



TÜRKİYE VE DÜNYADA HALK SAĞLIĞI

Editör: Doç.Dr.Arzu COMBA

yaz
yayınları

Türkiye ve Dünyada Halk Sağlığı

Editör

Doç.Dr. Arzu COMBA

yaz
yayınları

2025

Türkiye ve Dünyada Halk Sağlığı

Editör: Doç.Dr. Arzu COMBA

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-8678-64-2

Aralık 2025 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

İÇİNDEKİLER

Tarımda Çalışanların Maruz Kaldığı İş Kazalarının İncelenmesi ve Çözüm Önerileri.....	1
<i>Salih BOŞDURMAZ, Arzu COMBA</i>	
Kas Kaybının Ötesinde: Sarkopeninin Klinik, Ekonomik ve Toplumsal Yüzü	21
<i>Aybüke ALPASLAN, Mehmet Enes GÖKLER</i>	
Gürültü Kirliliği ve Sağlık: Akustik Fiziğin Halk Sağlığı Etkileri	47
<i>Lütfiye PARLAK, Betül DEMİREZEN</i>	
Türkiye’de Enerji Kaynaklarının Sürdürülebilirliği ve Çevre Sağlığı	59
<i>Aydın OKUR, Arzu COMBA</i>	
Assessment of Drinking Water Quality in Terms of Health Parameters, Associated Risks, and Waterborne Diseases.....	83
<i>Yakup AKKOÇ, Burhan ÇAYDAŞI</i>	
Aşılamanın Önemi ve Türkiye'deki Bağışıklama Programlarının Değerlendirilmesi.....	107
<i>Pelin ZIVDIR YEŞİLYURT, Gamze DEMİREL</i>	
Halk Sağlığında Bulaşıcı Hastalıklar ve Kontrolü	124
<i>Gamze DEMİREL, Pelin ZIVDIR YEŞİLYURT</i>	

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

TARIMDA ÇALIŞANLARIN MARUZ KALDIĞI İŞ KAZALARININ İNCELENMESİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ¹

Salih BOŞDURMAZ²

Arzu COMBA³

1. GİRİŞ

Tarımsal üretim, insanlık tarihinin en eski üretim biçimlerinden biri olarak M.Ö. 8000-7000 yıllarına kadar uzanmakta olup, günümüzde de önemini koruyan temel ekonomik faaliyetlerden biridir. Besin temini açısından hayati bir rol oynayan tarım, tarih boyunca tüm toplumlarda stratejik bir sektör olarak kabul edilmiş ve pek çok ülkenin politika geliştirme sürecinde öncelikli alanlardan biri olmuştur. Artan dünya nüfusunun beslenme ihtiyaçlarının karşılanması, tarıma dayalı sanayilerin ulusal gelir, ihracat ve istihdam üzerindeki etkisi, biyoçeşitliliğin korunması ve ekosistem dengesi gibi unsurlar tarımın vazgeçilmezliğini pekiştirmektedir.

Tarım; doğrudan doğal kaynaklara (toprak, su, iklim) bağımlı, yoğun emek gerektiren, sabır ve deneyim isteyen bir faaliyet alanıdır. Her ne kadar sanayi ve hizmet sektörleri gelişme gösterse de, tarım sektörü ülke ekonomilerinde hala önemli bir paya sahiptir. Ülkemizde de tarım, kırsal nüfusun geçim kaynağı olması ve gıda arz güvenliğini sağlaması bakımından kritik

¹ Bu çalışma 1. yazarın yüksek lisans tez çalışmasının bir kısmından derlenmiştir.

² Sosyal Güvenlik Denetmeni, Çorum Sosyal Güvenlik İl Müdürlüğü, ORCID: 0009-0008-3156-7858.

³ Doç. Dr., Hitit Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, ORCID: 0000-0001-9462-8998.

konumunu sürdürmektedir. Ancak bu sektörde çalışanların büyük kısmı sosyal güvenlik sisteminin dışında kalmakta, bu da iş kazaları ve meslek hastalıklarının izlenmesini ve önlenmesini güçleştirmektedir. Tarım sektörü, içerdiği çok sayıda risk faktörü nedeniyle iş sağlığı ve güvenliği açısından en tehlikeli sektörlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Traktör ve tarım makineleri kazaları, pestisit ve kimyasal madde kullanımı, fiziksel zorlanmalar, hayvan kaynaklı hastalıklar, iklim koşulları gibi birçok tehlike unsuru bu sektörde yaygındır (Tunay ve Emir, 2015; Akpınar ve Özyıldırım, 2016).

2. TARIM VE TARIM SEKTÖRÜ

Türk Dil Kurumu'na göre “tarım”; bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretimi, verimlerinin artırılması, uygun koşullarda muhafazası, işlenmesi ve pazarlanması sürecini kapsayan bir faaliyet alanı olarak tanımlanmaktadır. 5510 Sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu tanımlar 3. Maddesi: Tarımsal faaliyet: “Kendi mülkünde, ortaklık veya kiralamak suretiyle başkalarının mülkünde veya kamuya mahsus mahallerde; ekim, dikim, bakım, üretme, yetiştirme ve ıslah yoluyla yahut doğrudan doğruya tabiattan istifade etmek suretiyle bitki, orman, hayvan ve su ürünleri elde edilmesini ve/veya bu ürünlerin yetiştiricileri tarafından; muhafazasını, taşınmasını veya pazarlanmasını, ifade etmektedir.”

2024 yılı itibarıyla Türkiye’de toplam istihdam verilerine göre; tarım sektöründe 4 milyon 827 bin, sanayi sektöründe 6 milyon 746 bin, inşaat sektöründe 2 milyon 162 bin ve hizmet sektöründe 18 milyon 886 bin kişi çalışmaktadır. Bir önceki yıl ile karşılaştırıldığında, tarım sektöründeki istihdam artışı 132 bin kişi, sanayi sektöründe 35 bin kişi, inşaat 165 bin kişi, hizmet sektöründe ise 656 bin kişi olarak paylaşılmıştır (Anonim a).

Tarım sektörünü diğer sektörlerden ayıran temel özellikler şunlardır:

- Faaliyet alanları çoğunlukla şehir merkezlerinin uzağındadır.
- Genellikle tüm aile bireyleri üretim sürecinde birlikte çalışır.
- Emek yoğun bir sektör olup, makineli üretim sınırlı alanlarda uygulanabilmektedir.
- Üretim faaliyetleri mevsim koşullarına ve ürün türüne göre değişkenlik göstermektedir.
- Hasat, dikim, çapa, ilaçlama gibi işler insan gücüne büyük ölçüde bağımlıdır.
- Çalışanlar çoğunlukla geçici ve mevsimlik işçilerden oluşur.
- Tarım işleri kısa süreli ve kayıt dışı yapıldığından iş olarak değerlendirilmez.
- Konaklama genellikle çalışma alanına yakın geçici barınaklarda sağlanır (Anonim b).

3. ÜLKEMİZDE TARIM SEKTÖRÜNÜN GELİŞİMİ

Tarım sektörü, Türkiye ekonomisinin temel taşlarından biri olmasına rağmen, yıllar içinde Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYH) içindeki payında azalma gözlenmiştir. 1980 yılında bu oran %25,8 iken, ihracata dayalı ekonomi politikalarının etkisiyle 2022 yılına gelindiğinde %4,8'e düşmüştür. TÜİK verilerine göre tarım, hayvancılık, ormancılık ve balıkçılığı kapsayan tarım sektörü 2022 yılında yalnızca %0,6'lık bir büyüme göstermiştir. 2023 yılının ilk çeyreğinde ise tarım sektöründe yüzde 3,8'lik bir

daralma görülmüştür. Bu daralma 2021 yılının üçüncü çeyreğinden bu yana en sert daralma olarak kayda geçmiştir. Bununla birlikte 2023 yılı ikinci çeyreğinde tarım sektörü %1,2 artış kaydetmiş ve GSYİH içerisindeki payı %4,4 olmuştur. Bununla birlikte, sektördeki istihdam oranı da düşüştür. Öte yandan, TÜİK tarafından açıklanan hane halkı işgücü istatistiklerine göre, 2022’de toplam istihdamın %15,8’i tarım sektöründeyken, bu oran 2023 ilk çeyrekte %14,9’a gerilemiştir. Dünya Bankası verileri, dünya genelinde tarım sektöründe istihdam edilen kişi sayısının 891 milyon olduğunu ve bunun küresel istihdamın %26’sını oluşturduğunu göstermektedir. Türkiye’de ise bu oran Avrupa Birliği ortalamasının üzerindedir.

Dünya Bankası verilerine göre, yaklaşık 8 milyar olan dünya nüfusunun 2021 yılı itibarıyla %43’ünü oluşturan 3,4 milyar kişi kırsal alanlarda yaşamını sürdürmektedir. Şehirleşme ve kentsel nüfusun artmasına paralel olarak dünyada kırsal nüfus azalmıştır. Nitekim kırsal nüfusun toplam nüfusa olan oranı 1960 yılında %66 iken 2021 yılına gelindiğinde bu oran yukarıda değinildiği gibi %43’e gerilemiştir. 2021 yılı itibarıyla kırsal nüfusun toplam nüfusa oranı Avrupa Birliği’nde %25, Türkiye’de ise %23 olarak tezahür etmiştir.

Dünyamızda bulunan canlı varlıkların hayatını devam ettirmesi için gıdaya ihtiyaç duymaktadır. Gıda ihtiyacının sağlanması içinde tarım kaynaklı üretimin belli bir seviyede tutulması gereklidir. Günümüzde küresel ısınma, iklim değişikliği, su kaynaklarının azalması, kuraklık gibi nedenler tarımsal üretimin azalmasına neden olmaktadır. Tüm bu olumsuzluklar karşısında sürekli artış gösteren dünya nüfusunun artan gıda ihtiyacının düzenli ve yeterli seviyede karşılanması sistemli bir tarımsal üretimin yapılmasına ve tarımın geliştirilmesine bağlıdır (Sümer ve Polat, 2016).

Türkiye’de 4773 sayılı yasa ile tarım işi olarak kabul edilen faaliyetler ayrıntılı şekilde belirlenmiştir. Bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretimi, ıslahı, bakım, sulama, ilaçlama, hasat, harman, taşıma ve saklama gibi işlemler bu kapsamdadır. Ayrıca ormancılık, fidanlık, ağaçlandırma çalışmaları, hayvancılık faaliyetleri, balıkçılık, avcılık ve bu ürünlerin pazarlanması da bu kapsamda değerlendirilmektedir.

Bu düzenleme ile tarım işlerinin kapsamı genişletilmiş ve sektörde çalışanların faaliyet alanları daha net belirlenmiştir.

- Her çeşit meyveli ve meyvesiz bitkiler; çay, pamuk, tütün, elyaflı bitkiler; turunçgiller; pirinç, baklagiller; ağaç, ağaççık, omca, tohum, fide, fidan; sebze ve tarla ürünleri; yem ve süs bitkilerinin yetiştirilmesi, üretimi, ıslahı, araştırılması, bunlarla ilgili her türlü toprak işleri, ekim, dikim, aşı, budama, sulama, gübreleme, hasat, harman, devşirme, temizleme, hazırlama ve ayırma işleri, hastalık ve zararlılarla mücadele, toprak ıslahı, çayır, mera, toprak ve su korunması işleri,
- Fidanlık ve ağaçlandırma, tabiî ve sunî tensil, orman koruma ve bakımı (yangın dahil), orman imar ve ıslahı, tohum toplama, ormancılık araştırma (sulama, dikim, yetiştirme, bakım), tali orman yolu yapımı ve onarımı, amenajman, silvikültür, orman ürünleri istihsalı, ana depolara nakil, son depolarda istif ve tasnif, millî parkların yapım, bakım ve geliştirilmesi işleri,
- Her türlü iş ve gelir hayvanlarının (arı, ipek böceği ve benzerleri dahil) yetiştirilmesi, üretimi, ıslahı ve bunlarla ilgili bakım, güdüm, terbiye, kırkım, sağım ve ürünlerinin elde edilmesi, toplanması, saklanması işleri ile bu hayvanların hastalık ve asalaklarıyla mücadele işleri, 4. 854 sayılı Deniz İş Kanunu hükümleri saklı kalmak kaydıyla, kara ve su avcılığı ve bu yoldan elde edilen

ürünlerin saklanması, taşınması ve üretilmesi işleri, ve bu işlerde çalışanlar,

- 854 sayılı Deniz İş Kanunu hükümleri saklı kalmak kaydıyla, kara ve su avcılığı ve bu yoldan elde edilen ürünlerin saklanması, taşınması ve üretilmesi işleri, ve bu işlerde çalışanlar” tarım işçisi olarak belirlenmiştir. 4857 sayılı İş Kanunu'nda tarım işçisi açık şekilde tanımlanmasa da, işçi genel olarak “bir iş sözleşmesine dayanarak çalışan kişi” olarak ifade edilmektedir. Tarım işçiliği kavramı, hem uygulamada hem de akademik literatürde farklı şekillerde tanımlanmaktadır.

3.1. Tarım İşçisi Kavramı Ve Tarım İşçilerinin Sınıflandırılması

Tarım işçisi, toprağı işleme, hayvancılık, ormancılık, çiçekçilik gibi tarımsal faaliyetlerde görev alan ve bu işleri ücret karşılığı yapan bireylerdir. Uluslararası Çalışma Örgütü’ne göre, bu tanım üretimle ilgili çeşitli iş kollarını kapsar. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) tarafından kabul edilen 99 sayılı “Tarımda Asgari Ücret Tespiti Usulleri Hakkında Sözleşme” uyarınca, tarım işçileri, tarımsal işyerlerinde veya tarımla bağlantılı faaliyetlerde istihdam edilen kişiler olarak tanımlanmaktadır (Madde 1). Bu tanım, tarım sektörünün heterojen yapısını ve bu sektörde çalışan işçilerin geniş faaliyet yelpazesini yansıtmaktadır. Tarım işçilerinin istihdam koşulları ve yasal statüleri, çalıştıkları alt sektöre ve yürüttükleri spesifik faaliyetlere göre farklılık gösterebilmektedir.

Tarım işçileri;

- Çalışma süresine göre: Daimi, mevsimlik, geçici
- Cinsiyet ve yaşa göre: Kadın, erkek, çocuk, genç
- Çalışma şekline göre: Kalıcı (yerleşik), gezici

- İşyeri büyüklüğüne göre: 50'den az veya fazla işçi çalıştıran işletmelerde çalışanlar olarak sınıflandırılır. Bu sınıflandırma, tarım çalışanlarının farklı risklere ve haklara sahip olduğunu ortaya koyar.

Tarım sektörünün her çalışanı tarım işçisi sayılmamaktadır. Tarım işlerinde (toprağa ve hayvancılığa yönelik dikim, söküm, üretme, yetiştirme, bakım faaliyetleri ve orman içi yolları dahil) bir iş sözleşmesi ile işverene bağlı olarak çalışan kişiler tarım işçisi; yalnız mevsimlik tarım işlerinde bir işverene bağımlı olarak çalışan kişiler ise mevsimlik tarım işçisi olarak tanımlanmaktadır. Mevsimlik tarım işçilerinin bir kısmı kendi memleketlerinde göç etmeksizin tarım işi ile uğraşırken büyük bir kısmı ise göç ederek tarım işi ile uğraşmaktadırlar. Türkiye'de mevsimlik gezici tarım işçilerinin hukuki statüsüne ilişkin özel bir yasal düzenleme bulunmamaktadır. Mevcut hukuki çerçeve, 4857 sayılı İş Kanunu'nun çeşitli maddelerinde (çalışma koşulları, izin hakları, sözleşme hükümleri vb.) yapılan atıflarla sınırlı kalmaktadır. Özel bir kanunun yokluğunda, bu işçilerin hukuki ilişkileri Borçlar Kanunu hükümlerine tabi olmakta ve dolayısıyla temel iş hukuku güvencelerinden mahrum kalmaktadırlar (Beyazova, 2019).

İş Kanunu'nun 4. maddesi uyarınca, yalnızca 51 ve üzeri işçi çalıştıran tarım işletmeleri, söz konusu kanunun tarım işçilerine ilişkin yükümlülüklerini yerine getirmekle mükelleftir. Bu düzenleme, küçük ölçekli tarım işletmelerinde çalışan mevsimlik gezici işçilerin büyük çoğunluğunun İş Kanunu'nun sağladığı sosyal koruma mekanizmalarına erişimini engellemekte ve sektördeki kayıt dışılığı derinleştiren yapısal bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.

4857 sayılı İş Kanunu'nun "istisnalar" başlıklı 4. maddesi, tarım sektöründe çalışan işçilerin büyük bölümünü hukuki koruma kapsamı dışında bırakan önemli bir düzenleme olarak

karşımıza çıkmaktadır. Söz konusu madde, 50'den az işçi çalıştıran tarım ve orman işletmelerini, ayrıca aile ekonomisi sınırları içerisinde kalan tarımsal faaliyetleri kapsam dışında tutmaktadır (Sağlık ve Kurulu, 2010).

Bu istisnai düzenlemenin pratik sonuçları oldukça ağırdır:

- Kapsam dışı kalan tarım işçileri yazılı sözleşme yapma hakkından mahrum kalmaktadır
- Ücret güvencesi ve ücretle ilgili yasal düzenlemelerden yararlanamamaktadırlar
- İş sözleşmesinin feshi konusunda hukuki korumadan yoksundurlar
- Haftalık ve yıllık ücretli izin hakları bulunmamaktadır
- Hastalık durumlarında ücretli izin hakkı tanınmamaktadır
- İş sağlığı ve güvenliği yaptırımlarına erişimleri yoktur

Buna karşılık, 51 ve üzeri işçi çalıştıran tarım işletmeleri, 4. madde hükümlerine tabi olmakta ve bu hakları sağlamakla yükümlü tutulmaktadır. Ancak tarım sektörünün yapısı gereği, bu ölçekteki işletmelerin sayısının sınırlı olması, istisnai düzenlemenin sektördeki işçilerin büyük çoğunluğunu etkilediği anlamına gelmektedir.

Türkiye'de mevsimlik tarım işçiliği kapsamında çocuk emeği kullanımı, uluslararası sözleşmeler ve insan hakları normları bağlamında ciddi bir sosyal politika sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Birleşmiş Milletler Çocuk Hakları Sözleşmesi'nin 1. maddesi uyarınca 18 yaş sınırının altındaki tüm bireyler çocuk statüsünde değerlendirilmekte ve bu dönem, bireylerin fizyolojik, psikolojik ve sosyal gelişimlerinin kritik evresi olarak tanımlanmaktadır (Yıldırım İşler, 2022). Türkiye'de mevsimlik gezici tarım faaliyetlerinde istihdam edilen çocuk işçilerin sayısına ilişkin araştırma verileri, sorunun boyutlarını

ortaya koymaktadır. Güncel çalışmalar, bu alanda çalışan 18 yaş altı bireylerin sayısının 350.000 ile 400.000 aralığında olduğunu göstermektedir (Yıldırım ve Karakoyun, 2023). Bu istatistik, çocuk işçiliği sorununun tarım sektöründeki yaygınlığını ve acil müdahale gerekliliğini ortaya koymaktadır. Türkiye'de çocuk ve genç işçiliğine ilişkin yasal tanımlar, 4857 sayılı İş Kanunu ve ilgili yönetmelikler çerçevesinde şekillenmektedir. Mevzuatımızda "çocuk işçi" kavramı, 14 yaşını tamamlamış ancak 15 yaşını doldurmamış bireyleri kapsamaktadır. Bu yaş grubundaki bireylerin çalıştırılabilmesi için üç temel koşul öngörülmüştür:

- 1- Yasal vasilerinin yazılı izninin bulunması,
- 2- Çalıştırılacakları işin hafif işler kategorisinde yer alması,
- 3- Eğitim öğretimlerinin aksatılmaması.

"Genç işçi" tanımı ise 15 yaşını tamamlamış fakat 18 yaşını bitirmemiş bireyleri kapsamaktadır (Yıldırım İşler, 2022).

"Aile işçisi" kavramı, 20. yüzyılın başlarından itibaren çeşitli Batılı ülkelerin resmi istatistiklerinde yer almaya başlamıştır. 1938 yılında Milletler Cemiyeti İstatistik Uzmanları Komitesi, "aile reisinin mesleki faaliyetlerine yardımcı olan aile üyeleri"ni, gelir getirici istihdam (gainfully employed) kapsamında değerlendirmiştir. Bu tanımın ardından, 1947 yılında gerçekleştirilen 6. Uluslararası Çalışma İstatistikçileri Konferansı'nda, Uluslararası Çalışma Örgütü tarafından bireylerin istihdam durumunu belirlemek amacıyla dört temel kategori oluşturulmuştur: "özel ya da kamu sektöründe ücretli çalışanlar", "işverenler", "çalışanı bulunmayan kendi hesabına çalışanlar" ve "ücretsiz aile işçileri" (Wobbe ve Renard, 2017).

4. TARIM SEKTÖRÜNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

Türkiye, coğrafi ve iklimsel çeşitliliği sayesinde tarımsal üretim açısından zengin olanaklara sahip bir ülkedir. Ancak, bu avantajlar tarımsal üretimin tüm süreçlerinde risklerin de beraberinde gelmesine yol açmaktadır. Tarımsal faaliyetlerde kullanılan makineler, kimyasallar, hayvanlarla temas gibi unsurlar iş kazası ve meslek hastalıklarını beraberinde getirmektedir.

İş kazaları ve meslek hastalıkları, özellikle az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde önemli bir güncelliğe sahip olan iş sağlığı ve güvenliği sorunları arasında yer almaktadır. Bu tür kazalar ve hastalıklar, çeşitli nedenlerle ortaya çıkmakta; hem bireyler hem işverenler hem de ülkeler açısından ekonomik ve sosyal kayıplara yol açmaktadır. İş kazalarının ve meslek hastalıklarının oluşumunda birçok etken rol oynamaktadır. Bunlar genel olarak; doğa koşulları (iklim), bireysel faktörler, güvensiz çalışma ortamları ve güvensiz davranışlar şeklinde sınıflandırılabilir (Dursun, 2013).

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) verilerine göre, dünya genelinde yıllık ortalama 313 milyon iş kazası meydana gelmekte ve bu kazalar sonucunda yaklaşık 2.7 milyon kişi yaşamını yitirmektedir. Aynı dönemde iki milyon kişi de meslek hastalıklarına maruz kalmaktadır. İş kazaları ve meslek hastalıklarının ülkeler üzerindeki maliyetinin yıllık toplamda yaklaşık 1.25 trilyon dolar seviyesinde olduğu tahmin edilmektedir (Öçal ve Çiçek, 2017). Ancak istatistiklerin yeterli olmadığını belirten bazı kaynaklar, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının önemli bir bölümünün resmi kayıtlara yansımadığını vurgulamaktadır. Buna göre, her yıl yaklaşık 2.3 milyon kadın ve erkek iş kazalarına maruz kalmakta ve meslek hastalıklarına yakalanmaktadır. Yıllık iş kazası sayısı 340 milyon

olarak belirtilirken, yalnızca 160 milyon iş kazasının resmi kurumlara bildirildiği, günlük yaklaşık 6000 işçi ölümünün yaşandığı ifade edilmektedir (Güğerçin ve Baytorun 2018).

Tarım sektörü, iş kazaları açısından özellikle riskli bir alan olarak öne çıkmaktadır. ILO'nun verilerine göre, dünya genelinde yıllık 250 milyon kişinin tarım iş kazalarından etkilendiği ve toplam 335.000 ölümcül iş kazasında 170.000 tarım çalışanın hayatını kaybettiği bildirilmektedir (Güğerçin ve Baytorun, 2018). Ancak bu verilerin bir kısmı kayıt dışı çalışanlar ve aile işletmelerinde çalışan bireylerin kazalarının resmi kayıtlara yansımaması nedeniyle tam olarak güvenilir olmamaktadır. Tarım sektörü ile ilgili bu sorunlar sadece gelişmekte olan ülkelerle sınırlı kalmayıp, gelişmiş ülkelerde de önemli bir sorun teşkil etmektedir. Örneğin, ABD'de 2012 yılında tarım sektöründe tam zamanlı çalışan yaklaşık 1.854 milyon kişi bulunmakta olup, aynı yıl 374 tarım çalışanı yaşamını yitirmiştir. Bu durum, yüzbinde 20.2 oranında bir ölüm oranına karşılık gelmektedir. Ölen çalışanların 113'ü ise 20 yaş altındaki çocuk ve gençlerden oluşmaktadır (Anonim d).

Türkiye'de tarım sektöründeki iş kazaları ile ilgili yeterli ve kapsamlı istatistiki veriler mevcut değildir. Ancak tarım sektörü, iş kazaları ve ölüm oranları açısından inşaat ve madencilik sektörleriyle birlikte en riskli alanlardan biri olarak bilinmektedir. 2015 yılında ülkemizde toplam 241.547 iş kazası gerçekleşmiş, bu kazalarda 1.252 kişi hayatını kaybetmiş ve 510 kişi meslek hastalığına yakalanmıştır (Güğerçin ve Baytorun, 2018). Örneğin, 2014 yılında tarım sektöründe çalışanlardan 1.300 kişi iş kazası geçirmiş, bunlardan 12'si hayatını kaybetmiştir (Anonim c).

Türkiye'de iş kazası sıklık oranlarının yüksek olması ciddi bir sorun teşkil etmektedir. 2016 yılında iş kazası sıklık oranı %1.78, ölüm oranı ise %0.0008 olarak kaydedilmiştir. Bu

oranlar, birçok Avrupa ülkesinin ölüm oranlarının (%0.0002-6) üzerinde bulunmaktadır (Öçal ve Çiçek, 2017). İşletme büyüklüğü de iş kazalarının nedenleri arasında önemli bir faktör olarak öne çıkmaktadır. 2015 verilerine göre, tarımsal işletmelerin %36'sı yalnızca bir çalışanı, %82'si ise 1-9 arasında çalışanı bulunan küçük ölçekli işletmelerden oluşmaktadır (Anonim c). 2012 yılında SGK'ya kayıtlı yaklaşık 18.3 milyon sigortalı çalışan arasında %62'si 50'den az çalışanı olan işletmelerde istihdam edilmiştir. Ayrıca sigortalıların %36'sı tek başına çalışmaktadır. Bu durum, tarımsal işletmelerde çalışan bireylerin çok çeşitli işleri üstlenmek zorunda kalmasına neden olmaktadır (Üçüncü, 2012). 2013 yılında çalışanların %36'sının kayıt dışı olduğu ve bu oranın tarım sektöründe %83'e kadar yükseldiği, tarım dışı sektörlerde ise %23 olduğu belirtilmektedir. Türkiye'de toplam çalışan nüfusun yaklaşık %25'inin tarım sektöründe olduğu dikkate alındığında, tarımdaki kayıt dışılığın iş gücü açısından önemli bir sorun oluşturduğu görülmektedir (Güğercin ve Baytorun, 2018).

Tarım sektöründe meydana gelen iş kazaları, tek bir nedene indirgenemeyecek karmaşık bir yapıya sahiptir. Eminoğlu ve arkadaşları (2012), tarımda iş kazalarına yol açan faktörleri çeşitli başlıklar altında toplamış ve bu faktörlerin birbirleriyle etkileşimli olarak iş güvenliği riskini artırdığını belirtmişlerdir.

4.1. Makine Kaynaklı İş Kazaları

Tarımsal üretim sürecinde kullanılan iş ekipmanları, alet ve makineler de iş kazaları ile meslek hastalıklarının ortaya çıkmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu araçların kullanımında yeterli eğitim verilmemesi, düzenli bakımının yapılmaması veya standartlara uygun olmayan ekipmanların tercih edilmesi, çalışanların sağlığı açısından ciddi tehlikeler yaratmaktadır. Dolayısıyla, tarım sektöründeki iş kazalarının

önlenmesinde hem teknik hem de yasal altyapının güçlendirilmesi gerekmektedir.

Tarımsal üretimde kullanılan makineler -özellikle traktörler ve biçerdöverler- en yaygın kaza nedenlerindendir. Traktör devrilmeleri, açıkta dönen parçalarla temas, güvenlik önlemlerinin alınmaması gibi durumlar ciddi yaralanmalara ve ölümlere neden olabilmektedir (Sümer ve Kanvermez, 2020)

4.2. Elektrik Kaynaklı İş Kazaları

Elektrik sistemlerinde meydana gelen kaçaklar ise hem elektrik çarpması hem de yangın riski oluşturmaktadır. Tarımda iş kazaları çoğunlukla koruyucu eğitim almamış, yeterince örgütlenmemiş, iş güvencesi olmayan ve uygun olmayan doğa koşullarında çalışan bireyler arasında meydana gelmektedir (Eğri vd., 2016). Tarla sulama sistemleri, jeneratörler ve tarımsal üretimde kullanılan elektrikli cihazlar nedeniyle yaşanan kazalar, genellikle kaçak akım, topraklamasız sistemler veya ıslak zeminde çalışmaktan kaynaklanmaktadır. Elektrik çarpması, yangın ve patlama gibi ciddi sonuçlara neden olabilir (Eren, 2016).

4.3. Hayvan Kaynaklı İş Kazaları

Hayvanlarla yakın temasta çalışanlar ise tekme, ısırma gibi fiziksel risklerin yanı sıra; bakteri, virüs ve parazit gibi biyolojik etkenlere maruz kalma riski altındadır. İş kazalarının temel nedenlerinden biri de çalışanların yeterli eğitim almamış olmalarıdır. Eğitim eksikliği, iş güvenliği kurallarına uyumsuz davranışlara ve kazalara zemin hazırlamaktadır.

Tarım ve hayvancılığı bir arada yürüten işletmelerde çalışanlar, hayvan saldırılarına veya hayvan kaynaklı hastalıklara (zoonoz) maruz kalabilir. Özellikle büyükbaş hayvanların kontrolsüz hareketleri ciddi travmalara neden olabilir (Eren, 2016).

Türkiye’de yaklaşık 40 yılın türü bulunmakta olup, bunlardan yalnızca 10’u zehirlidir. Zehirli türlerin 9’u Viperidae familyasına ait engerek (çingiraklı) yılanları, biri ise Elapidae familyasına mensup bir türdür (Karakuş vd., 2018). Zehirli yılan ısırıklarında vücuda giren toksinler, kişide hızla şok gelişimine neden olabilir ve solunum güçlüğü gibi ciddi komplikasyonlara yol açabilir.

4.4. Ergonomik Kaynaklı İş Kazaları

Yetersiz ya da aşırı aydınlatma, göz yorgunluğu, baş ağrısı ve görme bozukluklarına neden olmakta, çalışma verimini düşürmektedir. Tarımsal üretimde yaygın biçimde kullanılan kimyasal maddeler (örneğin pestisitler), deri, solunum yolları, ağız ve göz yoluyla çalışanların sağlığını doğrudan tehdit etmektedir. Bu kimyasallara maruz kalma, akut ya da kronik meslek hastalıkları ile sonuçlanabilmektedir. Çalışma ortamlarında yoğun olarak oluşan toz ve gazlar, özellikle hayvan barınakları, yem depoları ve seralar gibi alanlarda göz, deri ve solunum yollarında sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Ergonomik açıdan uygun olmayan çalışma koşulları (örneğin elle ağır yük taşıma, uzun süre eğilerek çalışma, aşırı soğuk ya da sıcak koşullar) kas-iskelet sistemi bozukluklarına neden olabilmektedir. Bu durum; bel, boyun, bilek, omuz gibi vücut bölgelerinde ağrılar ve iş gücü kaybıyla sonuçlanmaktadır.

Titreşim oluşturan makineler damar, kemik, eklem, sinir ve kas sisteminde deformasyonlara sebep olurken; uzun süreli titreşime maruz kalmak bel fıtığı, disk kayması ve mide rahatsızlıklarını tetiklemektedir. Ayrıca sıcaklık, nem ve hava akımı gibi termal etkenler de iş verimini olumsuz etkilemektedir. 24°C üzerindeki sıcaklıklar fiziksel yorgunluğu artırırken, çalışma ortamındaki nemin %10-30 arasında olması önerilmektedir (Eren, 2016).

4.5. Kimyasal Kaynaklı İş Kazaları

Çamurcu ve Seyhan'ın (2015) aktardığı bulgulara göre, dünya genelinde her yıl yaklaşık 1 ila 5 milyon kişi pestisit maruziyetine bağlı zehirlenmeler yaşamaktadır. Tarımsal faaliyetler kapsamında gerçekleştirilen ilaçlama ve gübreleme işlemleri sırasında, işçiler başta pestisitler olmak üzere çeşitli kimyasal maddelere maruz kalmakta; bu durum hem akut hem de kronik düzeyde sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Maruziyetin sonuçları arasında göz ve deri tahrişlerinden başlayan belirtiler zamanla solunum sistemi hastalıkları, nörolojik bozukluklar ve kansere varabilen ciddi etkilerle sonuçlanabilmektedir. Bu tür sağlık sorunlarının ortaya çıkmasında en önemli etkenlerden biri, kişisel koruyucu donanım eksikliği ve bu donanımların yanlış ya da yetersiz kullanımıdır. Tarım işçilerinin sağlığının korunabilmesi için kimyasal madde kullanımı sırasında İSG önlemlerinin etkin şekilde uygulanması büyük önem taşımaktadır (Clark, J. F. M., 2017) .

4.6. Barınma, Beslenme Nedenli İş Kazaları

Mevsimlik tarım işçilerinin yaşam koşulları, sağlık riskleri açısından kritik bir öneme sahiptir. Yapılan araştırmalar, bu işçilerin büyük çoğunluğunun geçici çadır yerleşimlerinde, temel hijyen standartlarından yoksun ortamlarda yaşamak zorunda kaldığını ortaya koymaktadır (Eren, 2016). Çamurcu ve Seyhan'ın (2015) çalışmaları, bu sorunların temelinde yatan en önemli faktörlerin başında temiz içme suyu ve kullanma suyu erişim eksikliğinin geldiğini ortaya koymaktadır.

