



ETOXEC

Environmental Toxicology and Ecology

© Environmental Toxicology and Ecology,
2022, Vol. 2 (2).

Environmental Toxicology and Ecology
September 2022, Vol. 2 (2)

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

Assoc.Prof. Dr. Ahmet Ali BERBER

Typesetting and Layout

Asist. Prof. Dr. İbrahim UYSAL

Editors

Prof. Dr. Hüseyin AKSOY
Prof. Dr. Ali UZUN
Prof. Dr. Selami SELVİ
Prof. Dr. Şerife Gülsün KIRANKAYA
Assoc.Prof. Dr. Sibel MENTEŞE
Assoc..Prof. Dr. Nihat Hakan AKYOL
Asist. Prof. Dr. Nurcan BERBER
Asist. Prof. Dr. Pınar ÇAM İCİK
Asist. Prof. Dr. Cansu AKBULUT
Asist. Prof. Dr. Muammer KURNAZ

Statistic Editor

Temel ERTUĞRAL

Yayıncı

Ekoloji ve Ekotoksikoloji Derneği



CONTENS

RESEARCH ARTICLES

- Kene Kaynaklı Enfeksiyonlar ile İlgili Yapılmış Çalışmaların Bibliyometrik İncelemesi** 87-97
Işıl Deniz ALIRAVCI
- Triklosanın Zebra Balığı (Danio rerio) İnce Bağırsağı Üzerinde Histopatolojik Etkileri** 98-106
Cansu AKBULUT
- Antimicrobial Activity of Various Extracts of *Centaurea balsamita* Lam. and *Centaurea coronopifolia* Lam.** 107-114
Nuray YILDIRIM, Mehtap AKIN, Hatice TANER SARAÇOĞLU

REVIEV ARTICLES

- Fluorene-9-Bisphenol ve Canlılar Üzerindeki Etkileri** 76-86
Fatma Nur Akıncı, Aysel Çağlan Günal
- Uses of Boron and Boron Toxicity** 115-121
Selcen ÇAKIR
- Kasaplık Hayvan Et ve Et Ürünlerinin Donmuş Muhafazası için Enerji Tasarrufu Sağlayabilen Faz Değişim Malzemelerinin Gözden Geçirilmesi** 122-132
Tuğba GÜNGÖR ERTUĞRAL
- Relationship Between Sports and Organic Agriculture** 133-143
Hülya SAYGI

Fluorene-9-Bisphenol ve Canlılar Üzerindeki Etkileri

Fatma Nur Akıncı^{1*} , Aysel Çağlan Günel² 

ÖZET

Fluorene-9-Bisphenol (BHPF), endokrin bozucu maddelerden biri olan Bisphenol A (BPA)'nın ikamesidir. BPA, günlük hayatta sürekli olarak karşılaşılabileceğimiz zararlı bir kimyasal maddedir. Hem çevreye hem de canlı hayatına zararlı etkilerinden dolayı kullanımı kısıtlandırılmıştır. Bundan dolayı plastik malzemelerin üretilmesinde yapı maddesi olarak alternatiflere yönelim gösterilmiştir. Alternatif olarak kullanılan BHPF; gıda saklama kaplarında, oyuncak malzemelerinde, bebeklerin kullandığı biberonlarda ve daha birçok alanda karşımıza çıkmaktadır. Endokrin bozucu olma potansiyeline sahip bu kimyasal bileşiğe maruz kalınması sonucunda ortaya çıkabilecek etkilerinin araştırılması, daha yeni gündeme gelmiştir. Yapılan araştırmalarda kullanılan canlılar, insan organizmasına en yakın özelliği gösteren ve sucül hayatında etkilerini araştırılabilir kılan türdendir. Bu derleme hazırlanırken BHPF'nin *Danio rerio*, *Porcine (Domuz)*, *Chlorella vulgaris* ve *CD-1 fare* model organizmaları üzerindeki nörolojik, kardiyolojik, histolojik ve endokrinolojik olarak etkilerinin neler olduğunu ortaya çıkaran araştırmalar incelenmiştir.

Fluorene-9-Bisphenol and Its Effects on Living Beings

ABSTRACT

Fluorene-9-Bisphenol (BHPF) is a substitute for Bisphenol A (BPA), one of the endocrine disruptors. BPA, on the other hand, is a harmful chemical substance that we can constantly encounter in our daily life. Its use is restricted due to its harmful effects on both the environment and living life. Therefore, in the production of plastic materials, alternatives have been shown as a building material. BHPF; which is used as a substitute, appears in food storage containers, toy materials, baby bottles and many other areas. Investigation of the effects that may occur as a result of exposure to this chemical compound, which has the potential to be endocrine disruptor, has only recently come to the fore. The creatures used in the researches are of the type that show the closest feature to the human organism and make their effects in aquatic life researchable. While preparing this review, studies revealing the neurological, cardiological, histological and endocrinological effects of BHPF on *Danio rerio*, *Porcine (Pig)*, *Chlorella vulgaris* and *CD-1 mouse* model organisms were examined.

Article Info

*Corresponding author:

e-mail: fatmaaknc19@gmail.com

Institution:

¹Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri
Enstitüsü Çevre Bilimleri Bölümü

²Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim
Fakültesi Biyoloji Eğitimi Ana Bilim
Dalı

Article history

Received: 11.06.2022

Accepted: February 19.07.2022

Available online: 30.09.2022

AnahtarKelimeler:

BHPH, Toksik Etkiler, Model
organizmalar

Keywords:

BHPF, ToxicEffects, Model Organisms

How to Cite:F.N. Akıncı, A.Ç.Günel,
"Fluorene-9-Bisphenol ve Canlılar
Üzerindeki Etkileri",
EnvironmentalToxicologyandEcology,
cilt. 2, sayı 2, ss. 76-86, 2022.

1. GİRİŞ

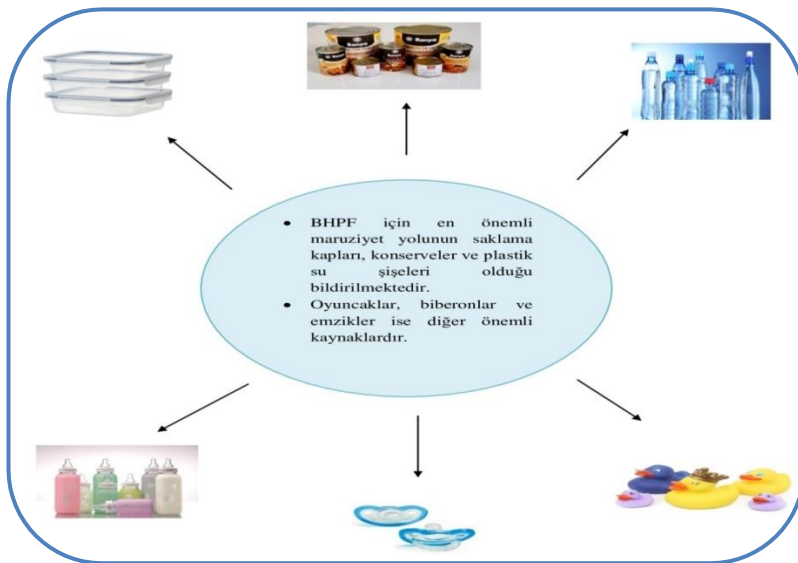
Sanayi devriminden bu yana nüfus artışıyla birlikte çevreye salınan kimyasallar ile ilişkili olarak sağlık sorunlarında ciddi artışlar gözlemlenmiştir. Bu tür kimyasallardan biri olan endokrin bozucular (EDC), çevresel sistemin her alanında bulunabilme özelliğine sahiptir. Günlük hayatta kullanılan malzemeler aracılığı ile maruz kalınan endokrin bozucu kimyasallar; hayvanların gelişimi, endokrin sistemlerinin normal işleyişi, üremesi hatta çevredeki davranışları üzerinde olumsuz etkiler yaratır [1-4].

Bisphenol A (BPA), endokrin bozucu olma potansiyeline sahip bir kimyasaldır. Birçok tüketicinin günlük hayatta kullandığı ürünlerde bulunan polikarbonat plastiklerin ve epoksi reçinelerin üretiminde kullanılmaktadır. Yapılan çalışmaların sonucunda BPA' nın çevre ve canlılar üzerindeki toksik etkileri açığa çıkarılmıştır. Üreme ve gelişimsel bozukluklar, metabolik hastalıklar ve kanser gibi sağlık sorunları gözler önüne serilmiştir. BPA' nın üretimi ile ilgili getirilen kısıtlamalar sonucunda BPA' nın yerine alternatifi olan Fluorene-9-Bisphenol (BHPF) kullanılmaya başlanmıştır [1, 5-7].

BHPF' nin yapısında bulunan hidrojen bağları, makromolekül zincirler içeren aromatik yapıları ve amid bağlantısı sayesinde yüksek düzeyli moleküller arası paketleme ile mikro alanlar oluşturarak mekanik ve termal direnç özelliği gösterir. Bu kimyasal yapısı nedeniyle organik çözücülerde kısmen çözünür ve yüksek bozunma sıcaklığı gösterir [8].

BHPF son yıllarda elektronik ve yalıtım malzemelerinde, polyester polimerlerin sentezlenmesinde, yapısal bazı yapıştırıcılarda, oyuncaklarda, otomobil ve havacılık gibi birçok sektörde çeşitli ürünler oluşturmak üzere kullanılmaktadır. Günlük hayatımızda kullanılan saklama kapları ve biberonlar gibi gıda ile temas edilebilecek eşyalarda da kullanımı görülmektedir (Şekil 1). Bisphenol A' nın ikamesi olarak işlevini yerine getiren BHPF, birçok plastik malzemelerden yiyecek ve içeceklerle karışabilme potansiyeline sahip çevresel bir toksindir [9-11].

Küresel kirleticilerin; çevresel stres etkilerine maruz kalabilme özelliği olan sucul ve karasal canlılarda davranışsal, hormonal, büyüme ve gelişme, yaşam süresi ve morfoloji üzerinde yan etkiler gözlenmiştir. Yapılan araştırmalar, BHPF' nin kullanımındaki artış ile birlikte canlı sağlığı üzerindeki etkilerinin çokta masum olmadığını göstermiştir [12,13].



Şekil 1. BHPF maruziyet kaynakları [9,10].

2. CANLILAR ÜZERİNDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

İnsan nüfusunun hızla artış göstermesi yaşam alanı, enerji kaynakları ve gıda güvenliği konusunda talep artışına sebep olmuştur. İnsan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan maddeler, canlı organizmalar ile çevre üzerinde olumsuz etkilere sebebiyet vermiştir. Bu maddelerden biri olan BHPF, dünyada üretimi yaygın olarak gerçekleştirilen bir bileşiktir. Bu çalışmada BHPF' nin canlılar üzerinde gösterdiği olumsuz etkiler alt başlıklar halinde incelenmiştir [14].

2.1.Zebra Balığı (*Danio rerio*) ile yapılan çalışmalar

Zebra balığının deneysel araştırmalarda kullanılan bir model organizma olmasının sebepleri; embriyonik gelişim dönemindeki genetik kontrolünün kolay yapılması, hızlı gelişim göstermesi, verimli döl verebilmesi, şeffaf embriyolara sahip olması, insan genlerine benzerlik göstermesi ve kolay üretilebilmesidir. *Danio rerio* model organizması ile yapılan araştırmalar gösteriyor ki BHPF' nin etkileri çeşitlilik göstermektedir [15-18].

BHPF maruziyetinin, zebra balığı embriyo ve larvaları için akut toksisitesi araştırma konusudur. Yapılan incelemeler sonucunda BHPF' nin zebra balığı embriyo ve larvalarındaki mortalite, metabolik bozukluklar ve kardiyotoksosite üzerindeki etkileri rapor edilmiştir.

BHPF' nin, zebra balığının embriyonik gelişimi üzerinde oldukça toksik etki yarattığı bildirilmiştir. Zebra balığı embriyolarının gelişimi, BHPF konsantrasyon düzeyine bağlı olarak gecikme göstermiş ve embriyolar hatalı biçimlenerek anormal bir fenotip ortaya çıkmıştır. Zebra balığı embriyosunda fenotipik kusurlar incelendiğinde azalan vücut uzunluğu, perikardiyal ödem, yolk kesesi malformasyonu, yüzme kesesinin yokluğu, baş ve göz bölgesin de küçülme, küçük gözler, kuyruk malformasyonu ve çift kafa rapor edilmiştir [19-21].

BHPF' ye maruz kalan embriyonik gruplarda epibol süreci (gastrulasyon sırasındaki hücre hareketi) ve gelişimsel aşamalar (kuyruklar, gözler vb.) gecikirken ölü embriyolar da belirgin bir şekilde artmıştır. BHPF maruziyetinin apoptoza da yol açtığı bildirilmiştir. Zebra balıklarında apoptoz beyin, perikard (kalbi çevreleyen, kalbin içinde bulunduğu bir kese) ve kuyruk ucunda meydana gelmiştir. BHPF dozunun artması ile birlikte perikard ve kuyruk ucundaki apoptoz artış göstermiştir [3,22].

Zebra balığı, metabolik bozuklukları araştırabilmek için uygun fonksiyonlara (lipid depolama, iştah ve insülin düzenleme gibi) sahiptir. Zebra balığının karaciğer dokusunda, belirgin olarak artış gösteren lipid birikmesi görülmüştür. BHPF' ye maruz kalınması sonucunda vücuttaki lipid dengesi bozulmuştur. Diyete bağlı olan alkolden bağımsız yağlı karaciğer hastalığının (NAFLD) seyri ise kötüye gitmiştir [19-21].

BHPF maruziyetinin etkileri bu kadarla kalmayıp zebra balığı embriyo ve larvalarındaki kardiyak gelişimini de geciktirmiş ve anormal kardiyak morfoloji ile sonuçlanmıştır. Sonuçlar ise şöyledir:

- Perikart alanının analiz edilmesiyle perikart alanının arttığı,
- Perikart-ödem oranının arttığı,
- Larva kalbinin malformasyonu sonucu anormal kardiyak morfoloji,
- Sinusvenosus- bulbusarteriosus (SV-BA) mesafesinin artışı,

- Ventrikül ve atriyumun lineerizasyonun bozulduğu,
- BHPF' ye maruziyet oranının artmasıyla kalp ritminin bozularak kalp hızının azaldığı ve
- BHPF' ye maruz kalan zebra balığının kalbinin ise hatalı bir şekilde biçimlendiği rapor edilmiştir [3,22].

Farklı dozlarda BHPF' ye maruz bırakılan zebra balığında gerçekleşmiş olan nörotoksisite üzerindeki etkiler rapor edilmiştir. İlk olarak hipotalamik-hipofizer-tiroid (HPT) ekseninin hormetik yanıt ile arasındaki ilişki incelenmiştir. BHPF' ye maruz bırakılan zebra balıklarında, tiroid bezinin ürettiği T3 ve T4 hormon seviyelerinin belirgin şekilde arttığı gözlemlenmiştir. İkinci olarak ise BHPF' nin doz oranı arttıkça merkezi sinir sistemindeki (CNS) nöron farklılaşması inhibe olmuştur. Ayrıca zebra balığı larvasında, merkezi sinir sisteminde MBP ekspresyonu artarken gen ekspresyonunun ise azaldığı gözlemlenmiştir. Zebra balığı embriyolarında, gelişimsel dönemdeki gen ekspresyonunu incelemek için GFP (Yeşil Floresan Protein) parametresine bakılır. Beyin ve omurilikte, GFP ekspresyonunda azalma meydana gelmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda BHPF' nin, HPT ekseninin işleyişine müdahale etmesiyle TH seviyelerini ve gen ekspresyonunu etkileyerek nörotoksik özellikler sergilediği rapor edilmiştir [20,23].

Nöroendokrin sistem üzerinde etki gösterebilen BHPF ile temas ettirilen larvalar üzerinde davranışsal incelemeler de yapılmıştır. Genel hareket kontrolü esnasında düşük dozda uygulanan BHPF' nin zebra balığı larvası üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Yüksek dozda uygulanan BHPF, zebra balığı larvalarının toplam hareket mesafelerinde önemli ölçüde bir azalmaya sebep olmuştur. Ayrıca her iki doz gruplarında ortalama hareket hızı da belirgin şekilde azalma göstermiştir.

Zebra balıklarında birikim gösteren BHPF' nin, uykusuzluk benzeri davranış değişikliklerine sebebiyet verdiği gözlenmiştir. BHPF' ye maruz kalınması sonucunda yetişkin zebra balığında kur yapma ve üreme davranışı üzerinde etkileri gözlemlenmiştir. Bu etkileri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- BHPF' ye maruz kalan kadın ve erkek arasındaki kur yapma endeksi azalmıştır.
- BHPF' ye maruz kalan dişilerin erkeğe yönelimi oldukça azalmıştır.
- BHPF, anksiyete ve depresyon benzeri davranışa sebep olmuştur [4,20,24].

2.2 Domuz (Porcine) ile yapılan çalışmalar

Domuzlar, bisfenollerin sebep olduğu üreme bozukluklarının araştırılabilmesi için uygun bir model organizmadır. Çünkü domuzların fizyolojik ve biyokimyasal yapılarının insanlar ile benzerlik göstermesi, laboratuvar şartlarında kolayca yetiştirilebilir olması ve deney hayvanı olarak diğer canlılardan daha az duygusal problem oluşturmaları gibi özellikleri bulunmaktadır [14,25].

BHPF' nin, domuz oositlerinin olgunlaşması üzerindeki toksik etkilerinin neler olduğuna bakılmıştır. Çalışma sonucunda domuz oositlerinde:

- Anormal yapıda iğ ipliklerinin oluşması,
- ATP seviyesinin azalması,

- ROS (Reaktif Oksijen Türleri) seviyesinin artışına bağlı olarak oksidatif stresin artış göstermesi,
- Kortikal granüllerin (CG'ler) dağılımının bozulmasıyla oosit kalitesinin düşmesi,
- Kümüls hücrelerinin genişlemesinin engellenmesi,
- Polar gövde ekstrüzyonunda (PBE) azalmaya yol açmış olması ve
- Erken oosit apoptozuna sebep olması gibi toksik etkilerinin olduğu saptanmıştır [26].

2.3. Yeşil alg (*Chlorella vulgaris*) ile yapılan çalışmalar

Birincil üreticiler olarak karşımıza çıkan algler, su kirliliğinin düzeyini anlayabilmek için hassas göstergelerdir. Chlorophyta şubesindeki tek hücreli alg türü olan ve doğada bol miktarda bulunan *Chlorella vulgaris*, çevresel bozulmalara verdiği esnek metabolik yanıtları sayesinde model organizma olarak tercih edilmektedir. BHPF' nin ekolojik riskinin değerlendirilebilmesi için de kullanılan bir model organizmadır. BHPF' nin su ortamına düşük konsantrasyonlarda sürekli deşarj olabilmesi, suda yaşayan canlılar için toksik özelliğindedir. BHPF' nin doğal sulardaki potansiyel toksik zararları zamana ve maruz kalınan konsantrasyona bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir [27-29].

Yapılan çalışmalarda, BHPF' nin *Chlorella vulgaris* üzerindeki toksisitesini araştırabilmek için sıvı kromatografi-kütle spektrometresi tekniği kullanılmıştır. Parametre olarak da besin haricindeki maddelerin toksisitesini değerlendirmek amaçlı alglerin büyüme hızı dikkate alınmıştır. BHPF konsantrasyonuna bağlı olarak *C. vulgaris'* in büyüme hızı, önemli ölçüde azalma göstermiştir. BHPF' nin konsantrasyonunun artması ile birlikte *C. vulgaris'* de biyoakümülyasyon da giderek artmıştır. Toksik maddelerin ortamdan uzaklaştırılmasını ve atık arıtımını sağlayan *C. vulgaris'* in etkisini gösterebilmesi için sayıca fazla olması gerekir. Alg hücrelerinde kolayca birikim gösterebilen BHPF, *C. vulgaris'* in büyüme hızını yavaşlatarak sayıca azalmasına ve normal fonksiyonlarını yerine getiremez hale gelmesine sebep olmuştur [29].

Antioksidanlar, hücrede serbest radikalleri temizleyerek hücre hasarını önler. Antioksidan savunma sistemi enzimatik yapıya sahip olabilir. Süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) enzimleri, hücrede serbest radikallere karşı savunma hattını meydana getiren antioksidan enzimlerdir. Serbest radikallerin hücrede birikim göstermesi sonucunda oksidatif stres açığa çıkar. Alglerde birikim gösteren serbest oksijen türlerini (ROS) ortadan kaldırmak için SOD ve CAT antioksidan enzimlerinden yararlanır. BHPF' ye maruz bırakılan *C. vulgaris'* in, SOD enzim miktarında azalma gözlenirken CAT enzim miktarında bir değişiklik gözlenmemiştir. Bu durum antioksidan enzimlerinin görevini yerine getirememesine ve ROS birikmesine sebebiyet vermiştir [29,30].

2.4. Fare (CD-1 mice) ile yapılan çalışmalar

Memeli hayvan grubunda model organizma olarak kullanımı en yaygın olan canlılardan birisi de farelerdir. Farelerin favori model organizma olmasının sebeplerinden en önemlisi insanlara olan genetik benzerlikleridir [31].

Yapılan araştırmalar dahilinde endokrin sistem ile ilgili hastalıklar çevresel kirletici bileşiklere maruziyet sonucunda artmaya başlamıştır. Çevresel kirleticiler, anti-östrojenik özellikleri ve diğer olumsuz etkileri ile oldukça popülerdir. BHPF' nin anti-östrojenik özelliklerini ve üreme üzerindeki toksisitesini belirlemek için farelere dozlama yapılmıştır. Dozlama sonucunda yapılan histopatolojik incelemeler sonucunda farelerde rahim iç zarı incilmesi ve implantasyon bölgesinin ağırlığında azaldığı gözlenmiştir. BHPF' ye maruz bırakılan farelerin her birinde endometriyal stromal hücreler ve kolumnar epitel hücrelerinin atrofik olduğu gözlenmiştir. Böylelikle desidualizasyon ve embriyonik gelişim engellenmiş olur. Ayrıca BHPF' nin, farelerde foliküler gelişimi geciktirdiği ve corpuslutea sayısını azalttığı rapor edilmiştir. Yüksek konsantrasyonda BHPF maruziyeti sonucunda fare oositlerinde sitoplazmik büzölme ve granülasyon gözlenmiştir. Oosit olgunlaşması üzerinde olumsuz etki oluşturan BHPF, oosit polar cisimlerinin oranının da azalmasına sebep olmuştur. Fare oositlerinde iğ ipliklerinin düzeneğini stabilize eden p-MAPK proteini, BHPF maruziyeti sonucunda önemli ölçüde azalma göstermiştir. Bu azalma sonucunda oositlerde, iğ ipliklerinin morfolojisinde ve kromozom hizalanmasında anormal yapılaşma olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmalar sonucunda BHPF maruziyetinin fare oosit olgunlaşmasını bozabileceği ve oosit kalitesini azaltabileceği rapor edilmiştir.

Yapılan çalışmalara göre BHPF' nin fareler üzerinde:

- Uterus ağırlığının azalmasına,
- Yavru ağırlığının azalmasına,
- Bazı durumlarda hamileliklerin olumsuz sonuçlanmasına,
- Gebelikle ilişkili kilo artışının önemli ölçüde azalmasına ve
- Erkeklerde de semen kalitesinin azalmasına sebebiyet verdiğine değinilmiştir [11,32,33].

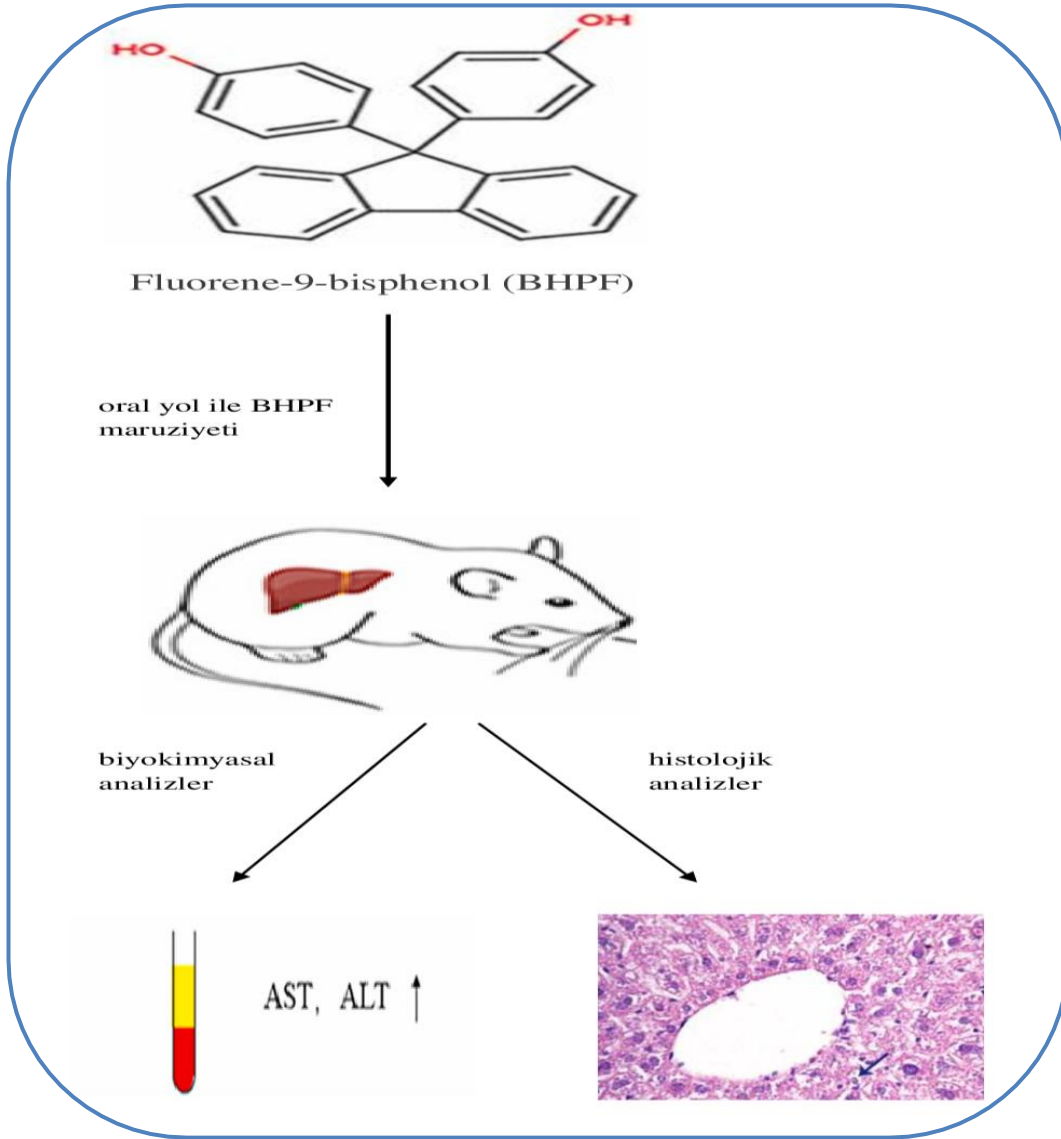
BHPF, üreme organları dışında vücutta önemi yüksek diğer organları da etkilemektedir. Karaciğer vücutta kritik öneme sahip olan bir detoksifikasyon organı olup çok sayıda eksojen kirleticinin depo edilmesinden ve biyotransformasyonundan sorumludur. Oral yol ile maruz kalınan kirleticilerin çoğu mide ve bağırsaktan damar yoluyla emilerek direk olarak karaciğer dokularına taşınır. Karaciğer birden fazla fizyolojik süreci içerisinde barındırır. Bunlar içerisinde metabolizma kontrolü, kan hacmi regülasyonu, vücut savunması, ilaç gibi bileşiklerin parçalanması ve atılımı, büyüme sinyal yollarının hormonal kontrolü, kolesterol ve lipid dengesi bulunmaktadır. Ayrıca karaciğer, rejeneratif mekanizmalar kullanan tek organdır [34-37].

Yapılan araştırmalarda fareler oral yolla 10 gün boyunca BHPF' ye maruz bırakılmıştır. 10 gün sonunda farelerin vücut ağırlığında pek bir fark görülmezken karaciğer organında önemli ölçüde bir fark görölmüştür. Bu durum BHPF' nin hedef organı olarak karaciğeri seçmiş olabileceğini gösterir. AST (Aspartat Aminotransferaz) ve ALT (alanin aminotransferaz) enzim değerleri, karaciğer fonksiyonunun değerlendirilmesinde ve karaciğerde herhangi bir hasar olup olmadığının araştırılmasında en yaygın kullanılan parametredir. Karaciğerde herhangi bir hastalık ve zararın olup olmadığının bu enzimlerin miktarlarına bakılarak yorumlanabilir. Serum biyokimyasal analizleri için gerçekteştirilen kısa süreli testte hiçbir grupta ölüm gözlenmemiştir. BHPF ile maruz bırakılan tüm grupların farelerinde ise serum AST ve ALT aktivitelerinin arttığı gözlenmiştir. Ayrıca giderek artan doz oranıyla BHPF' ye maruz kalan farelerin karaciğerlerinde;

- Sinüzoid yapısının daralması,

- Merkezi damar yapısının genişlemesi,
- Lökosit infiltrasyonu (sızma) ve
- Sitoplazmik vakuolasyon gibi değişiklikler gözlemlenmiştir (Şekil 2).

Sonuçlar, BHPF' nin hepatotoksik olabileceğini ve farelerde karaciğer hasarına neden olabileceğini göstermiştir [9].



Şekil 2. BHPF' nin karaciğer organında ki etkileri [9].

Yapılan bir başka çalışmada ise BHPF' nin sinirsel davranışlar üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu çalışma için klasik davranışsal test fareleri izlekleri kullanılmıştır. Farelerin farklı gelişim evrelerinde ve farklı cinsiyetlerde olması çalışmanın önemli parametreleri olmuştur. BHPF' ye maruz kalmanın farelerin depresyon ve anksiyete benzeri sinirsel davranışları üzerindeki etkileri ile ilgili çıkarımlar şunlardır:

- Yetişkin erkek fareler BHPF' ye maruz bırakılırsa erkek farelerde önemli ölçüde depresyon benzeri davranışsal duruma rastlanmıştır.
- Hamilelik sırasında BHPF' ye maruz kalma sonucunda ise dişi farelerde depresyon ve anksiyete benzeri bir kaygı durumu gözlenmemiştir [38].

