Derleme Makalesi / Review Article

DOI: http://dx.doi.org/10.61535/bseusbfd.1450474

Fertilite Üzerine Etkileri Göz Ardı Edilen Bir Faktör: İklim Değişikliği ve Sonuçları*

Merlinda Aluş Tokat [1♦], Dilek Bilgiç [2], Hande Yağcan [3], Cansu Demirdağ Durgaç [4♦]

[1] Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye / merlinda_alus@yahoo.com.

[2] Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye / bilgicdilek@gmail.com.

[3] Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye / hande.yagcan@gmail.com.

[4] Uzm. Hem., Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye / cansudemirdag1996@gmail.com.

Öz: Dünyanın doğal dengesinde yaşanan iklim değişimlerinin insan sağlığına etkileri de görünür hale gelmeye başlamıştır. Bu derlemede iklim değişikliğinin ve yarattığı sonuçların kadın ve erkek fertilitesi üzerine olan etkilerini belirleyerek bu alana dikkat çekmek ve farkındalık yaratmak amaçlanmıştır. Çalışma geleneksel derleme türünde hazırlanmıştır. Çalışmada fertilite ve iklim değişikliği ile ilgili konuları içeren bilimsel çalışmalar incelenmiştir. Dokuz Eylül Üniversitesi e-kütüphane alt yapısı kullanılarak Pub Med, Web of Science, Medline, Cochrane Library, Google Scholar, Elsevier ve ULAKBİM elektronik veri tabanları 'iklim değişikliği, fertilite, küresel ısınma' anahtar kelimeleri kullanılarak taranmıştır. İklim değişikliğinin sonuçları arasında yer alan yüksek sıcaklık değerlerinin, çevresel hava kirliliğinin, sel felaketlerinin, vektör kaynaklı hastalıkların, sosyoekonomik ve demografik değişimlerin ve orman yangınlarının fertilite sağlığını etkilediği görülmüştür. Sonuç olarak; insan sağlığının göstergelerinden biri olarak fertilite iklim değişikliğinden etkilenmektedir. Sağlık profesyonellerinin iklim değişikliğinin ve yarattığı üreme sağlığı sorunlarının farkında olması önemlidir. Fertil çağdaki tüm kadınların iklim değişikliklerinden ne derece etkilendiğini değerlendirebilmeli ve bireylerin iklim değişikliğinin yarattığı etkilerle başa çıkmalarına yardımcı olacak yaklaşımları benimsemeleri sağlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, Fertilite, Küresel Isınma.

JEL Sınıflandırması: I1,I10,I19

Başvuru Tarihi: 13.03.2024

Kabul Tarihi: 30.12.2024

Bu Makaleye Atıf İçin: Aluş-Tokat, M., Bilgiç, D., Yağcan, H., & Demirdağ-Durgaç, C. (2026). Fertilite Üzerine Etkileri Göz Ardı Edilen Bir Faktör: İklim Değişikliği ve Sonuçları. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 4(1), 88-97.

A Factor Whose Effects on Fertility are Overlooked: Climate Change and Its Consequences

Merlinda Aluş Tokat [1], Name Dilek Bilgiç [2], Hande Yağcan [3], Cansu Demirdağ Durgaç [4♦]

[1] Prof. Dokuz Eylül University, İzmir, Türkiye / merlinda_alus@yahoo.com.

[2] Assoc. Prof., Dokuz Eylül University, İzmir, Türkiye / bilgicdilek@gmail.com.

[3] Assoc. Prof., Dokuz Eylül University, İzmir, Türkiye / hande.yagcan@gmail.com.

[4] RN., Dokuz Eylül University, İzmir, Türkiye / cansudemirdag1996@gmail.com.

Abstract: The effects of climate changes in the world's natural balance on human health have begun to become visible. In this review, it is aimed to draw attention to this area and raise awareness by determining the effects of climate change and its consequences on male and female fertility.Using Dokuz Eylül University e-library infrastructure, Pub Med, Web of Science, Medline, Cochrane Library, Google Scholar, Elsevier and ULAKBİM electronic databases were scanned using the keywords 'climate change, fertility, global warming'. The titles and abstracts of all relevant articles accessed through electronic scanning were reviewed by the researchers. An attempt was made to access the full text of experimental studies, meta-analysis studies, systematic reviews and experimental studies that were deemed appropriate in terms of the subject. 27 studies that were available in full text were considered. It has been observed that high temperature values, environmental air pollution, floods, vector-borne diseases, socioeconomic and demographic changes and forest fires, which are among the consequences of climate change, affect fertility health. In conclusion; Fertility, as one of the indicators of human health, is affected by climate change. It is important for health professionals to be aware of climate change and the reproductive health problems it creates. All women of fertile age should be able to evaluate the extent to which they are affected by climate changes, and individuals should be encouraged to adopt approaches that will help them cope with the effects of climate change.