5. SONUÇ

Tarım sektörü, tarihsel gelişimi boyunca toplumların ekonomik ve sosyal yapısının temel belirleyicilerinden biri olmayı sürdürmüş, günümüzde de hem üretim süreçleri hem de

istihdam yapısı açısından stratejik önemini koruyan bir alan olarak varlığını devam ettirmiştir. Ancak sektörün yapısal özellikleri, mevsimsellik, kayıt dışılık, aile işçiliği, göç olgusu ve düşük örgütlenme düzeyi gibi unsurlar, tarımsal faaliyetleri iş sağlığı ve güvenliği açısından yüksek riskli bir konuma taşımaktadır. Tarımda kullanılan makineler, kimyasallar, hayvanlarla doğrudan temas ve doğal çevre koşulları, çalışanları çok boyutlu risklerle karşı karşıya bırakmakta; eğitim eksikliği, koruyucu donanım kullanımının yetersizliği ve yasal güvencelere erişim sorunları kazaların sıklığını artırmaktadır.

Çalışmada ortaya konan veriler, tarım sektörünün hem dünyada hem de Türkiye’de iş kazaları bakımından en tehlikeli sektörlerden biri olduğunu göstermektedir. Traktör devrilmeleri, makine ve ekipman kaynaklı kazalar, pestisit maruziyeti, ısı stresi, elektrik kazaları, hayvan saldırıları, yılan sokmaları ve ergonomik riskler tarımsal üretim süreçlerinin başlıca tehlikelerini oluşturmaktadır. Buna karşın, kayıt dışılığın yüksek olması, mevsimlik ve gezici işgücünün büyük bölümünün sosyal güvenlik sisteminin dışında yer alması, iş kazalarının önemli bir kısmının resmi kayıtlara yansımamasına neden olmaktadır. Bu durum, sektördeki risklerin gerçek boyutunun tam olarak ortaya konmasını güçleştirmekte ve politika geliştirme süreçlerini olumsuz etkilemektedir.

Mevzuatta yer alan istisnai hükümler, özellikle 50’den az işçi çalıştıran tarım işletmelerini İş Kanunu kapsamı dışında bırakarak, sektördeki iş gücünün büyük çoğunluğunu koruyucu yasal mekanizmalardan mahrum bırakmaktadır. Ayrıca mevsimlik gezici tarım işçilerinin özel bir yasa ile düzenlenmemiş olması, ücret güvencesi, çalışma süreleri, sosyal haklar ve iş sağlığı güvenliği eğitimlerine erişim gibi temel alanlarda önemli boşluklar oluşturmaktadır. Bu yapısal eksiklikler, çocuk işçiliğinin tarımda yaygınlaşmasına da zemin hazırlamakta; ulusal ve uluslararası normlara aykırı biçimde yüz

binlerce çocuğun ağır ve tehlikeli işlerde çalıştırılmasına yol açmaktadır. Tüm bu değerlendirmeler, tarımda iş kazalarının önlenmesi için çok boyutlu bir yaklaşımın gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda; tarım çalışanlarının sosyal güvenlik sistemine erişiminin kolaylaştırılması, mevsimlik gezici işçilerin çalışma koşullarını düzenleyen özel bir yasanın hazırlanması, iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin yaygınlaştırılması, kişisel koruyucu donanım kullanımının artırılması ve tarımsal makine ve ekipmanların standartlara uygunluğunun sağlanması temel öncelikler arasında yer almalıdır. Ayrıca çocuk işçiliğinin önlenmesine yönelik denetim mekanizmalarının güçlendirilmesi ve aile işçiliği kavramının hukuki çerçevesinin netleştirilmesi, sektördeki kırılgan grupların korunması açısından zorunludur.

Sonuç olarak, tarım sektöründeki iş kazaları yalnızca bireysel hatalardan kaynaklanan olaylar olarak değil, yapısal, sosyal, ekonomik ve hukuki sorunların bir yansıması olarak ele alınmalıdır. Sektörde sürdürülebilir ve güvenli bir çalışma ortamının oluşturulması, hem ulusal tarımsal üretim kapasitesinin korunması hem de çalışanların yaşam ve sağlık haklarının güvence altına alınması açısından kaçınılmaz bir gerekliliktir.

KAYNAKÇA

- Akpınar, T., ve Özyıldırım, K. (2016). Trakya Bölgesi'nde Tarımsal Faaliyette Bulunan Çiftçilerin İş Sağlığı Ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi. Çalışma ve Toplum, 50, 1231–1270.
- Anonim(a):Türkiye İstatistik Kurumu
<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Isgucu-Istatistikleri-2024-54059> Erişim tarihi: Mayıs 2025
- Anonim(b): TBMM (2015). Mevsimlik Tarım İşçileri. Ankara: TBMM Araştırma Hizmetleri Başkanlığı. Erişim tarihi: Mayıs 2025 -TBMM, (2015). Mevsimlik Tarım İşçilerinin Sorunlarının Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi, Araştırma Komisyonu Raporu, Yasama Dönemi 24, Yasama Yılı 5, Sıra Sayısı 716.
- Anonim(c) ; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, (2021). Akıllı Tarım Platformu.
<http://www.akillitarim.org.tr/genelduyurular/1402ak%C4%B1ll%C4%B1tar%C4%B1mplatformu-alt%C4%B1nda-%C3%A7al%C4%B1%C5%9Fma-gruplar%C4%B1-teknik-komiteler-olu%C5%9Fturulmu%C5%9Ftur.html> adresinden erişilmiştir. Erişim tarihi ; Mayıs 2025
- Anonim(d) ; Tarımda İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi, ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Politika Ve Strateji Daire Başkanlığı. (Erişim tarihi: 16.04. 2018)
<https://guvenlitarim.cs gb.gov.tr/media/holpsy eo/tar%C4%B1mdai%C5%9Fsa%C4%9Fl%C4%B1%C4%9F%C4%B1-ve-g%C3%BCvenli%C4%9Fi-rehberi.pdf>
- Beyazova, D. A. (2019). Kapsayıcı Ve Katılımcı Okullar İçin Eğitimcilere Yönelik Çocuk İşçiliği Ve Ayrımcılıkla Mücadele Rehberi.

- Clark, J. F. M. (2017). Pesticides, pollution and the UK's silent spring, 1963–1964: Poison in the Garden of England. Notes and Records: The Royal Society Journal of the History of Science, 71(3), 297-327.
- Çamurcu ve Seyhan, (2015). Tarım Sektöründe İş Sağlığı ve Güvenliği. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi
- Dursun, S. (2013). İş güvenliği kültürünün çalışanların güvenli davranışları üzerine etkisi. Sosyal Güvenlik Dergisi, 3(2).
- Eğri, N., Çakar, İ., Ceylan, S., ve Kürkcü, E. A. (2016). Örtü Altı Yetiştiriciliğinde İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü Müdürlüğüne
- Eminoğlu, M. B., Öztürk, R., & Acar, A. İ. (2012). Tarımsal alanda çalışanların fiziksel zorlanma düzeylerinin konforsuzluk skalası ile belirlenmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 8(1), 19-24.
- Eren, Y. (2016). Tarımda İş Kazaları ve Hastalıkları. XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 2049-2056.
- Güğercin, Ö., ve Baytorun, A. N. (2018). Tarımda İş Kazaları Ve Gerekli Önlemler. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 33(2), 157-168.
- Karakuş, A., Hamamcı, B., Kantarcı, E., & Kuvandık, G. (2018). Yılan ısırması olgularının yönetimi. The Journal of Turkish Family Physician, 9(1), 25-32.
- Öçal, M., ve Çiçek, Ö. (2017). Türkiye ve Avrupa Birliği'nde İş Kazası Verilerinin Karşılaştırmalı Analizi. Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, 6(16), 616-637.
- Sağlık, M., ve Kurulu, G. (2010). Mevsimlik Tarım İşçilerinin Yasal Durumu. Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 38.

- Sümer, G., ve Polat, Y. (2016). Dünyada Tarım Sigortaları Uygulamaları Ve Tarsim. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18(1), 236-263. Erişim tarihi : Mayıs 2025.
- Sümer, S. K., & Kanvermez, Ç. (2020) Makinalı Tarımsal Faaliyetlerde Tehlike ve Risklerin İş Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 16(1), 40-49.
- Tunay, M., ve Emir, T. (2015). Ormancılık Üretim İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliğinin Yasal Çerçeve Değerlendirilmesi. Turkish Journal of Forestry, 16(2), 195-202.
- Üçüncü, K. (2012). SGK iş kazası istatistiklerinin analizi. Web sitesi:<http://www.isteguvencilik.tc/SGK2012IsKazaIstatistik.pdf>. Erişim tarihi: Mayıs 2025
- Wobbe T, Renard L. Uluslararası Çalışma Örgütü İstatistiklerinde 'Aile İşçileri' Kategorisi (1930'lar-1980'ler): Hane Halkı İle Pazar Arasındaki Küreselleşmiş Cinsiyete Dayalı Sınırların İncelenmesine Bir Katkı. Küresel Tarih Dergisi. 2017;12(3):340-360. doi:10.1017/S1740022817000183
- Yıldırım İşler, A. S. (2022). Mevsimlik Gezici Tarım İşçilerinin Karşılaştığı Sorunların Sosyal Hizmet Açısından İncelenmesi= Examining The Problems Of Seasonal Agricultural Migrant Workers From A Social Work Perspective.
- Yıldırım, M., ve Karakoyun, O. (2023). Mevsimlik Tarım İşçiliği Üzerine Bir Araştırma: Çarşamba (Samsun) İlçesi Örneği. 19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi, 4(2), 61–81. <https://doi.org/10.52835/19maysbd.1320646>

KAS KAYBININ ÖTESİNDE: SARKOPENİNİN KLİNİK, EKONOMİK VE TOPLUMSAL YÜZÜ

Aybüke ALPASLAN¹

Mehmet Enes GÖKLER²

1. GİRİŞ

Genellikle iskelet kas kütlesi ve fonksiyonundaki düşüşü ifade etmek için kullanılan sarkopeni terimi yunanca “sarx” (et) ve “penia” (kayıp) sözcüklerinden türetilmiştir (Voulgaridou vd., 2024). İlk olarak 1989 yılında Irwin Rosenberg sarkopeniyi bireylerde yaş ile birlikte vücut kas kütlesinin azalması ve yağ dokusunun artması, iskelet kası kütlesi ve fonksiyonunun ilerleyici kaybı olarak tanımlamıştır (Ai vd., 2021). William J. Evans ise Sarkopeni Çalıştayında (1994) yaşlanmanın vücut kompozisyonu üzerindeki en önemli etkisinin iskelet kas kütlesi kaybı olduğuna dikkat çekerek kas kütlesinde yaşanan düşüşün kas gücü azalmasının doğrudan bir nedeni olduğunu ancak bu durumun kas kalitesiyle ilişkili olmadığını belirtmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (2000) ise sarkopeninin yaşlı bireylerde bağımsızlık kaybı ve çeşitli hastalıklar için bir risk faktörü olduğunu ve yaşam tarzı değişiklikleriyle engellenebileceğini açıklamıştır (Cuciureanu vd., 2024). Genel kabulde sarkopeni yaşlanmanın bir sonucu olarak görülmesine rağmen kanser, böbrek disfonksiyonu, karaciğer hastalığı ve metabolik

¹ Diyetisyen, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Halk Sağlığı Enstitüsü, Halk Sağlığı, ORCID: 0009-0007-5337-606X.

² Doç. Dr., Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Halk Sağlığı Enstitüsü, ORCID: 0000-0002-1524-8565.

bozuklukları olan daha genç bireylerde de görülebilmektedir (Yuan & Larsson, 2023).

2. SARKOPENİ YAYGINLIĞI

Uluslararası Hastalık Sınıflaması (ICD-10-CM) tarafından 2016 yılında bir hastalık olarak kabul edilen sarkopeni önemli bir küresel sağlık yüküne neden olmaktadır (Beaudart vd., 2025). Dünya genelinde yaşlı yetişkinler arasında sıklıkla karşılaşılmamasına rağmen popülasyon, bakım ortamı ve kullanılan tanı kriterleri yaygınlığını değiştirmektedir (Chew vd., 2022). Toplumda genel yaygınlığının 60 yaş üzerindeki bireylerde %8-40 arasında değiştiği tahmin edilmektedir (Dişcigil & Sökmen, 2017). Bir meta analiz çalışması Avrupa'da bu oranın 60 yaş altı bireylerde %8-36 arasında ve 60 yaş ve üzeri bireylerde %10-27 arasında olduğu bildirmiştir (Petermann-Rocha vd., 2022). Asya'da ise olası sarkopeni oranının %28,7, sarkopeni oranı ise %16,5 olduğunu açıklanmıştır (Weng vd., 2025). Türkiye'de gerçekleştirilen çok merkezli kesitsel bir çalışmada ise katılımcıların %48,8'inin sarkopeni riski altında olduğu görülmüştür (Ozer vd., 2021).

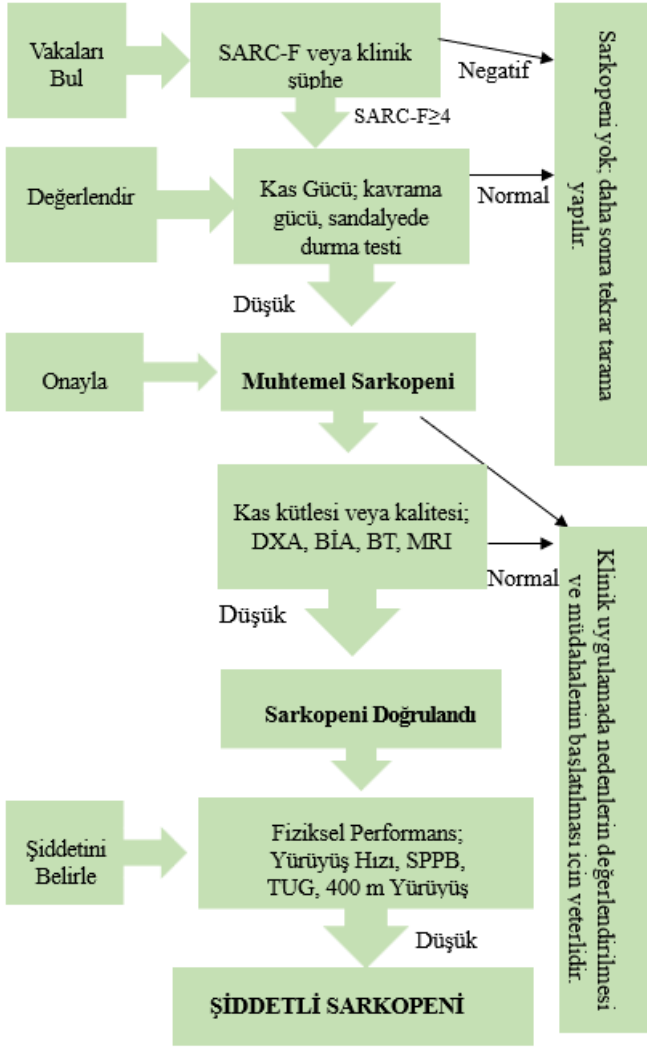
Kas kütlesi ve gücünün 50 yaşından itibaren her yıl %0,8 ve %1-3 oranında azalması sebebiyle farklı yaş gruplarında sarkopeni görülme oranı değişmektedir (Mayhew vd., 2019). Sarkopeni görülme sıklığı 70 yaş ve üzerinde %5-13 oranında iken 80 yaşına gelindiğinde bu oran %11-50'ye çıkabilmektedir (Papadopoulou vd., 2021). Prevalansı bakım ortamına bağlı olarak da değişmektedir. Kurumsallaşmış hastalarda fiziksel hareketsizlik ve yetersiz beslenme gibi faktörler nedeniyle huzurevi sakinlerinde görülme oranı erkeklerde %51, kadınlarda %31 iken hastanede tedavi görenlerin yaklaşık %20'sinde sarkopeni görülmektedir (Voulgaridou vd., 2024).

3. SARKOPENİ TANISI

Sarkopeninin değerlendirilmesinde yaygın olarak vücut yağsız kütlesi, apendiküler kas kütlesi ve boyutunun ölçümleri kullanılmaktadır. Alternatif olarak, fiziksel performansı değerlendirmek amacıyla kavrama gücü, yürüyüş hızı, sandalyede otur-kalk ve denge ölçümleri de değerlendirilebilmektedir (Ganapathy & Nieves, 2020). Bu ölçüm sonuçları ile sarkopeni evrelerine göre farklı kavramlarla açıklanmaktadır. Bu kavramlar; yalnız düşük kas kütlesi ile karakterize olan “Presarkopeni”, düşük kas kütlesi ile birlikte düşük kas gücü veya düşük fiziksel performansın görüldüğü “Sarkopeni” ve düşük kas kütlesi, kas gücü ve fiziksel performansın birlikte görüldüğü “Şiddetli Sarkopeni” dir. Bu evrelerin tanınması, uygun tedavi ve iyileşme hedeflerinin belirlenmesi için önemlidir (Cruz-Jentoft vd., 2010). Sarkopeni için ortak tanı kriteri olmamakla birlikte Yaşlılarda Sarkopeni Üzerine Avrupa Çalışma Grubu (EWGSOP), Sarkopeni Üzerine Asya Çalışma Grubu (AWGS) ve Sarkopeni Üzerine Uluslararası Çalışma Grubu’nun (IWGS) farklı kriterleri bulunmaktadır. Ancak bu grupların tümü kas kütlesi, kas gücü ve günlük aktivite yeteneğinin teşhis için önemli faktörler olduğunu kabul etmektedir (Meng vd., 2024).

Avrupa Birliği Geriatrik Tıp Derneği tarafından 2009 yılında sarkopeninin operasyonel tanımlarını ve tanı kriterlerini belirlemek amacıyla oluşturulan EWGSOP (Arı vd., 2024) vakaların bulunması için SARC-F (Strength, Assistance with walking, Rise from a chair, Climb stairs, and Falls) anketini geliştirmiştir. Bu anket, klinik kullanımda yüksek özgüllüğe ancak daha düşük duyarlılığa sahip sarkopeni vakalarını tespit etmek için ilk adım olarak kullanılmaktadır (Bahat vd., 2021). Ankette, bireylerin eklem gücü, yürüme desteği, sandalyeden kalkma, merdiven çıkma ve düşme durumları değerlendirilmektedir. Her bir kategoride 0 ila 2 arasında

puanlandırma yapılmakta ve toplam puan en az 0 en fazla 10 puandır. Toplam puan yükseldikçe sarkopeni riski de artmaktadır. Anket sonucunda 4 ve üzerinde puan alınması sarkopeni riski olarak kabul edilmektedir (Malmstrom & Morley, 2013). Sarkopeni Üzerine Asya Çalışma Grubu (AWGS 2019) ise, vaka bulmada baldır çevresi ölçümünün SARC-F anketine eklenerek SARC-CalF ile değerlendirme yapılışı gerektiğini açıklamıştır. Bu yöntemin düşük iskelet kas kütlelerini tahmin etmede orta ila yüksek düzeyde duyarlılık ve özgüllüğe sahip olduğu bildirilmiştir. Baldır çevresi için eşik değerleri tarama ya da vaka bulmada erkeklerde <34 cm, kadınlarda <33 cm olarak açıklanmıştır (Chen vd., 2020). SARC-CalF ile yapılan değerlendirmede baldır çevresinin eşik değerden yüksek olması 0 puan iken altında veya eşit olması 10 puan olarak değerlendirilmektedir. Bu durumda anketten elde edilen 11–20 puan arası sarkopeni açısından şüpheli durum olarak kabul edilmekte ve ileri tanısal incelemeler gerekmektedir (Barbosa-Silva vd., 2016). Yaşlılarda Sarkopeni Üzerine Avrupa Çalışma Grubu 2018 yılında sarkopeninin düşük kas gücü (erkekler için kavrama gücü <27 kg ve kadınlar için <16 kg ve her iki cinsiyet için beş kalkışta >15 saniyelik sandalye duruşu) ve düşük kas miktarı (erkekler için apendiküler iskelet kas kütlesi <20 kg ve kadınlar için <15 kg) ile tespit edilmesi gerektiğini ve zayıf fiziksel performansın ise şiddetli sarkopeninin göstergesi (yürüyüş hızı $\leq 0,8$ m/s) olduğunu açıklamıştır. Kas kütlelerini değerlendirmek için biyoelektrik empedans analizi (BIA) ve çift enerjili X-ışını absorpsiyometrisinin (DXA) kullanımını önermiştir (Papadopoulou, 2020). Ayrıca klinik uygulama ve araştırmalarda vaka bulma, tanı koyma ve şiddetinin belirlenmesi için EWGSOP2 tarafından geliştirilen algoritma kullanılabilmektedir (Şekil 1) (Cruz-Jentoft vd., 2018).



Şekil 1. EWGSOP2 algoritması (Cruz-Jentoft vd., 2018)

4. SARKOPENİ NEDENLERİ

Yaşla birlikte iskelet kas kütlesi ve fonksiyonun azalmasıyla ortaya çıkan sarkopeni çok yönlü bir hastalıktır ve bu duruma katkısı olan birçok neden bulunmaktadır (Papadopoulou, 2020). Nedenlerine göre iki temel gruba ayrılmaktadır. Birincil

sarkopeni yaşa bağlı olarak gelişirken, ikincil sarkopeni fiziksel aktiviteye, hastalığa ve beslenmeye bağlı olarak gelişebilmektedir (Cruz-Jentoft vd., 2010).

Yaşa bağlı olarak gelişen sarkopeni özel durumlar hariç yetişkin yaşamının büyük bir bölümünde yavaşça gerçekleşirken fiziksel aktiviteye bağlı olduğunda yatak istirahati ve kaşeksi durumda hızlanmaktadır. Sağlıklı yaşlı yetişkinlerde yapılan on günlük yatak istirahatinin, kas protein sentezinde %30'luk bir azalmaya ve bacak gücünde %15,6'lık düşüşe neden olabileceği görülmüştür. Bu oran sağlıklı genç yetişkinlerde 28 günlük yatak istirahatından sonra görülen kayıptan yaklaşık olarak üç kat daha fazladır. Bu nedenle yatarak tedavi gören yaşlılarda kısa sürede görülen büyük kas kütlesi kayıpları yüksek oranda güç, işlev ve bağımsızlık kaybına yol açmaktadır (Evans vd., 2024). Kesitsel bir çalışmada benzer şekilde hareketsiz bir yaşam tarzına sahip olmanın sarkopeni riskini artıran en önemli faktörlerden biri olduğu açıklanmıştır (Erkoyun & Uçku, 2020).

Sarkopeni için önemli olan bir diğer risk faktörü ise beslenmedir (Erbas Sacar vd., 2022). Yetersiz beslenen ve belirli besin ögesi eksiklikleri yaşayan yaşlılarda sarkopeninin yaygın olduğu (Ganapathy & Nieves, 2020) ve yetersiz beslenmenin göstergesi olan düşük beden kitle indeksi, baldır çevresi gibi antropometrik ölçümlerinde sarkopeni ile ilişkili olabileceği açıklanmıştır (Chew vd., 2022) (Cruz-Jentoft vd., 2018). Malnütrisyon ile sarkopeni arasındaki ilişkinin incelendiği bir araştırmada katılımcılar 4 yıl boyunca takip edildiğinde yetersiz beslenenlerde sarkopeni/şiddetli sarkopeni gelişme riskinin yaklaşık dört kat daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Beaudart vd., 2019). Malnütrisyon ve sarkopeninin incelendiği bir diğer çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Chen vd., 2022). Bir sistematik derleme ve meta-analizde ise bu iki durumun birlikte bulunmasının yalnızca sarkopeniye kıyasla daha yüksek mortaliteyle ilişkili olduğu açıklanmıştır (Prokopidis vd.,

2025). Yaşlılarda özellikle proteini kullanma yeteneğinin, insülin direnci, protein anabolik direnci, yüksek splanknik ekstraksiyon ve hareketsizlik nedeniyle azalması veya inflamatuvar hastalık, proteinlerin oksidatif modifikasyonunun artması sonucu protein ihtiyacının arttığı durumlarda gereken alımın olmaması sarkopeni riskini artırmaktadır (Bauer vd., 2013). Tüm bu sebeplerden bağımsız olarak bireylerin protein tüketimleri incelendiğinde ise 50 yaşın üzerindeki kadınların %32-41'inin, erkeklerin ise %22-38'inin günlük 0,8 g/kg'dan daha az protein tükettiği görülmüştür (Morley vd., 2010).

Hastalığa bağlı sarkopeni ise genellikle diyabet, kronik obstrüktif akciğer hastalığı ve bilişsel bozukluklarla ilişkilendirilmektedir (Chew vd., 2022). Diyabet ve sarkopeni arasındaki ilişkinin incelendiği bir vaka-kontrol çalışmasında lipoprotein(a), albuminüri, miyostatin ve diyabetik nöropatinin bireylerde kas kaybının oluşumu ve gelişimi ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır (Li vd., 2023). Başka bir çalışmada ise diyabetli hastalarda kas kütlesi kaybının öglisemik gruba göre iki kat daha fazla olduğu ve sarkopeni prevalansının yüksek HbA1c seviyeleri ile arttığı sonucuna ulaşılmıştır (Ai vd., 2021). Sarkopeninin kronik böbrek hastalığı ile ilişkili olabileceğini bildiren çalışmalarda bulunmaktadır (An vd., 2021) (Erbaş Sacar vd., 2022). Bu durum kronik böbrek hastalığı tanısı olan hastalarda da yetersiz beslenme ve hareket azlığının vücut kompozisyonunda değişikliklere neden olması sonucunda bireyde vücut yağının artması, kas kütlesi ve gücünün azalması ile açıklanmaktadır (An vd., 2021). Bu sebeple sekonder sarkopeninin tedavisinde sebep olan durumda takip edilmesi gerekmektedir (Koca & Yıldız, 2023).

Bu nedenler dışında sarkopeninin sinir uyarımı, mitokondriyal disfonksiyon, düşme, fonksiyonel gerileme, güçsüzlük ve yağsız vücut kütlesindeki azalmaya bağlı inflamatuvar ve hormonal değişiklikler gibi birçok patofizyolojik

süreci içerdiği düşünülmektedir (Cruz-Jentoft vd., 2019). Sarkopeni ayrıca büyüme, cinsiyet, tiroid hormonları ve insülin benzeri büyüme faktörü de dahil olmak üzere çeşitli hormon konsantrasyonlarındaki azalmalar sonucunda da gelişebilmektedir (Cho vd., 2022). Kas kütlesinde yaşanan hızlı kayıpların bir diğer nedeninin azalan anabolik hormon sinyalleri ile tümör nekroz faktörü alfa (TNF- α) ve interlökin-6 (IL-6) gibi proinflamatuvar sitokinler aracılığıyla uyarılan katabolik sinyallerin birleşiminin olduğu düşünülmekte ve yaşlıların iskelet kaslarında TNF- α ve IL-6 seviyelerinin yüksek olması da bu durumu desteklemektedir. Sarkopeni ayrıca vücudun protein sentezleme yeteneğinin, motor sinir hücrelerinin sayısının ve kas kütlesi ile fonksiyonunun korunmasını yöneten genin azalması sonucunda ortaya çıkabilmektedir (Dhillon & Hasni, 2017). Sarkopeni gelişimine neden olan bu faktörlerin belirlenmesi sağlıklı yaş almayı sağlamak için önemlidir (Arı vd., 2024). Sarkopenin önlenmesi için riski güçlü şekilde etkileyen faktörlerin daha genç yaşlarda tanımlanması ve ilerleyen yaşta değiştirilmesi gerekmektedir (Cho vd., 2022).

5. SARKOPENİNİN ÖNLENMESİ

Sarkopeni çoğunlukla yaşlılıkla ilişkilendirilmesine rağmen yaşamın daha erken yıllarında başlangıç gösterebilmektedir. Özellikle orta yaş kas-iskelet sağlığı için önemli bir dönemdir ve bu dönemde nöromusküler verimlilikteki düşüşler, yetersiz fiziksel aktivite, hormonal değişiklikler ve kötü beslenme alışkanlıkları kas kaybını hızlandırmaktadır. Bu nedenle özellikle kas kaybının önlenemediği orta yaşta yapılacak erken müdahaleler geciktirilmemelidir (Ispoglou vd., 2025).

Kas kütlesinin korunması kas protein sentezi ve yıkımı arasındaki dengeye bağlıdır. Kas protein sentezi amino asitlerin, özellikle lösinin, fiziksel aktivitenin ve hormonal sinyallerin,

özellikle insülin ve insülin benzeri büyüme faktörü-1 yoluyla gerçekleşmektedir ancak yaşlanmayla birlikte bu anabolik tepki azalmaktadır (Bosaeus & Rothenberg, 2016). Yeterli anabolik tepkinin sağlanabilmesi için ise daha yüksek miktarda protein alımı gerekmektedir (Ispoglou vd., 2025). Optimum protein alımına ilişkin kanıtlarda kemik kütlesi, kas kütlesi ve gücün korunması için en az 1,2–1,5 g protein/kg/gün veya günlük beslenmenin yaklaşık %15–20'si kadar bir alım önerilmektedir (Bosaeus & Rothenberg, 2016). Kas protein sentezinin doğru bir şekilde uyarılabilmesi alınan miktar kadar protein kaynağı, zamanlama ve makro besin eş alımı dahil olmak üzere çeşitli diyet faktörlerine bağlıdır. Bu faktörler, protein sindirimi ve emilimi oranlarını, amino asitlerin splanknik ekstraksiyonunu, mikro vasküler perfüzyonu, amino asitlerin iskelet kasına iletilmesini ve iskelet kası tarafından amino asitlerin alımını bağımsız ve sinerjik olarak etkilemektedir (Witard vd., 2016). Ancak çalışmalar tek başına yüksek proteinli diyetlerin orta yaşlı yetişkinlerde kas kütlesi ve gücü üzerinde minimum etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle diyet ve egzersizi birleştiren bütünleşik bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır (Ispoglou vd., 2025). Çünkü protein alımı direnç egzersiziyle birlikte ve egzersiz sonrası kas protein sentezini uyarmakta ve iskelet kası kütlesini korumaktadır. Özellikle egzersizden hemen önce esansiyel aminoasit ve karbonhidrat tüketimi egzersiz sonrası tüketimine kıyasla daha fazla kas protein sentezini uyarmaktadır (Witard vd., 2016). Egzersiz müdahalesi kas aktivasyonunu artırma, inflamatuvar ve hormonal maddeleri serbest bırakma ve iskelet kası uydu hücrelerini aktive etme yoluyla kas protein sentezini desteklemekte ve kas hipotrofisini veya kas lifi hipoplazisini önlemeye yardımcı olmaktadır (Tan vd., 2023). Fiziksel aktivite ile sarkopeni arasındaki ilişkinin incelendiği birçok çalışma fiziksel aktivite miktarının artırılmasının daha fazla kas gücü ve sarkopeni gelişme olasılığının daha düşük olmasıyla ilişkili olduğunu göstermiştir. Farklı yoğunluklarda

yapılan fiziksel aktivite dozunu sarkopeni gelişimi üzerine olan etkisinin incelendiği bir çalışmada katılımcılar 6 yıl boyunca takip edildiğinde orta ila şiddetli yoğunluktaki fiziksel aktivite dozunun artırılmasının sarkopeni riskini önemli ölçüde azalttığını (olasılık oranı = 0,368, $p < 0,05$), ancak muhtemel sarkopeniyi azaltmadığı (olasılık oranı = 0,974, $p > 0,05$); hafif veya çok hafif yoğunluktaki fiziksel aktivitenin ise sarkopeni veya muhtemel sarkopeni riskiyle ilişkili olmadığı ($p > 0,05$) görülmüştür (Luo & Lee, 2025)

Sonuç olarak çeşitli davranış değişiklikleri ile sarkopeninin başlangıcının önlenmesi veya geciktirilmesi için üç temel öneri bulunmaktadır: ilk olarak tüm ana öğünlerde düzenli olarak 25-30 g protein tüketilmesi; ikinci olarak her öğünde çeşitli yüksek kaliteli proteinler tüketilmesi ve son olarak protein açısından zengin bir öğün sonrasında egzersiz yapılmasıdır (Bosaeus & Rothenberg, 2016).

6. SARKOPENİNİN TEDAVİSİ

Sarkopeni tedavisinde seçici androjen reseptör modülatörleri ve miyostatin-aktivin yolunu hedef alan ilaçlar gibi çeşitli farmakolojik yaklaşımlar araştırılmasına (Cereda vd., 2022) rağmen egzersiz ve beslenme yaklaşımlarını içeren farmakolojik olmayan stratejiler daha sık tercih edilmektedir (Najm vd., 2024). Asya ve Avrupa Sarkopeni Çalışma Grubu`da sarkopeni tedavisinde egzersiz ve beslenme gibi farmakolojik olmayan yaklaşımları desteklemektedir (Tan vd., 2023). Bu tedavi yöntemleri arasındaki seçim ise yaş, hastalığın şiddeti, inflamasyon seviyeleri ve eşlik eden hastalıklar gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Bu nedenle, her birey için kişiselleştirilmiş bir tedavi planı oluşturulmalıdır (Najm vd., 2024).

Sarkopeni yönetiminin ilk basamağında bulunan direnç egzersizinin kas kütlesi, kas gücü ve fiziksel performans üzerinde olumlu ve önemli bir etkisi bulunmaktadır (Beckwée vd., 2019). Bu tür egzersizler iskelet kasında bulunan mitokondrilerde ATP üretimini uyarak aerobik kapasiteyi yükseltmekte ve metabolik düzenlemeyi ve kardiyovasküler işlevi iyileştirmektedir. Ayrıca mitokondriyal biyogenez ve dinamiklerin indüklenmesi, mitokondriyal metabolizmanın yeniden sağlanması ve kas protein sentezinin artırılması gibi etkileri bulunmaktadır (Najm vd., 2024). Egzersizin en önemli etkisi ise yürüme hızı, sandalyeden kalkma testi, denge testi gibi fiziksel performans değerlendirmelerinde görülmektedir (Beaudart vd., 2017).

