roles on preventing diseases such as arrhythmia and thrombosis or decreasing the levels of plasma triglycerides and risk of heart attack. Because of these benefits, seafood consumption suggested by dieticians with great importance. However, the living habitats of fishes mediate on transferring contaminants to humans via food chain. Pesticides are the most important substances among these contaminants. Beside the lethal effects, pesticides cause several diseases and some type of cancers in humans. Cancer is a major public health problem in all over the world and in developing countries, second reason of death events occur by cancer diseases. Hence, monitoring the pesticide residuals in foods and determining the carcinogenic potential of these chemicals is important for human health and preventing the economic loses of populations. Therefore, levels of 223 pesticide residuals in muscle tissues of *Mullus barbatus*, *Solea solea*, *Diplodus sargus*, *Scomber japonicus*, *Sarda sarda*, *Pagrus pagrus*, *Saurida undosquamis*, *Trachurus mediterraneus*, *Boops boops*, *Mugil cephalus*, ve *Sardina pilchardus* obtained from six different stations (Taşucu, Erdemli, Mersin, Karaduvar, İskenderun, Hatay) at Eastern Mediterranean coasts were determined in this study. Pesticide levels were detected by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MSD) and liquid chromatography-mass spectrometry (UPLC-MS/MS) methods. Analyzed pesticides, including Acetochlor, Carbosulfan, Chlorpyrifos, DDT and its metabolites, Dieldrin, Endosulfan, Atrazine, HCH, Heptachlor and Disulfoton which are widely used, were found below detection limits (>0.01 ppm) in muscle tissues of all samples and concluded that the fish species studied do not pose any carcinogenic risk for human health from the point of pesticide residuals.

KEYWORDS: Eastern Mediterranean, Pesticide, Fish, Pollution

How to cite this article: Korkmaz, C., Ay, Ö., Temel, G., Erdem, C., (2020). Doğu Akdeniz Bölgesi'nden Avlanılan Balık Türlerinin Kas Dokularında Bazı Pestisit Kalıntılarının Belirlenmesi. *MedFAR.*, 3(1):10-19.

1. Giriş

İnsan sağlığı, beslenme düzeni ve diyet içeriği ile yakından ilişkilidir. Sağlıklı bir diyet yeterli miktarda besleyici element, vitamin, mineral içeriğinin yanı sıra patojen mikroorganizma ve kimyasal kirleticilerden uzak olmak zorundadır (Martí-Cid ve ark., 2007). Buna ek olarak gıdaların belirli standart ve kalite sınırları içerisinde tutulabilmesi ülkelerin ve toplumların ekonomik kayıplarının azaltılması açısından da son derece önemlidir (Jevšnik ve ark., 2008).

Balıklar sucul ekosistemlerde beslenme zincirinde ki son halka olup, insanlar için son derece önemli besin kaynaklarıdır (Uysal ve ark., 2008). Balık eti diğer hayvan etleri ile kıyaslandığında düşük kalori ve yüksek protein içeriğine sahiptir (Tou ve ark., 2007). Hayvansal orjinli protein kaynaklarının %17'sini oluştururlar ve insan popülasyonlarının toplam protein ihtiyacının %6'sını karşılamaktadırlar (Copat ve ark., 2013). Balık tüketiminin insan sağlığı üzerine olumlu etkileri toplumlar tarafından her geçen gün daha fazla anlaşılmaktadır (Sidhu, 2003). EPA ve DHA gibi omega-3 yağ asitlerinin varlığı nedeniyle tüketimleri diyetisyenler tarafından önemle tavsiye edilmektedir (Castro-González ve Méndez-Armenta, 2008). Amerikan Kalp Derneği, haftada 2 gün balık tüketmenin kalp hastalıkları riskini azaltmada kilit rol oynadığını belirtmektedir (Zhong ve ark., 2018). Bunun yanı sıra balık eti tüketiminin aritmi, plazma trigliserid düzeylerinin düşürülmesi ve trombozun önlenmesi açısından son derece önemli olduğu bilinmektedir (Costa, 2007).

Sucul canlılar yukarıda bahsedilen faydalarının yanı sıra, buldukları ortamın özelliklerinden dolayı, aynı zamanda kirleticilerin insanlara kadar ulaşmasında da büyük rol oynamaktadırlar (Verbeke ve ark., 2005). İnsanlar hayatları boyunca kimyasal kirleticilerin yaklaşık olarak % 90'ını vücutlarına besin tüketimi ile alırlar (Zhao ve ark., 2011). Antropojenik kaynaklı kirleticiler, sucul ortamlara, doğrudan deşarjlar, atık sular, nehir ve ırmaklar ya da atmosferik taşınım yolu ile kontamine olmakta ve besin zinciri aracılığıyla insanlara kadar ulaşmaktadırlar (Has-Schön ve ark., 2006; Julshamn ve ark., 2004).