3. SONUÇLAR

Çevresel kirleticilerden olan BPA' nın canlı sağlığı üzerine olan olumsuz etkileri biliniyor olsa da alternatifi olarak kullanılmaya başlanmış BHPF' nin etkileri hakkında çok az bilgi bulunmaktadır. Dünya genelinde plastik ve türevlerinin kullanımı oldukça yaygındır. Plastiklerin yapısında bulunan BPA, endokrin bozucu olma potansiyeli taşıyan kimyasal bileşiktir. BPA' nın kullanımı en aza indirilmeye çalışılmakta olup yerine türevi olan BHPF geçmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda BHPF' nin, alternatif olarak kullanılmasına rağmen BPA' dan daha yüksek toksisite gösterdiği rapor edilmiştir. BHPF' nin de endokrin bozucu olma potansiyeline sahip olduğu gösterilmiştir. Farklı yollardan çevreye salınımı gerçekleşebildiği için canlı yaşamı ile sürekli iç içedir. Günlük hayatta kullanılan birçok eşyalarda bulunan BHPF ile ilgili yapılan çalışma sayısı her geçen gün artış göstermektedir.

Derlememizde incelenen çalışmalar sonucunda BHPF bileşiğine farklı konsantrasyonlarda ve sürelerde maruz kalan model organizmalar; nörolojik, hormonal, kardiyolojik, histolojik, davranışsal ve morfolojik olarak tepkiler ortaya koymuşlardır. Canlıların doku ve organlarında gözlenmiş olan bu yanıtlar, aslında ekosistemin de olumsuz etkilendiğinin bir göstergesidir. BHPF' nin kurtuluş yolu olarak görülmesine rağmen ortaya çıkan etkilerinden dolayı endişeler artmıştır.

Finansman

Yazarlar bu çalışmanın araştırılması, yazarlığı veya yayınlanması için herhangi bir maddi destek almamıştır.

Çıkar Çatışması/Ortak Çıkar Beyanı

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması veya ortak çıkar beyan edilmemiştir.

Yazarların Katkısı

Literatür inceleme; FNA: % 70, AÇG: % 30, Raporlama; ; FNA: % 70, AÇG: % 30

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma etik kurul izni veya herhangi bir özel izin gerektirmez.

Araştırma ve Yayın Etiği Bildirgesi

Yazarlar, makalenin tüm süreçlerinde Environmental Toxicology and Ecology Dergisinin bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyduklarını ve toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapmadıklarını beyan ederler. Ayrıca karşılaşılabilecek etik ihlallerden Environmental Toxicology and Ecology ve yayın kurulunun hiçbir sorumluluğu olmadığını ve bu çalışmanın Environmental Toxicology and Ecology dışında herhangi bir akademik yayın ortamında değerlendirilmediğini beyan ederler.

KAYNAKÇA

- [1] Z. R. Tang, X. L. Xu, S.L. Deng, Z. X. Lian, K. Yu, "Oestrogenic Endocrine Disruptors in the Placenta and the Fetus," *International Journal of Molecular Sciences.*, vol. 21, no. 4, Feb. 2020, Art. no. 1519.
- [2] E. R. Kabir, M. S. Rahman, I. Rahman, "A review on endocrine disruptors and their possible impacts on human health," *Environmental Toxicology and Pharmacology*, vol. 40, pp. 241-258, Jul. 2015, doi: 10.1016/j.etap.2015.06.009.
- [3] P. Mi, Y.Q. Tang, and X.Z. Feng, "Acute fluorene-9-bisphenol exposure damage searly development and induces cardiotoxicity in zebrafish (*Danio rerio*)," *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 202, Oct. 2020, Art. no. 110922.
- [4] NIEHS. "Endocrine Disruptors and Your Health." Nih.gov.
<https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/endocrine/index.cfm> (May, 2020).
- [5] J. R. Rochester, "Bisphenol A and human health:A review of the literature," *Reproductive Toxicology*, vol. 42, pp. 132-155, Aug. 2013, doi: 10.1016/j.reprotox.2013.08.008.
- [6] D. Chen, K. Kannan, H. Tan, Z. Zheng, Y. L. Feng, Y. Wu, and M. Widelka, "Bisphenol Analogues Other Than BPA: Environmental Occurrence, Human Exposure, and Toxicity-A Review," *Environmental Science & Technology*, vol. 50, pp. 5438–5453, May. 2016, doi: 10.1021/acs.est.5b05387.
- [7] L. N. Vanderbeng, R. Hauser, M. Marcus, N. Olea, and W. V. Welshons, "Human exposure to bisphenol A (BPA)," *Reproductive Toxicology*, vol. 24, pp. 139-177, Aug-Sep. 2007, doi: 10.1016/j.reprotox.2007.07.010.
- [8] J. M. Garcia, F. C. Garcia, F. Serna, and J. L. Pena, "High-performance aromatic polyamides," *Progress in PolymerScience*, vol. 35, pp. 623-686, May. 2010, doi:10.1016/j.progpolymsci.2009.09.002
- [9] L. Yang, X. Guo, X. Mao, X. Jia, Y. Zhou, Y. Hu, L. Sun, J. Guo, H. Xiao, and Z. Zhang, "Hepatotoxicity of Fluorene-9-Bisphenol (BHPF) on CD-1 mice," *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 219, Aug. 2021, Art. no. 112298.
- [10] X. F. Jiao, Q. M. Liang, D. Wu, Z. M. Ding, J. Y. Zhang, F. Chen, Y. S. Wang, S. X. Zhang, Y. L. Miao, and L. J. Huo, "Effects of Acute Fluorene-9-Bisphenol Exposure on Mouse Oocyte in vitro Maturation and Its Possible Mechanisms," *Environmental and Molecular Mutagenesis*, vol. 60, pp. 243-253, Nov. 2018, doi:10.1002/em.22258.
- [11] Z. Zhang, Y. Hu, J. Guo, T. Yu, L. Sun, X. Xiao, D. Zhu, T. Nakanishi, Y. Hiromori, J. Li, X. Fan, Y. Wan, S. Cheng, J. Li, X. Guo, and J. Hu, "Fluorene-9-Bisphenol is anti-oestrogenic and may cause adverse pregnancy outcomes in mice," *Nature Communications*, vol. 8, Mar. 2017, Art. no. 14585.
- [12] Z. Meng, S. Tian, J. Yan, M. Jia, S. Yan, R. Li, R. Zhang, W. Zhu, and Z. Zhou, "Effects of perinatal exposure to BPA, BPF and BPAF on liverfunction in male Mouse offspring involving in oxidative damage and metabolic disorder," *Environmental Pollution*, vol. 247, pp. 935-943, Apr. 2019, doi: 10.1016/j.envpol.2019.01.116
- [13] R. R. Rix, R. N. C. Guedes, and G. C. Cutler, "Hormesisdose–response contaminant-induced hormesis in animals," *Current Opinion in Toxicology*, vol. 30, Jun. 2022, Art. no. 100336.
- [14] I. Bahelka, R. Stupka, J. Citek, and M. Sprysl, "The impact of bisphenols on reproductive system and on offspring in pigs – A review 2011–2020," *Chemosphere*, vol. 263, Jul. 2021, Art. no. 128203.
- [15] C. Zhang, C. Willett, and T. Fremgen, "Zebrafish: An Animal Model for Toxicological Studies," *Current Protocols in Toxicology*, vol. 17, pp. 1.7.1-1.7.18, Nov. 2003, doi: 10.1002/0471140856.tx0107s17.

- [16] F. Kutluyer, and E. Aksakal, "Aquatic Model Organisms and Their use in Biotechnology," *Anadolu J AgrSci*, vol. 28, no. 2, pp. 101-107, 2013.
- [17] K. Howe, M. Clark, and others, "The zebrafish reference genome sequence and its relationship to the human genome," *Nature Communications*, vol. 496, pp. 498-503, Dec. 2013, doi:10.1038/nature12111.
- [18] W. P. Bian, and D. S. Pei, "Zebrafish as a model system to evaluate the safety and toxicity of nutraceuticals," *Nutraceuticals on Science Direct*, pp. 395-409. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com>
- [19] L. Sun, Y. Ling, J. Jiang, D. Wang, J. Wang, J. Li, X. Wang, and H. Wang, "Differential mechanisms regarding triclosan vs. bisphenol A and fluorene-9-bisphenol induced zebrafish lipid-metabolism disorders by RNA-Seq," *Chemosphere*, vol. 251, Jul. 2020, Art. no. 126318.
- [20] M. Jin, J. Dang, Y. N. Paudel, X. Wang, B. Wang, L. Wang, P. Li, C. Sun, and K. Liu, "The possible hormetic effects of fluorene-9-bisphenol on regulating hypothalamic-pituitary-thyroid axis in zebrafish," *Science of The Total Environment*, vol. 776, Jul. 2021, Art. no. 145963.
- [21] S. Zhang, Y. Xu, S. Zhang, C. Zhao, D. Feng, and X. Feng, "Fluorene-9-bisphenol exposure decreases locomotor activity and induces lipid-metabolism disorders by impairing fatty acid oxidation in zebrafish," *Life Sciences*, vol. 294, Apr. 2022, Art. no. 120379.
- [22] A. E. E. Bruce, "Zebrafish epiboly: Spreading thin over the yolk," *Developmental Dynamics*, vol. 245, pp. 244-258, Oct. 2015, doi:10.1002/dvdy.24353
- [23] İ. Karaboz, A. Sukatar, A. Parlakay, "Denizsel Organizmalardan Elde Edilen Yeşil Floresans Protein(GFP) ve Kullanım Alanları," *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, vol. 21, pp. 383-388, 2004.
- [24] P. Mi, Q. P. Zhang, S. H. Zhang, C. Wang, S. Z. Zhang, Y. C. Fang, J. Z. Gao, D. F. Feng, D. Y. Chen, and X. Z. Feng, "The effects of fluorene-9-bisphenol on female zebrafish (*Danio rerio*) reproductive and exploratory behaviors," *Chemosphere*, vol. 228, pp. 398-411, Aug. 2019, doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.04.170
- [25] R. Pabst, "The pig as a model for immunology research," *Cell and Tissue Research*, vol. 380, pp. 287-304, Apr. 2020, doi:10.1007/s00441-020-03206-9
- [26] X. Jiao, Z. Ding, F. Meng, X. Zhang, Y. Wang, F. Chen, Z. Duan, D. Wu, S. Zhang, Y. Miao, and L. Huo, "The toxic effects of Fluorene-9-bisphenol on porcine oocyte in vitro maturation," *Environmental Toxicology*, vol. 35, pp. 152-158, Nov. 2019, doi: 10.1002/tox.22851.
- [27] C. Zuniga, C. T. Li, T. Huelsman, J. Levering, D. C. Zielinski, B. O. McConnell, C. P. Long, E. P. Knoshaug, M. T. Guarnieri, M. R. Antoniewicz, M. J. Betenbaugh, and K. Zengler, "Genome-Scale Metabolic Model for the Green Alga *Chlorella vulgaris* UTEX 395 Accurately Predicts Phenotypes under Autotrophic, Heterotrophic, and Mixotrophic Growth Conditions," *Plant Physiology*, vol. 172, pp. 589-602, Sep. 2016, doi: 10.1104/pp.16.00593
- [28] S. Mariano, E. Panzarini, M.D. Inverno, N. Voulvoulis, and L. Dini, "Toxicity, Bioaccumulation and Biotransformation of Glucose-Capped Silver Nanoparticles in Green Microalgae *Chlorella vulgaris*," *Nanomaterials*, vol. 10, Jul. 2020, Art. no. 1377.
- [29] H. Zhang, T. Ding, X. Luo, and J. Li, "Toxic effect of fluorene-9-bisphenol to green algae *Chlorella vulgaris* and its metabolic fate," *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 216, Jun. 2021, Art. no. 112158.
- [30] R. Aslankoç, D. Demirci, Ü. İnan, M. Yıldız, A. Öztürk, M. Çetin, E. Ş. Savran, and B. Yılmaz, "The Role of Antioxidant Enzymes in Oxidative Stress -Superoxide Dismutase (SOD), Katalase (CAT)

- and Glutathione Peroxidase (GPX)," *Med J SDU*, vol. 26, pp. 362-369, Sep. 2019, doi: 10.17343/sdutfd.566969.
- [31] V. Vanhooren, and C. Libert, "The mouse as a model organism in aging research: Usefulness, pitfalls and possibilities," *Ageing Research Reviews*, vol. 12, pp. 8-21, Jan. 2013, doi: 10.1016/j.arr.2012.03.010.
- [32] Z. Y. Jin, C.K. Li, Y. Q. Hong, Y. X. Liang, L. Liu, and Z. M. Yang, "BHPF exposure impairs mouse and human decidualization," *Environmental Pollution*, vol. 304, Jul. 2022, *Art. no.* 119222.
- [33] Z. Jia, H. Wang, Z. Feng, S. Zhang, L. Wang, J. Zhang, Q. Liu, X. Zhao, D. Feng, and X. Feng, "Fluorene-9-bisphenol exposure induce scytotoxicity in Mouse oocytes and causes ovarian damage," *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 180, pp. 168-178, Sep. 2019, doi: 10.1016/j.ecoenv.2019.05.019.
- [34] G. Michalopoulos, and B. Brushan, "Liver regeneration: biological and pathological mechanisms and implications," *Nature Reviews Gastroenterology&Hepatology*, vol. 18, pp. 40-55, Aug. 2020, doi:10.1038/s41575-020-0342-4
- [35] J. K. Corless and H. M. Middleton, "Normal liver function. A basis for understanding hepatic disease," *Arch. Intern. Med.*, vol. 143, pp. 2291-2294, Dec. 1983, doi: 10.1001/archinte.143.12.2291.
- [36] E. Trefts, M. Gannon, and D. H. Wasserman, "The liver," *Current Biology*, vol. 27, pp. 1141-1155, Nov. 2017, doi: 10.1016/j.cub.2017.09.019.
- [37] A. Jetter and G. A. Kullak-Ublick, "Drugs and hepatic transporters: A review," *Pharmacological Research*, vol. 154, Apr. 2020, *Art. no.* 104234.
- [38] X. Ji, L. Shi, X. Yin, Z. Huai, Y. Li, J. Ren, Y. Fu, Y. Du, Y. Gao, L. Soong, and H. Shi, "Sex- and developmental stage-dependent effects of fluorene-9-bisphenol exposure on emotional behaviors in mice," *Chemosphere*, vol. 225, pp. 890-896, Jun. 2019, doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.03.110.

Kene Kaynaklı Enfeksiyonlar ile İlgili Yapılmış Çalışmaların Bibliyometrik İncelemesi

Işıl Deniz ALIRAVCI 

ÖZET

Kene kaynaklı hastalıklar ülkemiz ve dünyada en yaygın görülen vektör kaynaklı hastalıklar arasındadır. Kenelerle insanlara bulaşan başlıca hastalıklar arasında Kırım Kongo Kanamalı Ateşi (KKKA), Lyme hastalığı, Tularemi, Q ateşi, Kene kaynaklı ensefalit, Akdeniz benekli ateşi, Monositik erlihyoz, Granülositik erlihyoz ve Babezyoz bulunur. Bu çalışmada, kene kaynaklı enfeksiyonlarla ilgili yayınların bibliyografik incelemesi, artan vaka sayılarının bilimsel literatüre katkısının irdelenmesi ve bu konuda çalışma yapacaklara bakış açısı kazandırmak amaçlandı. Çalışma için Scopus ve PubMed veri tabanlarında 2012-2022 yılları arasında indekslenen bilimsel yayınların nicel bir analizi yapıldı. Arama kelimesi olarak başlık kısmına “tick-borne infection” anahtar kelimesi yazılarak İngilizce kaynaklarda arama gerçekleştirildi. Scopus’ta 727 adet medikal temelli araştırma makalesi ve olgu sunumu yer alırken PubMed’de 6620 adet orjinal araştırma makalesi bulundu. Çalışmaların %52.2’sinin tıp alanında olduğu, 2018 yılında en fazla sayıda makalenin yayınlandığı, ülkeler arası sıralamada Amerika’nın 226 yayınlı ilk sırada, Türkiye’nin ise 19 yayınının olduğu görüldü. Ticks and Tick-borne Diseases dergisi 225 sayı ile en fazla makalenin yayınlandığı dergi iken, konuyla ilgili en fazla yayını olan yazarlar sırasıyla Sprong H, Raoult D, Labruna M.B olmuştur. Ülkemizde Kırım Kongo Kanamalı Ateşi en fazla sayıda makale çıkarılan kene kaynaklı enfeksiyonların başında gelmektedir. Sonuçların keneye bulaşan enfeksiyonların önemini anlaşılarak farkındalığının artırılması ve özellikle çok sayıda vakanın görülmesine rağmen global ölçek sıralamasında az sayıda yayının üretildiği ülkemizde konuyla ilgili araştırmaların büyümesine katkıda bulunacağı umulmaktadır.

Analysis of Publications on Tick-Borne Infections by Bibliometric Analysis Method

ABSTRACT

Tick-borne diseases are among the most common vector-borne diseases in our country and in the world. The main diseases transmitted to humans by ticks include Crimean-Congo Hemorrhagic Fever (CCHF), Lyme disease, Tularemia, Q fever, Tick-borne encephalitis, Mediterranean spotted fever, Monocytic erythrocyte, Granulocytic erythema, and Babesiosis. In this study, it was aimed to do bibliographically examination of the publications related to tick-borne infections, to examine the contribution of the increasing number of cases to the scientific literature and to give a perspective to scientists who will work on this issue. A quantitative analysis of scientific publications indexed between 2012-2022 in the Scopus and PubMed databases was performed for the study. The keyword "tick-borne infection" was written as search word in the title section and search was preferred to carried out in English sources. While Scopus has 727 medical-based research

Article Info

*Corresponding author:

e-mail:

dr_isildeniz@hotmail.com

Institution: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Hastanesi Enfeksiyon Hastalıkları ve Klinik Mikrobiyoloji Kliniği

Article history

Received: 27.06.2022

Accepted: February 11.08.2022

Available online: 30.09.2022

Anahtar Kelimeler:

Kene kaynaklı enfeksiyonlar, Bibliyometrik analiz, Zoonoz, Kırım Kongo Kanamalı Ateşi

Keywords:

Tick-borne infections, Bibliometric analysis, Zoonosis, Crimean Congo Hemorrhagic Fever

How to Cite: I.D. Alırcı,

" Kene Kaynaklı Enfeksiyonlar ile İlgili Yapılmış Çalışmaların Bibliyometrik İncelemesi ", *Environmental Toxicology and Ecology*, cilt 2, sayı 2, ss. 87-97, 2022.

articles and case reports, PubMed has 6620 original research articles. It was seen that 52.2% of the studies were in the field of medicine, the highest number of articles were published in 2018, the USA ranked first with 226 publications and Turkey had 19 publications. While Ticks and Tick-borne Diseases was the journal in which the most articles were published with 225 issues, the top three authors with the highest number of publications on the subject were Sprong H, Raoult D, Labruna M.B, respectively. In our country, Crimean-Congo Hemorrhagic Fever is one of the tick-borne infections with the highest number of articles published. It is hoped that the results will increase awareness by understanding the importance of tick-borne infections and contribute to the growth of research on the subject, especially in our country, where few publications are produced in the global scale despite the large number of cases.

1. GİRİŞ

Keneler, birçok zoonotik patojenin önemli vektörlerinden biri olup hali hazırda dünyada yaklaşık 900 kene türünün olduğu kabul edilmiştir. Kenelerin ve kene kaynaklı patojenlerin coğrafi dağılımları, küresel ve yerel çevresel (iklim dahil) değişiklikler nedeniyle değişmektedir [1]. Kene kaynaklı hastalıkların insidansı Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya'nın ılıman bölgelerinde son 50 yılda giderek daha fazla artmıştır. Keneleri ve bulaştırdıkları hastalıkları kontrol altına almak son derece zor olup gelişmiş ülkelerin tedavilerin kullanılması yeni sorunlar ortaya çıkarmaktadır (dirençli kene türlerinin ortaya çıkması, kirlilik, maliyet vb.) [2]. Kene kaynaklı hastalıkların insidans yükselişi iklim, habitat ve konaktaki değişikliklere, arazi kullanımına, ana konakların bolluğuna ve insanların enfekte kenelere maruz kalma olasılığının artmış olmasına bağlanmıştır [3,4].

Borrelia burgdorferi, *Anaplasma phagocytophilum*, *Babesia microti* ve Powassan virüsü, *Ixodes* türü kene kaynaklı zoonoz ajanlarıdır [5]. Keneler gelişmelerini tamamlamak için omurgalıların kan desteğine ihtiyaç duyar ve insan dahil olmak üzere birçok farklı konakçı türü vardır. Ayrıca riketsiya, spiroketler ve virüsler gibi bir dizi patojenik organizmaya konaklık eden en etkili enfeksiyöz vektörlerin başında gelmektedir. Felç ve toksikoz, tahriş ve alerji gibi ciddi birçok sağlık sorununa neden olabilir [6].

İnsanlar, enfekte keneler tarafından ısırılarak veya enfekte hayvanların kan, doku veya vücut sıvılarıyla etkileşime girerek virüsü kapabilirler. Keneler çoğu zaman birden fazla patojen etkeni barındırabilir. Hemorajik sendromun başlangıcından önce, durum genellikle spesifik olmayan belirti ve semptomlarla karakterize edilir. Genel olarak %5 ila %30 arasında bir ölüm oranı bildirilmektedir. Kenelerle bulaşan başlıca bakteriyel, viral ve protozoon kaynaklı enfeksiyonlar arasında tularemi, Lyme hastalığı, Q ateşi, kene kaynaklı nöks eden ateş, Akdeniz benekli ateşi, diğer benekli ateş grubu riketsiyaların neden olduğu enfeksiyonlar, erlişyoz, anaplazmoz, Kırım-Kongo kanamalı ateşi, kene kaynaklı ensefalit, Colorado kene ateşi ve kene ilişkili güney döküntü hastalığı, Babezyoz yer almaktadır [7].

2. GEREÇ ve YÖNTEM

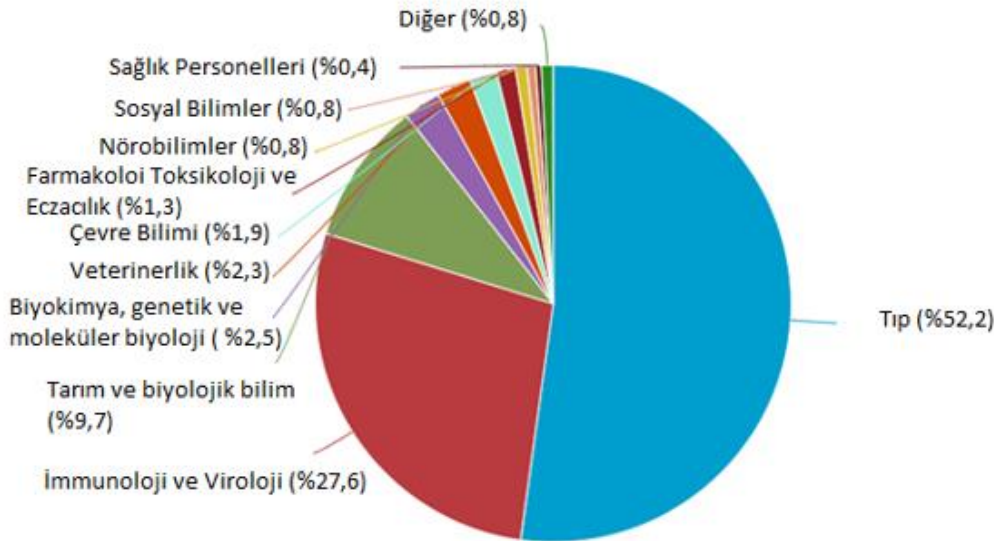
Bu makalenin amacı, bibliyometriyi bilimsel aktiviteyi ölçmek için bir analiz aracı olarak kullanarak, kene ve kontrolü ile ilgili bilimsel üretimin analizini sunmaktır. Bu çalışmada Scopus ve PubMed veri tabanlarında 2012-2022 yılları arasındaki 'tick-borne infection başlığı' taranarak çıkan sonuçların bibliyometrik analizi yapılmıştır. Bu alandaki yayınların bibliyometrik analizi yapılarak keneye bulaşan enfeksiyon hastalıkları ile ilgili bilimsel verilerin oluşturulduğu bilgi havuzuna ulaşılarak dünyadaki eğilimler ve öncelikler hakkında gerçek ve somut verilerin sağlanması amaçlanmıştır.

Araştırmanın amacı bibliyometrik tekniklerden yararlanarak kene kaynaklı enfeksiyonlar hakkında literatürde bulunan verileri ölçmektir. Yayınların çoğunluğunun İngilizce yayınlanması gerekçesiyle, arama dili İngilizce yapılan araştırmada yayın kalitesini değerlendirmek, araştırma üretkenliğindeki küresel eğilimleri haritalamak ve disiplinler arası ittifakları değerlendirmek amaçlanmıştır.

Çalışmada, içerik analizi ve betimsel analiz (frekans analizi) yöntemleri beraber kullanıldı. Araştırmada elde edilen verilerin analizinde ve grafiklerin oluşturulmasında SPSS versiyon 25 programı [Statistical Packages for the Social Sciences (SPSS) version 25 commercial software (IBM Corp.; Armonk, NY, USA)] kullanıldı. Kategorik grupların genel özellikleri sayı ve yüzde olarak özetlendi. Görselleştirmeler için Windows 10 programının sunduğu grafiklerden ve Scopus veritabanına ait grafiklerden yararlanıldı.

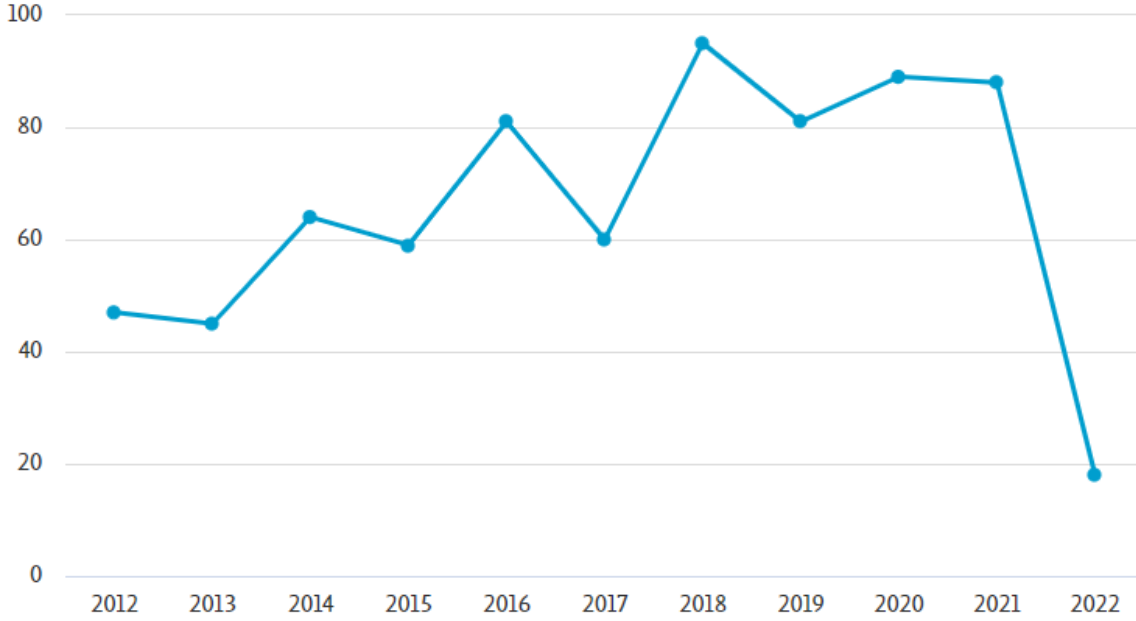
3. BULGULAR

“Tick-borne infection” başlığı tarandığında Scopus’ta 727 adet medikal temelli araştırma makalesi ve olgu sunumu yer alırken PubMed’de 6620 adet orijinal araştırma makalesi bulunmuştur. Bunların alanlarına göre dağılımı aşağıda yer almaktadır. Tıp alanının %52.2 ile en üretken bilim dalı olduğu görülmüştür (Şekil 1). Diğer araştırmaların yayınları (derlemeler, editöre mektuplar vb.) analiz dışı bırakılmıştır.



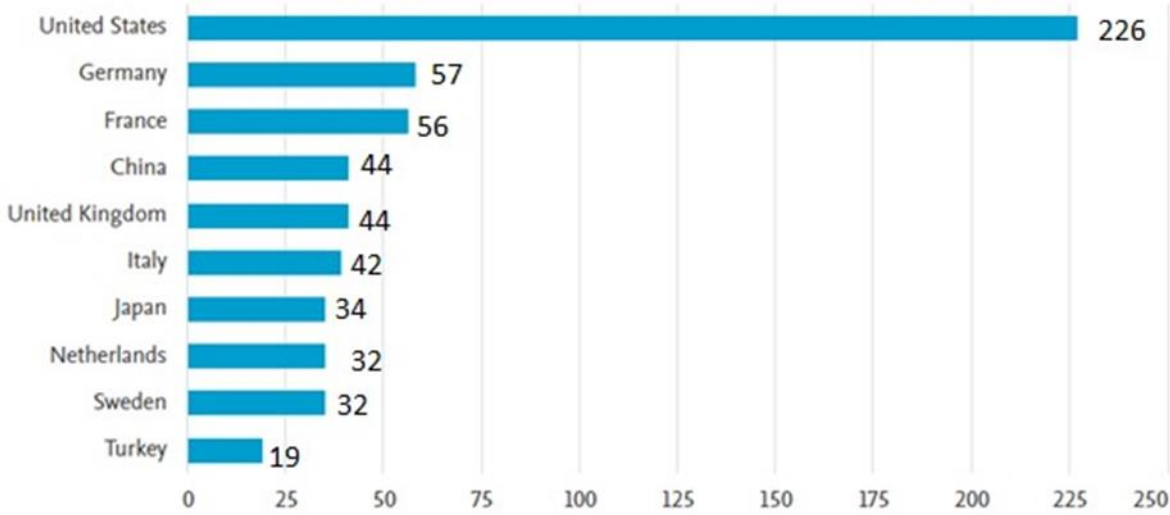
Şekil 1. 2012-2022 arası kene kaynaklı enfeksiyonlarla ilgili yapılan çalışmaların alan Scopus’taki dağılımı.

