

DÜSTAD
JOGHENS

2018



DÜSTAD
Dünya Sağlık ve
Tabiat Bilimleri
Dergisi

JOGHENS
Journal of Global
Health & Natural
Science

ISSN: 2687-637X

Yıl: 2021 Cilt: 4 Sayı: 2



Dergi Yöneticisi ve Baş Editör:

Doç. Dr. Arzu ÖNEL

Editör Yardımcısı

Doç. Dr. Mücahit EROĞLU

Teknik Editör

Arş. Gör. Mükremin DURMUŞ

MAKALELER

- 1 Radyasyonun ve Radyasyon Zırhlamasında Kullanılan Kurşunun İnsan Sağlığına Etkileri Üzerine Bir Araştırma

Aysun Seven Uzun

- 2 Investigation of the Effect of COVID-19 on Kidney Functions

Eray Atalay, Seda Çelik, İhsan Kahraman

- 3 Artan Cep Telefonu Kullanımının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Gülçin Özevci, Büşra Ceyhan, Kadir Atakır

- 4 A Scanning Electron Microscope Study: Investigation of Some Convolvulus L. Taxa (Convolvulaceae) as Morphological and Palynological

Azize Demirpolat, Ömer Kılıç

- 5 Ortaokul Öğrencilerinin Küresel Isınmaya Yönelik Görüşleri

Gökçe Kılıçoğlu, Mavi Akkaya Yılmaz

- 6 Diyabet Hastalarında Sağlık Okuryazarlığının Değerlendirilmesi

Ayşe Gül Parlak, Zümrüt Şahin

ULUSLARARASI EDİTÖRLER KURULU

Adı	Ülke
Muzaffer ALKAN	Türkiye
Ebru KAFKAS	Türkiye
İnci KESİLMİŞ	Türkiye
Kakajan Janbekov	Türkmenistan
Rahimmammet KÜRENOV	Türkmenistan
Galib SAYILOV	Azerbaycan
Seyfeddin RZASOY	Azerbaycan
Zümrüd MANSİMOVA	Azerbaycan
Eldar HACIYEV NABİYEVİÇ	Dağıstan
Ali TOPÇUK	Almanya
Necat KEVSEROĞLU	Irak
Hüseyin BEYOĞLU	Irak
Bekezhan A. AKHAN	Kazakistan
Muhtar MIROV	Kazakistan
Roza Zh. KURMANKULOVA	Kazakistan
Anara A. KARAGULOVA	Kazakistan
Eshiev ASYLBEK	Kırgızistan
Selim BEZERAJ	Kosova
Moslem SARBAST	Macaristan
Abdulqodir TOSHQULOV	Özbekistan
Obidjon SOFİYEV	Özbekistan
Svetlana Petrovna ANZOROVA	Rusya
Redzeb Skrijelj	Sibirya
Radık GALİULLİN	Tataristan
Mehmet KARATAŞ	Türkiye

Radyasyonun ve Radyasyon Zırhlamasında Kullanılan Kurşunun İnsan Sağlığına Etkileri Üzerine Bir Araştırma

Aysun SEVEN UZUN¹

Özet: İnsanlar yaşamları boyunca radyasyonla iç içe olmuşlardır. Radyasyon kaynakları var olmaya devam ettiği sürece de bundan uzak durmak mümkün olmayacaktır. Radyasyon teknolojisi hayatı kolaylaştırdığı gibi beraberinde biyolojik sistemlere yönelik etki ederek kolaylıkla besin zincirine girip canlılara hasar vermektedir. Hatta bu hasarlar telafisi mümkün olmayan sonuçlara sebep olmaktadır. İnsanları doğrudan veya dolaylı yollarla maruz kaldığı radyasyondan korumak için zırhlamanın ve zırh kalkanı olarak kullanılacak malzemenin özelliklerinin bilinmesi çok önemlidir. Radyasyonun etkilerini azaltmak için zırh kalkanı olarak kullanılan kurşun masum gibi görünse de radyasyonun açtığı hasarı farklı yollarla devam ettirmektedir. Kentleşme ve sanayileşmenin gelişimine paralel olarak aynı hızda önlemler alınmadığı takdirde de insan sağlığını tehdit eden toksik bir madde olmaya devam edecektir. Bu çalışmada; radyasyon, radyasyon zırh elemanı olarak kullanılan kurşunun faydaları, faydasının yanı sıra insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri ve bu iki unsurun zararlı etkilerini en aza indirebilmek için alınması gereken önlemler araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kurşun, Radyasyon, İnsan sağlığı, Biyolojik etmenler

A Research on the Effects of Radiation and Lead Used in Its Shielding on Human Health and the Precautions to be Taken

Abstract: People have been intertwined with radiation throughout their lives. As long as radiation sources continue to exist, it will not be possible to stay away from this. Radiation technology not only facilitates life, but also affects biological systems, easily entering the food chain and damaging living things. Even these damages cause irreparable results. It is very important to know the armor and the material to be used as armor shield to protect people from the radiation they are exposed to directly or indirectly. Although lead used as an armor shield to reduce the effects of radiation seems innocent, it continues the damage caused by radiation in different ways. If measures are not taken in parallel with the development of urbanization and industrialization at the same pace, it will continue to be a toxic substance that threatens human health. In this study; Radiation, the benefits of lead used as radiation armor element, as well as its benefits, the negative effects on human health and the measures to be taken to minimize the harmful effects of these two factors have been investigated.

Keywords: Lead, Radiation, Human health, Biological factors

¹ Kırklareli Üniversitesi, Pınarhisar Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, Kırklareli, Türkiye, aysun.seven@klu.edu.tr,

GİRİŞ

Radyasyon diğer bir adıyla ışınım; herhangi bir ortamdan başka bir ortama geçen enerji transferi, elektromanyetik dalga yayımı ya da radyoaktif parçacık akımıdır (Johns, 1983). Günümüz teknoloji çağının en temel unsurlarından birisi olan radyasyon ve radyoaktivite olumlu ve olumsuz birçok etkilere sebep olmaktadır. Yeryüzündeki bütün canlılar ve cansızlar kendi bünyeleri içindeki doğal radyasyon kaynaklarından, havadan, sudan, topraktan ve insanlar tarafından üretilen yapay radyasyon kaynaklarına maruz kalmaktadırlar (Başyigit ve Kaçar, 2006). Maruz kalınan radyasyonun insan vücudunda bıraktığı zararlı etkileri ölçmek için milisievert (mSv) uluslararası biriminden yararlanılmaktadır. Bireyin doğal ve yapay olmak üzere yıl içerisinde ortalama maruz kalacağı radyasyon dozu 2,7 mSv/yıl'dır. Maruz kalınan ortalama doz oranlarının radyasyon kaynaklarına göre dağılımı Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Maruz kalınan ortalama doz oranlarının radyasyon kaynaklarına göre dağılımı.

Radyasyon Kaynaklarının Dağılımı (mSv/yıl)						
Kozmik	Gama Işını	Dahili	Rdon	Tıbbi	Serpinti	Mesleki
0,39	0,46	0,23	1,30	0,30	0,007	0,002

Radyasyon doğal ve yapay olarak ayrılabilirdiği gibi iyonize ve iyonize olmayan radyasyon olarak da ayrılabilir. Bir atomdan veya molekülden bir elektron kopararak iyonlaşmaya neden olan radyasyonlara iyonize radyasyonlar denir (Özalpan, 2001; Algüneş, 2002). İyonize radyasyonların sahip oldukları enerji hücre ve dokular tarafından absorbe edilip dağılarak canlılarda biyolojik tahribata neden olurlar. İyonlaştırıcı radyasyonların canlıda oluşturduğu etkileri fiziksel, kimyasal ve biyolojik olmak üzere üç basamakta toplamak mümkündür. İyonize radyasyonun ilk kademesi olan fiziksel kademe enerjinin canlı dokuya transferiyle dokularda meydana gelen iyonlaşma ve uyarılma ile başlar. İkinci kademe ise kimyasal kademe olup hasar görmüş atom ve moleküller diğer hücre yapısı ile reaksiyona girerek oldukça aktif olan çiftleşmemiş elektronlardan oluşan serbest radikallerin ortaya çıkmasına sebep olurlar. İlk iki kademenin organizmada meydana getirdiği bu tip değişiklikler son kademe olan biyolojik kademeyi başlatır (Steel, 1997; Coşkun, 2011).

Canlı organizma üzerinde pek çok olumsuz biyolojik etkilere sebep olan radyasyonun oluşturacağı hasarın büyüklüğünü radyasyonun dozu ve maruz kalınan süre belirlemektedir. Günümüzde birçok alanda kullanılan radyasyon tıbbi alanda hastalıkların tanı ve tedavisinde kullanılsa dahi kontrollü kullanımı büyük bir önem arz etmektedir (Arslanoğlu vd., 2007). Bu amaçla Uluslararası Radyolojik Korunma Komisyonu (ICRP) radyasyonun zararlı etkilerinden korunmak için gerekli olan ve sadece radyasyonla çalışanları değil radyasyonla çalışmayan bütün canlıları da kapsayan maksimum müsaade edilen doz miktarını belirlemiştir. Müsaade edilen maksimum radyasyon doz miktarları Çizelge 2'de verilmiştir. Bir yıl içerisinde maruz kalınan iç ve dış ışınlamadan alınan dozların toplamı yıllık toplam doz miktarını vermektedir. Canlıların yıllık doz miktarının üzerinde radyasyon dozuna maruz almalarına kesinlikle izin verilmemelidir (Kılınçarslan vd., 2011).

Çizelge 2. Müsaade edilen maksimum radyasyon dozları.

Müsaade edilen maksimum radyasyon doz miktarı (mSv)			
Yıllık Etkin Doz		Görevli Personel	Halk
		20	1
Yıllık Eşdeğer Doz	Göz	150	15
	Cilt	500	50
	Kol-Bacak	500	50

Radyasyondan Korunma Yöntemleri

Radyasyonun zararlı etkilerinden korunabilmek için dikkat edilmesi gereken hususlar; zaman, mesafe ve zırhtır. Radyasyon kaynağına olan yakınlık arttıkça ve ışınımaya maruz kalınan süreye göre alınan radyasyon dozu da artacaktır (Başyigit ve Kaçar, 2006). Radyasyon korunmasında iki temel hedef yer almaktadır. Bunlar deterministik etkileri önlemek (doku hasarına neden olan etkiler) ve stokastik etkilerin meydana gelme olasılığını kabul edilebilir düzeyde sınırlamaktır (Seven, 2011). Radyasyondan korunma yöntemleri iç radyasyona karşı koruma ve dış radyasyona karşı koruma olmak üzere ikiye ayrılır.

İç Radyasyona Karşı Korunma

Radyoaktif maddelerin solunum, sindirim, mukozalar ya da cilt yapısının bozulması sonucu vücuda girmesiyle oluşan kirlenmeye iç radyasyonla kirlenme denir. Vücuda giren radyoaktif madde vücuttan atılmadığı sürece ışınlama yapmaya devam edecektir. Bu nedenle ortamın, giysilerin ve cildin radyoaktif maddeye bulaşmasını; aynı zamanda yiyecek ve solunum gibi yollarla vücuda girişinin önlenmesi gerekmektedir. Alınması gereken önlemlerden; özel solunum cihazlarının kullanılması, yüz maskesi ve filtrelerin kullanılması, koruyucu giysilerin giyilmesi, mümkün olduğunca solunum yollarının kapatılması ve radyoaktif bölgede bulunan hiçbir gıda ve suyun tüketilmemesi sayılabilir (Yaren ve Karayılanoglu, 2005).

Dış Radyasyona Karşı Korunma

Dış radyasyon kaynaklarından alınan doz miktarını, radyasyon koruması standartlarıyla belirlenen sınırlar içerisinde tutarak olumsuz etkilerini en aza indirebilmek için uzaklık, zaman ve mesafe olmak üzere üç koruma yönteminden yararlanılmaktadır (Afad, 2021).

a) Uzaklık: Kaynaktan çıkan radyasyon ışınları uzaklığın karesi ile azalmaktadır. Bu yüzden uzaklık iyi koruma yöntemlerinden birisidir.

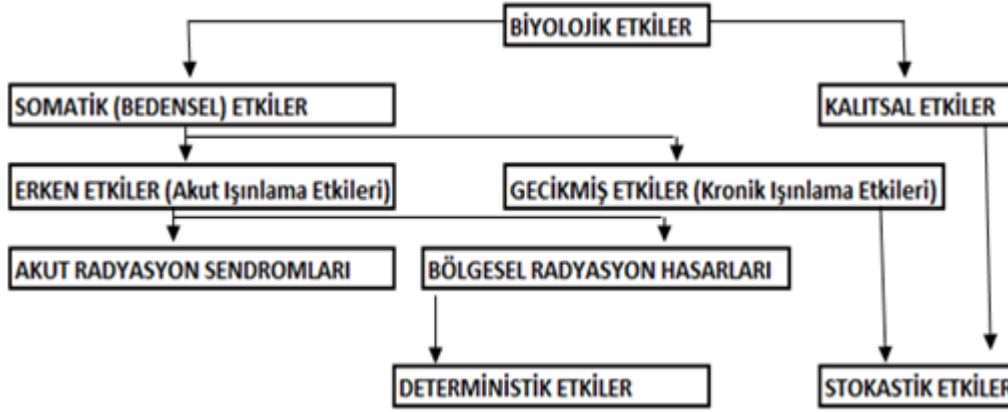
b) Zaman: Kaynağın yanında geçirilen süre ile radyasyon dozu/miktarı doğru orantılıdır. Kaynağın yakınında geçirilen süre arttıkça maruz kalınan doz miktarı da artmaktadır. Bu nedenle radyasyon kaynağının yanında mümkün olduğunca kısa süre kalınmalıdır.

c) Zırhlama: Korumada uzaklık ve zaman yöntemlerini uygulamak her zaman mümkün olmayacağı için dış radyasyon kaynaklarının sebep olacağı tehlikelerden korunmanın en temel yolu zırhlamadır. Yani maruz kalınan radyasyonun şiddetini azaltmak için kaynak ile maruz kalan kişi arasına koruyucu özelliği olan bir kalkan konulmalıdır. Günümüzde toprak, beton, çelik, kursum gibi koruyuculuğu yüksek materyaller zırh kalkanı olarak kullanılmaktadır. (Yaren ve Karayılanoglu, 2005).

Radyasyonun Organlar ve Dokular Üzerindeki Biyolojik Etkileri

Radyasyonun hücre ve dokularda meydana getirebileceği hasar gövdesel ve genetik olmak üzere ikiye ayrılır. Somatik olarak da adlandırılan gövdesel hasarlar birdenbire, erken ya da geç olarak ortaya çıkabilir. Geç ortaya çıkan hasar kötü ya da iyi huylu tümör olarak kendini gösterebilir. Somatik yani gövdesel hasarlar sadece radyasyona maruz kalan kişilerde görülür. Radyasyona maruz kalan hücreler ölebilir veya zaman içerisinde yenilenebilir. Onarıp yenilenen hücre, kromozomlarındaki kırılmadan dolayı fiziksel veya kimyasal yapısı değişip mutasyona uğrarsa normal işlevlerini yerine getiremediği için kişinin kendi bünyesinde somatik ya da gelecek nesillerde genetik hasara sebep olabilir (Seven, 2011). Radyasyonun biyolojik etkileri Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1. Biyolojik etkiler.



Radyasyonun vücutta hasar oluşturma olasılığı ve hasarın büyüklüğü; maruz kalınan süreye, iyonlayıcı ışının türüne, hedef dokunun özelliğine ya da duyarlılığına ve ışınlamaya maruz kalan canlının yaşı gibi pek çok etmene bağlıdır. Uluslararası doz birimi olarak kabul edilen Gray (Gy), radyasyona maruz kalan bir bireyin edindiği 1 joule/kg'lık enerji miktarıdır. Maruz kalınan akut doz miktarlarına bağlı olarak bireyde meydana getirdiği etkiler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Maruz kalınan akut doz miktarı ve etkileri (Bozbıyık vd., 2002).

Akut doz miktarı	Radyasyon etkileri
0-250 mGy	Çok düşük olasılıkla gecikmiş etkiler görülebilir. Belirlenmiş ciddi klinik etkisi yoktur.
250-1000 mGy	Tedavi edilebilir düzeyde yaralara ve bulantıya sebep olabilir. Kesin olmamakla birlikte ciddi geç etkiler ortaya çıkabilir.
1000-2000 mGy	Bulanti, yorgunluk ve kusma meydana gelir. Tedavi edilebilir düzeyde kan hücrelerinde hasar görülür.
2000-3000 mGy	İlk günlerde bulanti ve kusma görülür. İki haftalık zamanın sonunda kırgınlık, iştah kaybı, ishal ve kilo kaybı görülmeye başlanır.
3000-6000 mGy	İlk birkaç saat içinde bulanti, kusma ve ishal görülür. İştah kaybı, kırgınlık, daha sonra kanama, kilo kaybı ve boğazda yanma gözlemlenir. İlk haftada ölümler yaşanabilir.
3500 mGy ve üzeri	Radyasyona maruz kalan bireylerin %50'si yaşamını kaybeder.
6000 mGy ve üzeri	Birkaç saat içerisinde bulanti, kusma ve ishal görülür. Birinci haftanın sonunda boğazda yanma ve ateş ortaya çıkar. Hızlı kilo kaybına ek olarak ikinci haftadan itibaren radyasyona maruz kalanların tamamı yaşamını kaybeder.
10 Gy ve üzeri	Çok ciddi zararlara sebep olur. Sindirim sistemini felç eder. Ölüm kaçınılmazdır.
100 Gy ve üzeri	En hızlı şekilde beyin ve sinir sistemini etkileyerek bütün vücut dokusunu hasara uğratar.

Radyasyonun sebep olduğu kompleks hastalığa Akut Radyasyon Hastalığı (ARS) denir. ARS'nin başlıca belirtileri; bulanti, kusma, termal yanıklar, kanamalı ve ağrılı enfeksiyonlardır. Eğer tedavi edilmezse hastalık ölümlerle sonuçlanır (Bozbıyık vd., 2002). Radyasyonun en bilindik sonucu kanserdir.

Radyasyonun doku ve organlarda doğrudan meydana getirdiği önemli etkilerden biri kanserdir. Doku ve organlar radyasyona çok kısa süre maruz kalmış ve kanser oluşmuş ise o doku ve organda kanser yapıcı faktörlerin öncesinde zaten var olduğu ve radyasyonun bu faktörlerin ortaya çıkmasına yardımcı olduğu kabul edilir. Eğer vücudun bir bölümü ışınlamaya maruz kalmış fakat vücudun başka bir bölümünde kanser ortaya çıkmış ise ışınlanmış doku veya organda oluşan özel hücre ve kimyasal

maddeler kan dolaşımı ile vücuda yayıldığıının göstergesidir. Bu durum radyasyonun uzak etkisidir. Radyasyona bağlı olarak oluşan kanser en fazla kan, cilt, akciğer, kemik ve kemik iliğinde görülür. Radyasyon, doku ve organların büyümesinde aksaklıklara veya ölümüne sebep olur. Radyasyonun doku ve organlar üzerindeki diğer önemli etkisi ise kan ve kemik iliğinde görülür. Bundan başka, deri, saç, akciğerler, sindirim sistemi, göz, idrar yolları, kemik dokusunda ve üreme organlarında belirgin hasarlar meydana getirirler (Seven, 2011).

Kurşunun Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları

Kurşun (Pb) yumuşak, zehirleyici, kolay işlenebilen, iletkenliği düşük, kararlı elementler içerisinde en yüksek atom numarasına sahip olan ağır bir metaldir. Çekme mukavemeti (1 t/in²) düşük olduğundan dolayı gerilmenin önemli olduğu yerlerde kullanım sahası sınırlıdır. Eğer kurşun az miktarda antimon veya diğer metallerle alaşımlandırılır ise sertlik değeri yükseltilebilir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Kurşunun fiziksel özellikleri (Möikr, 2001).

Atomik özellikleri		Mekanik özellikleri	
Atom ağırlığı	207.21	Sertlik (Moh's)	1.5
Atom numarası	82	Brinell sertliği (adi Pb)	3.2-4.5
Periyodik durumu	4.grup, 6. Periyot	Brinell sertliği (kim. Pb)	4.5-6.0
Sembolü	Pb	Külçe Pb gerilme direnci (oda sıcaklığında 2.5 cm ²)	2.000
Kristal sistemi	Regüler		
Valans değeri	2 veya 4	Haddelenmiş Pb gerilme direnci (15 °C de)	3.600
Sabit izotopları	204, 206, 207, 208	Haddelenmiş Pb gerilme direnci (-75 °C de)	15.200
Radyoaktif izotopları	209, 210, 211, 214		
Kütle özellikleri		Elektriksel özellikleri	
Özgül ağırlık(20°C de)	11.34	20 °C elektrik direnci	20.65 cm ² /mikroohm
327.4 °C de katı Pb yoğunluğu	11.005	100 °C elektrik direnci	27.02 cm ² /mikroohm
327.4 °C de sıvı Pb yoğunluğu	10.686	İzafi elektrik iletkenliği (Cu=100)	7.82
Buhar Pb yoğunluğu	103.6	İzafi elektrik direnci	1.280
Termal özellikleri			
Erime noktası	327.4 °C	Kaynama noktası (1.0 atm)	1525 °C
Buhar basıncı(2100 °C)	11.7 atm	İzafi ısı iletkenliği (Ag=100)	8.2
0 °C de termal kapasite	0.0303 gr/kal	327.4 °C termal kapasite	0.340 gr/kal
0 °C de ısı iletkenliği, cm ² ,	0.083 °C/kal	100 °C de ısı iletkenliği, cm ²	0.081 °C/kal

Öncelikli kullanım alanı akü imalatı olan kurşun, birçok sektörde olduğu gibi inşaat sektöründe de doğrudan veya dolaylı olarak kullanılmış ve kullanılmaya da devam edilmektedir. Zırhlama için kullanılacak malzemenin yoğunluğu ile zırhlama özelliği doğru orantılıdır. Yani zırh malzemesinin yoğunluğu ne kadar fazla olursa x ve gama ışınlarını karşı zırhlama özelliği de o oranda artar (Shapiro, 1972). Bu nedenle hem yüksek atom numarasına sahip olduğu için hem de tehlikeli radyasyonu özellikle de gama ışınlarını azaltma özelliği olduğundan dolayı kurşun zırhlama malzemesi olarak geniş bir kullanım alanına sahiptir.

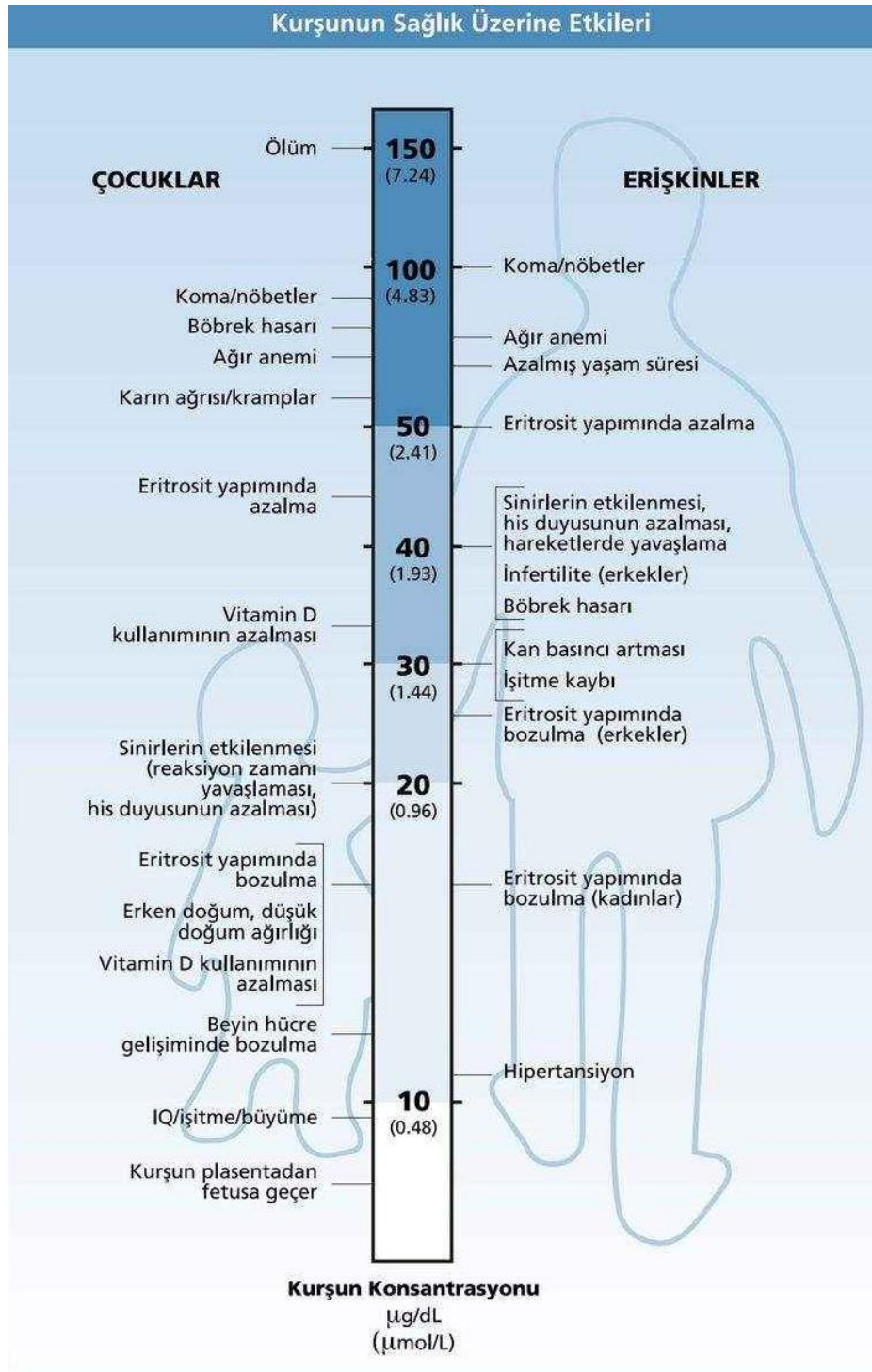
Kurşunun Sağlık Üzerine Etkileri

Solunum yolu ile çok kolay bir şekilde vücuda girebilen kurşun, toksik ve ağır bir metaldir. 2,5 µm'den küçük mikropartiküller, solunum sistemlerinde filtre edilememesinden dolayı solunum yolu ile rahatlıkla alınabilen kurşun direk akciğerlerde absorbe edilmekte ve sonrasında direkt kana karışmaktadır. Kurşun aynı zamanda kurşunla kirlenmiş gıda, su, toprak vs. şeklinde sindirim yolu ile de vücuda girebilmektedir. Vücuda giren kurşun, organlar tarafından kalsiyum olarak algılanarak en büyük hatayı yaparlar. Çünkü kurşun vücut tarafından çok yavaş absorbe edilir, vücuttan atılması çok yavaştır ve başka bir maddeye dönüşmesi mümkün olmadığından dolayı vücutta birikmeye başlar.

En çok kırmızı kan hücreleri tarafından absorbe edilen kurşun; karaciğer, böbrek gibi bağ dokularında daha fazla birikir. Vücutta dolaşan kurşun hem merkezi sinir sistemine hem de beyni zararlı kimyasallardan koruyan kan-beyin bariyerlerini oluşturan hücrelere ciddi zarar verir. Kurşunun vücuttan atılma hızını etkileyen en önemli faktörlerden birisi de dokulardaki yarılanma süresidir. Yumuşak dokularda yarılanma süresi 35-40 gün olan kurşun, sert dokularda 20 yılda yarılanmaktadır. Vücuttan atılmayarak biriken kurşun nedeniyle özellikle yaşlı insanlarda birden bire kurşun zehirlenmeleri ortaya çıkabilmektedir. Altı yaş ve altı çocuklar solunan kurşunun %96'sını akciğerlerde absorbe ettikleri için kurşun zehirlenmesine karşı çok hassastırlar.

Vücuda doğrudan veya dolaylı yoldan giren kurşun hücre fonksiyonunu, psikolojik prosesleri, periferik ve merkezi sinir sistemlerini, kan hücrelerini, D vitamini ve kalsiyum metabolizmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca kandaki hemoglobin ile reaksiyona girerek öğrenme düzensizliğine, öğrenme zorluğuna, dikkat dağınıklığına, davranış bozukluğuna, hipertansiyona, baş ve karın ağrılarına, konuşma zorluğuna, anemiye, büyüme geriliğine, kusmaya, zayıflamaya, felce ve hatta ölüme kadar varan sonuçlara sebep olabilir. Kanında 40 µb Pb/100 ml ve üzerinde kurşun bulunan bireylerde periferik nöropati, kısırlık (infertilite), nefropati ve anemi gibi hastalıklar görülebilir. Doğurganlık ve üremeyi olumsuz yönde etkilediği için ölü doğum oranını da artırmaktadır. Kurşun absorpsiyonunda beslenme çok önemli bir faktördür. Vücutta yeterince demir, çinko veya kalsiyum bulunmayan veya çok yağlı gıdalarla beslenen çocuk ve yetişkinler daha fazla kurşun absorbe ederler. Bunun yanı sıra vücutta yüksek seviyede D vitamininin bulunması da kurşun absorpsiyonunu artırmaktadır (Öztürk, 2004; Seven, 2011). Çocuk ve erişkinlerde kurşunun sağlık üzerine etkileri Şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 2. Çocuk ve erişkinlerde kurşunun sağlık üzerine etkileri (Akredite Lab. DIN EN ISO 15189:2003).



LİTERATÜR TARAMASI

Maruyama vd. (1971), normal beton, ağır beton, kurşun ve demirin 4 MeV-32 MeV enerjisindeki X ışınlarına karşı lineer zayıflatma katsayılarını karşılaştırmışlardır.

Kahya (1985), yüksek aktiviteli nokta gama kaynağının zırhlama hesaplarını yaparak, gerekli zırh kalınlıklarını hesaplamıştır.

Bakos (1995), büyük enerjili gama ışınlarının alüminyum, demir ve kurşunun zırh malzemeleri ile oluşturulan katmanlı zırh bloklarındaki zayıflaması ve bu malzemelerin düzeltme katsayılarını farklı foton enerjileri için araştırmıştır.

Makarious vd. (1996), yoğunluğu 3,5 t/m³ olan betonun nötron ve gama ışınlarına karşı zırhlamasını araştırmışlar, bu betonların nötron zırhlamasında çok etkili olduğunu ve gama ışınlarını da azalttığını belirtmişlerdir.

Kobayashi vd. (1997), bazı tungsten alaşımlarının değişik gama kaynaklarına karşı zırhlama etkilerini kurşun ve bakır ile karşılaştırmıştır.

Prasad vd. (1998), kurşun, alüminyum, bakır ve kalayın 6 MeV, 12 MeV ve 20 MeV enerjilerindeki radyasyon tutuculuklarını inceleyerek, sağlık alanındaki kullanım olanaklarını incelemişlerdir.