Ülkemizde ve dünyada artan nüfusa bağlı olarak, gereksinim duyulan gıda ihtiyacını karşılamak,

tarımsal üretimin en önemli sorunlarından birisidir. Sınırlı tarım alanlarının genişlemesinin mümkün olmaması üreticileri birim alandan alınan verimi arttırmaya yönlendirmektedir. Bunu gerçekleştirebilmek amacıyla birçok üretici zararlı böcek, hastalık ve bitki ile mücadelede yoğun pestisit kullanımını tercih etmekte, bu da kısa ve uzun vadede çevreye, hedef dışı canlılara ve ekosisteme ciddi zararlar vermektedir (FAO, 2007).

Dünya pestisit pazarının büyüklüğünün yaklaşık 45 milyar dolar, Türkiye pazarının ise yaklaşık 600 milyon dolar olduğu tahmin edilmektedir (Kaymak, 2015). Pestisit tüketim miktarları bakımından Latin Amerika ülkeleri Dünya'da birinci sıradayken, Japonya, Çin, Malezya ve Yeni Zelanda ise yüksek pestisit kullanımı ile dikkat çeken ülkeler arasındadır (Plumer, 2013). Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde ise Hollanda ve İtalya yüksek pestisit kullanımlarıyla öne çıkan ülkelerdir. Ülkemizde ise pestisit tüketiminin 1.3 kg/ha olduğu tahmin edilmektedir (Kaymak, 2015).

İdeal pestisit, hedef organizma üzerinde etkili olup hedef dışı canlılara zarar vermemelidir. Gerçekte ise durum böyle olmaz. Zararlı haşereler ile mücadelede kullanılan pestisitler sucul ekosistemlere karışarak besin zincirine girerler ve bu sayede hem insanlara hem de hedef dışı canlılara zarar verirler (Nesheim ve Criswell, 1982).

Doğu Akdeniz Bölgesi uzun sahil şeridiyle doğuda Amanos ve İskenderun Körfezi arasında kalan ovalardan, batıya doğru Çukurova, Mersin, Silifke ve Antalya ovalarını da içerisine alan yoğun tarım üretimi ve pestisit kullanımı etkisi altındadır. Bu da tarım faaliyetlerinde kullanılan pestisit kalıntılarının nehirler, ırmaklar ve akarsular aracılığıyla deniz ekosistemlerine karışmasına neden olmaktadır. Geçmişte Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yaşayan sucul canlılarda pestisit kalıntılarının dolaylı akut bir vaka rapor edilmemiş olsa da, pestisit kalıntılarının zamanla besin zincirinde birikebileceği ve insan sağlığını tehdit edebilecek düzeylere ulaşabilmektedir. Dolayısıyla pestisit kalıntılarının su ürünleri gibi gıdalarda düzenli olarak izlenip, olası kalıntı düzeylerinin tespit edilerek, insan sağlığı açısından risk analizlerinin yapılması önemlidir. Bu nedenle çalışmada, Doğu Akdeniz'de bulunan 6 istasyondan (Hatay-Samandağ, İskenderun Körfezi, Mersin-Karaduvar, Mersin-Eğricam, Mersin-

Erdemli ve Mersin-Taşucu avlanılan ve ekonomik değeri yüksek olan türlerden *Mullus barbatus*, *Solea solea*, *Diplodus sargus*, *Scomber japonicus*, *Sarda sarda*, *Pagrus pagrus*, *Saurida undosquamis*, *Trachurus mediterraneus*, *Boops boops*, *Mugil cephalus* ve *Sardina pilchardus*'un kas dokularında bazı pestisit düzeylerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metod

Doğu Akdeniz bölgesinde Mersin-Taşucu ile Hatay-Samandağ arasında kalan 6 istasyondan Mart

– Mayıs (2018) ayları arasında avcılık ile elde edilen *M. barbatus*, *S. solea*, *D. sargus*, *S. japonicus*, *S. sarda*, *P. pagrus*, *S. undosquamis*, *T. mediterraneus*, *B. boops*, *M. cephalus*, ve *S. pilchardus* türleri MEÜ. Su Ürünleri Temel Bilimler Prosedür Laboratuvarına getirilmiş ve kas dokuları örneklendirilerek -20°C 'de stoklanmıştır. Örnekleme istasyonlarının koordinatları Şekil 1 ve örneklenen balık türlerinin boy-ağırlık verilerine ilişkin bilgiler Çizelge 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Örneklemeye istasyonlarının koordinatları

Tablo 1. Örneklemeye istasyonlarından elde edilen balık türlerinin boy ve ağırlıkları