Çalışmaların yıllara göre kümelenmesine bakıldığında 2018 yılında en fazla sayıda makalenin yayınlanmış olduğu dikkat çekmektedir. Aşağıda yer alan grafikte 2012-2022 yılları arasında Scopus’ta taranan 727 araştırma makalesi ve olgu sunumlarının yıllara göre dağılımı yer almaktadır (Şekil 2).



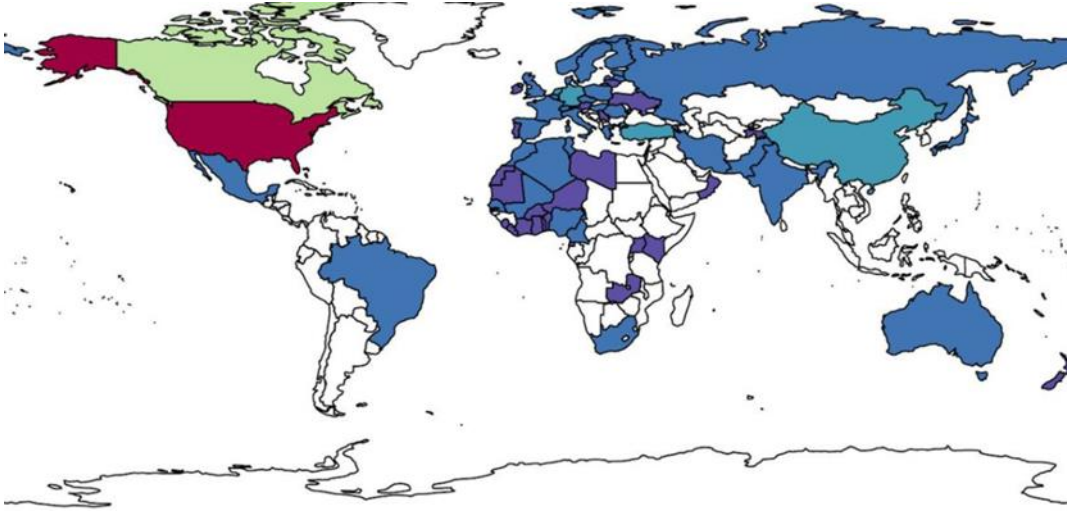
Şekil 2. Scopus'ta belirlenen kene kaynaklı enfeksiyonlarla ilgili yapılan 2012-2022 yılları arasındaki araştırmaların yıllara göre dağılımı.

Aynı yayınları ülkeler arası sıraladığımızda Amerika yaklaşık 226 yayımla ilk sırada yer alırken Türkiye'den 19 yayının olduğu görülmüştür. İlk üç sırada Amerika'nın 226 yayın sayısı ile birinci, Almanya'nın ikinci, Fransa'nın üçüncü sırada yer aldığı izlenmiştir (Şekil 3).



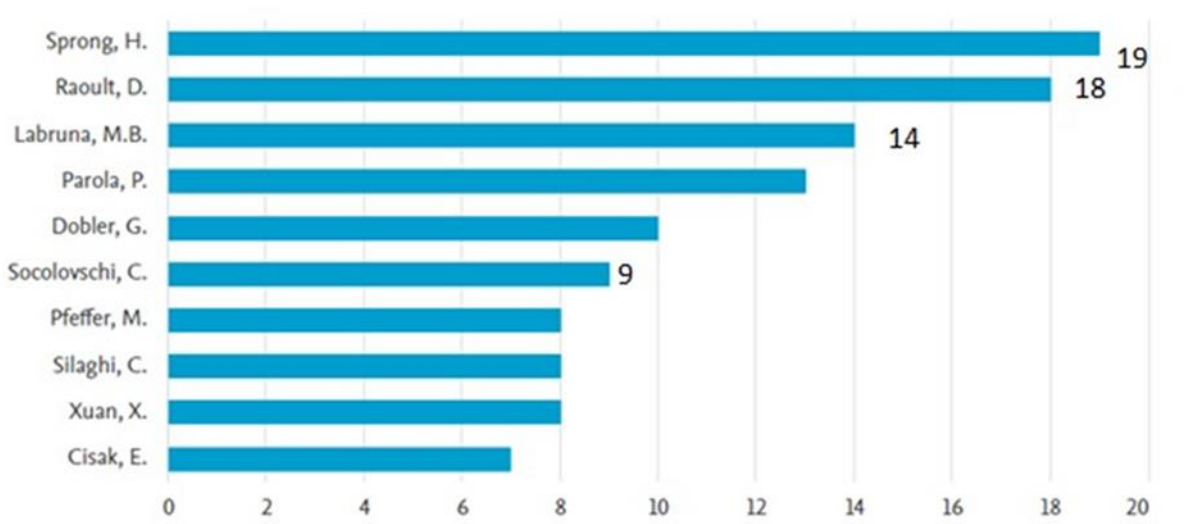
Şekil 3. Scopus analizlerinde 2012-2022 yılları arasında keneye bağlı enfeksiyonlarla ilgili araştırma makalelerinin yayınlandığı ülkeler.

Yapılan çalışmalar, ülkeler arasında görülen farklı vakaların ekseninde gerçekleşmiştir. Yukarıdaki haritada boyanmayan ülkeler vaka bildirimi olmayan ülkelerdir. Mor boyanan ülkeler vaka bildirimi olan ülkeler olup araştırma makalesi yayınlamamış ülkelerdir. Bu nedenle sıfır ölçeğinde yer almışlardır. Örneğin Amerika ve Asya’da kene kaynaklı farklı enfeksiyon çeşitleri görüldüğünden yapılan araştırmalar da bu doğrultuda farklılaşmıştır (Şekil 4). Günümüzde farklılaşan iklim koşulları, göçler ve globalleşme sonucu ortak soruna yol açan enfeksiyonların araştırılmasında ise bir yoğunluk görülmektedir.



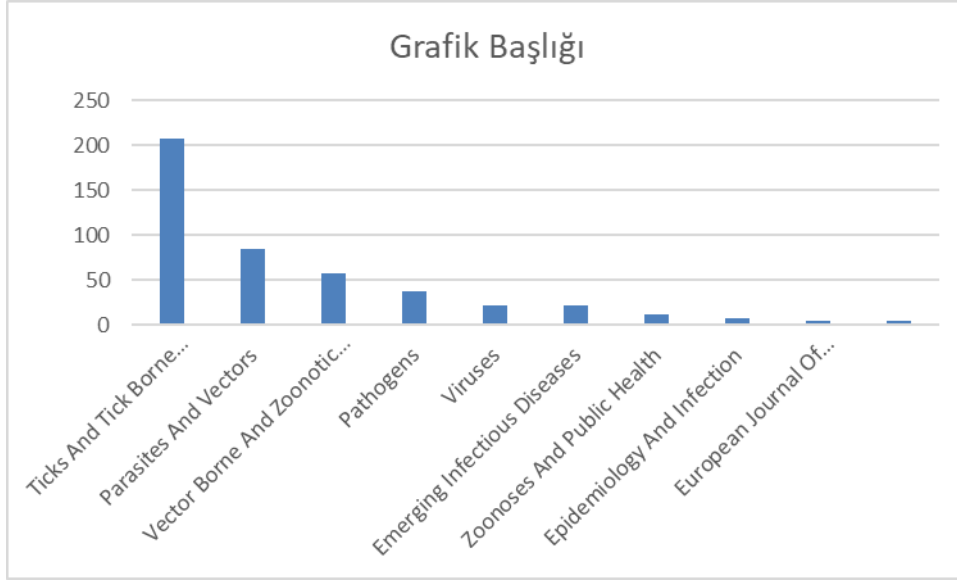
Şekil 4. Kene Kaynaklı Enfeksiyon Hastalıklarıyla ilgili yapılan araştırma makalelerinin ülkelere göre dağılımı.

En fazla yayını olan ilk üç yazar sırasıyla Sprong H, Raoult D, Labruna M.B (Şekil 5) iken Türkiye’den Sevinç F. ise 3 makale ile ilk sıradadır.



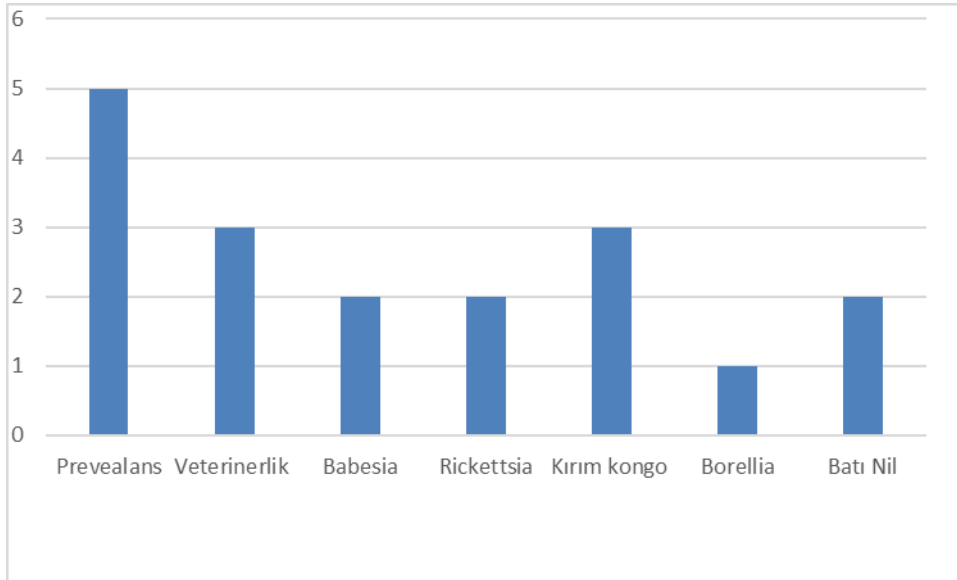
Şekil 5. Scopus verilerine göre 2012-2022 yılları arasında yayın yapan yazarlara göre dağılım.

Araştırma makalelerinin yayınlandığı dergilere bakıldığında Ticks and Tick-borne Diseases 225 makale sayısı ile ilk sırada yer almaktadır (Şekil 6).



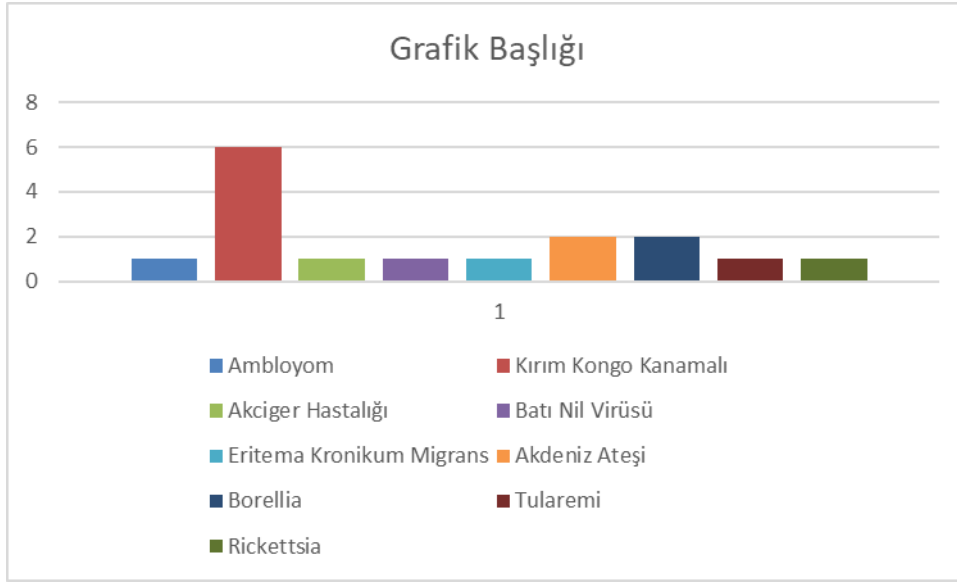
Şekil 6. Scopus verilerine göre 2012-2022 yılları arasında yayınlanan araştırma makalelerinin yayınlandığı dergiler.

Ülkemizde Scopus'ta taranmış 'tick borne infection' başlığı altında Kene Kaynaklı Enfeksiyon hastalıklarını içeren 19 adet orijinal makale bulunmuş ve grafiği aşağıda verilmiştir (derlemeler, editöre mektuplar dışarıda bırakılmış). Bu makaleler Tıp dergilerinde yer alan araştırma makaleleridir (Şekil 7).



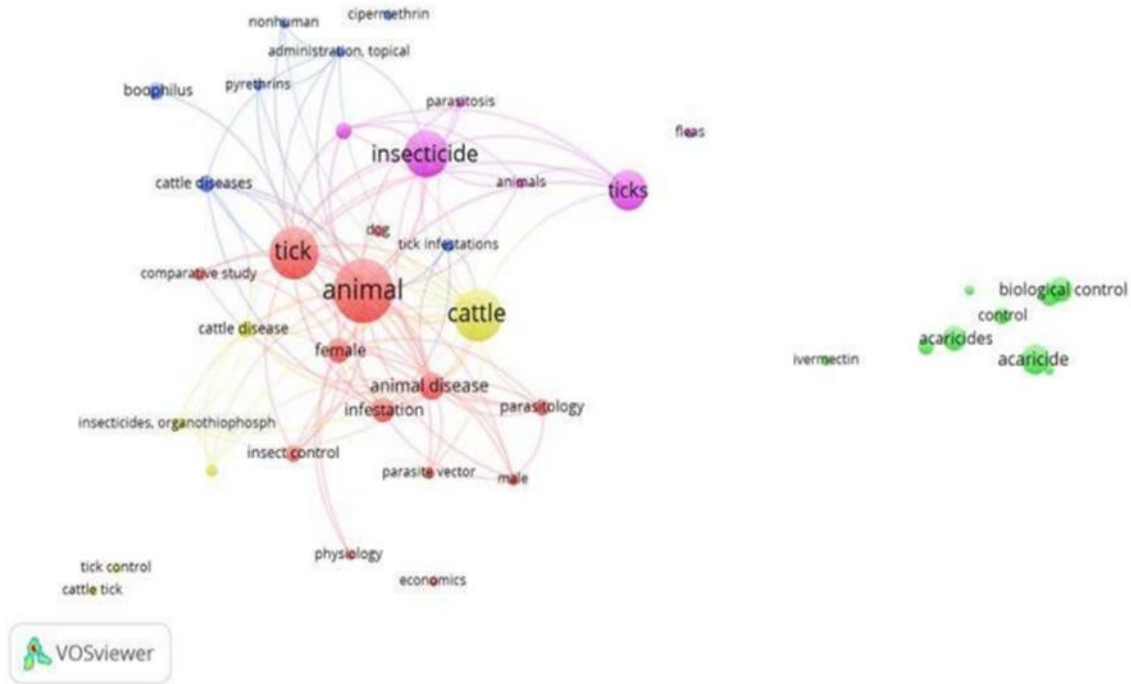
Şekil 7. Scopusta yer alan 2012-2022 kene kaynaklı enfeksiyon analizinde Türkiye tabanlı araştırma makaleleri ve olgu raporlarında yer alan hastalık ve yayın sayıları.

TrDizin'de kene kaynaklı enfeksiyon tarama başlığı altında 2012-2022 arası 16 adet olgu sunumu ve araştırma makalesi bulunmuştur. Bunların hastalıklara göre grafiği ektedir. Kırım Kongo Kanamalı Ateşi en fazla makale çıkarılan kene kaynaklı enfeksiyonların başında gelmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Kene kaynaklı enfeksiyonların hastalıklara göre grafiği.

Çalışmamızda ayrıca VOSViewer bilgisayar programı kullanılarak araştırılan anahtar kelimelerin yoğunluk diyagramı oluşturulmuştur. Tick-Borne ile en çok araştırılan anahtar kelimelerin başında "animal" gelmektedir. Bu anahtar kelimeyi; kene, hayvan hastalığı, istila, dişi, parazitoloji kelimeleri izlemekte olup kırmızı renkte gösterilmişlerdir. Akarisit, akarisitler, amitraz, biyolojik kontrol, ivermektin, amblyomma americanum, boophilus microplus, kene kaynaklı hastalıklar ve kontrol gibi anahtar kelimelerini içeren araştırmaların yüzdesi daha düşük olduğu için yeşil renkte gruplandırılmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Çalışmaya dahil **edilen** yayınlardaki anahtar kelimelerin yoğunluk diagramı.

3. TARTIŞMA

Vektör kaynaklı hastalıklardan olan keneye bulaşan enfeksiyonlar hem insan hem de hayvan sağlığı için büyük önem taşımaktadır. Hastalık etkenlerinin; bakteriyel, viral, protozoal ve riketsiyal olacak şekilde çeşitli olduğu izlenmiştir.

Bibliyometrik analizler bir bilim dalındaki yayınları, tezleri, bilimsel üretkenliği değerlendirmeye imkân sağlayan, veri analizi çalışmaları olup, son yıllarda tıp literatüründe de yer almaya başlamıştır. Bu yöntem ile bilimsel literatür, veri tabanları kullanılarak ve görselleştirmeler yapılarak analiz edilmekte ve ilgili konunun çalışmacılarına fikir sağlama imkanı sunulmaktadır. Birçok çalışmada Web of Science Core Collection (WoSCC), Scopus, PubMed, Medline gibi veri tabanları kullanılarak analizler yapıldığı görülmüştür [9-12].

Bu makalede, keneye bulaşan enfeksiyonlarla ilgili bilimsel yayınların nicel bir bibliyometrik analizi yapılmıştır.

Literatürde konu ile ilgili Oklahoma çıkışlı vektör kaynaklı hastalık araştırmaları eğilimleri ve bilgi eksikliklerini [14] ve Kırım-Kongo Kanamalı Ateşi ile ilgili bilimsel araştırmaların nicelik analizini belirlemek amaçlı yapılmış olan iki adet bibliyometrik analiz dışında [15] çalışmamıza benzer bir çalışma bulunamamıştır.

Bu çalışmada, 2012-2022 tarih aralığında Scopus ve PubMed tabanlarında indekslenen dökümanlar bibliyometrik analize dahil edilmiştir. Yayın sayısı ağırlıklı olarak 2014-2016 yılları arasında artan yayın sayısı ile büyük bir gelişme göstermiştir [8]. Çalışmalar Hollanda, Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya ve Birleşik Krallık'ta yoğunlaşan araştırmacılardan alınmıştır. Çalışma sonucu, konuyla ilgili en fazla yayını bulunan ülkenin nerdeyse tüm diğer bibliyometrik analizlerde olduğu gibi [9-12] ABD olduğu saptandı. Bu durum ABD'deki araştırmacı sayısının fazlalığına ve Lyme Hastalığı başta olmak üzere pek çok kene kaynaklı enfeksiyonun (*B. mayonii*, *B. miyamotoi*, *insan granülositik anaplazmoz*, *Babesiosis*, *Powassan ensefaliti* vs.) ABD'de endemik olmasına bağlanabilir [13].

Yayınlara yapıldıkları bilim dalları incelendiğinde, çalışmaların %52,2'sinin tıp alanında yoğunlaştığı görülmekle beraber farklı bilim dallarından da literatüre katkı olduğu saptandı (Grafik 1). Araştırma makalelerinin yayınlandığı dergilere bakıldığında ilk üç dergi sıralamasında Ticks and Tick-borne Diseases, Parasites and Vectors ve Vector-Borne and Zoonotic Diseases dergilerinin yer aldığı görüldü (Grafik 6).

Kene kaynaklı enfeksiyonlar başlığı altında Türkiye tabanlı araştırma makaleleri incelendiğinde Scopus veri tabanında Türkiye'den Sevinç F.'nin en üretken yazar olduğu ve TrDizin'de Scopus'ta, Kırım Kongo Kanamalı Ateşi (KKKA) ile ilgili çalışmaların sayı olarak ön plana geçtiği görülmüştür. Bunun nedeni olarak KKKA hastalığının ülkemizde diğer kene kaynaklı enfeksiyonlardan daha sık görülmesine bağlanmıştır. Çalışmalarda hastalık etkeni RNA virüsünün, *Hyalomma marginatum*, *H. anatolicum*, *Haemaphysalis punctata*, *Amblyomma variegatum*, *H. truncatum*, *Rhipicephalus bursa* türü keneler tarafından taşındığı bildirilmiş olmakla birlikte [17] hastalık için esas vektör'ün *H. marginatum* olduğu gösterilmiştir [16]. Ülkemizde insanlarda kene tutunma vakalarının önemli bir problem olduğu kene ısırığının konu edildiği çalışmalarda gösterilmiştir [18-21]. İlk KKKA vakası 2002 yılında Tokat ilinde

görülmüştür. Leblebicioğlu ve arkadaşlarının çalışmasında 2015 yılı Aralık ayına kadar toplam 9787 vaka görüldüğü, 469'unun (%4,79) ölümlle sonuçlandığı rapor edilmiştir [22].

Ülkemizde kene ile insanlara bulaşan hastalıklar konusunda KKKA ile ilgili çalışmalara ağırlık verildiğinden ötürü kene ile bulaşan diğer hastalık etkenlerinin gerçek durumu bilinmemektedir. Bu nedenle ülke genelinde bu hastalıkların epidemiyolojileri, vektörleri ve klinikleri ile ilgili detaylı çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Bu makalede sunulan sonuçların, keneye bulaşan enfeksiyonların öneminin anlaşılması ve farkındalığına katkıda bulunacağı ve özellikle dergilerde az sayıda yayının bulunduğu ancak çok sayıda vakanın olduğu ülkemizde konuyla ilgili araştırmaların büyümesine katkı sağlayacağı umulmaktadır.

Çalışmanın kısıtlılıkları: Çalışmada iki veri tabanındaki son on yılın taraması yapılarak farklı datalar kullanılmıştır. Bu nedenle kene kaynaklı enfeksiyonlar konusundaki tüm bilimsel literatürü yansıtmayabilir.

Finansman

Yazarlar bu çalışmanın araştırılması, yazarlığı veya yayınlanması için herhangi bir maddi destek almamıştır.

Çıkar Çatışması/Ortak Çıkar Beyanı

Yazar tarafından herhangi bir çıkar çatışması veya ortak çıkar beyan edilmemiştir.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma etik kurul izni veya herhangi bir özel izin gerektirmez.

Araştırma ve Yayın Etiği Bildirgesi

Yazarlar, makalenin tüm süreçlerinde Environmental Toxicology and Ecology Dergisinin bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyduklarını ve toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapmadıklarını beyan ederler. Ayrıca karşılaşılabilecek etik ihlallerden Environmental Toxicology and Ecology ve yayın kurulunun hiçbir sorumluluğu olmadığını ve bu çalışmanın Environmental Toxicology and Ecology dışında herhangi bir akademik yayın ortamında değerlendirilmediğini beyan ederler.

KAYNAKÇA

- [1] B. Talbot, A. Slatculescu, CR. Thickett et al, "Landscape determinants of density of blacklegged ticks, vectors of Lyme disease, at the northern edge of their distribution in Canada", *Sci Rep.* 2019 Nov 13;9(1):16652.
- [2] C. A Lippi, S. J. Ryan, A. L White, H. D. Gaff, C. J. Carlson, "Trends and opportunities in tick-borne disease geography", *Journal of Medical Entomology*, 58(6), 2021-2029.
- [3] NH Ogden, S Mechai, G Margos, "Changing geographic ranges of ticks and tick-borne pathogens: drivers, mechanisms and consequences for pathogen diversity", *Front Cell Infect Microbiol.* 2013;29(3):46.
- [4] I Sagurova, A Ludwig, NH Ogden, et al, "Predicted northward expansion of the geographic range of the tick vector *Amblyomma americanum* in North America under future climate conditions", *Environ Health Perspect*, 2019 Oct;127(10):107014.
- [5] C Bouchard, A Dibbernardo, J Koffi, et al, "Increased risk of tick-borne diseases with climate and environmental changes", *Can Commun Dis Rep.* 2019 Apr 4;45(4):83–89.
- [6] V.V. Hai, L. Almeras, C. Socolovschi, D. Raoult, P. Parola, F. Pagès, "Monitoring human tick-borne disease risk and tick bite exposure in Europe: Available tools and promising future methods", *Ticks Tick Borne Dis.* 2014, 5, 607–619.
- [7] E Günel. "Diğer Kene Kaynaklı Enfeksiyonlar". *Türkiye Klinikleri J Inf Dis-Special Topics*, 2014;7(2):92-8.
- [8] ProMED 2021. ProMED-mail. Program for Monitoring Emerging Diseases, International Society for Infectious Diseases. <https://promedmail.org/>.
- [9] SA. Dahdi, A. Ben Abdelaziz, T. Baroumi, O. Ba, M. Diagana, L. Dada, A. Ben Abdelaziz, "Bibliometry of biomedical scientific publications in Mauritania " (Medline:1992- 2016), *Tunis Med.* 2018;96(10-11):834-43.
- [10] H. Jiang, B. Nong, L. Yang, S. Zong, X. Zhan, Q. Wei, X. Zengming, "Assessing the evolution of scientific publications in orthopedics journals from mainland China, Hong Kong, and Taiwan: a 12-year survey of the literature", *J Orthop Surg Res.* 2016;11(1):69. doi: 10.1186/s13018-016-0404-z.
- [11] A. Aminian, C. R. Daigle, S. A. Brethauer, P. R. Schauer, "Citation classics: top 50 cited articles in bariatric and metabolic surgery", *Surg Obes Relat Dis.* 2014 Sep-Oct;10(5):898-905. doi: 10.1016/j.soard.2013.12.021.
- [12] I. D. Alııravcı, "Bibliometric Analysis of Publications on Vertebral Osteomyelitis Infections", *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research.* 2022; 6(1):58 – 63. doi: 10.34084/bshr.1056230.
- [13] Tick-Borne Disease Working Group 2018, 2018 Report to Congress, U.S. Department of Health and Human Services, Washington, D.C.
- [14] B. H. Noden, "'Where the Wind Comes Sweeping Down the Plain': Using a Bibliometric Study to Identify Trends and Knowledge Gaps of Vector-borne Disease Research in Oklahoma", *Southwestern Entomologist Perspectives*, 2016;41(4):1175-1185.
- [15] S. Alkan, M. Yılmaz, C. Uyar, E. K. Dindar Demiray, "Bibliometric analysis of scientific research on Crimean-Congo hemorrhagic fever in Turkey". *D J Med Sci* 2021;7(2):97-102. doi: 10.5606/fng.btd.2021.25064.
- [16] S. Tonbak, M. Aktas, K. Altay, A. K. Azkur, A. Kalkan, Y. Bolat, N. Dumanlı, A. Özdarendeli, "CrimeanCongo hemorrhagic fever virus: genetic analysis and tick survey in Turkey", *J Clin Microbiol*, 44(11), 4120-4.
- [17] C.A Whitehouse, "Crimean-Congo hemorrhagic fever", *Antiviral Res*, 64(3), 145-60, 2004.

- [18] Z. Vatansever, A. Gargili, N.S. Aysul, G. Sengoz, A. Estrada-Peña, "Ticks biting humans in the urban area of Istanbul". *Parasitol Res*, 102, 551-3, 2008.
- [19] A. Gargili, S. Kar, N. Yilmazer, Ç. Cerit, G.Sönmez, F. Şahin, H. G. Alp, Z. Vatansever, "Evaluation of ticks biting humans in Thrace Province, Turkey". *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 16 (Suppl-A): S141-S146, 2010 DOI:10.9775/kvfd.2009.2555.
- [20] S. Bakirci, N. Aysul, H. Eren, A. H. Unlu, T. Karagenc, "Diversity of ticks biting humans in Aydın province of Turkey", *Ankara Üniv Vet Fak Derg*. 2014, 61:93- 8.
- [21] M. F. Aydin, H. Kocaman, "Evaluation of tick bites according to anatomical regions on humans in the light of the studies in Turkey". *Balikesir Saglik Bil Derg*, 2015, 4(2), 122-4.
- [22] H. Leblebicioglu, R. Ozaras, H. Irmak, I. Sencan, "Crimean-Congo hemorrhagic fever in Turkey: Current status and future challenges", *Antiviral Res*, 2016, 126, 21-34.

Triklosanın Zebra Balığı (*Danio rerio*) İnce Bağırsağı Üzerinde Histopatolojik Etkileri

Cansu AKBULUT 

ÖZET

Bir bisfenol çeşidi olan triklosan, antibakteriyel sabun, deodorant, diş macunu, el kremi gibi kişisel bakım ürünlerinin yanı sıra kumaşlarda, oyuncak, diş fırçası sapı, mutfakta kullanılan plastikler gibi pek çok ürünün yapısında koruyucu, antiseptik, antimikrobiyal ve dezenfektan olarak kullanılmaktadır. Önemli biyositlerden ve çevresel kirleticilerden biri olan triklosan, yer altı suları aracılığı ile ekosisteme karışmakta ve sucul canlıların yaşamını tehdit etmektedir. Bu çalışma kapsamında triklosanın zebra balığı ince bağırsak dokularında yarattığı histopatolojik etkilerin incelenmesi amaçlanmıştır. Balıklara, 5 gün boyunca 34, 85 and 170 µg/L'lik triklosan uygulaması yapılmıştır. 5 günlük maruziyet süresinin sonunda ince bağırsak dokuları disekte edilmiştir. Dokular Bouin fiksatif ile 24 saat boyunca fikse edilmiş, ardından rutin histolojik teknikler uygulanmıştır. Dokulardan mikrotom yardımı ile 5 µm kalınlığında kesitler alındıktan sonra Hematoksilen&Eozin boyaması yapılmıştır. Boyanan kesitler ışık mikroskobu altında değerlendirilerek histopatolojik değişimler gözlenmiştir. Kontrol grubunda normal ince bağırsak dokusu gözlenirken deney gruplarında villus yapısında dejenerasyon, villuslarda birleşme, inflamasyona bağlı olarak enterosit ve lenfosit sayısında artış, Goblet hücrelerinde hiperplazi ve muskularis externada kalınlaşma tespit edilmiştir.