Sarkopeninin önlenmesi için beslenme önerileri ise yeterli protein, D vitamini, antioksidan besinler ve uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerinin tüketilmesi ile hem yeterli hem kaliteli beslenmenin sağlanması yönündedir (Robinson vd., 2017). Avrupa Klinik Beslenme ve Metabolizma Derneği (ESPEN) ise sarkopeni riskinin azaltılabilmesi için sağlıklı yaşlı bireyler de günlük 1,0 ila 1,2 g/kg, akut veya kronik hastalığı olanlarda 1,2 ila 1,5 g/kg/g protein alınması gerektiğini açıklamıştır (Deutz vd., 2014). Bununla birlikte günlük alınan protein miktarı kadar hangi aminoasitin kullanıldığının da önemli olduğu ve sarkopeni tanısı almış yaşlı yetişkinlerde β -hidroksi β -metilbütiratın (HMB) kas kütlesini iyileştirdiği, kas gücünü ve işlevini koruduğu bildirilmiştir (Bauer vd., 2019). Sonuç olarak sarkopeninin tedavisinde fiziksel olarak aktif yaşam tarzı ile birlikte beslenme kalitesini artırmaya yönelik girişimlerin yaşlı bireylerde hareketlilik ve bağımsızlığı sağlamada önemli olduğu görülmüştür (Robinson vd., 2017).

7. SARKOPENİNİN SAĞLIK MALİYETİ

Kas-iskelet sistemi bozuklukları kasları, kemikleri ve eklemleri etkileyen, sıklıkla kronik ağrıya ve işlevsel kısıtlamalara yol açan (Guan vd., 2025), osteoartrit, romatoid artrit, gut, osteoporoz, kırılabilirlik kırıkları ve sarkopeni gibi bir dizi sağlık sorununu kapsamaktadır (Zhan vd., 2025). Bu sağlık sorunları günlük aktiviteleri önemli ölçüde etkileyerek bireysel sağlık üzerinde doğrudan etkili olmakla birlikte artan sağlık harcamaları, uzun vadeli sakatlık, iş devamsızlığı ve üretkenlik kayıplarıyla toplumsal ve ekonomik yükleri de beraberinde getirmektedir (Guan vd., 2025). Yalnızca sarkopeninin zayıf fiziksel performans, işlevsel gerileme, huzurevi bakımı, kırıklar, hastaneye yatış ve yüksek ölüm oranı gibi sonuçları ise halk sağlığı yükünün prognoz göstergeleridir (Beaudart vd., 2014).

Nüfusun yaşlanması ve beklenen yaşam süresinin uzamasıyla genellikle yaşlılıkla ilişkili ölümcül olmayan ve geri döndürülemez durumlar olarak algılanan kas-iskelet sistemi bozukluklarının küresel yaygınlığı 1990 yılında 865.073.986 vakadan (95% CI 813.102.876-917.749.058) 2021 yılında 1.686.561.517 vakaya (95% CI 1.599.166.937-1.780.146.354) yükselerek %94,96'lık kümülatif bir artış göstermiştir (Zhan vd., 2025). Son otuz yılda kas-iskelet sistemi bozukluklarının hem küresel prevalansı hem de engelliliğe göre ayarlanmış yaşam yılı (DALY) oranları artmakta ve engelliliğe en çok katkıda bulunan faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Yüksek sosyo-demografik indeks (SDI) ülkeleri en yüksek insidans, prevalans ve DALY oranlarını gösterirken, düşük-orta SDI ülkelerinin prevalans ve DALY oranları hızla artmaktadır (Guan vd., 2025).

Küresel Hastalık Yüğü 2021 çalışması verilerine göre 2021 yılında kas-iskelet sistemi bozuklukları dünya çapında 50 yaş ve üzeri yetişkinler arasında 91.617.476 yeni vaka ve 39.513.134 DALY'den sorumlu olduğu saptanmıştır. Bölgesel

düzeyde incelendiğinde ise Güney Asya en yüksek sayıda yeni vaka, yaygın vaka ve DALY'yi göstermiştir (sırasıyla 18.624.859, 88.551.905 ve 7.901.461). Yaşa göre standardize edilmiş küresel insidans, prevalans ve DALY oranları ise sırasıyla 100.000 kişide 9869,1, 50.848 ve 4592,2 olarak bulunurken; bölgesel olarak incelendiğinde Doğu Avrupa'nın en yüksek insidans oranına (100.000 kişide 13.391,3), Kuzey Amerika'nın en yüksek prevalans ve DALY oranlarına (sırasıyla 100.000 kişide 61.332,5 ve 5821,4) sahip olduğu belirlenmiştir (Guan vd., 2025).

Kas-iskelet sistemi bozukluklarının sağlık maliyetleri incelendiğinde ise ilaç tedavileri, rehabilitasyon ve cerrahi müdahalelerden kaynaklanan maliyetin Birleşik Krallık'ta 4,7 milyar sterline ulaştığı ve Ulusal Sağlık Hizmeti programındaki üçüncü en maliyetli durum olduğu görülmüştür (Guan vd., 2025). Tek başına sarkopeni ise yüksek hareket kabiliyeti kaybı, yaşam kalitesinde azalma, tedavi ve bakım yükünde artış ve engelliliğe neden olarak hastaneye yatış olasılığını yaklaşık iki kat arttırmakta ve daha uzun hastanede kalış süresine neden olması sebebiyle yıllık hastane harcamalarında artışa neden olmaktadır (Goates vd., 2019). Sarkopeni ile hastanede yatış süresi arasındaki ilişkinin incelendiği bir çalışmada sarkopeni tanısı alan bireylerin ortalama $13,4 \pm 8,8$ gün, sarkopenik olmayan bireylerin $9,4 \pm 7$ gün ($p = 0,003$) hastanede tedavi gördüğü saptanmıştır. Sarkopeni ile hastaneye yatış arasındaki ilişkinin incelendiği başka bir çalışmada ise düşük kas yoğunluğu (RR 1,5, %95 CI 1,2-1,7) ve kavrama gücü (RR 1,5, %95 CI 1,3-1,8) ile hastaneye yatış arasında önemli bir ilişki olduğu bulunmuştur (Beaudart vd., 2014).

Hertfordshire Kohort Çalışması'na (HCS) katılan, toplumda yaşayan 71-80 yaş arası bireylerde yalnızca sarkopeninin neden olduğu sağlık harcamaları incelendiğinde kas zayıflığı olanlarda ortalama toplam yıllık maliyetin 4592 £ (CI 2962 £-6221 £), kas zayıflığı ile ilişkili toplam aşırı maliyetin ise kişi

başına yılda 2707 £ olduğu görülmüştür. Ülke genelinde ise yıllık aşırı maliyet 2,5 milyar £ olduğu tahmin edilmektedir (Pinedo-Villanueva vd., 2019). ABD’de sarkopeni ile ilişkili ekonomik yükün incelendiği bir çalışmada ise sarkopenisi olan bireylerde tahmini toplam hastane yatış maliyetinin 40,4 milyar dolar, kişi başına ortalama maliyetin 260 dolar olduğu ve yaşlı yetişkinlerde (≥ 65 yaş) (375 dolar) genç yetişkinlere (40-64 yaş) (204 doları) kıyasla maliyetin daha yüksek olduğu saptanmıştır (Goates vd., 2019). Sarkopeninin hastane yatış maliyetleri üzerine etkisinin incelendiği bir diğer çalışmada ise 65 yaş altındaki hastalarda 1240 € (95% güven aralığı (GA): 596-1887 €) ve 65 yaş ve üzeri hastalar için 721 € (95% GA: 13-1429 €) maliyeti artırdığı belirlenmiştir. Sonuç olarak sarkopeninin hastane yatış maliyetleriyle bağımsız olarak ilişkili olduğu ve erken tanının olumsuz sonuçların azaltılmasında ve dolayısıyla da maliyetlerinin azaltılmasında etkili olacağı öngörülmüştür (Sousa vd., 2016).

8. SARKOPENİ SONUÇLARI

İnsanlarda toplam vücut ağırlığının %40’ını oluşturan iskelet kası hareket, duruş kontrolü, kuvvet, çiğneme, solunum; substrat depolama ve ısı üretimi gibi metabolik süreçlerde rol oynamaktadır (Najm vd., 2024). Bu nedenle iskelet kas kütlesi ve fonksiyonunda yaşanan düşüş yaşlı bireylerde morbitide ve mortalite oranlarını büyük ölçüde artırmaktadır (Ai vd., 2021). Sarkopeni sonucunda bireylerde sakatlık riski, düşmeler ve düşmelerle ilgili yaralanmalar gibi önemli sağlık sorunları görülebilmektedir (Papadopoulou, 2020). Bu sağlık sorunlarıyla birlikte hastaneye yatış riski önemli ölçüde artırmaktadır (Voulgaridou vd., 2024). Uzun süreli hastane yatışlarının bir sonucu olarak ise sarkopenik hastalarda bası ülserleri ile sık karşılaşılmaktadır (Faxén-Irving vd., 2021). Ayrıca bu hastane

yatışları sırasında bakım maliyeti de sarkopeni ile birlikte artmaktadır (Cruz-Jentoft vd., 2018).

Güç ve fiziksel fonksiyonlarda yaşanan azalma bireylerin öz bakım becerilerinde de gerilemeye yol açmaktadır (Mayhew vd., 2019). Sonucunda bireyler yürüme, tualete gitme, yemek yeme ve sosyalleşme gibi günlük yaşam aktivitelerini yerine getirmekte güçlük çekmekte ve sarkopeni yetersiz beslenmeyle bir arada bulunduğu stres faktörlerine karşı savunmasızlık yani kırılganlık artmaktadır (Faxén-Irving vd., 2021). Bu nedenle fiziksel engelliliğin veya işlevsel bağımlılığın henüz başlamadığı erken evrelerde müdahalelerde bulunulması sarkopeninin ilerlemesini yavaşlatmak ve fiziksel engelliliği önlemek için değerli bir fırsattır (Ishii vd., 2014). Zamanında müdahale edilmediğinde ortaya çıkan bu sonuçlar nedeniyle bireylerin kişisel, sosyal ve ekonomik yükleri artırmaktadır (Cruz-Jentoft vd., 2019). Ancak bireyler kas fonksiyonlarındaki azalma patolojik hale gelip fiziksel ve fonksiyonel bağımlılığa yol açana kadar sarkopeninin farkında olmamaktadır. Bu durum tıbbi yardım alma olasılıklarını düşürdüğü için fiziksel engellilik ortaya çıkmadan sarkopeninin belirlenmesi amacıyla toplum taramaları yapılması gerekmektedir (Ishii vd., 2014).

KAYNAKÇA

- Ai, Y., Xu, R., & Liu, L. (2021). The prevalence and risk factors of sarcopenia in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *Diabetology and Metabolic Syndrome*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/S13098-021-00707-7>,
- An, J. N., Kim, J. K., Lee, H. S., Kim, S. G., Kim, H. J., & Song, Y. R. (2021). Late stage 3 chronic kidney disease is an independent risk factor for sarcopenia, but not proteinuria. *Scientific Reports*, 11(1), 18472. <https://doi.org/10.1038/S41598-021-97952-7>
- Arı, M., Başer, G., İlçin, N., Eylül Üniversitesi, D., Bilimleri Enstitüsü, S., Karatay Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, K., Hizmetler ve Teknikler Bölümü, T., & Eylül Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, D. (2024). Yaşlılarda Sarkopeni ve Toplumsal Katılım. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(3), 494-499. <https://doi.org/10.34087/CBUSBED.1417169>
- Bahat, G., Ozkok, S., Kilic, C., & Karan, M. A. (2021). SARC-F Questionnaire Detects Frailty in Older Adults. *The journal of nutrition, health & aging*, 25(4), 448-453. <https://doi.org/10.1007/S12603-020-1543-9>
- Barbosa-Silva, T. G., Menezes, A. M. B., Bielemann, R. M., Malmstrom, T. K., & Gonzalez, M. C. (2016). Enhancing SARC-F: Improving Sarcopenia Screening in the Clinical Practice. *Journal of the American Medical Directors Association*, 17(12), 1136-1141. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.08.004>
- Bauer, J., Biolo, G., Cederholm, T., Cesari, M., Cruz-Jentoft, A. J., Morley, J. E., Phillips, S., Sieber, C., Stehle, P., Teta,

- D., Visvanathan, R., Volpi, E., & Boirie, Y. (2013). Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: A position paper from the prot-age study group. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(8), 542-559. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2013.05.021>
- Bauer, J., Morley, J. E., Schols, A. M. W. J., Ferrucci, L., Cruz-Jentoft, A. J., Dent, E., Baracos, V. E., Crawford, J. A., Doehner, W., Heymsfield, S. B., Jatoi, A., Kalantar-Zadeh, K., Lainscak, M., Landi, F., Laviano, A., Mancuso, M., Muscaritoli, M., Prado, C. M., Strasser, F., ... Anker, S. D. (2019). Sarcopenia: A Time for Action. An SCWD Position Paper. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 10(5), 956. <https://doi.org/10.1002/JCSM.12483>
- Beaudart, C., Alcazar, J., Aprahamian, I., Batsis, J. A., Yamada, Y., Prado, C. M., Reginster, J. Y., Sanchez-Rodriguez, D., Lim, W. S., Sim, M., von Haehling, S., Woo, J., & Duque, G. (2025). Health outcomes of sarcopenia: a consensus report by the outcome working group of the Global Leadership Initiative in Sarcopenia (GLIS). *Aging Clinical and Experimental Research*, 37(1), 1-13. <https://doi.org/10.1007/S40520-025-02995-9>/METRICS
- Beaudart, C., Dawson, A., Shaw, S. C., Harvey, N. C., Kanis, J. A., Binkley, N., Reginster, J. Y., Chapurlat, R., Chan, D. C., Bruyère, O., Rizzoli, R., Cooper, C., Dennison, E. M., Adib, G., Brandi, M. L., Chevalley, T., Clark, P., Dawson-Hughes, B., El Maghraoui, A., ... Veronese, N. (2017). Nutrition and physical activity in the prevention and treatment of sarcopenia: systematic review. *Osteoporosis International*, 28(6), 1817-1833. <https://doi.org/10.1007/S00198-017-3980-9>,

- Beaudart, C., Rizzoli, R., Bruyère, O., Reginster, J. Y., & Biver, E. (2014). Sarcopenia: burden and challenges for public health. *Archives of Public Health*, 72(1), 45. <https://doi.org/10.1186/2049-3258-72-45>
- Beaudart, C., Sanchez-Rodriguez, D., Locquet, M., Reginster, J. Y., Lengelé, L., & Bruyère, O. (2019). Malnutrition as a Strong Predictor of the Onset of Sarcopenia. *Nutrients* 2019, Vol. 11, Page 2883, 11(12), 2883. <https://doi.org/10.3390/NU11122883>
- Beckwée, D., Delaere, A., Aelbrecht, S., Baert, V., Beaudart, C., Bruyere, O., de Saint-Hubert, M., & Bautmans, I. (2019). Exercise Interventions for the Prevention and Treatment of Sarcopenia. A Systematic Umbrella Review. *The Journal of nutrition, health and aging*, 23(6), 494-502. <https://doi.org/10.1007/S12603-019-1196-8>
- Bosaeus, I., & Rothenberg, E. (2016). Nutrition and physical activity for the prevention and treatment of age-related sarcopenia. *Proceedings of the Nutrition Society*, 75(2), 174-180. <https://doi.org/10.1017/S002966511500422X>
- Cereda, E., Pisati, R., Rondanelli, M., & Caccialanza, R. (2022). Whey Protein, Leucine-and Vitamin-D-Enriched Oral Nutritional Supplementation for the Treatment of Sarcopenia. *Nutrients*, 14(7), 1524. <https://doi.org/10.3390/NU14071524/S1>
- Chen, L. K., Arai, H., Assantachai, P., Akishita, M., Chew, S. T. H., Dumlao, L. C., Duque, G., & Woo, J. (2022). Roles of nutrition in muscle health of community-dwelling older adults: evidence-based expert consensus from Asian Working Group for Sarcopenia. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 13(3), 1653-1672. <https://doi.org/10.1002/JCSM.12981>

- Chen, L. K., Woo, J., Assantachai, P., Auyeung, T. W., Chou, M. Y., Iijima, K., Jang, H. C., Kang, L., Kim, M., Kim, S., Kojima, T., Kuzuya, M., Lee, J. S. W., Lee, S. Y., Lee, W. J., Lee, Y., Liang, C. K., Lim, J. Y., Lim, W. S., ... Arai, H. (2020). Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus Update on Sarcopenia Diagnosis and Treatment. *Journal of the American Medical Directors Association*, 21(3), 300-307.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.12.012>
- Chew, S. T. H., Tey, S. L., Yalawar, M., Liu, Z., Baggs, G., How, C. H., Cheong, M., Chow, W. L., Low, Y. L., Huynh, D. T. T., & Tan, N. C. (2022). Prevalence and associated factors of sarcopenia in community-dwelling older adults at risk of malnutrition. *BMC Geriatrics*, 22(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/S12877-022-03704-1>/PEER-REVIEW
- Cho, M. R., Lee, S., & Song, S. K. (2022). A Review of Sarcopenia Pathophysiology, Diagnosis, Treatment and Future Direction. *Journal of Korean Medical Science*, 37(18). <https://doi.org/10.3346/JKMS.2022.37.E146>
- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F. C., Michel, J. P., Rolland, Y., Schneider, S. M., Topinková, E., Vandewoude, M., & Zamboni, M. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing*, 39(4), 412. <https://doi.org/10.1093/AGEING/AFQ034>
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., Zamboni, M., Bautmans, I.,

- Baeyens, J. P., Cesari, M., ... Schols, J. (2018). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16. <https://doi.org/10.1093/AGEING/AFY169>
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., Zamboni, M., Bautmans, I., Baeyens, J. P., Cesari, M., ... Schols, J. (2019). Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16. <https://doi.org/10.1093/AGEING/AFY169>
- Cuciureanu, D., Filip, P.-V., Pop, C.-S., & Diaconu, S.-L. (2024). A short history of sarcopenia and frailty and their impact on advanced chronic liver disease. *Journal of Medicine and Life*, 17(7), 660. <https://doi.org/10.25122/JML-2024-0304>
- Deutz, N. E. P., Bauer, J. M., Barazzoni, R., Biolo, G., Boirie, Y., Bosy-Westphal, A., Cederholm, T., Cruz-Jentoft, A., Krznarić, Z., Nair, K. S., Singer, P., Teta, D., Tipton, K., & Calder, P. C. (2014). Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: Recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clinical Nutrition*, 33(6), 929-936. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.04.007>
- Dhillon, R. J. S., & Hasni, S. (2017). Pathogenesis and Management of Sarcopenia. *Clinics in Geriatric Medicine*, 33(1), 17-26. <https://doi.org/10.1016/J.CGER.2016.08.002>
- Dişçigil, G., & Sökmen, Ü. N. (2017). Sarcopenia in the elderly. *The Journal of Turkish Family Physician*, 8(2). <https://turkishfamilyphysician.com/articles/review/sarcompenia-in-the-elderly/>

- Erbas Sacar, D., Kılıc, C., Oren, M. M., Erdogan, T., Ozkok, S., Ozer Aydın, C., Catikkas, N. M., Karan, M. A., & Bahat, G. (2022). Probable sarcopenia: associations with common geriatric syndromes and comorbidities in Turkish geriatric patients from a university hospital. *European Geriatric Medicine*, 13(6), 1299-1308. <https://doi.org/10.1007/S41999-022-00691-9/TABLES/3>
- Erkoyun, E., & Uçku, R. (2020). The prevalence of sarcopenia risk and associated factors in patients aged 65-79 years living in a district of Izmir province of Turkey. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 66(1), 10. <https://doi.org/10.5606/TFTRD.2020.3231>
- Evans, W. J., Guralnik, J., Cawthon, P., Appleby, J., Landi, F., Clarke, L., Vellas, B., Ferrucci, L., & Roubenoff, R. (2024). Sarcopenia: no consensus, no diagnostic criteria, and no approved indication—How did we get here? *GeroScience*, 46(1), 183. <https://doi.org/10.1007/S11357-023-01016-9>
- Faxén-Irving, G., Luiking, Y., Grönstedt, H., Franzén, E., Seiger, Vikström, S., Wimo, A., Boström, A. M., & Cederholm, T. (2021). Do Malnutrition, Sarcopenia and Frailty Overlap in Nursing-Home Residents? *The Journal of frailty & aging*, 10(1), 17-21. <https://doi.org/10.14283/JFA.2020.45>
- Ganapathy, A., & Nieves, J. W. (2020). Nutrition and Sarcopenia—What Do We Know? *Nutrients*, 12(6), 1-25. <https://doi.org/10.3390/NU12061755>
- Goates, S., Du, K., Arensberg, M. B., Gaillard, T., Guralnik, J., & Pereira, S. L. (2019). Economic Impact of Hospitalizations in US Adults with Sarcopenia. *Journal of Frailty and Aging*, 8(2), 93-99. <https://doi.org/10.14283/jfa.2019.10>

- Guan, S. Y., Zheng, J. X., Zhang, S. X., Xu, S., Shuai, Z., Cai, H. Y., & Pan, F. (2025). Global Burden of Musculoskeletal Disorders in Adults Aged 50 and Over, 1990–2021: Risk Factors and Sociodemographic Inequalities. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 16(4), e70008. <https://doi.org/10.1002/JCSM.70008>
- Ishii, S., Tanaka, T., Shibasaki, K., Ouchi, Y., Kikutani, T., Higashiguchi, T., Obuchi, S. P., Ishikawa-Takata, K., Hirano, H., Kawai, H., Tsuji, T., & Iijima, K. (2014). Development of a simple screening test for sarcopenia in older adults. *Geriatrics and Gerontology International*, 14(SUPPL.1), 93-101. <https://doi.org/10.1111/GGI.12197/SUPPINFO>
- Ispoglou, T., Norton, C., & McCullough, D. (2025). Editorial: Preventing sarcopenia and promoting musculoskeletal health in middle-aged adults: the role of exercise and nutrition. *Frontiers in Sports and Active Living*, 7, 1601326. <https://doi.org/10.3389/FSPOR.2025.1601326>
- Koca, T. T., & Yıldız, B. T. (2023). Sarkopeni'ye Genel Bakış ve İlişkili Faktörler. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 18(3), 99-104. <https://doi.org/10.17517/KSUTFD.1225196>
- Li, X., Kong, X., & Li, R. (2023). Correlation between lipoprotein(a), albuminuria, myostatin and sarcopenia in elderly patients with type 2 diabetes. *Journal of diabetes and its complications*, 37(1). <https://doi.org/10.1016/J.JDIACOMP.2022.108382>
- Luo, J., & Lee, R. Y. W. (2025). Physical Activity Reduces the Incidence of Sarcopenia in Middle-Aged Adults. *Ageing International*, 50(1), 1-13. <https://doi.org/10.1007/S12126-025-09590-3/TABLES/6>

- Malmstrom, T. K., & Morley, J. E. (2013). SARC-F: a simple questionnaire to rapidly diagnose sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(8), 531-532. <https://doi.org/10.1016/J.JAMDA.2013.05.018>
- Mayhew, A. J., Amog, K., Phillips, S., Parise, G., McNicholas, P. D., De Souza, R. J., Thabane, L., & Raina, P. (2019). The prevalence of sarcopenia in community-dwelling older adults, an exploration of differences between studies and within definitions: a systematic review and meta-analyses. *Age and Ageing*, 48(1), 48-56. <https://doi.org/10.1093/AGEING/AFY106>
- Meng, S., He, X., Fu, X., Zhang, X., Tong, M., Li, W., Zhang, W., Shi, X., & Liu, K. (2024). The prevalence of sarcopenia and risk factors in the older adult in China: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 12, 1415398. <https://doi.org/10.3389/FPUBH.2024.1415398/BIBTEX>
- Morley, J. E., Argiles, J. M., Evans, W. J., Bhasin, S., Cella, D., Deutz, N. E. P., Doehner, W., Fearon, K. C. H., Ferrucci, L., Hellerstein, M. K., Kalantar-Zadeh, K., Lochs, H., MacDonald, N., Mulligan, K., Muscaritoli, M., Ponikowski, P., Posthauer, M. E., Fanelli, F. R., Schambelan, M., ... Anker, S. D. (2010). Nutritional Recommendations for the Management of Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*, 11(6), 391. <https://doi.org/10.1016/J.JAMDA.2010.04.014>
- Najm, A., Niculescu, A. G., Grumezescu, A. M., & Beuran, M. (2024). Emerging Therapeutic Strategies in Sarcopenia: An Updated Review on Pathogenesis and Treatment Advances. *International Journal of Molecular Sciences*

2024, Vol. 25, Page 4300, 25(8), 4300.
<https://doi.org/10.3390/IJMS25084300>

- Ozer, F. F., Akin, S., Tasci, İ., Tasar, P. T., Savas, S., Cincin, A. T., Yavuzer, H., Erdinciler, D. S., Balci, C., Esme, M., Ozturk, Z. A., Sezgin, G., Nalbant, S., Varli, M., Karan, M. A., & Saka, B. (2021). Risk of sarcopenia in hospitalized patients and related clinical factors: a multicenter study from Turkey. *European Geriatric Medicine*, 12(4), 863-870. <https://doi.org/10.1007/S41999-021-00499-Z>,
- Papadopoulou, S. K. (2020). Sarcopenia: A Contemporary Health Problem among Older Adult Populations. *Nutrients*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/NU12051293>
- Papadopoulou, S. K., Papadimitriou, K., Voulgaridou, G., Georgaki, E., Tsofidou, E., Zantidou, O., & Papandreou, D. (2021). Exercise and Nutrition Impact on Osteoporosis and Sarcopenia-The Incidence of Osteosarcopenia: A Narrative Review. *Nutrients*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/NU13124499>
- Petermann-Rocha, F., Balntzi, V., Gray, S. R., Lara, J., Ho, F. K., Pell, J. P., & Celis-Morales, C. (2022). Global prevalence of sarcopenia and severe sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 13(1), 86-99. <https://doi.org/10.1002/JCSM.12783>,
- Pinedo-Villanueva, R., Westbury, L. D., Syddall, H. E., Sanchez-Santos, M. T., Dennison, E. M., Robinson, S. M., & Cooper, C. (2019). Health Care Costs Associated With Muscle Weakness: A UK Population-Based Estimate. *Calcified Tissue International*, 104(2), 137-144. <https://doi.org/10.1007/S00223-018-0478-1>,

- Prokopidis, K., Testa, G. D., Giannaki, C. D., Stavrinou, P., Kelaiditi, E., Hoogendijk, E. O., & Veronese, N. (2025). Prognostic and Associative Significance of Malnutrition in Sarcopenia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Advances in Nutrition*, 16(5), 100428. <https://doi.org/10.1016/J.ADVNUT.2025.100428>
- Robinson, S. M., Reginster, J. Y., Rizzoli, R., Shaw, S. C., Kanis, J. A., Bautmans, I., Bischoff-Ferrari, H., Bruyère, O., Cesari, M., Dawson-Hughes, B., Fielding, R. A., Kaufman, J. M., Landi, F., Malafarina, V., Rolland, Y., van Loon, L. J., Vellas, B., Visser, M., Cooper, C., ... Rueda, R. (2017). Does Nutrition Play a Role in the Prevention and Management of Sarcopenia? *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 37(4), 1121. <https://doi.org/10.1016/J.CLNU.2017.08.016>
- Sousa, A. S., Guerra, R. S., Fonseca, I., Pichel, F., Ferreira, S., & Amaral, T. F. (2016). Financial impact of sarcopenia on hospitalization costs. *European Journal of Clinical Nutrition*, 70(9), 1046-1051. <https://doi.org/10.1038/EJCN.2016.73;SUBJMETA>
- Tan, T. W., Tan, H. L., Hsu, M. F., Huang, H. L., & Chung, Y. C. (2023). Effect of non-pharmacological interventions on the prevention of sarcopenia in menopausal women: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Women's Health*, 23(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/S12905-023-02749-7/TABLES/3>
- Voulgaridou, G., Tyrovolas, S., Detopoulou, P., Tsoumana, D., Drakaki, M., Apostolou, T., Chatziprodromidou, I. P., Papandreou, D., Giaginis, C., & Papadopoulou, S. K. (2024). Diagnostic Criteria and Measurement Techniques of Sarcopenia: A Critical Evaluation of the Up-to-Date

- Evidence. *Nutrients*, 16(3), 436.
<https://doi.org/10.3390/NU16030436>
- Weng, S. E., Huang, Y. W., Tseng, Y. C., Peng, H. R., Lai, H. Y., Akishita, M., Arai, H., Hsiao, F. Y., & Chen, L. K. (2025). The Evolving Landscape of Sarcopenia in Asia: A Systematic review and meta-analysis following the 2019 Asian working group for sarcopenia (AWGS) diagnostic criteria. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 128, 105596.
<https://doi.org/10.1016/J.ARCHGER.2024.105596>
- Witard, O. C., Wardle, S. L., Macnaughton, L. S., Hodgson, A. B., & Tipton, K. D. (2016). Protein Considerations for Optimising Skeletal Muscle Mass in Healthy Young and Older Adults. *Nutrients*, 8(4), 181.
<https://doi.org/10.3390/NU8040181>
- Yuan, S., & Larsson, S. C. (2023). Epidemiology of sarcopenia: Prevalence, risk factors, and consequences. *Metabolism*, 144, 155533.
<https://doi.org/10.1016/J.METABOL.2023.155533>
- Zhan, Z., Zhang, Y., Wu, J., Lin, J., & Yan, S. (2025). Predictive efficacy of different diagnostic criteria for sarcopenia in osteoporosis and fractures. *Scientific Reports*, 15(1), 9473. <https://doi.org/10.1038/S41598-025-93988-1>

GÜRÜLTÜ KİRLİLİĞİ VE SAĞLIK: AKUSTİK FİZİĞİN HALK SAĞLIĞI ETKİLERİ

Lütfiye PARLAK¹

Betül DEMİREZEN²

1. GİRİŞ

Ses, insan kulağının algılayabildiği basınç dalgalanmalarının taşınımı ile ortaya çıkan bir enerji biçimi olarak tanımlanmaktadır. Ses, bir nesnenin titreşim hareketi sonucunda meydana gelir ve bu titreşimlerin hava ya da diğer ortamlarda dalga formunda yayılması ile dinleyici tarafından algılanabilir hâle gelir. Ses, dalgaların titreşim hareketi sonucunda oluştuğundan fiziksel bir olgudur. Buna karşılık gürültü; aynı dalga yapısının belirli bir süre ya da sürekli maruziyet altında bireyde huzursuzluk ve rahatsızlık hissi oluşturan, düzensiz yapılı, belirgin bir frekansa sahip olmayan ve geniş bir frekans aralığında ortaya çıkabilen istenmeyen sesler olarak tanımlanmaktadır. Gürültünün uzun yıllar boyunca yalnızca işitme sistemi üzerinde olumsuz etkilere yol açtığı düşünülmüştür. Ancak güncel bilimsel araştırmalar, gürültünün sağlık üzerindeki etkilerinin çok daha kapsamlı olduğunu ortaya koymakta; özellikle çeşitli fizyolojik süreçler üzerindeki etkileri ve bunların zamanla hafif ya da ciddi kronik patolojik sonuçlara dönüşme potansiyeli üzerinde yoğunlaşmaktadır (Toprak ve ark., 2004).

¹ Öğr. Gör. Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Simav Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, ORCID: 0000-0001-8481-3874.

² Öğr. Gör. Dr. Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Simav Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, ORCID: 0000-0003-3458-5847.

Gürültü dünya çapında milyonlarca insanı etkilemekte olan bir halk sağlığı sorunu olarak daha fazla kabul görmektedir. Şehirleşme ve sanayileşme arttıkça ve ulaşım sistemleri geliştikçe bireyler trafik yoğunluğundan ve günlük aktivitelerden kaynaklanan kronik gürültüye maruz kalmaktadır. Gürültü bireyleri sadece işitsel olarak olumsuz etkilemekle kalmaz. Aynı zamanda gürültü beyinde hipotalamus-hipofiz-adrenal eksenini harekete geçirebilen ve kortizol salgısını artırabilen güçlü bir çevresel stres faktörüdür (Babisch, 2011). Orta düzeydeki gürültü bile fizyolojik uyarılmaya, uyku bozukluğuna ve olumsuz duygusal tepkilere ve buna bağlı olarak kronik strese neden olabilir (Basner ve ark., 2014).

Psikolojik etkilerinin yanı sıra, uzun süreli gürültüye maruz kalmanın hem işitsel hem de kardiyovasküler sağlık sorunlarıyla ilişkili olduğu görülmüştür. Gürültü kaynaklı işitme kaybı, özellikle endüstriyel veya yüksek desibel ortamlara maruz kalan bireyler arasında, küresel olarak en yaygın mesleki hastalıklardan biri olmaya devam etmektedir (Masterson ve ark., 2016). Bu bulgular, gürültü, stres fizyolojisi, işitme sağlığı ve kardiyovasküler riskin birbiriyle bağlantılı yapısını vurgulamakta ve önleyici stratejilere ve çevresel düzenlemelere acil ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır.

2. SES VE GÜRÜLTÜ KAVRAMLARI

Ses şiddeti, ses dalgalarının birim yüzeye uyguladığı basınç olarak tanımlanmakta ve genellikle desibel (dB) cinsinden ifade edilmektedir. Bu büyüklük, kulağın algıladığı sesin ya da gürültünün genliğiyle doğrudan ilişkilidir (Şahinoğlu ve ark., 2017).

Desibel, ses şiddetini ölçmek için kullanılan temel birimdir. İnsan işitme duyarlılığı dikkate alınarak düzenlenmiş, logaritmik temelli bir ölçüm ölçeğini temsil etmektedir.