Bakos (1999), beton, kurşun ve çelik gibi zırh malzemelerinin 6 MeV-12 MeV foton enerjisine sahip gama ışınları üzerinde etkilerini karşılaştırmıştır.

Faramawy (1999), çimento içerisine silika ilave ederek oluşturulan blokların gama radyasyonunda daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Hubbell (2000), x ışınlarına karşı kesit tesirlerini hesaplamaya yardımcı olan teoriyi ortaya koymuştur.

Toprak (2001), gama radyasyonunun toprak ile zırhlamasını Cs ve Co kaynakları kullanarak incelemiş, içerisinde Si minerali daha fazla olan toprakların daha iyi zırhlama yaptığını belirtmiştir.

Akkurt vd. (2010), yaptıkları çalışmayla malzemelerin radyasyon koruyucu özelliklerini test etmek için alternatif bir yöntem öne sürerek hazırlamış oldukları üç farklı betonun ve kurşunun röntgen film görüntülerinden numunelerin kütle zayıflatma katsayısını tahmin etmişlerdir. Çıkan sonuçları, Xcom'u kullanarak elde ettikleri hesaplama ile karşılaştırmışlardır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Modern teknolojinin en temel unsurlarından biri olan radyasyon ve radyoaktivite daima doğada var olan ve birlikte yaşadığımız bir olgudur. Hayatımızın bir parçası haline gelen radyasyondan korunmak amacıyla kullandığımız kurşun kaplamalar radyasyonu azaltmakta fakat insan sağlığında çok ciddi hasarlara yol açmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü yapmış olduğu çalışmalarında insanın yüzde yüz önleyebileceği tek felaketin nükleer felaket olduğunu ayrıca önlenemesinin güvenilir tek yolunun da doğal enerji kaynaklarından faydalanmak ve aynı zamanda radyasyon kaynaklarından uzak durmak olduğunu belirtmiştir. Radyasyondan ve radyasyonu önlemek için kullanılan kurşunun insan sağlığı üzerindeki etkilerini azaltmak amacıyla;

- Röntgen ünitelerini kurarken yer seçiminde mümkün olduğunca zemin katlar dış mekâna açılan kısımlar öncelikli olarak tercih edilmelidir.
- Radyasyon ünitelerinin bulunduğu mekânın duvarlarında, delikli tuğlalara göre çok az radyasyon geçirdiklerinden, dolgu tuğlalar tercih edilmelidir.
- Radyasyonun bulunduğu mekânların uzman bir radyasyon fizikçisi tarafından radyasyon geçirgenlik hesaplarının yapılması ve çıkan sonuca göre önlemlerin alınması gerekir.
- Röntgen ünitelerinin bulunduğu yerlerin havalandırma sistemleri çok iyi olmalıdır.
- X- ışınlarının havayı iyonize etmesi sırasında açığa toksik gazlar çıkar. Açığa çıkan bu gazlar havadan daha ağır oldukları için zemine yakın olan yerlerde birikirler. Bu nedenle X-ışınının

var olduğu ortamların zemine yakın kısımlarında emici, tavana yakın olan kısımlarda üfleyici sistemlerle havalandırılması sağlanmalıdır.

- Düz arazide bir çukur, köprü altı, araba içi bile maruz kalınacak radyasyonun dozunu azaltabilir.
- İlk yardım bilgileri öğrenilmeli ve öğretilmelidir. Olağanüstü durumlar için hazırlanmış sığınaklar önceden kontrol edilmeli, gerekli tüm malzemenin bulunduğu bir çanta herkesin ulaşabileceği görünür bir yerde hazır bekletilmelidir.
- Seçilecek sığınanın kaynaktan etkilenmemesi için oldukça kalın olmasına dikkat edilmelidir.
- Sivil savunma ikazları öğrenilmelidir. Ayrıca tatbikatlarının da yapılmış olması da çok önemlidir.
- Aileler kurşun zehirlenmelerinden korunma yolları ve mevcut kurşunun artışı konusunda bilgilendirilmelidir.
- Kurşun alımını azaltmak için bireylere topraktan bulaşmasını önlemek amacıyla yemeklerden ve yatmadan önce ellerini iyice yıkamaları, tırnaklarını uzatmamaları, dışarıda satılan yiyecekleri tüketmemeleri ve kullanacakları sebze ve meyveleri bol su ile yıkayarak tüketmeleri öğretilmelidir.
- Kurşun emilimi açlık ve yetersiz beslenme durumlarda daha fazla olmaktadır. Bu nedenle özellikle çocukların öğün atlamadan çinko, vitamin C ve E, demir, protein ve minerallerden zengin beslenmeleri gerekmektedir.
- Çocukların beslenme ve büyümeleri düzenli olarak izlenmeli, duruma göre beslenme önerilerinde bulunulmalıdır.
- Yiyecek pişirmek ve saklamak için kurşunsuz kaplar kullanılmalıdır.
- Evlerdeki su sisteminde kurşun içeren lehim veya borular var ise değiştirilme imkanı varsa değiştirilmeli aynı zamanda yiyecek hazırlamak için su almadan önce su akıtıldıktan sonra kullanılmalıdır.
- Kurşun bazlı boyaların üzerleri kaplanmalı yada sökülerek ortamdan uzaklaştırılmalıdır.
- Yaptığı iş gereği kurşunla teması olanların eve geldiklerinde üzerlerindeki kıyafetleri aile fertlerinden uzağa koymaları ve bu giysilerin temizliğinin de fosfat temizleyicisi ile yapılması gerekmektedir.
- Çocuklar trafiğin yoğun olduğu yerler yerine yeşil alanlarda bol oksijen bulunan yerlerde oynamalıdır. Aynı zamanda kurşun içerdiği saptanan, baz istasyonlarının bulunduğu binaların yakınında oynamalarına izin verilmemelidir.
- Kurşun ile yoğun teması olan meslek gruplarında çalışan kişilerin kendileri ile birlikte ailenin diğer fertlerinin de kan kurşun düzeyleri düzenli olarak izlenmelidir.
- Kurşun düzeyinin yanı sıra geniş çaplı taramalarla çevresel analizlerin yapılarak kurşun zehirlenmelerine karşı koruma ve önleme stratejileri geliştirilmelidir.

KAYNAKÇA

1. Akkurt, İ., Comak, B., Kilincarslan S., Basyigit, C. (2010). Image processing technique (IPT) to determine radiation shielding. *Digital Signal Processing*, 20, 1592-1596.
2. Akredite Laboratuvar DIN EN ISO 15189:2003.
3. Algüneş, Ç. (2002). *Radyasyon biyofiziği*. I. Basım, Trakya Üniversitesi Yayınları No: 51, Edirne, 59-62.
4. Arslanoğlu, A., Bilgin, S., Kubalı, Z., Ceyhan, M.N., İlhan, M., Maral, I. (2007). Radyolojik görüntüleme yöntemleri sırasında hastaların maruz kaldıkları iyonizan radyasyon dozu hakkında doktor ve intern doktorların bilgi düzeyi. *Diagn Interv Radiol*, 13, 53-55.

5. Bakos, G.C. (1995). Improvement of buildup factors for multi-energy gamma rays penetration through al, fe and pb shield combinations. *Annals of Nuclear Energy*, 22, 125-130.
6. Bakos, G.C. (1999). Direct energy generation from radiation. *Annals of Nuclear Energy*, 26, 69-73.
7. Bozbıyık, A., Özdemir, Ç., Hancı, İ.H. (2002). Radyasyon yaralanmaları ve korunma yöntemleri. *Sürekli Tıp Eğitim Dergisi*, 11(7), 272-274.
8. Başyigit, C., Kaçar, A. (2006). Bazı yapı malzemelerinin radyasyon tutuculuk özellikleri. *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 307-310.
9. Coşkun, Ö. (2011). İyonize radyasyonun biyolojik etkileri. *SDÜ Teknik Bilimler Dergisi*, 1(2), 13-17.
10. Faramawy, E.H. (1999). Effetto del trattamento in autoclave e dell'aggiunta di silica fume sul cemento portland nella schermatura di radiazioni gamma. *L'industria Italiana Del Cemento Fascicolo*, 69, 598-603.
11. <https://www.afad.gov.tr/kbrn/icsel-ve-dissal-radyasyondan-korunma> Erişim tarihi: 12 Aralık 2021.
12. Hubbell, J.H. (2000). X-Ray cross-sections and crossroads. *Radiation Physics and Chemistry*, 59, 113-125.
13. Johns, H.E., Cunningham, J.R. (1983). *The physics of radiology*. Charles C. Thomas Publisher, Ltd.
14. Kahya, S. (1985). *Yüksek aktiviteli bir nokta gama kaynağının zırhlama problemleri*. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Y. Lisans Tezi (basılmamış), İstanbul, 66 s.
15. Kılınçarslan, Ş., Başyigit, C., Molla, T., Sancar, S. (2011). Radyoaktif ışıklardan korunaklı ekolojik yapılar. *Politeknik Dergisi*, 14(2), 93-99.
16. Kobayashi S., Hosoda N., Takashima R. (1997). Tungsten alloys as radiation protection materials. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*, 390, 426-430.
17. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, (2001), Metal Madenler Alt Komisyonu Kurşun-Çinko-Kadmiyum Çalışma Grubu Raporu, Ankara, DPT: 2628-ÖİK: 639.
18. Makarious, A.S., Bashter I.I, El-Sayed Abdo, A., Samir Abdel Azim, M., Kansouh W.A. (1996). On the utilization of heavy concrete for radiation shielding. *Annals of Nuclear Energy*, 23(3), 195-206.
19. Maruyama, T., Kumamoto Y., Kato Y., Hashizume T., Moriyuki, Y. (1971). Attenuation of 4-32 mev x-rays in ordinary concrete, heavy concrete, iron and lead. *Health Physics*, 20(3), 277- 284.
20. Öztürk, M. (2004). Kurşunlu benzin tüketimi ve kurşunun etkileri. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
21. Özalpan, A. (2001). *Temel radyobiyoloji*. I. Basım, Haliç Üniversitesi Yayınları.
22. Prasad, S.G., Parthasaradhi, K., Bloomer, W.D., Al-Najjar, W.H., McMahon, J., Thomson, O. (1998). Aluminum, copper, tin and lead as shielding materials in the treatment of cancer with high-energy electrons. *Radiation Physics and Chemistry*, 53, 361-366.
23. Seven, A. (2011). Baritli hazır sıva kaplamalarının radyasyon zırh elemanı olarak kullanılabilirliğinin görüntü işleme yöntemi ile araştırılması. SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
24. Steel, G.G. (1997). The significance of radiobiology for radiotherapy in; basic clinical radiobiology, Steel G.G. (ed.), New York: Co-published in the USA by Oxford University Press, p.1-7.
25. Shapiro, J. (1972). *Radiation protection*. Harvard University Press.
26. Yaren, H., Karayılanoglu, T. (2005). Radyasyon ve insan sağlığı üzerine etkileri. Tsk Koruyucu Hekimlik Bülteni, 4, Gata Nbc Bd, Etlik, Ankara.
27. Toprak, Ö. (2001). *Gama radyasyonunun toprak ile zırhlamasının incelenmesi*. İTÜ Nükleer Enerji Enstitüsü, Y. Lisans Tezi (basılmamış), İstanbul, 68 s.

Investigation of the Effect of COVID-19 on Kidney Functions

Eray ATALAY¹

Seda ÇELİK²

İhsan KAHRAMAN³

Abstract: COVID-19 disease, which first appeared in Wuhan, China and affected the whole world, often affects the kidneys as well as the lungs. Acute kidney injury (AKI) is frequently seen in severe patients and its pathophysiology has not yet been fully elucidated. In our study, 336 patients were included and divided into two groups as AKI negative (n:299) and AKI positive (n:37). There were 196 males and 103 females in the AKI negative group, and 31 male and 6 female patients in the AKI positive group. The mean age of the AKI negative group was 56.63±14.64 years and the mean age of the AKI positive group was 66.08±17.81 years, showing a statistically significant difference (p<0.05). Among the blood parameters, lymphocyte count, monocyte count, blood urea nitrogen, creatinine, sodium, potassium, albumin, CRP, ferritin, procalcitonin and pro-BNP showed statistically significant differences (p<0.05) between the groups. In conclusion, we think that advanced age and male gender are important in the development of AKI in COVID-19 patients, and that inflammatory parameters and clinical severity may guide differentiation from the AKI negative group.

Keywords: COVID-19, Renal function, Inflammation

COVID-19'un Böbrek Fonksiyonları Üzerindeki Etkisinin Araştırılması

Özet: 2019 yılında Çin'in Wuhan kentinde ortaya çıkan ve tüm dünyayı etkisi altına alan yeni tip koronavirüs (COVID-19), esas olarak solunum sistemini etkilemektedir. Böbrek tutulumunun patofizyolojisi kesin olarak bilinmemekle birlikte hastalarda akut böbrek hasarı (AKI) sıklıkla izlenmektedir. Çalışmamıza 336 COVID-19 pozitif hasta dâhil edilerek AKI negatif (n:299) ve AKI pozitif (n:37) olmak üzere iki gruba ayrıldı. AKI negatif grupta 196 erkek ve 103 kadın, AKI pozitif grupta 31 erkek ve 6 kadın hasta saptandı. AKI negatif grubun yaş ortalaması 56,63±14,64 yıl ve AKI pozitif grubun yaş ortalaması 66,08±17,81 yıl olup istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edildi (p<0,05). Kan parametrelerinden lenfosit sayısı, monosit sayısı, kan üre azotu, kreatinin, sodyum, potasyum, albümin, CRP, ferritin, prokalsitonin ve pro-BNP gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterdi (p<0,05). Sonuç olarak, COVID-19 hastalarında AKI gelişiminde ileri yaş ve erkek cinsiyetin önemli olduğunu, inflamatuvar parametrelerin ve klinik şiddetinin AKI gelişiminin takibinde yararlı olabileceği kanaatini taşımaktayız.

Anahtar Kelimeler: COVID-19, Böbrek fonksiyonu, İnflamasyon

INTRODUCTION

The coronavirus disease-2019 (COVID-19), caused by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) infection, which was first detected in Wuhan, spread rapidly and affected the whole World (1). The respiratory system is often affected in people who develop the disease in response to

¹ Doç. Dr, Kafkas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Kars, Turkey, erayatalay2067@hotmail.com, 0000-0002-9700-7019

² Uzm. Dr, Ardahan Devlet Hastanesi, Ardahan, Turkey, drsedaades@gmail.com, 0000-0003-2055-3537

³ Arş. Gör., Kafkas Üniversitesi, Kars, Turkey, nashinamarhak@hotmail.com, 0000-0002-1142-105X

SARS-CoV-2. However, the virus can also affect other organs in the body. The virus can directly damage these organs by binding to Angiotensin-Converting Enzyme 2 (ACE2) receptors in vascular endothelial cells, lungs, heart, brain, kidneys, intestine, liver, and other tissues. In addition, systemic effects caused by the virus can cause dysfunction in organs (2).

The virus can localize in the kidneys, especially in glomerular cells, tubular epithelium and podocytes. Acute kidney injury (AKI) can often be seen in patients with severe clinical symptoms (3). In our study, we wanted to investigate the effect of COVID-19 on kidney functions and its relationship with inflammatory parameters.

MATERIALS and METHODS

Our study was approved by the local ethics committee of our faculty (80576354-050-99/205) after it was approved by the Republic of Turkey Ministry of Health COVID-19 Scientific Research Evaluation Commission. Our study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and a written informed consent form was signed by each participant.

A total of 336 participants were included in this study. The only criterion for the participants was the diagnosis of SARS-CoV-2 positive by Real-Time PCR technique. After the diagnosis of SARS-CoV-2 was made, both lung Computed Tomography (CT) scanning was performed and laboratory results were evaluated.

Blood samples were taken immediately after the diagnosis of SARS-CoV-2. Blood samples (approximately 6-7 ml) taken from the participants were taken into blood tubes and centrifuged at 4100 rpm for 15 minutes. Serum samples were separated and stored at -80 °C until the study day. Biochemical parameters with COBAS c 501 autoanalyzer, hematological parameters were measured with Pentra (xxx) automatic complete blood count device.

AKI was defined according to the Kidney Disease Improvement Global Outcomes (KDIGO) criteria: a change in serum creatinine of 0.3 mg/dL over 48 hours or a 50% increase in baseline creatinine. Serum creatinine was considered baseline creatinine within 7-365 days prior to admission. Serum creatinine values were recorded for all patients during their hospitalization and hospital stay. The definition of AKI was made by comparing creatinine values at or during hospitalization with baseline serum creatinine values.

Data were analyzed using SPSS 20.0 statistical software (IBM, USA). For descriptive statistics, number (n), percentage (%), mean and standard deviation (SD) values were used. Independent sample t-test or Mann-Whitney U test was used to compare numerical variables.

RESULTS

In our study, 336 patients were included and divided into two groups as AKI negative and AKI positive. There were 196 male and 103 female patients in the AKI negative group, and 31 males and 6 females in the AKI positive group. Gender distribution between the groups showed a statistically significant difference ($p < 0.05$). The mean age of the AKI negative group was 56.63 ± 14.64 years and the mean age of the AKI positive group was 66.08 ± 17.81 years, showed a statistically significant difference ($p < 0.05$). Among the blood parameters, the lymphocyte count, monocyte count, blood urea nitrogen, creatinine, sodium, potassium, albumin, CRP, ferritin, procalcitonin and pro-BNP showed statistically significant differences between the groups (Table 1).

Table 1. Values of laboratory parameters between the groups.

	Acute kidney injury negative group	Acute kidney injury positive group	P value
Gender	196 male (65.6%) 103 female (34.4%)	31 male (83.8%) 6 female (16.2%)	0,01
Mean age (Years)	56.63±14.64	66.08±17.81	0.006
White blood cell count (10 ³ /mm)	7140±6769	5532±1576	0.140
Neutrophil count (10 ³ /mm)	4.94±2.97	4.22±1.38	0.597
Lymphocyte count (10 ³ /mm)	1.41±4.65	8.2±0.44	0.000
Monocyte count (10 ³ /mm)	0.53±0.43	0.38±0.19	0.000
Blood urea nitrogen (mg/dL)	15.45±8.92	38.91±12.66	0.000
Creatinine (mg/dL)	0.98±0.42	1.84±0.61	0.000
Sodium (mmol/L)	137.68±4.09	135.59±3.27	0.003
Chloride (mmol/L)	98.05±4.32	98.49±4.35	0.351
Potassium (mmol/L)	4.33±0.57	4.99±0.72	0.000
Platelet count (10 ³ /mm)	216±87	195±55	0.400
Total protein (g/dL)	7.16±0.63	7.14±0.40	0.162
Albumin (g/dL)	3.94±0.55	3.67±0.41	0.000
C-reactive protein (mg/L)	70.27±68.18	130.97±98.38	0.001
Procalcitonin (ng/ml)	0.32±0.93	0.15±0.13	0.160
Ferritin (ng/ml)	597.30±831.22	1489.37±1132.76	0.000
Pro-BNP (pg/ml)	608.40±1795.42	2386.91±4408.24	0.005

When the vital values of the patients participating in our study were compared according to the groups, sPO₂, diastolic blood pressure, respiratory rate and body temperature were statistically significantly different between the groups (Table 2).

Table 2. Comparison of vital parameters between groups.

	Acute kidney injury negative group	Acute kidney injury positive group	P value
CT negative/positive	163/138	7/30	0.000
sPO ₂	94.08±4.67	91.67±3.27	0.000
Systolic blood pressure	129.53±17.76	123.45±18.91	0.089
Diastolic blood pressure	77.70±11.29	72.43±12.33	0.033
Pulse rate	96.10±14.17	95.76±11.77	0.903
Respiratory rate	20.18±4.66	26.76±6.26	0.000
Body temperature	37.39±0.93	37.88±0.87	0.001

DISCUSSION

COVID-19 can be followed in different clinics, from asymptomatic infection or self-limiting flu-like illness to very serious clinics such as sepsis, acute hypoxic respiratory failure (AHRF), acute respiratory distress syndrome (ARDS), coagulopathy (5). It is thought that the SARS-CoV-2 virus exerts its effects in the body through the angiotensin converting enzyme 2 (ACE2) receptor by interacting with the renin angiotensin aldosterone system (RAAS). ACE2 receptors are located in the respiratory tract, as well as in the heart, intestines and kidneys (6,7).

In a systematic review and meta-analysis involving 20 cohorts of 13.137 patients diagnosed with COVID-19, the prevalence of AKI was 17%, compared with 11% in our study (8). In the study of Arkan

et al. (2021), with 578 patients, male gender was found to be more common in all AKI groups and age was associated with the severity of AKI (9). In our study, the male gender was more dominant and the mean age of the AKI positive group was higher. Similar to our data, in another study carried out on 99 patients to define the factors related to the development of AKI in Mexico, advanced age was found to be associated with the development of AKI and it was reported that the development of AKI was higher in patients with severe clinical symptoms (10). In our study, the development of AKI was higher in pulmonary CT positive individuals than in negative ones.

Hypoxia, ischemia and nephrotoxicity are known as the most accused factors in the development of AKI. The kidneys are particularly susceptible to ischemia and toxins resulting from vasoconstriction, endothelial damage, and triggering of inflammatory processes (11). A significant relationship between the development of AKI and respiratory failure in severe COVID-19 patients has been reported previously (12), and the vital findings in our study also support this view.

In the study of Casas-Aparicio et al. (2021), laboratory parameters in the group developing AKI were found to be high in CRP, procalcitonin, and low in lymphocyte levels, similar to our study. This situation was associated with the virus increasing the release of proinflammatory cytokines, increasing inflammatory parameters and decreasing lymphocytes through apoptosis, and it was stated that the retention of lymphocytes in the lung may be another reason (10).

CRP, an acute phase protein, is produced by the liver and many inflammatory cells. Acute inflammation is frequently used as a biomarker in clinical diagnosis. Similar to the study stating that AKI positive COVID-19 patients showed higher serum CRP levels than AKI negative patients and that serum CRP levels could be used as a risk factor for AKI in COVID-19 patients (13), in our study, CRP was found to be statistically significantly higher in the AKI positive group.

Similar to the thought that some cytokines released by lung injury in COVID-19 patients, especially IL-6, may cause an increase in alveolar capillary permeability and pulmonary hemorrhage, and even cause end organ dysfunction by causing damage to the vascular endothelium in the kidneys (14), inflammatory parameters were found to be higher in the AKI positive group. Endothelial damage, third space fluid loss and hypotension trigger renal hypoperfusion and may impair hemodynamics. Impaired hemodynamics may cause hyperkalemia in AKI-positive patients, as in our study, and briefly suggest that there may be many reasons for the development of AKI.

As a result, we think that advanced age and male gender are important in the development of AKI in COVID-19 patients, and that inflammatory parameters and clinical severity can guide the differentiation from the AKI-negative group, and that further studies may contribute to the elucidation of the development of AKI.

REFERENCES

1. Arikan, H., Ozturk, S., Tokgoz, B., Dursun, B., Seyahi, N., Trabulus, S., et al. (2021) Characteristics and outcomes of acute kidney injury in hospitalized COVID-19 patients: A multicenter study by the Turkish society of nephrology. *PLoS One*, 16(8).
2. Casas-Aparicio, G. A., León-Rodríguez, I., Alvarado-de la Barrera, C., González-Navarro, M., Peralta-Prado, A. B., Luna-Villalobos, Y., Velasco-Morales, A., Calderón-Dávila, N., Ormsby, C. E., & Ávila-Ríos, S. (2021). Acute kidney injury in patients with severe COVID-19 in Mexico. *PLoS One*, 16(2), e0246595.

3. Chong, W. H., & Saha, B. K. (2021). Relationship Between Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and the Etiology of Acute Kidney Injury (AKI). *The American Journal of The Medical Sciences*, 361(3), 287–296.
4. Hamer, M., Kivimäki, M., Gale, C. R., & Batty, G. D. (2020). Lifestyle risk factors, inflammatory mechanisms, and COVID-19 hospitalization: A community-based cohort study of 387,109 adults in UK. *Brain, Behavior, and Immunity*, 87, 184–187.
5. Hamming, I., Timens, W., Bulthuis, M. L., Lely, A. T., Navis, G., & van Goor, H. (2004). Tissue distribution of ACE2 protein, the functional receptor for SARS coronavirus. A first step in understanding SARS pathogenesis. *The Journal of pathology*, 203(2), 631–637.
6. Hirsch, J. S., Ng, J. H., Ross, D. W., Sharma, P., Shah, H. H., Barnett, R. L., Hazzan, A. D., Fishbane, S., Jhaveri, K. D., Northwell COVID-19 Research Consortium, & Northwell Nephrology COVID-19 Research Consortium (2020). Acute kidney injury in patients hospitalized with COVID-19. *Kidney International*, 98(1), 209–218.
7. Jain U. (2020). Effect of COVID-19 on the Organs. *Cureus*, 12(8), e9540.
8. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Acute Kidney Injury Work Group. KDIGO clinical practice guideline for acute kidney injury
9. Krishnan, A., Hamilton, J. P., Alqahtani, S. A., & Woreta, T. A. (2021). COVID-19: An overview and a clinical update. *World Journal of Clinical Cases*, 9(1), 8–23.
10. Li, W., Moore, M. J., Vasilieva, N., Sui, J., Wong, S. K., Berne, M. A., Somasundaran, M., Sullivan, J. L., Luzuriaga, K., Greenough, T. C., Choe, H., & Farzan, M. (2003). Angiotensin-converting enzyme 2 is a functional receptor for the SARS coronavirus. *Nature*, 426(6965), 450–454.
11. Robbins-Juarez, S. Y., Qian, L., King, K. L., Stevens, J. S., Husain, S. A., Radhakrishnan, J., & Mohan, S. (2020). Outcomes for Patients with COVID-19 and Acute Kidney Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Kidney International Reports*, 5(8), 1149–1160.
12. Ronco, C., & Reis, T. (2020). Kidney involvement in COVID-19 and rationale for extracorporeal therapies. *Nature reviews. Nephrology*, 16(6), 308–310.
13. Seller-Pérez, G., Más-Font, S., Pérez-Calvo, C., Villa-Díaz, P., Celaya-López, M., & Herrera-Gutiérrez, M. E. (2016). Acute kidney injury: Renal disease in the ICU. *Medicina Intensiva*, 40(6), 374–382.

Artan Cep Telefonu Kullanımının İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Gülçin ÖZEVCI¹
Büşra CEYHAN²
KADİR ATAKIR³

Özet: İnsanların birbirine kolay erişimi amacıyla 1980'lerde kullanılmaya başlanan cep telefonları, gelişen teknolojiyle birlikte insanlara fotoğraf ve video çekme, görüntülü arama, sosyal medya ve e-posta hesaplarına erişim ve ilgi alanlarına uygun uygulamaların yüklenebilmesi gibi birçok kullanılabilir işlev sunmaktadır. Bu işlevsellik günlük hayatta cep telefonu kullanım süresini arttırarak cep telefonu alışkanlığının ve bağımlılığının endişe verici bir hızla artmasına neden olmaktadır. İnsanlar için olası karsinojenik sınıfta yer alan düşük frekanslı elektromanyetik alana sahip cep telefonları, günlük hayatta evde, sokakta ve iş yerinde olmak üzere birçok ortamda kullanılarak hayatımızın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Cep telefonlarının vücutta özellikle konuşma esnasında baş bölgesine ve pantolon cebinde taşırken üreme organlarına yakınlığı radyo frekans radyasyonuna uzun süre maruz kalmanın insan sağlığına olası etkileri konusunda endişeleri giderek arttırmaktadır. Bu çalışmada, cep telefonu teknolojisinin nasıl geliştiği ve radyasyon türlerini açıklamak, cep telefonu kaynaklı radyo frekans radyasyonlarına maruz kalmaktan kaynaklanan insanlarda meydana gelebilecek genotoksik etkilerden DNA hasarları, mutasyonlar ve tümörler, nörolojik etkiler, bağışıklık ve üreme sisteminde meydana gelen bozukluklar gibi olası olumsuz sağlık etkilerine dikkat çekmek, bu konuda yapılan anket, hayvan ve insan deneylerinde elde edilen sonuçları derlemek ve cep telefonu kaynaklı radyofrekans radyasyon maruziyetiyle oluşabilecek kümülatif etkileri azaltmak için alınabilecek önlemlerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Cep telefonu kaynaklı radyofrekans radyasyon, Elektromanyetik radyasyon, İnsan sağlığı, Radyo frekans radyasyon.

Effects of Increased Mobile Phone Using on Human Health

Abstract: Mobile phones which were first used around 1980s for communication between people offer many functions such as taking photos and videos, video calling, accessing of e-mail and social media accounts besides installing various applications suitable for their interests. This functionality increases the time of cell phone usage in daily life, causing cell phone habit and addiction to increase at an alarming rate. Mobile phones with low-frequency electromagnetic fields are possibly carcinogenic to humans, have become a vital part of our daily lives, used in various places as our homes, outsides, at work. Keeping mobile phones with our bodies mostly during talking mode near head and carrying mobile phones in trouser raises concerns about the possible effects of long-term exposure to radio frequency radiation on human health. In this study, we aimed to explain how mobile phone technology develops and the types of radiation, to draw attention the possible adverse health effects of mobile phones such as DNA damages, mutations and tumors from the genotoxic effects that may occur in humans, neurological effects, disorders in the immune and reproductive system resulting from radio frequency radiations

¹ İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, İstanbul, Turkey, Gulcin.ozevci@gmail.com, 0000-0003-1375-7443

² İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, İstanbul, Turkey, busra.ceyhan@istun.edu.tr, 0000-0001-8452-567X

³ İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, İstanbul, Turkey, kadir.atakir@istun.edu.tr, 0000-0002-3654-9375

originating from mobile phones, to compile the results obtained in the survey, animal and human experiments on this subject, and to evaluate the precautions that can reduce the cumulative effects of mobile phone exposure.

Keywords: Mobile phone radiation, Electromagnetic radiation, Human health, Radio frequency radiation.

GİRİŞ

İletişim cihazlarına olan talebin artışıyla birlikte çok sayıda baz istasyonunun kurulması elektromanyetik radyasyon kaynaklı (EMR) çevresel maruziyeti arttırmaktadır (Nazıroğlu, Yüksel, Köse ve Özkaya, 2013; Türkkkan, Çerezci ve Pala, 2012). Elektromanyetik radyasyon; elektronik cihaz, yüksek gerilim hatları, elektrikle çalışan güçlü makine sistemleri, bina elektrik tesisatları (Yener ve Andiç, 2017) gibi düşük frekanstaki kaynaklardan (elektromanyetik alanlar) yayılan ELF bandı ve cep telefonu, baz istasyonu, radyo, Tv gibi kaynaklardan yayılan radyo mikrodalga frekans bandından oluşmaktadır. Günlük yaşamımızda kullanılan saç kurutma makineleri, mikrodalga fırınlar vb. elektronik cihazlar elektromanyetik radyasyon kaynakları (Çerezci ve Yener, 2016) olup, bu radyasyon kaynakları elektromanyetik alan kirliliğini arttırmaktadır (Türkkkan, Çerezci ve Pala, 2012). Bu durumda elektromanyetik alanların yarattığı kirliliğin insan sağlığına etkilerinin tespiti, takibi ve önlenmesi önemli bir husustur.