İstasyon	Balık Türü	Boy (cm)	Ağırlık (g)	Örnek sayısı (n)
		$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	
Taşucu	<i>M. barbatus</i>	11.38 ± 0.99	26.50 ± 7.07	8
	<i>P. pagrus</i>	16.31 ± 2.02	88.13 ± 34.75	8
	<i>S. undosquamis</i>	20.38 ± 4.04	72.25 ± 46.81	8
	<i>T. mediterraneus</i>	14.25 ± 0.71	31.50 ± 3.70	8
Erdemli	<i>M. barbatus</i>	9.88 ± 0.52	21.88 ± 3.09	8
	<i>P. pagrus</i>	11.88 ± 0.64	33.13 ± 1.89	8
	<i>S. undosquamis</i>	21.25 ± 2.42	88.38 ± 37.34	8
	<i>T. mediterraneus</i>	14.13 ± 0.23	37.00 ± 3.16	8
	<i>B. boops</i>	13.69 ± 0.96	34.18 ± 7.93	8
	<i>M. barbatus</i>	12.69 ± 0.75	40.38 ± 6.39	8

Mersin merkez	<i>P. pagrus</i>	15.69 ± 1.98	80.63 ± 27.23	8
	<i>S. undosquamis</i>	15.25 ± 0.96	23.64 ± 7.36	8
	<i>T. mediterraneus</i>	15.81 ± 1.46	47.88 ± 13.64	11
	<i>D. sargos</i>	11.08 ± 0.92	38.67 ± 9.99	5
	<i>S. solea</i>	14.44 ± 0.73	33.75 ± 4.59	8
Karaduvar	<i>S. pilchardus</i>	13.69 ± 0.26	44.75 ± 4.40	8
	<i>M. cephalus</i>	27.06 ± 1.70	186.63 ± 31.99	9
İskenderun	<i>S. pilchardus</i>	14.00 ± 1.22	43.63 ± 10.03	8
Samandağ	<i>S. japonicus</i>	20.81 ± 0.88	100.25 ± 19.08	8
	<i>S. sarda</i>	32.00 ± 0.82	437.67 ± 21.82	3

-20 0C’de stoklanan kas dokulana analiz için öncelikle ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Bu amaçla kas dokuları sodyum sülfat (susuz) solüsyonunda homojenize edilmiş ve 6 saat süre ile 150 mL hekzan:aseton (3:1 v/v) karışımında ekstrakte edilmiştir. Örnekler, daha sonra rotary evaporatör ile yaklaşık 2 mL’ye konsantre edilmiş ve 10 mL hekzan ile tekrar seyreltilmiştir. Örneklerin her biri daha sonra 6 g aktif florasil ve sodyum sülfat (susuz) içeren cam kolanlara yerleştirilmiştir. Elüsyon işlemi, %25 dietileter içeren 80 mL hekzan içerisinde devam etmiş ve azot buharı altında önce 2 mL’ye, daha sonrada neredeyse tamamen kuruncaya kadar örneklerin saflaştırması sağlanılmıştır. Saflaştırılan örnekler 100 µL n-decane içerisinde çözülerek analiz amacıyla GC-tüplerine aktarılmıştır (Gerber ve ark., 2016). Örneklerin analizi Mersin MRL Merkez Kalıntı Araştırma Laboratuvarı

A.Ş.’nden yapılmış ve pestisit düzeyleri gaz kromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MSD) ya da sıvı kromatografisi-kütle spektrometresi yöntemleri (UPLC-MS/MS) ile tespit edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Doğu Akdeniz Bölgesi’nde Mersin-Taşucu ile Hatay-Samandağ arasında kalan 6 istasyondan Mart – Mayıs (2018) ayları arasında avcılık ile elde edilen *M. barbatus*, *S. solea*, *D. sargus*, *S. japonicus*, *S. sarda*, *P. pagrus*, *S. undosquamis*, *T. mediterraneus*, *B. boops*, *M. cephalus*, ve *S. pilchardus* türlerinin kas dokularında Tablo 2 ve Tablo 3’te listelenen tüm pestisitlerin tespit edilebilir düzeylerin (0.010 mg kg⁻¹) altında olduğu ve tüketimlerinin insan sağlığı açısından risk teşkil etmediği tespit edilmiştir. Analiz edilen pestisitler analiz metoduna göre (GC-MSD ya da UPLC-MS/MS) gruplandırılarak Tablo 2 ve Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 2. Doğu Akdeniz Bölgesi'nden avlanan bazı balık türlerinin kas dokularında GC-MSD metoduna göre analiz edilen pestisit düzeyleri.