Tablo 1. Ses seviyelerine göre fiziksel rahatsızlıklar

Gürültü Seviyesi		Fiziksel Rahatsızlıklar
Sessiz laboratuvar ortamında kaydedilen ses	0-10 dBA	
Yaprak hışırtısı sesi	8-10 dBA	
Kâğıt hışırtısı sesi	11-20 dBA	
Saat tik-tak sesleri	21-30 dBA	
Sakin müzik sesi	31-40 dBA	
Sakin ofis ortamı sesi	41-50 dBA	Konforsuzluk, rahatsızlık, öfke, kızgınlık, uyku ve konsantrasyon bozukluğu
Kalabalık gürültü sesi	51-60 dBA	
Kapı zili sesi	61-70 dBA	
Yoğun cadde gürültüsü	71-80 dBA	Fizyolojik tepkiler; kan basıncının artması, kalp atışı ve solunumun hızlanması, beyin sıvısındaki basıncın azalması, ani refleksler
Fabrika gürültüsü	81-90 dBA	
Yük treni sesi	91-100 dBA	Fizyolojik tepkilerin artması, baş ağrıları
Gök Gürültüsü	101-110 dBA	
Çalışan uçak pervanesi sesi	111-120 dBA	
Ağrı eşiği	121-130 dBA	İç kulakta sürekli hasar ve dengenin bozulması
Jet motoru sesi	131-140 dBA	
Uzay mekiği fırlatılma anındaki gürültü	200 dBA	Kulak zarının yırtılması, ciddi beyin tahribatı

İnsan işitme sistemi, yaklaşık 20 ile 20000 Hz frekans aralığında yer alan sesleri algılayabilmektedir. Bireyin işitme duyusuyla algılayabildiği en yüksek frekans düzeyi genellikle yaklaşık 16000 Hz olarak kabul edilmekte olup, yaşın ilerlemesiyle birlikte bu üst sınır giderek azalmakta ve çoğu bireyde 10000 Hz seviyesine kadar düşebilmektedir (Rodríguez Valiente ve ark., 2014). Konuşma sesinin frekansı çoğunlukla 500-2000 Hertz arasında yer alır (Wilson ve ark., 2014).

Sesin bireyler tarafından algılanışı, kişisel duyarlılık ve deneyimlere bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bir kişi için hoş ve müzikal nitelikte olan bir ses, başka bir birey tarafından rahatsız edici bir gürültü olarak algılanabilir. Gürültü, genel olarak belirli bir düzeni veya tekrarlayan bir yapısı bulunmayan, karmaşık ve düzensiz titreşimlerden oluşan akustik sinyaller şeklinde tanımlanmaktadır. Gürültü türleri oldukça çeşitlidir ve bu çeşitlilik; sesin frekans içeriği, iletiği ortamın özellikleri ve

zaman içerisindeki değişim profili gibi faktörlere bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Tablo 1’ de gürültü seviyeleri dB cinsinden sınıflandırılarak sayısal aralıkları sunulmuş ve bu seviyelere sürekli olarak maruz kalınması durumunda ortaya çıkabilecek fiziksel etkiler ayrıntılı biçimde gösterilmiştir.

Gürültünün insan sağlığı üzerindeki etkileri genel olarak fizyolojik, psikolojik, fiziksel ve performansla ilişkin etkiler olmak üzere kategorize edilerek incelenmektedir. Yüksek düzeyde gürültüye maruz kalınması; işitme duyusunda azalma, tinnitus (kulak çınlaması) ve akustik travma gibi çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilmekte, maruziyetin devam etmesi durumunda ise bu etkilerin kalıcı hasarlara dönüşme riski bulunmaktadır. Avrupa Topluluğu’nda 2000 yılı itibarıyla 65 dB ve üzerindeki gürültü düzeylerine maruz kalan bireylerin dağılımı belirlenmiş olup, elde edilen veriler Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Gürültü ve Maruz Kalan Nüfus Oranı İlişkisi

Gündüz Gürültü Düzeyi (dBA)	Maruz Kalan Nüfus (%)
55'den az	28,9
55-60	26,9
60-65	21,9
65-70	14,7
70-75	6,2
75'den fazla	1,4

3. GÜRÜLTÜNÜN STRES, İŞİTME KAYBI, KALP HASTALIKLARIYLA İLİŞKİSİ

Dünya çapında çevre kirleticilerinden en yaygın olanlardan biri çevresel gürültüdür. Gürültüye sürekli maruz kalmak bireylerde işitme kaybı problemleri oluşturur. Bunun yanında araştırmalar gürültünün, bireylerin kardiyovasküler hastalık risklerini artırdığını ve fizyolojik stres tepkilerinin tetiklendiğini desteklemektedir (Basner ve ark., 2014; Münzel ve ark., 2018).

3.1. Biyolojik Mekanizmalar: İşitsel ve İşitsel Olmayan Yollar

Gürültü, insan sağlığını işitsel ve işitsel olmayan mekanizmalar aracılığıyla etkiler. İşitsel yol, koklear tüy hücrelerinde doğrudan mekanik hasara yol açarak kalıcı eşik kaymalarına neden olur (Liberman ve Kujawa, 2017). İşitsel olmayan yol ise sempatik sinir sistemi ve hipotalamik-hipofiz-adrenal ekseninin aktivasyonunu içerir ve bu da yüksek kortizol, oksidatif stres, endotel disfonksiyonu ve yüksek kan basıncına neden olur (Babisch, 2011; Münzel ve ark., 2018).

3.2. Gürültü ve Stres

Çevresel gürültüye sürekli maruz kalmak, kortizol ve adrenalin seviyelerinde artış, uyku bozukluğu ve duygusal sıkıntı gibi kronik stres tepkilerine neden olur (Stansfeld ve ark., 2000). Orta düzeylerde (50-60 dB) bile trafik gürültüsü, rahatsızlık, refah düzeyinde azalma ve stresin biyolojik belirteçlerinde artışla ilişkilidir (Basner ve McGuire, 2018).

3.3. Gürültüye Bağlı İşitme Kaybı

Gürültüye bağlı işitme kaybı, en yaygın çevresel ve mesleki sorunlardan biridir. 85 dB'nin üzerindeki gürültüye uzun süre maruz kalmak, geri dönüşü olmayan koklear hasara neden olur (Natarajan ve ark., 2024). Araştırmalar, kalıcı eşik kaymalarına neden olmayan gürültü seviyelerinin bile, "gizli işitme kaybı" olarak da bilinen koklear sinaptopatiye yol açabileceğini göstermektedir (Kujawa ve Liberman, 2009; Ponsot ve ark., 2024).

3.4. Gürültü ve Kardiyovasküler Hastalık

Çevresel gürültüye uzun süreli maruz kalmak, iskemik kalp hastalığı, hipertansiyon, felç ve miyokard enfarktüsü riskini artırır (Münzel ve ark., 2018; Zhang ve ark., 2024). Dünya Sağlık Örgütü, çevresel gürültüye bağlı kardiyovasküler

sonuçlar nedeniyle her yıl binlerce engelliliğe göre ayarlanmış yaşam yılı (DALY) kaybedildiğini tahmin etmektedir (WHO, 2011). Kronik gürültüye maruz kalma, endotel disfonksiyonuna, vasküler inflamasyona, otonomik dengesizliğe ve arteriyel sertliğin artmasına sebep olur (Münzel ve ark., 2025).

3.5. Hassas Nüfuslar

Kronik hastalığı olanlar, çocuklar, yaşlılar ve düşük sosyoekonomik gruplar, gürültüye maruz kalmaktan dolayı olumsuz etkilenmektedir (Clark ve Paunovic, 2018). Yüksek çevresel gürültüye maruz kalan çocuklarda bilişsel performansta bozulma, okuma becerisinde gecikme ve stres seviyelerinde artış görülmektedir (Bronzaft, 2017).

3.6. Politika, Önleme ve Klinik Sonuçlar

Gürültüye maruziyet, kentsel planlama, gürültü bariyerleri, uygun altyapı, iş güvenliği standartları ve kişisel koruyucu ekipmanlar yoluyla azaltılabilir. Klinisyenler, kardiyovasküler ve işitme sağlığı değerlendirmelerinin bir parçası olarak gürültüye maruziyet taraması yapılmalıdır (Basner ve ark., 2014).

4. GÜRÜLTÜ ÖLÇÜM TEKNİKLERİ

Ses, Sound Level Meter (SLM) olarak adlandırılan ses düzeyi ölçüm cihazları aracılığıyla belirlenir ve analiz edilir. İnsan kulağının farklı frekanslardaki seslere verdiği duyarlılığı daha doğru şekilde tespit edebilmek amacıyla ölçümlerde frekans ağırlıklandırma filtreleri kullanılmaktadır. Bu filtreler, A, B, C ve D ağırlıklandırmaları şeklinde sınıflandırılır ve her biri, sesin işitsel algıdaki karşılığını modelleyerek değerlendirme sürecinin gerçekliğe daha yakın olmasını sağlar (Ordoñez ve ark., 2010).

4.1. A Ağırlıklı Filtreler

İnsan işitme sistemi, tüm frekans aralıklarına eşit düzeyde duyarlılık göstermemektedir. Özellikle düşük frekanslı sesler, işitsel algı mekanizması tarafından daha zayıf algılanmaktadır. Bu fizyolojik farklılığı dikkate alan A-ağırlıklı ölçüm yöntemi, ses düzeyi verilerini insan kulağının frekanslara yönelik gerçek duyarlılık profiline uyarlamayı amaçlamaktadır. Böylece, ölçülen gürültü seviyeleri insan üzerindeki potansiyel etkileri açısından daha doğru ve bilimsel açıdan daha anlamlı bir değerlendirme sunmaktadır (Szalma ve ark., 2011).

Çevresel gürültü, çoğunlukla farklı frekans bantlarından oluşan karmaşık bir akustik yapıya sahiptir. A-ağırlıklı ölçüm yöntemi, çok bileşenli gürültü ortamlarında bireylerin algıladığı rahatsızlık düzeyini daha doğru biçimde belirlemek amacıyla tercih edilmektedir. Bu nedenle birçok ülkenin gürültü yönetmeliklerinde ve ilgili mevzuat düzenlemelerinde A-ağırlıklı ölçüm sonuçları standart bir değerlendirme ölçütü olarak kullanılmaktadır. A-ağırlıklı ölçüm yöntemiyle elde edilen gürültü düzeyi değerleri, standart olarak dB(A) birimiyle ifade edilmektedir (Casali, 2021).

4.2. B Ağırlıklı Filtreler

B ağırlıklı ölçüm, insan kulağının farklı frekanslara yönelik duyarlılık karakteristiğini esas alan ve geniş bir frekans aralığında ağırlıklandırma yapan elektronik bir filtreleme yaklaşımıdır (Wang ve ark., 2025). Bu ölçüm türü özellikle 60–90 dB aralığındaki orta düzey gürültülerin değerlendirilmesinde tercih edilmekte olup, ses sistemlerinin performans analizlerinde de yaygın biçimde kullanılmaktadır (Deshpande ve ark., 2024).

4.3. C Ağırlıklı Filtreler

C ağırlıklı ölçüm, genellikle 90 dB ve üzerindeki yüksek düzey gürültülerin değerlendirilmesinde kullanılan bir

yöntemdir. A ağırlıklı ölçüme kıyasla daha düz bir frekans tepkisine sahip olması, onu özellikle yüksek şiddette ve geniş bant karakteristiği gösteren gürültü türlerinin analizinde daha uygun hâle getirmektedir (Ogunlade ve ark., 2023). Bu özellikleri nedeniyle C ölçümü, geniş frekans aralığına sahip gürültü kaynaklarının değerlendirilmesinde ideal olup, yüksek gürültü seviyelerinin söz konusu olduğu endüstriyel ortamlarda, özellikle de makine kaynaklı gürültünün ölçümünde yaygın şekilde kullanılmaktadır.

4.4. D Ağırlıklı Filtreler

D ağırlıklı ölçüm, 120 dB'nin üzerindeki çok yüksek şiddetteki gürültülerin değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiş bir ağırlıklandırma türüdür. Özellikle havaalanları, uçak motorları ve benzeri geniş bantlı yüksek gürültü kaynaklarının ölçümünde tercih edilmektedir. Bu ağırlıklandırma, son derece yüksek ses düzeylerinin söz konusu olduğu endüstriyel ortamlarda, özellikle jet motorları gibi yoğun akustik enerji üreten kaynakların gürültü karakteristiklerinin belirlenmesinde etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

5. SONUÇ

Gürültü sadece bir çevresel rahatsızlık değil, aynı zamanda önemli bir halk sağlığı tehdididir. İşitme fonksiyonunu olumsuz etkiler, strese, uyku bozukluklarına neden olur ve buna bağlı kardiyovasküler hastalıkların gelişimine katkıda bulunur. Toplum düzeyinde maruziyeti azaltmak için multidisipliner politikalar ve klinik müdahaleler şarttır. Sonuç olarak, çevresel gürültünün sağlık üzerindeki çok yönlü etkilerinin azaltılabilmesi için kentsel planlama, endüstriyel düzenlemeler ve klinik taramalar dâhil olmak üzere bütüncül kontrol stratejilerinin uygulanması gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Babisch, W. (2011). Cardiovascular effects of noise. *Noise and Health*, 13(52), 201–204. 2012 Apr 14];13:201-204. <http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2011/13/52/201/80148>
- Basner, M., & McGuire, S. (2018). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Effects on Sleep. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(3), 519. <https://doi.org/10.3390/ijerph15030519>
- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., & Stansfeld, S. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*, 383(9925), 1325–1332. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X)
- Bronzaft, A.L. (2017). Impact of Noise on Health: The Divide between Policy and Science. *Open Journal of Social Sciences*, 5, 108-120. <https://doi.org/10.4236/jss.2017.55008>
- Casali, J. G. (2021). Sound and noise: Measurement and design guidance. *Handbook of Human Factors and Ergonomics*, 457-493. <https://doi.org/10.1002/9781119636113.ch18>
- Clark, C., & Paunovic, K. (2018). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Quality of Life, Wellbeing and Mental Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(11), 2400. <https://doi.org/10.3390/ijerph15112400>
- Deshpande, A. N., Baishya, S., Saha, S., Sodani, V., Shah, R., & Antala, A. (2024). Evaluation of Noise in Paediatric

- Dentistry and Change in Perception of Operators with Use of Ear Protection Devices. *Noise and Health*, 26(123), 501-506. https://doi.org/10.4103/nah.nah_72_24
- Kujawa, S. G., & Liberman, M. C. (2009). Adding insult to injury. *Journal of Neuroscience*, 29(45), 14077–14085. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2845-09.2009>
- Liberman, M. C., & Kujawa, S. G. (2017). Cochlear synaptopathy in acquired sensorineural hearing loss: Manifestations and mechanisms. *Hearing Research*, 349, 138–147. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2017.01.003>
- Masterson, E. A., Bushnell, P. T., Themann, C. L., Morata, T. C., & Rinsky, J. L. (2016). Hearing impairment among noise-exposed workers—United States, 2003–2012. *MMWR*, 65(15), 389–394. <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6515a2>
- Münzel, T., Daiber, A., Engelmann, N., Rösli, M., Kuntic, M., & Banks, J. L. (2025). Noise causes cardiovascular disease: it's time to act. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 35(1), 24-33. <https://doi.org/10.1038/s41370-024-00732-4>
- Münzel, T., Schmidt, F., Steven, S., Herzog, J., Daiber, A., & Sørensen, M. (2018). Environmental noise and cardiovascular system. *Journal of The American College of Cardiology*, 71(6), 688–697. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.12.015>
- Natarajan, N., Batts, S., & Stankovic, K. M. (2024). Noise-induced hearing loss. *Journal of Clinical Medicine*, 12(6), 2347. <https://doi.org/10.3390/jcm12062347>
- Ogunlade, M. A., Gbadamosi, S. L., Owolabi, I. E., & Nwulu, N. I. (2023). Noise measurement, characterization, and

- modeling for broadband indoor power communication system: A comprehensive survey. *Energies*, 16(3), 1535. <https://doi.org/10.3390/en16031535>
- Ordoñez, R., Aranda de Toro, M. A., & Hammershøi, D. (2010). Time and frequency weighting and the assessment of sound exposure. *Inter-Noise and Noise-Con Congress and Conference Proceedings*, (7), 4426–4435.
- Ponsot, E. (2024). Cochlear synaptopathy: Unravelling hidden hearing loss. *eLife*, 13, e104936. <https://doi.org/10.7554/eLife.104936>
- Rodríguez Valiente, A., Trinidad, A., García Berrocal, J. R., Górriz, C., & Ramírez Camacho, R. (2014). Extended high-frequency (9–20 kHz) audiometry reference thresholds in 645 healthy subjects. *International journal of audiology*, 53(8), 531-545. <https://doi.org/10.3109/14992027.2014.893375>
- Şahinoğlu, A., Güllü, A., & Dönertaş, M. A. (2017). GGG50 malzemenin torna tezgâhında işlenmesinde kesme parametrelerinin titreşim, ses şiddeti ve yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkisinin araştırılması. *Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 67-79. <https://www.researchgate.net/profile/Abidin-Sahinoglu/publication/330683626>
- Stansfeld, S. A., Haines, M. M., Burr, M., Berry, B., & Lercher, P. (2000). A review of environmental noise and mental health. *Noise and Health*, 2(8), 1-8. https://journals.lww.com/nohe/fulltext/2000/02080/a_review_of_environmental_noise_and_mental_health.1.aspx
- Szalma, J. L., & Hancock, P. A. (2011). Noise effects on human performance: a meta-analytic synthesis. *Psychological bulletin*, 137(4), 682.

- Toprak, R., & Aktürk, N. (2004). Gürültünün insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 61(1), 49-58. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1871171>
- Wang, W., Yu, G., & Sun, M. (2025). Signal processing method combining multilevel spectrum decomposition and A-weighting. In *Fourth International Conference on Electronics Technology and Artificial Intelligence (ETAI 2025)* (Vol. 13692, pp. 42-48). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.3068210>
- WHO, Burden of disease from environmental noise - Quantification of healthy life years lost in Europe, 7 July 2011 Meeting report. <https://www.who.int/publications/i/item/burden-of-disease-from-environmental-noise-quantification-of-healthy-life-years-lost-in-europe>
- Wilson, R. H., & McArdle, R. (2014). A treatise on the thresholds of interoctave frequencies: 1500, 3000, and 6000 Hz. *Journal of the American Academy of Audiology*, 25(02), 171-186. <https://doi.org/10.3766/jaaa.25.2.6>
- Zhang, H., Ye, R., Yang, H., Liu, Y., Zhao, L., Zhao, Y., ... & Xia, Y. (2024). Long-term noise exposure and cause-specific mortality in chronic respiratory diseases, considering the modifying effect of air pollution. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 282, 116740. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116740>

TÜRKİYE’DE ENERJİ KAYNAKLARININ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİ VE ÇEVRE SAĞLIĞI¹

Aydın OKUR²

Arzu COMBA³

1. GİRİŞ

Enerji, canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli olan temel ihtiyaçlardan birini oluşturmaktadır. Başlangıçta sadece insanlar için yaşamı idame ettirme aracı olan enerji, teknoloji ve yaşam standartlarının da yükselmesiyle sosyo-ekonomik kalkınmanın önemli faktörlerinden birisi haline gelmiştir. Ayrıca enerji, üretimi ve tüketimi ülkelerin gelişmişlik düzeylerini belirlemede kullanılan geçerli göstergelerden birisidir. Günümüzde bir yandan artan dünya nüfusu, diğer yandan hızlı sanayileşme sonucu enerji, ülkelerin ekonomileri için son derece önemli bir konu haline gelmiştir. Hızlı sanayileşmeyle birlikte artan enerji sorununun fosil yakıtlarla karşılanmaya çalışılması, çevre ve doğal kaynaklar üzerinde baskı oluşturacak düzeylere gelmiştir. Zamanla fosil yakıtların tükenmesi ve fiyatlarının istikrarsız olmasının yanı sıra çevreye verdiği zararlar ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri fosil yakıtların sürdürülebilir bir enerji kaynağı olmadığını göstermektedir.

¹ Bu çalışma 1. Yazarın yüksek lisans tez çalışmasının genel bilgiler kısmından derlenmiştir.

² Amasya Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Elektrik ve Enerji Bölümü, ORCID: 0009-0007-6176-1718.

³ Hitit Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Kimya ve Kimyasal İşleme Teknolojileri Bölümü, ORCID: 0000-0001-9462-8998.

Tüm dünyada enerjinin her geçen gün artan önemi, ülkelerin iç ve dış politikalarının belirlenmesinde en önemli etkenlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Enerji politikalarının oluşturulmasında, enerji kaynaklarına ulaşım biçimi, kaynakların sürekliliği, güvenli ve kaliteli olması, üretim yöntemleri, son kullanıcıya kadar sorunsuz ulaştırılması çevreye ve ekolojik dengeye olan etkileri ve tüketimde verimlilik ölçütleri gibi konular ayrı ayrı ele alınıp değerlendirilmeler yapılmaktadır. Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye'nin de büyümesinin temel kaynağını enerji oluşturmaktadır. Ancak bilindiği

üzere Türkiye mevcut enerji arzına nazaran enerji talebi daha yüksek olan yani net enerji ithal eden bir ülke konumundadır. Bu olgu, Türkiye'nin bir yandan dışa bağımlılığını artırırken diğer yandan cari açığın artmasına neden olmaktadır. Bu yüzden Türkiye'nin fosil yakıtlar dışındaki potansiyel enerji kaynaklarını harekete geçirmesi ekonomik kalkınmaya önemli katkılar sağlayacaktır. Bu alternatif kaynaklara bakıldığında bunların güneş, rüzgâr, jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynakları olduğu ortaya çıkacaktır.

Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil enerji kaynaklarına göre çevreye ve insana daha az zarar vermektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları hidroelektrik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle ve dalga enerjisinden oluşmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının, yerli kaynak olması, kolay elde edilebilmesi ve kendini sürekli yenilemesiyle dünyada giderek artan şekilde kullanıldığı görülmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Enerji Kaynakları ve Çeşitleri

Enerji, maddelerin yapısında var olan ve çeşitli şekillerde açığa çıkan güçtür. Fiziksel anlamda enerji, nesnelerin hareket

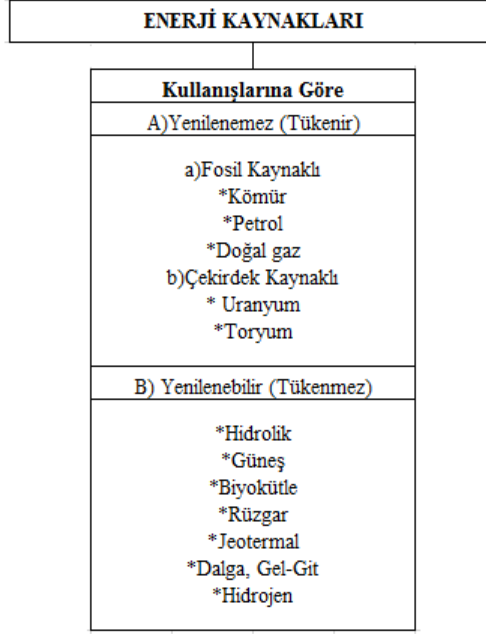
ettirici gücü, iş yapabilme kapasitesini ifade eder (Erdoğan, 2016). Enerji, maddelerde depolanmış halde bulunmakta ve ısı, ışık, termal, mekanik vd. hallerine dönüşebilmektedir.

Enerji, ülkelerin gelişmişlik seviyesini gösteren en önemli göstergelerden biridir. Enerjinin zor üretilmesi ve sınırlı miktarda olması nedeniyle enerji talep eden ülkeler bu durumdan sürekli tedirginlik duymaktadır. Bu tedirginlik ülkelerin enerji politikalarını ve dolayısıyla da diğer ekonomi politikalarının değişmesine neden olmaktadır. Dünya’da süren savaşların, barışların, antlaşmaların, ekonomik faaliyetlerin ve terör olaylarının enerjiyle bir şekilde bağları olduğu düşünülebilir. Dünyada enerji kaynakları hem üretim olarak hem de tüketim olarak bazı bölgelerde yoğunlaşmıştır. Enerji üretiminde Kuzey ve Orta Amerika, Orta Doğu, Rusya, Kafkasya, Hazar ve Orta Asya da yoğunlaşmış, tüketimde ise Uzak Doğu, Kuzey Amerika, Avrupa ve Japonya da yoğunlaşmış şekilde bulunmaktadır.

Enerji günümüzde insan yaşamında birçok kolaylığı sağlamasına rağmen bazı sorunlarında nedeni olmaktadır. Enerji yüzünden ülkeler kıyasıya rekabete girmiş ve birçok savaşa neden olmuşlardır. Birinci Dünya Savaşı, İkinci Dünya Savaşı, Kore Savaşı, Vietnam Savaşı, Arap-İsrail Savaşı, Afganistan ve Irak Savaşlarının meydana gelmesinin nedenlerinden birisinin de enerji kaynaklarına sahip olmak ve enerji yollarını kontrol edebilmek olduğu söylenebilir.

Dünyada döngünün devam edebilmesi için enerji şarttır. Dünya nüfusunun sürekli artması ve buna paralel olarak yeni mal ve hizmetlerin üretiminin artırılması amacıyla geliştirilen sanayinin ve teknolojinin enerjiye bağımlı olması nedeniyle her geçen gün dünya enerji talebinde artışlar meydana gelmektedir. Bu olgu ülkeleri enerji kaynaklarını ve enerji yollarını kontrol etmeye teşvik etmektedir. Dünyada enerji kaynakları, oluşumlarına göre fosil ve yenilenebilir kaynaklar olmak üzere

ikiye ayrılmıştır. Enerji kaynaklarının sınıflandırılması Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Enerji Kaynakları

Yenilenebilir ve fosil enerji kaynaklarının üretimi, tüketimi ve ticareti dünya siyasetine yön verecek kadar önemlidir. Fosil enerji kaynakları tükenen enerji rezervlerinden oluştuğundan üretimlerinde ve dolayısı ile de fiyatlarında yaşanacak dalgalanmalar enerji talebi yüksek olan ülkelerin sanayileşmesi ve ekonomik büyümesi açısından ileride yaşanabilecek sıkıntılar nedeniyle onları yenilenebilir enerji kaynaklarında çözüm aramaya zorlamaktadır.

2.1.1. Fosil Enerji Kaynakları ve Çevre Sağlığına Etkileri

Fosil yakıtlar, bitkisel kökenli doğal kaynakların dönüşüm geçirerek, petrol, doğalgaz ve kömürü meydana getirmesiyle oluşmaktadır. Fosil enerji kaynakları,

kullanıldıklarında yeniden oluşma imkânları bulunmamaktadır. Fosil yakıtlar dünyada en fazla kullanılan enerji çeşididir. Bu enerji kaynaklarından sıvı ve gaz (petrol ve doğalgaz) yakıtlarının dağılımı dünyanın belirli bölgelerinde yoğunlaşırken, katı olan kömür düzenli bir dağılım göstermektedir. Fosil enerji kaynakları kendilerini yenileyemediklerinden belirli bir süre sonra tükenenlerdir. Her geçen gün çoğalan insan sayısı ve büyüyen sanayi sektörüyle kullanılan enerji miktarı artacaktır. Fosil yakıtların tükenebilir olması nedeniyle rezervlerindeki azalışla birlikte fiyatları artacaktır. Bu durum özellikle petrol ithal eden ülkeleri olumsuz etkileyecektir. Fosil yakıtların zamanla tükenmesinin yanında çevreye verdiği zararlarda bulunmaktadır. Kullanımları sonrasında havaya saldıkları CO, CO₂ ve metan gibi sera etkisi yapan gazların artmasından dolayı atmosfer kirliliği, sera etkisi ve küresel ısınma gibi çevresel sorunlar meydana getireceklerdir. Kömür, bitkisel madde ve atıkların bataklık ortamında çöküp jeolojik zamanlar içinde yeraltında ısı ve basınç etkisi ile fiziksel ve kimyasal değişime uğraması sonucu oluşmuştur (Erdoğan, 2016). Kömür fosil yakıtlar içinde dünyada en fazla ve yaygın olarak bulunan ve odundan sonra da en fazla kullanılan enerji kaynağıdır. Kömür üretimi yeryüzündeki açık madenlerden ve yeraltındaki maden ocaklarından yapılabilmektedir. Kömürün, bir enerji kaynağı olarak önemi demirin ergitilmesinin sağlanması ve buhar makinesinin icat edilmesiyle anlaşılmıştır. Kömür, sanayi devrimi geçişine yol açan etkenlerden birisidir. Kömürün günümüzde en önemli kullanım alanı elektrik üretimidir. Elektrik üretimi haricinde demir-çelik ve çimento üretiminde kullanımı ekonomik faaliyetler açısından önemlidir. Dünyanın her yerinde bulunan kömür rezervleri hem kıtalar hem de ülkeler bazında, belirli bölgelerde yoğunlaşmaktadır. Kıtalar arası rezervlerin %34,8'i Avrupa-Avrasya, %32,5'i, Asya- Pasifik ve %27,5'i ise Kuzey Amerika da bulunmaktadır (ETKB, 2017).

Türkiye'nin en büyük linyit rezervleri Afşin Elbistan bölgesinde bulunmaktadır. Türkiye linyitlerinin kalori değeri düşüktür. Türkiye'de kömür, öncelikli olarak elektrik enerjisi üretimi, demir-çelik ve diğer sanayide, ısınma amaçlı ve ulaştırma sektöründe kullanılmaktadır. Enerji kaynakları arasında en çok kullanılan kömür, rezerv ömrünün çok olması ve dünyanın her yerinde bulunması nedeniyle önümüzdeki yıllarda da stratejik önemini koruyacağı düşünülmektedir.

Petrol, dünyada kullanılan en önemli fosil yakıtlardan birisi olup yapısında %80-85 oranında karbon (C), %10-15 oranında hidrojen (H) ve daha az oranlarda diğer organik maddeler bulunan hidrokarbonlardır. Petrol sözcüğünün Latincedeki anlamı taş yağı olarak geçmektedir. 19. yüzyılda kömür en fazla kullanılan enerji kaynağıyken, petrol evlerde aydınlatma amacıyla gazyağı olarak tüketiliyordu. 20. yüzyılda içten yanmalı ve içten patlamalı motorların icat edilmesiyle petrol, önemli bir enerji kaynağı olmuştur. Petrolün kömüre göre daha az yer kaplaması ve daha fazla enerji elde edilmesi gibi avantajları onun kömürün önüne geçmesinde etkili olmuştur. Dünyada petrol rezervlerinin neredeyse yarısına yakını Orta Doğu bölgesinde bulunmaktadır. Bu yüzden Orta Doğu petrol ithal eden gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkeler için cazibe merkezi haline gelmiştir. Diğer yandan dünya petrol rezervlerinin %19'u Güney ve Orta Amerika bölgesinde, %14'ü de Kuzey Amerika Bölgesinde bulunmaktadır (ETKB, 2017). Dünyada petrol üretimini ve fiyatlarını ekonomik ve siyasi krizler, terör, savaş gibi önemli olaylar sert bir şekilde etki etmektedir. Petrol fiyatlarının artması ihraç eden ülkelere bir takım pozitif etkiler yaratırken, petrol ithal eden ülkeler bundan olumsuz olarak etkilenmektedirler.

Türkiye'nin petrol de önemli bir oranda dışa bağımlılığı bulunmaktadır. Türkiye'de ilk petrol Raman'da bulunmuş olup Adıyaman ve Batman bölgelerinde çıkarılmaktadır. Türkiye'de

petrol tüketiminin sektördeki itibarı ile dağılması incelendiğinde %57'lik payla ilk sırayı ulaşım sektörü almaktadır. Daha sonra sırasıyla sanayi (%26), konut (%11) ve elektrik (%6) izlemektedir (TP, 2021). Türkiye önemli petrol sahalarından olan Ortadoğu ve Asya Pasifik bölgelerine coğrafik olarak yakın bulunmaktadır. Bu yüzden petrol taşımacılığında önemli bir konuma sahiptir. Türkiye'de iki tane petrol boru hattı bulunmaktadır. Birincisi Irak-Türkiye ham petrol boru hattı Irak'ta üretilen ham petrolün Türkiye Ceyhan deniz terminaline ulaştırılması amacıyla inşa edilmiştir. İkinci hat olan Bakü-Tiflis-Ceyhan hattı ise Gürcistan'dan gelen petrolü Ceyhan'a taşımaktadır. İki hattında amacı Türkiye üzerinden dünya pazarına petrolün ulaştırılması amaçlanmıştır.

Doğal gaz, petrolün bir türevidir, yapısında ağırlıklı olarak metan gazı bulunmakta olup yanıcı bir gazdır. Doğal gaz ilk başlarda atık olarak görülmüştür. Yakılarak yok edilmeye çalışılmıştır. Bu hem enerji kaybına yol açmış hem de çevreye zarar vermiştir. 1970'li yıllardaki petrol krizinden sonra doğal gaz enerji kaynağı hammaddesi olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Doğal gaz böylece sanayide, evlerde ve ulaşımında kullanılarak, önemli bir ekonomik değer kazanmıştır. Günümüzde doğal gaz elektrik üretiminde de etkili bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Dünya doğal gaz üretiminin her yıl yaklaşık %50'sinden fazlası bu alanda tüketilmektedir (Doğanay ve Coşkun, 2017). Doğal gaz günümüzde fiyatların uygun olması, çevreye diğer fosil yakıtlardan daha az zarar vermesi, taşınmasının kolay olması nedeni ile ülkeler tarafından cazip bir yakıt olarak görülmekte kullanımı her geçen gün artmaktadır. Doğal gaz hem üretim merkezinden boru hatlarıyla tüketim alanına götürülmekte hem de sıvılaştırılarak tankerlerle taşınarak ticareti yapılmaktadır. Türkiye dünya doğal gaz rezervlerinin üçte ikisine sahip olan en büyük üreticilerle en büyük tüketicilerin arasında bulunmaktadır (Erdoğan, 2016). Türkiye'nin doğal gaz

boru hatlarında geçiş bölgesinde bulunması stratejik olarak önemi artırmaktadır. Enerji kaynaklarının büyük çoğunluğunu gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler harcamaktadır. Doğal gazda da bu kuralın geçerli olduğunu görmekteyiz. Doğal gaz tüketiminde gelişmiş ülkeleri barındıran Avrupa ve Avrasya %28,8 pay ile ilk sırayı alırken, Kuzey Amerika %28,1 ile ikinci sırayı almaktadır. Daha sonra sırayla Asya Pasifik, Ortadoğu, Güney ve Orta Amerika ve Afrika izlemektedir (ETKB, 2017). Türkiye’de doğal gaz ilk olarak 1970’te Trakya bölgesinde (Kırklareli) bulunmuştur. 1976’da Pınarhisar imento fabrikasında kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonraları Kuzey Marmara doğal gaz sahası bulunmuş olup Güneydoğu Anadolu bölgesinde Siirt ve Batman’da da doğal gaz üretimi yapılmaya başlanmıştır. Türkiye, dünya doğal gaz rezervlerinin büyük çoğunluğunu sahip ülkelerle en büyük tüketiciler arasında yer almaktadır. Türkiye konumu itibariyle doğal gaz hatları için önemli bir geçiş noktasında bulunmaktadır.