Kablosuz teknolojiler günümüzde oldukça yaygın hale gelmiş ve bu teknolojinin olağanüstü çıktılarında biri olarak da cep telefonları karşımıza çıkmaktadır. Veri iletişim ağları gibi diğer dijital kablosuz sistemler, WHO (World Health Organization; Dünya Sağlık Örgütü) ve IARC (The International Agency for Research on Cancer; Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı) ölçeğinde cep telefonu kaynaklı radyofrekans radyasyonu "*Grup 2B muhtemel kanserojen*" olarak sınıflandırmıştır. Bu, kanserojenlik "*biraz risk*" olabileceği anlamına gelmektedir. Bazı ulusal radyasyon danışma merkezleri, tedbirli bir yaklaşım olarak vatandaşlarına cep telefonlarına maruz kalmayı en aza indirecek önlemler önermiştir (The International Agency for Research on Cancer [IARC], 2013).

Cep telefonu kullanımının hızlı büyümesine, elektromanyetik alanın yoğunluğunda paralel bir artış eşlik etmiştir. Uzun süreli cep telefonu kullanımı artan elektromanyetik radyasyona maruziyet ile insan vücudunda makromoleküler düzeyde biyolojik hasarlar başlatabilmektedir (Christopher, Mary, Khandaker ve Jojo, 2021). Cep telefonu kaynaklı radyofrekans radyasyonunun sağlık üzerindeki etkisine ilişkin anketler, insan ve hayvan modelleri üzerinde yapılan deneysel çalışmalar karşımıza çıkmaktadır. Anket çalışmalarında cep telefonu ile günlük konuşma süresi, SAR değeri, telefonun kullanılmadığı durumlarda açık ya da kapalı tutulması, yatılan odada bulundurulup bulundurulmaması gibi faktörler dikkate alınırken bu etkilerin yorumlanmasında daha güvenilir sonuçlar elde edilebilmesi için yapılan deneysel çalışmaları incelemek gereklidir (Uzun, 2016). Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda insanların gerçek hayatlarındaki maruz kalma durumu ile birebir aynı ortamın oluşturulamaması (cep telefonlarının kafes üzerine yerleştirilmesi gibi), hayvanlar ile insan boyutu arasındaki dikkate değer farkın farklı hedef alanları ortaya çıkarması, beyin yapısı farklılığı gibi kısıtlılıkların olduğu görülmüştür (Qubty, Schreiber, Rubovitch, Boag ve Pick, 2021). Bununla birlikte mevcut literatürde, yapay zekâ tekniği kullanarak deneysel bir çalışma gerektirmeden cep telefonunun sağlık üzerine etkilerini inceleyen çalışmalara da rastlanmıştır (Develi ve Sorgucu, 2015). Bu derlemede cep telefonu kaynaklı radyofrekans radyasyonunun insanlar üzerinde biyolojik etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Cep Telefonları

Cep telefonları için bağlantı ve iletişim teknolojileri geçmişten günümüze 1G, 2G, 2,5G, 3G ve 4G olarak iletişim ağındaki bant genişliği artmış ve genel olarak dört farklı nesilde sınıflandırılmıştır. Birinci nesil ağlar (1G) 1980'lerin ortalarında kullanıma sunulmuş ve Kuzey Amerika'da Gelişmiş Cep Telefonu Sistemi (AMPS: Advanced Mobile Phone System), Avrupa'nın birçok yerinde Toplam Erişim İletişim Sistemleri (TACS; Total Access Communication Systems), Japonya'da Nippon Telgraf ve Telefon (NTT: Nippon Telegraph and Telephone) ve İskandinavya'da Nordik Mobil Telefon (NMT: Nordic Mobile Telephony) bu gruba dahil edilmiştir. Sistemler analog teknolojiye dayalıdır ve sesli iletişim hizmetleri sunmada frekans modülasyonu kullanmıştır. Bu ağların birçoğu kullanıcıların yeni nesil teknolojilere geçmesiyle, 2000 yılı civarında kapanmıştır. 1990'ların başında var olan İkinci nesil ağlar (2G) dijital

teknolojiye dayanmaktadır ve spektral verimliliği artırmak için ses kodlamasını kullanır. Birçok sistem, frekans kanalları içinde zaman bölmeli çoklu erişim (TDMA: time-division multiple access) kullanır ve bu tür sistemler Avrupa'da Mobil Global Sistem (GSM: Global System for Mobile), Japonya'da Kişisel Dijital Hücreli (PDC: Personal Digital Cellular) ve Kuzey Amerika'da hem Kişisel İletişim Sistemleri (PCS: Personal Communication Systems) hem de D-AMPS (digital AMPS) bulunur. 2G sistemleri bazı temel veri hizmetlerini içerecek şekilde genişletilmiştir, ancak gelişmiş veri hizmetlerine sahip sonraki sistemler genellikle 2,5 G olarak adlandırılmıştır. 2000'lerin başında kapsamlı veri hizmetlerine sahip üçüncü nesil cep telefonları (3G) kullanıma sunulmuştur. Bu telefonlar günümüzün "akıllı telefonları" olmak için geliştirilmiştir. Sistemler, Kod Bölmeli Çoklu Erişim (CDMA: Code Division Multiple Access) radyo erişim yöntemlerini kullanır. Dördüncü nesil (4G) teknoloji sadece veri hizmetlerine yönelik artan talebi karşılamak için kullanıma sunulmaya başlanmıştır. Uzun Dönemli Evrim (LTE: Long-term Evolution) olarak bilinen bazı sistemler Dikgen Frekans Bölmeli Çoklamayı (OFDM) kullanırken diğerleri Dünya Çapında Birlikte İşleyen Mikrodalga Erişimi (WiMax: Worldwide Interoperability for Microwave Access) temel alır. 3G hizmetlerinde olduğu gibi, bu teknoloji diğer hizmetlerin üzerine yerleştirilecek ve telefonlar çoklu erişim modlarını (4G, 3G ve 2G) destekleyebilmektedir.

Cep telefonu frekansları, kullanılan sisteme göre yaklaşık 900 veya 1800 MHz (GSM) ve 2200 MHz [Evrensel Mobil Telekomünikasyon Sistemi (UMTS)] arasında değişmekte olup (Kesari, Siddiqui, Meena, Verma ve Kumar, 2013; Qubty vd., 2021) 2G ve 3G cep telefonları mikrodalga yayan cihazlardır. Cep telefonları, baz istasyonu antenlerine/antenlerinden mikrodalga sinyalleri iletir/alır ve 2G için 900/1800 MHz ve 3G için 2100 MHz frekans bandı aralığında daha düşük frekanslı mikrodalga radyasyonu kullanır. Vücudumuz bu dalgaları absorblayan ve onları eddy akımlarına dönüştüren antenler gibi davranabildiğinden, kullanıcılar için risk devam etmektedir (Shahin, Singh ve Chaturvedi, 2017). Cep telefonları, 2G için 900/1800 MHz ve 3G için 2100 MHz frekans bandı aralığında daha düşük frekanslı mikrodalga radyasyonu kullanır. Vücudumuz bu dalgaları absorblayan ve onları eddy akımlarına dönüştüren antenler gibi davranabildiğinden, kullanıcılar için risk devam etmektedir (Shahin, Singh ve Chaturvedi, 2017).

Radyo frekans radyasyonu (RFR), insan sağlığına olası etkileri konusunda endişeler artmaktadır. 2003 yılında dünyada bir milyar dolayında cep telefonu kullanıcısı varken 2017'de bu değer yaklaşık beş milyar gibi yüksek bir değere ulaşmıştır (Şahin ve Topal, 2020). Artan internet erişim alt yapısı ve sosyal medya kullanımı ile akıllı telefon kullanım süresinin artışı ve süre artışının da telefon bağımlılığını arttırdığı ifade edilmektedir (Işık ve Kaptangil, 2018). Cep telefonu kullanıcıları gençlerin de içinde yer aldığı toplumun tüm bireylerini kapsamakta olup üniversite öğrencilerinin cep telefonu kullanımında moda/statü, işlevsellik/sosyalleşme, eğlence/rahatlama ve mobilite/bilgilenme gibi faktörler etkilidir (Bal, 2017). Diğer iyonlaştırıcı olmayan radyasyon kaynaklarına (enerji iletim hatları, radar vb.) maruz kalma ile cep telefonu ve baz istasyonu radyasyonlarına maruz kalmanın artışıyla da olası olumsuz sağlık etkilerine ilişkin endişeler giderek artmaktadır (Kesari vd., 2013).

Radyasyon Türleri

Radyasyon bir kaynaktan üretilen ve madde ile etkileşerek soğrulan enerji olup, elektromanyetik ve parçacık radyasyonu olarak gruplandırılır. *Elektromanyetik (EM) radyasyon* (x-ışınları, ultraviyole ışık, radyo dalgaları vd.) enerji paketleri halinde hareket eden, ağırlığı olmayan ve evrende ışık hızıyla hareket eden radyasyon türüdür. Parçacık radyasyonu ise (alfa partikülü, beta partikülü vd.) yüksek hızlarda hareket eden, enerji taşıyan ve ağırlığı olan radyasyon türüdür. Bununla birlikte radyasyon, sahip olduğu enerjiye bağlı olarak maddeden elektron veya proton koparabilen *iyonlaştırıcı/iyonizan radyasyon* (x-ışını, gama ışını, alfa partikülü, beta partikülü vd.) ve maddeden elektron koparamayan *iyonlaştırıcı/iyonizan olmayan radyasyon* (radyo, Tv, cep telefonları, baz istasyonları, mikro dalgalar, kızılötesi vd.) olarak da gruplandırılmaktadır (Gelal, 2020). İyonlaştırıcı olmayan radyasyonun frekans değerleri ve enerjileri iyonlaştırıcı radyasyona göre daha düşük değerlere sahiptir. Trenleri işleten akım ve evlerdeki akım gibi düşük frekansa (0,3 Hz- 30 kHz) sahip olan iyonlaştırıcı olmayan radyasyon örneklerinde deride tahriş, kaşıntı gibi etkiler görülürken, radyo, TV, mikro dalgalar, kızıl ötesi gibi

frekans değeri daha yüksek olan (300 kHz- 300 THz) örneklerde ise termal etkilerin etkin olduğu görülmektedir (Atakan, 2014).

Elektromanyetik alanlar kemik kırıklarının ve yaraların iyileşmesi, ağrı, depresyon ve anoksi tedavisi gibi sağlık alanında kullanılmaktadır ve gelişen teknoloji ile günlük hayatın birçok alanında (Enöz,2009) farklı seviye ve miktarlarda artış gösteren bir elektromanyetik alan maruziyeti gözlenmektedir. RF-EMR alanları, artan beyin gliomu riski temelinde, insanlar için olası kanserojen olarak sınıflandırılmış olup (Melnick, 2019; Merhi 2012) IARC düşük frekanslı elektromanyetik alanları “*insanlar için olası kansinojenik*” sınıfında ifade etmiştir (Kılıçkap ve Erdiş, 2013). Ancak wireless/kablosuz cihaz kullanıcılarının özellikle EM alanların neden olduğu olası tehlikelerle ilgili güvenlik konusunda kaygıları vardır. Mobil iletişim cihazları gibi RFR’ye maruz kalmaktan kaynaklanan olası olumsuz sağlık etkileri konusunda da artan bir endişe mevcuttur (Bhargavi, Balachandrudu ve Nageswar, 2013). Örneğin, Ramazzini Enstitüsü’nde radyofrekans radyasyonun kanserojen etkilerini inceleyen bir grup, 2448 Sprague-Dawley sıçanının cep telefonu baz istasyonlarının 1.8 GHz GSM anteni tarafından ürettiği kadar çevresel RFR’ye maruz kalmasını sağlamıştır. Erkek sıçanlarda en yüksek doz (50 V/m) uygulandığında hem kalp Schwannom insidansında istatistiksel olarak anlamlı bir artış, hem de erkek ve dişi sıçanlarda uygulanan bu dozda kalp Schwann hücreleri hiperplazisi insidansında bir artış gözlenmiştir. Ancak bu durumun istatistiksel olarak anlamlı olmadığı fakat bu doza maruz kalan dişi sıçanlarda malign glial tümörlerin insidansında bir artış gözlemlendiği belirtilmiştir (Falcioni vd., 2018).

Cep Telefonu Kullanımının Biyolojik Etkileri

Cep telefonlarından yayılan elektromanyetik radyasyonlar hem doğrudan hem de dolaylı olarak biyolojik değişikliklere neden olmaktadır. Cep telefonu kaynaklı radyofrekans radyasyona maruz kalmayla ilgili mevcut bulgular ve radyofrekans (RF)/elektromanyetik alanlara maruz kalındığında meydana gelen biyolojik etkiler bilimsel araştırmalara ve kamu politikası girişimlerine dayanmaktadır. Sonuçlardaki çelişkinin temelinde ise etki parametrelerinin kontrol edilmesindeki zorluk karşımıza çıkmaktadır. Biyolojik etkiler yalnızca nesnenin uzaklığına ve boyutuna değil, aynı zamanda çevresel parametrelerine de bağlıdır. Elektromanyetik enerjinin absorpsiyonunun doku sıcaklığı, katarakt, cilt yanıkları, testiküler bozulma, kromozal değişimler, bağışıklık sistemini etkileme, beyin tümörleri ve hücre mutasyon oranı artışına sebep olduğunu tartışan bilimsel çalışmaların olduğu belirtilirken (Christopher vd., 2021) benzer olarak çocukluk çağı lösemisi, beyin tümörleri, genotoksik etkiler, nörolojik etkiler ve nörodejeneratif hastalıklar, bağışıklık sistemi bozuklukları, alerjik ve enflamatuvar tepkiler, infertilite ve bazı kardiyovasküler etkilerin RF ile ilişkili olduğu da rapor edilmiştir (Kesari vd., 2013). Kendiliğinden oluşan gen mutasyonları olduğu gibi fiziksel ve kimyasal ajanlarla da gen mutasyonları meydana gelmektedir. İyonize ve iyonize olmayan radyasyon, fiziksel ajanlar grubunda yer alan ve DNA hasarına yol açan çevresel faktörlerdir (Sorgucu, 2011). EMF'nin genotoksik etkileri ile ilgili çalışmalarda da genellikle DNA hasarına odaklanılmış (Yahyazadeh vd., 2018) ve EMF radyasyonuna dayalı DNA hasarı bildirilmiştir (Christopher vd., 2021). DNA'daki herhangi bir değişikliğin kanser riskinde olası bir artışa yol açması (Kesari vd., 2013), DNA zincirinde meydana gelen kırılmalara yol açan süreçlerin tanımlanarak RF-EMR’ye maruz kalmakla oluşan biyolojik etkilerin kapsamını belirlemeyi önemli hale getirmektedir (Diem, Schwarz, Adlkofer, Jahn ve Rudiger, 2005). Örneğin Lai ve Singh (1997) sıçanların beyin hücrelerinde in vivo mikrodalgaya maruz kalmanın DNA hasarının bir şekli olan DNA iplik kopmaları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışmada 2450-MHz radyofrekansa akut elektromanyetik radyasyona maruziyetten 4 saat sonra bir mikrojel elektroforez testi kullanılarak maruziyet test edilmiş ve maruziyetin sıçanın beyin hücrelerinde DNA tek ve çift zincir kırılmalarında artışa neden olduğu belirtilmiştir. Erkek ve dişi sıçanlarda ve farelerde cep telefonu radyo frekansı radyasyonunun genotoksitesini değerlendiren Smith-Roe vd. (2020) de RFR’ye maruz kalmanın DNA hasarında bir artış ile ilişkili olduğunu ifade etmiştir.

Cep telefonlarının uzun dönem etkilerinin genetik hasar (De Juliis, Newey, King ve Aitken, 2009; Lai ve Singh, 1997; Kumar vd., 2014; Smith-Roe vd., 2020), tümör riski (Hardell, Carlberg, Hansson ve Mild, 2009; Melnick, 2019), davranışsal bozukluklar (Daniels, Pitout, Afullo ve Mabandla, 2009), hipokampus morfolojisinde değişiklik (Narayanan vd., 2010), nöronal aktivitede değişiklik (Aalto vd., 2006) üreme

sisteminde abnormallikler (Adams vd. 2014; Agarwal vd., 2008; Imai vd., 2011; Kumar vd., 2014; Kesari vd. 2018; Yan vd., 2007; Zalata vd., 2015) ve vücutta kulak gibi belirli bölgelerde sıcaklık artışı (Moradi vd.,2016; Taurisano ve Vorst, 2000) gibi zararlı etkileri olduğunu ifade eden çalışmalar mevcuttur. Bununla birlikte epidemiyolojik çalışmalardan elde edilen kanıtların, cep telefonu kaynaklı radyofrekans radyasyonun kanser, kardiyovasküler hastalıklar, üreme sistemi, katarakt gibi sağlık sorunları ile bir ilişkisi olmadığını (Bhargavi vd., 2013) ya da nadir bir ilişki olduğunu ve uzun süre maruz kalmanın hasar olasılığını arttırdığını belirten çalışmalar (Ahlbom, Green, Kheifets, Savitz ve Swerdlow, 2004; Moradi, Naghdi, Hemmati, Asadi-Samani ve Bahmani, 2016) mevcuttur.

Telefonların beklemedeyken ve görüşme yapılmadığında yaydıkları enerji de ilgi çekici bir konudur. Bu konuda sistematik çalışmalar yayınlanmamıştır, ancak belirtilen koşullar altındaki aktarımlar kısa ve seyrek olduğundan zaman içerisindeki ortalama alındığında maruziyetin çok küçük olması beklenmektedir. E-posta gibi veri hizmetleri için donatılmış telefonlar, e-posta sunucularını kontrol edecekleri ve telefonda tutulan veri tabanlarını uzak sunuculardakilerle senkronize edecekleri için normal telefonlardan daha uzun süre frekans gönderir ve bu yüzden video ve fotoğraf gibi büyük dosyaların yüklenmesi birkaç dakika sürebilmektedir. Bu durum gerçekleşirken, telefon arama sırasında olandan daha fazla güç seviyesinde bölgesel emisyonlara neden olabilecektir bu nedenle kullanıcının kafasında, cebinde veya vücudunun başka bir yerinde tutulmamalıdır. Bir cep telefonundan bir metin mesajının gönderilmesi kısa bir iletim süresinde gerçekleşirken uzun bir metin mesajının GSM sistemleri ile gönderilmesinin en fazla 1,5 saniye süreceği ifade edilmektedir (IARC, 2013).

Termal artış ve merkezi sinir sistemi üzerine etkisi

EM absorpsiyonunun neden olduğu en önemli etkilerden biri sıcaklık artışı olup, sıcaklık artışı ile ilgili literatürde yaygın olarak kullanılan parametre *özümlü absorpsiyon hız değeri*; SAR (Specific Absorption Rate)'dır (Develi ve Sorgucu, 2015). Düşük frekanslarda (<100 kHz), birçok biyolojik etki dokudaki akım yoğunluğu cinsinden ölçülür ve bu parametre çoğunlukla dozimetrik bir miktar olarak kullanılır. Daha yüksek frekanslarda etkileşimlerin çoğu birim kütle başına enerji biriktirme oranından kaynaklanır. Bu nedenle, bu frekanslarda dozimetrik ölçü olarak SAR kullanılır. SAR, W/kg olarak ifade edilir yani SAR, absorbe kütle tarafından absorblanan güçtür. Dozimetri analizine yönelik en belirgin yaklaşım kadavralarda olduğu kadar fantomlarda SAR dağılımını deneysel olarak belirlemektir. Sıcaklık ölçümleri bölgesel veya tüm vücut SAR'ını belirlemenin bir yoludur ve SAR, yalnızca ısı difüzyonunun etkileri ihmal edilebildiği zaman sıcaklık artışıyla orantılıdır (Kesari vd., 2013). Vücutta 30 dakika boyunca 1°C'lik sıcaklık artışına sebep olan RF kaynaklı değere SAR sınır değeri denir ve bu değer 4W/kg'dır (Atakan, 2014). SAR sınır değeri korunma faktörü dikkate alındığında ilgili meslek çalışanları için 0,4 W/kg iken halk için 0,08 W/kg olarak önerilmiştir (Kılıçkap ve Erdiş, 2013). Bu sınır değerler yapılan deneyler sonucunda belirlenmiş (Atakan, 2014) olup vücudun tamamı ve belirli kısımları için farklıdır. Altı dakika ve üzeri 100 kHz- 6 GH elektromanyetik alan maruziyetinde ilgili meslek çalışanları ve halkın tüm vücut için sınır değerleri sırasıyla 0,4 W/kg ve 0,08 W/kg, lokal baş/gövde için sınır değerleri 10 W/kg ve 2 W/kg ve üst ekstremiteler için sınır değerleri ise 20 W/kg ve 4 W/kg'dır (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection [ICNIRP], 2020). Genellikle el tipi cep telefonlarının ve telsiz telefonların vücutta göre çeşitli pozisyonlarda kullanılması nedeniyle kişiler bu limitlere yakın maruziyetler almaktadır. Cihazlarının kullanım sırasında bu konularda olması ile 40 MHz ile 6 GHz frekans aralığındaki elektromanyetik alanlar çoğu kez dokuya derinlemesine nüfuz ederek sitoplazmada rastgele moleküler hareket artışına neden olmaktadır (Qubty vd., 2021).

İnsanların cep telefonu kaynaklı radyofrekans radyasyona maruz kalmasıyla merkezi sinir sistemi (MSS) üzerine etkilerini inceleyen birçok çalışma mevcuttur. Cep telefonlarının yaydığı EMF'lerin MSS üzerindeki etkileri, konuşma sırasında çoğunlukla cep telefonlarının başa yakın tutulması ve beyne yakın olması nedeniyle farklı bir endişe odağı haline gelmiştir. Bu işlemler sırasında, bir cep telefonu anteni, insan beyninin 4-6 cm derinliğine penetre edebilen radyo frekanslı elektromanyetik alan yayar. Radyasyonun penetrasyonu da hipokampus ve epifiz bezi sırasıyla protein kinaz C ve melatonin aktivitelerindeki azalmadan etkilenebilir (Kesari vd., 2013). RF-EMR etkilerine duyarlı olan insan beyni

cep telefonu antenine en yakın bölge olduğu için beyin RF-EMR absorpsiyonuna maruz kalması beyin dokusunun uyarılabilirliğini arttırmaktadır (Merhi, 2012). Develi ve Sorgucu (2015) elektromanyetik radyasyona maruz kalmakla insan beyni eşdeğer sıvısındaki (BEL) sıcaklık dağılımını tahmin ettikleri çalışmada 900 mHz cep telefonu radyasyon frekansında çalışmıştır. Deneysel bir çalışma gerektirmeden nöro-bulanık çıkarım sistemi (ANFIS) yapay zeka tekniği ile bir insan BEL'indeki sıcaklık dağılımını yüksek doğrulukla tahmin etmede kullanılabileceğini önermişlerdir. 900 MHz'lik bir elektromanyetik alan sinyaline maruz bırakılan erkek sıçanlarda, iki ay boyunca 900 MHz EMF sinyaline subkronik maruz kalmanın sıçan beynini olumsuz etkileyebileceğini ve bu durumun potansiyel bir gliosis belirtisi olduğu ifade edilmektedir (Ammari vd., 2010). Cep telefonun insanlarda serebral kan akışına etkisini çalışan Aalto vd. (2006) ticari bir cep telefonu tarafından yayılan EMF'nin insanlarda rCBF'yi etkilediğini bulmuştur ve bu sonucun EMF'nin nöronal aktivitede değişikliklere neden olduğu varsayımıyla tutarlı olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca fantom kafa kullanan yayınlanmış dozimetri çalışmalarında, anatomik ve fizyolojik farklılıklar nedeniyle çocuklarda RF absorpsiyonunun yetişkinlere göre daha yüksek olabileceği ifade edilmiştir (IARC, 2013) ki çocukların yetişkinlere göre daha uzun bir yaşam ömrü vardır.

Laboratuvar çalışmaları dokuda normal sıcaklığından 1°C'den fazla bir artışın olumsuz biyolojik etkilere sebep olabileceğini ileri sürmektedir. Vücut sıcaklığındaki mutlak artış, ısıtma süresi ve termo düzenleyici kapasitesi doku ısınmasındaki zararlı seviyelerin önemli belirleyicileridir (Ahlbom vd., 2004). Cep telefonu kullanıcılarında, cep telefonları ile temaslarından dolayı sıklıkla gözlemlenen etki de kulaklarının ısınmasıdır (Christopher vd., 2021; Gökoğlan, Ekinci, Özgenç, Özdemir ve Aşıkoğlu, 2020) ve bu sıcaklık artışı, kullanıcının kafası tarafından absorblanan radyo frekans ve elektromanyetik dalgadan kaynaklanıyor olabilir. İnsan (Hillert vd., 2008) ve hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda ve anket çalışmalarında (Ofstedal, Wilen, Sandstrom ve Mild, 2000) belirtilen baş ağrısı vakalarında (Schreier, Huss ve Rösli, 2006; Christopher vd., 2021), uyku düzeninde (Schreier, Huss ve Rösli, 2006) ve sinir hücrelerinin işlevlerinde meydana gelen değişikliklerdeki önemli artış (Christopher vd., 2021) da bu durumu destekler niteliktedir.

EMF'lerin termal olmayan maruziyet seviyelerinde tümör gelişimine neden olduğuna dair ikna edici bir laboratuvar kanıtı olmadığını belirten Salford, Brun ve Persson (1997), 914 sıçanla yaptıkları deneyde 915 MHz'e maruz kalan hayvanlar ile maruz kalmayan hayvanlar arasında tümör boyutunda önemli bir fark bulmamıştır. Bir başka çalışmada farklı frekans ve güç seviyelerine sahip iki cep telefonu teknolojisi olan GSM ve CDMA elektromanyetik radyasyonlarının etkisi 10 gönüllü insan üzerinde laboratuvar ortamında telefonla 10 dakikalık konuşma süreleri uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sırasında beyin sinyallerini izlemek ve yakalamak için elektroensefalogram kullanılmıştır. Denemeler sonunda GSM hizmeti veren cep telefonunun, CDMA hizmeti veren cep telefonuna kıyasla beyin üzerinde daha büyük etkiye sahip olduğu görülmüştür (Bhargavi vd., 2013). Sıçanlar ve fareler üzerinde cep telefonu radyasyon etkisini çalışan Melnick (2019) ise GSM ve CDMA modülasyonlu RFR'nin kalp ve beyin için kanserojen olduğunu belirtmiştir.

Radyofrekansa maruz kalma ve bu maruziyetin sebep olabileceği radyobiyojik etkiler üzerine yapılmış olan çalışmaların birçoğunun RF maruziyeti ile cep telefonlarının vücutta oluşturduğu riskler arasında nadir bir ilişki olduğunu bildiren Moradi vd. (2016), RF maruziyetinin özellikle eşik dozu düşük olan baş ve boyunda vücut ısısının artmasına neden olabileceği ve bu dalgalara uzun süre maruz kalındığında hasar olasılığının arttığını ifade etmiştir. İsveç'teki Hardell ve Interphone grubunda cep telefonu kullanımı ile tümör arasındaki ilişki incelenmiş, 10 yıl ve daha üzeri cep telefonu kullanımından sonra tükürük bezi tümörleri, Nonhodgkin lenfoma ve testis kanseri için kablosuz telefon kullanımı ile tutarlı bir ilişki modeli bulunamazken glioma ve akustik nöroma için artan risk olduğu belirtilmiştir (Hardell vd., 2009). 13 ülkede yürütülen INTERPHONE çalışma grubu ise cep telefonu kullanımıyla glioma ve meningioma riskinde artış gözlenmediğini belirtmiştir (Interphone, 2010). Benzer şekilde cep telefonu kullanıcılarındaki gliomaların, beyin cep telefonundan en yüksek radyo frekans alana maruz kalan kısımlarında tercihli olarak yer almadığı da belirtilmiştir (Bor, 2016; Larjavaara, Schüz ve Swerdlow, 2011). Bu durumda bazı raporlar cep telefonu kullanımı ile beyin

tümörleri arasında bir ilişki sunmazken, bazı raporlar beyin tümörü riskinin cep telefonu kullanımı ile arttığını öne sürmüştür. Bununla birlikte cep telefonu kullananların kullanmayanlara kıyasla baş ağrısı (Christopher vd., 2021; Liu vd., 2014; Qubty vd., 2021) ve uyku bozuklukları (Schreier, Huss ve Röösli, 2006) gibi semptomlarının olduğu belirtilmiştir. Cep telefonu kaynaklı radyofrekans radyasyona uzun süre maruz kalma nedeniyle beyin, göz ve cilt dokularının termal değişimlerini ve SAR'ı analiz eden bir çalışmada insan kafasını; deri, kafatası ve beyinle simüle eden bir fantom kullanılmıştır. Fantom, 600 s ve daha fazla olmak üzere uzun süre radyasyona maruz bırakılmış ve hassas termokupl problemleri ile farklı spesifik noktalarda sıcaklık değişimleri incelenmiştir. Çalışmada beyinde 30 mm derinlikte beyin sıcaklığındaki ortalama artış, $0,10 \pm 0,05^{\circ}\text{C}$ ve tahmini SAR $0,66 \pm 0,35 \text{ W/kg}$, göz yuvası için sıcaklıktaki artış, $0,03 \pm 0,02^{\circ}\text{C}$ ile SAR $0,15 \pm 0,08 \text{ W/kg}$ ve cilt sıcaklığındaki ortalama artış $0,14 \pm 0,05^{\circ}\text{C}$ ve SAR $0,66 \pm 0,42 \text{ W/kg}$ olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar Uluslararası İyonize Olmayan Radyasyondan Korunma Komisyonu ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) tarafından baş/gövde için önerilen 2 W/kg değer limit değerleri içindedir ancak cep telefonu kullanıcılarının sayısındaki büyük artış ve cep telefonunun iletişim amaçlı uzun süreli kullanımı göz önüne alınırsa, kümülatif etkiler insan sağlığı için gerçek bir endişe kaynağı olabilir (Christopher vd., 2021). Son olarak 1990 ve 2015 yılları arasında 88 ülkenin Dünya Sağlık Örgütü'nden alınan beyin kanseri ölüm oranlarını ve Dünya Bankası'ndan ülke düzeyinde cep telefonu abonelik oranlarını kullanarak cep telefonları ve beyin kanseri arasındaki ilişkiyi araştıran bir grubun 15-20 yıl sonra cep telefonu abonelikleri ile beyin kanseri ölüm oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunurken falsifikasyon testlerinde, cep telefonu abonelik oranları ile rektal, pankreas, mide, meme veya akciğer kanseri veya iskemik kalp hastalığından kaynaklanan ölümler arasında çok az sayıda pozitif ilişki bulunduğu (Mialon ve Nesson, 2020) dikkat çekicidir.