Histopathological Effects of Triclosan on Zebrafish (*Danio rerio*) Intestine

ABSTRACT

Triclosan, a type of bisphenol, is used as a preservative, antiseptic, antimicrobial and disinfectant in the structure of many products such as antibacterial soap, deodorant, toothpaste, hand cream, as well as personal care products such as fabrics, toys, toothbrush handles, and plastics used in the kitchen. Triclosan, which is one of the important biocides and environmental pollutants, mixes with the ecosystem through groundwater and threatens the life of aquatic organisms. In this study, it was aimed to examine the histopathological effects of triclosan on zebrafish intestinal tissues. Fish were treated with 34, 85 and 170 µg/L triclosan for 5 days. At the end of the 5-days of exposure period, the intestinal tissues were dissected. Tissues were fixed with Bouin's fixative for 24 hours, followed by routine histological techniques. Hematoxylin & Eosin staining was performed after 5 µm thick sections were taken from the tissues with a microtome. Stained sections were evaluated under a light microscope and histopathological changes were observed. While normal intestinal tissue was observed in the control group, degeneration in the villus structure, fusion of the villi, an increase in the number of enterocytes and lymphocytes due to inflammation, hyperplasia in the goblet cells and thickening of the muscularis externa were detected in the experimental groups.

Article Info

*Corresponding author:

e-mail: cansua@sakarya.edu.tr

Institution: Sakarya University
Science Faculty, Department of
Biology Sakarya, TÜRKİYE

Article history

Received: 21.07.2022

Accepted: February 02.09.2022

Available online: 30.09.2022

Anahtar Kelimeler:

Triklosan, ince bağırsak, Zebra
balığı, Histopatoloji

Keywords:

Triclosan, Intestine, Zebrafish,
Histopathology

How to Cite: C Akbulut,

"Triklosanın Zebra Balığı (*Danio
rerio*) İnce Bağırsağı Üzerinde
Histopatolojik Etkileri",
*Environmental Toxicology and
Ecology*, cilt 2, sayı 2, ss. 98-106,
2022.

1. GİRİŞ

1960'lı yılların başında geniş spektrumlu antibiyotik olarak üretilen triklosan (TCS; 2,4,4'-trikloro-2'-hidroksidifenil eter), kişisel bakım ürünleri, mutfak eşyaları, oyuncaklar, kumaşlar ve plastik ürünler gibi pek çok üründe koruyucu ve antimikrobiyal olarak kullanılan bir kimyasaldır [1,2]. Birçok bakteri ve mantar türüne karşı etkili olan TCS, bakterilerin hücre duvarına nüfuz ettikten sonra, RNA sentezi ve makromolekül üretimi dahil olmak üzere birçok sitoplazmik ve membran bölgesini hedefleyerek bakterinin ölümüne yol açar [3].

TCS, fenol, difenil eter ve poliklorlu bifenil fonksiyonel grupları içeren halojenli aromatik hidrokarbon olarak sınıflandırılabilir [4]. Halojenli bir bifenil eter olan TCS'nin kimyasal yapısı iki aromatik halkalı molekül içermesi sebebiyle poliklorlu bifeniller (PCB'ler), polibromlu difenil eterler (PBDE'ler), bisfenol A, dioksinler ve tiroid hormonlarına benzer [2,5-7].

Yüksek kullanım oranına bağlı olarak TCS, yer altı sularına karışarak sucul ekosisteme ulaşmaktadır [2]. Bu kimyasalın sucul canlılar için oldukça toksik olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle triklosanın çevreye yüksek düzeyde deşarj edilmesi durumunda ekosistemin dengesini tahrip edeceği beklenmektedir [8]. TCS'in ekosisteme deşarjı sonucu biyolojik ve fotolitik bozunma, metiltriklosan ve diğer klorlu fenoller gibi yan ürünlerin oluşmasına yol açar. Bu yan ürünler, bozunmaya karşı daha dirençli ve ana bileşiğe göre daha yüksek toksisiteye sahip olabilir. Suda yaşayan organizmaların sürekli olarak TCS'ye maruz kalması, biyolojik birikim potansiyeline yol açmaktadır. TCS yüzey sularında, sedimentlerde, topraklarda, su türlerinde ve insanlarda tespit edilmiştir [2, 9-11].

Önemli biyositlerden biri olması nedeniyle triklosanın toksisitesi pek çok sucul organizmada araştırılmıştır. Zebra balığı (*Danio rerio*), Lepomis macrochirus, gökkuşuğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*), Japon pirinç balığı (medaka) (*Oryzias latipes*) ve Pimephales promelas gibi birçok balıkta medyan öldürücü konsantrasyonunun (LC₅₀) 270-602 µg/L arasında olduğu bulunmuştur [8, 12-15]. Zebra balıklarında 96 saatlik LC₅₀ değeri 0.34 mg/L olarak tespit edilmiştir [16].

Zebra balığı, biyolojik ve genetik gelişim aşamalarından insan hastalıklarına kadar birçok alanda yaygın olarak kullanılan bir omurgalı hayvan modelidir. Laboratuvarında bakımının kolay olması, yaşam döngüsünün kısa olması ve değişken çevre koşullarına dayanıklı olması nedeniyle özellikle çevresel toksikoloji çalışmalarında tercih edilmektedir. Toksikoloji çalışmalarının ön saflarında yer alan zebra balığı, endokrin bozucu kimyasallar, ağır metaller ve bu kirleticilerin neden olduğu hastalıklar gibi çevresel kontaminantların mekanizmalarını araştırmak için su örneklerinde kontaminantların kalitatif veya kantitatif taranmasında bir araç olarak yaygın olarak kullanılmaktadır [17-19]. Bu çalışmada triklosanın subletal konsantrasyonlarının, zebra balığı ince bağırsak dokularında yarattığı histopatolojik değişimlerin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Test Kimyasalı

Çalışma kapsamında kullanılan triklosan (CAS No: 3380-34-5) Sigma Aldrich (Almanya)'den temin edilmiştir.

2.2. Deneş Düzenegi

Çalışma kapsamında bir kontrol ve 3 deneş grubu olmak üzere 4 grup oluşturulmuştur. Her grupta 10 adet erişkin zebra balığı kullanılmıştır. Balıklar 30 L kapasiteli akvaryumlarda, 12 saat aydınlık:12 saat karanlık fotoperiyodunda ve $28\pm1^{\circ}\text{C}$ su sıcaklığında tutulmuştur. Deneş gruplarına 96 saatlik LC50 konsantrasyonları göz önünde bulundurularak sırasıyla 34, 85 ve 170 $\mu\text{g/L}$ 'lik TCS uygulanmıştır. Triklosan, uygulanmadan önce asetonda çözülerek stok solüsyon oluşturulmuştur. 250 $\mu\text{l/L}$ 'lik aseton konsantrasyonu ile en yüksek aseton konsantrasyonu kontrol grubunda yer almıştır.

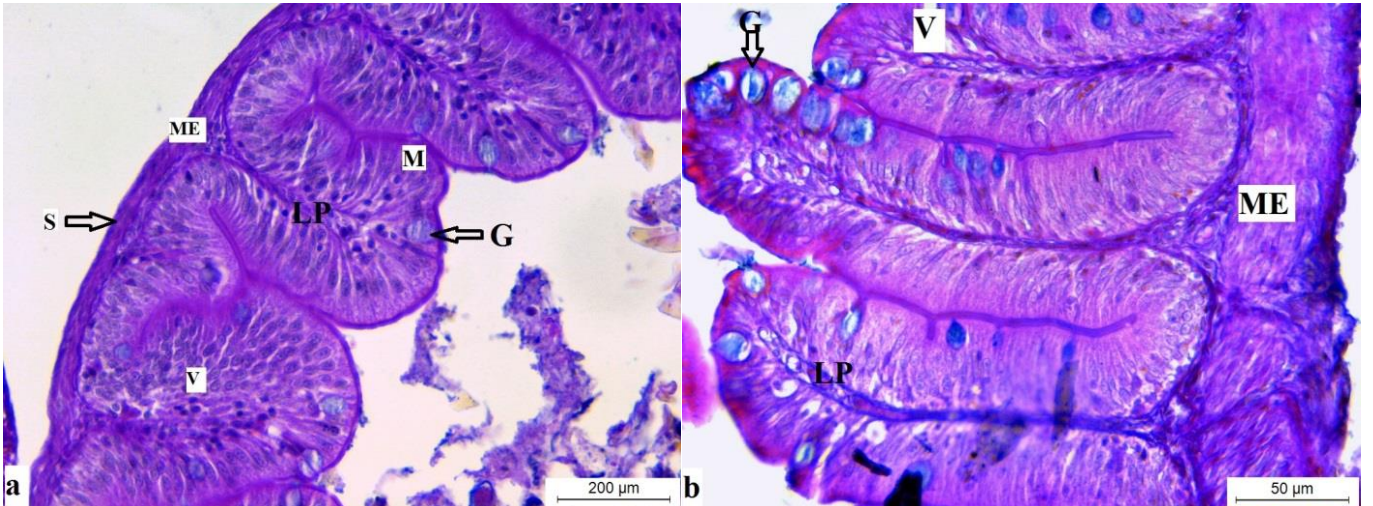
2.3. Histolojik İşlemler

5 günlük maruziyet süresinin ardından ince bağırsak dokuları disekte edilerek çıkarılmıştır. Dokular Bouin fiksatif ile 24 saat boyunca fikse edilmiştir. Fiksasyon süresinin ardından, dokular yükselen etil alkol serilerinden geçirilip ksilol ile şeffaflaştırılmıştır. Parafine gömülmüş olan ince bağırsak dokularından mikrotom ile kesitler alınmış ve H&E boyaması yapıldıktan sonra dokular ışık mikroskobu ile değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Kontrol Grubu

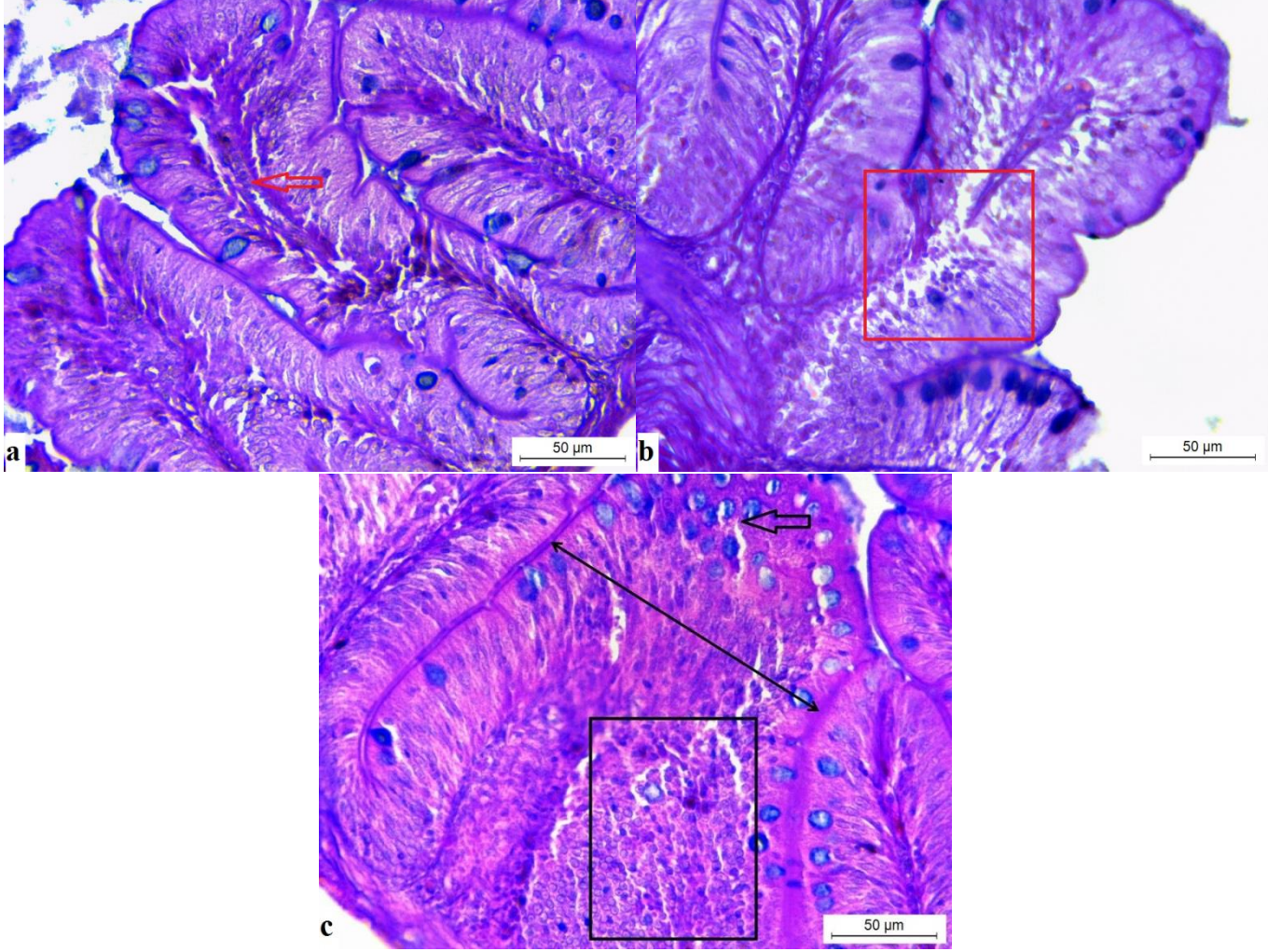
Kontrol grubuna ait örnekler incelendiğinde normal ince bağırsak histolojisi gözlenmiştir. İnce bağırsak dokusundan alınan enine kesitler incelendiğinde villus yapıları ve katmanları net bir şekilde gözlenmiştir. Seroza, muskularis eksterna ve mukoza tabakaları ışık mikroskobu altında ayırt edilmiştir. Mukozanın lümene bakan kısmında yer alan yer alan silindirik epitel hücreleri, bu hücrelerin arasında tek tek yer alan Goblet hücreleri ve epitel tabakasının hemen altında yer alan lamina propria görüntülenmiştir (Şekil 1a, 1b).



Şekil 1. Kontrol grubu ince bağırsak histolojisi, S: seroza, ME: muskularis eksterna, M: mukoza, G: Goblet hücresi, V: villus, LP: lamina propria.

3.2. 34 µg/L TCS Uygulaması Yapılmış Grup

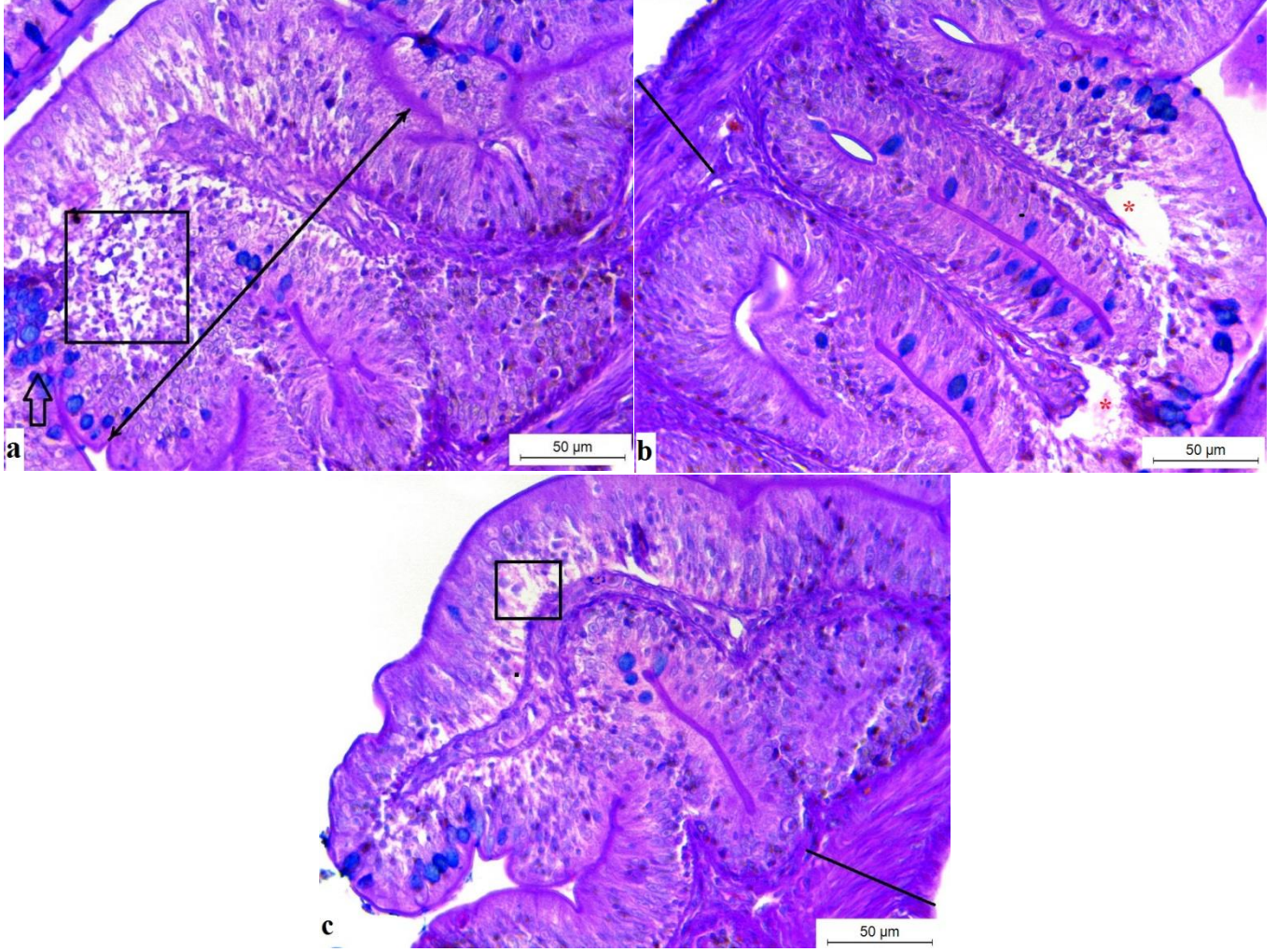
Kontrol grubu ile kıyaslandığında, 34 µg/L TCS uygulaması yapılmış grupta lamina propriada parçalanmalar ve dejenerasyonlar tespit edilmiştir (Şekil 2a, 2b). Goblet hücrelerinde hiperplazi izlenmiştir (Şekil 2c). Bunun yanı sıra villus yapısında genişleme ile enterosit ve lenfosit sayısında artış gözlenmiştir (Şekil 2c).



Şekil 2. 34 µg/L TCS uygulaması yapılmış gruptaki ince bağırsak histolojisi, kırmızı ok: lamina propriada dejenerasyon, siyah ok: Goblet hücrelerinde hiperplazi, kırmızı kare: lamina propriada parçalanma, siyah dörtgen: enterosit ve lenfosit sayısında artış, çift taraflı ok: villus yapısında genişleme.

3.3. 85 µg/L TCS Uygulaması Yapılmış Grup

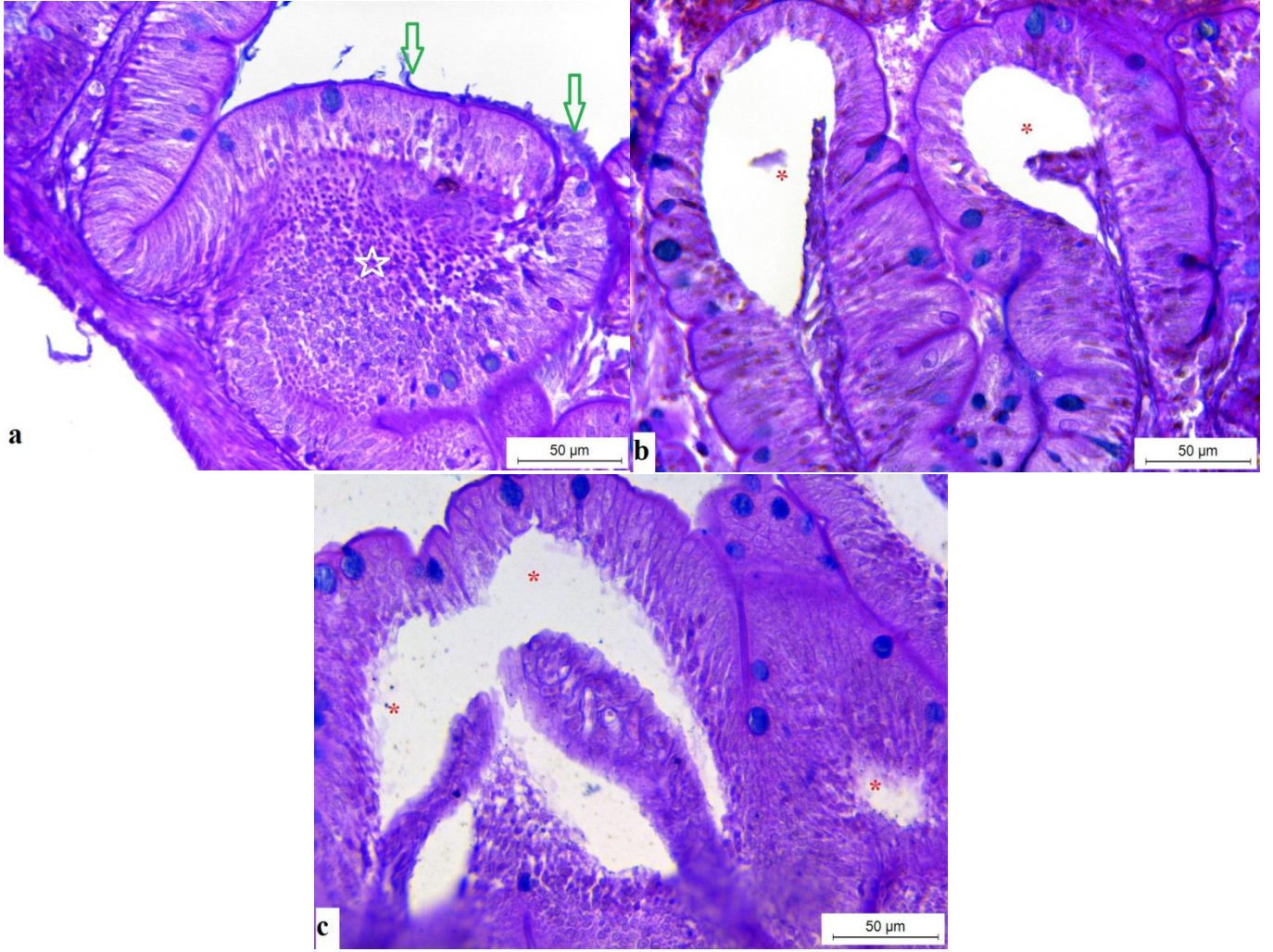
85 µg/L TCS uygulaması yapılmış grupta, 34 µg/L'lik gruba benzer olarak lamina propriada parçalanma ve dejenerasyonlar gözlenmiştir (Şekil 3a, 3c). Villuslarda birleşme ve Goblet hücrelerinde hiperplazi dikkat çekmiştir (Şekil 3a). Bazı villuslarda ödem görülmüştür (Şekil 3b). Muskularis eksternada kalınlaşma görüntülenmiştir (Şekil 3c).



Şekil 3. 85 µg/L TCS uygulaması yapılmış gruptaki ince bağırsak histolojisi, kare: lamina propriada dejenerasyon ve parçalanma, siyah ok: Goblet hücrelerinde hiperplazi, asteriks: villuslarda ödem, çizgi: muskularis eksternada genişleme, çift taraflı ok: villuslarda birleşme.

3.4. 170 µg/L TCS Uygulaması Yapılmış Grup

170 µg/L TCS uygulaması yapılan grupta histopatolojik etkilerin daha şiddetli olduğu gözlenmiştir. Bu gruptaki ince bağırsak villus epitelleri incelendiğinde fırça kenar yapısında bozulma izlenmiştir (Şekil 4a). İnflamasyona bağlı olarak enterosit ve lenfositlerde hiperplazi tespit edilmiştir (Şekil 4a). Villuslarda belirgin vakuolizasyon görülmüştür (Şekil 4b, 4c). Bazı villuslarda birleşme gözlenmiştir (Şekil 4c).



Şekil 4. $\mu\text{g/L}$ TCS uygulaması yapılmış gruptaki ince bağırsak histolojisi, ok: fırça kenar yapısında bozulma, yıldız: enterosit ve lenfositlerde hiperplazi, asteriks: ödem.

3. TARTIŞMA

Günümüzde kişisel bakım ürünlerinin ve plastiklerin kullanımı oldukça yaygındır. Bu ürünler, çeşitli yollarla sucul organizmaları etkileme potansiyeline sahip kimyasallar içermektedir. Şüphesiz ki triklosan da bunlardan biridir. Triklosanın zebra balığı solungaç, karaciğer, testis ve ovaryum dokularında histopatolojik etkilere yol açtığı tespit edilmiştir [19, 20]. Çeşitli çalışmalar, triklosanın canlılarda endokrin bozucu potansiyelinin de olduğunu göstermektedir [20-25]. Endokrin bozucu potansiyeli olan pestisitlerden biri olan imidaklopridin [26] zebra balığı ince bağırsak dokusunda villus yapısında ve fırça kenar yapısında dejenerasyon, enterosit sayısında artış ve lamina propria parçalanma gibi etkiler gözlenmiştir [27]. Benzer etkiler bu çalışmada da mevcuttur. İnflamasyona bağlı olarak enterosit ve lenfosit sayısında artış gözlenmiştir. Triklosanın farelerde inflamasyonla karakterize kolite sebep olduğu gösterilmiştir [28].

Endokrin bozucu kimyasallar, farklı balıkların ince bağırsak dokularında da benzer histopatolojik etkilere sebep olmaktadır. Önemli endokrin bozuculardan nonilfenolün alabalık (*Salmo trutta caspius*) ince bağırsak dokusunda histopatolojik etkilerinin incelendiği bir çalışmada villus boyutunda kısalma,

villuslarda birleşme, Goblet hücrelerinde hipertrofi ve hiperplazi gözlenmiştir [29]. Bu çalışmada farklı olarak, Goblet hücrelerinde hipertrofi ve villuslarda kısalmaya rastlanmamıştır. Tarımda sıklıkla kullanılan pestisitlerden biri olan thiodanın (endosülfan) sivrisinek balığı (*Gambusia affinis*) ince bağırsak dokusunda lamina propriada lenfosit birikimi, ödem, dejenerasyon, villus parçalanması, piknotik çekirdek ve nekroz tespit edilmiştir [30]. Lamina propriada lenfosit artışı ve villus dejenerasyonu bulguları benzer olarak bu çalışmada da izlenmiştir. Lindanın ot sazanı (*Ctenopharyngodon idella*) ince bağırsak dokusunda, villus yapısında dejenerasyon, ve vakuolizasyon gözlenmiştir. Buna ek olarak epitel hücrelerinde tahribat ve deformasyon tespit edilmiştir [31].

Sonuç olarak, endokrin bozucu özelliği olan çeşitli kimyasalların ve pestisitlerin balıkların ince bağırsak dokularında inflamasyona ve dejenerasyona neden olduğu açıktır. Gelecekteki çalışmalar, özellikle endokrin bozucu potansiyeli olan çevresel kirleticilerin sucul canlılardaki akut ve kronik etkilerinin daha detaylı araştırılması üzerine odaklanmalıdır. Bu kimyasalların ve de bu kimyasalları içeren ürünlerin dikkatli bir şekilde kullanılması ve geri dönüştürülmesi, çevreyi korumak ve suda yaşayan organizmaların yaşamlarını sürdürmesi için çok önemlidir.

Teşekkür

Materyal temini ve desteklerinden dolayı Dr. Sezen TOKSOY KÖSEOĞLU ve Dr. Sezgi ARMAN'a teşekkür ederim.

Finansman

Yazar bu çalışmanın araştırılması, yazarlığı veya yayınlanması için herhangi bir maddi destek almamıştır.

Çıkar Çatışması/Ortak Çıkar Beyanı

Yazar tarafından herhangi bir çıkar çatışması veya ortak çıkar beyan edilmemiştir.

Araştırma ve Yayın Etiği Bildirgesi

Yazarlar, makalenin tüm süreçlerinde Environmental Toxicology and Ecology Dergisinin bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyduklarını ve toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapmadıklarını beyan ederler. Ayrıca karşılaşılabilecek etik ihlallerden Environmental Toxicology and Ecology ve yayın kurulunun hiçbir sorumluluğu olmadığını ve bu çalışmanın Environmental Toxicology and Ecology dışında herhangi bir akademik yayın ortamında değerlendirilmediğini beyan ederler.

KAYNAKÇA

- [1] R. D. Jones, H. B. Jampani, J. L. Newman, A. S. Lee, "Triclosan: A review of effectiveness and safety in health care settings," American Journal of Infection Control, vol 28, no 2, 184-196, 2000.
- [2] A. B. Dann, A. Hontela, "Triclosan: environmental exposure, toxicity and mechanisms of action," Journal of Applied Toxicology, vol 31, no 4, 285-311, 2011.
- [3] A. D. Russell, "Whither triclosan?" Journal of Antimicrobial Chemotherapy, vol 53, no 5, 693-695, 2004.
- [4] K. C. Ahn, B. Zhao, J. Chen, G. Cherednichenko, E. Sanmarti, M. S. Denison, B. Lasley, I. N. Pessah, D. Kültz, D. P. Y. Chang, S. J. Gee, B. D. Hammock, "In vitro biologic activities of the antimicrobials triclocarban, its analogs, and triclosan in bioassay screens: receptor-based bioassay screens," Environmental Health Perspectives, vol 116, no 9, 1203-1210, 2008.