Nükleer enerji, atom reaktörleri veya nükleer santrallerde atom çekirdeklerinin parçalanması ve birleşmesi esnasında açığa çıkan ısı enerjisiyle elde edilmektedir. Isı enerjisi suyu kaynatarak buharı oluşturmakta, oluşan buhar, trbınleri döndürerek elektrik enerjisi sağlamaktadır. Nükleer enerjinin ana yakıt maddeleri uranyum ve toryumdur. Nükleer enerji, hammaddesinin dünyanın pek çok yerinde çıkması ve uzun süre yetecek kadar depolama imknına sahip olmasıyla tercih edilebilecek bir enerji kaynağı durumundadır. Uzun depolama imknıyla enerjinin sürekliliği sağlanır ve enerji fiyatını dalgalanmalardan korur. Kazakistan uranyum maddesinin %33’n çıkararak dünyada en önemli üretici konumundadır. Uranyum zenginleştirmesinin %60’ını Çin, Fransa, ABD, Almanya, Japonya, Hollanda, Pakistan, Rusya ve Avusturalya gerçekleştirmektedir (Erdoğan, 2016). Nükleer enerjinin ciddi olumsuzlukları da bulunmaktadır. Nükleer enerji, enerji üretim safhasının öncesinde, üretim esnasında ve üretim

sonrasında olmak üzere her süreçte tehlike arz etmektedir. Türkiye nükleer enerji kaynağı yönünden zengin rezervlere sahip bir ülkedir. Türkiye 5300 ton uranyum, 380 bin ton toryum rezervine sahiptir. Nükleer enerji, enerji ithalatını azaltan ve dışa bağımlılığı önleyen bir özelliğe sahiptir. Bu özelliği sayesinde fiyat istikrarı korunabilmektedir. Diğer fosil yakıtlar uzun süre saklama imkânı olmazken nükleer enerjide böyle bir sorun bulunmamaktadır. Bu da nükleer enerjinin fosil kaynaklı enerjiye nazaran önemli bir avantajını göstermektedir.

Fosil yakıtların yakılması, hem küresel iklimi hem de yerel hava kalitesini doğrudan etkileyen kirleticileri atmosfere salar. Fosil yakıtların yanması sonucu atmosfere salınan karbondioksit, sera etkisini artırarak küresel ortalama sıcaklıkların yükselmesine neden olur (IPCC, 2023). Fosil yakıtlı termik santrallerden ve araçlardan çıkan partikül madde (PM), kükürt dioksit ve azot oksitler gibi hava kirleticileri, özellikle kentsel alanlarda hava kalitesini tehlikeli seviyelere düşürür. Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre, hava kirliliği; astım, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), kalp krizi ve inme gibi ciddi kardiyovasküler ve solunum yolu hastalıklarının önde gelen nedenlerinden biridir. Bu kirleticilere maruz kalma her yıl milyonlarca erken ölüme yol açmaktadır (WHO, 2021). Özellikle kömür yakımından kaynaklanan Kükürt Dioksit ve Azot Oksitler, asit yağmurlarına ve yeryüzüne yakın ozon oluşumuna katkıda bulunur. Asit yağmurları, ormanlara, tatlı su ekosistemlerine ve binalara zarar verir. Ozon ise solunum zorluklarına ve bitki örtüsünün zarar görmesine yol açar (EPA, 2023). Tam yanmama sonucu oluşan renksiz ve kokusuz karbon monoksit gazı, yüksek konsantrasyonlarda doğrudan zehirlenmeye neden olabilir. Petrol ürünlerinin işlenmesi ve tüketimi sırasında salınan Uçucu Organik Bileşikler (VOC'ler) ve Kurşun, kanserojen özellikler taşıyabilir ve özellikle çocuklarda nörolojik gelişim sorunlarına neden olabilir (WHO, 2021).

Fosil yakıt tüketiminin en büyük ve en uzun vadeli etkisi, sera gazı emisyonları yoluyla iklim değişikliğine neden olmasıdır. Fosil yakıtların yakılması, birincil sera gazı olan karbon dioksitin (CO_2) en büyük antropojenik (insan kaynaklı) kaynağıdır. Atmosferdeki CO_2 birikimi, gezegenin ortalama yüzey sıcaklığını artırarak iklim sistemini bozmaktadır. Doğal gaz çıkarma, işleme ve taşıma süreçlerindeki sızıntılar, güçlü bir sera gazı olan metanın (CH_4) atmosfere salınmasına neden olur. Metan, CO_2 'den daha kısa ömürlü olmasına rağmen, küresel ısınma potansiyeli çok daha yüksektir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), iklim değişikliğinin aşırı sıcaklık dalgalalarına, deniz seviyesinin yükselmesine, şiddetli yağış ve kuraklık olaylarının artmasına neden olduğunu ve bu durumun gıda güvenliğini, su kaynaklarını ve ekosistemleri tehdit ettiğini kesin olarak rapor etmiştir (IPCC, 2023).

Fosil yakıtların çıkarılması ve taşınması da ciddi çevresel zararlara yol açar. Denizlerde ve karada meydana gelen tanker kazaları veya boru hattı sızıntıları, okyanus ve toprak ekosistemlerine uzun süreli zarar verir, deniz canlılarını öldürür ve kıyı habitatlarını zehirler (NOAA, 2022). Doğal gaz çıkarmak için kullanılan bu yöntem, büyük miktarda su tüketir ve yer altı sularının metan ve diğer kimyasallarla kirlenme riskini taşır, bu da yerel halk sağlığını ve tarımı etkiler (EPA, 2016). Kömür santrallerinden çıkan kül ve madencilikten kaynaklanan atıklar, kurşun, cıva ve arsenik gibi zehirli ağır metaller içerir. Bu atıkların uygunsuz depolanması, yeraltı ve yüzey sularına sızarak çevresel felaketlere yol açabilir (NOAA, 2022).

2.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Çevre Sağlığına Etkileri

Enerji, insanlığın varoluşundan itibaren ortaya çıkmış en önemli ihtiyaçlardan birisidir. Aynı zamanda enerji, ülkelerin ekonomik gelişme düzeylerini belirleyen önemli bir değişkendir.

Enerji bütün dünya ülkelerinin ekonomik ve sosyal kalkınmalarını sağlayan temel girdilerden bir tanesidir. Ancak ülkelerin bu katkıyı elde edebilmeleri için dünya piyasalarından veya kendi yerli kaynaklarından ucuz, temiz ve güvenilir bir şekilde bu kaynağı temin edebilmeleri gerekmektedir. Fosil yakıtların, çevresel sorunlara yol açarak, suyun ve havanın kirlenmesine sebebiyet vermesinin belirginleşmesiyle, ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarına vermiş olduğu önem daha da artmıştır (Savrul, 2016). Yenilenebilir enerji kaynakları, yeryüzünde genellikle herhangi bir üretim sürecine ihtiyaç duymadan temin edilebilen, fosil kaynaklı olmayan, elektrik enerjisi üretirken CO₂ emisyonu az bir seviyede gerçekleşen, çevreye zararı diğer enerji kaynaklarına göre daha düşük olan, sürekli bir devinimle yenilenen, güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrolik, biyokütle, dalga ve hidrojen gibi enerji kaynaklarını ifade etmektedir (Yeşil, 2015). Yenilenebilir enerjide, ülkeler enerji gereksinimlerini yerli kaynakları kullanarak temin ederler. Böylece enerji ithal eden ülkelerin dışa bağımlılıkları azalır, aynı zaman da enerji kaynaklarını çeşitlendirerek sürdürülebilir enerji kullanımı sağlanır ve çevreye verilen zarar da fosil yakıtlara göre daha az gerçekleşir. Yenilenebilir enerjinin, fosil enerji kaynaklarına göre en önemli özelliği kendini yenileyebilmesidir. Yenilenebilir enerjinin fosil yakıtlara nazaran sahip olmuş olduğu avantajlar bu kaynaklara yönelimi zorunlu hale getirmiş ve bu kaynakların kullanımı her geçen yıl daha fazla artırmıştır (Kartal, 2017).

Hidroelektrik enerji, durgun suyun potansiyel enerjisini, yüksekten aşağıya doğru ileterek (yerçekimini kullanarak) kinetik enerjiye dönüştürülmesi, sonrasında da jeneratörler vasıtasıyla elektrik enerjisi elde edilmesidir. Günümüzde hidroelektrik enerjinin yenilenebilir enerji kaynakları içinde en yaygın olarak kullanılan enerji olduğu söylenebilir. Yeryüzünde bulunan sular güneş enerjisi yardımıyla buharlaşmaktadır. Buharlaşan sular

rüzgârın yardımıyla sürüklenerek dağların yamaçlarında kar ve yağmur halinde tekrar yeryüzüne düşmekte, nehirler ve ırmakları beslemektedir. Böylece hidrolik enerji kendini yenileyebilen bir enerji kaynağına dönüşmektedir. Hidroelektrik santraller de santralin yakıt gideri yoktur, kayıpları azdır, birim maliyeti düşüktür, yapısı basit ve sağlamdır, enerji iletimi kolaydır, çevre için olumsuz etkileri yoktur, uzun ömürlü ve dışa bağımlı olmayan yerli bir kaynaktır (Öztürk, 2013). Dünya da 2016 yılı sonu itibarıyla 1096 MW hidroelektrik kurulu gücü bulunmaktadır. Şekil 2.13’de görüldüğü üzere Çin 305 GW ile ilk sırada yer almaktadır. Çin’i sırasıyla Brezilya 96,9 GW, ABD 80 GW, Hindistan 47,5 GW ve Rusya 48,1 GW ile izlemektedir. “Türkiye’nin 2016 yılı hidroelektrik kurulu gücü 26,7 GW gözükmektedir” (Ren21, 2017).

Rüzgâr enerjisi, güneş enerjisinin dönüşümünden oluşmaktadır. Aslında rüzgâr enerjisine hız enerjisine dönüşmüş güneş enerjisi de diyebiliriz. Atmosferdeki sıcaklık değişimleri sonucunda hava hareketlerinde oluşan yüksek ve alçak basıncın etkisiyle rüzgâr oluşmaktadır. Rüzgârın oluşturduğu kinetik enerji, rüzgâr türbini aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Rüzgâr enerjisinden elektrik üretimi hem karasal ortamdan hem de denizlerden elde edilmektedir. Denizlerde rüzgârı engelleyecek ortamlar bulunmadığından, rüzgâr potansiyeli daha fazla bulunmaktadır. Ancak deniz üzerine kurulan enerji santrallerinin maliyeti, kara üzerinde kurulan rüzgâr enerji santrallerine göre, üç kat daha fazladır (Sevim, 2015). Türkiye’de işletmede olan rüzgâr enerjisi santrallerinin bölgelere göre dağılımı; Ege Bölgesi toplam rüzgâr enerjisi kurulu gücün %39,88’ine (2585,85 MW) sahip olup ilk sırada yer almaktadır. Ege bölgesindeki rüzgâr enerjisinin büyük çoğunluğunu İzmir ve Balıkesir illerindeki rüzgâr enerjisi oluşturmaktadır. İzmir ili 1333,65 MW rüzgâr enerjisi üreterek Türkiye’de ilk sırada yer almaktadır. Balıkesir ili 1069,05 MW

ile Türkiye’de ikinci sırada yer almaktadır. Ege bölgesinden sonra %34,57’lik payla Marmara bölgesi (2241,50 MW) ikinci sırada gelmektedir. Marmara bölgesini sırayla Akdeniz bölgesi %13,71 (888,70 MW), İç Anadolu %8,30 (538,20 MW), Karadeniz %2,85 (184,90 MW) ve Güneydoğu Anadolu %0,69 (44,75 MW) payla izlemektedir. Türkiye’de 2017 yılı itibariyle 155 lisanslı, 38 lisanssız olmak üzere toplam 193 rüzgâr enerjisi santrali bulunmaktadır (TÜREB, 2017).

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan hidrojeninin füzyon süreci sonucu helyuma dönüşmesi ile ortaya çıkmaktadır. “Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin radyasyon şiddeti, yaklaşık olarak sabittir ve bu değer 1353 W/m^2 değerindedir, ancak dünyamıza ulaşan radyasyon şiddeti $100\text{-}1000 \text{ W/m}^2$ değerleri arasında değişim göstermekte olup bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden oldukça fazladır” (Sevim, 2015). Güneşin ısıtım enerjisi, yer ve atmosfer sistemindeki fiziksel oluşumları etkilemekte ve güneş enerjisinden, doğal ve yapay dönüşümler ile yararlanılmaktadır. Dünyaya ulaşan güneş enerjisi hem doğal hem de yapay dönüşümlere uğramaktadır. Dönüşümlerinden birisi olan su döngüsü, suların buharlaştırılarak tekrar dünyaya dönmesiyle sağlanmaktadır. Hem insanlar hem de canlılar için önemlidir. Fotosentez ise bitkilerin güneş enerjisini kullanarak organik bileşikler oluşturması şeklindedir. Fotosentez canlılar için yaşam demektir. Rüzgârlar ve dalgalar güneş enerjisinin dönüşümlerinden olup rüzgârların oluşmasında atmosferdeki bazı bölgelerin sıcak ve soğuk olmasından kaynaklanan basınç farklılıkları etki etmektedir. Sıcaklık farklılıklarında güneş etkin rol oynamaktadır. Dalgalar da temel de rüzgârın etkisiyle ortaya çıkmaktadır. Hem rüzgâr hem de dalgalar aslında güneş enerjisinin farklı formlarıdır. İnsanların güneş enerjisini kullanarak değişik amaçlarla yararlanmak için geliştirdikleri dönüşümlere yapay dönüşümler denilmektedir. Günümüzde

güneş enerjisi sistemleri, teknoloji, maliyet ve çevresel etkiler bakımından yaygın bir şekilde kullanım olanağı bulmaktadır (Öztürk, 2013). Dünyada en fazla güneş enerjisinden yararlanan ülke %46 payla Çin olmuştur. Daha sonra sırayla ABD, Japonya, Hindistan ve İngiltere gelmektedir (Ren21,2017). Türkiye coğrafi olarak güneş enerjisi potansiyeli yönünden avantajlı ülkelerden biridir. Türkiye güneş enerjisi kuşağı içinde yer almakta, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz Bölgesi en fazla güneşlenme süresine sahip olup, Karadeniz ve Marmara bölgeleri diğer bölgelere göre daha düşük güneşlenme süresine sahiptir (Erdoğan, 2016).

Jeotermal enerji, yerkabuğunun derinliklerindeki magmanın ve yer sıcaklığının etkisiyle oluşan sıcak su, buhar ve kuru buhar ile kızgın kuru kayalardan yapay yollarla elde edilen ısı enerjisidir. Jeotermal enerji, yeryüzüne çıkan suların sıcaklığına göre ısıtma amaçlı veya elektrik üretiminde kullanılır. Jeotermal enerjide kullanılan sıcak suyun bir kısmı doğrudan kullanılırken geri kalan önemli bir kısmı jeotermal ısıtma sistemlerinde ısısı alındıktan sonra atık su olarak tekrardan yer altına verildiğinden yenilenebilir enerjiler arasında sayılmaktadır. Türkiye, jeotermal kaynaklar bakımından önemli bir bölge olan Alp-Himalaya organik kuşağında bulunması nedeniyle jeotermal kaynak zenginliği bakımından dünyadaki ilk yedi ülke arsında yer alır (Öztrük, 2013). Dünyada 2014 yılı sonunda en fazla jeotermalden elektrik gücü üreten ülke 3,6 GW ile ABD olmuştur. İkinci sırayı 1,9 GW ile Filipinler ve üçüncü sırayı 1,4 GW ile Endonezya almaktadır. Türkiye Şekil 2.21’de görüleceği üzere 0,6 GW ile dokuzuncu sırada yer almaktadır (Selvi, 2017). Türkiye’nin jeotermal potansiyeli 31,500 MWt olup bunun %78’i Batı Anadolu’da bulunmaktadır (MTA, 2021).

Biyokütle enerjisi, bitkilerin ve canlı organizmaların kökeni olarak ortaya çıkan biyokütle, genel olarak güneş enerjisini fotosentez yardımıyla depolayan bitkisel organizmalar

olarak adlandırılır. Tarımsal bitkiler ve ağaçların oluşturduğu organik yapıların tümünü kapsayan bir enerji türüdür. Biyokütle enerjisi kullanımı klasik ve modern olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Klasik biyokütle enerjisi odun ve bitkisel atıklar ve hayvansal atıklardan oluşmaktadır. Modern biyokütle enerjisi ise orman endüstri atıkları, ağaç endüstrisi atıkları, bitkisel ve hayvansal atıklar ve kentsel atıklar gibi atıklardan oluşmaktadır (Öztürk, 2013). Klasik biyokütle enerjinin kullanımının temel özelliği, ilkelden gelişmişine kadar çeşitli yakma araçları ile biyokütle materyalden enerjinin direkt yanma tekniği kullanılarak elde edilmesidir. Sanayileşmemiş kırsal toplumlarda kullanımı yaygındır. Biyokütle enerjisinin her alanda bulunabilmesinden dolayı kırsal yerleşim yerleri için sosyo ekonomik olarak katkı sağlayabilmektedir.

Dalga enerjisi, okyanuslardaki akıntıların yer değiştirmesi sonucu su kütlelerinin sahip olduğu potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesidir. Dalga enerjisi oluşumuna neden olan sebepler rüzgârlar, gel-git olayı ve deniz diplerinde meydana gelen çökmeler ile depremler olup teknik olarak enerji üretimine imkân veren rüzgârların sebep olduğu dalgalardır.

Okyanus enerjisi, okyanus dalgaları, gel-git aralığı (yükselme ve düşme), gel-git akıntıları, okyanus (sürekli) akımları, sıcaklık gradyanları ve tuzluluk gradyanları aracılığıyla okyanustan harcanan herhangi bir enerjiyi ifade eder. Çok az ticari okyanus enerjisi tesisi inşa edilmiştir. 2016 yılındaki yaklaşık 536 MW'lık işletme kapasitesinin %90'ından fazlası iki gelgitli baraj tesisi tarafından temsil edilmiştir. Kore Cumhuriyeti'ndeki 254 MW'lık Sihwa tesisi (2011'de tamamlanmıştır) ve 240 MW'lık La Rance deprem güç istasyonu Fransa'da 1966 yılında inşa edilmiştir (Ren21,2017). Türkiye'nin kıyılarının 1/5'den yararlanarak sağlanabilecek dalga enerjisi teknik potansiyeli, 18,5 milyar kWh olarak tahmin edilmektedir (Savrul, 2016). Türkiye'de dalga enerjisi ile ilgili ilk çalışma

2004 yılında başlamış dalga enerjisi prototipin de ilk parça denize 2005 yılında indirilmiş olup teknik özelliklerin istenildiği seviye olmaması nedeniyle yeterli araştırma geliştirme yapılması mümkün olmamıştır (Gedik, 2015).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının giderek daha fazla kullanılması sadece fosil kaynakların tükenmesinden değil aynı zamanda fosil enerji kaynaklarının neden olduğu ve her geçen gün de artan çevre sorunlarının insanlığa getirmiş olduğu zararlar ve bunun ortaya çıkardığı kaygılardandır. Fosil yakıtlardan elde edilen enerji sonrasında açığa çıkan CO₂ (Karbon dioksit), CO (Karbonmonoksit), SO₂ (Kükürtdioksit) ve CH (Hidrokarbonlar) gibi gazlar sera etkisi yaratarak yer kürenin ısınmasına, atmosferin kirlenmesine neden olmaktadır. Oluşan bu gazlar sera etkisi yaratarak enerjinin dünya yüzeyinden kaçışına engel olmakta ve böylece dünyanın hızla ısınmasına dolayısıyla iklimlerin değişmesine neden olmaktadır. Doğal çevrenin bozulması insanların, hayvanların ve bitkilerin yaşam alanlarının daralmasına hatta yok olmasına neden olmaktadır. Bütün bu olumsuzluklar yenilenebilir enerji kullanımını insanlığın sürdürülmesi açısından zorunluluk arz etmektedir. Sürdürülebilir enerji, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilmeleri için gerekli olan kaynakları tehlikeye atmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılayabilen enerji biçimini ifade eden bir terimdir. Sürdürülebilirliğin temel amaçları için şöyle diyebiliriz, insanlığın geleceğini ele alıyor ve kullandığı kaynakların gelecek için korunmasını içeriyor. Sürdürülebilirliğin oluşabilmesi için yenilenebilir enerji kaynak kullanımının artırılması, çevre kirliliğinin azaltılması, enerji kaynaklarının verimli kullanılması gerekmektedir (Seydioğulları, 2013). Enerji de sürdürülebilirliğin sağlanması yenilenebilir enerji kaynaklarının arttırılmasıyla mümkün olabilecektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasıyla fosil ve ithal edilen yakıtlara bağımlılık azalacak, yerli kaynakların önemi artacak, yerli üretim

sonucu istihdamı etkileyecek, sürdürülebilir ekonomik büyüme oluşacak, enerji arz güvenliği sağlanacak ve sosyal ekonomik hayatta refah ve istikrar da artacaktır.

Yenilenebilir enerji potansiyelinin yüksek olan Türkiye; kaynak çeşitliliğini sağlar, gerekli planlamalar yapar ve insanları yenilenebilir enerjiye yönlendirmeyi başarır. Gerek ekonomik olarak gerekse yaşanabilir bir Türkiye açısından gelişim göstermesi kaçınılmazdır. Türkiye enerji politikasında, yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla kullanımını teşvik etmekte olup, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminde değerlendirilmesi üzerine önemli çağrılar yapmaktadır (Yılmaz, 2015). “Türkiye büyük bir yenilenebilir enerji potansiyeline sahip olmasına rağmen yenilenebilir enerji yatırımlarının yüksek maliyetleri nedeniyle bu potansiyelini verimli kullanamamaktadır” (Yurdadoğ ve Tosunoğlu, 2017). Türkiye, 2009 yılında Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA) kurucu üyelerinden birisi olmuştur. Bu kuruluşa üye olması Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynaklarına verdiği önemi göstermektedir. Türkiye’nin enerji de dışa bağımlılığının azaltılması, enerji arz güvenliğinin artırılması ve birincil enerji kaynakları bazında dengeli bir kaynak çeşitlendirilmesi yapılabilmesi için yenilenebilir enerjinin üretimdeki payının artırılması hedeflenmiştir. Yenilenebilir enerjinin ekonomiye katkısını en üst seviyeye çıkarmak için ekipmanlarda yerli imalat düzeyinin artırılması ve özgün teknolojilerinin geliştirilmesi teşvik edilecektir. Tarımsal araştırma geliştirme faaliyetlerinden gen bankaları kurulmuş ürün çeşitliliği sağlanmış, biyoteknoloji ve nanoteknoloji alanları geliştirilmiş, tarımsal teknoparklarla yenilenebilir enerji kullanımı konusunda gelişmeler sağlanacaktır. Yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi için teşvikler iyileştirilmiş yerli malzeme desteklenmiştir. Yenilenebilir enerjinin elektrik üretimi amacıyla değerlendirilmesi Türkiye’nin sürdürülebilir kalkınması için

önem taşımaktadır. Onuncu beş yıllık kalkınma planıyla enerjide dışa bağımlılığın azaltılması amaçlanmaktadır. Türkiye’de yenilenebilir enerjiyle ilgili olarak kanunlar, tebliğler ve yönetmelikler çıkarılarak yasal düzenlemeler yapılmıştır.

5346 Sayılı Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanun, 10.05.2005 tarihinde kabul edilmiştir. 5346 sayılı kanunun amacı, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesidir. Bu kanunun kapsamı ise, yenilenebilir enerji kaynaklarının yerlerinin korunması, üretilen elektrik enerjisinin belgelendirilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına bağlı olarak usul ve esasları kapsar. Beşinci maddesinde yenilenebilir enerjiden üretilen elektriğin alım satımı için gerekli olan “Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesinin” (YEK Belgesi) EPDK tarafından verileceği belirtilmiştir. Madde sekizde arazi ihtiyacına ilişkin uygulamalarda yenilenebilir enerjinin kurulacağı arazilerin izinleri Çevre ve Orman Bakanlığı ve Maliye Bakanlığı tarafından verileceği belirtilmiştir.

5627 sayılı enerji verimliliği kanunu, 18.04.2007 tarihinde kabul edilmiştir. Kanunun amacı, enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır. Bu kanunun kapsamı ise her türlü koşulda enerji verimliliğinin artırılması, desteklenmesi, halkın enerji bilincine sahip olmasının sağlanması, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmada uygulanacak usul ve esasları kapsar. Madde sekizde yenilenebilir enerjiyle ilgili AR-GE projelerinin

belirlenmesinde ve değerlendirilmesinde Türkiye bilimsel ve teknolojik araştırma kurumunun görüşünün alınacağı ifade edilmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları (Güneş, Rüzgâr, Jeotermal, Hidroelektrik ve Biyokütle), doğada sürekli olarak yenilenen ve kullanımları sırasında fosil yakıtlara kıyasla çok daha düşük çevresel ayak izi bırakan enerji formlarıdır. Bu kaynaklara geçiş, küresel çevre sağlığı ve halk sağlığı için kritik faydalar sunmaktadır.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin birincil ve en önemli faydası, elektrik üretimi sırasında zararlı hava kirleticilerinin emisyonunu neredeyse sıfıra indirmeleridir. Güneş ve rüzgâr enerjisi gibi sistemler, operasyon sırasında kirleticileri salmaz. Fosil yakıtların yol açtığı kirleticilerin ortadan kalkması, doğrudan halk sağlığına yansır. Hastalık Yükünün Azalması: Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre, hava kirliliğinin neden olduğu solunum yolu hastalıkları (astım, KOAH) ve kardiyovasküler hastalıkların yükü, yenilenebilir enerjiye geçişle önemli ölçüde hafifler. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA), yenilenebilir enerjinin yaygınlaşmasının, fosil yakıtlardan kaynaklanan sağlık maliyetlerinde milyarlarca dolarlık tasarruf sağladığını tahmin etmektedir (IRENA, 2020). Ormanlara, tatlı su göllerine ve tarihi yapılara zarar veren asit yağmurları oluşumunu engeller.

Yenilenebilir enerjinin çevresel faydaları genel olarak çok büyük olsa da, bu sistemlerin yaşam döngüsü (üretim, kurulum ve hizmet dışı bırakma) aşamalarında bazı etkileri bulunmaktadır:

Enerji Kaynağı	Temel Çevresel Zorluklar ve Etkileri
Güneş (PV)	Panel üretimi sırasında zehirli kimyasalların kullanımı, nadir toprak elementleri ihtiyacı, büyük tesisler için arazi kullanımı ve kullanım ömrü sonundaki e-atık yönetimi (geri dönüşüm) zorluğu.
Rüzgâr	Türbin kanatlarının geri dönüşümü (kompozit malzemeler nedeniyle zor), kuşlar ve yarasalar için çarpma riski (özellikle yanlış konumlandırılmışsa), gürültü ve görsel kirlilik.
Hidroelektrik	Büyük barajların nehir ekosistemlerini ve su rejimlerini değiştirmesi, biyolojik çeşitliliğe zarar vermesi, yerel halkın yer değiştirmesi. (Küçük hidroelektrik santrallerinde etki daha azdır).
Biyokütle	Eğer sürdürülebilir şekilde yönetilmezse (örneğin ormansızlaşma), hava kirliliğine katkıda bulunabilir ve gıda üretimi için kullanılan araziyle rekabete girebilir.

3. SONUÇ

Dünyadaki nüfus artışı, yaşam standartlarının yükselmesi, yeni teknolojik gelişmelerin oluşması ve sanayileşme neticesinde önemli bir hammadde olan enerjiye de ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Dünyadaki fosil enerji kaynaklarının belli bölgelerde yoğunlaşmış olması ülkeler arasında eşitsizliğe neden olmuştur. Dünya da en fazla kullanılan enerji kaynağı fosil yakıtlar olup, bu yakıtlar 2015 yılı sonu itibariyle enerji tüketiminin %78,4'ünü karşılamaktadır. Fosil yakıtlar tükenebilir ve çevreye zararlı bir enerji kaynağı çeşididir. Aynı zamanda fosil kaynakların sürekli olarak C (karbon) salınımı yapıp çevreyi kirlletmesi ve bunun dünyayı tehdit edecek boyutlara ulaşması ülkeleri yeni, yerel ve temiz enerji kaynakları arayışına yöneltmiştir.

Enerji kalkınmanın temel faktörü olması nedeniyle büyük ölçüde enerji bakımından dışarıya bağlı olan ülkeler enerji ihraç eden ülkelere bağımlı hale gelmektedirler. Bu sorunun çözümlenebilmesi ancak enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesiyle

mümkün olabilecektir. Bu nedenle başta dünyada gelişmiş ülkeler olmak üzere birçok ülke yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırma çabası içerisine girmişlerdir. Diğer yandan fosil kaynaklı yakıtların çevreye vermiş olduğu zararları önlemek amacıyla uluslararası düzeyde ülkelerin imzaladıkları uluslararası sözleşmeler çerçevesinde yapmak zorunda oldukları yasal prosedürlere bağlı olarak yenilenebilir enerji politikaları oluşturmak zorundadırlar.

Türkiye fosil yakıtlar bakımından mevcut enerji ihtiyacını karşılayacak düzeyde bir kaynağa sahip değildir. Enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü dışarıdan karşılamaktadır. Her geçen gün büyümekte olan Türkiye'nin enerji ihtiyacı da artmakta olup cari açığın büyük bir kısmını enerji ithalatı oluşturmaktadır. Türkiye'nin güneş enerjisinde 500 GW, hidrolik enerjide 433 kWh, rüzgâr enerjisinde 88 000 MW, jeotermal enerjide 31 500 MW ve biyokütlede atık olarak 8,6 MTEP enerji potansiyeli mevcuttur. Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli yüksek olmasına rağmen bunu tam anlamıyla kullanamamaktadır. Jeotermal enerji de mevcut enerjinin ancak %6'sı elektrik enerjisine çevrilebilmektedir. 2016 yılsonu itibarıyla Türkiye'nin yenilenebilir enerji toplam kurulu gücü yaklaşık 35 GW olarak hesaplanırken, toplam elektrik üretiminin ise yüzde 35'i yenilenebilir kaynaklar tarafından karşılanmaktadır (Karagöl ve Kavaz, 2017). Türkiye'deki bu yenilenebilir enerjideki kurulu gücün büyük bir çoğunluğunu hidroelektrik enerjisi oluşturmaktadır.

Türkiye yenilenebilir enerji politikasında 2005 yılında somut adımlar atmaya başlamıştır. 5346 sayılı yenilenebilir enerji kanunu (YEK) ile birlikte Türkiye Devleti, bizzat yenilenebilir enerji için yerli kaynakların kullanımının arttırılmasını amaçlamış, bu doğrultuda yatırımcılar için belirli teşvik uygulamalarına gitmiştir (Yılmaz. ve Hotunoğlu. 2015) Bu kanunla birlikte yenilenebilir enerji kaynağı için sabit fiyat

garantisi vermiş olup daha sonra yerli katkı ilave teşviki getirilmiştir. Türkiye yenilenebilir enerjiyi tam anlamıyla kullanması halinde enerjide dışa bağımlılık azalacak, sürdürülebilir ekonomik büyüme ve gelişmeye imkân sağlanacak, yenilenebilir enerji de araştırma ve geliştirme faaliyetleri geliştirilecek, cari açığın düşürülmesi sağlanacak, çevre konusunda uluslararası taahhütler yerine getirilecek, enerji güvenliği sağlanacak ve sosyal ekonomik hayatta refah ve istikrar artacaktır. Türkiye'nin imzaladığı Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşmalarındaki amaç, dünyada sera gazı seviyesini aşağıya indirmek küresel sıcaklığı belli bir seviyede tutmaktır. Bu anlaşmaların gereği olarak da Türkiye'nin toplam enerji tüketimi içerisinde yenilenebilir enerjinin payını artırmak zorunluluğu bulunmaktadır.

Özetle, enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği ile çevre ve halk sağlığı arasındaki ilişki kesin ve geri dönülemez bir bağa sahiptir. Fosil yakıtların çıkarılması, işlenmesi ve yakılması; iklim değişikliği ve halk sağlığı krizleri gibi çok katmanlı küresel sorunların temel nedenidir. Buna karşın, Güneş, Rüzgâr ve Jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş ve enerji verimliliğinin artırılması, bu sorunlara yönelik çift yönlü bir çözüm sunmaktadır. Yenilenebilir enerji sistemleri, elektrik üretimi sırasında sıfır emisyon ile hava kirliliğini azaltarak milyonlarca hayat kurtarma potansiyeline sahipken, aynı zamanda iklim değişikliğiyle mücadelede de en etkili araçtır. Bu dönüşüm, yalnızca çevresel bir zorunluluk değil, aynı zamanda gelecek nesillere daha sağlıklı, güvenli ve ekonomik açıdan dirençli bir yaşam ortamı miras bırakma sorumluluğumuzun da bir ifadesidir.