Üreme hücrelerine etkisi

Cep telefonu kaynaklı radyofrekans radyasyonun üremeyi etkileyip etkilemediği önemli bir araştırma konusu olup (Yu vd., 2021) üreme denildiğinde akla gelen iki sistem erkek ve dişi genital organlarıdır (Nazıroğlu vd., 2013). Telefon radyasyonunun erkek ve dişi hayvanlar ve insanlarda üreme üzerine etkisinde; gonad metabolizması, üreme hücrelerinin apoptozu ve fertilitite durumuna odaklanılmıştır (Merhi, 2012). Cep telefonlarının infertilite için potansiyel bir risk faktörü olduğu, cep telefonu kullanımının erkeklerde sperm motilitesi (Adams, Galloway, Mondal, Esteves ve Mathews, 2014; De Iuliis vd., 2009; Hasan, Amin, Alam ve Islam, 2021; Kesari, Agarwal ve Henkel, 2018), sayısı (Hasan vd., 2021; Kesari vd., 2018) ve morfolojisi (Kesari vd., 2018), kan-testis bariyerinin artan geçirgenliği (Hasan vd., 2021), testiküler ağırlığı (Imai vd., 2011; Kumar, Nirala, Behari ve Paulraj, 2014) ve DNA hasarı (Kumar vd., 2014), kadın infertilitesinde yumurtalık ve uterin histolojik yapı ve steroidojenez fonksiyonu (Shahin vd., 2017), folikülde madde artışı (Nazıroğlu vd., 2013) ve sayısında değişim, granüloza hücreleri, endometriyal doku, oosit ve embriyo kalitesi, hamilelik esnasında fetal kalp fizyolojisindeki değişim (Merhi, 2012), hormon seviyelerinde düşüş (Yüksel, Nazıroğlu ve Özkaya, 2016) gibi üremede olumsuz etkiler gösterebileceğini ifade eden çalışmalar olduğu gibi, cep telefonu kullanımı ile sperm kalitesinde düşüş arasındaki ilişkiyi desteklemeyen çalışmaların olduğu (Yu vd., 2021) belirtilmektedir. Ayrıca cep telefonlarının gebelik gelişim sürecine olumsuz etkisi olmadığını bulan (Takahashi vd., 2010) çalışmalar da mevcuttur.

Wi-Fi ve cep telefonu EMR'si kaynaklı oksidatif stres, kadın ve erkek üreme sistemlerini etkileyen önemli bir mekanizmadır. Erkeklerde oksidatif stresin indüklenmesinin sadece spermilerin dölllenme kapasitesini bozmadığı, ayrıca sperm DNA hasarına yol açtığı belirtilmektedir (De Iuliis vd., 2009) Kadın infertilitesinde yumurtlamaya yakın bir zamanda, foliküldeki çeşitli maddelerde artış, fizyolojik olarak oksidatif stres ve reaktif oksijen türleri (ROS) üretimini indükleyebilir (Nazıroğlu vd., 2013) ve ROS üretimi hedef hücrelerde oksidatif hasara sebep olur (Altun, Deniz, Yurt, Davis ve Kaplan, 2018). Fetüsün EMR ile indüklenen anormal gelişimi ise endişe arttırmaktadır. Örneğin anne sıçanlarda hamilelik sırasında cep telefonuna maruziyet sonrası etkilerin incelendiği bir çalışmada prolaktin, östrojen ve progesteron seviyeleri azalırken yavruların gelişimi sırasında anne sıçanların uteruslarında EMR kaynaklı oksidatif stresin, toplam plazma oksidant durumunun ve vücut sıcaklığının arttığı görülmüştür (Yüksel vd., 2016). Shahin vd. (2017), çalışmalarında cep telefonu kullanımının uzun

dönem etkileri olarak ROS, NO (azot oksit), lipid peroksidasyonu, toplam karbonil içeriği ve serum kortikosteronunda önemli bir yükselişe ve farelerin hipotalamus, yumurtalık ve uterusunda antioksidan enzimlerde önemli miktarda azalmaya neden olduğunu belirtmiştir. Aburawi vd. (2020) ise cep telefonu kaynaklı radyofrekans radyasyona maruz kalan on iki dişi albino farede, maruz kalma sırasında davranışlarında herhangi bir etki görmezken histolojik olarak yumurtalık ve uterusunda hasar meydana geldiğini bildirmiştir.

Cep telefonlarının artan popülaritesi, bu telefonları cepte ya da belde taşıyarak kullanmanın (Kesari vd., 2018) cep telefonlarından gelen RF-EMR'nin sperm gelişimini ve işlevini potansiyel olarak etkileyip etkilemediği (Yu vd., 2021) ve çoğu batı ülkesinde artan bir testis kanseri insidansının varlığı, toplumda cep telefonu kullanımının testis disfonksiyonu için bir risk faktörü olabileceği endişesini oluşturmaktadır (Hardell vd., 2009; Yu vd., 2021). Yan vd. (2007), birçok araştırmacının laboratuvar çalışmalarında RF-EMR ile ısı faktörünün birlikte abnormalliğe yol açtığını, bazı araştırmacılara göre ise ısı faktörü ortadan kaldırıldığında veya aşırı miktarda olmadığında cep telefonlarının etkilerinin minimal ile yok arasında olduğunu belirtmiştir. Cep telefonu kullanımının erkek fertilitesi üzerindeki etkilerinin daha kesin olarak belirlenmesi, erkeklerin cep telefonlarını sıklıkla ceplerinde üreme organlarına yakın bir yerde taşıdıkları düşünüldüğünde önemlidir (Agarwal, Deepinder, Sharma, Ranga ve Li, 2008).

Cep telefonu kullanımının erkek üreme sistemi üzerine etkileri incelendiğinde karşımıza epidemiyolojik çalışmalar, in vitro laboratuvar çalışmaları ve hayvan çalışmaları da dahil olmak üzere birçok araştırma türü çıkmaktadır. Liu vd. (2014), insan çalışmaları ve in vitro laboratuvar çalışmalarının çoğunun radyofrekansa maruz kalmanın sperm konsantrasyonu ve motilitesi üzerinde zararlı etkilere yol açtığını ancak insan çalışmalarındaki meta-analiz sonuçlarının cep telefonu kullanımının sperm parametreleri üzerinde olumsuz bir etkisi olmadığını işaret etmiştir. İn vitro çalışmalarda meta-analiz, radyofrekans radyasyonun sperm motilitesi ve in vitro canlılığı üzerinde zararlı etkisi olduğunu belirtmiştir. Mevcut araştırmaların sonuçları çelişkili olup cep telefonu RF-EMR maruziyetinin erkek sperm kalitesini düşürüp düşürmediği bilim camiasında tartışılmaya devam etmektedir (Yu vd., 2021). Yapılan hayvan çalışmalarına bakıldığında cep telefonuna maruz kalma durumunda sperm konsantrasyonu, motilitesi (Liu vd., 2014; Yan vd., 2007), sperm hücre morfolojisi (Agarwal vd., 2008; Yan vd., 2007), toplam sperm hücre sayısı ve mRNA seviyeleri (Yan vd., 2007) ve üreme organlarının ağırlığı (Imai vd., 2011; Kumar vd., 2014) gibi parametreler incelenirken insanlarda da infertilite kliniklerinden alınan örneklerde benzer olarak cep telefonu kullanımının erkeklerde sperm canlılığı (Adams vd., 2014; Agarwal vd., 2008), konsantrasyonu (Adams vd., 2014) sayısı (Agarwal vd., 2008; Zalata, El-Samanoudy, Shaalan, El-Baiomy ve Mostafa, 2015), motilitesi (Adams vd., 2014; Agarwal vd., 2008; Zalata vd., 2015) gibi parametreler incelenmiştir. 3G cep telefonlarının erkek sıçanların üreme sistemi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, cep telefonu kaynaklı radyofrekans radyasyona maruz kalmanın, oksidatif stres içeren mekanizmalar yoluyla sperm fonksiyonlarını etkileyebileceği ve oksidatif stresin, erkek kısırlığının ana nedeni olduğu belirtilmiştir (Kumar vd., 2014). Kesari vd. (2018), cep telefonunu cepte ya da belde taşımanın sperm motilitesi, konsantrasyonu ve viyabilitesi düşürdüğü ve abnormal sperm morfolojisine neden olduğunu ifade eden çalışmaların mevcut olduğunu ifade etmiştir. Benzer şekilde Adams vd. (2014) yapılan hayvan çalışmalarının, RF-EMR'nin sperm hücresi ölümünü arttırabileceğini ve testislerde histolojik değişiklikler üretebileceğini, Fatahi vd. (2021), cep telefonu kullanımının infertilite tehlikesinin hafif ile orta düzeyde olduğunu ve infertilitede uzun vadeli etkilerinin olabileceğini ifade eden çalışmaların mevcut olduğunu belirtmiştir. İsviçre albino fareleri üzerinde dördüncü nesil cep telefonu kaynaklı radyofrekans radyasyona maruz kalmanın; hematolojik, biyokimyasal parametreler, böbrek ve testisteki histopatolojik değişiklikler üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada ise radyasyona maruz kalan gruplarda vücut ağırlığı ve toplam eritrosit sayısı değerlerinin önemli ölçüde azaldığı, toplam lökosit sayısı, hemoglobin yüzdesi ve serum kreatin değerlerinin önemli ölçüde arttığı, dördüncü nesil telefonların farelerin böbrek ve testis dokusunun iltihaplanmasını etkileyebileceği ifade edilmiştir. Bu nedenle cep telefonu radyo frekansıyla elektromanyetik radyasyona maruz kalmanın olası olumsuz etkileri konusunda halkın bilincini arttırmak önem kazanmaktadır (Hasan vd., 2021).

Yüksek ve orta gelirli ülkelerdeki çiftlerin yaklaşık %14'ünün gebe kalmakta güçlük çekmekte ve birçok ülkede sperm kalitesinde açıklanamayan düşüşler rapor edildiğini ifade eden Adams vd. (2014) çalışmalarında cep telefonlarından yayılan RF-EMR'ye maruz kalmanın insan sperm kalitesini etkileyip etkilemediğini belirlemek amacıyla sistematik bir inceleme ve değerlendirme için meta-analiz uygulamıştır. Katılımcıları fertilitite kliniği ve araştırma merkezlerinden olup sperm kalitesi sonuç ölçütleri olarak klinik ortamlarda fertilititeyi değerlendirmek için en sık kullanılan parametrelerden hareketlilik, canlılık ve konsantrasyon seçilmiştir. Çalışma sonucunda deneysel in vitro ve gözlemsel in vivo çalışmaların tutarlı olduğu, in vitro ve in vivo çalışmalardan toplanan sonuçların, cep telefonuna maruz kalmanın sperm kalitesini olumsuz etkilediğini gösterdiği ancak hem düşük fertil erkeklerin hem de genel popülasyonun tam klinik sonuçlarını belirlemek için daha fazla çalışmanın gerekli olduğunu bildirmiştir.

Sıçanların 18 hafta boyunca günde 2 defa 3'er saatlik cep telefonu emisyonuna maruz bırakıldığı çalışmada cep telefonu emisyonlarına maruz kalan sıçanlarda kontrol grubunun aksine yüksek sperm hücresi ölümü insidansı ile anormal sperm hücresi kümelenmesi görülmüştür (Yan vd., 2007). Erkek sıçanların üreme organlarının (testisler, epididimitler, seminal veziküller ve prostat) ağırlığının incelendiği çalışmada üreme organlarının 5 haftalık bir süre boyunca günde 5 saat 1,95 GHz cep telefonu kaynaklı radyofrekans radyasyona maruz kalmanın bir sonucu olarak farklılık görülmüştür (Imai vd., 2011). İnfertilite kliniğinden cep telefonu hiç kullanmayan, <2 saat/gün, 2-4 saat/gün; >4 saat/gün olmak üzere 4 grubun örnekleriyle yapılan incelemede de cep telefonu kullanımının erkeklerde sperm sayısını, motilitesini ve canlılığını azaltarak ve normal morfolojisini değiştirerek sperm kalitesini düşürdüğü, sperm parametrelerindeki azalmanın, cep telefonlarına günlük maruz kalma süresine bağlı ve başlangıçtaki sperm kalitesinden bağımsız olduğu ifade edilmiştir (Agarwal vd., 2008). Cep telefonlarından yayılan in vitro RF-EMF maruziyetinin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; sperm motilitesinde, sperm lineer hızında, sperm lineerite indeksinde ve sperm akrosin aktivitesinde önemli bir azalmanın olduğu, sperm DNA fragmentasyon yüzdesi ve seminal clusterin (CLU) gen ekspresyonu ve CLU protein seviyelerinde ise önemli bir artışın olduğu Zalata vd. (2015) tarafından bildirilmiştir. Cep telefonu kaynaklı radyasyonunun erkek eşey hücresinde mutasyon ve cinsel travma ve infertilite riskini açıklamak amacıyla farklı frekanslarda yüksek voltajın aktarılmasıyla yayılan dozun bir sintilasyon dedektörü kullanılarak ölçüldüğü bir çalışmada ise cep telefonu kullanarak günde 50 dakikadan fazla zaman harcayan kişilerin, beyinde glikozun harcanması nedeniyle erken bunama veya başka termal hasarlar yaşanabileceği gösterilmiştir (Moradi vd., 2016).

SONUÇ ve ÖNERİLER

İnsanların her gün evde, işte ya da çevresindeki herhangi bir ortamda EMR'ye maruz kaldığı, çocuklardan yetişkinlere kadar her bireyin kişisel cep telefonu kullanıcısı olması ve bu oranın giderek artması RF kaynağı olan cep telefonlarının insan sağlığına etkisi üzerine endişe yaratmış ve yaratmaya devam etmektedir. Cep telefonlarının biyolojik etkileri (DNA hasarları, tümörler, üreme sistemi bozuklukları, beyin, göz ve cilt dokularının termal değişimler vd.) incelendiğinde muhtemelen kanserojen sınıfında yer alan cep telefonu kaynaklı radyofrekans radyasyonun beyin tümörü ile ilişkili olduğunu ve olmadığını öne süren çalışmaların olması bu konuda henüz bir kesinliğin olmadığını göstermektedir. Cep telefonunun üreme sistemine etkileri incelendiğinde ise cep telefonu kullanımının erkek ve kadın üreme sistemi üzerinde potansiyel zararlı etkileri olduğu görülmüştür. Bu nedenle cep telefonu kullanımının üreme sistemi üzerindeki riskini değerlendirmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Bununla birlikte cep telefonlarının konuşma sırasında vücutta en yakın bölge olan kulak ile temasıyla birlikte kulağın ısınması ve kafa tarafından absorblanan elektromanyetik radyasyon ile görülen baş ağrısı ve uyku düzensizliği gibi semptomlar cep telefonu kaynaklı merkezi sinir sistemini etkileyen termal etkiler arasında sıralanabilir. Bu durumda yapılan çalışmalardaki kısıtlılıklar (boyut, yapı, aynı ortamın birebir oluşturulamaması, etkenlerin kontrolündeki zorluklar gibi), etkilerin kümülatif olarak artması, çocukların yetişkinlere göre daha riskli olmaları dikkate alınarak cep telefonlarının uzun vadeli ve yoğun kullanımına ilişkin daha fazla araştırmanın yapılması gerekmektedir. Ayrıca cep telefonlarının birer iletişim aracı olduğunu unutmadan cep telefonu

kaynaklı radyofrekans radyasyona maruziyeti azaltmak amacıyla alınacak tedbirler de büyük önem taşımaktadır. Aşağıda bu önlemler sıralanmıştır:

- ✓ Araba kullanırken cep telefonu kullanmamak (Kılıçkap ve Erdiş, 2013),
- ✓ Sinyal seviyesinin düşük olduğu zamanlarda (araç yolculuğu gibi) değil (Kılıçkap ve Erdiş, 2013), sinyal seviyesinin yüksek olduğu durumlarda (baz istasyonuna yakın) telefonla görüşme yapmak (Atakan, 2014),
- ✓ Telefonu bağlantı kurulduktan sonra kulağa yaklaştırmak ve konuşma esnasında kulaktan 1 cm kadar uzak tutmak (Atakan, 2014),
- ✓ Cep telefonu yasal SAR değerinin 2,0 W/kg ile sınırlı olduğunu bilmek ve bu değer dikkate alınarak düşük SAR değerli telefon satın almak (Adams vd., 2014),
- ✓ Bluetooth gibi ellerin serbest olduğu sistemler kullanmak (Merhi, 2012),
- ✓ Cep telefonlarını “konuşma modunda” baş bölgesinden uzağa yerleştirmek (Merhi, 2012),
- ✓ E-posta, video vb. büyük kapasiteli dosyaları gönderirken cep telefonunu kafanın yakınında, cepte veya vücudun başka bir yerinde tutmamak (IARC, 2013),
- ✓ Cep telefonlarını üreme organlarının yakınında tutmamak (Akbari ve Gaeini, 2021),
- ✓ Cep telefonu ile günlük konuşma süresini azaltmak,
- ✓ Konuşmak yerine mesajlaşmayı tercih etmek (Merhi, 2012; Kılıçkap ve Erdiş, 2013),
- ✓ Görüşmelerde kulaklık kullanmak (Gökoğlan vd., 2020), kulaklık olmadığı taktirde termal etkiden dolayı telefonun temas ettiği kulağı değiştirmek (Kılıçkap ve Erdiş, 2013),
- ✓ Telefonun kullanılmadığı durumlarda kapalı tutulması ve yatılan odada bulundurulmaması,
- ✓ Cep telefonunu insülin pompası, kalp ve kulak aletlerinden en az 25 cm uzakta kullanmak (Atakan, 2014),
- ✓ Orta düzeyde egzersiz yapmak (Akbari ve Gaeini, 2021),
- ✓ Yaša göre en yüksek riskin kablosuz telefonların ilk kez kullanıldığı 20 yař altı grubunda bulunduğuna dikkat etmek (Hardell vd., 2009),
- ✓ Cep telefonlarını fırsat bulunduğunda uçuş moduna almak (Tamam, Evrensel ve Tamam, 2016).

KAYNAKLAR

- Aalto, S., Haarala, C., Brück, A., Sipilä, H., Hämäläinen, H., Rinne, J. O. (2006). Mobile phone affects cerebral blood flow in humans. *Journal of cerebral blood flow and metabolism: Official Journal of the International Society of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 26(7), 885–890.
- Aburawi, S., Abusaida, H., Jaafari, H.E., Alkayed, F., Shibani, N., Dali, A.,..., Altaboni, O.(2020). Effect of Mobile Phone Radiation on Reproductive System and Behavior Using Female Albino Mice. *Med App Sci.*, 4(1), 31-39.
- Adams, J.A., Galloway, T.S., Mondal, D., Esteves, S.C., Mathews, F.(2014). Effect of mobile telephones on sperm quality: A systematic review and meta-analysis. *Environment International*, 70, 106–112.
- Agarwal, A., Deepinder, F., Sharma, R.K., Ranga, G., Li, J. (2008). Effect of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: an observational study. *Fertility and Sterility*, 89(1), 124-128.

- Ahlbom, A., Green, A., Kheifets, L., Savitz, D., Swerdlow, A. (2004). Epidemiology of Health Effects of Radiofrequency Exposure. *Environmental Health Perspectives*, 112(17), 1741-1754.
- Akbari, H.A., Gaeini, A.A. (2021). Moderate exercise training as an effective strategy to reduce the harmful effects of cell phone radiation on Wistar rat's semen quality. *International Journal of Radiation Research*, 19(2), 317-323.
- Altun, G., Deniz, Ö.G., Yurt, K.K., Davis, D., Kaplan, S. (2018). Effects of mobile phone exposure on metabolomics in the male and female reproductive systems. *Environmental Research*, 167, 700-707.
- Ammari, M., Gamez, C., Lecomte, A., Sakly, M., Abdelmelek, H. de Seze, R. (2010). GFAP expression in the rat brain following sub-chronic exposure to a 900 MHz electromagnetic field signal. *International Journal of Radiation Biology*, 86, 367-375.
- Atakan, Y. (2014). *Radyasyon ve Sağlığımız*. Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim ve Danışmanlık Tic.Ltd.Şti.
- Bal, E. (2017). Teknoloji Çağında Cep Telefonu Kullanım Alışkanlıkları ve Motivasyonlar: Selçuk Üniversitesi Öğrencileri Üzerine Bir İnceleme. *Humanities Sciences*, 12(3), 112-132.
- Bhargavi, K., Balachandrudu, K.E., Nageswar, P. (2013). Mobile Phone Radiation Effects on Human Health. *International Journal of Computational Engineering Research*, 03(4), 196-203.
- Bor, D. (2016). Cep telefonları sağlığımıza zararlı mı?. *Türk Radyoloji Dergisi*, 35, 85-87.
- Christopher, B., Mary, Y.S., Khandaker, M.U., Jojo, P.J. (2021). Empirical study on specific absorption rate of head tissues due to induced heating of 4G cell phone radiation. *Radiation Physics and Chemistry*, 178(08910), 1-5.
- Daniels, W.M.U., Pitout, I.L., Afullo, T.J.O., Mabandla, M.V. (2009). The effect of electromagnetic radiation in the mobile phone range on the behaviour of the rat. *Metab Brain Dis*, 24, 629-641.
- Develi, I., Sorgucu, U. (2015). Prediction of temperature distribution in human BEL exposed to 900 MHz mobile phone radiation using ANFIS. *Applied Soft Computing*, 37, 1029-1036.
- De Iuliis GN, Newey RJ, King BV, Aitken RJ (2009) Mobile Phone Radiation Induces Reactive Oxygen Species Production and DNA Damage in Human Spermatozoa In Vitro. *Plos One* 4(7): e6446.
- Diem, E., Schwarz, C., Adlkofer, F., Jahn, O., Rudiger, H.(2005). Non-thermal DNA breakage by mobile-phone radiation (1800 MHz) in human fibroblasts and in transformed GFSH-R17 rat granulosa cells in vitro. *Mutation Research*, 583, 178-83.
- Enöz, M. (2009). 3G cep telefonlarının sağlık açısından ülkemize getirebileceği sorunlar. *Kulak Burun Bogaz İhtis Derg*, 19(3), 115-121.
- Falcioni, L., Bua, L., Tibaldi, E., Lauriola, M., De Angelis, L., Gnudi, F...Belpoggi, F. (2018). Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission. *Environmental research*, 165, 496-503.
- Fatahi, J., Shirbandi, K., Rezaie, A., Rastegarpour, S., Pahlavani, S., Ahangarpour, A.... Mansouri, E. (2021). Short-Term Effects of Cell Phone Radiation on Fertility and Testosterone Hormone in Male Rats. *Duzce Med J*, 23(2), 151-156.
- Gelal, F. (2020). *Radyoloji Fiziği*. Nobel Tıp Kitapevleri.
- Gökoğlan, E., Ekinci, M., Özgenç, E., Özdemir, D.İ., Aşıkoğlu, M. (2020). Radyasyon ve İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri. *Anadolu Kliniği Tıp Bilimleri Dergisi*, 25(3), 289-294.

- Hardell, L., Carlberg, M., Hansson Mild, K. (2009). Epidemiological evidence for an association between use of wireless phones and tumor diseases. *Pathophysiology*, 16, 113-122.
- Hasan, I., Amin, T., Alam, MdR., Islam, M.R. (2021). Hematobiochemical and histopathological alterations of kidney and testis due to exposure of 4G cell phone radiation in mice. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28, 2933–2942.
- Hillert, L., Åkerstedt, T., Lowden, A., Wiholm, C., Kuster, N., Ebert, S..., Arnetz, B.B. (2008). The Effects of 884 MHz GSM Wireless Communication Signalson Headache and Other Symp toms:An Experimental Provocation Study. *Bioelectromagnetics*, 29, 185-196.
- IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans (2013). Non-ionizing radiation, Part 2: Radiofrequency electromagnetic fields. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, 102(Part 2), 1–460.
- ICNIRP Guidelines For Limiting Exposure To Electromagnetic Fields (100 khz to 300 ghz) (2020). *Health Phys*, 118(5), 483–524.
- Imai, N., Kawabe, M., Hikage, T., Nojima, T., Takahashi, S., Shirai, T. (2011). Effects on rat testis of 1.95-GHz W-CDMA for IMT-2000 cellular phones. *Systems Biology in Reproductive Medicine*, 57, 204–209.
- Interphone Study Group (2010). Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the Interphone international case-control study. *International Journal of Epidemiology*, 39(3), 675–694.
- Işık, M., Kaptangil, İ. (2018). Akıllı Telefon Bağımlılığının Sosyal Medya Kullanımı ve Beş Faktör Kişilik Özelliği İle İlişkisi: Üniversite Öğrencileri Üzerinden Bir Araştırma. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 695-717.
- Kesari, K.K., Agarwal, A., Henkel, Z. (2018). Radiations and male fertility. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 16(118), 1-16.
- Kesari, K.K., Siddiqui, M.H., Meena, R., Verma, H.N., Kumar, S. (2013). Cell phone radiation exposure on brain and associated biological systems. *Indian Journal of Experimental Biology*, 51, 187- 200.
- Kılıçkap, S., Erdiş, E. (2013). Düşük frekanslı elektromanyetik alan, cep telefonları, baz istasyonları ve kanser riski. *Cumhuriyet Tıp Dergisi*, 35, 311-317.
- Kumar, S., Nirala, J.P., Behari, J., Paulraj, R. (2014). Effect of electromagnetic irradiation produced by 3G mobile phone on male rat reproductive system in a simulated scenario. *Indian J Exp Biol.*, 52(9), 890-7.
- Lai, H., Singh, N.P. (1997). Melatonin and a spin-trap compound block radiofrequency electromagnetic radiation-induced DNA strand breaks in rat brain cells. *Bioelectromagnetics*, 18(6), 446–454.
- Larjavaara, S., Schüz, J., Swerdlow, A., Feychting M., Johansen, C., Lagorio, S., ... Auvinen, A. (2011). Location of gliomas in relation to mobile telephone use: a case-case and case-specular analysis. *American Journal of Epidemiology*, 174(1), 2-11.
- Liu, K., Li, Y., Zhang, G., Liu, J., Cao, J., Ao, L., Zhang, S. (2014). Association between mobile phone use and semen quality: a systemic review and meta-analysis. *Andrology*, 2, 491–501.
- Melnick, R.L. (2019). Commentary on the utility of the National Toxicology Program study on cell phone radiofrequency radiation data for assessing human health risks despite unfounded criticisms aimed at minimizing the findings of adverse health effects. *Environmental Research*, 168, 1–6.
- Merhi, Z.O. (2012). Challenging cell phone impact on reproduction: A Review. *J Assist Reprod Genet*, 29, 293–297.

- Mialon, H.M., Nesson, E.T. (2020). The Association Between Mobile Phones and The Risk of Brain Cancer Mortality: A 25-year cross-country analysis. *Contemporary Economic Policy*, 38(2), 258–269.
- Moradi, M., Naghdi, N., Hemmati, H., Asadi-Samani, M., Bahmani, M. (2016). Effects of the Effect of Ultra High Frequency Mobile Phone Radiation on Human Health. *Electronic Physician*, 8(5), 2452-2457.
- Narayanan, S.N., Kumar, R.S., Potu, B.K., Nayak, S., Bhat, P.G., Mailankot, M. (2010). Effect of radio-frequency electromagnetic radiations (RF-EMR) on passive avoidance behaviour and hippocampal morphology in Wistar rats. *Uppsala Journal of Medical Sciences*, 115, 91-96.
- Nazıroğlu, M., Yüksel, M., Köse, S.A., Özkaya M.O. (2013). Recent Reports of Wi-Fi and Mobile Phone-Induced Radiation on Oxidative Stress and Reproductive Signaling Pathways in Females and Males. *J Membrane Biol*, 246, 869–875.
- Qubty, D., Schreiber, S., Rubovitch, V., Boag, A.G., Pick, C. (2021). No Significant Effects of Cellphone Electromagnetic Radiation on Mice Memory or Anxiety: Some Mixed Effects on Traumatic Brain Injured Mice. *Neurotrauma Reports*, 2(1), 381-390.
- Salford, L. Brun, A., Persson, B. (1997). Brain tumour development in rats exposed to electromagnetic fields used in wireless cellular communication. *Wireless Networks*, 3, 463-469.
- Schreier, N., Huss, A., Rösli, M. (2006). The prevalence of symptoms attributed to electromagnetic field exposure: A cross-sectional representative survey in Switzerland. *Sozial- und Präventivmedizin*, 51, 202-209.
- Shahin, S., Singh, S.P., Chaturvedi, C.M. (2017). Mobile phone (1800 MHz) radiation impairs female reproduction in mice, *Mus musculus*, through stress induced inhibition of ovarian and uterine activity, *Reproductive Toxicology*, 73, 41–60.
- Smith-Roe, S. L., Wyde, M. E., Stout, M. D., Winters, J. W., Hobbs, C. A., Shepard, K. G...Witt, K. L. (2020). Evaluation of the genotoxicity of cell phone radiofrequency radiation in male and female rats and mice following subchronic exposure. *Environmental and molecular mutagenesis*, 61(2), 276–290.
- Sorgucu, N. (2011). *Elektromanyetik Radyasyonun Yeni Doğan Fare Derisindeki Etkilerinin Comet Assay ile Araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Ulusal Tez Merkezi. 288945.
- Şahin, H., Topal, B. (2020). Cep Telefonu Kullanıcılarının GSM Operatörü Tercihine Etki Eden Faktörlerin Araştırılması: Kütahya İli Örneği. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8, 1155- 1172.
- Taurisano, M.D., Vorst, A.V. (2000). Experimental thermographic analysis of thermal effects induced on a human head exposed to 900-MHz fields of mobile phones. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 48(11): 2022-2032.
- Takahashi, S, Imai, N, Nabae, K, Wake, K, Kawai, H, Wang, J, Watanabe, S, Kawabe, M, Fujiwara, O, Ogawa, K, Tamano, S., Shirai, T. (2010). Lack of adverse effects of whole-body exposure to mobile telecommunication electromagnetic field on the rat fetus. *Radiation Research*, 173, 362–372.
- Tamam, C., Evrensel, M., Tamam, Y. (2016). Elektromanyetik Alanların İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri. *Bilimsel Tamamlayıcı Tıp, Regülasyon ve Nöralterapi Dergisi*, 10(3), 19-25.
- Türkkan, A., Pala, K., Kartal, Z., Cerezci, O. (2012). *Elektromanyetik Alan ve Sağlık Etkileri*. F. Özsan Matbaacılık San. Tic. Ltd. Şti.