Keywords: Climate Change, Fertility, Global Warming.

JEL Classification: I1,I10,I19

Received Date: 13.03.2024

Accepted Date: 30.12.2024

How to Cite this Article: Aluş-Tokat, M., Bilgiç, D., Yağcan, H., & Demirdağ-Durgaç, C. (2026). Fertilite Üzerine Etkileri Göz Ardı Edilen Bir Faktör: İklim Değişikliği ve Sonuçları. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 4(1), 88-97.

♦ ***Sorumlu Yazar / Corresponding Author***

* *Bu çalışma, etik kurul izni veya herhangi bir özel izin gerektirmemektedir.*

EXTENDED SUMMARY

Research Problem

The aim of this review is to draw attention to this area and raise awareness by determining the effects of climate change and its consequences on male and female fertility.

Research Questions

Does climate change affect fertility health?

Literature Review

Climate change has many effects on human health. Fertility health is also at an important point in human health and is affected by these changes. First of all, the effects of climate change on human health were investigated in the literature, and then how it affected male and female fertility health was investigated.

Methodology

As the study is a traditional review study, the methodology can not be mentioned/not applicable.

Results and Conclusions

According to the results of the studies examined. It has been observed that high temperature values, environmental air pollution, floods, vector-borne diseases, socioeconomic and demographic changes and forest fires, which are among the consequences of climate change, affect fertility health. Climate change can directly affect fertility by affecting women's menstrual cycle patterns. Temperature increases; it has been found that follicle size has an impact on ovulation frequency and menstrual cycle duration. In addition, high temperature values can directly lead to infertility in men by causing abnormal sperm morphology. If fertilization is achieved through heat-affected sperm, the developmental competence of the resulting embryo has been shown to be impaired.

It has been observed that there is infertility, decreased reproductive ability and increased reproductive loss due to exposure to ground diseases caused by the release of air. The deterioration in air and water quality caused by climate change, the general regime of food and shelter insecurity, and sociodemographic factors disrupt the maturation of fertility. Floods; it may cause individuals to be unable to meet their basic needs due to reasons such as affecting food supply and threatening the security of shelter. This may affect both their general health and their fertility health, which has an important place in general health. In studies conducted with animals, it has been observed that the smoke caused by forest fires damages reproductive cells.Health professionals should be made aware of climate changes and their effects on fertility health. It is important for health professionals to be aware of climate change and the reproductive health problems it creates.

GİRİŞ

İklim değişikliği, günümüzde insanlığın karşı karşıya kaldığı en yaygın küresel çevre sorunlarındandır. Dünyanın doğal dengesinde yaşanan iklim değişimlerinin insan sağlığına etkileri de görünür hale gelmeye başlamıştır. İklim değişikliğini kısaca; sera gazlarının atmosferde artması ile ortalama sıcaklıkların yükselmesi ve bunun sonucunda iklimin değişimlere uğramasıdır. Bunun sebebi insan kaynaklı olup fosil yakıtların yakılması, arazi kullanımı değişiklikleri, ormanların azalması ve sanayi süreçleri gibi insan etkinlikleriyle atmosfere salınan sera gazında hızlı artışın doğal sera etkisini kuvvetlendirmesi ile meydana gelmektedir (Esringü vd., 2021:883). IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 9 Ağustos 2021 tarihli raporunda iklim değişikliğinin yaygın şekilde görüldüğü ve artarak hızla ilerlediğini belirtmektedir. Bu değişikliklerin içinde sıcaklıkta artış ve azalışlar, hava kirliliğinde artış, yağışlarda değişimler, şiddetli hava olaylarının artışı bulunmaktadır (IPCC, 2021).