KAYNAKÇA

- Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA). (2016). *Hydraulic Fracturing for Oil and Gas: Impacts from the Hydraulic Fracturing Water Cycle on Drinking Water Resources in the United States (Final Report)*.
- Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA). (2023). *Sulfur Dioxide (SO₂) Pollution*.
- Doğanay. H. ve Coşkun. O. (2017). *Enerji Kaynakları*. (Üçüncü Baskı). Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Dünya Sağlık Örgütü (WHO). (2021). *Ambient (outdoor) air pollution*. (WHO resmi web sitesinden erişilmiştir).
- Erdoğan. S. (2016). *Arz Güvenliği Bakışı ile Türkiye’de Enerji Politikalar*. Ankara: Orion Yayınları.
- Gedik Torunoğlu, Ö. (2015). *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Çevresel Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC). (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*.
- Karagöl E.T. ve Kavaz İ. (2017). *Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji*. Seta Yayınları
- Karalı. Ş. (2017). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye ve Dünya Ekonomisine Katkısı*, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- MTA Jeotermal Araştırmalar
<http://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari>) Erişim Tarihi: 02.11.2021

- Öztürk. H. (2013). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*”, İstanbul. Birsen Yayınevi.
- Ren21 Renewables Global Status Resport 2017
<http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/> Erişim Tarihi: 03.11.2017
- Savrul K. B. (2016), *Enerji Ekonomisi: Türkiye’nin Enerji Sektörü ve Alternatif Enerji Kaynakları*, Dora Yayıncılık, Çanakkale
- Selvi.N. (2017). *Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi Arasındaki İlişki: Türkiye Örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Sivas.
- Seydioğulları. H.S. (2013). *Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji*. TMMOB Şehir Plancıları Odası. Planlama. Syf (19-23).
- Türkiye Petrolleri. (2017). *Ham Petrol ve Doğalgaz Sektör Raporu*.
<http://www.tpao.gov.tr/tp5/docs/rapor/sektorrapor3105.pdf> Erişim Tarihi:22.12.2021
- Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA). (2022). *Office of Response and Restoration (ORR)*.
- Yeşil, M.A. (2015). *TR42 Bölgesi Yeşil Enerji Kaynakları Sektör Raporu*, Serhat Kalkınma Ajansı Yayını
- Yurdadoğ, V. ve Tosunoğlu, Ş. (2017) *Renewable Energy Support Policies in Turkey*” Eurasion Academy of Sciences Eurasion Business ve Economics Journal Volume:9, syf 1-21

ASSESSMENT OF DRINKING WATER QUALITY IN TERMS OF HEALTH PARAMETERS, ASSOCIATED RISKS, AND WATERBORNE DISEASES

Yakup AKKOÇ¹

Burhan ÇAYDAŞI²

1. WATER

Water has played a foundational role in the origin of life and in the evolutionary trajectory of species. The emergence of life within a water-dominated environment, together with the sustained predominance of water within living organisms, indicates that this molecule permeates virtually every component of biological architecture. Although the proportion of water in the human body varies across age groups—particularly in children and the elderly—it is generally estimated to be approximately 70%. This substantial proportion underscores the essential role of water in maintaining numerous physiological systems in both humans and animals, including circulatory function, digestive regulation, waste elimination, and the continuity of metabolic processes (Çaydaşı, 2024; Çalık et al., 2004).

Water is an essential biological requirement for sustaining human health, supporting both intracellular equilibrium and overall physiological homeostasis. Adequate and safe water intake is critical for metabolic reactions, thermoregulation,

¹ Prof. Dr., Ardahan University, Posof Vocational School, Department of Medical Services and Techniques, Ardahan, Türkiye, ORCID: 0000-0002-2622-134.

² Ardahan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, ORCID: 0009-0009-6649-4713.

nutrient and waste transport, and the maintenance of cardiovascular stability. The World Health Organization (WHO) identifies unsafe drinking water as a major source of numerous diseases, including cholera, typhoid fever, and parasitic infections, and highlights its substantial contribution to global child mortality. In addition, insufficient water consumption is linked to health conditions such as kidney stone formation, urinary tract infections, and impaired cognitive performance. Collectively, these findings illustrate the indispensable and multifaceted role of water in contemporary human health (WHO, 2022; Popkin & Rosenberg, 2010).

There are four fundamental criteria governing the safe consumption of drinking and domestic water: physical, chemical, bacteriological, and radiological properties. The influence of each of these parameters on human health is examined in the following sections.

1.1. Physical Properties of Water and Their Health Effects

The physical properties of water refer to characteristics that can be perceived directly through the human senses. These include color, turbidity, odor, taste, temperature, and conductivity—attributes that influence sensory perception. Although these parameters do not always represent direct health hazards, they play a crucial role in determining the aesthetic quality of drinking water. Unfavorable physical characteristics can lead to the perception of poor water quality and may discourage adequate consumption or indicate underlying contamination.

Color can be described as an undesirable characteristic resulting from organic substances dissolved in the water or introduced through various environmental factors. Although color is not considered a direct health determinant, it contributes

to aesthetic degradation and visual pollution in drinking water (Gemci, 2016). Reddish or dark brown coloration in water typically indicates the presence of manganese and iron, while brown or yellow hues are generally associated with elevated levels of organic matter. Greenish tones may reflect the presence of lime or related mineral constituents. In addition, algae and algal mats, clay particles, and industrial effluents are other sources that contribute to water discoloration and overall pollution (Mutluay, 1996).

Suspended solids present in water are the primary contributors to turbidity. These particulates may include sand, clay, manganese, iron, and various microorganisms. Ideally, drinking and treated water should exhibit turbidity levels between 0 and 1 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) (Mutluay, 1996). From a public health perspective, drinking and domestic water should not display turbidity, as it may indicate the presence of waste materials or other contaminants—such as sewage—and therefore represents a potential health risk (Akar, 2000)

Odor: The human nose remains the most sensitive and reliable instrument for detecting odor in water. Because odor often serves as an indicator of contamination, its presence warrants careful evaluation. Phenolic and chlorinated compounds, petroleum-derived substances, and gases such as H_2S , CO_2 , and CH_4 may dissolve in water and produce undesirable odors (Şengül, 1998; cited in Şengül, Dursun, Çatalıkaya, Dinçer, & Kargı, 2003). Many of these compounds possess toxic or carcinogenic properties, further emphasizing the need for thorough assessment.

Taste: Any alteration in the taste or flavor of water may signal the introduction of harmful or undesirable substances. Heavy metal salts, humic acids, chlorides, petroleum-derived compounds, as well as manganese and iron, are among the factors

known to cause noticeable changes in water taste (Mutluay, 1996; Karpuzcu, 1988).

Temperature and conductivity are important indicators of whether external substances have entered a water source. In principle, suitable drinking water typically exhibits a temperature of approximately +14°C. Groundwater, in particular, is expected to maintain a relatively stable temperature; deviations from this stability may indicate the intrusion of another environmental factor (Karpuzcu, 1988). Conductivity, which varies according to the concentration of dissolved ions, also serves as a useful parameter for assessing water quality, as changes in conductivity can signal the presence of pollution.

Table 1. Physical properties and limit values of water (Aral, 1994)

Property	Normal Value	Maximum Value
Color (Pt/Co)	5	50
Turbidity (NTU)	5	25
Temperature (°C)	7–12	15
Evaporation Residue (mg/L)	500	1500

1.2. Chemical Properties of Water and Their Implications for Human Health

Dissolved or ionic constituents in water include a wide range of elements and compounds such as Hg^+ , Pb^{2+} , Cr^{3+} , Mn, Fe, Zn, Cu, Ca, Mg, As, Cd, Cr, Pb, Hg, Se, sulfate, chloride, phenolic substances, alkylbenzene sulfonate compounds, nitrite- and nitrate-containing species, as well as pH, all of which constitute the principal chemical parameters of water (Gemci, 2016). Excessive intake of the heavy metals listed above through drinking water can lead to severe adverse health effects when their concentrations exceed established threshold limits.

Mercury, owing to its tendency to bioaccumulate in tissues, may lead to neurological and systemic symptoms such as

headaches, fatigue, pain in the extremities, cognitive impairment, and memory loss.

Cadmium and cadmium-based compounds are associated with irritability, severe coughing, throat dryness, and headaches. Chromium exposure may result in ulcer formation, as well as lung and kidney disorders, including bronchitis. Lead and lead compounds can cause abdominal pain, marked loss of appetite, and fatigue, while also exerting detrimental effects on sensory organs. Barium, on the other hand, can directly affect cardiac muscle tissue, the nervous system, and blood vessels (Eroğlu, 1995). Nitrate contamination in drinking water has been linked to several types of cancer and is further associated with hereditary disorders and methemoglobinemia (“blue baby syndrome”), as well as elevated blood pressure in adults (Aslan, 2004).

Fluoride is an element that plays an essential role in the human body, similar to calcium. However, excessive fluoride intake can lead to dental fluorosis, characterized by dark discolorations or mottling of the teeth, and may also contribute to various skeletal disorders (Akar, 2000; Mutluay, 1997).

Arsenic is generally non-toxic in its elemental form; however, when present in water, it can be converted into arsenic trioxide (As_2O_3), a compound highly toxic to metabolic systems. Arsenic poisoning may lead to paralysis, neurological disturbances, and systemic dysfunction. Inorganic arsenic compounds, in particular, are widely recognized for their carcinogenic potential (Akar, 2000; Öztürk, 2019).

pH represents the negative logarithm of the hydrogen ion (H^+) concentration in a solution. The pH of water is influenced by dissolved species such as HCO_3^- , CO_3^{2-} , and CO_2 . According to regulations on water intended for human consumption, the acceptable pH range for drinking water is 4.5–9.5 (Dönderici S., Başarı F., & Dönderici A., 2010). Alkaline waters, with pH values

between 7 and 14, are generally considered suitable for consumption. Such waters contain low levels of CO₂ and are enriched in CaHCO₃ and alkaline salts, which contribute to their beneficial properties.

Phenolic compounds and other organic substances can react with chlorine to produce unpleasant odors in water. Petroleum derivatives, pesticides, and residues from fertilizers are also recognized as significant drinking water contaminants (Aral, 1994; cited in Dinçer & Aral, 2020).

Iron enters the human body through water primarily in the Fe²⁺ or Fe³⁺ ionic forms. Regarding its health effects, iron in the Fe₂O state is an essential element required for normal physiological functioning. Iron does not pose adverse health effects unless its concentration exceeds 3 mg/L (Yelekçi, 2010).

With respect to its health effects, zinc does not have a defined WHO threshold value because concentrations up to 20 mg/L in drinking water have not been associated with adverse health outcomes. However, at substantially higher levels—typically between 25 and 40 mg/L—zinc may induce symptoms such as nausea and vomiting (Yelekçi, 2010; Öztürk, 2019).

Although a limit value of 0.4 mg/L for manganese is often considered acceptable for health protection, no universally defined standard has been established. Excessive manganese intake may lead to neurological and physiological disturbances. Cobalt, an essential element due to its role in the structure of vitamin B₁₂, has also been associated with adverse health outcomes when exposure is prolonged. Toxic effects generally begin at concentrations exceeding 1 mg/kg. Elevated cobalt levels may cause gastrointestinal disorders—including nausea, vomiting, and diarrhea—as well as liver damage. Certain forms of cobalt are also recognized as carcinogenic (Yelekçi, 2010; Öztürk, 2019).

Sulfate (SO_4^{2-}) is the most common oxidized form of sulfur in natural waters, and no universally established limit has yet been defined for its discharge from industrial effluents into drinking or domestic water supplies. Reported sulfate concentrations typically average around 20 mg/L in freshwater, range from 0 to 630 mg/L in rivers, 2 to 250 mg/L in lakes, and 0 to 230 mg/L in groundwater. Elevated sulfate levels are known to affect human health; concentrations exceeding approximately 600 mg/L may induce diarrhea and related gastrointestinal discomfort (Yelekçi, 2010).

Table 2. Comparison of Drinking Water Quality Standards in Turkey and the WHO

Parameter	TS 266 (2015)	WHO Std.	ITAS Regulation
Turbidity (NTU)	5**	5	*
Coliform (EMS/100 mL)	0	0	0
Trihalomethane ($\mu\text{g/L}$)	0	460	100
Bromate ($\mu\text{g/L}$)	10	25	10
Aluminum (mg/L)	0.2	0.2	0.2
Arsenic (mg/L)	0.01	0.05	0.01
Barium (mg/L)	—	0.7	—
Cadmium (mg/L)	0.005	0.005	0.005
Chromium (mg/L)	0.05	0.05	0.05
Fluoride (mg/L)	1.5	1.5	1.5
Lead (mg/L)	0.01	0.05	0.01
Mercury (mg/L)	0.001	0.001	0.001
Nitrate (mg/L)	50	50	50
Selenium (mg/L)	0.01	0.001	0.01
Antimony (mg/L)	0.005	0.005	0.005
Chloride (mg/L)	250	250	250
Color (Pt-Co)	20	15	*
Copper (mg/L)	2	—	2
Iron (mg/L)	0.2	—	0.2
Manganese (mg/L)	0.05	0.5	0.05
pH	6.5–9.5	6.5–8.5	$\geq 6.5 - \leq 9.5$
Sulfate (mg/L)	250	250	250
Zinc (mg/L)	—	—	0.5
Sodium (mg/L)	200	200	200
Free Chlorine (mg/L)	—	5	—
Ammonium (mg/L)	0.5	1.5	0.5

* The parameter value should be acceptable to consumers and must not exhibit any abnormal variations.

** If the water is sourced from surface water and subsequently treated, turbidity must not exceed 1.0 NTU.

1.3. Bacteriological Properties of Water and Their Implications for Human Health

Because pathogenic microorganisms in water can cause a wide range of diseases, their presence in drinking and domestic water represents a highly unacceptable public health risk. Waterborne bacteria are responsible for numerous infectious diseases. Since routine detection of all pathogenic species is technically challenging and economically expensive, coliform bacteria—particularly *Escherichia coli*—are used as indicator organisms to assess microbial contamination (Muslu, 1985).

Escherichia coli (*E. coli*) is introduced into water primarily through human and animal fecal contamination. Although *E. coli* itself is not classified as a pathogenic bacterium, its detection in water serves as a reliable indicator of fecal pollution and the possible presence of other harmful microorganisms. Under normal physiological conditions, the human body produces approximately 200×10^9 coliform bacteria per day (Muslu, 1985).

Several infectious diseases are transmitted through water or water-related vectors. Poliomyelitis and dysentery are spread directly via contaminated water; typhoid and cholera may be transmitted through the consumption of contaminated seafood; and malaria and yellow fever are associated with water-related vectors, particularly mosquitoes that breed in stagnant or wetland environments (Muslu, 1985).

Table 3. Bacteriological Characteristics of Water (Aral, 1994)

Water Quality Category	Total Bacteria Count (CFU/100 mL)	<i>E. coli</i>
Harmless	< 10	0 (negative)
Slightly Harmful	10–100	+ (positive)
Harmful	> 100	– (negative)
Very Harmful	—	—

1.4. Radiological Properties of Water and Their Implications for Human Health

Radiological substances adversely affect human health through the ionizing radiation they emit. Their presence in drinking and domestic water supplies constitutes a significant public health concern due to their potential for environmental contamination. Radioactive materials may enter water systems through four principal pathways:

1. Nuclear industrial facilities
2. Nuclear weapons testing sites
3. Materials used in medical or other technological applications
4. Uranium deposits and mining operations

The unit of measurement for radioactive dose is the microcurie, and for drinking water, the acceptable level is less than 10^{-9} microcuries per cubic meter (Aral, 1994). Table 4 presents a comparison of radioactivity limits in water according to TS 266, WHO guidelines, and EPA standards.

Table 4. Comparison of Radioactivity Values (pCi/L)

Parameter	TS 266 (2015)	WHO Standards	EPA Standards
Gross Alpha (pCi/L)	—	—	15
Gross Beta (pCi/L)	—	250	50

2. WATERBORNE DISEASES

Water metabolism involves substantial fluid movement through the gastrointestinal system. Under normal physiological conditions, approximately nine liters of fluid enter the gastrointestinal tract daily. This total consists of about two liters

of orally ingested fluids, one liter from saliva, two liters of gastric secretions, and an additional four liters produced by bile, pancreatic secretions, and intestinal fluids. Of this nine-liter volume, nearly eight liters are reabsorbed through the small intestine, while approximately 800 mL are reabsorbed in the large intestine. Only around 200 mL are excreted in the feces. The average daily fecal output ranges from 150 to 250 grams, of which nearly 80% is water. Even a 1–2% alteration in water absorption can significantly affect stool consistency and weight (Irmak, 2008).

Historically, cholera and typhoid fever have been among the most severe waterborne pandemics. These diseases caused widespread devastation and resulted in millions of deaths globally. Cholera leads to acute, severe diarrhea and can cause rapid death if untreated. The first known cholera pandemic occurred in 1817, spreading across Asia from 1817 to 1824 and causing millions of fatalities. Between 1852 and 1860, it spread outward from India's Ganges region, affecting much of the world and causing more than one million deaths. The transmission of cholera through contaminated water was first identified by the English physician John Snow. Typhoid fever, caused by *Salmonella typhi*, is transmitted through contaminated drinking water and unsanitary food. Symptoms typically appear 7–15 days after exposure, and transmission can also occur through skin contact, saliva, or fecal contamination (Irmak, 2008).

According to Irmak (2008), water-related diseases encompass a broad spectrum of health problems arising from both microbial and chemical contamination. The consumption of contaminated water or contact with polluted water can lead to dysentery, diarrhea, giardiasis, intestinal parasitic infections, typhoid fever, cholera, campylobacteriosis, viral gastroenteritis, and hepatitis A–E. In addition, water-associated vector-borne diseases such as Legionnaires' disease, leptospirosis, malaria, and

schistosomiasis represent significant public health threats. Chemical exposures—including fluorosis, arsenic poisoning, and malnutrition linked to inadequate water availability—are also major concerns. Collectively, these disease groups clearly illustrate the critical role of water quality in determining public health outcomes.

2.1. Diarrhea

Diarrhea refers to a change in stool consistency, characterized by soft and watery stools accompanied by an increase in stool volume and frequency. The World Health Organization (WHO) defines diarrhea as the passage of loose or watery stools more than three times within a 24-hour period. When the gastrointestinal tract becomes infected, gastroenteritis may develop. Epidemiological studies indicate that approximately 35% of diarrhea cases in the general population are attributable to water-related causes (Irmak, 2008).

In developing countries, diarrhea accounts for nearly 30% of hospital admissions. Bloody diarrhea is commonly associated with dysentery, whereas watery diarrhea is frequently caused by cholera. Globally, diarrhea is responsible for about 12% of deaths among children under the age of five. Of the approximately one billion diarrheal episodes occurring in this age group each year, an estimated 2.2 million result in death. Besides contaminated water, diarrhea may also be triggered by measles, malaria, medications, and other underlying illnesses. Severe diarrhea can lead to life-threatening complications due to dehydration, electrolyte imbalance, and metabolic disturbances (Irmak, 2008).

2.2. Bacillary Dysentery

Bacillary dysentery is transmitted through the ingestion of water contaminated with pathogenic bacteria. The condition is characterized by bloody diarrhea, abdominal pain, and fever.

Shigella species are highly virulent; ingestion of fewer than 200 bacterial cells is sufficient to cause disease.

Transmission may also occur through the consumption of raw vegetables—such as parsley and lettuce—that have been irrigated with sewage-contaminated water. The disease is most frequently observed in children between the ages of one and five. Clinical presentation often begins with mild abdominal cramps and loose stools lasting for one to three days. Over the course of three to five days, the frequency of defecation may increase dramatically, reaching 20, 30, or even 40 stools per day. In many cases, recovery occurs without medical intervention (Irmak, 2008).

2.3. Amoebic Dysentery

Amoebic dysentery is an infectious disease caused by *Entamoeba histolytica*. Transmission occurs through the oral ingestion of amoebic cysts present in contaminated water and food. The primary source of spread is human fecal contamination, and transmission is further facilitated by houseflies and poor hand hygiene. Once ingested, the cysts excyst in the intestines and trophozoites multiply by feeding on dead cells and other organic debris. They become pathogenic, invading tissues and forming ulcerative lesions. The incubation period typically ranges from 6 to 10 days. Stools of infected individuals are characteristically bloody and mucous, often appearing bright red (Irmak, 2008).

2.4. Intestinal Parasites

Intestinal parasites are multicellular, invertebrate organisms that vary in length from a few millimeters to several meters. They are transmitted primarily through fecal contamination of water and food. Their larvae may develop in the external environment and subsequently become infectious to other hosts (Irmak, 2008).

2.5. *Ascaris lumbricoides* (Intestinal Worm)

Ascaris lumbricoides is a parasitic helminth commonly encountered in many regions, including Turkey. Transmission occurs orally through the ingestion of contaminated drinking water or food. Adult *Ascaris* worms have an approximate lifespan of one year, after which spontaneous clearance may occur in infected individuals. Globally, severe *Ascaris* infections are estimated to cause approximately 60,000 deaths annually, particularly among children.

The eggs of *A. lumbricoides* thrive in clay-rich soils and contaminated water sources. Clinical symptoms generally include gastrointestinal complaints such as abdominal pain, vomiting, constipation, and diarrhea. Additional manifestations may include nasal itching, bruxism (teeth grinding), and excessive salivation. In more severe cases, fever, sweating, and seizure-like episodes may also develop (Irmak, 2008).

2.6. Typhoid and Paratyphoid

Typhoid and paratyphoid fever are systemic infectious diseases caused by *Salmonella typhi* and related serovars. Clinical manifestations typically include high fever, headache, abdominal pain, and mental confusion. Transmission occurs through the contamination of drinking water by human urine and feces, and outbreaks commonly spread via the consumption of contaminated water.

Salmonella species are non-spore-forming, gram-negative bacilli measuring approximately 0.7–1.5 micrometers in length. They are capable of surviving across a broad range of temperatures and pH values. Remarkably, they may persist for up to 480 days in soil and around 200 days in water. Liquid chlorine (Cl₂) used in water disinfection is highly effective in eliminating *Salmonella* from contaminated water sources.

Following ingestion, the infection presents with fatigue, fever, and headache. The characteristic high fever typically persists for about two weeks, during which the pulse rate remains relatively low—a finding known as Faget sign. Approximately half of the patients develop diarrhea, while the remaining half experience constipation. Clinical improvement generally begins during the third week of illness. With modern medical treatment, the current mortality rate of typhoid fever has declined to approximately 1–2% (Irmak, 2008).

2.7. Cholera

Cholera is an acute small-intestinal infection transmitted to humans through the ingestion of contaminated food and water. The disease typically begins with vomiting and rapidly progresses to severe, watery diarrhea. Cholera is associated with high mortality rates, particularly during large-scale epidemics. In 2000, the World Health Organization (WHO) reported approximately 140,000 cases and 5,000 deaths, 87% of which occurred in Africa (Irmak, 2008). WHO classifies cholera, malaria, and yellow fever as major pandemic-prone diseases, and cholera continues to pose a global health threat. Each year, outbreaks are reported in more than 40 regions worldwide. Rapid transmission, delays in public health interventions, and inadequate healthcare infrastructure in affected areas significantly contribute to the spread of the disease (Schwetz & Fauci, 2019; WHO, 2018; Aslan, 2020).

The causative agent of cholera is *Vibrio cholerae*. This bacterium is highly sensitive to environmental conditions: it is inactivated within 10–15 minutes at 55°C and within 1–2 minutes at boiling temperature. *V. cholerae* cannot survive in dry environments, acidic conditions, or direct sunlight. Infection generally requires ingestion of a large inoculum, ranging from 10

million to 1 billion organisms. The incubation period varies from several hours to seven days (Irmak, 2008).

Cholera outbreaks predominantly occur in socially and economically underdeveloped regions. The disease is mediated by an enterotoxin (cholera toxin) secreted by *V. cholerae*, which induces massive fluid loss through profuse diarrhea and vomiting—amounting to 8–15 liters per day. Treatment primarily involves intravenous electrolyte and fluid replacement. Effective disinfection is essential for controlling the disease. Preventive measures include thoroughly washing fruits and vegetables with a permanganate solution and administering 8 g of streptomycin to potential carriers when indicated (Irmak, 2008).

2.8. Viral Gastroenteritis

Viral gastroenteritis is a waterborne and foodborne infection caused by a variety of enteric viruses, including rotavirus, adenovirus, norovirus (Norwalk virus), astrovirus, parvovirus, coronavirus, and others. These pathogens replicate in the intestinal epithelium and lead to symptoms such as diarrhea, vomiting, and abdominal pain. Rotavirus and adenovirus are the most common and clinically significant etiological agents of viral gastroenteritis, continuing to pose a major public health burden. Global and national studies indicate that rotavirus accounts for approximately 11–71% of gastroenteritis cases, whereas adenovirus is responsible for about 2–22.2% (Tekin, 2010).

Rotavirus infection can be fatal, particularly in infants aged 6–12 months. Worldwide, rotavirus is associated with more than two million cases and an estimated 400,000–600,000 child deaths annually. Rotaviruses are inactivated only by agents containing strong acidic compounds or chlorine dioxide. Because breast milk contains protective antibodies against rotavirus, the infection is uncommon in infants younger than five months. In

individuals with immune deficiency, rotavirus infection may lead to severe complications, including liver failure (Irmak, 2008).

2.9. Hepatitis and Viral Hepatitis

Hepatitis refers to inflammation of liver cells, and when this inflammation is caused by viruses, it is termed viral hepatitis. These infections may be transmitted through contaminated water, saliva, or other bodily fluids. The principal viral agents responsible for hepatitis include Hepatitis A, B, C, D, E, G, and TT viruses, all of which directly infect hepatocytes.

Hepatitis A (HAV) and Hepatitis E (HEV) are primarily transmitted via the fecal–oral route, often through human fecal contamination of drinking water. In regions lacking adequate sanitation infrastructure, transmission may also occur through raw fruits and vegetables, seafood, milk, and other dairy products (Irmak, 2008).

HAV is notably resistant to acidic environments, ether, and heat, and is inactivated only by chlorine and formalin. Infection results in lifelong immunity. Seroprevalence studies indicate that approximately 95% of individuals in Turkey possess antibodies against HAV. Hepatitis A commonly spreads in crowded environments such as schools and daycare centers and is observed more frequently during the fall and early winter seasons. The acute illness typically lasts around 30 days and presents with fever, fatigue, loss of appetite, and abdominal pain, followed by jaundice of the skin and eyes. Vaccination provides approximately 95% protection, with immunity lasting up to 20 years.

Hepatitis E shares clinical and epidemiological characteristics with HAV. HEV outbreaks occur when drinking water becomes contaminated with sewage, and the infection is widespread in areas with poor sanitation. In Turkey, HEV is

relatively uncommon, with only two documented outbreaks, both reported in the Southeastern Anatolia region (Irmak, 2008).

2.10. Legionnaires' Disease (Legionellosis)

Legionellosis is a severe form of pneumonia caused by bacteria of the *Legionella* species. The illness typically begins with nonspecific symptoms such as mild cough and fever, but may rapidly progress to respiratory failure, altered mental status, and multi-organ dysfunction (Irmak, 2008).

2.11. Onchocerciasis (River Blindness)

Onchocerciasis is the second most common infectious cause of blindness worldwide. It is a parasitic disease prevalent in Sub-Saharan Africa, the Arabian Peninsula, and Central America, affecting approximately 17.7 million individuals (Sallo et al., 2005). The causative agents are *Onchocerca volvulus* worms, which rely on aquatic environments for part of their life cycle. The World Health Organization identifies onchocerciasis as one of the leading causes of preventable blindness globally (WHO, 1995).

2.12. Malaria

Malaria is one of the oldest known infectious diseases and remains a major global public health problem. It is a parasitic infection occurring in approximately 100 countries each year, affecting more than three million individuals, with over 400,000 annual deaths (WHO, 2018). Malaria is primarily transmitted to humans through the bite of infected female *Anopheles* mosquitoes, although transmission may also occur through infected blood.

Because mosquitoes breed in wetlands, marshes, and standing water, malaria is not directly waterborne but is strongly associated with water-rich environments that support mosquito populations. Four species of *Plasmodium* are responsible for

malaria in humans: *Plasmodium vivax*, *P. falciparum*, *P. malariae*, and *P. ovale*. The distribution of malaria correlates closely with ecological conditions shaped by water sources.

The incubation period ranges from 14 to 30 days. Acute malaria attacks are characterized by chills, high fever, and profuse sweating. In Türkiye, *P. vivax* malaria (termed tertian malaria) recurs every 48 hours (Muslu, 1985; Irmak, 2008). The World Health Organization identifies malaria as a pandemic-prone disease, and it continues to pose a significant health threat worldwide (Schwetz & Fauci, 2019; WHO, 2018; Aslan, 2020).

3. FUTURE THREATS TO WATER QUALITY

The convergence of traditional pollutants with emerging, next-generation contaminants is expected to make the management of water security substantially more complex in the years ahead (Richardson & Kimura, 2017). As global climate pressures intensify and anthropogenic activities expand, water systems will face increasingly multifaceted risks. The most critical and anticipated threats to water quality can be examined under five principal categories:

3.1. New Generation Organic Pollutants (Emerging Contaminants)

This category encompasses compounds that are difficult to detect, challenging to remove through conventional treatment processes, environmentally persistent, and capable of exerting biological effects even at very low concentrations (Ankley et al., 2020). Key groups include:

- **PFAS (Per- and Polyfluoroalkyl Substances):** Highly persistent fluorinated chemicals—often referred to as “eternal chemicals”—that have become globally

widespread and whose toxicological impacts on humans and ecosystems continue to be intensively studied.

- **Microplastic and Nanoplastic Interactions:** Solid polymer particles whose behavior within the water cycle remains incompletely understood. Due to their large surface-area-to-volume ratio, these particles can adsorb and transport other pollutants, functioning as vectors for chemical and microbial contaminants.
- **Cosmetic Product Residues:** Organic compounds derived from personal care products that resist biodegradation, persist in aquatic environments, and may accumulate in sediments or organisms.
- **Industrial By-Products:** Novel or poorly characterized waste compounds originating from diverse industrial processes, many of which lack comprehensive toxicological assessment.
- **Pharmaceutical Compounds:** Complex mixtures formed from active pharmaceutical ingredients—such as antibiotics, analgesics, and hormones—that interact within aquatic environments to produce new transformation products with uncertain ecological and health implications.

3.2. Increase in Antimicrobial Resistance (AMR)

The presence of antibiotic residues in aquatic environments—and the subsequent dissemination of antimicrobial resistance genes—significantly accelerates the adaptation and evolution of microorganisms. As bacteria exchange resistance traits through horizontal gene transfer, water bodies become reservoirs and conduits for AMR proliferation. The World Health Organization (WHO) has designated aquatic systems as critical “spread zones” for antimicrobial resistance and has classified AMR as one of the most severe global public health threats of the twenty-first century (WHO, 2020).

3.3. Shifting Microbial Isolations

Climate-driven alterations in temperature, precipitation, and nutrient dynamics are expected to reshape microbial populations within the water cycle. Emerging viruses, protozoa, and bacterial species may adapt to previously unsuitable environments or reappear in regions where they were once rare. These shifts in microbial isolations pose substantial challenges to existing disinfection strategies, surveillance frameworks, and public health protection protocols (Paerl & Otten, 2016).

3.4. Temperature-Driven Changes in Toxicity

Rising water temperatures can fundamentally alter the behavior, transformation, and toxicity of pollutants by accelerating chemical reaction rates within aquatic systems. Elevated temperatures may enhance the solubility and mobility of heavy metals, thereby increasing their toxic potential and expanding the zones in which they pose ecological and human health risks (Smedley, 2017). These thermal shifts also modify the bioavailability of organic and inorganic contaminants, potentially intensifying their uptake by aquatic organisms and amplifying ecosystem-level impacts.

3.5. Aging Infrastructure and Treatment Systems

One of the most pressing challenges for future water security is the convergence of aging infrastructure with the growing burden of next-generation pollutants. Deteriorating pipelines, storage facilities, and treatment units are increasingly prone to leaks, structural failures, and reduced operational performance. These weaknesses hinder the capacity of water systems to effectively remove emerging contaminants and to respond to sudden contamination events, making infrastructure decay a critical bottleneck in safeguarding public health and environmental quality (National Research Council, 2006). As climate stressors intensify and pollutant profiles diversify, the

resilience and modernization of infrastructure will become central to sustainable water management.

4. CONCLUSION

Drinking and utility water exert profound influence on human health and well-being. As a fundamental component of nutrition, physiological function, and public sanitation, access to clean and safe water is a universal human right. However, unsustainable resource use, intensifying drought cycles, and the continuous growth of the global population have accelerated the depletion and degradation of water resources.

Microorganisms that proliferate in contaminated water can trigger outbreaks of infectious diseases, placing significant burdens on public health systems. Recent global experiences with epidemics have demonstrated how rapidly health, social, and economic structures can be destabilized by water-borne or water-related pathogens. Likewise, dissolved chemical substances in water have caused region-specific health problems, particularly in communities exposed to long-term contamination.

For these reasons, water must be treated as a vital resource that requires continuous monitoring, careful management, and science-based decision-making. Strengthening analytical capacity, implementing advanced monitoring technologies, and conducting comprehensive toxicological and microbiological research under improved laboratory conditions are essential steps in safeguarding water quality. Ensuring resilient water systems will be one of the defining public health challenges of the coming decades, demanding both scientific innovation and responsible resource stewardship.

REFERENCES

- Akar, A. (2000). İçme suyu kalitesi açısından kirlilik parametrelerinin irdelenmesi (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ankley, G. T., et al. (2020). Assessing risks of emerging contaminants. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 39(6), 1135–1154.
- Aslan, Ş., & Türkman, A. (2004). Biyolojik denitrifikasyon ile içme sularından nitrat ve pestisit giderimi. Cumhuriyet Üniversitesi I. Ulusal Çevre Kongresi, 191–198.
- Aus der Beek, T., et al. (2016). Pharmaceuticals in the environment. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 35(4), 823–835
- Çalık , E., Menteş , Y., Dayıoğlu , H., & Karadağ , F. (2004). İçme Suyunun Sağlık Açısından Değerlendirilmesi. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, s. 17-26.
- Çaydaşı, B. (2024). *Ardahan ili ve ilçelerinin şebeke sularının kalitesinin araştırılması* (Yüksek lisans tezi). Ardahan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ardahan
- Dinçer, A. R., & Aral, İ. F. (2020). Carbon dioxide emission in Thrace region and neighboring countries as a result of aerobic stabilization of urban treatment sludges. *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 38(4), 1729–1739.
- İnsani Tüketim Amaçlı Sular Yönetmeliği. (2005). T.C. Sağlık Bakanlığı, Resmî Gazete No: 25730.
- IPCC. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University Press.