- Uzun, A.S. (2016). Günlük Hayatta Maruz Kalınan Doğal ve Yapay Radyasyon Kaynaklarının ğrencilerin Yaşam Kalitesi zerindeki Olumsuz Etkileri ve Korunma nerileri. *Kesit Akademi Dergisi*, 2(4), 322-335.
- Yahyazadeh, A., Deniz, .G., Kaplan, A.A., Altun, G., Yurt, K.K., Advis, D. (2018). The genomic effects of cell phone exposure on the reproductive system. *Environmental Research*, 167, 684–693.
- Yan, J.G., Agresti, M., Bruce, T., Yan, Y.H., Granlund, A., Matloub, H.S. (2007). Effects of cellular phone emissions on sperm motility in rats. *Fertility and sterility*, 88(4), 957–964.
- Yener, S., Andiç, F. (2017). Sakarya Üniversitesi Esentepe Kampüsü içerisindeki enerji iletim hatlarının elektromanyetik alan etkileri açısından incelenmesi. *SA Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(4), 681-690.
- Yu, G., Bai, Z., Song, C., Cheng, Q., Wang, G., Tang, Z., Yang, S. (2021). Current progress on the effect of mobile phone radiation on sperm quality: An updated systematic review and meta-analysis of human and animal studies. *Environmental Pollution*, 282, 1-12.
- Yüksel, M., Nazıroğlu, M., zkaya, M.O. (2016). Long-term exposure to electromagnetic radiation from mobile phones and Wi-Fi devices decreases plasma prolactin, progesterone, and estrogen levels but increases uterine oxidative stress in pregnant rats and their offspring. *Endocrine*, 52, 352–362.
- Zalata, A., El-Samanoudy, A.Z., Shaalan, D., El-Baiomy, Y., Mostafa, T. (2015). In vitro effect of cell phone radiation on motility, DNA fragmentation and clusterin gene expression in human sperm. *International Journal of Fertility & Sterility*, 9(1),129–136.

A Scanning Electron Microscope Study: Investigation of Some *Convolvulus* L. Taxa (Convolvulaceae) as Morphological and Palynological

Azize DEMİRPOLAT¹

Ömer KILIÇ²

Abstract: Detailed morphological data provide useful information about the classification of plants such as *Convolvulus* taxa and play an important role in classification systems. A scanning electron microscope (SEM) study of three *Convolvulus* taxa were carried out in this research. The morphological characteristics of three *Convolvulus* species are compared with them. The pollen characteristics of endemic *Convolvulus holosericeus* subsp. *macrocalycinus* Hausskn. & Bornm. ex Bornm (Endemic), *Convolvulus betonicifolius* Mill. subsp. *peduncularis* (Boiss.) Paris and *Convolvulus arvensis* L. were examined by means of SEM. *Convolvulus arvensis* pollen is smaller than the other two species and plays a role in species distinction. *Convolvulus holosericeus* Bieb. subsp. *macrocalycinus* is systematically distinguished from the other two species in that seed shape is oblong. In this study, pollen, leaf, stem, seed morphology of three *Convolvulus* species, one of them endemic to Turkey, were worked out in with SEM to contribute systematic position of studied taxa.

Key words: Convolvulaceae, *Convolvulus*, micromorphology, systematic, SEM.

Taramalı Elektron Mikroskobu Çalışması: Bazı *Convolvulus* L. Taxa'ların (Convolvulaceae) Morfolojik ve Palinolojik Olarak İncelenmesi

Özet: *Convolvulus* taksonları gibi bazı bitkilerin sınıflandırılmasında detaylı morfolojik veriler sınıflandırma sistemlerinde önemli bir rol oynar ve taksonomileri hakkında faydalı bilgiler sağlar. Bu çalışmada üç *Convolvulus* taksonunun morfolojik özellikleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile araştırılmıştır. *Convolvulus holosericeus* subsp. *macrocalycinus* Hausskn. & Bornm. ex Bornm (Endemik), *Convolvulus betonicifolius* Mill. subsp. *peduncularis* (Boiss.) Paris ve *Convolvulus arvensis* L. türlerine ait polen özellikleri, gövde, yaprak ve tohum morfolojik özellikleri SEM aracılığıyla incelenmiştir. *Convolvulus arvensis* poleni diğer iki türden daha küçük olup tür ayırımında rol oynamaktadır. *Convolvulus holosericeus* Bieb. subsp. *macrocalycinus*, tohum şeklinin dikdörtgen olmasıyla diğer iki türden sistematik olarak ayırt edilir. Bu çalışmada, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenen taksonların sistematik konumuna katkı sağlamak amacıyla, biri Türkiye'ye endemik olan üç *Convolvulus* türünün polen, yaprak, gövde, tohum morfolojisi çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Convolvulaceae, *Convolvulus*, Mikromorfoloji, Sistematik, SEM.

¹ Bingöl University, Vocational School, Department of Animal and Vegetable Production, Bingöl, Turkey, ademirpolat@bingol.edu.tr, 0000-0001-7192-185X

² Adıyaman University, Faculty of Pharmacy, Department of Vocational Sciences, Adıyaman, Turkey, omerkilic77@gmail.com, 0000-0001-7752-7293

INTRODUCTION

The *Convolvulus* L. genus is one of well known genera of Convolvulaceae family (Austin, 1998). Convolvulaceae family is consisting of herbs, vines and shrubs. Convolvulaceae family spreads from Asia to America, North and South temperate regions, subtropics and tropics (Saensouk, 2007). Convolvulaceae is one of the large family of plant kingdom, including more than 1900 species and around 50 genera in the world (Staples 2018). Convolvulaceae taxa are mainly tropical plants and most of the genera are endemic to tropical regions of individual ingredients (Austin, 1998). Convolvulaceae taxa, which can live in both temperate regions and tropical, show rich morphological features within the family (Wood et al., 2015). Generally, Convolvulaceae taxa are more common in arid regions with less vegetation. Some of the Convolvulaceae members are used as folk medicine. This family, which is medically and economically important, is used to treat various ailments (Ashfaq et al., 2019). *Convolvulus pilosellifolius* and *C. oxyphyllus* are reported to be important for grazing in desert conditions in Arabia (Dickson, 1955). The roots and stems are known as rosewood or rhodium of *C. scammonia* has roots that produce a brown exudate known as scammony, which is used as a laxative (Grigoriev, 1953). *C. arvensis* was traditionally applied to treat epilepsy in north Pakistan (Ashfaq et al., 2019). *C. prostratus* is used as the best brain tonics and it used as a nerve tonic (Waheed et al., 2020, Sethiya et al., 2009), *C. arvensis* is used to treat boils and inflammation and treat constipation (Kılıç and Bağcı, 2013). Aerial parts of *C. betonicifolius* Mill. subsp. *peduncularis* used to treat hemerroid and the public uses it as animal feed (Kılıç, 2016).

Convolvulus includes close to 200 species following its most recent circumscription and that includes annual, perennial herbs, completely herbaceous, shrubs and subshrubs (Wood et al., 2015). The high rate of variation in the phenotypic traits of *Convolvulus* made identification difficult. Variations that are sometimes found in the same species in response to environmental conditions. Phenotypic flexibility as a result of environmental changes is a challenging aspect of systematics (Tod, 2009). Pollen grain morphology is very important for the identification of plants. According to Arora and Modi (2008), morphological and palynological evidence provides important information about closely related genera and species. Both scanning electron microscopy and light microscopy provide solid evidence to identify different taxonomic and morphological features of plant taxa (Qureshi et al., 2019).

There are more than 32 *Convolvulus* species, and 9 of them are endemic to Turkey in Flora of Turkey (Davis et al., 1988). Aykurt and Sümbül (2014) had been revision the genus *Convolvulus*, which is represented with 33 species (36 taxa) in the Flora of Turkey, was specified to be contain of 39 taxa (3-hybrid). Carine et al. (2004), in their evaluation of the phylogenetic associations of the *Convolvulus* species spreading in Makaronesia, from a molecular perspective, that Acanthocladia would not be a monophyletic group as Sa'ad suggested, but rather sprout observation and spiny bush species in the Canary Islands, Western and Eastern Mediterranean. Their characteristics are not homologous, allowing them to consider such species under two taxonomic headings (Carine et al., 2004). Aykurt and Sümbül (2014) stated that IUCN threat categories of the *Convolvulus* taxa. *C. arvensis* is LC, *C. holosericeus* subsp. *macrocalycinus* is NT, *C. betonicifolius* subsp. *peduncularis* is LC. And they reported another study that a new natural hybrid a *Convolvulus x turcicus* and it's between *C. compactus* and *C. holosericeus* subsp. *holosericeus* from central Anatolia. Many of these features of undisputed taxonomic status can be viewed with the SEM more conveniently than by conventional microscopy (Newton, 1972). It is possible to examine the systematics of plants both in traditional ways and with various molecular markers and to determine their taxonomies (Kursat et al., 2014, Sancar et al., 2021). In taxonomic studies, therefore, the SEM has become a routine tool for assessing and identifying plant material by comparative methods.

In this study, it is aimed to explain the pollen, leaf, stem and seed morphology of three *Convolvulus* species on the basis of traditional classifications by supporting them with SEM studies. The aim of the study is to evaluate the systematic importance of taxa. In addition, informative characters that can be useful in identifying and distinguishing species-subspecies in *Convolvulus*, which is based on Turkish taxa, will also be explained.

MATERIALS and METHODS

Plant Materials

Plant taxa collected from their habitats in Turkey were dried for morphological and palynological observations and stored as herbarium samples. The voucher specimens have been deposited at the Adıyaman University Pharmacy Faculty herbarium. The taxonomic definitions were prepared according to Flora of Turkey, and the collection places and collector numbers of the examined samples are given in Table 1 (Davis, 1972). And the photographs of the plants taken from the field are shown in Figure 1.

Table 1. The locality informations of collected *Convolvulus* species.

<i>Convolvulus arvensis</i> L.	B7: Elazığ, Keban, South of the village Aşağıçakmak, <i>Pinus</i> forest clearing, sandy steppe areas, 1200-1300 m, 25.05.2012 Kılıç 2095.
<i>Convolvulus betonicifolius</i> Mill. subsp. <i>peduncularis</i> (Boiss.) Paris	B7: Elazığ, Keban, West of Dürümlü village, steppe slopes, field edge, 1100-1200 m, 25.05.2012, Kılıç 2104.
<i>Convolvulus holosericeus</i> Bieb. subsp. <i>macrocalycinus</i> Hausskn. et Bornm. ex Bornm. (Endemic)	B7: Elazığ, Northern parts of Harput, towards Obuz Village, forest clearing, sandy, calcareous, steppe areas, 1200-1300 m, 18.06.2012, Kılıç 2132

Morphology

The morphological description of *Convolvulus* taxa is given in the following sections and compared with the Flora of Turkey (Davis, 1972). Detailed morphological characteristics of these taxa were presented (Table 2). Seed representing the general seeds structure were selected from the samples with seed. Seed belonging to *Convolvulus* species were placed on prepared stubs. Surface photographs of the seed were taken with a Leo S420 SEM (Figure 2).

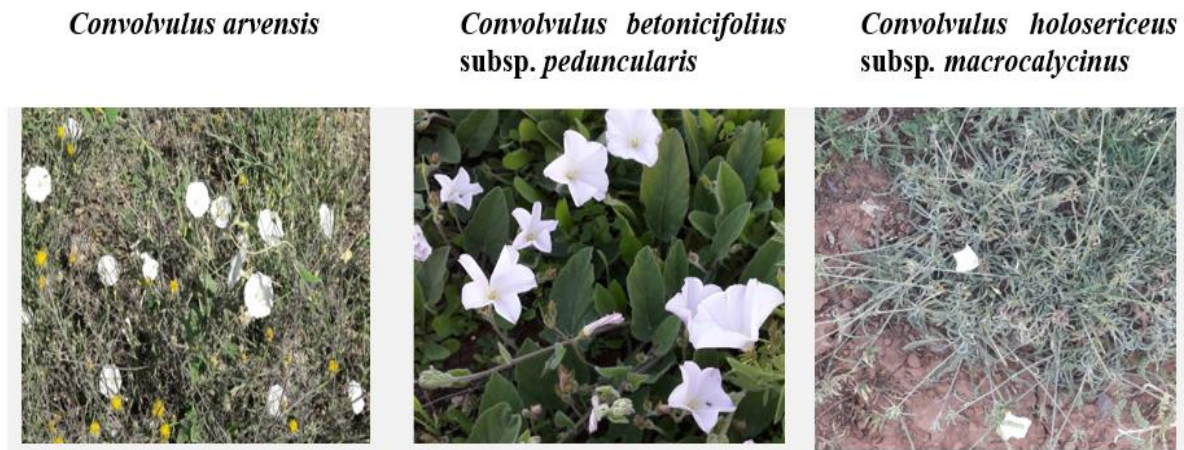


Figure 1. Habitats and general view of *Convolvulus* taxa

Pollen morphology with SEM

Pollen grains of 3 taxa belonging to the genus *Convolvulus* were studied with SEM. Polar axis (P), equatorial axis (E) were measured from at least 30 pollen grains in the experiment with SEM. These measures are given in Table 2 and in Figure 3. The pollen grains were examined with a Leo S420 SEM operated at 15kV. SEM micrographs are shown in Figure 2. For the pollen terminology and the pollen shape classification available resources were used (Faegri and Iversen, 1975; Punt, 1984, 2007; Erdtman, 1969) (Table 2).

Preparation of samples for SEM

SEM studies were conducted by direct mounting of stem, seed, leaf samples on stubs attached with sticky tape. The surface patterns are compared under the details set out below (Table 2). The samples were then studied and photographed by a Leo S420 SEM (Figure 2-3).

RESULTS

Morphological characters including leaf, stem, pollen sizes, seed, colour, shapes and surface characteristics are summarized in Table 1.

Morphological Results

Convolvulus arvensis

C. arvensis is perennial grasses with twigs or climbers. Climbing stems that do not branch above the ground can be 80 cm. The leaves are at the base with auricles or herbaceous extensions, usually 3-5 cm, glabrous or sparsely short. The flowers are usually single on the leaf seats. Corolla is white or pink. Flowering time is between May and September and fruiting between July and September. The seed's shape is ovoid and 3-4 × 2.5-4 mm size. There are rough projections on the seed surface. The habitat is sandy steppes, field sides and roadsides. The life form is hemicryptophyte and it also shows distribution between 200-1050m. It has a very wide spread in Iran-Turan.

Convolvulus betonicifolius* subsp. *peduncularis

Plant hirsute, climber or cuddly, short-haired herbaceous perennials. Stem and leaves are stalked or with an auxiliary extension at the base and lobes cordate, ovoid and narrowly ovoid. *C. betonicifolius* Mill. subsp. *peduncularis* is distinguished from the other subspecies of *C. betonicifolius* ssp. *betonicifolius* in that it has leaves cordate. The flowers are in the leaf seats, each stem has 1 or 3 flowers. Corolla is pink or white in color. Flowering time is between May and July. Seed shape is oblong and 3-4 × 2-3 size. As habitats, empty or cultivated fields are road sides. It spreads at a 300-1700m height. The life form is hemicryptophyte. General and regional distribution in Turkey, Syria, Lebanon.

***Convolvulus holosericeus* subsp. *macrocalycinus* (Endemic)**

They are perennials with woody base, ascending form, with horizontal gray hair. The lower leaves are narrowly inverted ovoid and lanceolate-inverted lanceolate. The flowers are sometimes single and terminal or in leaf axes or terminal panicles. The corolla is white to pale yellow. Outer sepals pouched at base. Flowering time is between April and July and its habitat is arid steppes, rocky, sandy, eroded and calcareous hills, limestone fields. It shows distribution in 250-1700m. height. The life form is hemicryptophyte. Seed shape is ovoid, 3-5 × 2-4 mm. It is the type with a less rough surface. The stem and leaves are less hairy. General and regional distribution in Turkey.

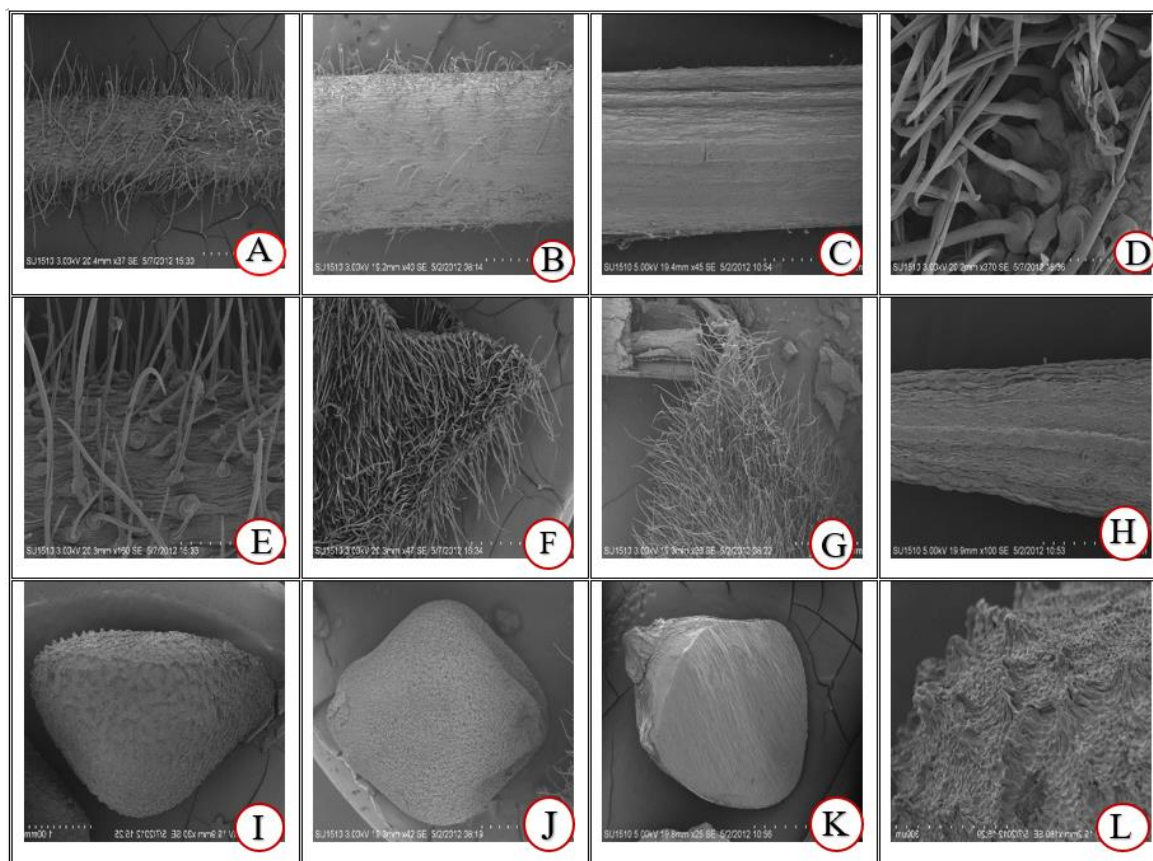


Figure 2. SEM images of taxa of *Convolvulus*: *C. arvensis* Stem (A-D), leaf (F), Seed (I-L), *C. betonicifolius* subsp. *peduncularis* Stem (B-E), leaf (G), Seed (J), *C. holosericeus* subsp. *macrocalycinus* Stem (C), leaf (H), Seed (K).

Palynological Results

Convolvulus species have a isopolar pollen shape. Pollen grains a radially symmetrical and they are oblate-spheroidal in *C. arvensis*, *C. holosericeus*. subsp. *macrocalycinus* and *C. betonicifolius* subsp. *peduncularis*. And this taxas a pollen type three- zonocolpate. The pollen grains were symmetrical, isopolar. Pollen shape is sub-oblate. Exine tectate, tectum densely perforate. Aperture is a tricolpate of *C. holosericeus*. subsp. *macrocalycinus* that colpi borders and tapering ends distinct. *C. arvensis* and *C. betonicifolius* subsp. *peduncularis* have a colpate, tricolpate apertures colpus area gemmate and granulate. Pollen shape (P/E) of *C. arvensis* is oblate-spheroidal, *C. betonicifolius* subsp. *peduncularis* is sub-oblate and *C. holosericeus* subsp. *macrocalycinus* is prolate-spheroidal.

Table 2. Morphological and palynological characters of *Convolvulus* taxa

	<i>C. arvensis</i>	<i>C. betonicifolius</i> subsp. <i>peduncularis</i>	<i>C. holosericeus</i> . subsp. <i>macrocalycinus</i>
Morphological Characters			
Leaves size average	3x5 cm	2x6	2x6
Leaves shape	Ovate-Deltoid	Ovate	Linear
Corolla size	1- 2.5 cm	3- 4.5 cm	2 - 3 cm
Colors of corolla	White	White-pink	White
Stem length	8-80cm	15-90 cm	10-65 cm
Stem hairs	Pilose hairs	Tomentose hairs	Glabrous to pubescent

Seed shape	Ovoid	Oblong	Ovoid
Seed size average	3-4 × 2.5-4 mm	3-4 × 2-3 mm	3-5 × 2-4 mm
Seed colour	Brown	Brown	Black
Seed surface	Rough	Rough	Rough
Pollen Morphological Characters			
Polar axis (P, µm)	35-(44)-50	47-(52)-56	47-(53)-60
Equatorial axis (E, µm)	40-(45)-50	53-(60)-68	52-(49)-60
Pollen type	3-zonocolpate	3-zonocolpate	3-zonocolpate
Pollen ornamentation	Microechinate-Perforate	Microechinate-Perforate	Microechinate-Perforate
Aperture (Pollen)	Colpate, Tricolpate	Colpate, Tricolpate	Tricolpate
Pollen Shape (P/E)	Oblate-Spheroidal	Suboblate	Prolate -Spheroidal

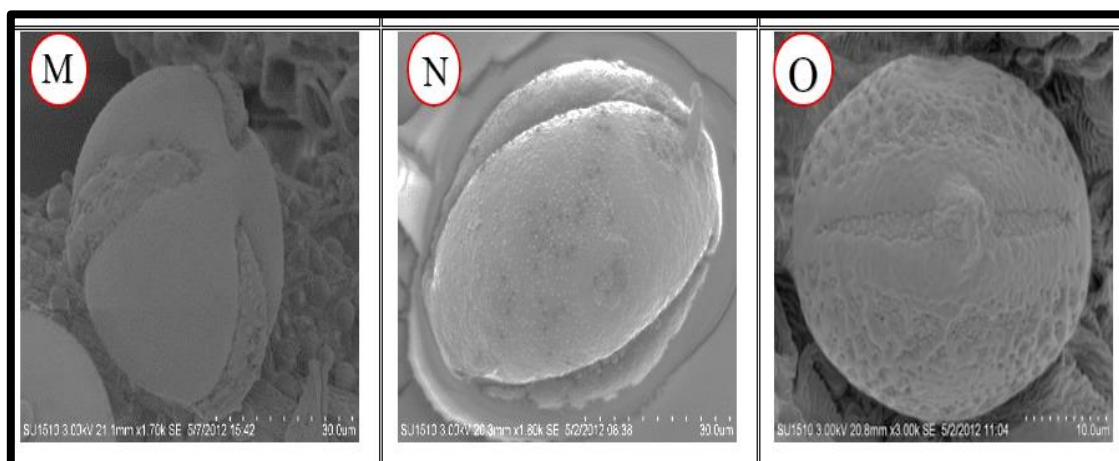


Figure 3. SEM images of pollen grains of: *C. arvensis* (M), *C. betonicifolius* subsp. *peduncularis* (N), *C. holosericeus* subsp. *macrocalycinus* (O)

DISCUSSION

The morphological characteristics of three *Convolvulus* species were compared with each other. The pollen characteristics of endemic *Convolvulus holosericeus* subsp. *macrocalycinus*, *Convolvulus betonicifolius* subsp. *peduncularis* and *C. arvensis* were examined by SEM. Wood et al. reported that very variable trailing or twining perennial herb up to 1 m high, vegetative parts hirsute, thinly to densely pubescent and generally pilose or tomentose for *C. betonicifolius*. According to our study, *Convolvulus betonicifolius* subsp. *peduncularis* has a height up to 90 cm. Wood et al. said that the gibbous sepals are very distinctive in this species. *C. holosericeus* var. *macrocalycinus* was originally lectotypified by Sa'ad (1967) but as she used the erroneous name *macrosepalus*, valid lectotypification dates from the Flora of Turkey (Wood et al., 2015).

Eraghi et al., reported that polar axis length 37-53 mm of *C. arvensis* (Eraghi et al., 2015). Our study is this length 35-50 mm. Tekin and Yilmaz (2016) stated that pollen shape is a sub-oblate of *Convolvulus betonicifolius* subsp. *betonicifolius*. This result is consistent with *Convolvulus holosericeus* subsp. *macrocalycinus* in our study. Aykurt and Sümbül (2011) is based on trikolpat all types *Convolvulus*. All three species in our study are tricolpate. They stated that polar axis is 59.45-66.62 and equatorial axis is

61.5-67.65 of *Convolvulus holosericeus* subsp. *macrocalycinus* and we determined that polar axis 47-(53)-60, equatorial axis 52-(49)-60. As a result, our studies are similar in terms of palynological characters.

The pollen morphologies of some *Convolvulus* L. taxa were examined using scanning electron microscopy, and the pollen of the taxa were radially symmetrical, isopolar and tricolpate. The largest pollen is *C. armenus*, *C. persicus*; the smallest pollen belongs to *C. leptocladus*. However, most species have subprolate and prolate-spheroidal pollen. The tectum is perforated (most common), micro-reticular or reticulate (Ranjbar et al., 2020). In this study, pollen morphological characters were compared with our results. Although our results were similar in general terms, it was observed that we had pollen of different sizes when compared to other species in Iran.

Khalik and Osman (2007) stated that *Convolvulus arvensis* seeds are pyramidal and $3.2-4.4 \times 2.7-3.4$ mm, brown. We have studied *C. arvensis* seeds are average size $3-4 \times 2.5-4$ mm. And it is shape ovoid, brown and seeds surface rough. There does not appear to be a large difference between the two studies. In another study reported that *Convolvulus holosericeus* seeds ovoid-elliptical and $4.5-5 \times 3-3.5$ mm, bright, white-sericeous (Aykurt and Sumbul 2011). We stated that $3-5 \times 2-4$ mm and its ovoid and black color of *Convolvulus holosericeus* subsp. *Macrocalycinus*. The seed surface of this endemic species is rough.

CONCLUSION

In this study, pollen morphology of three *Convolvulus* taxa, one of them endemic to Turkey, were studied in detail with SEM. Besides, leaf and stem morphologic structures of these taxa with SEM were revealed for the first time in this study. *C. arvensis* pollen is smaller than the other two species and plays a role in species distinction. *Convolvulus holosericeus* Bieb. subsp. *macrocalycinus* is systematically distinguished from the other two species in that seed shape is oblong.

REFERENCES

- Arora A, Modi A. (2008). An acetolysis technique for pollen slide preparation. *Indian J. Aerobiol.*, 21(2), 90-1.
- Ashfaq, S., Ahmad, M., Zafar, M., Sultana, S., Bahadur, S., Abbas, N., (2019). Medicinal plant biodiversity used among the rural communities of arid regions of Northern Punjab, Pakistan. *Indian J. Tradit. Knowl.*, 18, 226-241.
- Austin, D. F. (1998). Parallel and convergent evolution in the family Convolvulaceae: 201– 234. -In: Biodiversity and taxonomy of tropical flowering plants. – Mentor Books, Culicut, India.
- Aykurt, C., Sümbül, H. (2011). New natural hybrids of *Convolvulus* (Convolvulaceae) from Turkey. *Nordic Journal of Botany*, 39(4), 408-416.
- Aykurt, C., Sümbül, H. (2014). A new natural hybrid of *Convolvulus* L. (Convolvulaceae) from the Central Anatolia. *Annales Botanici Fennici*, 48(5): 428–434.
- Carine, M.A., Ruseel, S.J., Santos-Guerra, A., Francisco-Ortega, J. (2004). Relationships of the Macaronesian and Mediterranean Floras: Molecular evidence for multiple colonisations into Macaronesia and subsequent back-colonisation of the continent in *Convolvulus* (Convolvulaceae). *American Journal of Botany*, 91, 1070-1085.
- Davis, P. H., Mill, R. R., Tan, K. (1988). *Convolvulus* L. in: Davis, P. H., Mill, R. R., Tan, K. (eds), Flora of Turkey and the East Aegean Islands 10: 182. Edinburgh Univ. Press, Edinburgh.
- Dickson, V. (1955). *The wild flowers of Kuwait and Bahrain*. George, Allen and Unwin, London, 1–144.
- Erdtman, G. (1952). *Pollen Morphology and Plant Taxonomy, Angiosperms*. Almquist and Wiksell, Stockholm, 150-170.

- Erdtman, G. (1969). *Handbook of palynology*. Munksgaard, Copenhagen, pp 486.
- Faegri, K., Iversen, J. (1975). *Textbook of Pollen Analysis*. New York, Hafner Publishing Co.
- Grigoriev, C. (1953). Convolvulaceae. In: Shishkin BK et al. (Eds) Flora USSR volume 19: Tubiflorae. USSR Scientific Academy, Moscow and Leningrad, 1–37.
- Kilic, O. (2016). An ethnobotanical survey from Bingol (Turkey). *Journal of Applied Res.*, 2(10), 685-691.
- Kilic, O., Bagci, E. (2013). An ethnobotanical survey of some medicinal plants in Keban (Elazığ). *JMPR.*, 7(23), 1675-1684.
- Kursat, M., Sancar, P.Y., Civelek, S. (2014). New record for the flora of Turkey, *Artemisia fragrans* Willd (Asteraceae). *Ot Sistemik Botanik Dergisi*, 21(2), 49-58.
- Stant, M.Y. (1973). The role of the scanning electron microscope in plant anatomy. *Kew Bulletin*, 28(1), 105-115.
- Newton, L. E. (1972). Taxonomic use of the cuticular surface features in the genus *Aloe* (Liliaceae). *Bot. Journ. Linn. Soc.*, 65, 335-339.
- Punt, W. (1984). *Umbelliferae*. In: Punt W, Blackmore S, Clarke GCS (eds). The Northwest European Pollen Flora, IV. Elsevier, Amsterdam.
- Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S., Le Thomas, A. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, 143(1–2), 1-81.
- Qureshi, M.N, Talha, N., Ahmad, M., Zafar, M., Ashfaq, S. (2019). Morpho-palynological investigations of natural resources: A case study of Surghar mountain district Mianwali Punjab, Pakistan. *Microsc Res Tech.*, 82(7), 1047-56.
- Ranjbar M., Ezazi, A., Ghahremannejad, F. (2020). Contribution to the pollen morphology of *Convolvulus* (Convolvulaceae). *Phytotaxa*, 439(3).
- Sa'ad F. (1967). *The Convolvulus species of the Canary Isles, the Mediterranean region, and the Near and Middle East*. Mededelingen van het Botanisch Museum en Herbarium van de Rijksuniversiteit Utrecht. Bronder Off set, Rotterdam, 1–287.
- Saensouk, S. (2007). *Family Convolvulaceae in Muang district, Nong Khai province, Thailand*. Warasan Wichai Mokho.
- Sancar, P.Y., Wahi, C.F., Civelek, S., Kursat, M. (2021). An investigation on the chloroplast and nuclear genomes of taxa belong to the subgenus *Dracunculus* (Bess.) Rydb. of *Artemisia* L. (Asteraceae) in Turkey. *Brazilian Journal of Biology*, 82, e242403.
- Sethiya, N.K, Nahat, A., Mishra, S.H., Dixit, V.K. (2009). An update on Shankhpushpi, a cognition-boosting Ayurvedic medicine. *Zhong Xi Yi Jie He Xue Bao*, 7(11), 1001-22.
- Staples, G. (2018). *Flore du Cambodge, du Laos et du Viêt Nam: (révision de la Flore Générale de L'Indochine)*. Convolvulaceae. Publications Scientifiques du Muséum (in French).
- Tekin, M., Yilmaz, G. (2016). Palynological Studies of the Genus *Convolvulus* L. (Convolvulaceae) from Turkey. *Botanical Sciences*, 94(3), 543-549.
- Tod, F.S. (2009). *Plant taxonomy: the systematic evaluation of comparative data*. Columbia university press, Vienna, Austria.
- Waheed, K., Muhammad, S.K., Ashfaq, S., Zafar, M., Ullah, I., Ullah S. (2020). Antimicrobial Activity and Phytochemical Screening of *Euphorbia helioscopia*. *Planta Daninha.*, 38, 45-54.
- Wood, J.R.I., Williams B.R.M., Mitchell T.C., Carine, A.M., Harris, D.J. Scotland RW. (2015). A foundation monograph of *Convolvulus* L. (Convolvulaceae). *Phytokeys*, 51, 1-282.