İklim değişikliği, hava kirliliği, enfeksiyon hastalıklarında artış, temiz su ve besin temin edilememesi ve vektör kaynaklı hastalıklar (sivrisinek artışı, AIDS) gibi pek çok yönden insan hayatına etki etmektedir. Dünyanın doğal dengesinde yaşanan bu değişimler, insan sağlığı üzerinde fizyolojik ve psikolojik etki göstermektedir. (Jegasothy vd., 2021: 911). İnsan sağlığı üzerinde yaşanacak değişimler fertilite sağlığını doğrudan veya dolaylı olarak etkileyebilmektedir. Fertilite sağlığı da insan sağlığı içinde önemli bir yere sahiptir (Segal ve Giudice, 2022: 215).

Bu çalışmada iklim değişikliğinin ve yarattığı sonuçların kadın ve erkek fertilitesi üzerine olan etkilerini belirleyerek bu alana dikkat çekmek ve farkındalık yaratmak amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Karbon salınımının artmasıyla birlikte; kanser, kalp krizi, solunum yolları gibi hava kirliliği kaynaklı hastalıklar ve ölümlerde büyük bir artış görüldü. Yüksek sıcaklığın vektör yoluyla taşınan yani bulunduğu organizmada konak olarak varlığını sürdüren canlıların neden olduğu hastalıklarda da artış olduğu görülmüştür (Parham vd., 2015: 370). İklim değişikliğinin neden olduğu hava kirleticilerin merkezi sinir sisteminde nörotoksisiteye aracılık ettiğini, bilişsel gerilemeye, bunama ve Alzheimer'a yol açabileceğini doğrulamıştır (Rice vd., 2014: 512). Massachusetts'te yapılan bir araştırmaya göre, trafikten dolayı hava kirliliğinin daha yoğun olduğu bir karayolunun 50 metre yakınında yaşayan çocuklarda, 200 metre yakınında yaşayan çocuklara oranla daha düşük IQ seviyeleri, özellikle el-göz koordinasyonu gerektiren motor becerilerini yerine getirmede zayıflık görülmüştür (Ruszkiewicz vd., 2019: 108637). İklim değişikliğinin bir sonucu olan kuraklık ve sıcaklık artışları temiz su teminini etkileyebilmektedir. Bazı bölgelerde, yağıştaki her 10 mm'lik düşüş, ishal vakalarında %4'lük bir artışla ilişkilendirilirken, sıcaklıktaki her 1 °C'lik artış, ishalden kaynaklanan aşırı ölümlerde %3-%11'lik bir artışla ilişkilendirilmektedir (Kovats ve Lloyd, 2014).

Yaşanan hava değişimleri orman yangını riskini artırabilmektedir. Orman yangını olaylarının doğrudan sağlık etkileri arasında yanıklar, yaralanmalar, ruh sağlığı etkileri ve erken ölümler yer almaktadır (Xu vd., 2020: 2173).

Fertilite sağlığı yaşanan bu değişimlerden farklı açılardan etkilenmektedir. İklim değişikliği kadın menstrual siklus düzenine etki ederek doğrudan fertilizasyonu etkileyebilmektedir. Erkeklerde de anormal sperm morfolojisine sebep olarak yine doğrudan infertiliteye yol açabilmektedir (Şekil 1). Son yıllarda yaşanan küresel değişimlerin doğurganlığı azalttığı, sperm sayısını ve kalitesini azalttığı, düşük ve erken doğum oranlarında ise artışa neden olduğu bilinmektedir (Segal ve Giudice, 2022: 215). İklim değişikliğinin sebep olduğu yüksek sıcaklık değerlerinin,

çevresel hava kirliliğinin, sel felaketlerinin, vektör kaynaklı hastalıkların, sosyoekonomik ve demografik değişikliklerin ve orman yangınlarının kadın ve erkek üreme sağlığına etkileri literatür ışığında incelenmiştir.