- Irmak, H. (2008). Sularla ilişkili hastalıklar (Uzmanlık tezi). Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Karpuzcu, M. (1988). Çevre mühendisliğine giriş (2. Baskı). İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi.
- Muslu, Y. (1985). Su temini ve çevre sağlığı (Cilt III). İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi.
- Mutluay, H. (1996). Su kimyası. İstanbul Teknik Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi.
- National Research Council. (2006). Drinking water distribution systems: Assessing and reducing risks. National Academies Press.
- Öztürk, R. (2009). Manisa ve bazı ilçelerin yeraltı ve içme sularında arsenik miktarının tayini (Yüksek lisans tezi). Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Paerl, H. W., & Otten, T. G. (2016). Duelling ‘CyanoHABs’: Unravelling harmful algal blooms. *Environmental Microbiology*, 18(2), 316–324.
- Popkin, B. M., D’Anci, K. E., & Rosenberg, I. H. (2010). Water, hydration and health. *Nutrition Reviews*, 68(8), 439–458.
- Richardson, S. D., & Kimura, S. Y. (2017). Emerging environmental contaminants in water. *Analytical Chemistry*, 89(1), 402–433.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2022). Lifetime health advisories for four perfluoroalkyl substances (PFAS). EPA Office of Water.
- United Nations Environment Programme. (2021). Global environmental outlook 6: Healthy planet, healthy people. UNEP.

- United States Geological Survey. (2020). Climate extremes and water quality.
- World Health Organization. (2020). Global antimicrobial resistance surveillance system (GLASS) report 2020. WHO Press.
- World Health Organization. (2022). Drinking-water: Key facts. WHO. Centers for Disease Control and Prevention. (2023). Water-related diseases and contaminants in public water systems. CDC
- Yelekçi, S. (2010). Kilis ili içme sularının kullanılabilirliğinin araştırılması (Yüksek lisans tezi). Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

AŞILAMANIN ÖNEMİ VE TÜRKİYE'DEKİ BAĞIŞIKLAMA PROGRAMLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Pelin ZİVDİR YEŞİLYURT¹

Gamze DEMİREL²

1. GİRİŞ

Aşılama, hem bireysel sağlığı koruma ve iyileştirme hem de halk sağlığını devam ettirme hedefine yönelik en güçlü ve verimli yöntemlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Ellithorpe, Adams, Aladé, 2022). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), aşılamının her yıl dünya çapında 2 ila 3 milyon bebek ve çocuğun hayatını kurtardığını belirtmektedir; ayrıca, aşı kapsayıcılığının artırılmasıyla ek olarak 1,5 milyon bebek ve çocuk ölümünün daha önüne geçilebileceği tahmin edilmektedir (WHO, 2018). Küresel ve ulusal düzeyde, mevcut aşılama programlarını desteklemek amacıyla, ciddi bulaşıcı hastalıkları tamamen yok etmeyi hedefleyen eliminasyon ve eradikasyon projeleri hayata geçirilmektedir. Bu projeler, hastalıkların görülme sıklığını ve ölüm oranlarını azaltmayı ve salgınları denetim altına almayı amaçlamaktadır. Aşılarla önlenebilen hastalıklara karşı verilen mücadelede bugüne kadar kaydedilen ilerlemeyi değerlendirmek, uygulanan stratejileri belirlemek ve mevcut açıkları tespit etmek için bu konuyu detaylıca inceleyen araştırmalara gereksinim duyulmaktadır.

¹ Öğretim Görevlisi, Tarsus Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, ORCID: 0000-0002-3232-6991.

² Öğretim Görevlisi, Tarsus Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, ORCID: 0000-0003-2126-3590.

2. AŞI VE AŞI TÜRLERİ

Çalışmada Aşı, kişileri enfeksiyon hastalıklarından veya bunların neden olduğu sekellerden korumak amacıyla oluşturulan süspansiyonlara denilmektedir. Aşılar; canlı veya inaktif mikroorganizmaları içererek bağışıklığı uyarmak en önemli işlevini oluşturmaktadır. Aşının temel bileşenleri arasında bağışıklık antijenleri, süspansiyon sıvıları, adjuvanlar, koruyucular ve stabilizatörler yer almaktadır (Keser ve Hatipoğlu, 2008). Aşılama ise vücuda zayıflatılmış virüs veya bakteriler ya da bunların antijenik parçaları verilerek yapay yolla bağışıklık kazanılması işlemi olarak ifade edilmektedir (Kutlu, 2017). Aşılama ile bireylerde hastalık oluşmadan koruma sağlanmış olmaktadır. Aşılamanın en önemli amacı; mortalite ve morbitide oranı yüksek olan bulaşıcı hastalıkların zarar verme ve engellenme oranının azaltılmasıdır (Kutlu, 2017). Aşı, yalnızca bireysel bağışıklama sağlamakla kalmamakla birlikte aşılanmış bireylerin hastalığın etkeniyle temasını azaltması sonucu, aşılanmamış kişilerin bile korunmasını sağlamaktadır (Bozkurt, 2018). Hastalığın toplumdaki görülme hızının azalması toplumda sürü bağışıklığı olarak nitelendirilmektedir (Bozkurt, 2018). Aşılama programları, bulaşıcı hastalıkları engelleme ve tamamen ortadan kaldırma hedefine ulaşmak için en maliyet etkin ve en iyi yöntem olarak kabul edilmektedir (Haverkate, D'Ancona, Giambi, Johansen, Lopalco, Cozza and Appelgren, 2012). Aşılama programları halk sağlığında, hastalıkların morbidite ve mortalitesini düşürerek sağlıklı bir toplum gelişimini desteklemektedir. Aşılama tarihi incelendiğinde, geliştirilen aşıların büyük bir çoğunluğunun canlı zayıflatılmış organizmalar, inaktif hücreler veya toksoidler kullanılarak hazırlandığı görülmektedir (Keser ve Hatipoğlu, 2008).

Zayıflatılmış Canlı (Attenüe) Aşılar; Aşı üretiminde başvuru en önemli strateji, zayıflatılmış (attenüe) organizmaların hazırlanması ile olmaktadır. Hazırlanırken

organizmalar, hastalık yapma özelliklerini kaybetmelerine rağmen antijenik özelliklerini korumaktadırlar (Keser ve Hatipoğlu, 2008; Treanor, Kotloff, Betts et al., 2000). Canlı olmaları nedeniyle, aşı alıcısında bir süre kalarak bağışıklık sisteminde daha güçlü ve daha kalıcı bir uyarıcı etki oluşturmaktadırlar (Keser ve Hatipoğlu, 2008). Konakta uygun dokularda çoğalabilen zayıflatılmış suşlar, antijen sunan hücreler tarafından bağışıklık sistemine tanıtılmaktadır. Bu durum, hem humoral hem de hücrel bağışıklık tepkilerini aynı anda uyarması avantajı olmakta olup tek bir dozun koruyuculuk sağlaması sıklıkla yeterli olmaktadır (Yorulmaz ve Koçoğlu Tanyer, 2024). Canlı zayıflatılmış organizmaların taşıdığı bir risk, herhangi bir zamanda mutasyona uğrayarak eski, virulan formuna geri dönerek patojenik etki oluşturabilmektedir. Bu durum aşılardan kişide hastalığın ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. İmmün sistemi baskılanmış bireylerde bu tip aşılardan kullanılması önerilmemektedir (Yorulmaz ve Koçoğlu Tanyer, 2024).

Ölü veya İnaktif Aşılar; Ölü aşılardan ilk üretildiği zamanlarda vücutta oluşan kalıntılara bağlı ciddi yan etkiler görülmüştür (Keser ve Hatipoğlu, 2008). Kimyasal olarak inaktif edilmiş ya da ısı ile öldürülmüş patojenlerden üretilen bu aşılardan etkinliği değişkenlik göstermektedir. Zayıf immün cevap oluşturdıkları için, tam koruyuculuk sağlamak amacıyla tekrarlayıcı dozlara ihtiyaç duyulmaktadır. Aşının immünojenik özelliğini koruyabilmesi için, inaktivasyon işlemlerinde aşırıya kaçılması bu özelliğinden kaybolmasına neden olmaktadır. İnaktivasyonun yetersiz kalması, patojenin enfeksiyon yapıcı kalması durumunda aşı sonrasında hastalığın gelişmesine neden olabilmektedir (Keser ve Hatipoğlu, 2008).

Subünit Aşılar; Bu aşılardan oluşturulurken antijen olan proteinlerin bazı parçalarını içermektedir. Subünit aşılardan geleneksel olarak, sağlam patojenlerin kültürde çoğaltılıp

ardından biyokimyasal arıtma yöntemleriyle temizlenmesiyle üretilirken; artık kritik antijenlerin doğrudan genetik mühendisliği yoluyla üretilmesi giderek daha yaygın bir strateji haline gelmektedir (Keser ve Hatipoğlu, 2008).

Tablo 1. Bazı Aşılar ve Türleri

Aşı tipi	Enfeksiyöz ajan	Yorum
Ölü veya inaktif aşılar	Çocuk felci	Salk aşısı (IPV)
	Kolera	Ei Tor'un farklı kombinasyonları, Inaba ve Ogawa serotipleri
	İnfluenza	Yıllık olarak değişen suşlar
	Boğmaca	Ölü Bordetella pertussis
	Tifo	Ölü Salmonella typhi
	Kuduz	Benzer koruyuculuğu olan farklı suşlar
	Veba	İnaktif bakteri
	Hepatit A	Ölü veya inaktif virus
Canlı, zayıflatılmış aşılar	Tüberküloz	Bacillus Calmette Guerin (BCG)
	Tifo	Oral zayıflatılmış suş (Ty21a)
	Çocuk felci	Sabin oral aşısı (OPV)
	Kolera	CDV103-HgR suşu, zayıflatılmış Ei Tor suşu ile birlikte
	Kızamık	Canlı virus
	Kızamıkçık	Canlı virus
	Kabakulak	Canlı virus
	San humma	Tek suş
	Suçiçeği	Zayıflatılmış Varicella zoster (Oka suşu)
	Tetanoz	Toksoid
Subünit aşılar	Difteri	Toksoid
	Kolera	Toksin A ve B subüniti
	Meningokok	Grup A ve C yüzey polisakkaritleri veya konjüge aşısı
	Tifo	Kapsül polisakkariti (Vi)
	Pnömonokok	23 değerlikli yüzey polisakkaritleri kombinasyonu veya konjüge aşısı
	Haemophilus influenza	Tip B kapsül polisakkariti veya konjüge aşısı
	Hepatit B	Yüzey antijeni

(Keser ve Hatipoğlu, 2008)

3. AŞIYLA ÖNLENEBİLİR BULAŞICI HASTALIKLAR (ÇOCUKLUK ÇAĞI VE ERİŞKİN DÖNEM AŞILARI)

Bulaşıcı hastalıklar, herhangi bir kaynaktan duyarlı kişilere doğrudan veya dolaylı bulaşma yeteneği nedeniyle bireysel sağlığın yanı sıra tüm toplumun yaşamını tehdit eden kritik bir halk sağlığı sorununu temsil etmektedir (Karhan, Çayır ve Kara, 2022). Bulaşıcı hastalıkların önlenmesindeki en önemli halk sağlığı hizmeti aşılamadır. Kızamık, kızamıkçık, kabakulak,

suçiçeği, hepatit A ve B aşı ile korunabilen bulaşıcı hastalıklardan olup, hepatit C'ye karşı herhangi bir aşı bulunmamaktadır (Karhan, Çayır ve Kara, 2022). Bu aşıları incelediğimizde; 2008 yılından günümüze kadar kızamık aşısı üçlü aşı şeklinde kızamık, kızamıkçık, kabakulak (KKK) olarak birlikte uygulanmaktadır. KKK aşısı 12. Ay ve 48. aylarda 2 doz olarak yapılmaktadır (Baysal, Şahin, Kondolot, Gökçay, Beyazova, Gür ve ark., 2021; JAMA, 1991; Lutwick, 2000). 2010 verileriyle karşılaştırıldığında, dünya genelinde kızamık ilişkili ölümlerde %84 oranında önemli bir azalma olmuştur. Fakat bu iyileşme 2016 yılında ki verilerde çok iyi olmadığını göstermektedir ve kızamıktan hayatını kaybedenlerin sayısı 89.780 kişi olarak tespit edilmiş ve bu ölümlerin çoğunluğunu 5 yaş altı çocuklar oluşturmaktadır (Feldstein, Mariat, Gacic-Dobo, Diallo, Conklin, 2017). 2007-2010 yıllarında uygulanan ulusal aşı programı ile birlikte kızamık vakaları 10 üzerine çıkmamıştır. Ülkemizde 2011 yılında yaşanan aşırı göçlerden ve aşı karşıtı sayısının artmasından dolayı kızamık vakalarında artışlar görülerek salgın durumuna gelmiştir (Kahraman ve Kaplan, 2020). Bu durum 2019 yılında en üst seviyeye ulaşmıştır. Kızamık aşısı, kızamıkçık ve kabakulak aşıları canlı bir attenüe aşı olup 2013 yılından günümüze aşı takviminde yer almaktadır. KKK, aşı takviminde 12. ay ve 48. ayda yapılmakta olup ek doz 9. ayda uygulanmaktadır (Karhan, Çayır ve Kara, 2022). Kızamıkçık, nonspesifik klinik bulgular sergileyebilmesi nedeniyle, hastalığın aktif olduğu dönemde doğru teşhis konulamama riski oldukça yüksektir (Lambert, Strebel, Orenstein, Icenogle and Poland, 2015). Konjenital kızamıkçık, bağışıklığı yetersiz olan annenin enfeksiyonu sonucu fetüste malformasyonlara yol açabildiği için kritik bir halk sağlığı sorununu oluşturmaktadır. Bu nedenle, gebelik öncesi ve sırasında fetüsü korumak amacıyla doğurganlık çağındaki kadınların kızamıkçık enfeksiyonuna karşı seropozitif olması büyük önem taşımaktadır (Karhan, Çayır ve Kara, 2022).

Çocukluk çağında sıklıkla görülebilen viral enfeksiyonlardan birini suçiçeği oluşturmaktadır. Hastalık, 7-10 gün içinde kendiliğinden geçmektedir. Komplikasyonların görülme durumu yaş ilerledikçe artmaktadır (Bollaerts et al., 2017). Hepatit A virüsü, ülkemizde orta şiddette endemilere sebep olmaktadır. Görülme durumu, yaşanan bölge, sosyoekonomik durum ve yaş gibi durumlardan dolayı farklılık göstermektedir. Çocukluk çağında sık görülebilmektedir. Aşı takviminde 2012 yılından itibaren yer almakta olup 18. ve 24. aylarda iki doz şeklinde uygulanmaktadır (Karhan, Çayır ve Kara, 2022). Hepatit B açısından ülkemiz orta derecede endemik bölgelerden birini oluşturmaktadır. Nisan 2025 tarihine kadar Hepatit B aşısı ilk doz doğumdan sonraki ilk 72 saat içerisinde ve diğer dozlarda 1. ve 6. Aylarda toplam 3 doz olarak yapılmaktaydı. Aşı takviminde değişiklik yapılarak doğumda Hepatit B aşısı yapıp sonra 5'li karma aşı içerisinde alınarak 6'lı karma aşı olarak 2., 4., ve 6. aylarda ve 18. ayda rapel olarak uygulanmaya başlanmıştır. Aşılanmanın etkinliğinin sağlanabilmesi için aşılama oranların bilinmesi ve takibinin yapılması önemlidir. Ülkemizde çocukluk çağı hastalıklarında azalmaların olması etkin şekilde uygulanan aşı programlarından kaynaklanmaktadır (Kurugöl ve Şahbudak Bal, 2021).

Çocukluk aşılamalarının yanı sıra, ülkemizde erişkinlere ve risk grubundaki kişilere yönelik çok sayıda aşı uygulaması bulunmaktadır. Bu uygulamalar arasında; sağlık ve kolluk kuvvetleri gibi mesleki risk gruplarının aşılanması; kronik hastalıklar veya 65 yaş üstü olma gibi risklere bağlı aşılamalar ve seyahat, askerlik ile doğurganlık çağı kadınlara yönelik difteri-tetanoz aşılamaları yer almaktadır (Orhon Şimşek, 2020).

Sağlık Bakanlığının son olarak düzenlenen güncel çocukluk çağı aşı takvimi ve erişkin dönem aşılara ait tablolar aşağıda verilmiştir.

Ulusal Çocukluk Dönemi Aşılamaya Takvimi (2025)										
	DOĞUM	2. AY SONU	4. AY SONU	6. AY SONU	9. AY SONU	12. AY SONU	18. AY SONU	24. AY SONU	48. AY	13 YAŞ
Hep-B	I									
BCG		I								
KPA		I	II			RAPEL				
DoBT - İPA- Hib - HepB		I	II	III			RAPEL			
OPA				I			II			
Suçiçeği						I				
KKK					BEK DOZ	I			II	
Hep-A							I	II		
DoBT-İPA									RAPEL	
Td										RAPEL

Aşı Detayları için QR Kodu Okutunuz

> Hep-B: Hepatit B Aşısı
> BCG: Verem Aşısı
> KPA: Konjuge Pnömonokok Aşısı
> DoBT-İPA-Hib-HepB: Difteri, asellüler boğmaca, Tetanos, İnaktif Polio, Hemofilus influenza tip b, Hepatit B Aşısı

> OPA: Oral Polio Aşısı
> KKK: Kızamık, Kızamıklık, Kabakulak Aşısı
> Hep-A: Hepatit A Aşısı
> Td: Erişkin Tetanos difteri Aşısı
> Rapel: Pekiletme Düz Aşısı



Sağlık Bakanlığı Aşı Portalı, (2025).

ERİŞKİN DÖNEMİ AŞI UYGULAMALARI		TÜRKİYE CUMHURİYETİ SAĞLIK BAKANLIĞI	
Sağlıklı Erişkinlere Önerilen Aşılar	Risk Grubunda Yer Alan Erişkinlere Önerilen Aşılar		
> Td: Erişkin Tetanos difteri	> Hepatit B		
GEBELER	> Hepatit A		
> Tdab: Erişkin Tetanos, difteri, asellüler boğmaca	> Pnömonokok		
> Td: Erişkin Tetanos difteri	> Grip		
> Grip	> Meningokok		
65 YAŞ VE ÜZERİ	> Suçiçeği		
> Pnömonokok	> KKK: Kızamık, Kızamıklık, Kabakulak		
> Grip			
Bilgi için doktorunuza başvurunuz.		asi.saglik.gov.tr	

Sağlık Bakanlığı Aşı Portalı, (2025).

4. TÜRKİYE'DE BAĞIŞIKLAMA PROGRAMLARI

Halk sağlığına yönelik uygulanan programların amacı; sağlığın korunması, geliştirilmesi, hastalıkların önlenmesi, hastalıkların tanı ve tedavi yöntemlerinin doğru olarak yapılarak

kontrol altına alınmasını sağlamaktır (Yapıcı ve Yeniocak Tunç, 2019). Bulaşıcı bir hastalığı, önce kontrol, sonra eliminasyon ve son olarak eradikasyonunun sağlanması için biyolojik, sosyal, politik ve ekonomik açılardan kapsamlı, etkili ve uzun vadeli çabaların bir arada yürütülmesi gerekmektedir (Yapıcı ve Yeniocak Tunç, 2019). Çiçek hastalığının eradike edilmesi bulaşıcı hastalıkların önemli adımlarından birini oluşturmuş ve bağışıklama hizmetlerinde önemli bir gelişmedir. DSÖ, 1974 yılında tüm çocukların Difteri-Boğmaca-Tetanoz, BCG, Polio, Kızamık olarak 4 aşı ile aşılanmaya başlanması ve Genişletilmiş Bağışıklama Programı (GBP) kapsamında ülkelerin aşılama ileriye gitmesini sağlamıştır (T.C Sağlık Bakanlığı, 2009; Feldstein, 2017). Ülkemizde 1981 yılında bu kapsamda tüberküloz, difteri, boğmaca, tetanos, çocuk felci ve kızamık gibi hastalıklara karşı aşılama başlatılmış ve bu durum günümüzde 13 hastalığa ulaşmıştır (T.C Sağlık Bakanlığı, 2009; Feldstein, 2017). Türkiye'deki güncel aşılama şeması, temel amacı hassas yaş gruplarına enfeksiyondan önce ulaşarak bağışıklanmalarını sağlamak ve aşıyla korunulabilir hastalıkların yol açtığı sakatlık/ölümleri önlemek olan Genişletilmiş Bağışıklama Programı (GBP) çerçevesinde uygulanmaktadır (Yapıcı ve Yeniocak Tunç, 2019; Orhon Şimşek, 2020). GBP'nin hedefleri arasında; ülke genelinde her antijen için %97 aşılama hızını sürdürmek, 12-24 aylık bebeklerin %90'ını tam aşıli hale getirmek, eksik aşıli 5 yaş altı çocukları tespit etmek ve gebelere Td aşısı uygulamaktır (Yapıcı ve Yeniocak Tunç, 2019; Orhon Şimşek, 2020). Ayrıca program, ülkenin polioidan arındırılmış statüsünü korumayı, maternal ve neonatal tetanozu elimine etmeyi, Kızamık Eliminasyon Programı'nı yürütmeyi ve Hepatit B, difteri, boğmaca, invaziv pnömokokal hastalıklar gibi diğer aşıyla önlenebilir hastalık kontrol programlarını yürütmeyi ve Aşı Sonrası İstenmeyen Etki (ASİE) İzleme Sistemi'ni işletmeyi kapsamaktadır (Yapıcı ve Yeniocak Tunç, 2019; Orhon Şimşek, 2020). Genişletilmiş Bağışıklama Programı kapsamında Polio

eradikasyonu, Maternal ve Neonatal Tetanos (MNT) Eliminasyonu, Kızamık Eliminasyonu, Kızamıkçık ve Konjenital Kızamıkçık Sendromu (KKS) Eliminasyonu uygulanmaktadır.

Polio eradikasyonu; Poliovirüsü üç tipi bulunmakta olup hepsi felce sebep olmaktadır. Salgınlara polio tip 1 neden olmaktadır. Türkiye, Poliomyelit Eradikasyon Programı kapsamında 2008 yılına kadar bir yaş altındaki bebekleri üç doz OPA ile aşılariken, 2008 sonrası Genişletilmiş Bağışıklama Programı'na (GBP) geçilmiş; İPA beşli karma aşı (2., 4., 6., 18. aylar) içinde ve OPA ise 6. ve 18. aylarda uygulanmaya başlanmıştır. Son yıllarda yaşanan göç dalgaları nedeniyle aşısız çocuk oranlarındaki artış, polio açısından ciddi bir risk oluşturmuştur. Bu risk nedeniyle Sağlık Bakanlığı, 2015 yılında Suriye ve Irak ile sınır bağlantısı olan Hatay, Kilis, Şanlıurfa, Mardin ve Şırnak illerinde 0-59 aylık tüm çocuklara iki tur halinde Destek Aşılama Çalışmaları düzenlenerek azaltılmaya çalışılmıştır (T.C Sağlık Bakanlığı, 2009).

Maternal ve neonatal tetanos eliminasyonu; Tetanosun etkeni olan Clostridium Tetani, toprakta, tozda ve hayvan dışkısında yıllarca spor halinde kalabilen anaerobik, gram-pozitif bir bakteridir; bu nedenle hastalığın tamamen ortadan kaldırılması yerine, kontrol altına alınması hedeflenmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2006; Stephen, 2015). Türkiye, başlangıçta 1994'te bir genelge yayımlayarak 2000 yılına kadar tüm bölgelerde yenidoğan tetanosu (NT) görülme sıklığını 1000 canlı doğumda 1 vakanın altına indirmeyi amaçladı, ancak bu süre zarfında ülke çapında hedefe ulaşamadı. Bu başarısızlık üzerine, 2005 yılında program revize edildi, yeni düzenlemeler getirildi ve 2006'da Sağlık Bakanlığı, "Maternal ve Neonatal Tetanos Eliminasyon Programı Saha Rehberi"ni yayınladı. Bu yeni hedefe göre, her bölgede 2007 sonuna kadar NT vakasının binde 1'in altında kalması ve maternal tetanosun (MT) hiç görülmemesi amaçlanmış ve bu durumun sürekliliği istenmiştir

(T.C. Sağlık Bakanlığı, 2006). Tüm bu yoğun çabaların ve uygulamaların sonucunda, Sağlık Bakanlığı, DSÖ ve UNICEF iş birliğiyle Şubat 2009'da Şırnak'ta (NT riskinin en yüksek olduğu bölgelerden biri) toplum temelli bir saha çalışması gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada NT'nin ortadan kalktığı görülmüşle, ülkenin tamamında eliminasyonun sağlandığı yüksek olasılıkla yorumlanmıştır. DSÖ, NT'nin elimine edilmesi durumunda MT'nin de ortadan kalktığını kabul etmektedir. Türkiye'nin NT'yi başarıyla elimine ettiği ve bununla birlikte DSÖ Avrupa Bölgesi'ndeki tüm ülkelerin eliminasyon hedefine ulaştığı resmen belirtilmiştir. Bu başarının ana nedenlerinden biri, doğumların %70'inden fazlasının bir sağlık çalışanı desteğiyle gerçekleşmesidir (WHO, 2009). Türkiye, DSÖ Avrupa Bölgesi'ndeki diğer ülkelerle birlikte MNT eliminasyonunu sağlamış olsa da, bu kazanımın sürdürülebilirliği için devamlı çalışma gerekmektedir.

Kızamık eliminasyonu; Bulaşıcılığı en yüksek virüslerden biri olan kızamık virüsü; enfekte kişilerin öksürmesi veya hapşırmasıyla havaya yayılan damlacıkların solunması ya da burun ve boğaz salgılarıyla doğrudan/dolaylı temas yoluyla bulaşır; virüs, duyarlı kişiler arasında %90'ın üzerinde ikincil atak hızına sahiptir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2010; Wilbert, 2011). Uluslararası kararlar neticesinde Türkiye'de, 2002'de "Kızamık Eliminasyon Programı" ve 2006'da "Kızamıkçığın Eliminasyonu ve Konjenital Kızamıkçık Sendromunun Önlenmesi Programı" uygulamaya konulmuştur. Ülkemizin kızamıkla mücadele stratejileri; bağışıklama, sürveyans, eylem planı uygulaması için politik kararlılık ve sosyal mobilizasyon olarak belirlenmiştir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2010). Kızamık ve Kızamıkçık eliminasyonunun başarılması için rutin bağışıklama ile yüksek ve sürekli bir nüfus bağışıklığı düzeyi elde etmek kritik öneme sahip olmaktadır. Ancak aşının koruyuculuğu yaklaşık %95 olduğundan, tüm nüfus aşılanmış olsa bile toplumun yaklaşık

%5'lik bir kısmı her yıl duyarlı kalmaya devam etmekte ve bu duyarlı bireylerin sayısının artmasıyla virüs salgınlara yol açabilmektedir. Bu durum, özellikle rutin bağışıklama sistemlerinde yüksek ve homojen aşılama oranlarının sağlanamadığı ülkelerde, rutin aşılama kalitesine bağlı olarak her iki, üç veya dört yılda bir ek aşılama kampanyaları yapılmasını gerektirmektedir (HASUDER, 2013; WHO, 2012). Aşı, KKK (Kızamık-Kızamıkçık-Kabakulak) bileşeni olarak ilk kez 12. ayda uygulanmakta, ikinci dozu ise 48. Ayda yapılmaktadır. Rutin bağışıklama şemasını güçlendirmek için, ek bir doz aşılama da 9. ayın sonunda uygulanmaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2010).

Bir ülkenin uyguladığı aşılama politikası gönüllü veya zorunlu olması toplumun ulaştığı aşılama yüzdesi arasında doğrudan kanıtlanabilir bir bağ bulunmamaktadır. Gönüllülük esasına dayalı aşılama stratejisini benimseyen ülkelerdeki aşılama oranları, zorunlu aşılama uygulayan ülkelerin oranlarından daha düşük seviyelerde olmamaktadır (Akşit, 2016; Bozkurt, 2018). Türkiye’de zorunlu aşılama ilkesi benimsenmiş olmasına rağmen, aşı olmayı reddeden bireylere karşı uygulanabilecek yasal bir yaptırım veya düzenleme henüz bulunmamaktadır (Avcı, 2017; 43).

5. SONUÇ

Çocukluk çağı aşılarının ölüm ve hastalık oranlarını düşürmedeki kanıtlanmış etkinliğine ve ulusal takvimde ücretsiz olarak sunulmasına karşın, aşılama kapsamının %100 seviyesine ulaşamaması ve giderek düşüş göstermesi, toplumsal düzeyde aşı tereddüdü ve isteksizliğinin varlığına işaret etmektedir. Günümüzde bilgiye erişimin kolaylığına rağmen, güvenilir olmayan ve yanlış içeriklerle karşılaşma riskinin yüksek olması sebebiyle, aşılar hakkında doğru bilgilendirmelerin sağlanması ve

güvenilir bilgi kaynaklarının topluma tanıtılması büyük bir önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Akşit, S. (2017). Zorunlu Bağışıklama mı, İsteğe Bağlı Bağışıklama mı? Ülkelerin Deneyimleri. 4. *Ulusal Sosyal Pediatri Kongresi*, Antalya. <http://www.sosyalpediatri.org.tr/sunumlar/2017/4ulusalsosyalpe/sadikaksit.pdf> adresinden 3 Mart 2025 tarihinde erişildi.
- Avcı, E. (2017). Çocukluk Dönemi Aşılarına İlişkin Karşılaştırmalı Bir Analiz: Amerika Birleşik Devletleri ve Türkiye. *Özgürlük Araştırmaları*, 9, 5–35.
- Bollaerts, K., Riera-Montes, M., Heiningen, U., Hens, N., Souverain, A., Verstraeten, T., et al. (2017). A systematic review of varicella seroprevalence in European countries before universal childhood immunization: deriving incidence from seroprevalence data. *Epidemiology and Infection*, 145(13), 2666–2677.
- Bozkurt, H. B. (2018). Aşı Reddine Genel Bir Bakış ve Literatürün Gözden Geçirilmesi. *Kafkas Journal of Medical Sciences*, 8(1), 71–76. <https://doi.org/10.5505/kjms.2018.12754>
- Ellithorpe, M. E., Adams, R., & Aladé, F. (2022). Parents' behaviors and experiences associated with four vaccination behavior groups for childhood hesitancy. *Matern Child Health J.*, 1-9.
- Feldstein, L., Mariat, S., Gacic-Dobo, M., Diallo, M. S., & Conklin, L. M. (2017). *MMWR*, 66(45), 1252–1255.
- Halk Sağlığı Uzmanları Derneği (HASUDER) Bulaşıcı Hastalıklar Çalışma Grubu. (2013). *Kızamık Raporu*. https://hasuder.org/anasayfa/images/Yonetim/HASUDER_KIZAMIK_RAPOR12-MART-2013-1.pdf adresinden 30 Ekim 2025 tarihinde erişildi.

- Haverkate, M., D’Ancona, F., Giambi, C., Johansen, K., Lopalco, P. L., Cozza, V., & Appelgren, E. (2012). On behalf of the VENICE project gatekeepers and contact points. Mandatory and Recommended Vaccination in the EU, Iceland and Norway: Results of the VENICE 2010 Survey on the Ways of Implementing National Vaccination Programmes. *EuroSurveillance*, 17(22), 1–3.
- Karhan, A. N., Çayır, A., & Kara, S. S. (2022). Çocuklarda Aşıyla Önlenebilir Hastalıkların Seroprevalanslarının Değerlendirilmesi. *Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 24(2), 218–224. <https://doi.org/10.24938/kutfd.951930>
- Keser, M., & Hatipoğlu, N. (2008). Bağışıklık Antijenleri ve Aşı İçeriği. *Çocuk Enfeksiyonları Dergisi*, 2(Özel Sayı 1), 15–24.
- Kurugöl, Z., & Şahbudak Bal, Z. (2021). Suçiçeği: Güncel durum. A. Somer (Ed.), *Çocukluk Çağında Sorunlu Enfeksiyonlar* (1. baskı, ss. 23–28) içinde. Türkiye Klinikleri.
- Kutlu, R. (2017). Çocukluk Çağı Aşıları. *Türkiye Klinikleri Journal of Family Medicine-Special Topics*, 8(5), 311–318.
- Lambert, N., Strebel, P., Orenstein, W., Icenogle, J., & Poland, G. A. (2015). Rubella. *Lancet*, 385(6), 2297–2307.
- Lutwick, S. M. (2000). Pediatric vaccine compliance. *Pediatric Clinics of North America*, 47(2), 427–434.
- National Vaccine Advisory Committee. (1991). The measles epidemic: the problems, barriers, and recommendations. *JAMA*, 266(11), 1547–1552.