- [5] N. Veldhoen, R. C. Skirrow, H. Osachoff, H. Wigmore, D. J. Clapson, M. P. Gunderson, G. van Aggelen, C. C. Helbing, "The bactericidal agent triclosan modulates thyroid hormone-associated gene expression and disrupts postembryonic anuran development," *Aquatic Toxicology*, vol 80, no 3, 217–227, 2006.
- [6] K. M. Crofton, K. B. Paul, M. J. De Vito, J. M. Hedge, "Short-term in vivo exposure to the water contaminant triclosan: evidence for disruption of thyroxine," *Environmental Toxicology and Pharmacology*, vol 24, no 2, 194–197, 2007.
- [7] M. Allmyr, F. Harden, L. M. L. Toms, J. F. Mueller, M. S. McLachlan, M. Adolfsson-Erici, G. Sandborgh-Englund, "The influence of age and gender on triclosan concentrations in Australian human blood serum," *Science of the Total Environment*, vol 393, no 1, 162–167, 2008.
- [8] N. Tatarazako, H. Ishibashi, K. Teshima, K. Kishi, K. Arizono, "Effects of triclosan on various aquatic organisms," *Environmental Sciences: an International Journal of Environmental Physiology and Toxicology*, vol 11, no 2, 133-140, 2004.
- [9] S. Chu, C. D. Metcalfe, "Simultaneous determination of triclocarban and triclosan in municipal biosolids by liquid chromatography tandem mass spectrometry," *Journal of Chromatography A*, vol 1164, no 1-2, 212–218, 2007.
- [10] T. E. A. Chalew, R. U. Halden, "Environmental exposure of aquatic and terrestrial biota to triclosan and triclocarban," *Journal of the American Water Resources Association*, vol 45, no 1, 4–13, 2009.
- [11] R. Reiss, G. Lewis, J. Griffin, "An ecological risk assessment for triclosan in the terrestrial environment," *Environmental Toxicology and Chemistry*, vol 28, no 7, 1546–1556, 2009.
- [12] D. R. Orvos, D. J. Versteeg, J. Inauen, M. Capdevielle, A. Rothenstein, V. Cunningham, "Aquatic toxicity of triclosan," *Environmental Toxicology and Chemistry*, vol 21, no 7, 1338-1349, 2002.
- [13] T. E. A. Chalew, R. U. Halden, "Environmental exposure of aquatic and terrestrial biota to triclosan and triclocarban," *Journal of the American Water Resources Association*, vol 45, 4-13, 2009.
- [14] N. Nakada, M. Yasojima, Y. Okayasu, K. Komori, Y. Suzuki, "Mass balance analysis of triclosan, diethyltoluamide, crota-miton and carbamazepine in sewage treatment plants," *Water Science and Technology*, vol 61, 1739-1747, 2010.
- [15] G. S. Dhillon, S. Kaur, R. Pulicharla, S. K. Brar, M. Cledón, M. Verma, R. Y. Surampalli, "Triclosan: current status, occurrence, environmental risks and bioaccumulation potential," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol 12, no 5, 5657-5684, 2015.
- [16] R. Oliveira, I. Domingues, C. K. Grisolia, A. M. Soares, "Effects of triclosan on zebrafish early-life stages and adults," *Environmental Science and Pollution Research*, vol 16, 679-688, 2009.
- [17] F. E. Kayhan, H. E. Esmer Duruel, Ş. Kızılkaya, S. K. Dinç, G. Kaymak, C. Akbulut, N. D. Yön, "Toxic effects of herbicide tribenuron-methyl on liver tissue of zebrafish (*Danio rerio*)," *Fresenius Environmental Bulletin*, vol 29, 11175-11179, 2020.
- [18] S. Arman, S. I. Ucuncu, "Impact of acute fonofos exposure on skeletal muscle of zebrafish: Histopathological and biometric analyses," *International Journal of Limnology*, 57, vol 25, 2021.
- [19] S. Arman, "Effects of acute triclosan exposure on gill and liver tissues of zebrafish (*Danio rerio*)" *International Journal of Limnology*, vol 57, no 6, 2021.
- [20] C. Akbulut, "Histopathological and apoptotic examination of zebrafish (*Danio rerio*) gonads exposed to triclosan," *Archives of Biological Sciences*, vol 73, no 4, 465-472, 2021.
- [21] H. Ishibashi, N. Matsumura, M. Hirano, M. Matsuoka, H. Shirat-suchi, Y. Ishibashi, Y. Takao, K. Arizono, "Effects of triclosan on the early life stages and reproduction of medaka *Oryzias latipes* and induction of hepatic vitellogenin," *Aquatic Toxicology*, vol 67, no 2, 167-179, 2004.
- [22] S. A. Raut, R. A. Angus, "Triclosan has endocrine-disrupting effects in male western mosquitofish, *Gambusia affinis*," *Environmental Toxicology and Chemistry*, vol 29, no 6, 1287-1291, 2010.
- [23] E. S. Koeppe, K. K. Ferguson, J. A. Colacino, J. D. Meeker, "Relationship between urinary triclosan and paraben concentrations and serum thyroid measures in NHANES 2007-2008," *Science of the Total Environment*, vol 445-446, 299-305, 2013.

- [24] C. F. Wang, Y. Tian, “Reproductive endocrine-disrupting effects of triclosan: Population exposure, present evidence and potential mechanisms,” *Environmental Pollution*, vol 206, 195-201. 2015.
- [25] G. W. Louis, D. R. Hallinger, M. J. Braxton, A. Kamel, T. E. Stoker, “Effects of chronic exposure to triclosan on reproductive and thyroid endpoints in the adult Wistar female rat,” *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, vol 80, no 4, 236-249, 2017.
- [26] C. Akbulut, “Acute Exposure to the Neonicotinoid Insecticide Imidacloprid of Zebrafish (*Danio rerio*) Gonads: A Histopathological Approach,” *International Journal of Limnology*, vol 57, 23. 2021.
- [27] C. Akbulut, N. D. Yön Ertuğ, “Histopathological Evaluation of Zebrafish (*Danio rerio*) Intestinal Tissue After Imidacloprid Exposure,” *Acta Aquatica Turcica*, vol 16, no 3, 360-365, 2019.
- [28] J. Zhang, M. E. Walker, K. Z. Sanidad, H. Zhang, Y. Liang, E. Zhao, K. Chacon-Vargas, V. Yeliseyev, J. Parsonnet, T. D. Haggerty, G. Wang, J. B. Simpson, P. B. Jariwala, V. V. Beaty, J. Yang, H. Yang, A. Panigrahy, L. M. Minter, D. Kim, J. G. Gibbons, L. Liu, Z. Li, H. Xiao, V. Borlandelli, H. S. Overkleeft, E. W. Cloer, M. B. Major, D. Goldfarb, Z. Cai, M. R. Redinbo, G. Zhang, “Microbial enzymes induce colitis by reactivating triclosan in the mouse gastrointestinal tract,” *Nature Communications*, vol 13, 136, 2022.
- [29] I. Shirdel, M. R. Kalbassi, “Effects of nonylphenol on key hormonal balances and histopathology of the endangered Caspian brown trout (*Salmo trutta caspius*),” *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, vol 183-184, 28-35, 2016.
- [30] E. İ. Cengiz, E. Ünlü, K. Balcı, “The histopathological effects of thiodan on the liver and gut of mosquitofish, *Gambusia affinis*,” *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, vol 36, no 1, 75-85, 2001.
- [31] M. F. Vajargah, J. I. Namin, Mohsenpour R, A. M. Yalsuyi, M. D. Prokić, C. Faggio, “Histological effects of sublethal concentrations of insecticide Lindane on intestinal tissue of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Veterinary Research Communications*, 45, 373–380. 2021.

Antimicrobial Activity of Various Extracts of *Centaurea balsamita* Lam. And *Centaurea coronopifolia* Lam.

Nuray YILDIRIM^{1*} , Mehtap AKIN² ,

Hatice TANER SARAÇOĞLU² 

Article Info

*Corresponding author:

e-mail: nurayyildirim@comu.edu.tr

Institution: ¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu

² Selçuk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü

Article history

Received: 12.08.2022

Accepted: February 07.09.2022

Available online: 30.09.2022

Keywords:

Antimicrobial activity, *Centaurea balsamita*, *Centaurea coronopifolia*, Extract

Anahtar Kelimeler:

Antimikrobiyal aktivite, *Centaurea balsamita*, *Centaurea coronopifolia*, ekstrakt

How to Cite: N. Yıldırım, M. Akın, H. Taner Saraçoğlu "Antimicrobial Activity of Various Extracts of *Centaurea balsamita* Lam. And *Centaurea coronopifolia* Lam.", *Environmental Toxicology and Ecology*, c. 2, sayı. 2, ss. 107-114, 2022.

ABSTRACT

Members of *Centaurea* have been widely used to treat various diseases in Turkish folk medicine. The antimicrobial activities of ethanol, acetone, ethyl acetate and chloroform extracts from *Centaurea balsamita* Lam. and *Centaurea coronopifolia* Lam. species were evaluated against some bacteria (*Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, *Streptococcus salivarius*) by broth microdilution method. All the extracts exhibited antimicrobial activity of different range against the tested bacteria. The chloroform extract of *C. balsamita* was the most effective against *B. cereus* strain (0,039 µg/mL). Also, all the extracts tested against the microorganisms had strong antimicrobial activity against *S. aureus* strains (20 µg/mL), except the ethanol extracts which had lower activity.

Centaurea balsamita Lam. ve *Centaurea coronopifolia* Lam. Türlerine Ait Farklı Ekstraktların Antimikrobiyal Aktivitesi

ÖZET

Centaurea türleri Türk geleneksel tıbbında çeşitli hastalıkların tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu araştırma kapsamında, *Centaurea balsamita* Lam. and *Centaurea coronopifolia* Lam. türlerinin etanol, aseton, etil asetat ve kloroform ile hazırlanan ekstraktlarının bazı bakterilere karşı (*Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, , *Salmonella typhimurium*, *Streptococcus salivarius*) antimikrobiyal aktiviteleri broth mikrodilüsyon yöntemi ile araştırılmıştır. Bitki ekstraktları test edilen mikroorganizmalara karşı farklı aralıklarda antimikrobiyal etki göstermiştir. Tüm ekstraktlar içinde *C. balsamita*'nın kloroform ekstresi *B. cereus*'a karşı en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi göstermiştir (0,039 µg/mL). Ayrıca, etanol ekstraktı dışında tüm ekstraktlar *S. aureus* suşlarına karşı yüksek antimikrobiyal aktivite göstermiştir (20 µg/mL).

1. INTRODUCTION

Plant-based medicine has been used from the ancient times, which remains today [1]. Use of plant-based medicine is increasing overtime, accordingly studies on the therapeutic effects of these plants gain more importance [2, 3]. Previous studies have shown

that many medicinal plant extracts contain robust antimicrobial agents against a wide variety of pathological microorganisms [4, 5].

Centaurea is a medicinal herb from the Asteraceae family, which is particularly important as they are used to obtain bioactive compounds [6, 7]. The genus *Centaurea* has 500-600 species worldwide; widespread especially throughout the Mediterranean and western Asia. The genus is represented by 179 species, 111 of which are endemic, in flora of Turkey [8, 9]. Different species of *Centaurea* are named as peygamber çiçeği, timur diken, and zerdali diken in Anatolia [10]. Many *Centaurea* species have been used conventionally to treat diverse diseases such as abscess, common cold, hemorrhoids, peptic ulcers, malaria and herpes infections [11–13]. Many antimicrobial activity studies have been conducted on the genus and they have yielded promising results [14, 15]. Considering the results obtained from the studies in the literature, we can conclude that further research on *Centaurea* species is required. These studies are important in terms of contributing to the discovery of new drugs [16].

The widespread and indiscriminate usage of antibiotics has caused to arise of antibiotic resistance and rendered many existing drugs ineffective. Antibiotic resistance has become a prominent problem to public health and is considered by the World Health Organisation (WHO) as one of the most pressing problems medical science facing. This outcome has led the researchers to explore for new antimicrobial agents. As the antimicrobial effects of many herbs are still not discovered, researches on the discovery of natural antimicrobial agents are increasing [17–19].

In the light of the information given above, this study was conducted to investigate the antimicrobial activity of chloroform, ethyl acetate, acetone and ethanol extracts of *C. balsamita* Lam. and *C. coronopifolia* Lam. against different microorganisms by using broth microdilution assay. These species were chosen because *Centaurea* species are widely used for diverse medicinal purposes, including as antimicrobials and their antimicrobial properties against selected bacteria have not yet been determined.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Plant Materials

Samples of *Centaurea balsamita* Lam. were gathered from Konya, Turkey and *Centaurea coronopifolia* Lam. were collected from Çankırı, Turkey in May and June. The plant samples were identified by Dr. Osman Tugay and Dr. Tuna Uysal from the Division of Botany, Department of Biology, Faculty of Science, Selçuk University. Voucher specimens were deposited with the collector numbers of *C. balsamita* NY-1201 and *C. coronopifolia* OT-2712-TU in the KNYA Herbarium at the Department of Biology, Selçuk University.

2.2. Preparation of The Plant Extracts

The aerial parts of the air-dried plant samples were finely ground in the aseptic conditions with the help of a laboratory mill. 20 g of ground samples were extracted with 200 mL of the solvent (chloroform, ethyl acetate, acetone and ethanol) for 8 h with a Soxhlet equipment. The extracts were filtered through a Whatman filter paper (No:1) and the solvent was evaporated under 40 °C by using a Rotary evaporator (Heidolph 4000). The residues were dissolved in DMSO and stored in a refrigerator at 4 °C until further analysis.

2.3. Microorganisms

Antimicrobial activity of the samples was studied against eight bacteria strains. *Bacillus cereus* ATCC 14579, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Escherichia coli* ATCC 29988, *Escherichia coli* O157 ATCC 35190, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028, *Streptococcus salivarius* RSHE 606.

2.4. Antimicrobial Activity

The antimicrobial activity of the plant extracts was investigated by broth microdilution method according to principles and procedures of the Clinical Laboratory Standards Institute (CLSI) [20]. Briefly, 100 µL of Mueller Hinton Broth was added to the 96-well microplate. Two-fold dilutions of the plant extracts were dispensed into the wells. Inoculum suspensions of the bacteria strains were set to 0,5 McFarland turbidity. 100 µL of the inoculum was added to all wells, except the negative control. After the addition of the inoculum, each well contained 5×10^5 CFU/mL bacterial concentration at the final. Then, the plates were left for incubation for 16-20 h at 37 °C. The lowest concentration of the extract that inhibited bacterial growth was evaluated as minimum inhibitory concentration (MIC).

3. RESULTS AND DISCUSSION

In determining the antimicrobial properties of a plant extract, the available screening methods can be grouped as diffusion and dilution methods. Diffusion methods are considered qualitative assays, while dilution methods are quantitative since they determine the minimal inhibitory concentration [5, 21]. Medicinal plant extracts may not diffuse properly due to the non-polar substances in their content. Therefore, diffusion methods are not suitable, as they may give false results [22]. Accordingly, the antimicrobial activity of the plant extracts was investigated using the broth microdilution method according to the CLSI procedures [20]. Lowest concentration of the plant extract that inhibited the visible growth of bacteria was evaluated as MIC value.

The antimicrobial activity of the extracts was screened in the concentration range of 160-0,3125 µg/mL. Gentamicin and the extracts which were effective were tested at lower concentrations in the range of 160-0,0003 µg/mL. Average data from the three replicated experiments of the *C. balsamita* extracts are presented in Table 1 and *C. coronopifolia* extracts in Table 2.

Table 1. Antimicrobial activity of *Centaurea balsamita* extracts (µg/mL)

	Chloroform	Ethyl acetate	Acetone	Ethanol	Gentamicin
<i>B. cereus</i> ATCC 14579	0,039	40	80	80	0,313
<i>B. subtilis</i> ATCC 6633	160	160	160	160	0,002
<i>E. coli</i> ATCC 29988	160	160	160	160	0,625
<i>E. coli</i> O157 ATCC 35190	160	160	160	160	0,313
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	20	20	20	160	0,005
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	20	20	20	160	0,039
<i>S. typhimurium</i> ATCC 14028	80	160	160	160	0,625
<i>S. salivarius</i> RSHE 606	80	160	160	160	1,25

Table 2. Antimicrobial activity of *Centaurea coronopifolia* extracts ($\mu\text{g/mL}$)

	Chloroform	Ethyl acetate	Acetone	Ethanol	Gentamicin
<i>B. cereus</i> ATCC 14579	40	80	40	40	0,313
<i>B. subtilis</i> ATCC 6633	160	160	160	160	0,002
<i>E. coli</i> ATCC 29988	160	160	160	160	0,625
<i>E.a coli</i> O157 ATCC 35190	160	160	160	160	0,313
<i>S.s aureus</i> ATCC 25923	20	20	20	>160	0,005
<i>S. aureus</i> ATCC 6538	20	20	20	>160	0,039
<i>Sa.a typhimurium</i> ATCC 14028	160	160	160	160	0,625
<i>S. salivarius</i> RSHE 606	160	160	160	160	1,25

Although different extracts of the two *Centaurea* species used in our study mostly showed similar antimicrobial activity, some extracts were significantly effective against the test microorganisms. Chloroform extract of *C. balsamita* was found to be the most effective extract against the tested bacteria between the concentrations of 160-0,039 $\mu\text{g/mL}$. The extract showed its strongest activity against *B. cereus* (0,039 $\mu\text{g/mL}$) which was more effective than positive control gentamicin (0,313 $\mu\text{g/mL}$).

Chloroform, ethyl acetate and acetone extracts of both plants had strong antimicrobial activity against *S. aureus* strains (20 $\mu\text{g/mL}$), while ethanol extract was not effective in the concentration range tested. Tekeli et al. [5] investigated the antibacterial activities of *Centaurea* species and *C. solstitialis* subsp. *solstitialis* had the highest activity against *S. aureus* (0,5 mg/mL). Güven et al. [11], found significant antimicrobial activity of ethyl acetate extract of *C. amonicola* against *S. aureus* (62,5 $\mu\text{g/mL}$).

All extracts of *C. balsamita* and *C. coronopifolia* demonstrated moderate activity against *B. subtilis*, *E. Coli*, *S. typhimurium* and *S. salivarius* (160 $\mu\text{g/mL}$), except chloroform extract of *C. balsamita* which was more effective against *S. typhimurium* and *S. salivarius* (80 $\mu\text{g/mL}$). Cansaran et al. [23] studied the antimicrobial activities of *C. cankiriense* extracts and they found that *E. coli* was the most resistant strain to the plant extracts. The strongest effect was against *B. Cereus* with 7,8 $\mu\text{g/m}$ MIC value.

This study provides evidence that *C. balsamita* and *C. coronopifolia* have antimicrobial effects on the tested bacteria. Many authors consider the extracts that have lower MIC value than 0,1 mg/mL have a potential as new antibiotics [24]. Both plants showed strong antimicrobial affect against *B. cereus* and *S. aureus* strains; especially chloroform extract of *C. balsamita* had the strongest antimicrobial effect against *B. cereus*, which was more effective than the positive control gentamicin. *B. cereus* is best known to cause food born diseases, in addition to that it is increasingly reported as an opportunistic pathogen in certain high-risk groups [25, 26]. Results show that the chloroform extract of *C. balsamita* has a potential to be used as an antibiotic agent against *B. cereus*. *S. aureus* is a leading opportunistic human pathogen and causes a wide variety of clinical diseases, which can be life-threatening [27]. Infections caused by *S. aureus* can be acquired in both hospital and community. Treatment of these infections is also challenging because of the strains that develop multidrug resistance, such as Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) [28]. Considering the antibiotic drug resistance, *S. aureus* is perhaps the greatest concern because it causes diverse life-threatening illnesses and it can adopt to different environmental conditions [29]. In this aspect, this study shows promising results.

Previous studies report that sesquiterpene lactones, flavonoids and phenolic compounds have been isolated from the *Centaurea* species [30]. These investigations demonstrated that their high content of sesquiterpene lactones is mainly responsible for their antimicrobial activities [7]. The best extraction of sesquiterpene lactones can be achieved with chloroform extraction [31] which may be the reason for higher activity of the extract [19, 32].

3. CONCLUSION

In summary, plant-derived drugs have been used over the years to prevent and cure serious diseases [33]. Researching of medicinal plants as antimicrobial agents is gaining more importance due to increasing resistance to present antimicrobial drugs. Our study showed that both *C. balsamita* and *C. coronopifolia* have significant antimicrobial activity, especially against *B. cereus* and *S. aureus*. Results indicate that they have a potential to be used as antimicrobial agents. However, more research should be carried out to determine the compounds responsible for the antimicrobial activity, mechanisms of action, or pharmacokinetics of the extracts.

Acknowledgment

The authors thank Dr. Osman Tugay and Dr. Tuna Uysal from Selçuk University for their help in identifying the plants.

Funding

The authors did not receive any financial support for the research, authorship or publication of this research.

The Declaration of Conflict of Interest

No conflict of interest or common interest has been declared by the authors. “No conflict of interest or common interest has been declared by the authors.”

Author's Contribution

The first author contributed 65%, the second author 25%, the third author 10%.

The Declaration of Ethics Committee Approval

This study does not require ethics committee permission or any special permission.

The Declaration of Research And Publication Ethics

The authors of the paper declare that they comply with the scientific, ethical and quotation rules of ETOXEC in all processes of the paper and that they do not make any falsification on the data collected. In addition, they declare that Environmental Toxicology and Ecology and its editorial board have no responsibility for any ethical violations that may be encountered, and that this study has not been evaluated in any academic publication environment other than Environmental Toxicology and Ecology

KAYNAKÇA

- [1] D. A. Dias, S. Urban, and U. Roessner, “A historical overview of natural products in drug discovery,” *Metabolites*, vol. 2, no. 2, pp. 303–336, Apr. 2012, doi: 10.3390/METABO2020303.
- [2] P. Thomson, J. Jones, M. Browne, and S. J. Leslie, “Why people seek complementary and alternative medicine before conventional medical treatment: A population based study,” *Complement. Ther. Clin. Pract.*, vol. 20, no. 4, pp. 339–346, Nov. 2014, doi: 10.1016/J.CTCP.2014.07.008.
- [3] N. Bachtel and K. Israni-Winger, “Plant-based Medicine and Pharmacology,” *Yale J. Biol. Med.*, vol. 93, pp. 227–228, 2020.
- [4] S. Mickymaray, “Antibiotics Efficacy and Mechanism of Traditional Medicinal Plants and Bioactive Compounds Against Clinically Important Pathogens,” *Antibiotics*, vol. 8, no. 4, p.257, 2019, doi: 10.3390/antibiotics8040257.
- [5] Y. Tekeli, G. Zengin, A. Aktumsek, S. Mehmet, and E. Torlak, “Antibacterial activities of extracts from twelve *Centaurea* species from Turkey,” *Arch. Biol. Sci.*, vol. 63, no. 3, pp. 685–690, 2011, doi: 10.2298/ABS1103685T.
- [6] N. Sharonova *et al.*, “Comparative assessment of the phytochemical composition and biological activity of extracts of flowering plants of *centaurea cyanus* l., *centaurea jacea* l., and *centaurea scabiosa* l.,” *Plants*, vol. 10, no. 7, pp. 1–19, 2021, doi: 10.3390/plants10071279.
- [7] Amina Khammar and S. Djeddi, “Pharmacological and Biological Properties of some *Centaurea* Species,” *Eur. J. Sci. Res.*, vol. 3, no. 84, pp. 398–416, 2012, Accessed: Jul. 29, 2022. [Online]. Available: <http://www.europeanjournalofscientificresearch.com>
- [8] B. Mathew, P. H. Davis, R. R. Mill, and K. Tan, “Flora of Turkey. Volume 10,” *Kew Bull.*, vol. 45, no. 2, pp. 489–501, 1990, doi: 10.2307/4115703.
- [9] A. (Adil) Güner, N. Özhatay, T. Ekim, K. H. C. Başer, and I. C. Hedge, “Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Volume 11, Supplement 2,” vol. 11, p. 163, 2000.
- [10] A. Ertas, A. C. Gören, M. Boga, S. Demirci, and U. Kolak, “Chemical Composition of The Essential Oils of Three *Centaurea* Species Growing Wild in Anatolia and Their Anticholinesterase Activities,” *J. Essent. Oil-Bearing Plants*, vol. 17, no. 5, pp. 922–926, 2014, doi: 10.1080/0972060X.2014.886164.
- [11] K. Güven, S. Çelik, and I. Uysal, “Antimicrobial activity of *Centaurea* species,” *Pharm. Biol.*, vol. 43, no. 1, pp. 67–71, 2005, doi: 10.1080/13880200590903390.
- [12] M. Kargıoğlu, S. Cenkci, A. Serteser, M. Konuk, and G. Vural, “Traditional Uses of Wild Plants in the Middle Aegean Region of Turkey,” *Hum. Ecol.* vol. 38, pp. 429-450, 2010, doi: 10.1007/s10745-010-9318-2.
- [13] M. Alper and H. Güneş, “The anticancer and anti-inflammatory effects of *Centaurea solstitialis* extract on human cancer cell lines,” *Turkish J. Pharm. Sci.*, vol. 16, no. 3, pp. 273–281, 2019, doi: 10.4274/tjps.galenos.2018.27146.
- [14] C. Karamenderes, S. Khan, B. L. Tekwani, M. R. Jacob, and I. A. Khan, “Antiprotozoal and Antimicrobial Activities of *Centaurea*. Species Growing in Turkey,” <http://dx.doi.org/10.1080/13880200600883080>, vol. 44, no. 7, pp. 534–539, Sep. 2008, doi: 10.1080/13880200600883080.

- [15] Reda, E.H.; Shakour, Z.T.A.; El-Halawany, A.M.; El-Kashoury, E.-S.A.; Shams, K.A.; Mohamed, T.A.; Saleh, I.; Elshamy, A.I.; Atia, M.A.M.; El-Beih, A.A.; Abdel-Azim, N.S.; El-Seedi, H.R.; Hegazy, M.-E.F., “Comparative Study on the Essential Oils from Five Wild Egyptian Centaurea Species: Effective Extraction Techniques, Antimicrobial Activity and In-Silico Analyses,” *Antibiot.* 2021, Vol. 10, Page 252, vol. 10, no. 3, p. 252, Mar. 2021, doi: 10.3390/ANTIBIOTICS10030252.
- [16] R. Arif, E. Küpeli, F. Ergun, G., “The Biological Activity of *Centaurea* L. Species (Review),” *Fen Bilim. Derg.*, vol. 17, no. 4, pp. 149–164, 2004.
- [17] N. Vaou, E. Stavropoulou, C. Voidarou, C. Tsigalou, and E. Bezirtzoglou, “Microorganisms Towards Advances in Medicinal Plant Antimicrobial Activity: A Review Study on Challenges and Future Perspectives,” *Microorganisms*, vol. 9, no. 10, p. 2041, 2021, doi: 10.3390/microorganisms9102041.
- [18] “Antimicrobial resistance.” <https://www.who.int/health-topics/antimicrobial-resistance> (accessed Jul. 28, 2022).
- [19] A. Ugur, N. Sarac, O. Ceylan, and M. Emin Duru, “Antimicrobial activity and chemical composition of endemic *Centaurea cariensis* subsp. *niveo-tomentosa*,” *Nat. Prod. Res.*, vol. 24, no. 9, pp. 861–872, 2010, doi: 10.1080/14786410903315127.
- [20] Clinical and Laboratory Standards Institute, “Clinical and Laboratory Standards Institute,” Wane, Pennsylvania: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2019, pp. 604–604. doi: 10.1007/978-3-662-48986-4_300416.
- [21] C. Valgas, S. M. De Souza, E. F. A. Smânia, and A. Smânia, “Screening methods to determine antibacterial activity of natural products,” *Brazilian J. Microbiol.*, vol. 38, no. 2, pp. 369–380, 2007, doi: 10.1590/S1517-83822007000200034.
- [22] N. Vaou, E. Stavropoulou, C. Voidarou, C. Tsigalou, and E. Bezirtzoglou, “Towards Advances in Medicinal Plant Antimicrobial Activity: A Review Study on Challenges and Future Perspectives,” *Microorg.* 2021, Vol. 9, Page 2041, vol. 9, no. 10, p. 2041, Sep. 2021, doi: 10.3390/MICROORGANISMS9102041.
- [23] A. Duran, H. Duman, A. Cansaran, N. Mercan Doan, M. Öztekin, and G. Acar, “Antimicrobial activity of various extracts of *Centaurea cankiriense*,” *African J. Microbiol. Res.*, vol. 4, no. 8, pp. 608–612, 2010, Accessed: Aug. 11, 2022. [Online]. Available: <http://www.academicjournals.org/ajmr>
- [24] J. N. Eloff, “Avoiding pitfalls in determining antimicrobial activity of plant extracts and publishing the results,” *BMC Complement. Altern. Med.*, vol. 19, no. 1, pp. 1–8, 2019, doi: 10.1186/s12906-019-2519-3.
- [25] N. J. Hilliard, R. L. Schelonka, and K. B. Waites, “*Bacillus cereus* Bacteremia in a Preterm Neonate,” *J. Clin. Microbiol.*, vol. 41, no. 7, p. 3441, Jul. 2003, doi: 10.1128/JCM.41.7.3441-3444.2003.
- [26] J. L. M. D. Gaur, Aditya H. M.D.; Shenep, “The Expanding Spectrum Of Diseases Caused By *Bacillus cereus*,” *Pediatr. Infect. Dis. J.*, vol. 20, no. 5, pp. 533–534, 2001.
- [27] E. J. G. Pollitt, P. T. Szkuta, N. Burns, and S. J. Foster, “*Staphylococcus aureus* infection dynamics,” *PLOS Pathog.*, vol. 14, no. 6, p. e1007112, Jun. 2018, doi: 10.1371/JOURNAL.PPAT.1007112.
- [28] Taylor TA and Unakal CG, “*Staphylococcus Aureus* - StatPearls - NCBI Bookshelf,” *StatPearls Publishing*, 2022. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441868/> (accessed Aug. 10, 2022).
- [29] F. D. Lowy, “Antimicrobial resistance: the example of *Staphylococcus aureus*,” *J. Clin. Invest.*, vol. 111, no. 9, p. 1265, May 2003, doi: 10.1172/JCI18535.
- [30] M. Boğa *et al.*, “Phytochemical profile and some biological activities of three *centaurea* species from

- Turkey,” *Trop. J. Pharm. Res.*, vol. 15, no. 9, pp. 1865–1875, 2016, doi: 10.4314/tjpr.v15i9.8.
- [31] A. Trendafilova and M. Todorova, “Comparison of different techniques for extraction of biologically active compounds from *Achillea millefolium* Proa,” *Nat. Prod. Commun.*, vol. 3, no. 9, pp. 1515–1518, 2008, doi: 10.1177/1934578x0800300924.
- [32] A. Ugur, N. Sarac, O. Ceylan, and M. Duru, “Chemical composition of endemic *Centaurea austro-anatolica* and studies of its antimicrobial activity against multi-resistant bacteria,” *Acta Pharm.*, vol. 59, no. 4, pp. 463–472, Dec. 2009, doi: 10.2478/V10007-009-0036-5.
- [33] P. V. Licciardi and J. R. Underwood, “Plant-derived medicines: A novel class of immunological adjuvants,” *Int. Immunopharmacol.*, vol. 11, no. 3, pp. 390–398, Mar. 2011, doi: 10.1016/J.INTIMP.2010.10.014.