2.1. Hava Sıcaklığındaki Değişimlerin Fertilite Sağlığına Etkisi

Meteorolojik değişikliklerin ovarian-endometrial fonksiyon üzerine etkisini irdeleyen bir çalışmada 1999 ile 2008 yılları arasında Rusya'da yaşayan bir yıldan uzun süredir normal adet döngüsü olan 129 kadın ele alınmıştır. Bu çalışmada ılıman enlemlerde karasal iklimde yaşayan kadınlarda yaz mevsiminde daha fazla ovarian aktivitesi (daha büyük folikül boyutu, ovulasyon sıklığı ve daha kısa adet döngüsü) görülmüştür. Araştırmacılar, bu durumun nedenini, güneş ışığındaki günlük farklılıkların menstrual döngü uzunluğunu etkilediği, varsayılan ovulasyon gününden 2-3 gün önceki güneş ışığı miktarı ile menstrual döngünün süresinin pozitif ilişkili olduğu şeklinde ifade etmişlerdir (Danilenko vd., 2011: 6). Atmosferik sıcaklık, nem ve anovulatuar siklus arasında ilişki kurmaya yönelik yapılan çalışmada 5 yıllık bir süre boyunca klinik olarak primer infertilite tanısı alan 1036 hasta arasında anovulatuvar siklusu olan toplam 140 kadının incelenmiş ve infertil kadınlarda anovulatuar döngülerin sıcaklığın arttığı yılın o aylarında daha fazla meydana gelme eğiliminde olduğunu gösterirken nem ile ilişkisi bulunmamıştır (Rameshkumar vd., 1992: 27). Sadece kadınlar değil aynı zamanda erkekler de bu değişimlerden etkilenmektedir. Hayvanlar üzerinde yapılan bir çalışmada, yüksek ortam sıcaklığının spermatogenezi bozduğunu, sperm kalitesini etkilediğini, anormal sperm morfolojisine yol açtığını ve sperm motilitesini azalttığını göstermektedir (David vd., 2005: 838). Fertilizasyon, ısıdan etkilenen sperm yoluyla elde edilirse, ortaya çıkan embriyonun gelişimsel yeterliliği de bozulabilir. Boğalar üzerinde yürütülen bir çalışmada yüksek sıcaklığa maruz bırakılan sperm ile fertilizasyon işlemi sonucunda blastokist oluşum oranlarının azaldığı görülmüştür (Luceño, 2019: 202). Isı ile konjenital anomaliler ve neonatal mortalite gibi çeşitli diğer olumsuz sonuçlar arasındaki ilişkilere rastlanmıştır (Dalugoda vd., 2022: 1771). ABD'de 12 eyalette yürütülen başka bir çalışmada sıcaklıkla ölü doğum arasında ilişki olduğu ve her 1°C artış için 10.000 doğumda ~ 4 (2-6) ek ölü doğum anlamına geldiği belirtilmiştir (Ha vd., 2017: 125). Hava sıcaklığındaki değişimlerin menstrual döngüyü ve spermatogenezi etkileyerek doğrudan fertilizasyonu etkileyebileceğini ayrıca yüksek sıcaklık değerlerine maruz kalmış fertilizasyon sonucunda oluşan gebeliği de olumsuz etkileyebileceği ifade edilebilir.

2.2. Çevresel Hava Kirliliğinin Fertilite Sağlığına Etkisi

Hava kirliliğini ve insan üreme sağlığını konu alan çalışmalar incelendiğinde çalışmaların daha çok kadınların gebelik sırasında maruz kaldığı hava kirliliğinin gebelik sonuçlarına etkisi üzerinde durduğu görülmüştür. Az sayıda çalışma, gebelik dönemi dışında atmosferik kirliliğe maruz kalmanın etkisini dikkate almıştır. İnfertilite üzerinde etkili olan durumların fizyopatolojisi yeterince açıklanamamış olsa da hormonal bozukluklar, oksidatif stres indüksiyonu, hücre DNA'sı ve epigenetik değişikliklerin etkili olduğu düşünülmektedir (Carré vd., 2017: 1). Solunan atmosferik kirleticilerin bir kısmı beyne, kan dolaşımına, plasentaya, overlere ve testislere ulaşabildiğinden, bu tür mekanizmalar fertilite şansını olumsuz etkileyebilmektedir (Checa-Vizcaíno vd., 2016: 897-904).

Hava kirliliğinin menstrual siklusun luteal ve foliküler fazlarına etkilerinin incelendiği bir çalışmada, kontrasepsiyon kullanmayan 184 kadından siklus boyunca en az iki günde bir idrar örnekleri alınmıştır. Çalışma NO (Azot dioksit) ve PM10'dan (Partikül madde kirleticisi) küçük maddelerin foliküler faz süresinde kısa süreli uzamaya neden olduğunu ortaya koymuştur. (Giorgis vd., 2020: 202). Menstrual döngü sırasında hava kirliliğine maruziyetin değerlendirildiği bir başka çalışmada, PM10 ve SO2'nin (kükürtdioksit), luteal fazın uzunluğunu kısalttığı, foliküler