- Orhon Şimşek, F. (2020). Genişletilmiş Bağışıklama Programına Her Yönüyle Bakış. *Sosyal Pediatri Özel Sayısı*, 6–14. <https://doi.org/10.20515/otd.681563>
- Stephen, S. A. (2015). Tetanos (*Clostridium tetani*). T. Akçay (Çev. ed.), *Nelson Pediatri* (ss. 991–994) içinde.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2006). *Maternal Neonatal Tetanos Eliminasyon Programı Saha Rehberi*. https://www.tuseb.gov.tr/enstitu/tacese/yuklemeler/ekita/p/ASI/saglik_bakanligi_2006_maternal_ve_neonatal_tetanos_elminasyon_saha_rehberi.pdf adresinden 23 Kasım 2025 tarihinde erişildi.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2009). *Genişletilmiş Bağışıklama Programı Genelgesi*. <https://www.saglik.gov.tr/TR,11137/genisletilmis-bagisiklama-programi-genelgesi-2009.html> adresinden 13 Kasım 2025 tarihinde erişildi.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2010). *Kızamık/Kızamıkçık ve Konjenital Kızamıkçık Sendromu (KKS) Sürveyansı Genelgesi*. <https://dosyasb.saglik.gov.tr/Eklenti/1237,kizamik-kizamikcikkks-surveyansigenelgesi2010pdf.pdf?0> adresinden 13 Kasım 2025 tarihinde erişildi.
- T.C. Sağlık Bakanlığı Aşı Portalı. (2025). *Güncellenen Aşı Takvimi*. <https://asi.saglik.gov.tr/bagisiklama-programi-ve-asi-takvimi/asi-takvimi.html> adresinden 30 Kasım 2025 tarihinde erişildi.
- Türkiye Milli Pediatri Derneği Sosyal Pediatri Derneği Ortak Kılavuzu. (2021). Ülkemizde güncel aşılama. S. U. Baysal, F. Şahin, M. Kondolot, G. Gökçay, U. Beyazova, E. Gür, et al. (Eds.), *Türkiye Milli Pediatri Derneği ve Yan Dal Dernekleri İş Birliği ile Çocuk Sağlığı ve Hastalıklarında Tanı ve Tedavi Kılavuzları* içinde.

<https://millipediatri.org.tr/Custom/Upload/files/kilavuzlar/kilavuz-2.pdf> adresinden 11 Mayıs 2021 tarihinde erişildi.

- WHO. (2009). Validation of elimination of neonatal tetanus in Turkey by lot quality assurance cluster sampling. *Weekly Epidemiological Record*, 84, 141–148.
- WHO. (2012). *Global measles and rubella strategic plan: 2012–2020*. World Health Organization.
- WHO. (2018). *National immunization coverage scorecards estimates for 2018* [Internet]. 2019. <https://www.who.int/publications/m/item/nationalimmunization-coverage-scorecards-estimates-for-2018>. (Erişim Tarihi 21 Şubat 2024).
- Wilbert, H. M. (2011). Kızamık (*Meales*). T. Akçay (Çev. Ed.), *Nelson Pediatri* (ss. 1069–1075) içinde. Nobel Kitabevleri.
- Yapıcı, G., & Yeniocak Tunç, A. (2019). Ülkemizde Aşı İle Korunulabilen Hastalıklara Yönelik Yürütülen Eliminasyon ve Eradikasyon Programlarının Değerlendirilmesi. *Lokman Hekim Dergisi*, 9(2), 171–183. <https://doi.org/10.31020/mutftd.552075>
- Yorulmaz, D. S., & Koçoğlu Tanyer, D. (2024). Bütünleştirilmiş Değişim Modeline Dayalı Hazırlanan Aşı Eğitim Programının Aşı Savunuculuğu ve Aşı Okuryazarlığı Üzerine Etkisi: Bir Randomize Bekleme Listesi Kontrollü Çalışmanın Protokolü. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 11(1), 88–97. <https://doi.org/10.31125/hunhemsire.1342837>

HALK SAĞLIĞINDA BULAŞICI HASTALIKLAR VE KONTROLÜ

Gamze DEMİREL¹

Pelin ZIVDIR YEŞİLYURT²

1. GİRİŞ

Halk sağlığı, toplumun sağlığını korumak, geliştirmek ve hastalıkları önlemek amacıyla yürütülen sistematik, bilim temelli bir disiplindir (Demiray ve Yorulmaz, 2023). Bu alanın temelinde, hastalıkların ortaya çıkmasını beklemek yerine onları engellemeye odaklanan koruyucu yaklaşımlar yer almaktadır. Halk sağlığı; çevresel faktörlerden sosyoekonomik koşullara, eğitim düzeyinden sağlık hizmetlerine erişime kadar çok boyutlu etkenleri bir arada değerlendirmektedir (Tözün ve Sözmen, 2014). Bu nedenle, halk sağlığının hedefi hastalıkları tedavi etmek değil, sağlıklı yaşam koşullarını tüm topluma yaymak, sağlık eşitsizliklerini azaltmak ve toplumun genel refah düzeyini yükseltmektir (Güneş, 2017).

Bulaşıcı hastalıklar toplum sağlığını tehdit eden en önemli faktörlerden biri olmuştur (Karacaer Çakır, 2021). Bu sebeple halk sağlığında bulaşıcı hastalıklarla mücadele, çok yönlü bir yaklaşımı gerektirmektedir. Temiz suya erişim, yeterli beslenme, hijyen koşullarının iyileştirilmesi, sağlık eğitimi, erken tanı ve tedavi hizmetleri ve bağışıklama gibi unsurlar bu mücadelenin tamamlayıcı parçalarıdır. Baktığımız zaman tarih boyunca veba,

¹ Öğretim Görevlisi, Tarsus Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Dokümantasyon ve Sekreterlik, ORCID: 0000-0003-2126-3590.

² Öğretim Görevlisi, Tarsus Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, ORCID: 0000-0002-3232-6991.

çiçek, kolera, kızamık, difteri, tifo ve grip gibi birçok bulaşıcı hastalık, milyonlarca insanın yaşamını yitirmesine neden olmuştur (Parıldar, 2020; Karacaer Çakır, 2021). Antibiyotikler ve diğer modern tedavi yöntemleri gelişmeden çok öncesinde, bu hastalıkları tedavi etmek için çeşitli yollar aranmış, ancak zaman geçtikçe tedaviden ziyade korunmanın çok daha etkili ve önemli bir husus olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Montero vd., 2024).

Bu tarihsel deneyimler, bulaşıcı hastalıklarla mücadelede asıl başarının hastalık ortaya çıkmadan önce alınan koruyucu önlemlerle sağlanabileceğini göstermiştir. Bu çerçevede bulaşıcı hastalıkların tanınması, yayılım süreçlerinin anlaşılması ve korunma yaklaşımlarının değerlendirilmesi, toplum sağlığının korunması ve geliştirilmesi açısından temel bir gereklilik olarak karşımıza çıkmaktadır.

2. BULAŞICI HASTALIĞIN TANIMI VE ÖNEMİ

Bulaşıcı hastalıklar; bakteri, virüs, mantar ve parazit gibi mikroorganizmalar veya bunların toksinlerinin bir insandan başka bir insana bulaşması sonucu ortaya çıkan hastalıklardır (Ören Çelik ve Önal, 2024). Bulaşıcı hastalıklar, hastalık oluşturan bir enfeksiyon etkeninin, enfekte bir kişi veya hayvandan, doğrudan ya da dolaylı olarak başka bir duyarlı konağa geçişi ile oluşabilmektedir. Bir başka ifadeyle enfeksiyon etkeni mikroorganizmalarla karşılaşılmasıyla birlikte oluşan ve çok sayıda kişiye hızla yayılabilen hastalıklardır (Yurdakul, 2015; Aksakoğlu, 2008).

Bulaşıcı hastalıklar; modern tıptaki ilerlemelere rağmen hâlâ önemli bir halk sağlığı sorunu olmayı sürdürmektedir. Halk sağlığı açısından ele alındığında, toplum sağlığının korunması ve bulaşıcı hastalıkların sebep olabileceği salgınlara önlenmesi açısından bulaşıcı hastalıkların kontrolü oldukça önemli bir konudur. Bu hastalıklar, kontrol altına alınmadıkları sürece hızlı

bir şekilde yayılarak salgınlara neden olabilmeleri ve buna bağlı olarak sakatlık, ölüm, sosyal hayatta aksaklıklar ve ekonomik kayıplara yol açabilmeleri nedeniyle halk sağlığı açısından daima öncelikli bir sorun olarak kabul görmüştür (Ören Çelik ve Önal, 2024).

Bulaşıcı hastalıklar, hem morbiditeyi hem de mortaliteyi belirgin biçimde artırmaları ve yalnızca birey sağlığını değil toplumun genel sağlığını ve işleyişini de doğrudan etkilemesi nedeniyle halk sağlığının en kritik konularından birini oluşturur. Bireyler bulaşıcı hastalıklar sebebiyle fiziksel, psikolojik veya ekonomik açıdan pek çok kayıp yaşayabilmektedir. Bunun yanı sıra, bu hastalıkların yayılarak salgına dönüşmesi aynı zamanda toplumsal sonuçlar doğurmaktadır. Bu süreç yalnızca hastalık ve ölüm oranlarının artmasına yol açmakla kalmaz özellikle salgın dönemlerinde toplumda endişe, korku ve kısıtlamaların artmasıyla beraber psiko-sosyal yaşamı olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, üretimden eğitime kadar pek çok alanı da olumsuz etkilemektedir. İş gücü kaybı ve hizmet sektöründe ortaya çıkan aksamalarla beraber ekonomik kayıplar yaşanmaktadır. Tüm bunlara ek olarak sağlık çalışanları, sağlık kurumları ve dolayısıyla sağlık sisteminin hem iş yükü hem de mali yükü artmaktadır (Ören Çelik ve Önal, 2024).

Bu hastalıkların ortaya çıkması ve toplum içinde yayılması; etkenin özellikleri, bulaşma yolları ve bireylerin duyarlılığı gibi pek çok faktöre bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bulaşıcı hastalıkların epidemiyolojisini bilmek, hem farkındalık oluşturulmasına hem de bu hastalıklardan korunma yöntemlerinin etkili bir şekilde planlanıp uygulanmasına katkı sağlayacaktır.

3. BULAŞICI HASTALIKLARIN EPİDEMİYOLOJİSİ

Bulaşıcı hastalıkların epidemiyolojisi, bir enfeksiyonun nasıl ortaya çıktığını, hangi koşullarda yayıldığını ve hastalığın seyrini etkileyen faktörlerin incelenmesini sağlayan bir disiplindir. Bu disiplin enfeksiyon etkeni, bulaşma yolları, duyarlı konak varlığı ve çevresel koşullar arasındaki etkileşimin anlaşılmasına olanak tanımaktadır. Bu özellikler göz önüne alınarak oluşan döngüye ise “enfeksiyon zinciri” denilmektedir (Akın, 2015a). Bulaşıcı hastalıkların epidemiyolojisinde enfeksiyon zinciri önemli bir belirleyicidir. Çünkü bulaşıcı hastalıklar enfeksiyon kaynağı, bulaşma yolu ve konak arasındaki etkileşim sonucunda oluşan enfeksiyon zincirinin tamamlanmasıyla ortaya çıkmaktadır (Ören Çelik ve Önal, 2024; Melese vd., 2025). Bir kişide enfeksiyonun oluşması ve yayılması için gereken unsurlardan oluşan yapı, enfeksiyon zinciri olarak adlandırılır. Bir hastalığın bulaşıcı nitelik kazanması; bir enfeksiyon etkeninin bir kişiden başka bir kişiye aktarılabilmesi ile mümkündür. O halde bulaşıcı hastalıkların temelinde yatan şey enfeksiyonlardır. Bu nedenle bulaşıcı hastalıkları anlamının temel yolu; enfeksiyonun nasıl başladığını, nasıl ilerlediğini ve toplum içinde hangi mekanizmalarla yayılabildiğini bilmekten geçer.

Bir enfeksiyonun meydana gelmesi için enfeksiyon zincirinde bu altı unsurun, mevcut olması gerekir (Kramer vd., 2010). Bu unsurlar (Kramer vd., 2010; Page vd., 1995; Melese vd., 2025; Bonita vd., 2006; Akın, 2015a; Aksakoğlu, 2008; Ören Çelik ve Önal, 2024):



Kaynak: Kramer, A., Akmatov, M., & Kretzschmar, M. (2010). Principles of infectious disease epidemiology. In A. Kramer, M. Kretzschmar, & K. Krickeberg (Eds.), *Modern Infectious Disease Epidemiology: Concepts, methods, mathematical models, and public health*. Springer

- **Enfeksiyon Etkeni:** Hastalığa neden olan mikroorganizmadır. Virüsler, bakteriler, parazitler ve mantarlar bu grubun en temel örnekleridir.
- **Enfeksiyon Kaynağı:** Enfeksiyon etkeninin varlığını sürdürebilmek için bağımlı olduğu insan, hayvan, bitki ya da toprak gibi canlı ya da cansız tüm ortamlara enfeksiyon kaynağı denir. Kısacası etkenin yaşadığı ve çoğaldığı yerlerdir.
- **Çıkış Kapısı:** Mikroorganizmanın yayılabilmek için enfekte kişiden dışarı çıkması gereken yolu ifade eder. Hastalık etkenleri, sindirim sistemi yoluyla ya da burun ve ağızdan öksürme, hapşırma sırasında çevreye saçılan damlacıklar aracılığıyla vücuttan dışarı atılabilir.
- **Bulaşma Yolu:** Mikroorganizmanın bir kişiden diğerine geçtiği yoldur. Bu etkenler havadan temas, öksürme veya hapşırma sırasında oluşan damlacıklar ya da kirli yüzeylerle

temas eden eller aracılığıyla yayılabilir. Kaynaktan duyarlı konağa doğrudan (temas, damlacık vb.) veya dolaylı yollarla (vektörler, hava, çeşitli araçlar vb.) bulaş meydana gelebilir. Doğrudan bulaşma, enfeksiyöz etkenin araya hiçbir araç girmeden, yani kaynak kişi ile duyarlı kişi arasında doğrudan temas kurularak geçmesidir. Bu durumda mikroorganizma, kaynaktan hedef kişiye geçmek için herhangi bir yüzeye, ortama, hayvana veya aracı bir nesneye ihtiyaç duymaz. Dolaylı bulaşma ise enfeksiyöz etkenin kaynaktan çıktıktan sonra bir araç üzerinden duyarlı kişiye ulaşmasıdır. Yani bulaşma, doğrudan temasla olmaz; mikroorganizma bir “taşıyıcı” üzerinden hedef kişiye iletilir. Kontamine olmuş eşyalar aracılığıyla enfeksiyon etkenin diğer kişiye geçmesi dolaylı bulaşmaya örnektir. Bulaş yollarının bilinmesi, hastalıkların yayılmasını önlemeye yönelik alınacak tedbirlerin daha etkili ve doğru olmasına yardımcı olmaktadır (Ören Çelik ve Önal, 2024).

- **Giriş Kapısı:** Etkenin yeni konağa giriş yaptığı kapıdır. Mikroorganizmanın başka bir kişiye geçiş sağladığı yolu ifade eder. Giriş kapısı genellikle çıkış kapısıyla aynıdır. Solunum yolu, sindirim sistemi, deri bütünlüğündeki bozulmalar en sık giriş yollarını oluşturmaktadır.
- **Duyarlı Konak:** Enfeksiyona karşı savaşacak gücü olmadığı için risk altında olan kişilerdir. Kısaca hastalığa karşı yeterli bağışıklığı bulunmayan ve etkenle karşılaştığında enfeksiyon geliştirecek kişilerdir. Yaş, bağışıklık durumu, kronik hastalıklar, beslenme ve çevresel koşullar duyarlılığı belirleyen en önemli faktörlerdir.

Enfeksiyon zinciri, bulaşıcı hastalığın ortaya çıkması ve yayılımı için gerekli olan birbirine bağlı halkalardan oluşan bir süreçtir. Salgınla mücadelede bu zincirin her basamağını bilmek, hastalığın nasıl başladığının, nasıl ilerlediğinin ve nasıl

yayıldığının daha net biçimde görülmesini sağlamaktadır. Bu sayede zincir, herhangi bir aşamadan kırılarak ya da tüm halkalar hedef alınarak etkili müdahaleler planlanabilir. Zincirin herhangi bir noktasında oluşacak bir kopma, enfeksiyonun ortaya çıkmasını ya da yayılmasını engelleyebilmektedir (Melese vd., 2025; Ören Çelik ve Önal, 2024). O halde bulaşıcı hastalıklarla mücadele ve hastalığın yayılımını önlemede temel yaklaşım; etken, bulaş yolu ve duyarlı kişiden oluşan enfeksiyon zincirinin en az bir halkasının kırılması olmalıdır (Öztek, 2020).

4. BULAŞICI HASTALIKLARDAN KORUNMA YÖNTEMLERİ

Bulaşıcı hastalıklardan koruma süreci; etkenin vücuda girişini engellemeye, etkenle karşılaşma riskini azaltmaya, toplumda duyarlı birey sayısını azaltmaya ve bulaş yollarını kontrol altına almaya yönelik çeşitli stratejileri kapsamaktadır. Bulaşıcı hastalıkların kontrolünde en etkili yaklaşım, kaynağın ortadan kaldırılması ve enfeksiyon etkeniyle temasın engellenmesidir. Hastalık ortaya çıktıktan sonra yapılacak müdahalelerin başarısı da büyük ölçüde bu önlemlerin yeterliliğine bağlı olmaktadır (Aksakoğlu, 2008). Bu nedenle bu bölümde yalnızca hastalık başlamadan önce alınan primer koruyucu önlemler üzerinde durulacak; hastalık ortaya çıktıktan sonra uygulanan ikincil ve üçüncül kontrol yöntemlerine yer verilmeyecektir.

4.1. Enfeksiyon Zincirinin Kırılması

Enfeksiyon zincirinin kırılmasındaki temel amaç, hastalığın yayılmasını önlemektir. Bunun en etkili yolu, hastalığa neden olan etkeni tamamen ortadan kaldırmaktır. Etkenin tamamen yok edilemediği durumlarda ise, özellikle sağlam bireyler hedef alınarak uygulanacak önlemlerle, hastalık etkeniyle karşılaşmaları engellenmelidir. Ayrıca duyarlı konağın

direnç mekanizmalarının güçlendirilmesi de kritik öneme sahiptir. Bu süreç kişinin sağlıklı beslenmesi, cilt bütünlüğünün korunması ve bağışıklığın desteklenmesini kapsamaktadır. Böylece kişinin hastalıklara karşı bireysel savunması artırılmış olacaktır. Bunlara ek olarak zincirin kırılmasında bir diğer önemli yöntem ise bulaş yollarının kesilmesidir. Bu yaklaşım, enfeksiyonun yayılmasının önlenmesi açısından önemlidir. Örneğin, su yoluyla bulaşan hastalıklarda suyun dezenfeksiyonu ve klorlanması önemliyken, hava yoluyla bulaşan hastalıklarda kapalı alanlarda havalandırmanın iyileştirilmesi ve filtrasyon hizmetleri ön plana çıkmaktadır (Aksakoğlu, 2008; Akın, 2015b).

Enfeksiyon zincirinin kırılması temelde üç adımı içermektedir. İlk adım, hastalığa neden olan etkenin ortadan kaldırılmasıdır. Bu adım, mikropların bulunduğu kaynakların temizlenmesiyle sağlanır. Kontamine eşyaların sterilizasyonu veya çevresel yüzeylerin dezenfeksiyonu bu adıma örnek olarak verilebilir. İkinci adım, bulaşma yollarının kesilmesidir. Bulaşma yollarının kesilmesi, mikropların bir kişiden diğerine geçmesini önlemek amacıyla el hijyeni, temiz su kullanımı, gıda güvenliği, atık yönetimi ve havalandırma gibi önlemleri kapsamaktadır. Son adım ise konak duyarlılığının azaltılmasıdır. Bu sayede bireyler hastalıklara karşı daha dirençli hâle gelmektedir. Bunun için sağlıklı yaşam alışkanlıklarının kazandırılması ve bağışıklığın sağlanması gerekmektedir. Bu adımlar birlikte uygulandığında, enfeksiyon zinciri kırılarak hastalıkların bulaşması ve toplumda yayılması büyük ölçüde engellenebilecektir.

4.2. Sağlık Eğitimi

Bulaşıcı hastalıkların önlenmesinde sağlık eğitimi, diğer yöntemlere göre her zaman öncelikli olmuştur. Çünkü bireylerin davranışlarının toplamı, toplumsal davranışı oluşturmakta ve bu davranışlarda meydana gelecek değişiklikler de bulaşıcı hastalıkların kontrolünde kritik bir rol oynamaktadır. Bulaşıcı

hastalıkların kontrolü için toplumda olumlu davranış değişikliğinin mutlaka sağlanması gerekmektedir. Bu da ancak yaygın ve herkesin ulaşabileceği etkili bir sağlık eğitimiyle mümkündür. Tek bir kişinin bile koruyucu önlemleri eksik veya yanlış uygulaması; bulaşıcı hastalıkların toplumda yayılmasına yol açabileceği için el hijyeni, temiz su ve gıda kullanımı, aşılanma ve çevresel temizlik gibi tüm hususların herkese eksiksiz ve doğru bir şekilde öğretilmesi önemlidir (Aksakoğlu, 2008). Ayrıca, cinsel yolla bulaşan enfeksiyonların kırılması sürecinde de sağlık eğitimi önemlidir. Örneğin, cinsel yolla bulaşan hastalıkların önlenmesinde tek eşlilik ve kondom kullanımının önemi, sağlık eğitimleri aracılığıyla topluma aktarılmalıdır (Ören Çelik ve Önal, 2024). Eğitim süreci yalnızca bilgi aktarmakla sınırlı kalmamalı, bireylerin günlük yaşamlarında uygulayabileceği olumlu davranış değişikliklerini de içermelidir. Çünkü kişilere sürekli ve düzenli olarak eğitim verilmesi, bu konuda farkındalık oluşturulmasını sağlayarak onların daha doğru sağlık davranışları kazanmalarına yardımcı olmaktadır. Bu durum bulaşıcı hastalıkların kontrolünde uzun vadeli başarı için büyük önem taşımaktadır (Akın, 2015b).

4.3. Kişisel Hijyen

Sağlıklı bir toplumun oluşmasının temel koşullarından biri, kişisel temizliğe özen göstermektir. Bulaşıcı hastalıklardan korunmanın temelini kişisel hijyen oluşturur. Bu nedenle sağlık eğitimi sırasında ele alınacak ilk konu kişisel hijyen olmalıdır. Düzenli el yıkama, beden, saç ve tırnak temizliği birçok enfeksiyonun önlenmesinde etkilidir. Özellikle el hijyeni, mikroorganizmaların bulaşmasını engellemek açısından oldukça önemlidir. Düzenli ve doğru el yıkama, mikroorganizmaların en kolay bulaştığı bölge olan elleri temizleyerek hem kişinin kendi enfeksiyon riskini azaltmakta hem de başkalarına hastalık taşınmasını büyük oranda önlemektedir. Bu basit ama etkili yöntem, bulaşıcı hastalıkların yayılmasını önlemede en güvenilir

koruma aracıdır. Bunun yanı sıra havlu, terlik gibi bazı eşyaların ortak kullanılması da enfeksiyon riskini artırdığından, mümkün olduğunca bu eşyaların ortak kullanımından kaçınılmalıdır. Enfeksiyon kapmış kişilerin, kalabalık ortamlardan uzak durması da hastalığın yayılmasını önlemek açısından önemli bir konudur. Bu vb. alışkanlıkların çocukluktan itibaren aile ve okul ortamında kazandırılması, toplum sağlığı için bir zorunluluktur (Aksakoğlu, 2008; Ören Çelik ve Önal, 2024).

4.4. Çevre Koşullarının Düzenlenmesi

Çevresel faktörler, bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkışını ve yayılımını doğrudan etkiler. Bu sebeple çevreye yönelik alınacak önlemler, bulaşıcı hastalıkların önlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Burada amaç, çevredeki olumsuz biyolojik, fiziksel ve kimyasal faktörleri ortadan kaldırarak insanları bunların zararlı etkilerinden korumaktır. Bu önlemler, çevre kirliliğinin önlenmesi, içme ve kullanma sularının güvenli hâle getirilmesi, atıkların toplanması ve uygun şekilde yok edilmesi, gıda güvenliğinin sağlanması ve vektörlerle mücadele gibi pek çok uygulamayı kapsamaktadır (Ellidokuz ve Aksakoğlu, 2002; Ören Çelik ve Önal, 2024). Hava durumu, sıcaklık ve nem değişimleri, hava kirliliği ve kalabalık yaşam alanları mikroorganizmaların çoğalmasını kolaylaştırarak hastalıkların hızla yayılmasına zemin hazırlamaktadır. Örneğin, kalabalık yaşam koşulları influenza ve tüberküloz gibi bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkma ve yayılma riskini artırmaktadır (Aksakoğlu, 2008).

Su ve atık yönetiminin yetersiz olduğu bölgelerde sindirim yolu enfeksiyonları kolayca yayılabilmektedir. Temiz içme suyuna erişim, suyun uygun şekilde klorlanması ve atıkların doğru şekilde uzaklaştırılması salgınları önlemede büyük rol oynamaktadır. Sağlıklı besin üretimi ve satışının sağlanması da aynı ölçüde önemlidir. Özellikle deniz ürünlerinin uygun koşullarda saklanmaması Salmonella ve Hepatit A gibi

hastalıkların bulaşmasına yol açabilmektedir. Konut temizliği de dikkat edilmesi gereken konulardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Yaşam alanlarının düzenli olarak temizlenmesi, havalandırılması ve atıkların uygun şekilde uzaklaştırılmasıyla mikropların çoğalması önlenerek bulaşıcı hastalık riski azaltılmaktadır (Aksakoğlu, 2008).

Çevrede kontrolsüz bırakılan atıklar ve düzensiz kentleşme gibi pek çok faktör vektörlerin çoğalmasını kolaylaştırarak bulaşıcı hastalıkların yayılma riskini artırmaktadır. Sivrisinek ve fare gibi vektörler, hastalık etkenlerini insanlara taşımada kritik bir rol üstlenerek kontrol altına alınmadığında salgınların ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır. Bu nedenle, çevre koşullarının iyileştirilmesi, temiz ve güvenli su ile gıda temini, atıkların düzenli ve güvenli şekilde yönetimi ve vektör kontrolü, bulaşıcı hastalıklarla mücadelede öncelikli adımlar arasında yer almalıdır (Aksakoğlu, 2008).

4.5. Bağışıklama

Halk sağlığının geniş perspektifi içinde en etkili, en sürdürülebilir ve en maliyet etkin uygulamalardan biri bağışıklama olarak karşımıza çıkmaktadır (Buğdaycı Yalçın ve Eskiocak, 2023; Mühür vd., 2022). Bağışıklama, bulaşıcı hastalıkların kontrol altına alınması, azaltılması hatta tamamen ortadan kaldırılmasında insanlık tarihinin en başarılı halk sağlığı müdahalelerinden biri olarak kabul edilebilmektedir (Buğdaycı Yalçın ve Eskiocak, 2023). Bulaşıcı hastalıklardan korunmada en etkili yöntem bağışıklamadır. Bağışıklama sayesinde hem bireyler korunurken, hem de hastalığın yayılımı kontrol altına alınarak toplumsal koruma sağlanabilmektedir (Öztek vd., 2015).

Özellikle bağışıklamanın önemli bir uzantısı olarak aşılar, bulaşıcı hastalıkların önlenmesinde kritik bir öneme sahip olmuş ve halk sağlığı tarihinde bir dönüm noktası olarak kabul

edilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü aşılar ile; difteri, tetanos, boğmaca, grip ve kızamık gibi hastalıklara bağlı olarak her yıl milyonlarca ölümün önlendiğini belirtmektedir (Montero vd., 2024). Aşılar ve bağışıklama sayesinde çiçek hastalığı tümüyle ortadan kaldırılmış, çocuk felci birçok bölgede yok olma aşamasına gelmiş, kızamık, difteri ve boğmaca gibi hastalıklar büyük ölçüde kontrol altına alınmıştır (Aksakoğlu, 2008). Bu başarılar, yalnızca tıbbi bir gelişmenin değil, aynı zamanda halk sağlığı politikalarının ve sağlık yönetimi anlayışının da önemli bir göstergesidir. Tüm bunlara bakarak bağışıklamanın, bireysel korumayı toplumsal korumaya dönüştüren en güçlü halk sağlığı aracı hâline geldiğini rahatlıkla söyleyebiliriz (Polat, 2024).

Bağışıklama, yalnızca bireyin kendisini korumasıyla sınırlı olmayan, aynı zamanda topluma karşı yerine getirmesi gereken bir sorumluluk olarak kabul edilmelidir. Çünkü bağışıklama, bulaşıcı hastalıkların yayılım zincirinin kırılmasında kilit bir rol oynamaktadır. Bu sayede sadece aşılanan bireyler korunmakla kalmayıp aynı zamanda toplum genelinde bağışıklık seviyeleri yükselecek böylelikle bulaşıcı hastalıkların kontrolü ve salgınların önlenmesi de mümkün hâle gelecektir. Dolayısıyla aşılama hizmetlerinin toplumun mümkün olan en geniş kesimine ulaştırılması, toplum sağlığının korunması açısından büyük önem taşımaktadır (Öztek vd., 2015).

5. SONUÇ

Bulaşıcı hastalıklar, bireysel sağlığı tehdit etmenin ötesinde toplum sağlığını, sağlık sistemlerini ve sosyoekonomik yapıyı da doğrudan etkileyen önemli bir halk sağlığı sorunudur. Bu nedenle bulaşıcı hastalıkların tanınması, epidemiyolojik özelliklerinin doğru şekilde değerlendirilmesi ve yayılım dinamiklerinin anlaşılması, etkili kontrol stratejilerinin geliştirilmesi için bir zorunluluktur. Hastalık ortaya çıkmadan

önce alınacak koruyucu önlemler, enfeksiyon zincirinin kırılmasına yönelik uygulamalar ve bağışıklama hizmetlerinin etkili biçimde yürütölmesi, bulaşıcı hastalıklarla mücadelede temel ve vazgeçilmez yaklaşımlardır. Koruyucu yaklaşımların ön planda tutularak toplumun tümünü kapsayacak biçimde uygulanmasının, bu mücadelenin başarısını artıracığı unutulmamalıdır.

KAYNAKÇA

- Akın, L. (2015a). Bulaşıcı hastalıkların epidemiyolojisi. In Ç. A. Güler, Levent (Ed.), Halk Sağlığı Temel Bilgiler (Üçüncü Baskı). Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Akın, L. (2015b). Bulaşıcı hastalıklarda korunma ve kontrol. In Ç. A. Güler, Levent (Ed.), Halk Sağlığı Temel Bilgiler (Üçüncü Baskı). Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Aksakoğlu, G. (2008). Bulaşıcı hastalıkla savaşım. DEÜ Yayını, İzmir.
- Bonita, R., Beaglehole, R., & Kjellström, T. (2006). Basic epidemiology. World Health Organization. 2. ed. São Paulo: Editora Santos.
- Buğdaycı Yalçın, B. N., & Eskiocak, M. (2023). Herkes için sağlık hedefinde bağışıklama. Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 16(1), 120-130.
- Demiray, G., & Yorulmaz, F. (2023). Halk sağlığı bakışıyla obezite yönetimi. Sağlık Bilimlerinde Değer, 13(1), 147-155.
- Ellidokuz, H., & Aksakoğlu, G. (2002). Enfeksiyon hastalıklarına epidemiyolojik bakış. Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi, 11(4), 291-294.
- Güneş, T. (2017). Türkiye’de halk sağlığı sosyal hizmetinin uygulayıcıların gözünden incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Karacaer Çakır, G. (2021). Cumhuriyet dönemi toplum sağlığı politikalarında bulaşıcı hastalıklar 1920-1940. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi, (53), 202-228.

- Kramer, A., Akmatov, M., & Kretzschmar, M. (2010). Principles of Infectious Disease Epidemiology. İçinde A. Kramer, M. Kretzschmar, & K. Krickeberg (Ed.), Modern Infectious Disease Epidemiology: Concepts, methods, mathematical models, and public health (ss. 85–99). Springer New York.
- Melese, M., Wolde, F., Sori, T., ve Girma, S. (2025). Role of understanding the chain of infection for effective infectious disease prevention and control. *Austin Journal of Public Health Epidemiology*, 12(2), Article 1179.
- Montero, DA., Vidal, RM., Velasco, J., Carreño, LJ., Torres, JP., Benachi O, MA., Tovar-Rosero YY, Oñate, AA., & O’Ryan, M. (2024). Two centuries of vaccination: historical and conceptual approach and future perspectives. *Frontiers in public health*, 11, 1326154.
- Mühür, İ., Yılmaz, Ş., & Soylu, P. (2022). Geçmişten Günümüze Aşılama. *Journal of Medical Topics and Updates*, 1(1), 32-36.
- Ören Çelik, MM. & Önal, AE. (2024). Bulaşıcı hastalıkların kontrolü ve önlenmesi. Karabey S., Emel Önal, A., Canbaz, S. (Eds.). *Halk sağlığı bugün ve her zaman. İstanbul Üniversitesi Yayınevi*, E-ISBN: 978-605-07-1754-9.
- Öztek Z., Üner, S., Eren, N. (2015). Bulaşıcı hastalıklarda korunma ve kontrol. In Ç. A. Güler, Levent (Ed.), *Halk Sağlığı Temel Bilgiler (Üçüncü Baskı)*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Öztek, Z. (2020). Pandemi mücadelesi ve yan kazanımlar. *Sağlık ve Toplum*, 30 (Özel Sayı), s. 6-14.
- Page RM, Cole GE, and Timmreck TC (1995) Basic Epidemiological Methods and Biostatistics. A Practical

Guidebook. Boston London Singapore: Jones and Bartlett Publishers.

Parıldar, H. (2020). Tarihte bulaşıcı hastalık salgınları. Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Dergisi, 30, 19-26.

Polat, Ö. (2024). Ülkemizde bağışıklama hizmetlerinin dünü, bugünü. Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Dergisi. 1(65) s. 70-73.

Tözün, M.,& Sözmen, MK. (2014). Halk sağlığının tarihsel gelişimi ve temel kavramları. The historical development and the fundamental concepts of public health. Smyrna Tıp Dergisi, 2(2), 58-62.

Yurdakul, ES. (2015). Tarihte önemli bulaşıcı hastalık salgınları. Türkiye Klinikleri J Public Health-Special Topics, 1(3):1-6.

TÜRKİYE VE DÜNYADA

HALK SAĞLIĞI

yaz
yayınları

YAZ Yayınları

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3

İscehisar / AFYONKARAHİSAR

Tel : (0 531) 880 92 99

yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com