Pestisit Adı	Derişim (mg kg ⁻¹)	Pestisit Adı	Derişim (mg kg ⁻¹)	Pestisit Adı	Derişim (mg kg ⁻¹)
Acetochlor	<0.010	Diclofop-methyl	<0.010	Metolachlor	<0.010
Aclonifen	<0.010	Dicofol(4,4'-Dichlorobenzophenone)	<0.010	Metrafenone	<0.010
Alachlor	<0.010	Dieldrin	<0.010	Nitrothal-isopropyl	<0.010
Aldrin(HHDN)	<0.010	Diiflufenican	<0.010	Oxyfluorfen	<0.010
Benalaxyl	<0.010	Dimethachlor	<0.010	Parathion-ethyl	<0.010
Benfluralin(Benefin)	<0.010	Diphenylamine	<0.010	Parathion-methyl	<0.010
Bifenthrin	<0.010	Endosulfan-alpha	<0.010	Pentachloroaniline	<0.010
Bitertanol I,II	<0.010	Endosulfan-beta	<0.010	Permethrin	<0.010
Bromopropylate (inc.4,4'-Butylate)	<0.010	Endosulfan-sulfate	<0.010	Phosalone	<0.010
Carbosulfan	<0.010	Endrin	<0.010	Picolinafen	<0.010
Chlordane-cis(alpha)	<0.010	Ethalfuralin	<0.010	Pirimiphos methyl	<0.010
Chlordane-trans(gamma)	<0.010	Ethoprophos	<0.010	Procymidone	<0.010
Chlorfenapyr	<0.010	Etridiazole	<0.010	Profenofos	<0.010
Chlorfenvinphos	<0.010	Fenazaquin	<0.010	Prometryn	<0.010
Chlorobenzilate	<0.010	Fenvalerate & Esfenvalerate	<0.010	Propargite	<0.010
Chloropropylate	<0.010	Flamprop-m-isopropyl	<0.010	Propyzamide	<0.010
Chlorothalonil	<0.010	Fluazifop-p-butyl	<0.010	Prothiophos	<0.010
Chlorpropham	<0.010	Flucythrinate	<0.010	Pyrazophos	<0.010
Chlorpyrifos	<0.010	Fluorochloridone	<0.010	Pyridaben	<0.010
Chlorpyrifos-methyl	<0.010	Flutolanil	<0.010	Pyriproxyfen	<0.010
Cycloate	<0.010	Fluvalinate(Tau-fluvalinate)	<0.010	Quinalphos	<0.010
Cyfluthrin (I,II,III,IV)	<0.010	HCH-alpha isomer	<0.010	Quinoxyfen	<0.010
Cyhalofop-butyl	<0.010	HCH-beta isomer	<0.010	Quintozene	<0.010
Cypermethrin(alpha,beta,theta, zeta)	<0.010	HCH-delta isomer	<0.010	Resmethrin	<0.010
DDD-2,4'	<0.010	Heptachlor	<0.010	Spiromesifen	<0.010
DDD-4,4'	<0.010	Heptachlor endo-epoxide	<0.010	Tecnazene	<0.010
DDE-2,4'	<0.010	Heptachlor exo-epoxide	<0.010	Tefluthrin	<0.010
DDE-4,4'	<0.010	Hexachlorobenzene	<0.010	Terbutylazine	<0.010
DDT-2,4'	<0.010	Iprodione	<0.010	Terbutryn	<0.010
DDT-4,4'	<0.010	Isoproturon	<0.010	Tetrachlorvinphos	<0.010
		Lambda-Cyhalothrin (F) (R)	<0.010	Tetradiphon(Tetradifon)	<0.010
Deltamethrin	<0.010	Lindane(gamma-HCH)	<0.010	Tolclofos-methyl	<0.010
Di-allate (I,II)	<0.010	Malaaxon(Malathion-o-analog)	<0.010	Triallate(Tri-allate)	<0.010
Diazinon	<0.010	Malathion	<0.010	Triazophos	<0.010
Dibromobenzophenone)	<0.010	Metalaxyl	<0.010	Trifluralin	<0.010
Dichloroaniline,3-5	<0.010	Metazachlor	<0.010	Vinclozolin	<0.010
Diclobutrazol	<0.010	Methoxychlor	<0.010		

Tablo 3. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde avlanılan bazı balık türlerinin kas dokularında UPLC-MS/MS metoduna göre analiz edilen pestisit düzeyleri.