faz uzunluğunu ise etkilemediğini saptanmıştır (Merklinger vd., 2017: 816). Danimarkalı kadınlar üzerinde 2007-2018 yılları arasında katılımcıların ikamet adreslerinde ortam NO, NO2, CO, O3, SO2 ve partikül madde konsantrasyonlarını belirlenerek yürütülen çalışmada hava kirliliğinin artışıyla doğurganlık oranlarında düşüş olduğu görülmüştür (Wesselink vd., 2022: 57). Her iki cinsiyetten üniversite öğrencilerinde yapılan randomize bir çalışmada maruz kalınan partikül maddenin stres hormonu (örn. kortizol) düzeylerini arttırdığı görülmüştür. Stres hormonlarının seviyelerindeki değişiklikler, hipotalamus-hipofiz-over ekseni ile etkileşime girdiği ve olumsuz yönde etkilediği de bilinmektedir (Li vd., 2017: 618). İklim değişikliğinden kaynaklı havada artan NO2 (nitrojen dioksit) ve siyah karbon maruziyetinin fertilite tedavisinde başarı oranında ilişkisini ortaya koymayı amaçlayan çalışmada bu kirleticilere maruz kalmanın IVF başarı oranında düşüşe yol açtığı görülmüştür (Gaskins vd., 2019:1595).Yapılan başka bir retrospektif kohort çalışmasında iklim değişikliği sonucu meydana gelmiş hava kirliliğinden kaynaklı havada oluşan partiküllere maruz kalmış infertil kadınlarda gebelik şansında azalma olduğu ve gebelik kaybında artış olduğu görülmüştür (Perin vd., 2010: 301). Çek Cumhuriyeti'nde yapılan bir çalışmada havadaki her 2,5 metreküplük hava kütlesindeki 10 mikrogramlık (µg/m3) partikül artışının, döllenebilirliği %22 oranında azalttığını bulunmuştur (Slama vd., 2013: 871). Hava kirliliğinin; gebelik öncesi etkilerine baktığımızda menstrual siklusu etkilediğini, foliküler faz ve luteal faz sürelerinde değişimlere neden olarak fertilite şansını azalttığı ifade edilebilir.

2.3. Sel Felaketinin Fertilite Sağlığı Üzerine Etkisi

Sel felaketlerinin erkek ve kadın üreme sağlığı üzerindeki etkisini doğrudan açıklayan bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak seller, her iki cinsiyette de hem ruh sağlığını hem de beden sağlığını etkileyerek fertilite sağlıklarında değişime yol açmakta ve sağlık hizmetlerinden yararlanma oranlarını azaltmaktadır. Ayrıca bu durum var olan gebeliği ve doğacak olan bebeği de etkileyebilmektedir (Mallet ve Etzel, 2018: 432).

İngiltere'de yaşanan sel felaketinden sonra evleri sular altında kalan kişilerle yapılan bir çalışmada depresyon semptomlarında iki ila beş kat artış görülmüştür (Paranjothy vd., 2011: 145). Yine İngiltere'de yaşanan sel felaketini baz alan çalışmada kadınların daha fazla depresyon eğiliminde artış olduğu görülmüştür (Mason vd., 2010: 61). Yaşanılan stres ve depresyon semptomlarının da hipotalamus-hipofiz-over bağlantısıyla üreme sistemine etki ettiği kanıtlanmıştır (Fata ve Aluş-Tokat, 2021: 418). Bangladeş'ta yürütülen nitel bir çalışmada sel felaketlerinin doğurganlık tercihleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Çalışmada çiftlerin sel felaketinden korunmak için daha fazla çocuk sahibi olmak istediği, özellikle erkek çocuk sahibi olmak istedikleri görülmüştür. Bu yüzden bu bölge halkı için infertil olmak aynı zamanda savunmasız kalmak anlamına gelmektedir (Haq, 2018: 24).Bangladeş'te yürütülen bir başka çalışmada ise gıda temininde yaşanan değişikliklerin doğurganlık üzerine olan etkisi incelenmiştir. 1966'dan 2015'e sıcaklık ve yağış durumu incelendiğinde yüksek sıcaklıkların ve aşırı yağışların mahsul verimini düşürdüğü görülmüştür. Gıda güvenliğinde yaşanan bu durumun doğurganlığı düşürerek dolaylı olarak üreme sağlığını etkilediği görülmüştür (Chen vd., 2021).