Uses of Boron and Boron Toxicity

Selcen ÇAKIR 

Article Info

*Corresponding author:

e-mail: selcencakir@gmail.com

Institution: ¹Çanakkale
Onsekiz Mart Üniversitesi,
Sağlık Hizmetleri Meslek
Yüksekokulu

Article history

Received: 26.08.2022

Accepted: February 07.09.2022

Available online: 30.09.2022

Keywords:

Boron, Boric acid, Health, Toxicity

Anahtar Kelimeler:

Bor, Borik asit, Sağlık, Toksikite

How to Cite:

S. Çakır,
" Bor'un Kullanım Alanları ve Bor
Toksisitesi ", *Environmental
Toxicology and Ecology*, cilt 2, sayı 2,
ss. 115-121, 2022.

ABSTRACT

Boron (B) is a valuable and very important element found in many mineral forms in nature and used in many fields in the industry. B is also preferred in the field of health, especially with recent studies. It is used for the treatment of many diseases such as osteoporosis, allergic diseases, arthritis, and brain cancers. It is also possible to reach B as a nutritional supplement. There are cases where element B, which has many health benefits, is toxic. In this study, a review was made by mentioning the physical and chemical properties of B, the way it is found in nature, its usage areas, its importance for health, and its toxicity.

Bor'un Kullanım Alanları ve Bor Toksisitesi

ÖZET

Bor (B) doğada birçok mineral formunda bulunan ve sanayide birçok alanda kullanılan değerli ve çok önemli bir elementtir. B, özellikle son çalışmalarla sağlık alanında da tercih edilmektedir. Osteoporoz, alerjik hastalıklar, artrit, beyin kanserleri gibi birçok hastalığın tedavisi için kullanılmaktadır. B'a besin takviyesi olarak da ulaşmak mümkündür. Sağlık açısından birçok faydası bulunan B elementinin toksik olduğu durumlar da vardır. Bu çalışma ile B'un fiziksel ve kimyasal özelliklerinden, doğada bulunuş şekillerinden, kullanım alanlarından, sağlık için öneminden ve toksisitesinden bahsederek bir derleme yapıldı.

1. INTRODUCTION

The boron (B) element is included in the IIIA group in the periodic table. Oxidation status is +3. Unlike other members of the group, it has semiconductor properties between metal and non-metal. Atomic number 5 is the atomic weight of 10,81 and is indicated by the symbol "B" [1, 2, 3]. Compound B is yellow and brown amorphous powders or solid black crystals at room temperature. Except where it interacts with strong oxidizing agents, B is a chemically inactive metal to some extent [2]. The pKa value of boric acid, which is a weak acid, is 9,2. Boric acid, such as borate salts, is insoluble in aqueous solutions (H₃BO₃) at physiological pH. Therefore, the toxicity related to these compounds is expected to be similar according to their equivalence to B. Boroxide has similar effects to boric acid because this compound is anhydrous and reacts

exothermically with water in the body, depending on its form. Boric acid can be complex with carbohydrates and proteins in the organism [3]. B reacts with cis-hydroxyl group bearing organic compounds, sugars, polysaccharides, adenosine 5 phosphate, pyridoxine, riboflavin, dehydroascorbic acid, pyridine nucleotides, phosphoinositides, glycoproteins and glycolipids [4, 5].

1.1. Presence and Sources of Boron in Nature

B is found in low concentrations in nature, but the element B, which is in the form of borate, is widely found in the earth's, atmosphere, sea, soil, underground, above water, and sediments [6, 7]. B taken from foods is generally of plant origin. These include green vegetables, fruits, legumes, fish, and mushrooms rich in boron, while meat and dairy products and boron are less common. The B element, which is spread over a wide area on earth, does not change and break down in nature but can turn into some specific forms depending on environmental conditions such as humidity level, pH, etc. The concentration of B in the soil varies geographically. It has been reported that the average ratio of B concentrations in seawater is 4,6 ppm, and boron concentrations in freshwater are between 0,01-1,5 ppm [2, 5]. Exposure to B may also occur professionally or with consumed products. In addition, underground and surface waters, wastes, mines, and factories in basins rich in B deposits can also be exposed to B [5, 7, 8].

1.2. Usage Areas of Boron

Boron is used in many fields in the industry. B and its derivatives are evaluated in many different industrial branches such as ceramic industry, sports materials, glass, cosmetics, chemistry, machinery industry, military, and armored vehicles, automotive industry, agricultural sector, textile sector, photography and vision systems, electronics and computer industry, space and aviation industry, construction sector, paper industry, pharmaceutical industry, communication tools, energy sector, rubber and plastic industry, protective, metallurgy, nuclear industry, missile fuel. Due to the antiseptic properties of B, it is preferred both as a cleaning agent and in the health sector. In waste cleaning facilities, sodium borohydrate is used to remove heavy metals such as mercury, lead, and silver from wastewater. Recently, studies on cell fuel that generates energy from sodium borohydrate have gained momentum. Boron compounds are used as armor and rocket fuel in military armored equipment. In addition, B has widespread use in many areas such as the detergent industry, cosmetics industry, use as fertilizer in agriculture (as a micronutrient), and ceramic industry. Osteoporosis treatments are used in many health fields such as allergies, psychiatry, arthritis, and brain cancers [5, 9, 10].

1.3. Boron Requirement

No definitive information on the level that may be sufficient for daily intake of B in humans has been found, but studies in animals suggest that the level that may be needed for humans may vary between 0,5-1,0 mg. On the other hand, although the amount of daily B taken with diet varies according to country and gender, there is also literature indicating that the average amount is 1,5-3,0 mg B /day [4, 10, 11, 12]. B uptake also varies according to human metabolism and age. B intake of infants is $0,75 \pm 0,14$ mg/ day, $1,34 \pm 0,02$ mg/day for males between the ages of 51-70, and $1,39 \pm 0,16$ mg/day for nursing mothers. In animals, the B content of basal rations has been reported to vary between 0,16-0,45 mg/kg (feed) [13]. Humans meet their B needs by eating the richest foods in terms of B, such as vegetables and fruits, nuts, legumes, avocados, and mushrooms. The B content of meat, fish, dairy products, and most grains is low [7, 11].

1.4. Boron Toxicity

1.4.1. Boron Toxicity in Humans

Boron exposure in humans is possible by dermal oral or inhalation. According to the data obtained from studies conducted with humans and animals, the toxicity of natural forms of B is very weak. Normal levels of B in humans are in the range of 241 $\mu\text{g B/L}$ on average in the blood, 1130 $\mu\text{g B/L}$ in the urine, and different concentrations in tissues are in the range of 0,06 to 1,2 mg B/kg [14].

In oral exposure, B can be easily absorbed through the gastrointestinal tract and excreted in the urine. However, destruction occurs in tissues and organs at high rates of exposure [14]. Sugar-containing compounds such as calcium fructoborate are non-toxic and quickly eliminate body surplus. Acute signs of toxicity in humans have been reported as nausea, vomiting, diarrhea, dermatitis, and dizziness, and chronic signs of toxicity have been reported as decreased appetite, nausea, weight loss, decrease in sexual activity, and decrease in low seminal volume sperm motility [14, 15]. The lowest tolerable dose of boric acid for humans is 640 mg/kg by mouth, 8600 mg/kg by skin, and 29 mg/kg by injection. B consumption acceptable to the World Health Organization has been accepted as 1-13 mg/day [16]. B uptake varies greatly between individuals and according to gender-age group [17].

The B-containing cream applied for 1 week for the rash problem seen on the skin in 4-month-old twin babies was washed with a solution containing boric acid in the problematic skin content in the second week and at the end of the second week, it was taken to the hospital with the symptoms of loose stool, sore throat, and respiratory difficulties. 1 infant death with boron has been recorded. In the analysis, the blood level of boric acid was 22 mg/L (3,9 mg B/L). 50 mg boric acid/L (8,8 mg B/L) in cerebrospinal fluid, 36,8 mg B/kg in kidney tissue, 17,5 mg B/kg in liver tissue, 2,1 mg B/kg in brain tissue and 1,9 mg B/kg in muscle tissue [18].

It has been stated that B compounds are genotoxic in the in vitro study [19]. It has been reported that B has negative effects on the reproductive system. It has been reported that seminiferous tubules cause atrophy, germ cell loss, impaired sperm motility, changes in follicle-stimulating hormone and testosterone, and decreased ovulation processes [20]. During the treatment of sprays containing compounds B and B and agricultural fertilizers, workers may be exposed to B by inhalation. Wastes with B are reported to be an element that should be taken into consideration in terms of occupational health and safety, although they do not pose a major ecological hazard [21].

1.4.2. Boron Toxicity in Animals

The toxicity of borate compounds has been extensively studied in both laboratory animals and other animals. Boric acid and borax are the most commonly tested forms of B in animals for B toxicity. Boric acid and borax showed toxicologically similar results in the animals to which they were administered [22]. Symptoms of poisoning, when taken in excess, are weakness, headache, abdominal pain, diarrhea, nausea, vomiting, muscle contraction, digestive and central nervous system disorders, impaired gland functions, and skin lesions [23, 24, 25]. The acute oral dose required for the formation of LD₅₀ by the boron in rats is 4,50 g/kg, and the LD₅₀ value of the boric acid administered by gavage is 3,45 g/kg. After overdose, ataxia, depression, convulsions, and death were observed in rats [26].

It has been demonstrated that high levels of B accumulation may occur in bone, muscle, adrenal tissue, brain, hypothalamus, liver, spleen, kidney lymph nodes, testis, seminal vesicles, prostate, large intestine,

and blood with excessive B intake in various animals. Inhibition of dehydrogenase enzymes in B toxicity in animals and riboflavin insufficiency decreased concentrations of metabolites such as glucose, glycogen, lactate, and ATP in the muscles can be counted [2, 27, 28]. In a study conducted on pregnant rats, it was reported that the levels that did not show a negative effect according to blood B levels were 10 mg B/kg/day and the low levels at which toxicity symptoms may develop were 13 mg B/kg/day [29]. Boric acid 125 mg/kg (c.a.) administered to rabbits has been shown to not affect growth. To investigate the dermal effects of B, a single dose of 2 g/kg borax was glued to the skins of rabbits, and the material was left in place for 2 hours. Symptoms such as anorexia, diarrhea, decreased activity, soft defecation, and nasal discharge were observed in rabbits after administration [30]. In another study, a 0,1 g dose of borax was dropped into the eyes of rabbits; severe iris irritation, corneal opacity, conjunctival redness, and discharge were observed in animals after administration [31].

It is reported that administration of a single oral dose of 1,54-6,51 g/kg borax capsule or 1,0-3,98 g/kg boric acid capsule to dogs does not cause death in animals [26]. In a study conducted on rats, it was reported that oral administration of 1g/kg of borax and boric acid caused a decrease in body weight, inhibition in DNA synthesis, and clinical toxicity symptoms in rats after the 3rd week [32].

2. CONCLUSION

B is a very common element in nature. This element, which is widely used especially in industry, has been promisingly studied for many diseases in the field of health. Today, scientific studies on B and B compounds are still ongoing. Although it is difficult to form toxicity from B taken with nutrients, it has been reported that B can cause toxicity in various tissues, damage DNA, and cause infertility. For this reason, the possible harmful effects should be investigated while benefiting from this element. More studies are needed on the boundaries of humans and other livings. Research in this field will contribute to health studies. In addition, it will contribute to the occupational health and safety of employees working in the industry.

Funding

"The author has not received any financial support for the research, authorship, or publication of this work."

Conflict of Interest/Joint Interest Statement (Mandatory field)

"No conflict of interest or common interest has been declared by the authors".

Author(s) Contribution (Required field)

"The authors contributed equally to the study"

Ethical board approval

"This study does not require ethics committee permission or any special permission"

Research and Publication Ethics Statement

The following statement should be included under this heading: “The authors of the paper declare that they comply with the scientific, ethical, and quotation rules of ETOXEC in all processes of the paper and that they do not make any falsification on the data collected. In addition, they declare that Environmental Toxicology and Ecology and its editorial board have no responsibility for any ethical violations that may be encountered and that this study has not been evaluated in any academic publication environment other than Environmental Toxicology and Ecology. ”

KAYNAKÇA

- [1] R. Kuru, S. Yılmaz, P. N. Taşlı, A. Yarat, F. Sahn, “Boron Content of Some Foods Consumed in Istanbul, Turkey,” *Biol Trace Elem Res*, 1-8, 2018, doi.org/10.1007/s12011-018-1319-9.
- [2] WHO. “Boron. International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 204”, Ohio, USA, 1-201, 1998.
- [3] “Toxicological review of boron and compounds,” Environmental Protection Agency, 1-131, 2004.
- [4] F. H. Nielsen, “Nutritional requirements for boron, silicon, vanadium, nickel, and arsenic: current knowledge and speculation,” *FASEB J*, 5, 2661-2667, 1991, doi.org/10.1096/fasebj.5.12.1916090.
- [5] S. Çakır, M. Eren, Bor’un oksidatif stres ve dna hasarı üzerine etkisi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 25, 88-91, 2016.
- [6] W. G. Woods, “An introduction to boron: history, sources, uses, and chemistry,” *Environ Health Perspect*, 102, 5-11, 1994, doi.org/10.1289/ehp.94102s75.
- [7] Z. Uçkun, “Esansiyel bir komponent: bor- borun günlük alımı ve fizyolojik etkileri,” *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6, 119-123, 2013.
- [8] A. Demirtaş, “Bor’un insan beslenmesi ve sağlığı açısından önemi,” *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41, 75-80, 2010.
- [9] B. Bilgiç, M. Dayık, “Borun özellikleri ve tekstil endüstrisinde kullanımıyla sağladığı avantajlar,” *Electronic Journal of Textile Technologies*, 7, 27-37, 2013.
- [10] T. A. Devirian, S. T. Volpe, “The physiological effects of dietary boron,” *Crit Rev Food Sci Nutr*, 43, 219-231, 2003, 10.1080/10408690390826491.
- [11] WHO, Trace elements in human nutrition and health: boron. Geneva, 175-182, 1996.
- [12] F. H. Nielsen, “Boron-an overlooked elements of potential nutritional importance,” *Nutr Today*, 4-7, 1988.
- [13] C. D. Hunt, “The biochemical effects of physiologic amounts of dietary boron in animal nutrition models,” *Environ Health Prospects*, 102, 35-43, 1994, doi:10.1289/ehp.94102s735.

- [14] N. Hadrup, M. Frederiksen, and A. K. Sharma, "Toxicity of boric acid, borax and other boron containing compounds: A review," *Regul Toxicol Pharmacol*, 2021 Apr;121:104873. doi: 10.1016/j.yrtph.2021.104873.
- [15] F. H. Nielsen, "Boron in human and animal nutrition," *Plant and Soil*, 199-208, 1997.
- [16] F. H. "Nielsen, Is boron nutritionally relevant?" *Nutrition Reviews*, 66, 183-91, 2008.
- [17] D. Uygan, O. Çetin, "Borun tarımsal ve çevresel etkileri: seydi suyu toplama havzası koy hizmetleri araştırma enstitüsü," *Su Yönetimi Bölümü, Eskişehir*, 2004.
- [18] J. Ducey, and D.B. Williams, "Transcutaneous absorption of boric acid," *J Pediatr*, 43, 6, 644-651, 1953.
- [19] H. M. Bolt, N. Basaran, Y. Duydu, "Effects of boron compounds on human reproduction," *Arch. Toxicol.* 94, 717-724, 2020, doi.org/10.1007/s00204-020- 02700-x.
- [20] C. Sevim, and M. Kara. "Boron and boron-containing compounds toxicity," *The Toxicity of Environmental Pollutants*. 2022, doi: 10.5772/intechopen.103179.
- [21] K. Messner, B. Vuong, and G. K. Tranmer. "The boron advantage: the evolution and diversification of boron's applications in medicinal chemistry," *Pharmaceuticals*, 15.3, 264, 2022.
- [22] C. D. Hunt, "Regulation of enzymatic activity: one possible role of dietary boron in higher animals and humans," *Biol Trace Elem Res*, 205-225, 1998.
- [23] C. D. Hunt, F. H. Nielsen, "Interaction between boron and cholecalciferol in the chicks," *Australian Academy of Science*. 97, 600. 1981.
- [24] F. H. Nielsen, "Dietary fat composition modifies the effect of boron on bone characteristics and plasma lipids in rats," *Biofactors*, 161-171, 2004.
- [25] R. Kuru, A. Yarat, "Bor ve sağlığımıza olan etkilerine güncel bir bakış," *Clin Exp Health Sci*, 104-114, 2017.
- [26] R. J. Weir, R.S. Fisher, "Toxicologic studies on borax and boric acid," *Toxicol Appl Pharmacol*, 351-364. 1972.
- [27] J. E. Sander, L. Dufour, R. D. Wyatt, P. B. Bush, R. K. Page, "Acute toxicity of boric acid and boron tissue residues after chronic exposure in broiler chickens," *Avian Dis*, 35, 745-749, 1991.
- [28] W. Ku, R. Chapin, "Mechanism of the testicular toxicity of boric acid in rats: invivo and invitro studies," *Environ Health Perspect*, 99-105, 1994.
- [29] C. J. Price, P. L. Strong, F. J. Murray, M. M. Goldberg, "Blood boron concentrations in pregnant rats fed boric acid throughout gestation," *Reported Toxicol*, 11, 6, 833-42, 1997.
- [30] E. Reagan, "Acute dermal toxicity study of sodium tetraborate decahydrate in New Zealand white rabbits: lab project number: 8403A," Unpublished study prepared by Food & Drug Research Labs, Inc. 9 p. MRID 43553200, 1985.

- [31] E. Reagan, "Primary eye irritation study of sodium tetraborate decahydrate in New Zealand white rabbits: lab project number: 8403B,". Unpublished study prepared by Food & Drug Research Labs, Inc. 21 p. MRID 43553202, 1985.
- [32] H. M. Dani, H. S. Saini, I. S. Allag, B. Singh, K. Sareen, "Effect of boron toxicity on protein and nucleic acid contents of rat tissues," Res Bull Panjab Univ Sci, 22, 1– 2, 229-235, 1971.

Kasaplık Hayvan Et ve Et Ürünlerinin Donmuş Muhafazası için Enerji Tasarrufu Sağlayabilen Faz Değişim Malzemelerinin Gözden Geçirilmesi

Tuğba GÜNGÖR ERTUĞRAL 

Article Info

*Corresponding author:

e-mail: tugbagungor@comu.edu.tr

Institution: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi Bölümü

Article history

Received: 24.08.2022

Accepted: February 21.09.2022

Available online: 30.09.2022

Anahtar Kelimeler:

FDM, Gıda güvenliği, Dondurarak depolama, Nanoteknoloji

Keywords:

PCM, Food safety, Freezing storage, Nanotechnology

How to Cite: T. GÜNGÖR ERTUĞRAL,

"Kasaplık Hayvan Et ve Et Ürünlerinin Donmuş Muhafazası için Enerji Tasarrufu Sağlayabilen Faz Değişim Malzemelerinin Gözden Geçirilmesi", *Environmental Toxicology and Ecology*, cilt 2, sayı 2, ss. 122-132, 2022.

ÖZET

Çiğ et, içerdiği besin maddeleri ve pH değerinin uygunluğundan dolayı mikrobiyal ve özellikle de mezofilik bakteri gelişimine ideal ortamı oluşturan ve bu sebeple raf ömrü kısa olan gıda maddelerinden biridir. Mikroorganizma kaynaklı bozulmaların önüne geçmek amacıyla soğutma ve dondurarak saklama en yaygın muhafaza şeklidir ancak bu amaçla geliştirilen soğuk hava depoları elektrik ve petrol türevi yakıtlarla soğutan sistemlerdir. Son yıllarda gizli ısı depolama sistemleri yani faz değişim materyali (FDM) içeren sistemlere olan ilgi artmıştır ve belirli bir süre ortam ısısını depolayıp, sıcaklık değişimlerinde bu enerjiyi ortama geri vererek depo muhafaza sıcaklığını koruyabilmektedir. Ayrıca farklı sistemlerle (güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi vb.) desteklenen FDM içeren bir soğuk hava sistemi, elektrik ve petrol yakıtı kullanmaksızın %100 yeşil enerji ile enerji verimliliği sağlayarak çevreye verilebilecek zararı en aza indirebilir. Bu çalışma, -12 ile -30 °C arasındaki sıcaklıklarda saklanan et ve et ürünlerinin soğuk ve dondurarak muhafazasında, gıda ambalajları veya depo materyallerine uygulanabilir, çevre dostu; organik tuz çözeltileri, ticarileştirilmiş FDM'ler ve organik FDM'leri inceleyen derleme niteliğinde bir araştırmadır.

Review of Energy Saving Phase Change Materials for Frozen Storage of Butchery Animal Meat and Meat Products

ABSTRACT

Raw meat is one of the foodstuffs that creates an ideal environment for growth of microbial and especially mesophilic bacteria due to nutrients and pH value it contains, and therefore has a short shelf life. Cooling and freezing are most common forms of storage in order to prevent microorganism-induced deterioration, but cold storage systems developed for this purpose are systems that cool with electricity and petroleum-derived fuels. In recent years, systems containing latent heat storage systems, namely phase change material (PCM), can maintain enclosure temperature by storing ambient heat for a certain period of time and returning this energy to environment in case of temperature changes. In addition, a cold storage system with PCM supported by different systems (solar energy, wind energy, etc.) can minimize the damage to environment by providing energy efficiency with a 100% green energy system without using electricity and petroleum fuel. This study can be applied in cold and freezing preservation of meat and meat products stored at temperatures between -12 and -30 °C, in food packaging or storage materials, environmentally friendly; this is a review study examining organic salt solutions, commercialized PCMs, and organic PCMs.

1. GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusu ve buna paralel olarak doğacak gıda ihtiyacı dikkate alındığında, ekonomik verimliliği artıran materyaller oldukça önemlidir. Soğutma sistemleri ise gıda endüstrisinde özellikle de soğuk zincirin yönetiminde gerekli olan sıkı kontrollerin vazgeçilmez unsurudur. Sıcaklık kontrolü, sürekli büyüyen bir nüfus için gıda güvenliğinin sağlanmasına yardımcı olur. Ancak bu tür gıda koruma sistemlerinde kullanılan soğutucu akışkanların türü, hava kirliliği (ozon tabakasını incelten soğutucu akışkanlar ve küresel ısınma potansiyeli olan güçlü sera gazları gibi) şeklinde çevresel etkiler yaratır ve iklim değişikliğine sebep olur [1]. Soğuk zincir ise özellikle gıda endüstrisinde, israfı en aza indirmek, ürünlerin güvenliğini ve kalitesini sağlamak için esastır. Soğuk zincir, gıdanın güvenliğinin ve kalitesinin üretimden tüketime korunmasını garanti eden, sıcaklığı gerekli aralıkta tutan bir dizi işlem den oluşur [2].

Soğutucu bir sistemde sıcaklık tedarik zincirinde üretimden son üretime kadar bütün hassas üretim zincirinde kontrol edilir. Soğutma sistemleri ve soğuk zincir stratejileri, bozulabilir ve işlenmiş gıda endüstrisinin güvenliği amacıyla sürekli olarak gelişmektedir. Soğuk zincirde farklı iklimlerde veya farklı zamanlarda gıda güvenliğini ve kalitesini garanti eden üç kritik koşul kontrol edilir ki bunlar; yıl, sıcaklık, bağıl nem ve çiy noktasıdır [3]. Ürün kontaminasyonunu en aza indirmek ve üründeki bozulma ve patojen organizmaların büyümesini geciktirmek veya engellemek, taze et raf ömrünün iyileştirilmesi ve tüketici güvenliğinin artırılması için önemlidir, genel temizlik ve uygun sanitasyon çok etkili olmakla birlikte, et ürünlerinde mikrobiyal büyümeyi kontrol etmenin başka yolları da yararlı olabilir [4].

Gizli ısı depolama sistemlerinde radyasyon yoluyla ısı korunabilir ve gerektiğinde serbest bırakılabilir [5, 6, 7, 8]. Yüksek depolama yoğunluğu nedeniyle, bu depolama sistemlerinin kullanılması güneş enerjisi alanında da enerji tasarrufu için oldukça etkilidir [9-12]. FDM'ler gizli ısı depolama materyalleridir ve dar bir sıcaklık aralığında yüksek enerji depolama yoğunluğunu kullanan bir dizi fonksiyonel malzemedir [13]. Faz geçiş modeline göre, FDM'ler genellikle dört tipe ayrılır: Katı-gaz, katı-sıvı, katı-katı ve sıvı-gaz [14]. Bunların arasında, katı-gaz FDM'ler ve sıvı-gaz FDM'ler, faz dönüşümü sırasında önemli hacim değişiklikleri içerir, daha yüksek muhafaza gereksinimleri ve azaltılmış pratik uygulamalar sağlar. Faz dönüşümü sürecinde katı-katı FDM'lerin hacim değişimi küçük olmasına rağmen, faz değişiminin gizli ısısı küçüktür ve aşırı soğutma ve enerji depolama verimleri pratik kullanımda yüksek değildir. Katı-sıvı FDM'ler ısı enerjisi depolayabilir ve serbest bırakılabilir malzemenin erimesi ve katılaşması sürecinde endotermik ve ekzotermik olayları kullanarak. Katı-sıvı faz değişimi sürecinde, malzeme faz değişiminin entalpisi büyüktür, ancak hacim değişimi küçüktür [15]. Aynı zamanda, faz geçiş süreci hafiftir ve kontrolü kolaydır. Katı-sıvı FDM'ler avantajlıdır [16].

Taze et, sağlığın korunması ve hastalıkların (örneğin deri döküntüsü, kardiyovasküler hastalık, gastrointestinal hastalık) önlenmesi için insan vücudunun ihtiyaç duyduğu yüksek protein ve eser elementler (örneğin demir, çinko, selenyum, iyot) bakımından zengindir [17]. Et, etin bozulmasına ve gıda kaynaklı hastalıkların ana nedeni olan mikroorganizmaların büyümesine faydalı olan birçok besin maddesi içerir. Etteki mikroorganizmaların büyüme hızı, büyük ölçüde çevresel sıcaklık ve nemdeki değişikliklere bağlıdır. Kararsız, uygun olmayan sıcaklık ve nem, mikroorganizmaların biyolojik aktivitesini arttırarak büyümelerini hızlandırır, bu da etin bozulmasına neden olur. Bu durum önemli ekonomik kayıp ve gıda israfı yanında halk sağlığını da riske atar, yenilebilirlik sorunları doğurur ve gıda kaynaklı hastalıklar riskini artırır [18]. Örneğin *pseudomonas*, taze domuz etinin bozulmasını hızlandıran ve raf ömrünü önemli ölçüde azaltan dinamik çevre koşulları altında önemli ölçüde gelişebilir ve depolama sıcaklığı 4 °C'den 7-15 °C'ye yükseldikçe, raf ömrü sırasıyla yaklaşık %3,0 ve %14,9 azalır. Hastalık kontrol ve önleme merkezleri, gıda

kaynaklı patojenlerin Amerika Birleşik Devletleri'nde her yıl yaklaşık 48 milyon enfeksiyona, 128.000 hastaneye yatışa ve 3000 ölüme neden olduğunu ve bunun da tahmini 78 milyar dolarlık ek sağlık hizmeti maliyetine yol açtığını bildirmektedir [19-21].

Gıdaların ambalajlanmasında ve depolanmasında kullanılacak termal akıllı ambalaj materyalleri soğutma sırasında ciddi oranda enerji tasarrufu sağlayabilir. İzolasyon malzemeleri ile birlikte kullanıldığında ise uzun süreli dış enerji kaynaklarına bağlı olmadan soğuk zincir korunabilir. Bu çalışma gıda kalitesini ve muhafazasını iyileştirmeye yönelik yenilikler oluşturulabilmesi amacıyla et ve et ürünlerinin soğuk muhafazasında kullanılabilecek, termal, akıllı ambalaj materyali olan FDM'lerin gözden geçirildiği derleme niteliğinde bir araştırmadır.

Kasaplık hayvanların başlıca et ve et ürünlerinin dondurarak muhafazası ve önemli sıcaklık değerleri

Ette enzimatik, oksidatif ve mikrobiyal bozulmalar ana sorunlardır. Özellikle mikrobiyal bozulma hayvanın yaşı, yetiştirilmesi, nakliyesi, iç organların çıkarılması, işlenmesi, dağıtımı, muhafazası ve paketleme yöntemine bağlıdır [22]. Bu mikrobiyal bozulmalar et ve et ürünlerinde bileşenlerin bozulması, kötü koku ve görünüş ile pH değişikliği meydana getirmektedir [23]. Et muhafazasının sınıflandırılması ve bozulmanın yavaşlatılmasında sıcaklık, su aktivitesi, kimyasal veya biyolojik koruyucular önemli rol oynar [24, 25].