Pestisit Adı	Derişim (mg kg ⁻¹)	Pestisit Adı	Derişim (mg kg ⁻¹)	Pestisit Adı	Derişim (mg kg ⁻¹)
2,6-Dichlorobenzamide	<0.010	Ethofumesate	<0.010	Penconazole	<0.010
Acetamiprid	<0.010	Etofenprox	<0.010	Pencycuron	<0.010
Aldicarb	<0.010	Etoxazole	<0.010	Phorate-sulfone	<0.010
Aldicarb-Sulfone(aldoxycarb)	<0.010	Fenamidone	<0.010	Phosmet	<0.010
Atrazine	<0.010	Fenamiphos	<0.010	Pirimicarb	<0.010
Atrazine,Desethyl-	<0.010	Fenbuconazole	<0.010	Pirimicarb-desmethyl	<0.010
Atrazine,Desisopropyl-	<0.010	Fenhexamid	<0.010	Pirimicarb-desmethyl-formamido	<0.010
Azoxystrobin	<0.010	Fenoxaprop-p-ethyl	<0.010	Prochloraz	<0.010
Boscalid(Nicobifen)	<0.010	Fenoxycarb	<0.010	Propamocarb	<0.010

Bupirimate	<0.010	Fenpyroximate	<0.010	Propanil	<0.010
Buprofezin	<0.010	Fluazinam	<0.010	Propazine	<0.010
Carbaryl	<0.010	Fludioxonil	<0.010	Propiconazole	<0.010
Carbendazim/Benomyl	<0.010	Flufenoxuron	<0.010	Propoxur	<0.010
Carbofuran	<0.010	Flusilazole	<0.010	Prosulfocarb	<0.010
Carbofuran-3-hidroksi	<0.010	Furathiocarb	<0.010	Prosulfuron	<0.010
Carboxin	<0.010	Haloxifop-2-ethoxyethyl	<0.010	provalicarb	<0.010
Carfentrazone-ethyl	<0.010	Haloxifop-methyl	<0.010	Pyralostrobin	<0.010
Chloridazon	<0.010	Hexaconazole	<0.010	Pyraflufen-ethyl	<0.010
Clethodim	<0.010	Hexythiazox	<0.010	Pyrimethanil	<0.010
Clodinafop-propargyl ester	<0.010	Imidacloprid	<0.010	Pyrimidifen	<0.010
Clofentezine	<0.010	Indoxacarb	<0.010	Quizalofop-ethyl	<0.010
Cyprodinil	<0.010	Kresoxim-methyl	<0.010	Sebuthylazine	<0.010
Demeton-s-methyl	<0.010	Linuron	<0.010	Spinosad	<0.010
Demeton-s-methyl sulfone	<0.010	mazalil	<0.010	Spirodiclofen	<0.010
Demeton-s-methyl-sulfoxide	<0.010	Metconazole	<0.010	Spiroxamine	<0.010
Desmedipham	<0.010	Methabenzthiazuron	<0.010	Tebuconazole	<0.010
Dichlorvos(DDVP)	<0.010	Methiocarb	<0.010	Tebufenozide	<0.010
Diethofencarb	<0.010	Methiocarb-sulfone	<0.010	Tebufenpyrad	<0.010
Difenoconazole	<0.010	Methiocarb-sulfoxide	<0.010	Teflubenzuron	<0.010
Dimethenamid	<0.010	Methomyl	<0.010	Tetraconazole	<0.010
Dimethoate	<0.010	Methoxyfenozide	<0.010	Thiabendazole	<0.010
Disulfoton	<0.010	Metribuzin	<0.010	Thiamethoxam	<0.010
Disulfoton-sulfone	<0.010	Monolinuron	<0.010	Thiodicarb	<0.010
Disulfoton-sulfoxide	<0.010	Myclobutanil	<0.010	Thiophanate-methyl	<0.010
Diuron	<0.010	Omethoate	<0.010	Trichlorfon	<0.010
Dodine	<0.010	Oxamyl	<0.010	Vamidotion	<0.010
Epoxiconazole	<0.010	Paraoxon-ethyl	<0.010		

Yapılan çalışma sonucunda Doğu Akdeniz Bölgesi'nden avlanan 11 farklı balık türünün kas dokularının tümünde analizi yapılan 220 farklı pestisit ve türevinin tespit edilebilir limitlerin altında olduğu ve tüketimlerinin insan sağlığı açısından sorun teşkil etmeyeceği sonucuna varılmıştır.

Varol ve Sünbül (2017), Keban barajından elde edilen balık ve kabuklu türlerinin dokularında organoklorlu pestisitlerden (OCP) sadece p,p'-DDE'nin tespit edildiğini, kalıntı düzeylerinin kabul edilebilir limitlerin altında olduğunu belirtmişlerdir. Gerber ve ark. (2016), Güney Afrika'dan elde edilen *Hydrocynus vittatus*'ların tüketilebilir kas dokularında OCP'lerden DDT'nin Avrupa Birliği'nin (AB) izin verdiği maksimum kalıntı sınırlarının üzerinde olduğunu ve yüksek derece kanserojenik potansiyel taşıdığını bildirmişlerdir. Wang ve ark. (2011), Kamboçya marketlerinden elde edilen balık türlerinin tüketilebilir kas dokularında yüksek miktarda OCP kalıntısına rastlandığını ve bu ürünlerin tüketilmesi durumunda kanser riskini yüksek oranlarda artacağını bildirmişlerdir. Cirillo ve ark. (2009), İtalya'nın Campania bölgesinden elde