Sellerin; fertilite sağlığı üzerine etkisini açıklayan doğrudan bir çalışma bulunmamaktadır. Dolaylı olarak etkilerini açıklayan çalışmalar ise oldukça sınırlıdır. Seller; gıda teminini etkilemesi, barınma alanının güvenliğini tehdit etmesi gibi sebeplerle bireylerin temel ihtiyaçlarını karşılayamamalarına sebep olabilmektedir. Bu da hem genel sağlıklarını hem de genel sağlık içinde önemli bir yere sahip olan fertilite sağlığını da etkileyebilmektedir.

2.4. Vektör Kaynaklı Hastalıkların Fertilite Sağlığı Üzerine Etkisi

Vektör kaynaklı hastalıkların üreme sağlığı üzerine olan etkilerine dair veriler oldukça sınırlıdır. Literatürdeki veriler daha çok gebelik ve yenidoğan üzerindeki etkilerine odaklanmıştır (Segal ve Giudice, 2022: 215). Artan küresel sıcaklıklar kış süresini kısaltacak, potansiyel hastalık taşıyıcı ajanların ilerlemesini kolaylaştıracak ve hastalıkların daha fazla yayılmasına neden olacaktır. Bu da doğrudan olmasa da fertilite sağlığını dolaylı olarak etkileyebilmektedir (Molina ve Saldarriaga, 2017: 111).

Malezya'da yapılan bir çalışmada sıcak dalgalanmaların artışıyla dang humması vakalarında artış bildirildi (Paul ve Tham, 2015: 672). Dang Humması üreme parametrelerinin bozulmasına önemli ölçüde neden olmaktadır. (Paixão vd., 2016: 857). Bir başka çalışmada da yine dang humması enfeksiyonun gebelikte daha yüksek anne ve perinatal mortalite, preeklampsi, eklampsi, erken doğum ve düşük doğum ağırlığı ile ilişkili olduğu görülmüştür (Pouliot vd., 2010: 107). Sıtma, vektör kaynaklı en ölümcül hastalıklardan biridir. Özellikle Sahra altı Afrika ülkelerinde anne ve çocuk ölümlerine yol açmaktadır. Sıtma anneden fetüsa plasental yol ile bulaşabildiği için gebeliğin devamını etkileyerek üreme sağlığını olumsuz etkilemektedir (Schantz-Dunn ve Nour, 2009: 186). Su kaynaklı enterik hastalıklar da üreme sağlığını etkileyebilmektedir. Düşük gelirli ülkelerde yapılan bir çalışmada su kaynaklarının yetersizliği ve hijyen eksikliğinden kaynaklanan ishal, kolera gibi hastalıkların ciddi dehidrasyona yol açtığı; bunun sonucunda da gebelik kayıplarının yaşandığı görülmüştür (Vos vd., 2020: 1204). Yakın zamanda bütün dünyada etkisi süren COVİD-19 pandemisi de fertilite sağlığını olumsuz etkilemiştir. Bu hastalık öncelikle akciğerleri hedef alsa da kalp, böbrek, karaciğer ve testis gibi diğer organlarda da hasar bıraktığı görülmüştür. Yapılan çalışmalarda virüsün testisleri nasıl etkilediğinin patogenezi tam olarak açıklanamasa da virüsün anjiyotensin dönüştürücü enzim 2 reseptörü yoluyla testisleri istila edebileceğini ortaya koymuştur Testislerdeki aktifleştirilmiş inflamatuar yanıt, hastalıkla ilişkili ateş ve COVİD-19 ilaçları testislerin çalışmasını etkilediği görülmüştür. Semende SARS-CoV-2 mRNA'nın varlığına ilişkin kanıtlar hakkında çalışmaların özellikle COVİD-19'dan kurtulduktan sonra incelenmesi ve erkek doğurganlığına daha fazla dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. (Abdel M., 2021: 389). Vektörlerin fertilizasyona doğrudan etkileri net olmasa da gebelik üzerine olan olumsuz etkileri ve anneden fetüse taşınma olasılığı gebeliğin canlı doğum veya sağlıklı bebekle sonuçlanmasını engelleyebileceği ifade edilebilir.