Ortaokul Öğrencilerinin Küresel Isınmaya Yönelik Görüşleri*

Gökçe KILIÇOĞLU¹
Mavi AKKAYA YILMAZ²

Özet: Bu araştırmanın amacı, geçmişte ve bugün olduğu gibi tüm dünyayı tehdit eden önemli çevre sorunlarından biri olan küresel ısınmaya yönelik ortaokul öğrencilerinin görüşlerini ortaya koymaktır. Araştırma 2018-2019 eğitim-öğretim döneminde Trabzon ilinde bulunan bir devlet okulunda öğrenim görmekte olan farklı sınıf seviyelerindeki doksan ortaokul öğrencisiyle gerçekleştirilmiştir. Ortaokul öğrencileri çalışmaya gönüllülük esasına göre dahil olmuşlardır. Öncelikle okulda öğrencilere çalışma hakkında detaylı bilgiler verilmiştir. Çalışmanın bilimsel amaçla kullanılacağı, bundan herhangi bir not almayacakları, isimlerinin çalışmada geçmeyeceği gibi bilgiler verilmiştir. Bu sayede öğrencilerin bilimsel çalışma sürecinin yürütülmesi hakkında bilgilenmeleri sağlanmıştır. Akabinde çalışmaya katılmak isteyen öğrenciler belirlenmiştir. Bu çalışmada nitel bir yaklaşım benimsenmiştir ve çalışma deseni olarak da fenomenoloji (olgubilim) deseni kullanılmıştır. Bu sayede çalışmaya katılan ortaokul öğrencilerinden küresel ısınmaya ilişkin görüşleri hakkında bilgiler edinilmiştir. Araştırmanın verileri öğrencilerle yapılan görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Bu amaçla yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Görüşme formu hazırlanırken öncelikle araştırmacılar literatürden yararlanmışlardır ve buna göre bir soru listesi oluşturmuşlardır. Daha sonra oluşturulan sorular sosyal bilgiler ve coğrafya eğitimi alanında uzman olan dört akademisyene iletilmiştir. Uzman görüşleri neticesinde bazı sorular elenirken bazı sorular üzerinde de düzeltmeler yapılmıştır. Ayrıca formda yer alan sorular bir dil uzmanı tarafından da kontrol edilmiştir. Bir sonraki aşamada beş ortaokul öğrencisiyle pilot uygulama yapılmıştır. Öğrencilerin soruları net bir şekilde anladıklarını belirtmeleri üzerine görüşme formuna araştırmacılar tarafından son hali verilmiştir ve asıl uygulama gerçekleştirilmiştir. Katılımcılarla yapılan görüşmeler ortalama yirmi ile otuz beş dakika arasında sürmüştür. Ortaokul öğrencilerinin cevapları içerik analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın güvenilirliğini sağlamak için Miles ve Huberman tarafından geliştirilen güvenilirlik formülünden yararlanılmıştır. Bunun neticesinde veriler iki araştırmacı tarafından da değerlendirilmiştir ve iki araştırmacı arasındaki tutarlık oranı %87 olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, ortaokul öğrencilerin küresel ısınmayla ilgili bilgilerini internet, televizyon, aileleri ve derslerden öğrendikleri tespit edilmiştir. Yine öğrencilerin önemli bir kısmının küresel ısınma kavramını dünyadaki sıcaklıkların ve karbondioksitin artması, buzulların erimesi olarak ifade ettikleri, küresel ısınmanın önemli nedeni olarak fabrikalardan çıkan dumanları ve atıkları, kullanılan deodorantları, insanları gördükleri belirlenmiştir. Ayrıca çalışmaya katılan ortaokul öğrencileri küresel ısınmanın yol açtığı problemlerin özellikle buzulların erimesi, çölleşme, su seviyelerinde yükselme olduğu, alınabilecek en önemli önlemin ise özellikle insanların bu konuda eğitilmesi olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında çeşitli önerilerde bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Küresel ısınma, çevre sorunu, ortaokul öğrencisi, sosyal bilgiler

Opinions of Secondary School Students on Global Warming

Abstract: The aim of this research is to reveal the views of secondary school students on global warming which is one of the important environmental problems that threatens the whole world as it is in the past and today. The

*Bu çalışma 14-17 Ekim 2021 tarihleri arasında düzenlenen 3. Uluslararası Coğrafya Eğitimi Kongresi'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

¹ Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Sosyal Bilgiler Eğitimi Anabilim Dalı, gokcekilicoglu@gmail.com,

0000-0002-6125-1853

² Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Sosyal Bilgiler Eğitimi Anabilim Dalı, mavi.akkaya@adu.edu.tr,

0000-0003-3005-9559

research was carried out with ninety secondary school students at different grade levels studying at a public school in Trabzon in the 2018-2019 academic year. Secondary school students participated in the study on a voluntary basis. First of all, at school detailed information about the study was given to the students. Information was given such as that the study will be used for scientific purposes, that they will not take any notes from it and that their names will not be mentioned in the study. In this way, students were informed about the conduct of the scientific study process. Accordingly students who wanted to participate in the study were determined. In this research, a qualitative approach was adopted and phenomenology design was used as the study design. In this way, information was obtained from the secondary school students participating in the study about their views on global warming. The data of the study were collected through interviews with students. For this purpose, a semi-structured interview form was prepared. While preparing the interview form, the researchers first benefited from the literature and created a list of questions accordingly. Afterwards, the questions were sent to four academicians who are experts in the field of social studies and geography education. As a result of expert opinions, some questions were eliminated and some were corrected. In addition, the questions in the form were checked by a language expert. In the next stage, a pilot study was conducted with five secondary school students. After the students stated that they understood the questions clearly, the interview form was finalized by the researchers and the actual application was carried out. The interviews with the participants lasted between twenty and thirty-five minutes on average. The answers of secondary school students were evaluated using content analysis. The reliability formula developed by Miles and Huberman was used to ensure the reliability of the study. As a result, the data were evaluated by both researchers and the consistency rate between the two researchers was determined as 87%. According to the results of the research, it was determined that secondary school students learned about global warming from the internet, television, their families and lessons. Again, it was determined that a significant part of the students expressed the concept of global warming as the increase in temperatures and carbon dioxide in the world, the melting of glaciers, and they saw the smoke and waste from the factories, the deodorants and people as the most important cause of global warming. In addition, secondary school students participating in the study stated that the problems caused by global warming are the melting of glaciers, desertification and rise in water levels and that the most important measure which can be taken is to educate people on this issue. Various suggestions were made in the light of the results obtained in the study.

Keywords: Global warming, environmental problem, secondary school student, social studies

GİRİŞ

Küresel ısınma; karbondioksit (CO₂), metan gazı (CH₄), azot peroksit (N₂O₅), ozon (O₃) ve kloroflorokarbon (CFC₅) gibi sera gazlarının atmosferde yoğun bir şekilde artması sonucunda yeryüzüne yakın atmosfer tabakaları ile yeryüzü sıcaklığının artması sürecidir (Aydın, 2017).

Son yılların önemli konularından olan küresel ısınmanın sebeplerinin genellikle insan kaynaklı olduğu düşünülse de; dünyanın yörüngesindeki değişiklikler, güneşin etkisi, El-Nino etkisi, akıntı sistemleri ve volkanik patlamalar da küresel ısınmaya sebep olmaktadır. Gerek insanlardan gerekse doğal nedenlerden kaynaklanan küresel ısınmanın etkileri, sıcaklıklar ve yağış, buzullar ve deniz seviyesi, su sorunu ve kuraklık, tarım, ekosistemler ve diğer canlılar, insan sağlığı gibi geniş alanlarda hissedilmektedir ve bu etkiler genellikle olumsuzdur (Bayram, 2014). Küresel ısınmanın olumsuz etkilerini azaltmak ve küresel ısınmayla mücadele etmek ve çözüm önerileri ortaya koyabilmek uluslararası ve ulusal düzeyde önlemler alınmasıyla, özellikle insanların bu konuda bilinçlendirilmesi ile mümkün olabilmektedir. İnsanları bu konuda bilinçlendirmenin en temel yolu da özellikle eğitimidir.

Eğitimle birçok küresel soruna yönelik kazanılan bilgi, beceri ve davranış bireylerin bu konularla ilgili bilgi edinmelerini sağlamanın yanında bu konularda görüş geliştirmeleri bakımından da önemlidir. Bir küresel sorun olarak değerlendirildiğinde küresel ısınma ile ilgili bilgilerin de daha küçük yaşlarda bireylere kazandırılmasının önemli olduğunu belirtmek gerekir ki özellikle eğitimin farklı kademelerinde sosyal bilgiler ve fen bilimleri derslerinde bu konu öğrencilere aktarılmaktadır.

2017 yılında hazırlanarak 2018 yılında uygulamaya konulan Sosyal Bilgiler Öğretim Programındaki küresel ısınmayla ilgili doğrudan ve dolaylı verilen kazanımlar incelendiğinde 5. sınıf "İnsanlar Yerler

ve Çevreler” öğrenme alanında yer alan “Yaşadığı çevredeki afetlerin ve çevre sorunlarının oluşum nedenlerini sorgular” ve “Doğal afetlerin toplum hayatı üzerine etkilerini örneklerle açıklar” kazanımları çerçevesinde doğal afetler ve çevre kirliliği konuları kapsamında küresel ısınmaya da değinilmiştir. 6. sınıf “Üretim, Dağıtım ve Tüketim” öğrenme alanı içindeki “Kaynakların bilinçsizce tüketilmesinin canlı yaşamına etkilerini tartışır” kazanımı, 7. sınıf “Küresel Bağlantılar” öğrenme alanı kapsamında “Arkadaşlarıyla birlikte küresel sorunların çözümüne yönelik fikir önerileri geliştirir” kazanımlarında da konuyla ilgili bilgilere yer verildiği görülmektedir (MEBa, 2018). Bu kazanımlar değerlendirildiğinde; öğrencilerin çevreyi koruma ve çevreye duyarlılıklarını arttırma, doğal kaynakların sınırlılığının farkına varma gibi bilişsel ve duyuşsal olarak öğrencilere bu konuda farkındalık kazandırmaya yönelik olarak hazırlanmış olduğu söylenebilir.

Güncellenen 2018 Fen Bilgisi Öğretim Programının özel amaçları incelendiğinde ise 5. sınıf seviyesinde “İnsan ve Çevre İlişkisi” öğrenme alanında “İnsan ve çevre arasındaki etkileşimin önemini ifade eder”, “Yakın çevresindeki veya ülkemizdeki bir çevre sorununun çözümüne ilişkin öneriler sunar”, “İnsan faaliyetleri sonucunda gelecekte oluşabilecek çevre sorunlarına yönelik çıkarımda bulunur”, “İnsan-çevre etkileşiminde yarar ve zarar durumlarını örnekler üzerinde tartışır” şeklinde verilmiş, bu kazanımlar çerçevesinde “yerel ve küresel çevre sorunları” kavram ve konularının öğrencilere verileceği ifade edilmiştir. 8. sınıf seviyesinde ise “Küresel iklim değişikliklerinin nedenlerini ve olası sonuçlarını tartışır” kazanımı çerçevesinde “Sera etkisi açıklanır”, “Küresel iklim değişikliği bağlamında çevre sorunlarının Dünya’nın geleceğine ve insan yaşamına nasıl bir etkisi olabileceği sorgulanır”, “Çevre sorunlarının dünyanın geleceğine nasıl bir etkisinin olabileceğine yönelik öngörülerini sanatsal yollarla ifade etmeleri istenir”, “Dünya ülkelerinin küresel iklim değişikliğini önlemek için aldıkları önlemlere (ör. Kyoto Protokolü) değinilir” kazanımları çerçevesinde küresel ısınmaya yönelik konu ve kavramlar verilmiştir (MEBb, 2018). Fen bilimleri dersinin konuyla ilgili kazanımları incelendiğinde ise çevre ile ilgili temel bilgilerin kazandırılması, çevre-insan ilişkisinin anlaşılması, doğal ve ekonomik kaynaklar ve çevre sorunlarına karşı bilinç ve farkındalık oluşturulmaya çalışıldığı görülmektedir.

Küresel sorunlara yönelik bilinç oluşturulması ve bu sorunlara yönelik çözümler üretmek ve sürecin bir parçası olmanın önemi göz ardı edilemez. Dolayısıyla bu durumun sağlanmasında en önemli katkı eğitimle gerçekleşmekte ve yapılan çalışmalarla da konu üzerine dikkat çekilmektedir. Alan yazın incelediğinde küresel sorunların bir parçası olan küresel ısınmanın öneminin artması neticesinde konu ile ilgili çalışmaların da gün geçtikçe arttığı görülmektedir. Ayvacı ve Şenel Çoruh (2009) çalışmalarında öğrencilerin küresel sorunlardan olan küresel ısınma, sera etkisi gibi konularda öğrencilerin ön bilgi ve kavram yanılgılarını tespit etmişlerdir. Tuncel (2017), “sosyal bilgiler dersinde karikatürlerle küresel ısınma eğitimi” isimli çalışmasında küresel ısınma konusu ile ilgili öğrencilere karikatürler aracılığı ile ilgili eğitim vermiştir. Emli ve Afacan (2017), çalışmalarında 7. sınıf öğrencilerinin küresel ısınma konusundaki zihinsel modelleri üzerine araştırma yapmışlardır. Palaz ve Akbaba (2018), çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin görüşlerine göre sosyal bilgiler eğitiminde küresel sorunlar ve eğitimi konusunu ele almışlardır. Dönmez ve Gülen (2020), ise çalışmalarında ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin küresel ısınmaya yönelik metaforlarını belirlemişlerdir. Bu çalışmalara ek olarak ortaokul öğrencileri ile küresel ısınma konusunda literatürde başka çalışmalara da rastlanmaktadır. Bu çalışmalarda küresel ısınma çevre sorunları kapsamında incelenmiştir (Seçgin, Yalvaç ve Çetin (2010); Özcan ve Demirel (2019); Ayvacı, Bülbül ve Bebek (2021). Bu çalışmada da ortaokulda farklı sınıf kademelerinde öğrenim gören öğrencilerinin küresel ısınmaya yönelik görüşleri incelenerek küresel ısınmaya yönelik algıları

belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada da farklı sınıf seviyelerindeki ortaokul öğrencilerinin küresel ısınmaya yönelik görüşleri alınarak bu konudaki algılarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada ortaokul öğrencilerinin küresel ısınmaya yönelik görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda şu alt problemler incelenmiştir:

1. Ortaokul öğrencilerinin küresel ısınmaya yönelik görüşleri nelerdir?
2. Ortaokul öğrencilerinin küresel ısınmanın nedenlerine yönelik görüşleri nelerdir?
3. Ortaokul öğrencilerinin küresel ısınmanın dünyada ne gibi sorunlara yol açabileceğine yönelik görüşleri nelerdir?
4. Ortaokul öğrencilerinin küresel ısınmanın nasıl engellenebileceğine yönelik görüşleri nelerdir?

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu çalışma nitel araştırma deseninde tasarlanmıştır. Nitel araştırma desenlerinden ise olgubilim (fenomenoloji) deseninden yararlanılarak yürütülmüştür. Bu desen farkında olmamıza rağmen derinlemesine ve detaylı bir anlayışa sahip olmadığımız olgulara odaklanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Bu sebeple de küresel ısınma kavramı hakkında öğrencilerin fikirlerini istedikleri doğrultuda detaylı bir şekilde belirtmelerini sağlamak amacıyla bu yöntem tercih edilmiştir.

Çalışma Grubu

Araştırmanın katılımcılarını Trabzon ilindeki bir devlet okulunda okumakta olan 90 ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmanın örneklemi olarak kolay ulaşılabilir durum örnekleme tercih edilmiştir. Bu sayede yakın ve erişilmesi kolay olan bir durum tercih edilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s.113) ve ortaokul öğrencileri çalışmaya gönüllülük esasına göre dahil olmuşlardır. Öncelikle okulda öğrencilere çalışma hakkında detaylı bilgiler verilmiştir. Çalışmanın bilimsel amaçla yapıldığı, bundan herhangi bir not almayacakları, isimlerinin çalışmada geçmeyeceği gibi bilgiler öğrencilere verilmiştir. Bu sayede öğrencilerin bilimsel çalışma sürecinin yürütülmesi hakkında bilgilenmeleri sağlanmıştır. Akabinde çalışmaya katılmak isteyen öğrenciler belirlenmiştir. Katılımcılara ilişkin bir takım betimsel veriler Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1.Ortaokul öğrencilerine ilişkin betimsel veriler

		<i>f</i>	%
Aylık ortalama gelir	0-650 TL	7	7,8
	651-1300 TL	35	38,9
	1301-2000 TL	17	18,9
	2001-2500 TL	16	17,8
	2501 TL ve üzeri	15	15
	Toplam	90	100
Anne eğitim durumu	Okur-yazar değil	2	2,2
	İlkokul mezunu	38	42,2
	Ortaokul mezunu	22	24,4
	Lise mezunu	16	17,8
	Lisans Mezunu	8	8,9
	Lisansüstü eğitim mezunu	4	4,4
	Toplam	90	100,0
Baba eğitim durumu	İlkokul mezunu	21	23,3
	Ortaokul mezunu	15	16,7
	Lise mezunu	28	31,1
	Lisans Mezunu	18	20,0
	Lisansüstü eğitim mezunu	8	8,9
	Toplam	90	100

Ortaokul öğrencilerinin betimsel verileri incelendiğinde öğrencilerin ailelerinin en fazla 651-1300 TL arası aylık ortalama gelire sahip oldukları, anne eğitim düzeyinin en fazla ilkokul mezunu kategorisinde olduğu ve baba eğitim düzeyinin de en fazla lise mezunu kategorisinde olduğu görülmektedir.

Veri Toplama Aracı

Araştırmanın verileri öğrencilerle yapılan görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Bu amaçla yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Görüşme formu hazırlanırken öncelikle araştırmacılar literatürden yararlanmışlardır ve buna göre bir soru listesi oluşturmuşlardır. Daha sonra oluşturulan sorular sosyal bilgiler ve coğrafya eğitimi alanında uzman olan dört akademisyene iletilmiştir. Uzman görüşleri neticesinde bazı sorular elenirken bazı sorular üzerinde de düzeltmeler yapılmıştır. Ayrıca formda yer alan sorular bir dil uzmanı tarafından da kontrol edilmiştir. Bir sonraki aşamada beş ortaokul öğrencisiyle pilot uygulama yapılmıştır. Öğrencilerin soruları net bir şekilde anladıklarını belirtmeleri üzerine görüşme formuna araştırmacılar tarafından son hali verilmiştir ve hazırlanan dört soru ile asıl uygulama gerçekleştirilmiştir. Katılımcılarla yapılan görüşmeler ortalama yirmi ile otuz beş dakika arasında sürmüştür.

Verilerin Analizi

Ortaokul öğrencilerinin cevapları içerik analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. İçerik analizinde; toplanan veriler önce kavramsallaştırılır, daha sonra ortaya çıkan kavramlara göre mantıklı bir şekilde düzenlenir ve buna göre de veriyi açıklayan temalar saptanır (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s. 227). Çalışmanın güvenilirliğini sağlamak için ise Miles ve Huberman (1994) tarafından geliştirilen güvenilirlik

formülünden yararlanılmıştır. Bunun neticesinde veriler iki araştırmacı tarafından da değerlendirilmiş ve iki araştırmacı arasındaki tutarlık oranı % 87 olarak belirlenmiştir.

BULGULAR

Bu çalışmada, ilk olarak ortaokul öğrencilerine küresel ısınmayı nasıl tanımladıklarını belirlemeye yönelik bir soru sorulmuştur. Öğrencilerin verdikleri cevaplar üç kategoride toplanmıştır. Katılımcıların cevaplarına ilişkin oluşturulan tablo aşağıda yer almaktadır.

Tablo 2. Ortaokul öğrencilerinin küresel ısınmaya ilişkin görüşleri

Kategori	Kodlar	f
Coğrafi etkiler olarak küresel ısınma	Ozon tabakasının delinmesi (f=33), Buzulların erimesi(f=18), iklim değişikliği (f=6), kuraklık (f=4), çölleşme (f=1), çevre kirliliği (f=1)	63
Sıcaklık artışı olarak küresel ısınma	Dünyanın sıcaklığının artması (f=19), havanın çok sıcak olması (f=11), atmosferin ısınması (f=3)	33
Zehirli gaz olarak küresel ısınma	Atmosferdeki karbondioksitin artması (f=12), zehirli gazların dünyaya yansması (f=1), sera etkisi (f=1)	14

* Katılımcılar birden fazla kategoriye ilişkin yanıtlar verdikleri için yüzde hesaplaması yapılmamıştır.

Ortaokul öğrencilerinin küresel ısınmaya ilişkin görüşleri incelendiğinde küresel ısınmanın coğrafi olarak ortaya çıkardığı sonuçlar üzerinde durdukları görülmektedir. Öğrencilerin verdikleri cevaplardan bazıları aşağıdaki gibidir:

"Buzullardaki buzların erimesidir." "...buzulların erimesidir." "Ozon tabakasının delinmesiyle oluşan bir felakettir. Bildiğime göre..." "Küresel ısınma; kuraklık, iklim değişikliği vb. şeylerdir."

Katılımcılardan bir kısmı küresel ısınmayı sıcaklıktaki artış olarak değerlendirmiştir. Bu kategoriye ilişkin verilen cevaplardan bazıları ise şunlardır:

"Havanın çok sıcak olması..." "Küresel ısınma, dünyanın gereğinden fazla ısınmasıdır." "Dünyanın sıcaklığının artmasıdır."

Öğrencilerin bir kısmı ise küresel ısınmayı ifade ederken zehirli gaza dikkat çekmişlerdir. Buna ilişkin aşağıda öğrenci cevaplardan bazılarına yer verilmiştir:

"Atmosferdeki karbondioksitin artmasıdır." "Parfüm vb. şeylerin zarar vermesidir." "Atmosferin zehirli gazlardan etkilenmesi ve bunun dünyaya yansmasıdır."

Ortaokul öğrencilerinin verdikleri cevaplar üç kategoride değerlendirilmiştir. Verilen cevapların büyük bir kısmı coğrafi etkiler olarak küresel ısınma kategorisinde toplanmıştır. Öğrenciler küresel ısınmanın tanımını yaparlarken ısınmanın sonuçlarına vurgu yapmışlardır. Bir diğer kategoride ise öğrenciler küresel ısınmayı sıcaklık artışı olarak ifade etmişlerdir. Bu noktada öğrencilerin küresel ısınmaya ilişkin kısmen doğru bir algıya sahip oldukları belirtilebilir. Bir başka kategoride ise katılımcılar küresel ısınma noktasında zehirli gaz salınımına vurgu yapmışlardır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar değerlendirildiğinde genel olarak küresel ısınmayla ilgili doğru bir algıya sahip oldukları ancak küresel ısınmayı tam anlamıyla tanımlayamadıkları görülmüştür.

Katılımcılara ikinci olarak küresel ısınmanın sebepleri ile ilgili bir soru sorulmuştur. Öğrencilerin verdikleri cevaplar bir kategoride toplanmıştır ve katılımcıların cevaplarına ilişkin oluşturulan tabloya aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 3. Ortaokul öğrencilerinin küresel ısınmanın sebeplerine ilişkin görüşleri

Kategori	Kodlar	f
İnsan etkisi	Parfüm-deodorant (f=31), Fabrika dumanı ve atıkları (f=27), egzoz (f=20), insanların çevreyi kirletmesi (f=13), soba dumanı (f=9), insanlar (f=7), hava kirliliği (f=7), ozon tabakasının delinmesi (f=7), fazla su kullanmak (f=6), kimyasal atıklar (f=5), sera gazları (f=3), pil atıkları (f=1)	129

* Katılımcılar birden fazla kategoriye ilişkin yanıtlar verdikleri için yüzde hesaplaması yapılmamıştır.

Ortaokul öğrencilerine küresel ısınmanın sebepleri sorulduğunda birden fazla sebebin varlığından ve bu sebeplerin de insan etkisinde oluştuğundan bahsettikleri görülmüştür. Bu noktada, katılımcıların verdikleri cevaplardan bazıları şunlardır:

“İnsanların bilinçsiz olması...örn: arabalardan çıkan gazlar, parfümler...”, *“Çevre kirliliği, fabrika dumanları, egzoz dumanları...”*, *“Çevreye atılan çöplerden dolayı...”*, *“Deodorant kullanmak, egzoz filtre takmamak, bacalara filtre takmamak vb. şeyler...”*, *“Fabrikaların bacasından çıkan zehirli dumanlar ve parfüm veya deodorant kokuları...”*, *“Ozon tabakasının delinmesi”*.

Katılımcılar, insanların doğayı çeşitli açılardan olumsuz etkilediklerinden bahsetmişlerdir. Özellikle parfüm-deodorant kullanımının en sık verilen cevap olduğu görülmektedir. Bu noktada miktarları küçük gibi görünse de ürün çeşitliliği ve buna göre uygun ürünlerin varlığı ve ayrıca dünyadaki insan nüfusu dikkate alındığında azımsanamayacak bir etkinin çıktığından bahsedilebilir. Yine taşıtlardan çıkan egzoz dumanı, çevre kirliliği, soba dumanı katılımcıların sıklıkla verdikleri cevaplar arasındadır. Katılımcıların verdikleri cevaplardan bir diğeri ozon tabakasının delinmesinin küresel ısınmaya sebep olduğudur. Bu noktada öğrencilerin bir bilgi karmaşası yaşadığı söylenebilir. Ozon tabakasının delinmesinin küresel ısınmanın sebebi değil, sonucu olduğu söylenebilir. Özetle öğrenciler genel olarak küresel ısınmaya insanın sebep olduğundan bahsetmişlerdir.

Katılımcılara üçüncü olarak küresel ısınmanın sonuçlarının neler olduğu sorulmuştur. Buna göre katılımcıların verdikleri cevaplar iki kategoride toplanmıştır ve ve katılımcıların cevaplarına ilişkin oluşturulan tabloya aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 4. Ortaokul öğrencilerinin küresel ısınmanın sonuçlarına ilişkin görüşleri

Kategori	Kodlar	f
Doğaya yönelik etkiler	Buzulların erimesi (f=30), kuraklık (f=17), su seviyesinin artması (deniz) (f=13), su kıtlığı (f=13), doğal denge bozulur (f=10), iklim değişikliği (f=10), hayvan nesillerinin yok olması (f=9), sıcaklık artışı (f=9), çölleşme (f=8), ozon tabakası incilir-delinir (f=5), oksijen azalır (f=5), doğal afetler (f=4), dünya yok olur (f=2), doğal kaynak azalır (f=1), bitki örtüsü zarar görür (f=1)	137
İnsana yönelik etkiler	İnsan ölümü (f=6), sağlık sorunları (f=7), insanın yaşam alanının azalması (f=7)	20

* Katılımcılar birden fazla kategoriye ilişkin yanıtlar verdikleri için yüzde hesaplaması yapılmamıştır.

Ortaokul öğrencilerine küresel ısınmanın sonuçları sorulduğunda katılımcılar birden çok sonuçtan bahsetmişlerdir. Öğrencilerin bu sonuçlardan özellikle küresel ısınmanın doğa üzerindeki olumsuz etkilerine değindikleri görülmüştür. Buna yönelik katılımcı görüşlerinden bazıları aşağıdaki gibidir:

“Kuraklık oluşur, sularımız azalır.”, *“Buzulların erimesi, kuraklık, susuzluk, dünyanın çok ısınması gibi sorunlara yol açabilir.”*, *“Buzulların erimesi...”*, *“Deniz ve okyanus seviyesinin yükselmesi”*, *“Denizlerde su*

seviyesinin artması...", "Ozon tabakasının delinmesi ve çöleşmeye yol açar.", "Buzulların erimesine ve dolayısıyla temiz su kaynaklarımızın azalmasına sebep olur. Bazı yerlerde seller oluşurken, bazı bölgeler kuraklaşır."

Ortaokul öğrencileri diğer bir kategoride ise küresel ısınmanın insana yönelik etkilerinden bahsetmişlerdir. Buna yönelik katılımcı görüşlerinden bazıları aşağıdaki gibidir:

"Aç kalırız.", "Ölürüz.", "... yaşam alanı azalır.", "insanların ölmesine yol açar."

Öğrencilere küresel ısınmanın sonuçları sorulduğunda en çok bu durumun doğaya vereceği zararlar üzerinde durmuşlardır. Öğrenciler buzulların erimesinden ve bununla bağlantılı olarak deniz seviyesinin artacağından bahsetmişlerdir. Bunun yanı sıra su konusunda kıtlık yaşanacağını vurgulamışlardır. Kısaca doğal çevremizin ciddi şekilde zarar göreceğinden bahsetmişlerdir. Bu doğrultuda doğaya olan etkilerin insanları da dolaylı olarak etkileyeceğinden bahsedilebilir. Bir diğer kategoride öğrenciler küresel ısınmanın insana olan etkilerinden bahsetmişlerdir. Bu noktada insanların ölümünden, sağlık sorunları yaşayacaklarından ve yaşam alanlarının azalacağından bahsetmişlerdir. Katılımcılara son olarak küresel ısınmanın nasıl engellenebileceği sorulmuştur. Öğrencilerin bu soru çerçevesinde verdikleri cevaplar üç kategori altında toplanmıştır. Bu soruya ilişkin tabloya aşağıda yer verilmiştir.