edilen taze su ürünlerinin %35'inde, kültür ürünlerinin %36'sında, dondurulmuş su ürünlerinin ise %46'ısında OCP'lerden heksaklorbenzen (HCB) kalıntısına rastlandığını ve fakat bu ürünlerin kanserojenik potansiyel içermediğini rapor etmişlerdir. Moon ve ark. (2009), Güney Kore marketlerinden elde edilen su ürünlerinin tüketilebilir kısımlarında DDT düzeylerinin rutin tüketilmesi durumunda insanlarda ömür boyu kanser riskinin artırıcı düzeylerde olduğunu belirtmişlerdir. Cheung ve ark. (2007), Hong Kong'da tüketime sunulan balık türlerinin %70'inin tüketilebilir kas dokularında DDT seviyelerinin kabul edilebilir limitlerin üzerinde olduğunu rapor etmişlerdir. Ferrante ve ark. (2007), Napoli körfezinden elde edilen balık türlerinin tüketilebilir kısımlarında DDT ve metabolitlerine rastlandığını ve kalıntı düzeylerinin kabul edilebilir limitlerin altında olduğunu, fakat Tiren Deniz'inden elde edilen örneklerin sağlık açısından risk taşıyabileceğini rapor etmişlerdir. Guo ve ark. (2007), Çin'in güney bölgesinden elde edilen su ürünlerinin tüketilebilir kısımlarında yüksek oranlarda DDT kalıntısına rastlandığını, bunun

yanı sıra bu ürünlerin rutin tüketilmesi durumunda içerdikleri dieldrin ve heptaklor gibi OCP bileşiklerinden dolayı insanlarda ömür boyu kanser riskini arttırabilecekleri belirtilmiştir. Sankar ve ark. (2006), Hindistan'ın Kerela eyaletinden elde edilen balıkların tüketilebilir kas dokularında OCP düzeylerinin birçok organizasyon tarafından kabul edilen maksimum kalıntı düzeylerinin altında olduğunu rapor etmişlerdir. Sun ve ark. (2006), Tayvan'dan elde edilen su ürünlerinin tüketilebilir kısımlarında organofosfatlı (OF) ve OCP'lerden sadece dieldrin kalıntılarının insan tüketimi açısından düşük risk taşıyabileceğini, diğer kalıntı düzeylerinin tüketim açısından sorun teşkil etmeyeceğini bildirmişlerdir. Jiang ve ark. (2005), Çin'de marketlerde tüketime sunulan su ürünlerinde OCP'lerden DDT, HCB, dieldrin ve klordan kalıntılarına rastlanıldığını ve bu ürünlerin tüketiminin insanlarda kanser riskini arttırabileceğini bildirmişlerdir.

Doğu Akdeniz bölgesi başta Çukurova, Antalya ve Amik ovaları olmak üzere yoğun tarım faaliyetinin etkisi altında olan bir bölgedir. Ek olarak Türkiye'nin en yoğun pestisit kullanımına sahip beş ilinden üçünün (sırasıyla Antalya, Adana ve Mersin) Akdeniz bölgesinde bulunduğu bilinmektedir (TCCSB, 2019). Bu nedenle Doğu Akdeniz'de yaşayan balık türlerinin kas dokularında pestisit kalıntılarına rastlanabileceği ve tüketimlerinin insan sağlığı açısından risk taşıyabileceği düşünülebilir. Fakat, çalışmada elde edilen sonuçlar bu düşüncenin çokta gerçekçi olmayabileceğini ve bu bölgeden avlanılan balık türlerinin kas dokularının pestisit kalıntıları açısından risk taşımadığını ortaya koymaktadır. Bunun nedeninin, pestisitlerin canlı organizmalarda birikim ve metabolize olma mekanizmaları ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Ernst ve ark., 2018). Bilindiği üzere birçok pestisit, lipofilik karakterli olup yüksek yağ içeriğine sahip organlarda çözülmekte ve buralarda birikmektedir (Arisekar ve ark., 2019). Yapılan çalışmalarda birçok pestisit türevinin çeşitli balık türlerinin kas dokusu, karaciğer, gonad, solungaç, dalak gibi diğer dokular ile karşılaştırıldığında daha düşük derişimlerde birikim gösterdiğini rapor etmiştir (Dang ve ark., 2016; Guo ve ark., 2008; Zhao ve ark., 2014). Buna ek olarak ülkemizde pestisit kullanım miktarının Avrupa ve dünya ülkeleri ile karşılaştırıldığında

oldukça düşük seviyelerde olduğu görülmektedir (Arslan ve Çiçekgil, 2018). Ülkemizde pestisit kullanımının yoğun olmaması Doğu Akdeniz Bölgesi'nde avlanan balık türlerinin kas dokularında pestisit düzeylerinin tespit edilebilir limitlerin altında oluşunun bir diğer nedeni olabilir.