Örneğin taze dana etinde bakteri olarak *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Salmonella*, *Escherichia* ve *Clostridium* cinsi bakteriler, küf olarak *Cladosporium*, *Thamnidium*, *Mucor*, *Penicillium* ve *Monilla* gelişebilmektedir [26]. Kanatlı eti yani beyaz etde *Enterobacteriaceae* familyasına ait koliform bakteriler, laktik asit bakterileri, küf ve mayalar [27, 28] ve yine *Pseudomonas*, *Alteromonas*, *Acinetobacter-Moraxella* ve *Flavobacterium* rastlanabilir [29]. Özellikle kuzu eti *Brochothrix thermosphacta* ve *Enterobacteriaceae* gelişimine açıktır [30]. Hayvan kesimi sırasında ise çiğ et üç türde incelenebilir;

- (i) Taze et; doku yumuşak ve daha az elastik iken, etin sıcaklığı rigor fazdan önce kalır. Ayrıca et, nakliye sırasında kirlenmeye karşı çok hassastır.
- (ii) Soğutulmuş et; etin sıcaklığı 0-4 °C'de sıkı bir şekilde kontrol edilir ve bağıl nem %90'dır. Depolamada et, insan sindirimine ve et aromasının oluşumuna yardımcı olan enzimlerin birleşik etkisi altında yumuşar ve sulu hale gelir.
- (iii) Dondurulmuş et: kesimden sonra et -28 °C'de depolanır ve çekirdek sıcaklığı -15 °C'ye ve son olarak -18 °C'ye düşürmek için soğutulur ve donmuş halde satılır. Bu işlemde mikrobiyal büyüme engellense de besinler kaybolur ve lezzet bozulabilir [31].

Tüketicie hangi yolla satılırsa satılsın maksimum faydayı elde etmek için depolama sürecinde et soğuk muhafazası yapılmalıdır. Bu nedenle et işleme sırasında muhafaza sürecine daha fazla dikkat edilmelidir. Çiğ etin bozulmasına, bazı dış faktörlerin yanı sıra doğal metabolik değişiklikler neden olabilir. Eterde oksidasyon ve bozunmanın neden olduğu bozulma, esas olarak etteki proteinin oksidasyonundan kaynaklanmaktadır. Ana mekanizmalar, metal katalizli oksidasyon, miyogloblin kaynaklı oksidasyon ve lipid oksidasyon kaynaklı oksidasyonu kapsar. Otolizin tarafından katalize edilen proteinin otolizi, çiğ etin bozulmasına neden olan pepton, aminoasit veya polipeptit üretimine yol açar. Üçüncüsü, lipid ransiditesi nedeniyle bozulma meydana gelebilir. Lipid acılaştırması temel olarak oksidatif acılaştırma ve

hidrolitik acılaşıma olarak ikiye ayrılır [32]. Proteinin otolizi, bozunması ve denatürasyonu, oksidasyona ek olarak çiğ etin bozulmasına yol açan nedenlerden biridir [33]. Bu mekanizma, mikrobiyal bozulma mekanizmasından farklıdır, ancak her ikisi de etin bozulmasına neden olur [34, 35].

Et, et ürünleri ve sakatatların donmuş saklama koşulları -18 °C ile et tipine göre 12 aya kadar uzayabilmektedir (Tablo 1). Dondurularak yine -18 °C, -25 °C ve -30 °C da saklanması gereken etler yine et tipi dikkate alınmak şartı ile 24 aya kadar saklanabilir (Tablo 2). Çeşitli etlerin donmuş depolamada kabul edilebilir kaliteyi koruduğu yaklaşık depolama ve süre (ay olarak) -17.8 °C, -12.2 °C, -6.7 °C olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Yine aynı şekilde -12 °C, -24 °C, -30 °C (Tablo 4) sıcaklıklarda da etin saklanması mümkündür. Bazı hayvansal gıdaların yaklaşık donma noktaları; -1 °C ile -3 °C arasında değişmektedir (Tablo 5). Tüm kimyasal ve mikrobiyal bozulmaların yanında soğutulmuş etlerde depo soğuk hava kontrolü sağlanmadığı takdirde ya da sıcaklık dalgalanmalarında ağırlık kayıpları meydana gelebilir. Zaman aralığı ise 12 saatten itibaren 14 güne kadar sürebilmektedir (Tablo 6). Dondurularak muhafaza sıcaklıkları etin türüne göre değişir.

Tablo 1. Et, et ürünleri ve sakatatların donmuş saklama koşulları [36].

Et tipi	Min. Sıcaklık (°C)	Bağıl nem (%)	Max. Depolama zamanı (ay)
Sığır 1. Kalite	-18	95-98	9-12
Sığır 2. Kalite	-18	95-98	7-8
Domuz	-18	95-98	6-9
Av hayvanları	-18	90	9
Kanatlı eti	-18	93-95	9-10
Dil, karaciğer, böbrek	-18	95-98	6
Yumuşak sosis	-18	85-90	8
Dayanıklı sosis	-18	85-90	12

Tablo 2. Et ve et ürünlerinin donmuş saklama süreleri [37].

Et Tipi	Depolama sıcaklıkları (ay)		
	-18 °C	-25 °C	-30 °C
Sığır karkas	12	18	24
Rozbif, Biftek (paketlenmiş)	12	18	24
Kıyma (paketlenmiş)	10	>12	>12
Dana leşi	9	12	24
Dana rosto, pirezola	9	10-12	12
Kuzu leşi	9	12	24
Kuzu Kızartma, Pirezola	10	12	24
Domuz leş	6	12	15
Domuz rosto, pirezola	6	12	15
Öğütülmüş sosis	6	10	
Domuz yağı	9	12	12
Tavuk, hindi (yoğun ve paketlenmiş)	12	24	24

Tablo 3. Çeşitli etlerin donmuş depolamada kabul edilebilir kaliteyi koruduğu yaklaşık depolama süresi (ay) [38].

Et Tipi	-17.8 °C	-12.2 °C	-6.7 °C
Sığır	13-14	5	<2
Domuz	10	<4	<1.5

Tablo 4. Çeşitli et ve ürünlerin farklı sıcaklıklardaki optimum depolama süreleri (ay olarak) [39].

Et tipi	Sıcaklığa bağlı max. depolama süresi (ay)			
	-12 °C	-18 °C	-24 °C	-30 °C
Sığırlar	4	6	12	12
Kuzu	3	6	12	12
Buzağı	3	4	8	10
Domuz	2	4	6	8
Domuz eti (tedavi edilmiş)	0.5	1.5	2	2
Karaciğer, kalp, dil	2	3	4	4
Kanatlı	2	4	8	10
Kıyma	3	6	8	10
Mevsimsel sosis	0.5	2	3	4

Tablo 5. Çeşitli hayvansal gıdaların yaklaşık donma noktaları [38].

Et tipi	Sıcaklık (°C)
Sığır, domuz	-1.6 ile -2.2
Kümes hayvanı (tavuk)	-2.8

Tablo 6. +1 °C'de, %80-90 bağıl nemde ve 0,2 m/sn hava sirkülasyonunda depolanan soğutulmuş etlerde yüzde kilo kaybı [40].

Kesimden sonra geçen süre (saat)	Sığır eti	Dana eti	Koyun eti	Domuz eti
12 saat	2.0	2.0	2.0	1.0
24 saat	2.5	2.5	2.5	2.0
36 saat	3.0	3.0	3.0	2.5
2 gün	3.5	3.5	3.5	3.0
8 gün	4.0	4.0	4.0	4.0
14 gün	4.5	6.0	5.5	5.0

Et ve et ürünlerinin dondurarak muhafazasına yönelik bazı FDM'ler

Et ve et ürünlerinin akıllı termal ambalaj ve depolama materyalleri ile soğuk muhafazası enerji tasarrufu sağlayabilir, petrol yakıtları ve elektriğin çevreye verdiği zararı en aza indirebilir. Bu amaçla kullanılacak FDM materyallerin

başlıcaları inorganik tuzlar (Tablo 7), ticari FDM'ler (Tablo 8), organik FDM'lerdir (Tablo 9). Ayrıca FDM'ler ötektik karışımlar halinde istenilen depo sıcaklıklarına ayarlanabilir.

Tablo 7. Tipik inorganik tuz çözeltisi ve ötektik FDM'ler [41].

Materyal (sulu çözelti)	Faz değişim sıcaklığı (°C)	Gizli ısı (J/g)	Referanslar
Al(NO ₃) ₃ (30.5%)	-30.6	207.63	[42]
Mg(NO ₃) ₂ (34.6%)	-29	186.93	[42]
Zn(NO ₃) ₂ (39.4%)	-29	169.88	[42]
NH ₄ F (32.3%)	-28.1	187.83	[42]
NaBr (40.3%)	-28	175.69	[42]
NaCl (27.9 %)	-23	26.10	[43]
KF (21.5%)	-21.6	227.13	[42]
Sodyum klorür ötektik bileşik (23.3%)	-21.1	246.6	[44]
MgCl ₂ (25%)	-19.4	223.10	[42]
(NH ₄) ₂ SO ₄ (39.7%)	-18.5	187.75	[42]
NaNO ₃ (36.9%)	-17.7	187.79	[42]
NH ₄ NO ₃ (41.2%)	-17.35	186.29	[42]
Ca(NO ₃) ₂ (35%)	-16	199.35	[42]
NH ₄ Cl (19.5%)	-16	248.44	[42]
K ₂ HPO ₄ (36.8%)	-13.5	197.79	[42]
Na ₂ S ₂ O ₃ (30%)	-11	219.86	[42]
KCl (19.5%)	-10.7	253.18	[42]
MnSO ₃ (32.2%)	-10.5	213.07	[42]
NaH ₂ PO ₄ (23.4%)	-9.9	214.25	[42]
BaCl ₂ (22.5%)	-7.8	246.44	[42]
ZnSO ₃ (27.2%)	-6.5	235.75	[42]

Tablo 8. Tipik ticarileştirilmiş FDM'ler [41].

Materyal	Faz değişim sıcaklığı (°C)	Gizli ısı (J/g)	Ticari firma adı ve malzeme kodu	Referanslar
Parafin	-30	140-150	Microtek Lab. MPCM (-30)	[47]
İnorganik tuz çözeltisi	-29	233	Cristopia SN 29	[46]
Tuz hidrat	-23	230	TEAP TH 23	[45]
Tuz hidrat	-21	222	TEAP TH 21	[45]
İnorganik tuz çözeltisi	-21	240	Cristopia SN21	[46]
İnorganik tuz çözeltisi	-21	240	Mitsubishi Chem. STL21	[48]
İnorganik tuz çözeltisi	-18	306	Climator Clim Sel C-18	[49]
İnorganik tuz çözeltisi	-18	268	Cristopia SN 18	[46]
İnorganik tuz çözeltisi	-16	289	Mitsubishi Chem. STL 16	[48]
Tuz hidrat	-16	289	TEAP TH 16	[45]
İnorganik tuz çözeltisi	-15	311	Cristopia AN 15	[46]
İnorganik tuz çözeltisi	-12	306	Cristopia AN 12	[47]
İnorganik tuz çözeltisi	-11	-	Mitsubishi Chem. STL N10 271	[48]
İnorganik tuz çözeltisi	-10	310	Cristopia AN 10	[46]
İnorganik tuz çözeltisi	-10	283	TEAP TH 10	[45]
Parafin	-9.5	150-170	Microtek Lab. MPCM (-10)	[47]
İnorganik tuz çözeltisi	-6	284	Mitsubishi Chem. STL-6	[48]

Tablo 9. Tipik organik FDM'ler [41].

Materyal	Faz değişim sıcaklığı (°C)	Gizli ısı (J/g)	Referanslar
Metanol	-97.15	99,25	[50]
n-Hegzan	-95.15	151,78	[50]
Siklopentan	-93.95	8,56	[50]
Metilamin	-93.15	197,38	[50]
n-Heptan	-90.55	140,12	[50]
Etan	-88.15	489,47	[50]
Metil etil keton	-86.65	177,05	[50]
Asetilen	-84.15	144,39	[50]
n-Oktan	-56.85	181,57	[50]
2-Hegzanon	-55.45	148,7	[50]
3-Hegzanon	-55.65	134,5	[50]
n-Nonan	-53.65	117, 773	[50]
3-Heptanon	-37.1	153,5 822	[50]
2-Heptanon	-35.0	1 72,6 851	[50]
Dekan	-29.7	194,2	[51]
n-Dodekan	-12.0	216	[52]

Tablo 4'de gösterildiği üzere çeşitli et ve ürünlerin farklı sıcaklıklardaki optimum depolama süreleri -12 °C ile -30 °C arasında değişmektedir. Et, et ürünleri ve sakatların donmuş saklama sıcaklığı belirli bağlı neme bağlı olarak -18°C'dir (Tablo 1) ve et ürünleri depolama sırasında zamana göre su kaybeder (Tablo 6) [53]. Gıda ambalaj materyallerine uygulanabilen mikro-nano büyüklüklerde olmaları nanoteknolojik malzeme özelliğindeki FDM'ler frigorifik lojistik araçların soğuk hava depoları başta olmak üzere sabit depo materyallerine çeşitli tekniklerle (mikrokapsülleme, modifiye etme vb.) yapılan uygulamalarda ekonomik yönden önemli katkı sağlayabilir.

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kasaplık hayvan et ve et ürünleri kesimden hemen sonra kalitesinin korunması amacıyla güvence altına alınmalıdır. Dondurarak muhafaza ise uygulanabilecek en etkili ve yaygın yöntemdir. Ancak dondurarak muhafazada kullanılan petrol türevi yakıtlar ve elektrik enerjisi gıda maliyetini artırmakla birlikte çevreye de önemli ölçüde zarar vermektedir. Et ve et ürünleri depolamada sıcaklık dalgalanmalarının yol açtığı mikrobiyal, kimyasal ve fiziksel bozulmaların yanı sıra üründe kütle kaybı sektördeki ciddi sorunlardır. FDM içeren ambalaj materyalleri ve depo malzemeleri dış enerji kaynağını sınırlı sürede kullanarak ortam ısını muhafaza edebilir ve aynı zamanda sıcaklık dalgalanmalarına karşı ürünü koruyarak et ağırlık kaybını önleyebilir. Petrol yakıtları ve elektrik enerjisi kullanılarak gerçekleştirilen soğutma sistemleri çevreye ciddi zarar vermektedir. FDM içeren malzemelerin güneş enerjisi ya da rüzgâr enerjisi ile desteklenmesi durumunda tamamen çevre dostu %100 yeşil enerji sistemi oluşturulabilir. Gıda lojistiğinde de kullanılacak C salınımını azaltan bu materyaller yine lojistik açıdan nano boyutlarda olmaları ile de az yer kaplama ve hafif olma avantajı sağlarlar. Gıda maliyetini düşüren bu unsurlar dikkate alındığında tüketicinin besin değeri yüksek gıdaları düşük maliyetli tüketimi ve çevreci materyallerin geliştirilmesi günümüz ve özellikle de gelecek nesiller için oldukça önemlidir.

Finansman

Yazar bu çalışmanın araştırılması, yazarlığı veya yayınlanması için herhangi bir maddi destek almamıştır.

Çıkar Çatışması/Ortak Çıkar Beyanı

Yazar tarafından herhangi bir çıkar çatışması veya ortak çıkar beyan edilmemiştir.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışma etik kurul izni veya herhangi bir özel izin gerektirmez.

Araştırma ve Yayın Etiği Bildirgesi

Yazar, makalenin tüm süreçlerinde Environmental Toxicology and Ecology Dergisinin bilimsel, etik ve alıntı kurallarına uyduklarını ve toplanan veriler üzerinde herhangi bir tahrifat yapmadıklarını beyan ederler. Ayrıca karşılaşılabilecek etik ihlallerden Environmental Toxicology and Ecology ve yayın kurulunun hiçbir sorumluluğu olmadığını ve bu çalışmanın Environmental Toxicology and Ecology dışında herhangi bir akademik yayın ortamında değerlendirilmediğini beyan eder.

KAYNAKÇA

- [1] EPA, Refrigerant transition & environmental impacts, 2020.
- [2] C. Urrego, “Why the cold chain?” J.Caire, 68 pp. 9-12, 2018.
- [3] S. Mercier, S. Villeneuve, M. Mondor, I. Uysal, “Time–temperature management along the food cold chain: a review of recent developments”, Compr. Rev. Food Sci. Food Saf., 16, pp. 647-667, 2017, doi:10.1111/1541-4337.
- [4] K.I. Sallam ve K. Samejima, “Buzdolabında depolama sırasında sodyum laktat ve sodyum klorür ile muamele edilmiş kıymanın mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi”, LWT-Gıda Bilimi ve Teknolojisi, 37 (8), 865-871, 2004, doi:10.1016/j.lwt.2004.04.003.
- [5] M. Sheikholeslami, S.A. Farshad, “Nanoparticles transportation with turbulent regime through a solar collector with helical tapes Advanced Powder technology”, 33 (3), 2022, Art.no.103510.
- [6] Y. M. Chu, , N.H. Abu-Hamdeh, B. Ben-Beya, M. R. Hajizadeh, Z. Li, & Q. V. Bach, “Nanoparticle enhanced PCM exergy loss and thermal behavior by means of FVM”, Journal of Molecular Liquids, 320, 2020, Art.no.114457.
- [7] X. Zhang, Y. Tang, F. Zhang, C. Lee, “A novel aluminum-graphite dual-ion battery”, Adv. Energy Mater., 6 (11), p. 1502588, 2016, doi:10.1002/aenm.201502588.
- [8] Y.-M. Chu, U. R Nazi, M. Sohail, M.M Selim, J.-R. Lee, “Enhancement in thermal energy and solute particles using hybrid nanoparticles by engaging activation energy and chemical reaction over a parabolic surface via finite element approach”, Fractal Fract. 5 (3), 2021, doi:10.3390/fractalfract5030119.

- [9] Y. Qin “Simulation based on galerkin method for solidification of water through energy storage enclosure”, *J. Energy Storage*, 50, June 2022, Art.no. 104672.
- [10] F. Selimefendigil, H. F. Öztop, “Impacts of using an elastic fin on the phase change process under magnetic field during hybrid nanoliquid convection through a PCM-packed bed system”, *Int. J. Mech. Sci.*, 216, 2022, Art.no. 106958.
- [11] F. Selimefendigil & H. F. Öztop, “Thermal management and performance improvement by using coupled effects of magnetic field and phase change material for hybrid nanoliquid convection through a 3D vented cylindrical cavity”, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 183, 2022, Art.no. 122233.
- [12] S. Rashid, S. Sultana, Y. Karaca, A. Khalid & Y. M. Chu, “Some further extensions considering discrete proportional fractional operators”, *Fractals*, 30(01), 2022, Art.no. 2240026.
- [13] Y. Cui, J. Xie, J. Liu, J. Wang, S. Chen, “A review on phase change material application in building, *Advances in Mechanical Engineering*”, 9, 2017, doi:10.1177/1687814017700828.
- [14] Y. Li, J. Li, W. Feng, X. H. Wang, “Nian Design and Preparation of paraffin/ porous Al₂O₃@Graphite foams phase change materials with enhanced heat storage capacity and high thermal conductivity”, *ACS Sustainable Chem. Eng.*, 9 (5), pp. 7594-7603, 2017, doi: 10.1021/acssuschemeng.7b00889.
- [15] C. Liu, J. Zhang, J. Liu, Z. Tan, Y. Cao, X. Li, Z. Rao, “Novel Hybrid Hypercrosslinked Polymer Assisted Highly Efficient”, *Thermal Energy Storage*, 2021, doi: 10.21203/rs.3.rs-152851/v1
- [16] D. Li, , B. Zhuang, , Y. Chen, , B. Li, , V. Landry, , A. Kaboorani & X. A. Wang, “Incorporation technology of bio-based phase change materials for building envelope: A review”, *Energy and Buildings*, 2022, doi: 10.1016/j.enbuild.2022.111920.
- [17] K. Das, P.K. Nanda, P. Madane, S. Biswas, A. Das, W. Zhang, et al. A comprehensive review on antioxidant dietary fibre enriched meat-based functional foods *Trends in Food Science & Technology*, 99, pp. 323-336, 2020, doi: 10.1016/j.tifs.2020.03.010.
- [18] S. Bruckner, A. Albrecht, B. Petersen, & J. Kreyenschmidt, “Characterization and comparison of spoilage processes in fresh pork and poultry”, *Journal of Food Quality*, 35(5), 372-382, 2012, doi: 10.1111/j.1745-4557.2012.00456.x.
- [19] E. Scallan, R.M. Hoekstra, F.J. Angulo, R.V. Tauxe, M.A. Widdowson, S.L. Roy, “Foodborne illness acquired in the United States--Major pathogens”, *Emerging Infectious Diseases*, 17 (1), pp. 7-15, 2011, doi: 10.3201%2Fid1701.P11101.
- [20] A. Upadhyay, M.S. Nair, H. Yin, Y. Liu, K. Venkitanarayanan, “Application of natural antimicrobial coating for controlling food-borne pathogens on meat and fresh produce *Handbook of Modern Coating Technologies*” pp. 321-345, 2021, doi: 10.1016/B978-0-444-63237-1.00008-5.
- [21] Q. S. Ren, K. Fang, X. T. Yang & J. W. Han, “Ensuring the quality of meat in cold chain logistics: A comprehensive review”, *Trends in Food Science & Technology*, 119, 133-151, 2022, doi: 10.1016/j.tifs.2021.12.006.
- [22] J. Cervený, J. D. Meyer & P. A. Hall, “Microbiological spoilage of meat and poultry products. In *Compendium of the microbiological spoilage of foods and beverages*”, Springer, New York, NY, pp. 69-86, 2009, doi: 10.1007/978-1-4419-0826-1_3.
- [23] D. Dave, A. E. Ghaly, “Meat spoilage mechanisms and preservation techniques: a critical review. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*”, 6(4), 486-510, 2011, doi: 10.3844/ajabssp.2011.486.510

- [24] C. F. Bagamboula, M. Uyttendaele & J. Debevere, “Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and p-cymene towards *Shigella sonnei* and *S. Flexneri*”, *Food microbiology*, 21(1), 33-42, 2004, doi: 10.1016/S0740-0020(03)00046-7.
- [25] G.H. Zhou, X.L. Xu, Y. Liu, “Preservation technologies for fresh meat-A review”, *Meat Sci*, 86(1), 119-128, 2010, doi: 10.1016/j.meatsci.2010.04.033.
- [26] H.A. Ertaş, “Ette bozulmaya neden olan mikroorganizmalar”, *A.Ü. Ziraat Fakültesi Mezbaha Mahsulleri Teknolojisi Kürsüsü*, 6:187-191, 1979.
- [27] M.A. Astorga, R. Capita, C.A. Calleja, B. Moreno and M.C.G Fernandez, “Microbiological quality of retail chicken by-products in Spain”, *Meat Sci.*, 62: 45-50, 2002, doi: 10.1016/S0309-1740(01)00225-X.
- [28] M.P. E. Rio, M. Moran, C.A. Prieto, Calleja and R. Capita, “Effect of various chemical decontamination treatments on natural microflora and sensory characteristics of poultry”, *Food Microb.*, 115:268-280, 2007, doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2006.10.048.
- [29] A. Şener & A. Temiz, “Tavuk kesimhane ve işletmelerinde kullanılan ticari dezenfektanlar ve etkinlikleri”, *Orlab On-Line Mikrobiyolojisi Derg.*, 2(10):1-28, 2004, doi: 10.13002/jafag702.
- [30] O.Barrera, J.M.R Calleja, J.A Santos, A. Otero and M.L.G. Lopez, “Effect of different storage conditions on *E.coli* O157:H7 and indigenous bacterial”, *Food Microb.*, 115:244- 251, 2007, doi: 10.1016/j.ijfoodmicro. 2006. 10.053.
- [31] Z.Wang, Z.X. He Gan & H. Li, “Interrelationship among ferrous myoglobin, lipid and protein oxidations in rabbit meat during refrigerated and superchilled storage”, *Meat Science*, 146, 131-139, 2018, doi: 10.1016/j.meatsci.2018.08.006.
- [32] W. Zhang, S. Xiao & D.U. Ahn, “Protein oxidation: basic principles and implications for meat quality”, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53, 1191– 1201, 2013, doi: 10.1080/10408398.2011.577540.
- [33] X. Luo, K. Dong, L. Liu. “Proteins associated with quality deterioration of prepared chicken breast based on differential proteomics during refrigerated storage”, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101, 3489– 3499, 2020, doi: 10.1002/jsfa.10980.
- [34] A. Braik, M. Lahouel, R. Merabet, M.R. Djebar & D.Morin, “Myocardial protection by propolis during prolonged hypothermic preservation”, *Cryobiology*, 88, 29– 37, 2019, doi: 10.1016/j.cryobiol.2019.04.003.
- [35] M. Muzolf-Panek, A. Kaczmarek, J. Tomaszewska-Gras, R. Cegielska-Radziejewska & M. Majcher, “Oxidative and microbiological stability of raw ground pork during chilled storage as affected by Plant extracts”, *International Journal of Food Properties*, 22(1), 111-129, 2019, doi:10.1080/10942912.2019.1579834.
- [36] B. Mutluer, “Karkaslarda Kalite Sınıflandırması, EBK”, *Et Hijyeni ve Teknolojisi Seminer Notları*, Ankara, 2000.
- [37] International Institute of Refrigeration, “Recommendations for the Processing and Handling of Frozen Foods”, Paris: International Institute of Refrigeration, 1972, doi:10.1002/food.19740180134.
- [38] G.J. Banwart, “Control of microorganisms by retarding growth”, In *Basic food microbiology*, pp. 462, 612–614, New York: Van Nostrand Reinhold, 1989, doi:10.1007/978-1-4684-6453-5_11.
- [39] J.C. Forest, E.D. Aberle, H.B. Hedrick, “Fundamentos de Ciência de la Carne: Zaragoza”, Ed. Acribia, 1979.

- [40] T. İnal, B. Nazlı, “Mezbaha Bilgisi”, Saray Medikal Yayıncılık, İzmir, 1997.
- [41] X. Zhang, , Q. Shi, , L. Luo, , Y. Fan, , Q. Wang, , & G. Jia. Research Progress on the Phase Change Materials for Cold Thermal Energy Storage. *Energies*, 14(24), 8233, 2021, doi: 10.3390/en14248233.
- [42] D.X. Zheng, X.H. Wu, “Comprehensive evaluation eutectic character used as low temperature thermal energy storage”, *Cryogenics*, 1, 37–45, 2002.
- [43] X.Q. Zhai, X.L. Wang, T. Wang, “Wang, R.Z. A review on phase change cold storage in air-conditioning system: Materials and applications”, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 22, 108–120, 2013, doi:10.1016/j.rser.2013.02.013.
- [44] E. Borri, J.Y. Sze, A. Tafone, A. Romagnoli, Y. Li, G. Comodi, “Experimental and numerical characterization of sub-zero phase change materials for cold thermal energy storage”, *Appl. Energy*, 275, 2020, Art. no. 115131.
- [45] Latest, “Phase Change Material PCM Manufacturers for Air Conditioning, Electronics Cooling ...”, www.teappcm.com (accessed on 1 September 2021).
- [46] Carrier, www.cristopia.com (accessed on 1 September 2021).
- [47] Microtek, “temperature matters”, www.microteklabs.com (accessed on 1 September 2021).
- [48] H. Kakiuchi, Mitsubishi Chemical; Mitsubishi Chemical Corporation: Tokyo, Japan, 2002.
- [49] Climator, “how does climsel work?”, www.climator.com (accessed on 1 September 2021).
- [50] L. Yang, U. Villalobos, B. Akhmetov, A. Gil, J. O. Khor, A. Palacios & A. Romagnoli, “A comprehensive review on sub-zero temperature cold thermal energy storage materials, technologies, and applications: State of the art and recent developments”, *Applied Energy*, 288, 2021, Art.no.116555.
- [51] T. Yang, Q. Sun, R.L. Wennersten & Cheng, “Review of phase change materials for cold thermal energy storage”, *Journal of Engineering Thermophysics*, 39(3), 567-573, 2018, Art.no. 0253-231X (2018) 03-0567-07.
- [52] E. Borri, J.Y. Sze, A. Tafone, A. Romagnoli, Y. Li, “Comodi, G. Experimental and numerical characterization of sub-zero phase change materials for cold thermal energy storage”, *Appl. Energy*, 275, 2020, Art.no. 115131, doi: 10.1016/j.apenergy.2020.115131.
- [53] Ş. Anar, “Et ve et ürünleri teknolojisi”, Dora yayıncılık, 2010 Bursa, bölüm 3 syf 93-96.

Relationship Between Sports and Organic Agriculture

Hülya SAYĞI 

ABSTRACT

Agriculture is an indispensable economic activity in terms of ensuring the continuation of human life. Sports, on the other hand, is an activity carried out in order to ensure that human life is good physical and mental quality. The main purpose of both is to protect and improve human existence and health. Agriculture and sports are both done in the natural environment and affect the natural balance. The aim of this study is to reveal the relationship between organic agriculture which suggests an environment and human friendly production system and sports activities that serve to protect human health. In this context, the relationship between agriculture and sports is tried to be explained by using secondary data sources such as academic publications, explanations of authorized institutions and organizations. Our study findings show that agriculture and sports activities are closely related in many ways. Accordingly, it was concluded that both sports and agriculture should be done by considering the natural balance, since they are both done in the natural environment and aim to protect, develop and maintain human health.