Tablo 5. Ortaokul öğrencilerinin küresel ısınmanın nasıl engellenebileceğine ilişkin görüşleri

Kategori	Kodlar	f
Sanayileşmenin etkisine yönelik	Parfüm-deodorant (f=29), fabrika (f=23), toplu taşıma araçları (f=21), arabalara filtre takılmalı (f=8), kimyasal azaltılmalı (f=4), geri dönüşüm (f=4)	89
Doğal çevreye yönelik	Çevre (f=23), ağaçlandırma yapılmalı (f=9), suları bilinçli kullanmak (f=7), doğal ürün (f=1)	40
Bilinçlenmeye yönelik tedbir	İnsanlar eğitilmeli (f=10)	10

* Katılımcılar birden fazla kategoriye ilişkin yanıtlar verdikleri için yüzde hesaplaması yapılmamıştır.

Katılımcılar küresel ısınmanın nasıl engellenebileceği konusunda pek çok öneri getirmişler ve bu öneriler doğrultusunda üç kategori oluşturulmuştur. İlk olarak sanayileşmenin etkisiyle ortaya çıkmış durumların engellenmesine yönelik alınabilecek tedbirlerden bahsetmişlerdir. Buna yönelik katılımcıların görüşlerinden bazıları şunlardır:

"Parfümler kullanılmasa, uzak yerlere otobüsle gidilse...", "Fabrikalara filtre takmak", "Gereksiz yere çevre kirliliği yapmamak, doğayı kirletmemek...", "Egzozlara filtre takarak, fabrika bacalarına filtre takarak, deodorant az kullanarak engelleyebiliriz."

İkinci olarak katılımcılar doğal çevreye yönelik alınabilecek tedbirlerden bahsetmişlerdir ve bu kategoriye yönelik görüşlerden bazıları şunlardır:

"Çevremizi temiz tutarak...", "Ağaç dikerek, zarar vermeyerek...", "Çevreyi koruyarak engelleyebiliriz.", "Ağaçlandırma yapmalıyız."

Son olarak katılımcılar bilinçlenmeye yönelik tedbir kategorisinde görüş belirtmişlerdir ve bu kategoriye yönelik görüşlerden bazıları aşağıdaki gibidir:

"...insanları bilinçlendirmeliyiz.", "... küresel ısınmayla ilgili seminerler yapılarak...", "... küresel ısınma seminerleri verilmelidir."

Ortaokul öğrencilerinin cevapları incelendiğinde alınabilecek tedbirlerin çoğunun sanayileşmenin etkisiyle ortaya çıkan durumların engellenmesine yönelik olduğu görülmektedir. Öğrenciler özellikle parfüm-deodorant kullanımının azaltılması gerektiğini vurgulamışlardır. Ayrıca fabrika bacalarına

filtre takılması, toplu taşıma araçlarının tercih edilmesi, araba egzozlarına filtre takılması gerektiğini belirtmişlerdir. Öğrenciler ayrıca doğal çevremizden bilinçli bir şekilde yararlanmanın önemine dikkat çekmişlerdir. Bu noktada çevremizi korumamız ve temiz tutmamız gerektiğini, ağaçlandırma yapılmasının gerekliliğini, su kaynaklarımızı bilinçli bir şekilde kullanmamız gerektiğini belirtmişlerdir. Bir başka ifadeyle öğrenciler var olanın korunması ve daha iyiye götürülmesiyle küresel ısınmanın engellenebileceği üzerinde durmuşlardır. Bunların yanı sıra katılımcılar, insanların eğitilmesine vurgu yapmışlar, seminerler verilmesi gibi çeşitli yollarla bireylerin bilinçlendirilmesinin önemine dikkat çekmişlerdir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Ortaokul öğrencilerinin küresel ısınmaya yönelik görüşlerinin belirlendiği bu çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde; ortaokul öğrencilerinin küresel ısınmanın ne olduğuna ilişkin verdikleri cevaplar üç kategoride değerlendirilmiştir. Verilen cevapların büyük bir kısmı coğrafi etkiler olarak küresel ısınma kategorisinde toplanmıştır. Öğrenciler küresel ısınmanın tanımlamasını yaparken ısınmanın sonuçlarına vurgu yapmışlardır. Bir diğer kategoride öğrenciler küresel ısınmayı sıcaklık artışı olarak ifade etmişlerdir. Bu noktada öğrencilerin küresel ısınmaya ilişkin kısmen doğru bir algıya sahip oldukları belirtilebilir. Bir başka kategoride ise katılımcılar küresel ısınma noktasında zehirli gaz salınımına vurgu yapmışlardır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar değerlendirildiğinde genel olarak küresel ısınmayla ilgili doğru bir algıya sahip oldukları ancak küresel ısınmayı tam anlamıyla tanımlayamadıkları görülmüştür. Öncül (2010) 7. sınıf öğrencilerinin küresel ısınma ve iklim değişikliği ile ilgili algılarını belirlemek için yapmış olduğu çalışmada öğrencilere fotoğraflar göstermiş ve bu fotoğraflardan hangisi ya da hangilerinin onlara küresel ısınma kavramını çağrıştırdığını sorduğunda buzullar ve kurak ortamlarla ilgili fotoğrafların öğrenciler tarafından seçildiğini ifade etmiştir. Tuncel (2017) "Sosyal Bilgiler Dersinde Karikatürlerle Küresel Isınma Eğitimi Üzerine Örnek Bir Çalışma" isimli araştırmasında öğrencilere uygulamış olduğu küresel ısınmayla ilgili ön algı formundan elde ettiği sonuçlara bakıldığında bu çalışmayla paralel olarak öğrencilerin küresel ısınmayı "her yerin ısınması" ve "buzulların erimesi" olarak ifade ettiklerini belirtmiştir. Yine Özcan ve Demirel (2019)'in "Ortaokul Öğrencilerinin Çevre Sorunlarına Yönelik Bilişsel Yapılarının Çizimleri Aracılığıyla İncelenmesi" ile ilgili çalışmalarında öğrencilerin küresel ısınma kavramı ile ilgili en çok çizim yaptıkları kavramlar arasında parfüm sıkma, araba egzozu, buzullar gibi çizimlerin olduğunu tespit etmişlerdir. Bu durum bu çalışmada olduğu gibi küresel ısınmanın sonuçlarıyla küresel ısınma kavramının ilişkilendirilmesi açısından paralellik göstermektedir. Yalçın (2010), Bayram (2014) Keçeci (2020)'nin çalışma sonuçları da bu araştırmanın bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Araştırma kapsamında öğrencilere sorulan küresel ısınmanın sebeplerine yönelik öğrenci cevaplarından elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde ise katılımcıların özellikle insanların doğayı çeşitli açılardan olumsuz etkilediklerinden bahsetmişlerdir. Parfüm-deodorant kullanımının en sık verilen cevap olduğu görülmektedir. Bu noktada miktarları küçük gibi görünse de ürün çeşitliliği ve buna göre uygun ürünlerin varlığı ve ayrıca dünyadaki insan nüfusu dikkate alındığında azımsanamayacak bir etkinin çıktığından bahsedilebilir. Yine taşıtlardan çıkan egzoz dumanı, çevre kirliliği, soba dumanı katılımcıların sıklıkla verdikleri cevaplar arasındadır. Katılımcıların verdikleri cevaplardan bir diğeri ozon tabakasının delinmesinin küresel ısınmaya sebep olduğudur. Bu noktada öğrencilerin bir bilgi karmaşası yaşadığı söylenebilir. Ozon tabakasının delinmesinin küresel ısınmanın sebebi değil, sonucu olduğu söylenebilir. Öğrenciler genel olarak küresel ısınmaya insanın sebep olduğundan bahsetmişlerdir. Öğrencilerin küresel ısınmanın sebeplerini sadece insan kaynaklı görmeleri küresel ısınmanın nedenleri konusunda eksik bilgiye sahip oldukları ve bu açıdan

bakıldığında küresel ısınmanın doğal nedenlerini bilmedikleri şeklinde değerlendirilebilir. Özcan ve Demirel (2019) yapmış oldukları çalışmalarında ortaokul öğrencilerinin çevre sorunlarını (Küresel ısınma da bu sorunlar arasındadır) insan kaynaklı olarak gördüklerini belirtmişlerdir. Koca (2019) küresel ısınma hakkında 8. sınıf öğrencilerinin görüşlerini tespit ettiği çalışmasının sonuçları da bu çalışmayla paralellik göstermektedir.

Öğrencilere küresel ısınmanın sonuçları sorulduğunda en çok bu durumun doğaya vereceği zararlar üzerinde durmuşlardır. Öğrenciler buzulların erimesinden ve bununla bağlantılı olarak denizlerdeki su seviyesinin artacağından bahsetmişlerdir. Bunun yanı sıra su konusunda kıtlık yaşanacağını vurgulamışlardır. Kısaca doğal çevrenin ciddi şekilde zarar göreceğinden bahsetmişlerdir. Bu doğrultuda küresel ısınmanın doğaya olan etkilerinin insanları da etkileyeceğinin öğrenciler tarafından ifade edildiği söylenebilir. Bir diğer kategoride öğrenciler küresel ısınmanın insana olan etkilerinden bahsetmişlerdir. Bu noktada insanların ölümünden, sağlık sorunları yaşayacaklarından ve yaşam alanlarının azalacağından bahsetmişlerdir. Koca (2019) çalışmasında ortaokul öğrencilerine küresel ısınmanın etkilerine yönelik sorulan soruda öğrencilerin önemli bir bölümünün küresel ısınmanın doğaya ve insanlara vereceği zararlar üzerinde durduklarını belirlemiştir.

Çalışma sonucunda ortaokul öğrencilerinin küresel ısınmaya yönelik alınacak tedbirlerle ilgili cevapları incelendiğinde alınabilecek tedbirlerin çoğunun sanayileşmenin etkisiyle ortaya çıkan durumların engellenmesine yönelik olduğu görülmektedir. Öğrenciler özellikle parfüm-deodorant kullanımının azaltılması gerektiğini vurgulamışlardır. Ayrıca fabrika bacalarına filtre takılması gerektiğini, toplu taşıma araçlarının tercih edilmesi gerektiğini, araba egzozlarına filtre takılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Öğrenciler ayrıca doğal çevremizden bilinçli bir şekilde yararlanmanın önemine dikkat çekmişlerdir. Bu noktada çevremizi korumamız ve temiz tutmamız gerektiğini, ağaçlandırma yapılmasının gerekliliğini, su kaynaklarımızı bilinçli bir şekilde kullanmamız gerektiğini belirtmişlerdir. Yani var olanın korunması ve daha iyiye götürülmesiyle küresel ısınmayı engelleyebileceğimiz üzerinde durmuşlardır. Bunların yanı sıra katılımcılar, insanların eğitime vurgu yapmışlar, seminerler verilmesi gibi çeşitli yollarla bireylerin bilinçlendirilmesinin önemine dikkat çekmişlerdir. Öncül (2010), Yalçın (2010) ve Koca (2019)'nın çalışmalarında elde ettikleri sonuçlar da bu çalışmanın sonuçlarını desteklemektedir. Bu çalışmalarda da küresel ısınmanın engellenmesi, etkilerini azaltmaya yönelik olarak çevreye karşı duyarlı olunması, sanayi alanlarında gerekli tedbirlerin alınması, toplu taşıma araçlarının kullanılması vb. önlemlerin alınması yönünde öğrenciler görüş bildirmişlerdir.

Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde öğrencilerin küresel ısınma kavramı, küresel ısınmanın nedenleri ve sonuçları, nasıl önlenebileceğine yönelik bilgi sahibi olmalarına rağmen eksikliklerinin olduğu ifade edilebilir. Bu doğrultuda değerlendirildiğinde bu eksiklikler giderilmeli, öğrencilerin çevre sorunlarına yönelik algı düzeyleri geliştirilmeli, öğrencilerin çevre okuryazarlık düzeylerinin artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Küresel ısınma dahil çevre ile ilgili konuların özellikle çocuklara küçük yaşlardan itibaren kazandırılması önemlidir. Dünya üzerinde tüm canlıların yaşam standartlarını sağlayan bir sistem mevcuttur ve bu sistemin korunmasını sağlamak bütün insanlar için şarttır. Aksi durumda insanlar dahil bütün canlılar ortaya çıkacak olumsuzluklardan etkilenecektir.

KAYNAKÇA

Aydın, F. (2014): Ortaöğretim öğrencilerinin küresel ısınma konusundaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Education*, 3(4), 15-27.

- Ayvacı, H. Ş. ve Şenel Çoruhlu, T. (2008). Öğrencilerin küresel çevre sorunlarına bakışları ve kavram yanılgılarının belirlenmesine yönelik gelişimsel bir araştırma. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2009-2), 11-25.
- Ayvacı, H. Ş., Bülbül, S. ve Bebek, G. (2021). Okul öncesi dönem çocuklarının çevre sorunları kavramına yönelik metaforik algıları ve görüşleri. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(1), 117-132.
- Bayram, C. (2014). *Lise öğrencilerinin küresel ısınma konusundaki görüş ve tutumları* (Yüksek Lisans Tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Emlı, Z. ve Afacan, Ö. (2017). Yedinci sınıf öğrencilerinin küresel ısınma konusundaki zihinsel modelleri. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14-1(27), 183-202.
- Gülen, S. ve Dönmez, İ. (2020). 7. sınıf öğrencilerinin küresel ısınma kavramına yönelik metafor ve çizimlerinin belirlenmesi: karşılaştırmalı bir çalışma. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 14(33), 359-358.
- Keçeci, E. E. (2020). *6. sınıf öğrencilerinin küresel ısınma konusundaki metaforları ve metaforik algıları* (Yüksek Lisans Tezi), Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan.
- Koca, E. (2019). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin ve fen bilimleri öğretmenlerinin küresel ısınma hakkındaki görüşleri* (Yüksek Lisans Tezi), Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- MEB (2018a). *Sosyal Bilgiler Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 4, 5, 6 ve 7. Sınıflar)*. <http://ttkb.meb.gov.tr> adresinden 05.10.2021 tarihinde alınmıştır.
- MEB (2018b). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 4, 5, 6 ve 7. Sınıflar)*. <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20%C3%96%C4%99ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf> adresinden 05.10.2021 tarihinde alınmıştır.
- Miles, M. & Huberman M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*, (2nd Edition). Sage Press.
- Öncül, H. (2010). *Kırsal bölge ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin küresel ısınma ve iklim değişiklikleriyle ilgili algıları* (Yüksek Lisans Tezi), Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Manisa.
- Özcan, H. ve Demirel, R. (2019). Ortaokul öğrencilerinin çevre sorunlarına yönelik bilişyapılarının çizimleri aracılığıyla incelenmesi. *Başkent University Journal of Education*, 6(1), 68-83.
- Palaz, T. ve Akbaba, B. (2018). Ortaokul öğrencilerinin görüşlerine göre sosyal bilgiler eğitiminde küresel sorunlar ve öğretimi. *Turkish Studies Educational Sciences*, 17(27), 1213-1246.
- Seçgin, F., Yalvaç, G. ve Çetin, T. (2010). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin karikatürler aracılığıyla çevre sorunlarına ilişkin algıları. *International Conference on New Trends in Education and Their Implications*, 11-13 Kasım, Antalya.
- Tuncel, G. (2017). Sosyal bilgiler dersinde karikatürlerle küresel ısınma eğitimi üzerine örnek bir çalışma. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 35, 87-94.
- Yalçın, F. (2010). *İlköğretim öğrencilerinin küresel ısınma ve sera etkisi konularındaki bilgi düzeylerinin ve yanlış kavramalarının belirlenmesi üzerine bir çalışma* (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin.

Diyabet Hastalarında Sağlık Okuryazarlığının Değerlendirilmesi

Ayşe Gül PARLAK¹

Zümrüt ŞAHİN²

Özet: Bu araştırma diyabet hastalarının sağlık okuryazarlık düzeyi ve etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırma tanımlayıcı ve kesitsel tipte tasarlanmıştır. Araştırma, 6 Mayıs-30 Temmuz 2019 tarihleri arasında bir devlet hastanesine başvuran, araştırma kriterlerine uyan ve çalışmaya katılmaya gönüllü olan 150 diyabet hastası ile tamamlanmıştır. Araştırmanın verileri, Tanıtıcı Bilgi Formu ve Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği kullanılarak yüz yüze görüşme yöntemiyle toplanmıştır. Hastaların, Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği puan ortalaması orta seviyede bulunmuştur. Hastaların, sosyo-demografik özelliklerine göre sağlık okuryazarlığı düzeyleri karşılaştırıldığında; erkek cinsiyet, lise ve üzeri eğitim seviyesi, aile üyeleri ile beraber yaşayan, şehirde ikamet eden, iyi sağlık algısına sahip olan, hastalığına yönelik eğitim alan bireylerin, sağlık okuryazarlığı puan ortalamasının yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Tip 2 Diabetes Mellitus (DM)'lu hastalarda sosyo-demografik ve hastalık özelliklerinin sağlık okuryazarlık düzeyini etkilediği belirlenmiştir. Hastaların, takibini yapmak, oluşabilecek olumsuz sağlık sorunlarını önlemek ve hastaların ihtiyacı olan öz bakım becerilerini kazandırmak için sağlık okuryazarlığı düzeyinin geliştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Diyabetes mellitus, kronik hastalık, sağlık okuryazarlığı, öz bakım

Evaluation of the Health Literacy in Diabetes Patients

Abstract: This research was conducted to determine the health literacy level of diabetic patients and affecting factors. The research was designed in a descriptive and cross-sectional type. The study was completed with 150 diabetic patients who applied to a state hospital between May 6 and July 30, 2019, who met the research criteria and volunteered to participate in the study. The data of the study were collected by face-to-face interview method using the Socio-demographic Characteristics Questionnaire and Health Literacy Scale. The average point of the Health Literacy Scale of the patients was found to be moderate. When the health literacy levels of the patients were compared according to their socio-demographic characteristics; It was determined that the average health literacy score of male gender, with an education level of high school and above, living with family members, residing in the city, with a good perception of health, individuals who are educated for their disease were found to be high and statistically significant. It was determined that socio-demographic and disease characteristics affect the health literacy level in type 2 Diabetes Mellitus (DM) patients. It is suggested that the level of health literacy should be improved in order to follow up the patients, to prevent negative health problems that may occur and to provide the patients with the self-care skills they need.

Keywords: Diabetes mellitus, chronic disease, health literacy, self-care

¹ Kafkas Üniversitesi, Atatürk Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Kars, Turkey, aysegulozyildizparlak@hotmail.com,

0000-0002-7242-799X

² Kafkas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü, Kars, Turkey, zumrut8136@hotmail.com,

0000-0001-7141-273X

GİRİŞ

Sağlık okuryazarlığı, genel okuryazarlık kavramı ile ilişkili olup bireylerin yaşamları boyunca sağlıklarını ve yaşam kalitelerini iyileştirmeleri, hastalıklardan korunmaları ve sağlık düzeylerini en az optimum düzeyde tutmaları için gerekli kararları verebilme yeteneğidir. Bu kavram aynı zamanda bireylerin ihtiyaç duydukları tıbbi bilgilere ulaşma, kavrama ve bilgileri uygulama konusunda bilgi, deneyim ve becerisini de içermektedir (Sorensen vd., 2012). Sağlık okuryazarlığı, tanımından da anlaşıldığı üzere, bireyin sağlığı ile ilgili uygun kararlar verebilmesi ancak sağlıkla ilgili mesajları doğru anlamasıyla olacaktır (Collins vd., 2012). Sağlık okuryazarlığı; sağlık sistemi navigasyonu ve uygun sağlık kararları için önemli olan beceriler kümesidir (Inoue, Takahashi, Kai, 2013). Yetersiz sağlık okuryazarlığı artan sağlık eşitsizlikleri, başarısız öz bakım, kötü sağlık sonuçları, sağlık hizmetlerinin yetersiz kullanımı, genel sağlık durumu yoksunluğu ve yüksek mortalite oranları ile ilişkili bulunmuştur (Kartal, 2019).

Diyabet, sürekli tıbbi bakım ve hasta eğitimi gerektiren; akut komplikasyonları önlemek ve uzun vadeli komplikasyon riskini azaltmak için destek gerektiren kronik bir hastalıktır. Kronik hastalık yönetimi hasta, sağlık sistemi ve hizmet veren kişiler arasında iş birliğini ve bir dizi bakım becerilerini gerektiren bir süreçtir (Haun vd., 2014). Özellikle diyabeti olan bireylerden, glisemik kontrolü izlemeleri, hayati ve uzun sürebilecek olumsuzlukları önlemek ve yaşam kalitesini artırmak için kendi bakımlarını yönetmeleri beklenmektedir. Hastalar diyabet yönetiminde hem kendileri bakım konusunda aktif rol almalı hem de kendilerine bakım sağlayan kişiler ile etkileşimli ortaklıklar geliştirmelidir (Berkman, Sheridan, Donahue, Halpern, Crotty, 2011). Hastanın tedavisi ile ilgili sürece etkili iletişimle katılım sağlanması, hastalık süresince olumlu sonuçları almak açısından önemlidir (Wallace, 2010). Diyabet yönetimi basılı ve sözlü talimatlara dayanır ve yüksek sağlık okuryazarlığı becerileri gerektirir (Bohanny vd., 2013). Düşük sağlık okuryazarlığı önemli ölçüde kötü glisemik kontrol ve diyabetli hastalarda daha kötü hastalık bilgisi ile ilişkili olmuştur (Bailey vd., 2014). Sınırlı sağlık okuryazarlığı olan hastaların, anti-hiperglisemik terapiler kullanarak hipoglisemiye karşı ciddi oranda savunmasız kaldıkları tespit edilmiştir (Al Sayah, Majumdar, Williams, Robertson, Johnson 2013). Hipoglisemiyi azaltmak ve hasta güvenliğini teşvik etmek sınırlı sağlık okuryazarlığı olanlar için uygundur ancak desteğe ihtiyaçları olabilmektedir. Örneğin, yetersiz sağlık okuryazarlığı olan hastalarda kan şekeri test sonuçlarının kaydını tutma oranlarının daha düşük olduğu gösterilmiştir (Santos vd. 2016).

Literatürde ülkemizde diyabet hastalarının sağlık okuryazarlık düzeyini belirlemeye yönelik çalışmaların sınırlı olduğu görülmüştür. Bu çalışmada, Doğu Anadolu Bölgesi'nde bir ilde ikamet eden diyabet hastalarının sağlık okuryazarlık düzeyini, sağlık okuryazarlık düzeyini etkileyen demografik ve hastalığa özgü faktörleri belirlemek amaçlanmıştır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Kesitsel tipte yapılan araştırmanın evrenini 6 Mayıs-30 Temmuz 2019 tarihleri arasında Kars il merkezinde bir devlet hastanesinin iç hastalıkları polikliniklerine başvuran Tip 2 diyabetli hastalar oluşturmuştur. Araştırmada herhangi bir örnekleme yöntemine gidilmeden iç hastalıkları polikliniklere başvuran ve araştırmaya kabul kriterlerine uyan; 18 yaş üzeri, eğitim düzeyi en az okuryazar, en az 1 yıl önce Tip 2 Diabetes Mellitus tanısı almış, araştırmaya katılmasına engel herhangi bir problemi bulunmayan (işitme, görme ve mental), Türkçe iletişim kurabilen ve

araştırmaya katılmaya gönüllü tüm hastalar alınmıştır. Araştırma 28 hastanın okuryazar olmaması, 4 hastanın tip 1 diyabet hastası olması ve 11 hastanın araştırmaya katılmaya gönüllü olmaması nedeniyle 150 hasta ile tamamlanmıştır. Anketler araştırmacı tarafından iç hastalıkları polikliniklerinde yüz yüze uygulanmış ve her görüşme yaklaşık olarak 10-15 dakika sürmüştür. Katılımcılardan araştırma öncesi yazılı izin alınmıştır.

Veri Toplama Araçları

Veri toplama araçları; Tanıtıcı Bilgi Formu ve Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği'nden oluşmuştur.

Tanıtıcı Bilgi Formu: Bu form, literatür taraması yapılarak oluşturulmuştur (Bohanny vd., 2013; Haun vd., 2014; Kartal, 2019; Santos vd. 2016). Hastaların demografik ve hastalıklarına ilişkin özelliklerini içeren açık ve kapalı uçlu 19 sorudan oluşmaktadır.

Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği: Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği, Ishikawa vd. (2008) tarafından, kronik hastalığa sahip bireylerin fonksiyonel, interaktif ve eleştirel sağlık okuryazarlığını ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Ölçek, 14 madde ve üç bölümden oluşmaktadır ve 4'lü likert tiptedir. Fonksiyonel sağlık okuryazarlığı alt boyutunda; hastanın hastane ya da eczaneden aldığı broşür veya açıklamaları okurken yaşadığı zorlukların ne ölçüde olduğunu değerlendirmek amaçlanmaktadır ve bu bölüm 5 maddeden oluşmaktadır. İnteraktif sağlık okuryazarlığı alt boyutu; hastanın diyabet tanısı aldığı süreden bu yana, diyabet hastalığı hakkında bilgi ararken etkili bir iletişim kurabilmesi için gerekli olan, bilişsel ve sosyal becerilerinin ne düzeyde olduğunu belirlemeyi amaçlamaktadır ve bu bölümde 5 maddeden oluşmaktadır. Eleştirel sağlık okuryazarlığı alt boyutu ise; hastanın kendi sağlığı üzerinde söz sahibi olabilmesi için, sağlıkla ilgili edindiği bilgileri eleştirel olarak nasıl değerlendirdiğini ve kullandığını belirlemek amacıyla oluşturulmuştur ve 4 madde içermektedir. Maddeler; hiçbir zaman (1 puan), nadiren (2 puan), bazen (3 puan) ve sıklıkla (4 puan) şeklindedir. Ölçekten alınabilecek en düşük toplam puan 14, en yüksek toplam puan ise 56'dır.

İnteraktif ve eleştirel sağlık okuryazarlığı alt boyutlarında puanın artması, sağlık okuryazarlık düzeyinin arttığını göstermektedir. Fonksiyonel sağlık okuryazarlığı alt boyutunda düşük puan yüksek sağlık okuryazarlığını ifade etmektedir.

Ölçeğin Türkçe uyarlaması Ağralı ve Akyar (2018) tarafından yapılmıştır. Faktör analizinde bazı maddeler orijinal ölçekten "farklı faktör gruplarına" yerleştirilmiştir. Türkçe formunda; fonksiyonel sağlık okuryazarlığı alt boyutunda değişiklik bulunmamakta, interaktif sağlık okuryazarlığı alt boyutu 6 maddeden, eleştirel sağlık okuryazarlığı alt boyutu ise 3 maddeden oluşmaktadır. Ağralı ve Akyar (2018) çalışmalarında, toplam Cronbach alfa katsayısı 0,956; faktör gruplarının Cronbach alfa katsayıları; fonksiyonel alt boyut: 0,96, interaktif alt boyut: 0,91 ve eleştirel alt boyut: 0,96 olarak bulmuşlardır (13). Bu araştırmada, toplam Cronbach alfa katsayısı 0,875; faktör gruplarının Cronbach alfa katsayıları; fonksiyonel, interaktif ve eleştirel alt boyutları sırasıyla 0,90, 0,87, 0,87 olarak tespit edilmiştir.

Araştırmanın Etik Boyutu

Araştırma öncesi Kafkas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı'ndan (28.02.2019/39) etik kurul onayı ve araştırmanın yapıldığı kurumdan resmi izin alınmıştır. Araştırma güncel Helsinki Bildirgesi'nde belirtilen ilkelere uygun olarak gerçekleştirilmiş, araştırmaya katılan hastalardan yazılı onam alınmış ve yanıtlarının gizli kalacağı ifade edilmiştir.

Verilerin Değerlendirilmesi

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 22.0 paket programı kullanılmıştır. Kolmogorov-smirnov testi kullanılarak verilerin normal dağılım gösterip göstermediği belirlenmiştir. Tanımlayıcı veriler yüzdelik ve ortalama ile, puan ortalamaları ve toplam puanlar; standart sapma, minimum ve maksimum değerleri ile gösterilmiştir. Sağlık okuryazarlığı puan ortalamalarının sosyo-demografik özellikler ile karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi, Kruskal-Wallis testi ve ileri analizlerde Bonferroni testi uygulanmıştır. Anlamlılık düzeyi 0,05 alınmıştır.

BULGULAR

Araştırma kapsamına alınan hastaların yaş ortalaması $57,46 \pm 15,19$ 'dur. Hastaların %56'ı kadın, %81,3'ü evli, %84,0'ü okuryazar, %63,3'ünün gelir durumunun orta düzeyde olduğu, %62'sinin çalışmadığı, %49,4'ünün şehirde yaşadığı ve %72'sinin çocukları ile beraber yaşadığı belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 2'de hastaların diyabet süresi ortalamasının $6,96 \pm 6,27$ olduğu, %48'inin 6-10 yıldan beri diyabet tanısı aldığı, %41,3'ünün sağlık durumunun orta düzeyde olduğu, %42,7'sinin diyet ve oral antidiyabetik tedavisi aldığı, %68'inin ise diyabete yönelik eğitim aldığı saptanmıştır.

Tablo 1. Sosyo-demografik özellikler

Özellikler		Sayı	%
Yaş (ort±SS)	57,46±15,19 (min: 18; max 86)		
Cinsiyet	Kadın	84	56,0
	Erkek	66	44,0
Medeni durum	Evli	122	81,3
	Bekar	28	18,7
Eğitim durumu	Okur yazar	81	54,0
	İlköğretim	44	29,3
	Lise ve üzeri	25	16,7
Gelir düzeyi	Kötü	14	9,3
	Orta	95	63,3
	İyi	41	27,4
Çalışma durumu	Çalışan	57	38,0
	Çalışmayan	93	62,0
Yaşanılan yer	İl	74	49,4
	İlçe	29	19,3
	Köy	47	31,3
Birlikte yaşadığı kişiler	Yalnız	5	3,3
	Eşi ile yaşıyor	37	24,7
	Aile üyeleri ile yaşıyor*	108	72,0
Toplam		150	100

*Eş, çocuklar ve torunları ile beraber yaşayanlar dâhil edilmiştir.