Sonuç olarak, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Mersin-Taşucu ile Hatay-Samandağ arasında kalan 6 istasyondan Mart – Mayıs (2018) ayları arasında avcılık ile elde edilen 11 farklı balık türünün kas dokularında analizi yapılan tüm pestisit ve türevlerinin insan tüketimi açısından risk taşımadığı fakat diğer organ ve dokularda ki birikim düzeyleri analiz edilmediğinden, ekolojik riskler hususunda rutin gözlem çalışmalarının devam etmesinin gerekli olduğunu göstermektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Mersin Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.

(Proje Numarası: 2018-3-AP4-3087)

Kaynakça

- Arisekar, U., Shakila, R.J., Jeyasekaran, G., Shalini, R., Kumar, P., Malani, A.H., Rani, V., (2019). Accumulation of organochlorine and pyrethroid pesticide residues in fish, water, and sediments in the Thamirabarani river system of southern peninsular India. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management* 11, 100194.
- Arslan, S., Çiçekgil, Z., (2018). Türkiye'de Tarım İlacı Kullanım Durumu ve Kullanım Öngörüsü. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi* 4(1), 1-12.
- Castro-González, M., Méndez-Armenta, M., (2008). Heavy metals: Implications associated to fish consumption. *Environmental toxicology and pharmacology* 26(3), 263-271.
- Cheung, K., Leung, H., Kong, K., Wong, M., (2007). Residual levels of DDTs and PAHs in freshwater and marine fish from Hong Kong markets and their health risk assessment. *Chemosphere* 66(3), 460-468.
- Cirillo, T., Viscardi, V., Fasano, E., Farina, A., Amodio-Cocchieri, R., (2009). Polychlorinated biphenyls, organochlorine pesticides, and polycyclic aromatic hydrocarbons in wild,

- farmed, and frozen marine seafood marketed in Campania, Italy. *Journal of food protection* 72(8), 1677-1685.
- Copat, C., Arena, G., Fiore, M., Ledda, C., Fallico, R., Sciacca, S., Ferrante, M., (2013). Heavy metals concentrations in fish and shellfish from eastern Mediterranean Sea: consumption advisories. *Food and chemical toxicology* 53, 33-37.
- Costa, L.G., (2007). Contaminants in fish: risk-benefit considerations. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju* 58(3), 367-374.
- Dang, V.D., Kroll, K.J., Supowit, S.D., Halden, R.U., Denslow, N.D., (2016). Tissue distribution of organochlorine pesticides in largemouth bass (*Micropterus salmoides*) from laboratory exposure and a contaminated lake. *Environmental Pollution* 216, 877-883.
- Ernst, F., Alonso, B., Colazzo, M., Pareja, L., Cesio, V., Pereira, A., Márquez, A., Errico, E., Segura, A.M., Heinzen, H., (2018). Occurrence of pesticide residues in fish from south American rainfed agroecosystems. *Science of the total environment* 631, 169-179.
- FAO, (2007). 2 Nd FAO/WHO Joint Meeting On Pesticide Management And 4 Th Session Of The FAO Panel Of Experts On Pesticide Management”, Geneva.
- Ferrante, M.C., Cirillo, T., Naso, B., Clausi, M.T., Lucisano, A., Cocchieri, R.A., (2007). Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in seafood from the Gulf of Naples (Italy). *Journal of food protection* 70(3), 706-715.
- Gerber, R., Smit, N.J., Van Vuren, J.H., Nakayama, S.M., Yohannes, Y.B., Ikenaka, Y., Ishizuka, M., Wepener, V., (2016). Bioaccumulation and human health risk assessment of DDT and other organochlorine pesticides in an apex aquatic predator from a premier conservation area. *Science of the total environment* 550, 522-533.
- Guo, J.Y., Zeng, E.Y., Wu, F.C., Meng, X.Z., Mai, B.X., Luo, X.J., (2007). Organochlorine pesticides in seafood products from southern China and health risk assessment. *Environmental toxicology and chemistry* 26(6), 1109-1115.
- Guo, Y., Meng, X.-Z., Tang, H.-L., Zeng, E.Y., (2008). Tissue distribution of organochlorine pesticides in fish collected from the Pearl River Delta, China: implications for fishery input source and bioaccumulation. *Environmental Pollution* 155(1), 150-156.
- Has-Schön, E., Bogut, I., Strelec, I., (2006). Heavy metal profile in five fish species included in human diet, domiciled in the end flow of River Neretva (Croatia). *Archives of environmental contamination and toxicology* 50(4), 545-551.
- Jevšnik, M., Hlebec, V., Raspor, P., (2008). Consumers' awareness of food safety from shopping to eating. *Food control* 19(8), 737-745.
- Jiang, Q., Lee, T., Chen, K., Wong, H., Zheng, J., Giesy, J., Lo, K., Yamashita, N., Lam, P., (2005). Human health risk assessment of organochlorines associated with fish consumption in a coastal city in China. *Environmental Pollution* 136(1), 155-165.
- Julshamn, K., Lundebye, A.-K., Heggstad, K., Berntssen, M., Boe, B., (2004). Norwegian monitoring programme on the inorganic and organic contaminants in fish caught in the Barents Sea, Norwegian Sea and North Sea, 1994–2001. *Food Additives and Contaminants* 21(4), 365-376.
- Kaymak, S., (2015). Pestisit Sektöründe Araştırma ve Geliştirme. *Meyve Bilimi* 2(1), 27-34.
- Martí-Cid, R., Bocio, A., Llobet, J.M., Domingo, J.L., (2007). Intake of chemical contaminants through fish and seafood consumption by children of Catalonia, Spain: health risks. *Food and chemical toxicology* 45(10), 1968-1974.
- Moon, H.-B., Kim, H.-S., Choi, M., Yu, J., Choi, H.-G., (2009). Human health risk of polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides resulting from seafood consumption in South Korea, 2005–2007. *Food and chemical toxicology* 47(8), 1819-1825.
- Nesheim, O., Criswell, J., (1982). *Pesticide Applicator Certification Series: toxicity of pesticides [LD50 values, includes lists of common and trade names]*. OSU extension facts-Cooperative Extension Service, Oklahoma State University (USA).
- Plumer, B., (2013). We've covered the world in pesticides. Is that a problem. Retrieved December 19, 2013.
- Sankar, T., Zynudheen, A., Anandan, R., Nair, P.V., (2006). Distribution of organochlorine pesticides and heavy metal residues in fish and shellfish from Calicut region, Kerala, India. *Chemosphere* 65(4), 583-590.