2.5. Sosyoekonomik ve Demografik Faktörlerin Fertilite Sağlığına Etkisi

Kişilerin sosyal yaşantısı, imkânları, ekonomik parametreleri yaşam biçimlerini ve tercihlerini etkileyen önemli parametrelerdir. İklim değişikliği bireylerin sosyoekonomik ve demografik durumlarına etki edebilmektedir. Bireylerin değişen sosyoekonomik ve demografik durumları fertilite sağlıklarına yansıyabilmektedir. Örneğin; ekonomik hayata yön veren parametrelerden biri üretimdir. İklim değişikliği en çok tarım sektörünü etkileyerek gıda üretimi üzerinde olumsuz etki yaratabilmektedir. Yetersiz beslenme, kadın üreme patofizyolojisi ile yakından bağlantılıdır. Yapılan çalışmalar yetersiz gıda alımının hormonal döngüsel değişikliklerle birlikte düşük gonadotropin salgılanmasına ve fertilite sorunlarının artmasına neden olduğunu göstermiştir (Silvestris vd., 2019: 346). Bireylerin iklim değişikliği nedeniyle yaşam şekilleri de etkilenebilmektedir. Örneğin; iklim değişikliğinin bir sonucu olarak Bangladeş gibi kıyı bölgelerinde meydana gelen fırtınalar ve musonlar bireylerin sürekli yer değişikliği yapmalarına sebep olmaktadır (Lozano vd., 2012: 2095). Sürekli göç etmek zorunda kalmanın psikolojik ve ekonomik yönden bireyleri etkileyerek üreme sağlıklarına olumsuz etki yapabileceği ifade edilebilir.

İklim değişiklikleri sosyodemografik özelliklerde değişikliğe ve ekonomik faaliyetlerde değişimlere yol açabilir. Çocuk yetiştirmeye daha fazla zaman ve para ayırma ya da daha fazla çocuk sahibi olmaya isteklilik artabilir. Malezya Uluslararası İslam Üniversitesinde 300 erkek üzerinde yapılan bir çalışmada hane halkı geliri, eğitim düzeyi ve diğerleri gibi kritik sosyodemografik faktörler; deneklerde seminal mayideki anormallikleri arttırdığı görülmüştür. Bu da bireylerin üreme sağlığına doğrudan olumsuz etki yapabilmektedir (Muhamad vd., 2019: 13383).

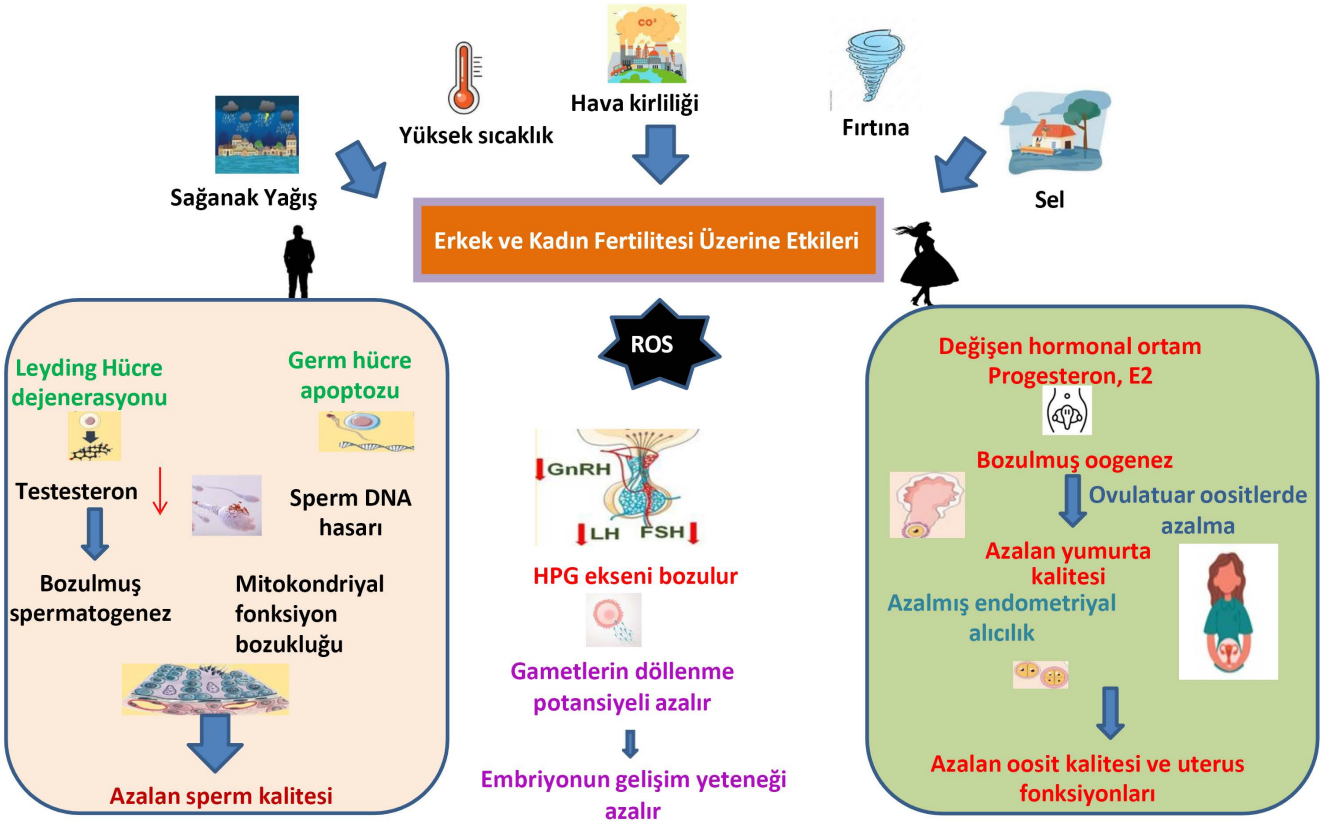
İklim değişikliğinin bireylerin ekonomik durumlarını, sosyal yaşamlarını ve yaşayış biçimlerini etkileyebileceğini; bu etkilerin sonucunda da fertilite sağlıklarının etkilenebileceğini söyleyebiliriz.