Tablo 2. Hastalığa ilişkin özellikler

Özellikler		Sayı	%
Diyabet süresi (yıl) (ort±SS)	6,96±6,27 (min: 1; max: 30)		
Diyabet tanı süresi (yıl)	1-5	30	20,0
	6-10	72	48,0
	> 10	50	32,0
Genel olarak sağlık algınız	İyi	55	36,6
	Orta	62	41,3
	Kötü	33	22,1
Tedavi şekli	Sadece diyet	16	10,7
	Diyet ve oral antidiyabetik	64	42,7
	Diyet ve insülin	45	30,0
	Diyet, oral antidiyabetik ve insülin	25	16,6
Diyabete yönelik eğitim alma	Eğitim alan	102	68,0
	Eğitim almayan	48	32,0
Sigara kullanma durumu	Kullanmıyorum	94	62,7
	Kullanıyorum	56	37,3
Alkol kullanma durumu	Kullandım bıraktım	17	11,3
	Kullanmadım	133	88,7
Toplam		150	100

Tablo 3. Bireylerin sosyo-demografik özelliklerine göre sağlık okuryazarlığı ölçeği puan ortalamalarının dağılımları

Değişkenler	Fonksiyonel sağlık okuryazarlığı (Mean±Sd)	İnteraktif sağlık okuryazarlığı (Mean±Sd)	Eleştirel sağlık okuryazarlığı (Mean±Sd)	Sağlık okuryazarlığı toplam (mean±sd)
Cinsiyet				
Kadın	9,05±5,10	15,95±5,19	6,71±2,97	33,70±9,53
Erkek	13,31±4,27	15,30±5,33	7,86±2,93	34,45±9,88
	t:4,909 <i>p</i> <,001	t: 0,751 <i>p</i> =,454 <i>p</i> >,05	t: -2,364 <i>p</i> =,019 <i>p</i> <,005	t=,472 <i>p</i> =,638 <i>p</i> >,05
Medeni Durum				
Evli	11,29±4,67	15,27±5,27	7,09± 2,94	33,65±9,68
Bekar	10,62±5,10	17,35±4,87	7,75±3,23	35,67±9,56
	Z=-,677 <i>p</i> =,499 <i>p</i> >,005 ¹	Z=-1,805 <i>p</i> =,071 <i>p</i> >,05 ¹	Z=-,998 <i>p</i> =,318; <i>p</i> >,05 ¹	t=,320 <i>p</i> =,999 <i>p</i> >,05
Eğitim Durumu				
Okur yazar	11,55±5,00	14,92±4,98	6,34±2,85	32,80±8,86
İlköğretim	10,30±4,83	15,30±5,15	7,26±2,52	32,88±10,25
Lise ve üzeri	10,97±4,18	17,27±5,55	8,83±2,90	37,04±10,30
	X ² :1,348 <i>p</i> =,510 <i>p</i> >,05 ²	X ² :6,976 <i>p</i> =,031 <i>p</i> <,05 ²	X ² :19,107 <i>p</i> =,000 <i>p</i> <,01 ²	X ² :7,800 <i>p</i> =,020 <i>p</i> <,05 ²
Gelir Düzeyi				
Kötü	11,92±5,81	14,14±4,27	6,21±2,91	32,28±7,44
Orta	11,00±4,65	15,07±5,18	6,93±2,92	32,98±9,86
İyi	11,31±4,64	17,51±5,28	8,21±3,01	37,04±9,39
	X ² :0,360 <i>p</i> =,8357 <i>p</i> >,05 ²	F: 3,889 <i>p</i> =,023; <i>p</i> <,05 ³	X ² :7,238 <i>p</i> =,027 <i>p</i> <,05 ²	F:2,847 <i>p</i> =,061 <i>p</i> >,05
Çalışma Durumu				
Çalışan	11,19±4,68	16,33±5,40	8,28±2,92	35,77±9,36
Çalışmayan	11,16±4,80	15,25±5,13	6,56±2,87	32,96±9,74
	Z:-,082 <i>p</i> =,935 <i>p</i> >,05 ¹	Z: -1,270 <i>p</i> =,204 <i>p</i> >,05 ¹	Z: -3,244 <i>p</i> =,001 <i>p</i> <,05 ¹	t=1,736 <i>p</i> =,085 <i>p</i> >,05
Yaşanılan Yer				
İl	10,85±4,70	16,82±5,33	7,72±3,08	34,94±10,18
İlçe	11,24±4,22	16,39±5,25	8,00±2,44	36,06±08,82
Köy	11,63±5,14	13,76±4,64	5,93±2,82	31,34±08,90
	X ² : ,666 <i>p</i> =,717 <i>p</i> >,05 ²	F: 4,740 <i>p</i> =,010 <i>p</i> <,05 ³	X ² : 12,626 <i>p</i> =,002; <i>p</i> <,05 ²	F: 2,867 <i>p</i> =,060 <i>p</i> >,05
Kimlerle yaşadığı				
Yalnız	11,20±5,40	15,80±7,69	7,40±3,04	32,73±09,27
Eşi ile	12,48±4,60	17,29±5,39	8,00±2,91	34,40±11,71
Aile üyeleri ile	10,72±4,72	15,10±5,01	6,94±3,00	37,78±09,81
	X ² : 4,008 <i>p</i> =,135 <i>p</i> >,05 ²	X ² : 5,321 <i>p</i> =,070 <i>p</i> >,05 ²	X ² : 3,479 <i>p</i> =,176 <i>p</i> >,05 ²	X ² : 8,711 <i>p</i> =,013 <i>p</i> <,05 ²

¹Mann-Whitney U testi; ²Kruskal-Wallis H testi; ³Bonferroni testi

Tablo 3'te hastaların demografik özelliklerine göre Sağlık Okuryazarlığı toplam puan ve alt boyut puan ortalamalarına yönelik dağılımları verilmiştir. Kadın hastaların Fonksiyonel Sağlık Okuryazarlığı alt boyut puan ortalaması erkek hastalardan düşüktür ve istatistiksel olarak anlamlıdır (*p*<,05). Fonksiyonel Sağlık Okuryazarlığı alt boyutunda düşük puan yüksek sağlık okuryazarlığını ifade etmektedir. Lise ve üzeri eğitime sahip, gelir durumu iyi olan ve il merkezinde yaşayan diyabet

hastalarının İnteraktif Sağlık Okuryazarlığı alt boyut puan ortalamasının yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) olduğu belirlenmiştir. Eleştirel Sağlık Okuryazarlığı alt boyut puan ortalamaları incelendiğinde; erkek, lise ve üzeri eğitime sahip, gelir durumu iyi, çalışan ve şehirde yaşayanlarda Eleştirel Sağlık Okuryazarlığı alt boyut puan ortalamasının yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) olduğu saptanmıştır. Sağlık Okuryazarlığı toplam puan ortalamaları incelendiğinde; lise ve üzeri eğitime sahip ve aile üyeleri (eş, çocuklar ve torunlar) ile yaşayanlarda anlamlı ($p<0,05$) ve yüksek bulunmuştur.

Tablo 4. Bireylerin bazı hastalık özelliklerine ilişkin sağlık okuryazarlık ölçeği puan ortalamalarının dağılımı

Değişkenler	Fonksiyonel sağlık okuryazarlığı (Mean±Sd)	İnteraktif sağlık okuryazarlığı (Mean±Sd)	Eleştirel sağlık okuryazarlığı (Mean±Sd)	Sağlık okuryazarlığı Toplam (Mean±Sd)
Genel sağlık algısı				
İyi	11,70±4,42	17,80±5,08	8,47±2,72	37,98±9,59
Orta	10,37±4,78	13,46±5,26	6,25±2,75	30,09±9,46
Kötü	11,78±5,09	16,18±3,72	6,87±3,09	34,84±7,17
	F:1,525; $p=,221$ $p>0,05^2$	F: 11,632; $p=,000$ $p<0,01^2$	F: 9,257; $p=,000$ $p<0,01^2$	F: 11,196; $p=,000$ $p<0,01^2$
Diyabet tanı süresi				
1-5 yıl	11,45±4,80	16,13±5,59	7,53±2,95	35,12±10,18
6-10 yıl	9,72±4,32	14,33±4,77	6,33±2,87	30,38±8,50
> 10 yıl	12,05±4,82	15,91±4,73	7,35±3,02	35,32±8,81
	F: 2,460; $p=,089$ $p>0,05^2$	F: 1,537; $p=,219$ $p>0,05$	F: 2,118; $p=,124$ $p>0,05$	F: 3,484; $p=,033$ $p<0,05^2$
Tedavi Şekli				
Diyet	9,81±4,23	14,87±5,37	7,00±2,68	31,68±10,68
Diyet + OAD	12,12±4,85	16,18±5,21	7,45±2,81	35,76±9,39
Diyet + insülin	11,00±4,48	16,13±5,19	7,75±3,13	34,88±9,08
Diyet+OAD+insulin	9,92±4,95	13,92±5,16	5,72±2,92	29,56±9,57
	F:1,935; $p=,127$ $p>0,05$	F:1,388; $p=,249$ $p>0,05$	F:2,868; $p=,039$ $p<0,05^2$	F:3,020; $p=,032$ $p<0,05^2$
Diyabet eğitimi				
Eğitim alan	11,20±4,68	15,65±5,07	8,02±3,05	34,11±9,24
Eğitim almayan	11,15±4,79	17,72±4,73	6,84±2,91	35,63±8,41
	Z:-,144 $p=,886$ $p>0,05$	t:-1,158; $p=,255$ $p>0,05$	Z:-2,371; $p=,018$ $p<0,05^1$	t:-,469; $p=,642$ $p>0,05$
Sigara Kullanımı				
Kullanmıyorum	11,51±4,78	15,51±5,51	7,78±2,82	34,78±10,08
Kullanıyorum	10,96±4,73	15,73±5,09	6,88±3,06	33,58±9,43
	Z:-,715; $p=,475$ $p>0,05$	t:-,244; $p=,808$ $p>0,05$	Z:-1,642; $p=,101$ $p>0,05$	t:,735; $p=,464$ $p>0,05$
Alkol Kullanımı				
Kullanmadım	11,49±4,78	15,75±5,14	7,64±3,40	34,41±9,42
Kullandım bıraktım	8,64±3,56	14,88±6,07	7,16±2,95	31,05±11,26
	Z:-1,295; $p=,322$ $p>0,05$	t:-,643; $p=,521$ $p>0,05$	Z:-,425; $p=,671$ $p>0,05^1$	t:-1,351; $p=,179$ $p>0,05$

¹ Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. ² Bonferroni testi uygulanmıştır. OAD: Oral antidiyabetikler

Tablo 4'te diyabet hastalarının, hastalık özelliklerine ait sağlık okuryazarlığı alt boyut ve toplam puan ortalamasına yönelik dağılımları incelendiğinde; Sağlık Okuryazarlığı toplam puan ortalamasının genel sağlık algısını iyi olarak algılayanlarda, 10 yıldan uzun süredir diyabeti bulunanlarda, tedavi şekli olarak diyet ve oral antidiyabetik kullanan hastalarda ölçek puan ortalamasının yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) olduğu belirlenmiştir. Ölçek alt boyut puan ortalamalarına bakıldığında; İnteraktif ve Eleştirel Sağlık Okuryazarlığı puan ortalamasının genel sağlık algısını iyi olarak algılayanlarda yüksek ve anlamlı ($p<0,05$) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tedavi şekli olarak diyet ve insülin kullananlarda ve diyabete yönelik eğitim alan hastalarda Eleştirel Sağlık Okuryazarlığı puan ortalaması yüksek ve istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0,05$).

Tablo 5. Hastaların sağlık okuryazarlığı ölçeği puan ortalamalarının dağılımları

Değişkenler	Mean±Sd	Min-Max
Fonksiyonel sağlık okuryazarlığı	11,17±4,74	5,00-20,00
İnteraktif sağlık okuryazarlığı	15,65±5,23	6,00-24,00
Eleştirel sağlık okuryazarlığı	7,20±2,97	3,00-12,00
Sağlık Okuryazarlığı Toplam	34,06±9,67	14,00-53,00

Tablo 5'te hastaların Sağlık Okuryazarlığı ölçek toplam puanı ve alt boyut puan ortalamalarının dağılımı verilmiştir. Sağlık Okuryazarlığı ölçeğinin toplam puan ortalaması 34,06±9,67 ve ölçek alt boyut puan ortalamaları sırasıyla; fonksiyonel 11,17±4,74, interaktif 15,65±5,23 ve eleştirel 7,20±2,97 olarak belirlenmiştir.

TARTIŞMA

Diyabet, tıbbi bakım ve hasta öz yönetimi eğitimi gerektiren ve komplikasyonları önlemek ya da komplikasyon riskini azaltmak için destek gerektiren kronik bir durumdur (Van der Heide, 2014). Düşük sağlık okuryazarlığına sahip bireyler sayısal değerleri kavrama, eğitim ve eğitim malzemelerini kavramakta zorluk yaşamaktadırlar (Güner, Kuzu, Bayraktaroğlu, 2020). Diyabet eğitim programlarının etkili olabilmesi için hastaların okuryazarlık durumları göz önüne alınmalıdır (Inoue vd., 2013). Bu nedenle araştırma, diyabet hastalarının sağlık okuryazarlığı durumunu incelemek amacıyla yapılmıştır. Bu araştırmada diyabet hastalarının genel sağlık okuryazarlığı puan ortalaması 34,06 ± 9,67 olarak belirlenmiştir. Hastaların orta düzeyde sağlık okuryazarlığına sahip olduğu görülmektedir. Fonksiyonel sağlık okuryazarlık alt boyut puan ortalamasının orta düzeyde olduğu (11,17±4,74), hastaların hastane ya da eczane gibi sağlık kuruluşlarından aldıkları broşür veya açıklamaları okurken orta düzeyde zorluk yaşadıkları belirlenmiştir. İnteraktif Sağlık Okuryazarlığı Alt Boyut Puan Ortalamasının (15,65±5,23) orta düzeyde olduğu; hastaların diyabet tanısı aldıkları süreden bu yana, hastalıkları hakkında bilgi ararken etkili bir iletişim kurabilmek için gerekli olan bilişsel ve sosyal becerilere orta düzeyde sahip oldukları saptanmıştır. Eleştirel Sağlık Okuryazarlığı alt boyut puan ortalamasının da (7,20±2,97) orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Hastaların, kendi sağlıkları üzerinde söz sahibi olabilmesi için bu konuda edindikleri bilgileri eleştirme düzeylerinin orta seviyede olduğu saptanmıştır. Dünya'da ve Türkiye'de yapılan çalışmalar incelendiğinde; diyabet hastalarında sağlık okuryazarlık düzeyinin düşük olduğu belirlenmiştir (Bailey vd., 2013; Tanrıöver vd., 2014; Santos vd.,2016; Ağralı ve Akyar 2018; Güner vd., 2020). Ülkemizde yürütülen çoğu çalışmada toplumun sağlık okuryazarlık kategorisinin maalesef sorunlu veya yetersiz düzeyde olduğu ortaya konulmuştur (Tanrıöver vd., 2014; Ağralı ve Akyar, 2018; Güner vd., 2020). Özonuk ve

Yılmaz (2019) tarafından yapılan bir araştırmada ise tip 2 diyabet hastalarının yeterli sağlık okuryazarlık düzeyine sahip olduğu rapor edilmiştir. Amerika ve Almanya'da yapılan bazı çalışmalarda sağlık okuryazarlığının yüksek olduğu belirtilmiştir (Shah, West, Bremmeyr, Savoy-Moore, 2010; Berens, Vogt, Messer, Hurrelmann, Schaeffer, 2016). Bu araştırmada, hastaların yarısından fazlasının (%54,0) eğitim düzeyi düşük (okuryazar) olmasına rağmen sağlık okuryazarlığının orta düzeyde bulunmasının bireylerin (%68,0) oğunluğunun diyabet eğitimi almasından kaynaklandığı dşnlmştir.

Hastaların demografik özelliklerine göre sağlık okuryazarlığı toplam puan ve alt boyut puan ortalamalarına yönelik dağılımları incelendiğinde; kadın hastalarda fonksiyonel sağlık okuryazarlığı düzeyinin erkek hastalardan daha iyi olduğu ve istatistiksel olarak da anlamlı olduğu belirlenmiştir. Erkek hastalarda, Eleştirel Sağlık Okuryazarlığı alt boyut puan ortalamalarının kadın hastalardan yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. zonuk ve Yılmaz (2019), sağlık okuryazarlık düzeyinin erkek hastalarda kadınlardan yüksek olduğunu bildirmiş olup, çalışmamızla benzer sonuçlar ortaya konulmuştur. Cho vd. (2008)'nin çalışmasında erkek hastaların sağlık okuryazarlık düzeyi yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Araştırmamızda Fonksiyonel Sağlık Okuryazarlığı alt boyut puan ortalaması kadın hastalarda erkek hastalara göre dşktir. Fonksiyonel Sağlık Okuryazarlığı alt boyutunda düşük puan yüksek sağlık okuryazarlığı ifade etmektedir. Kadın hastaların Fonksiyonel Sağlık Okuryazarlığı alt boyutundan erkek hastalara göre daha yüksek puana sahip olması; okuryazarlık seviyesi düşük, ev hanımı ve aile üyeleriyle beraber ikamet eden kadın hasta sayısının fazla olmasından kaynaklanmış olabilir. Kadın hastaların broşür, prospektüs vb. okuma ile ilgili çocuklarından ve beraber yaşadıkları aile üyelerinden daha fazla yardım alma eğiliminde bulunmalarının bu sonuca neden olduğu düşünülmektedir.

Araştırmamızda aile yeleri ile yaşayan hastaların Sağlık Okuryazarlığı toplam puan ortalamasının yüksek ve anlamlı olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Shayan (2018)'in diyabetli hastalar ile yaptığı çalışmasında çocukları ile yaşayan bireylerin sağlık okuryazarlık düzeylerinin yüksek olduğunu rapor etmiştir. Morris, MacLean ve Littenberg (2013) ile Santos vd. (2016)'nin çalışmalarında, çocukları ile yaşayan diyabet hastalarının sağlık okuryazarlık düzeylerinin yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Bu sonuç hasta bireylerin beraber yaşadığı, eğitim seviyesi yüksek çocukları ve torunlarından hastalık yönetimi konusunda destek aldıkları şeklinde yorumlanabilir.

İnteraktif Sağlık Okuryazarlığı alt boyut puan ortalaması; eğitimi lise ve üzeri, gelir düzeyi iyi olan ve şehirde yaşayanlarda yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ülkemizde yapılan çalışmalar incelendiğinde eğitim seviyesi arttıka sağlık okuryazarlık seviyesinde artış yaşanmaktadır (Morris vd., 2013; zcan, 2019; zonuk ve Yılmaz, 2019). Schillinger, Bindman, Wang, Stewart ve Piette (2004)'nin diyabetli hastalarla yaptıkları araştırmada eğitim düzeyi arttıka sağlık okuryazarlık oranının da arttığını bildirmiştir. Bir araştırmada ise eğitim seviyesinin sağlık okuryazarlığı üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu ve eğitim düzeyinin artmasıyla sağlık okuryazarlığının da arttığı rapor edilmiştir (Watts, Stevenson ve Adams, 2017). Asya lkelerinde yapılan bir araştırmada ise sağlık okuryazarlığı ile eğitim durumu arasında anlamlı bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Duong vd., 2017). Hastaların eğitim seviyesi arttıka; hastalık yönetimi, alternatif tedavi yöntemleri vb. konularda bilgi

edinmeye çalışırken etkili iletişim kurabildiği, bilişsel ve sosyal becerilerinin yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Eleştirel Sağlık Okuryazarlığı alt boyutunun; erkek, gelir düzeyi iyi, çalışan, lise ve üzeri eğitim seviyesine sahip ve şehirde yaşayan hastalarda yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır. Konu ile ilgili yapılan çalışmalara incelendiğinde; hastaların demografik özelliklerinin sağlık okuryazarlığını etkilediği belirtilmektedir (Santos vd., 2016; Duong vd., 2017). Eğitim seviyesi yüksek, çalışan ve şehirde yaşayan diyabet hastalarının kendi sağlığı üzerinde söz sahibi olduğu, sağlıkla ilgili elde ettiği bilgileri eleştirel olarak değerlendirebildiği ve bu bilgileri kullanabilecekleri belirlenmiştir.

Araştırmamızda genel sağlık algısını iyi olarak algılayanların İnteraktif ve Eleştirel alt boyut puan ortalamaları ile Sağlık Okuryazarlığı toplam puan ortalamaları yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Tokuda vd. (2009)'nin araştırmasında genel sağlık algısı iyi olanların sağlık okuryazarlığı düzeyinin de yüksek olduğu bulunmuştur. Kronik hastalığı bulunan yaşlı bireylerle yapılan bir çalışmada ise sağlık düzeyini çok iyi ve iyi olarak algılayanların sağlık okuryazarlık düzeyinin yüksek olduğu rapor edilmiştir (Çimen ve Bayık Temel, 2017). Deniz (2018), genel popülasyonda yaptığı araştırmasında sağlık durumlarını iyi olarak algılayan bireylerin sağlık okuryazarlığı düzeylerinin de yüksek olduğunu saptamıştır.

Yapılan çalışmalarda hastalık tanı süresi fazla olan ve diyabete özgü tedavi alan hastaların sağlık okuryazarlık düzeyinin daha düşük olduğu bulunmuştur (Tokuda vd., 2009; Coffman, Norton ve Beene, 2012; Berens vd.,2016; Çimen ve Bayık Temel, 2017; Deniz 2018). Özcan (2019), diyabet tanısı alma süresi arttıkça sağlık okuryazarlık düzeyinin azaldığını bildirmiştir. Literatür incelendiğinde diyabet süresinin uzaması ve alınan tedaviye bağlı olarak sağlık okuryazarlık düzeyinin azaldığı belirlenmiştir (Coffman vd., 2012; Morris vd., 2013; Berens vd., 2016; Santos vd., 2016; Deniz 2018; Özcan 2019). Araştırmamızda literatürden farklı olarak; 10 yıldan daha fazla diyabeti bulunanlarda ve diyetle beraber ilaç tedavisi alan hastalarda sağlık okuryazarlığı ölçek toplam puan ortalamasının yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Bu sonuç, hastaların büyük kısmının (%68,0) diyabet konusunda diyabet hemşiresinden eğitim almasından kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir.

Birçok çalışmada, özellikle kronik hastalığa sahip olan bireylere eğitim durumları göz önünde bulundurularak verilen eğitimin, hastalık yönetimi, hastalıkla başetme, tedaviye uyum ve sağlık okuryazarlığı üzerinde olumlu katkılar sağladığı belirtilmiştir (Coffman vd., 2012; Berens vd., 2016; Çimen ve Bayık Temel 2017; Deniz 2018).

SONUÇ

Diyabet hastalarının sağlık okuryazarlık düzeyini belirlemek için yapılan bu çalışmada hastaların genel sağlık okuryazarlığı puan ortalamasının ve alt boyut puan ortalamalarının orta düzeyde olduğu belirlenmiştir. Araştırmamızdan elde edilen diğer sonuçlar ise; kadın cinsiyet, düşük eğitim ve gelir düzeyi, herhangi bir işte çalışmamak, kırsalda ve yalnız yaşamak, sağlık okuryazarlığı düzeyini olumsuz etkileyen ve istatistiksel olarak da anlamlı olan risk faktörleridir. Diyabete yönelik eğitim alan bireylerde eleştirel sağlık okuryazarlığı alt boyutunun yüksek ve istatistiksel açıdan da anlamlı olması; diyabete yönelik verilen eğitimin, hastanın kendi sağlığı üzerinde söz sahibi olması ve kendi

sağlığı konusunda elde ettiği bilgileri uygulamadan önce eleştirel olarak değerlendirmesine de katkı sağlayabildiğini göstermektedir.

Bu sonuçlar doğrultusunda diyabet hastalarında; hastalık yönetiminde eğitim düzeyinin önemli rol oynadığı, tüm hastaların sağlık okuryazarlık durumunun değerlendirilmesi gerektiği, ayrıca kronik hastalıklarda hastalığın süresi, algılanan sağlık durumu, alınan tedavinin şekli ve hastalığa yönelik eğitim alma durumu gibi bireysel faktörlerinde dikkate alınması gerektiği öngörülmektedir. Diyabet yönetiminde diyabet hemşireleri tarafından sağlık okuryazarlık düzeyleri düşük olan bireylere uygun görsel materyallerin kullanımı ve benzer eğitim programlarının düzenlenmesi yararlı olacaktır. Benzer şekilde tüm kronik hastalıklarda hastalık yönetiminde sağlık okuryazarlık düzeyine uygun planlamaların yapılması önerilmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar katkıları

Çalışma konsepti/Tasarımı: AGP, ZAŞ; Veri toplama: AGP, ZAŞ; Veri analizi ve yorumlama: AGP, ZAŞ Literatür taraması: AGP, ZAŞ; Yazan: AGP, ZAŞ,

Teşekkürler

Araştırmaya katılarak destek veren tüm diyabet hastalarına ve yakınlarına teşekkür ederiz.

Araştırma Desteği

Bu çalışmada herhangi bir fon veya destekten yararlanılmamıştır.

KAYNAKLAR

- Ağralı H, Akyar I. (2018). Diyabetli Erişkin Hastalarda Sağlık Okuryazarlığı: Ölçek Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *ACU Sağlık Bil Dergisi*, 9(3):314-321.
- Al Sayah F, Majumdar SR, Williams B, Robertson S, Johnson JA.(2013). Health literacy and health outcomes in diabetes: A systematic review. *J Gen Intern Med*, 28(3):444-52.
- Bailey SC, Brega AG, Crutchfield TM, Elasy T, Herr H, Kaphingst K, et al.(2014). Update on health literacy and diabetes. *Diabetes Educ*;40(5), 581-604.
- Berens E-M, Vogt D, Messer M, Hurrelmann K, Schaeffer D. (2016). Health literacy among different age groups in Germany: results of a cross-sectional survey. *BMC Public Health*,16:1151.
- Berkman ND, Sheridan SL, Donahue KE, Halpern DJ, Crotty K. Low (2011). Health Literacy and Health Outcomes: An Updated Systematic Review. *Annals of Internal Medicine*, 155, 97-107.
- Bohanny W, Wu SF, Liu CY, Yeh SH, Tsay SL, Wang TJ. (2013). Health literacy, self efficacy, and self-care behaviors in patients with type 2 diabetes mellitus. *J Am Assoc Nurse Prac*, 25(9):495-502.
- Cho YI, Lee SYD, Arozullah AM, Crittenden KS. (2008). Effects of health literacy on health status and health service utilization amongst the elderly. *Social Science Medicine*, 66(8), 1809-16.
- Coffman MJ, Norton CK, Beene L. (2012). Diabetes symptoms, health literacy, and health care use in adult Latinos with diabetes risk factors. *Journal of cultural diversity*, 19(1), 4-9.

- Collins SA, Currie LM, Bakken S, Vawdrey DK, Stone PW. (2012). Health literacy screening instruments for ehealth applications: a systematic review. *Journal of Biomedical Informatics*, 45, 598–607.
- Çimen Z, Bayık Temel A. (2017). Kronik hastalığı olan yaşlı bireylerde sağlık okuryazarlığı ve sağlık algısı ilişkisi ve sağlığı etkileyen faktörlerin incelenmesi. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 33(3), 105–25.
- Deniz S. (2018). *Malatya ili Akçadağ ilçesinde sağlık okuryazarlığı düzeyinin değerlendirilmesi*. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. Elazığ.
- Duong TV, Aringazina A, Baisunova G, Nurjanah, Pham TV, Pham KM et al. (2017). Measuring health literacy in Asia: Validation of the HLS-EU-Q47 survey tool in six Asian countries. *Journal of Epidemiology*, 27, 80–6.
- Güner TA, Kuzu A, Bayraktaroğlu T. (2020). Diyabetli Bireylerde Sağlık Okuryazarlığı ve Akılcı İlaç Kullanımı Arasındaki İlişki. *Türkiye Diyabet ve Obezite Dergisi*, 3, 214-223.
- Haun JN, Valerio MA, McCormack LA, Sørensen K, Paasche-Orlow MK. (2014). Health literacy measurement: an inventory and descriptive summary of 51 instruments. *Journal of Health Communication*, 19(2), 302-33.
- Inoue M, Takahashi M, Kai I. (2013). Impact of communicative and critical health literacy on understanding of diabetes care and self-efficacy in diabetes management: a cross-sectional study of primary care in Japan. *BMC Family Practice*, 14(40).
- Ishikawa H, Takeuchi T, Yano E. (2008). Measuring Functional, Communicative and Critical Health Literacy Among Diabetic Patients. *Diabetes Care*, 31, 874-9.
- Kartal İB. (2019). *Kronik Hastalığı Olan Bireylerde Sağlık Okuryazarlığının Yaşam Kalitesi ve İlaç Uyumunu İle İlişkisi*. Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıpta Uzmanlık Tezi. Erzurum,
- Morris NS, MacLean CD, Littenberg B. (2013). Change in Health literacy over 2 years in older adults with diabetes. *Diabetes Educ*, 39(5), 638-46.
- Özcan G. (2019). *Diyabetes Mellitus hastalarında sağlık okuryazarlığı, öz-etkililik ve sağlık sonuçları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- Özonuk E, Yılmaz M. (2019). Tip 2 Diabetes Mellitus tanılı hastaların sağlık okuryazarlığı ve tedavi uyumu arasındaki ilişki. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 16(2), 96–103.
- Santos MIP de O, Portella MR, Santos MIP de O, Portella MR. (2016). Conditions of functional health literacy of an elderly diabetics group. *Rev Bras Enferm*, 69(1), 156–64.
- Schillinger D, Bindman A, Wang F, Stewart A, Piette J. (2004). Functional health literacy and the quality of physician-patient communication among diabetes patients. *Patient Education and Counseling*, 52(3), 315–23.
- Shah LC, West P, Bremmeyr K, Savoy-Moore RT. (2010). Health literacy instrument in family medicine: The “newest vital sign” ease of use and correlates. *Journal of the American Board of Family Medicine*, 23(2), 195–203.
- Shayan N. (2018). *Diyabetli Olan ve Olmayan Hemodiyaliz Hastalarının Sağlık Okuryazarlığı ve Yaşam Kalitelerinin Değerlendirilmesi*. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Ankara,

- Sørensen K, Van Den Broucke S, Fullam J, Doyle G, Pelikan J, Slonska Z, et al. (2012). Health literacy and public health: A systematic review and integration of definitions and models. *BMC Public Health*, 12(80), 1-13.
- Tanrıöver Durusu M., Yıldırım H.H., Ready Demiray F.N., Çakır B., Akalın E. (2014). Türkiye Sağlık Okuryazarlığı Araştırması. *Sağlık ve Sosyal Hizmet Çalışanları Sendikası. Sağlık-Sen Yayınları*, 25, 14-26.
- Tokuda Y., Doba N., Butler JP., Paasche-Orlow MK. (2009). Health Literacy and Physical and Psychological Wellbeing in Japanese Adults. *Patient Education and Counseling*, 75, 411-417.
- Van der Heide I, Uiter E, Rademakers J, Struijs JN, Schuit J, Baan CA. (2014). Associations among health literacy, diabetes knowledge, and selfmanagement behavior in adults with diabetes: results of a dutch crosssectional study. *J Health Commun*, 19(2), 115-31.
- Wallace A. (2010). Low health literacy: Overview, assessment, and steps toward providing high-quality diabetes care. *Diabetes Spectrum*, 3(4), 220-27.
- Watts SA, Stevenson C, Adams M. (2017). Improving health literacy in patients with diabetes. *Nursing*, 47(1), 24-31.