- Sidhu, K.S., (2003). Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 38(3), 336-344.
- Sun, F., Wong, S., Li, G., Chen, S., (2006). A preliminary assessment of consumer's exposure to pesticide residues in fisheries products. *Chemosphere* 62(4), 674-680.
- Tou, J.C., Jaczynski, J., Chen, Y.-C., (2007). Krill for human consumption: nutritional value and potential health benefits. *Nutrition reviews* 65(2), 63-77.
- Uysal, K., Emre, Y., Köse, E., (2008). The determination of heavy metal accumulation ratios in muscle, skin and gills of some migratory fish species by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES) in Beymelek Lagoon (Antalya/Turkey). *Microchemical journal* 90(1), 67-70.
- Varol, M., Sünbül, M.R., (2017). Organochlorine pesticide, antibiotic and heavy metal residues in mussel, crayfish and fish species from a reservoir on the Euphrates River, Turkey. *Environmental Pollution* 230, 311-319.
- Verbeke, W., Sioen, I., Pieniak, Z., Van Camp, J., De Henauw, S., (2005). Consumer perception versus scientific evidence about health benefits and safety risks from fish consumption. *Public health nutrition* 8(4), 422-429.
- Wang, H.-S., Sthiannopkao, S., Du, J., Chen, Z.-J., Kim, K.-W., Yasin, M.S.M., Hashim, J.H., Wong, C.K.-C., Wong, M.-H., (2011). Daily intake and human risk assessment of organochlorine pesticides (OCPs) based on Cambodian market basket data. *Journal of hazardous materials* 192(3), 1441-1449.
- Zhao, Y.G., Wan, H.T., Law, A.Y., Wei, X., Huang, Y.Q., Giesy, J.P., Wong, M.H., Wong, C.K., (2011). Risk assessment for human consumption of perfluorinated compound-contaminated freshwater and marine fish from Hong Kong and Xiamen. *Chemosphere* 85(2), 277-283.
- Zhao, Z., Wang, Y., Zhang, L., Cai, Y., Chen, Y., (2014). Bioaccumulation and tissue distribution of organochlorine pesticides (OCPs) in freshwater fishes: a case study performed in Poyang Lake, China's largest lake. *Environmental Science and Pollution Research* 21(14), 8740-8749.
- Zhong, W., Zhang, Y., Wu, Z., Yang, R., Chen, X., Yang, J., Zhu, L., (2018). Health risk assessment of heavy metals in freshwater fish in the central and eastern North China. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 157, 343-349.