Spor ve Organik Tarım Arasındaki İlişki

ÖZET

Tarım, insan yaşamının devamının sağlanması açısından vazgeçilmez bir ekonomik faaliyettir. Spor ise insan yaşamının fiziksel ve zihinsel olarak iyi kalitede olmasını sağlamak için yapılan bir aktivitedir. Her ikisinin de temel amacı, insan varlığını ve sağlığını korumak ve geliştirmektir. Tarım ve spor her ikisi de doğal ortamda yapılmakta ve doğal dengeyi etkilemektedir. Bu çalışmanın amacı, çevre ve insan dostu bir üretim sistemi öneren organik tarım ile insan sağlığını korumaya hizmet eden spor faaliyetleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır. Bu bağlamda akademik yayınlar, yetkili kurum ve kuruluşların açıklamaları gibi ikincil veri kaynakları kullanılarak tarım ve spor arasındaki ilişki açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışma bulgularımız, tarım ve spor faaliyetlerinin birçok yönden yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Buna göre, spor ve tarım her ikisinin doğal ortamda yapılması, insan sağlığını korumayı, geliştirmeyi ve sürdürmeyi amaçlaması nedenlerinden dolayı her ikisinin de doğal denge gözetilerek yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

1. INTRODUCTION

Today, living by increasing the quality of life has become as important as living a long life. A natural environment, nutrition and physical activity are the main factors in a healthy aging and to minimize the health risks that may occur due to age with various methods. In accordance with the purpose of the research, the concepts of physical activity, exercise and sports, which have

Article Info

*Corresponding author:

e-mail: husaygi@gmail.com

Institution: Çukurova
Üniversitesi, Yumurtalık Meslek
Yüksekokulu

Article history

Received: 20.08.2022

Accepted: February 26.09.2022

Available online: 30.09.2022

Keywords:

Sports, Organic Agriculture,
Quality Environment, Quality
Food.

Anahtar Kelimeler:

Spor, Organik Tarım, Kaliteli
Çevre, Kaliteli Gıda.

How to Cite: H. Saygı,

"Relationship Between Sports and
Organic Agriculture",
*Environmental Toxicology and
Ecology*, cilt 2, sayı 2, ss. 133-143,
2022.

different meanings from each other, are used in the same sense to mean all activities that affect or are affected by nature, amateur or professional.

In order to create our civilization today, we had two options that were compatible and not compatible with the natural environment, and it is a bitter fact that we chose the option that was not compatible with the natural environment [1]. The use of production techniques that are not compatible with the natural balance in agricultural production, which is the driving force of today's industrialization infrastructure, has caused great damage to the environment [2]. It is a fact proven by scientific studies that food products produced with this technique pose great threats to humans. The most concrete example of environmental disasters caused by agricultural activities is the Aral Lake. During the Soviet Union period, the water needs of the cotton fields were met by cutting the waters of the Amu Derya and Siri Derya rivers that fed the Aral Sea. As a result, the Aral Lake, which has been in existence for hundreds of years, has an area of 60 thousand square kilometers and a depth of 40 meters, has dried up in a process of 40 years and turned into a desert [3, 4]. Besides the devastating social, economic and psychological effects, environmental problems that threaten human life have occurred in the region. Although this effect caused by agricultural activities is not at the same level, it is felt all over the world.

Thanks to the developments in science and technology, many jobs that were previously done with human power are made by machines, and leisure activities, which are generally done outdoors, in parallel with the same developments, in a virtual environment instead of outdoors, people are becoming increasingly inactive. According to the 2017 report of the World Health Organization (WHO), inactive life causes 3.2 million deaths per year worldwide [5]. Today, technology has drastically reduced people's habits of moving. Cars are machines that have minimized our need to walk and do heavy work for people. Devices such as television and computer cause to be inactive for a long time for people [6]. However, the human body was "designed" to move, and for thousands of years, humans lived a lively life by hunting, breeding, and changing places for commercial activities [7]. It can be said that the development and widespread of technology to the present extent occurred in a small period of time in human history [8]. However, human beings get used to comfort quickly. Most people today find it annoying to move more than "necessary". In addition, it has been determined that health problems due to inactivity significantly increase health expenditures. Studies show that regular physical exercise can provide economic benefits, such as reduced healthcare costs and increased productivity [9]. People who are worn out in the face of the difficulties and stress brought by life today; An inactive lifestyle affects work efficiency, health and psycho-social levels.

It has been understood that the situations stated at the point reached are not sustainable. In this case, it is necessary to create an ideal sports activity and a healthy environment for a quality life. There is also a need to ensure a safe food production and supply chain. The purpose of this study is to determine this important relationship and to be a reference for future studies on this subject.

2. SPORT CONCEPT AND ITS IMPORTANCE

The concept of sport has been given different definitions in the literature. Sport is defined in Article 2 of the Council of Europe, European Sports Charter as *“means all forms of physical activity which, through casual or organised participation, aim at expressing or improving physical fitness and mental well-being, forming social relationships or obtaining results in competition at all levels.* [10]” SportAccord defines *“sport in a way that includes the clauses that the proposed sport must have an element of competition, sport*

must not harm living things in any way, must not rely on equipment provided by a single supplier and any element of chance designed specifically for the sport" [11]. Sports can be defined as all of the physical activities and exercises that require the participation of amateur or professional and individual or team, and which are done to compete, to reach a determined goal, by using their mental and physical abilities within the framework of predetermined rules. Sports is a group of movements and an important mass education tool that aims to positively affect the physical and mental health of people and to provide social and moral gains [12]. Sport is a new science that not only develops the physical aspect of the human body, but also determines the human character, ego, behavioral quality and psychological structure through games, movements, competitions [13]. The constitution of sports; It is a school of human community based on health, unity and solidarity, brotherhood and friendship. The importance of sports in the development of people is a well-known fact. In addition to the physical development of children who were consciously directed to sports from a young age, their ability to make quick, correct and courageous decisions and their intelligence levels were observed [13]. The ability of a person to live in accordance with the rules of society, to establish good relationships, to behave healthy and honestly depends on the physical and spiritual development [13] as well as the development of thought. Today it is accepted that health has a high relationship with our lifestyle. Depending on WHO [14], health is not only protection from diseases and microbes, but also physical, spiritual and social well-being as a whole. According to the age, health; It can be explained as emotional, spiritual, mental (intellectual), social, professional and physical health [15].

2.1. The Relationship of Sports and Nutrition with Health

Health is in a very close relationship with our environment, which we affect with our lifestyle and behaviour [16]. This is why, over time, changes in our behaviors and lives have led to new dimensions in health.

Centuries ago, primitive people did not have health problems similar to those of today. Depending on the development of technology, it is possible to see the positive and negative aspects of industrialization and mechanization in societies. Especially in the 20th century, developments (television, nuclear energy sources, petroleum products, etc.) changed the pace of life and due to these technological advances, physical activities decreased and mental studies increased [17, 18].

The increasingly crowded population [19], intense traffic, the habit of using transportation vehicles in our world, the monotonous and less mobile working environment brought by technology and mechanization, factors that accustom people to inactivity in social life, increasing unemployment and retirement, coffeehouse and local habits, time spent in front of television, in parallel with these the habit of eating constantly, increased use of alcohol and tobacco products, the stagnation caused by distress and psychological breakdown due to various reasons inevitably pushes human beings to "laziness or little movement", which is described as the biggest disease of age. Long-term inactivity primarily reduces the mobility and ability of the human body [20] and causes an increase in organic debris. As a result, some health problems occur in the body.

Due to all these changes, microbial diseases such as measles, malaria, etc., which were once the biggest health problems of humanity, have been replaced by other health problems. According to the findings of many studies on the subject; those who do not exercise are 5 - 7 times more likely to get cardiovascular diseases than those who do exercise. Evidence suggests that the risk for a sedentary person is about 50 times higher than the risk for someone who exercises about 5 times a week [21]. In addition, other risk factors

are obesity problem and high blood pressure, excessive smoking and alcohol consumption, unbalanced nutrition increase the possibility of getting these risks.

It is the main goal for everyone who does sports to protect their health and happiness and to maximize their performance. It is important how athletes eat and how this diet affects their performance. Although the energy and nutritional requirements of athletes differ in terms of age, gender and sports branches, basic nutrition rules are similar for all athletes [22]. Nutrition; the energy needed by the athlete should include nutrients and adequate fluid intake. There is no miracle diet or food recommended for athletes. In general, it is recommended that athletes eat a diet rich in carbohydrates, while it is recommended that they consume sufficient protein, vitamins and minerals, and that the energy provided from fat should be slightly lower than those who do not do sports [23]. An appropriate training program and a well-organized nutrition program prepared in cooperation with athletes' dieticians and trainers are the most basic factors in increasing performance [24]. It is accepted that adequate and balanced nutrition does not guarantee the success of an athlete, but inadequate and unbalanced nutrition causes some health problems and low performance. It is known that a well-nourished athlete has some advantages compared to a bad-fed athlete.

2.1. Advantages of a Healthy Athlete

Aljaloud [25], stated that the nutritional intake of Olympic athletes can directly affect their performance. Aoi et al. [26] and Williams and Rollo [27], stated that the healthy diet of the athletes is the basic rule for effective performance improvement, increased conduction, overcoming fatigue quickly after intense physical activities, and preventing injuries. Advantages of a dietary for an athlete [26];

- High performance,
- The efficiency of the training is at the maximum level,
- Has a high level of concentration and attention,
- The rate of illness and injury is low, in these cases the recovery period is short,
- Its growth and development is at the expected level.
- Body weight and body fat are within or close to the recommended limits.

The most important goals in sports nutrition; to protect the general health of the athlete and to increase their performance [28]. Our body spends more energy during exercise than at rest, because during exercise, the muscles contract more strongly, the heartbeat accelerates and the heart pumps blood to the body faster, which causes the body to spend intense energy [29]. Recovering this energy loss to the body in a fast and healthy way will only be possible by feeding with healthy and safe foods. Organic agriculture, which adopts environmentally, human and other living creatures-friendly production methods as its basic principle, and whose every process is monitored and documented by independent audit institutions, offers the best alternative to reach healthy and safe food.

3. ORGANIC FARMING CONCEPT AND ITS IMPORTANCE

Organic agriculture, by Gil et al. [30]; It is defined as "an agricultural production method that does not disturb the natural balance, does not pollute the environment, does not cause harmful effects on humans and other living things, and aims to produce clean products that are controlled and certified at every stage from production to consumption". Studies show that organic products have positive effects on health and environment since they do not contain pollutants [31]. The damages of conventional agriculture have increased the interest in organic agriculture and organic products and made them valuable in the eyes of the consumer [32]. Consumers increasingly prefer organic products because they believe that organic products are healthier and more environmentally friendly [33]. New rules and regulations on the environment and the increase in the number of organic consumers in recent years are also considered as a natural result of this situation [34]. It is stated that, due to the scandals in the food sector and the increase of environmental and health concerns, consumers have started to turn to products that are guaranteed not to use chemicals and additives such as genetically modified products and their derivatives, and this group is called green or organic consumer mass [35].

At the point where agriculture has reached today, ecological, socio-economic, health and ethical concerns have led humanity to new pursuits. Human beings have realized that they have destroyed their own living space as a result of the existing agricultural activities they carry out, and the damage they cause to the living and non-living environment in which they live. New agricultural approaches that are compatible with nature, using resources correctly, aiming sustainable development, considering animal welfare, taking into account the spiritual and sensory satisfaction of human beings in agricultural activities have started to spread all over the world.

3.1. Reaching Safe Food

Organic foods are perceived as more nutritious by some consumers as well as being healthier, safer and more environmentally friendly. Previous studies have shown that consumers perceive higher quality and tastier organic foods as "certified safe products", as well as are willing to pay higher prices for these foods [36]. It has been shown that organic foods are beneficial due to their healthier and safer properties and some of them satisfy hedonic feelings because they are more delicious [37, 38]. When we look at the factors affecting the consumption of organic products, we generally encounter motivations such as health concerns, environmental concerns, food safety, ethical concerns and value structure [39, 40]. The inclusion of organic foodstuffs, which are claimed to be healthier and safer in the literature, in the nutrition regimes of the athletes will enable them to perform better by creating healthy eating habits in the athletes. According to the results of a survey conducted by Baranauskas et al. [41], reported that 97% of the athletes working in the olympic disciplines who participated in the survey consumed organic food items. In addition, they reported that 80% of the athletes surveyed believed that organic food had a positive effect on health. The widespread use of chemical pesticides and fertilizers in crop production, unnatural production methods such as additives used in animal feeds bring concerns about their negative effects on nature and human health [42]. Especially in developed countries, most consumers consider organic foods to be safer and healthier than traditionally produced foods. Therefore, it can be stated that organic agriculture arises from the desire of the people to obtain safe and healthy food and to realize the long-term sustainability of food production.

3.2. A Healthy Environment

We have stated above that people have been involved in various activities that harmonize nature to create their own civilization. These activities negatively disrupt the balance of nature by polluting the soil, air and water resources and destroying biodiversity [43]. Sports aimed at protecting human health is one of these activities. Many physical sports activities, especially in natural environments, damage nature [44]. It is possible to see this effect more in large sports organizations [44]. Suitable environmental conditions should be created in order to do sports based on many physical activities in nature (For example, mountaineering, skiing, horse riding and golf). This can damage the natural balance. Another aspect of the issue is the environmental pollution caused by the wastes left by those who attend and watch these events [45]. For an ideal sports environment, it is necessary to create a quality environment, that is, sports facilities and activities must be adapted to nature [45]. Agricultural production activities that produce foods that provide with the energy people need for sports have also caused great damage to the environment with practices that are not compatible with the natural balance. The modern world pays the effects of these damages by exposure to a dirty environment that threatens our health and the consumption of poisonous foods and exposure to unknown diseases [46]. Conservation of natural resources about this bad situation, especially in developed countries, has brought the issues of human, animal and environmental health to the agenda and increased public awareness [47]. Consumers' awareness of healthy and natural nutrition also contributes to the importance of organic agriculture. Organic agriculture, a system that aims to produce food with the least harm to ecosystems, animals and humans, is generally considered as a solution [48, 49]. As a result, we can say that all sports and agricultural activities are interconnected and have vital importance in terms of protecting and maintaining human health, which must be compatible with nature.

4. RELATION OF SPORT AND ORGANIC AGRICULTURE

The development and growth of a society is possible with the parallel development of all activities carried out by the society. The healthier people in a society, the stronger than society is economically. Because the health and efficiency of the individual are parallel. Long-term healthy living and working of individuals increase the production and national income level in the country. They become more important because the main purpose of sports and organic agriculture is to protect human health.

Sports ensure people's adaptation to the natural environment and the protection of their physical and spiritual integrity through physical activities in nature. Various threats created by the modern age negatively affect human health such as stress and inactivity. Thanks to sports, people are protected by responding to these threats. For an ideal sport, food produced in healthy conditions and quality environments are needed.

Organic farming activities, on the other hand, are an agricultural production system that aims to produce foods that must be produced in accordance with the natural balance. Thus, organic agriculture ensures both the production of healthy foods and the provision of safe food supply and the protection of the natural environment for a quality environment.

As a result, the continuation of human life depends on the ability to protect and sustain health. The relationship between sports and organic agriculture has a great effect on increasing this ability. Considered basically, we can say that these two activities serve the purpose of protecting and improving people's health.

Apart from this basic common denominator, we can list the relationship between the two activities under three headings as follows.

First of all, the main purpose of sports and organic agriculture is to protect human health and ensure its sustainability. For this purpose, while sports serve human health through physical activities, organic agriculture serves by producing quality food for the continuation of these activities.

Secondly, while sports and physical activities allow people to adapt to the natural environment, organic agriculture ensures the creation and sustainability of a quality environment by producing quality food in harmony with the natural balance for the continuation of these activities.

Third, the vast majority of both sports and organic farming activities depend on the natural environment and affect the natural environment in various ways. Sports are activities performed in nature to create healthy people, except the types of sports performed indoors. Two basic factors are needed for an ideal sports environment. A quality environment and food. Organic farming practices produce the solution to meet this need. In this sense, the common purpose of sports and organic agriculture is to protect human existence and to ensure its sustainability.

5. CONCLUSION

Agriculture and sports are two important activities in terms of protection, development and continuity of human existence. This study was conducted to emphasize the relationship between these two activities and the importance of these two activities in human life. Our study showed that agriculture and sports are two special activities that complement each other, which can be done in the natural environment and can directly affect the natural environment, but also can be directly affected by the natural environment. While agriculture is the source of nutrients necessary for sports, faulty agricultural practices damage both these nutrients and the natural environment necessary for sports. Sports damage agriculture through sports facilities built on valuable agricultural lands and environmental damage during sports events. As a result, the production of the desired benefit for people from agriculture and sports depends on doing it in harmony with the natural balance.

Funding

The authors did not receive any financial support for the research, authorship or publication of this research.

The Declaration of Conflict of Interest

No conflict of interest or common interest has been declared by the authors. “No conflict of interest or common interest has been declared by the authors.”

The Declaration of Ethics Committee Approval

This study does not require ethics committee permission or any special permission.

The Declaration of Research And Publication Ethics

The author of the paper declare that they comply with the scientific, ethical and quotation rules of ETOXEC in all processes of the paper and that they do not make any falsification on the data collected. In addition, they declare that Environmental Toxicology and Ecology and its editorial board have no responsibility for any ethical violations that may be encountered, and that this study has not been evaluated in any academic publication environment other than Environmental Toxicology and Ecology

KAYNAKÇA

- [1] H. Saygı, “Adverse Effects of Climate Change on Agriculture: An Evaluation of Fruit and Honey Bee Farming,” *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*. vol. 10(1), pp. 504–514, May 2020, <https://doi.org/10.18488/journal.1005/2020.10.1/1005.1.504.514>
- [2] P. Nicolopoulou-Stamati, S. Maipas, C. Kotampasi, P. Stamatis, L. Hens, “Chemical Pesticides and Human Health: The Urgent Need for a New Concept in Agriculture,” *Frontiers in Public Health*, vol. 4, July 2016, <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148>
- [3] J-F. Cretaux, R. Letolle, M. Bergé-Nguyen, “History of Aral Sea level variability and current scientific debates *Global and Planetary Change*”, vol. 110(A), pp. 99-113, Nov. 2013, <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2013.05.006>
- [4] H. Xu, “The Study on Eco-environmental Issue of Aral Sea from the Perspective of Sustainable Development of Silk Road Economic Belt”, presented at the IOP Conference Series Earth and Environmental Science, vol. 57(1):012060, Beijing, China, May 2016, <https://doi.org/10.1088/1755-1315/57/1/012060>
- [5] WHO, “Physical inactivity”, The Global Health Observatory, 2017, <https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/3416> (accessed May 14, 2022).
- [6] R. Mustafaoğlu, E. Zirek, Z. Yasacı, A. R. Özdiñler, “The negative effects of digital technology usage on children’s development and health”, *Addicta: The Turkish Journal on Addictions*, vol. 5, pp. 227–247, Mar. 2018, <http://dx.doi.org/10.15805/addicta.2018.5.2.0051>
- [7] E. W. Chu, J. R. Karr, “Environmental Impact: Concept, Consequences, Measurement”, Reference Module in Life Sciences, pp. 1-23, B978-0-12-809633-8.02380-3. Oct. 2016, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809633-8.02380-3>
- [8] M. R. Hoehe, F. Thibaut F, “Going digital: how technology use may influence human brains and behaviour”, *Dialogues in clinical neuroscience*, vol. 22(2), pp. 93–97, Jun. 2020, <https://doi.org/10.31887/DCNS.2020.22.2/mhoehe>
- [9] S. A. Carlson, J. E. Fulton, M. Pratt, Z. Yang, E. K. Adams, (2015). “Inadequate Physical Activity and Health Care Expenditures in the United States”, *Progress in Cardiovascular Diseases*, vol. 57(4), pp. 315-323, Jun.-Feb. 2015, <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2014.08.002>
- [10] Council of Europe, Council of Europe of The Committee of Ministers to Member States on The Revised European Sports Charter, 2001, https://search.coe.int/cm/Pages/result_details.aspx?ObjectID=09000016804c9dbb (accessed September 19, 2022).

- [11] SportAccord, Definition of Sport, 2022, <http://www.sportaccord.com/en/members/index.php?idIndex=32&idContent=14881> (accessed September 19, 2022).
- [12] NCBI, “Educating the Student Body: Taking Physical Activity and Physical Education to School”, Ed. Kohl, H.W. III., Cook, H.D. Institute of Medicine, Washington, DC: The National Academies Press, 2013, <https://doi.org/10.17226/18314>
- [13] R. Ghildiyal, “Role of sports in the development of an individual and role of psychology in sports”, *Mens sana monographs*, vol. 13(1), pp. 165–170. Jun.-Dec. 2015, <https://doi.org/10.4103/0973-1229.153335>
- [14] WHO, “Health and Well-Being”, Jun. 2018, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response> (accessed May 14, 2022).
- [15] S. G. Dalmida, “Spirituality, mental health, physical health, and health-related quality of life among women with HIV/AIDS: integrating spirituality into mental health care”, *Issues in mental health nursing*, vol. 27(2), pp. 185–198, Apr. 2006, <https://doi.org/10.1080/01612840500436958>
- [16] G. Calogiuri, S. Chroni, “The impact of the natural environment on the promotion of active living: An integrative systematic review”, *BMC Public Health*, vol. 14, pp. 873, Aug. 2014, <https://doi.org/10.1186/1471-2458-14-873>
- [17] Z. Gao, J. E. Lee, “Emerging Technology in Promoting Physical Activity and Health: Challenges and Opportunities”, *Journal of Clinical Medicine*, vol. 8(11), pp. 1830, Nov. 2019, <https://doi.org/10.3390/jcm8111830>
- [18] M. N. Woessner, T. Alexander, L-L. Ariella, A. G. Parker, P. Levinger, I. Levinger, “The Evolution of Technology and Physical Inactivity: The Good, the Bad, and the Way Forward”, *Frontiers in Public Health*, vol. 28(9:655491), May. 2021, <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.655491>
- [19] worldometers, “World Population”, 2022, <https://www.worldometers.info/world-population/> (accessed May 14, 2022).
- [20] A. Kramer, A. Gollhofer, G. Armbrecht, D. Felsenberg, M. Gruber, “How to prevent the detrimental effects of two months of bed-rest on muscle, bone and cardiovascular system: an RCT”, *Sci Rep.* vol. 7, pp. 13177, Oct. 2017, <https://doi.org/10.1038/s41598-017-13659-8>
- [21] J. Myers, (2003). “Exercise and Cardiovascular Health”, *Circulation*, vol. 107(1), pp. e2–e5, Jun. 2003, <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000048890.59383.8D>
- [22] J. W. Smith, M. E. Holmes, M. J. McAllister, “Nutritional Considerations for Performance in Young Athletes”, *J Sports Med (Hindawi Publ Corp)*, vol. 2015:734649, pp. 1-13, Aug. 2015 <https://doi.org/10.1155/2015/734649>
- [23] B. Pramuková, V Szabadosová, A. Soltéssová, “Current knowledge about sports nutrition”, *The Australasian medical journal*, vol. 4(3), pp. 107–110, Mar. 2011, <https://doi.org/10.4066/AMJ.2011.520>
- [24] O. F. Folasire, A. A. Akomolafe, R. A. Sanusi, “Does Nutrition Knowledge and Practice of Athletes Translate to Enhanced Athletic Performance? Cross-Sectional Study Amongst Nigerian Undergraduate Athletes”, *Global journal of health science*, vol. 7(5), pp. 215–225, 2015, <https://doi.org/10.5539/gjhs.v7n5p215>
- [25] S. O. Aljaloud, “Understanding the Behaviors and Attitudes of Athletes Participating in the 2016 Rio Olympics Regarding Nutritional Supplements, Energy Drinks, and Doping”, *Int J Sports Exerc Med*, vol. 4(099), pp. 1-8, July 2018, <https://doi.org/10.23937/2469-5718/1510099>
- [26] W. Aoi, Y. Naito, T. Yoshikawa, “Exercise and functional foods”, *Nutr J.* vol. 5(15), Jun. 2006, <https://doi.org/10.1186/1475-2891-5-15>

- [27] C. Williams, I. Rollo, “Carbohydrate Nutrition and Team Sport Performance”, *Sports Med*, vol. 45, pp. 13-22, Nov. 2015, <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0399-3>
- [28] R. A. Saura, M. P. Z. Rentero, J. M. Hernández, “Sports Nutrition and Performance”, In G. Mózsik, & M. Figler (Eds.), *Nutrition in Health and Disease - Our Challenges Now and Forthcoming Time*, IntechOpen, Jun. 2019, <https://doi.org/10.5772/intechopen.84467>
- [29] K. L. Beck, J. S. Thomson, R. J. Swift, P. R. von Hurst, “Role of nutrition in performance enhancement and postexercise recovery” *Open access journal of sports medicine* vol. 6, pp. 259–267, Aug. 2015, <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S33605>
- [30] J. M. Gil, A. Gracia, M. Sanchez, “Market segmentation and willingness to pay for organic products in Spain”, *The International Food and Agribusiness Management Review*, vol. 3(2), pp. 207-226, Sum. 2000, [https://doi.org/10.1016/S1096-7508\(01\)00040-4](https://doi.org/10.1016/S1096-7508(01)00040-4)
- [31] I. Gottschalk, T. Leistner, “Consumer reactions to the availability of organic food in discount supermarkets”, *International Journal of Consumer Studies*, vol. 37(2), pp. 136-142, 2013, <https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2012.01101.x>
- [32] N. Sarıkaya, “Organik Ürün Tüketimini Etkileyen Faktörler Ve Tutumlar Üzerine Bir Saha Çalışması”, *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, vol. 14, pp. 110-125. Ara. 2007, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/251964>. (accessed June 25, 2021).
- [33] H. V. Nguyen, N. Nguyen, B.K. Nguyen, A. Lobo, P. A. Vu, “Organic food purchases in an emerging market: The influence of consumers' personal factors and green marketing practices of food stores”, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 16(6):1037, Mar. 2019, <https://doi.org/10.3390/ijerph16061037>
- [34] S. Güven, P. Pekmezci, “Tüketicilerin organik ürünlere bakışı ve tüketicileri organik ürünlere yönlendiren motivasyonlar”, *Hacettepe Üniversitesi Sosyolojik Araştırmalar E-Dergisi*, p. 1-12, Haz. 2015, http://www.sdergi.hacettepe.edu.tr/makaleler/TUKETICILERIN_ORGANIK_URUNE_BAKIS_23HAZ2015.pdf (accessed June 25, 2021).
- [35] S. Karabaş, A. Z. Gürler, “Organik Ürün Tercihinde Tüketici Davranışları Üzerine Etkili Faktörlerin Logit Regresyon Analizi İle Tahminlenmesi”, *Adıyaman Üniversitesi Sos. Bil. Ens. Dergisi*, s. 10, ss. 129-156, Ara. 2012, <https://doi.org/10.14520/adyusbd.272>
- [36] J. Chen, A. Lobo, “Organic food products in China: Determinants of consumers' purchase intentions” *The international review of retail, Distribution and Consumer Research*, vol. 22(3), pp. 293-314, Jun. 2012, <https://doi.org/10.1080/09593969.2012.682596>
- [37] J. Aertsens, W. Verbeke, K. Mondelaers, G. Van Huylenbroeck, “Personal determinants of organic food consumption: a review”, *British Food J*, vol. 111(10), pp. 1140-1167, Sep. 2009, <https://doi.org/10.1108/00070700910992961>
- [38] A. Nasir, F. Karakaya, “Underlying Motivations of Organic Food Purchase Intentions”, *Agribusiness*, vol. 30 (3), pp. 290-308, Nov. 2013, <https://doi.org/10.1002/agr.21363>
- [39] P. Honkanen, B. Verplanken, S. O. Olsen, “Ethical values and motives driving organic food choice” *J. Consumer Behaviour*, vol. 5(5), pp. 420-430, Oct. 2006, <https://doi.org/10.1002/cb.190>
- [40] S. Padel, C. Foster, “Exploring the gap between attitudes and behaviour. Understanding why consumers buy or do not buy organic food”, *British Food Journal*, vol. 107(8), pp. 606-625, Aug. 2005, <https://doi.org/10.1108/00070700510611002>
- [41] M. Baranauskas, R. Stukas, L. Tubelis, K. Žagminas, G. Šurkienė, V. Dobrovolskij, M. Jakubauskienė, V. R. Giedraitis, “Organic food consumption by athletes in Lithuania” *Open medicine (Warsaw, Poland)*, vol. 10(1), pp. 180–187, Feb. 2015, <https://doi.org/10.1515/med-2015-0029>

- [42] E. M. Meemken, M. Qaim, “Organic Agriculture, Food Security, and the Environment” Annual Review of Resource Economics, vol. 10, pp. 39–63, Mar. 2018, <https://doi.org/10.1146/annurev-resource100517-023252>
- [43] J. A. Foley, N. Ramankutty, K. A. Brauman, E. S. Cassidy, J. S. Gerber, et al., “Solutions for a cultivated planet”, Nature, vol. 478, pp. 337-342, Oct. 2011, <https://doi.org/10.1038/nature10452>
- [44] C. W. Schmidt, “Putting the Earth in Play: Environmental Awareness and Sports” Environ Health Perspect, vol. 114(5), pp. A286–A295, May 2006, <https://doi.org/10.1289/ehp.114-a286>
- [45] H. K. Hognestad, R. Giulianotti, H. Thorpe, T. Langseth, B. Gils, “Editorial: Environmental Sustainability in Sports, Physical Activity and Education, and Outdoor Life” Frontiers in Sports and Active Living, vol. 4, pp. 2624-9367, Feb. 2022, <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fspor.2022.853599>
- [46] N. Meyer, A. Reguant-Closa, ““Eat as If You Could Save the Planet and Win!” Sustainability Integration into Nutrition for Exercise and Sport”, Nutrients, 9(4), 412, Apr. 2017, <https://doi.org/10.3390/nu9040412>
- [47] R. C. Bailey, J. Olson, S. L. Pepper, J. Porzrasz, T. J. Barstow, D. M. Cooper, “The Levels and Tempo of Children's Physical Activities: An Observational Study” Med. Sci. Sports Exerc, vol. 27, pp. 1033-1041, Jul. 1995, <https://doi.org/10.1249/00005768-199507000-00012>
- [48] J. A. Berlin, A. G. Golditz, “A Meta-Analysis of Physical Activity in the Prevention of Coronary Heart Diseases”, Am. J. Epidemiol, vol. 132, pp. 612-628. 1990, <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a115704>
- [49] S. N. Blair, H. W. Kohl, C. E. Barlow, “Physical Activity, Physical Fitness, And All-Cause Mortality A Prospective Study Of Helthy Men And Women” J. Am Med Assoc, vol. 262, pp. 2395-2401, Nov. 1989, <https://doi.org/10.1001/jama.262.17.2395>