2.6. Orman Yangınlarının Fertilite Sağlığına Etkisi

Orman yangınlarının doğurganlık üzerindeki etkisine dair sınırlı veri bulunmaktadır. Ancak, hayvan çalışmaları orman yangını dumanının gametler gebelik sonuçları üzerinde zararlı etkileri olduğunu göstermiştir. Farelerde, orman yangını dumanına 40 gün maruz kalma, spermde DNA metilasyon değişikliklerine neden olmuştur (Schuller vd., 2021: 199). Orman yangınlarının gebelik üzerine olan etkisini gösteren bir çalışmada ise yangın sonucunda ortaya çıkan dumana maruz kalmanın, erken doğumla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Abdo vd., 2019: 3720).

SONUÇ VE TARTIŞMA

İklim değişikliği, her geçen gün insan sağlığı üzerindeki etkileri artan önemli küresel bir sorundur (Bkz. Şekil 1). İklim değişikliğinin sonucunda oluşan hava sıcaklığındaki değişimler ve çevresel hava kirliliği üreme işlevlerini düzenleyen hormonların yapısında ve seviyesinde değişikliklere neden olabilmektedir. İklim değişikliğinin yol açtığı diğer sonuçlara baktığımızda; sel felaketlerinin ve orman yangınlarının gıda teminini etkilemesi, barınma alanının güvenliğini tehdit etmesi gibi sebeplerle bireylerin temel ihtiyaçlarını karşılayamamalarına sebep olabilmekte; bu da fertilite sağlığını olumsuz etkileyebilmektedir. İklim değişikliğinin bir diğer sonucu olan vektör kaynaklı hastalıkların üreme organları üzerindeki etkisinin patogenezi tam olarak açıklanamasa da olumsuz etkilediği görülmüştür. İklim değişikliğinin sosyoekonomik ve demografik durumlar üzerinde yaptığı değişiklikler de fertilite sağlıklarına yansıyabilmektedir. Sosyoekonomik alanda yaşanan değişimler beslenme ve barınma gibi temel yaşam parametrelerini etkileyerek fertilite sağlığına etki edebilmektedir. Hane halkı geliri ve eğitim seviyesi gibi demografik faktörlerin kritik seviyelerde oluşunun üreme hücreleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür. İklim değişikliğinin fertilite üzerindeki etkisini inceleyen literatür sınırlı olmakla birlikte bu faktörleri daha iyi açıklayabilmek ve fertiliteye olan etkilerini daha iyi anlayabilmek için daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır. Sağlık profesyonellerinin iklim değişikliğinin ve yarattığı üreme sağlığı sorunlarının farkında olması önemlidir. Bu yüzden sağlık profesyonellerinin alacakları eğitim müfredatında bu konuya yer verilmelidir. Fertil çağdaki tüm kadınların iklim değişikliklerinden ne derece etkilendiğini değerlendirebilmeli ve bireylerin iklim değişikliğinin yarattığı etkilerle başa çıkmalarına yardımcı olacak yaklaşımları benimsemeleri sağlanmalıdır.



Şekil 1. İklim Değişikliğinin Kadın ve Erkek Fertilitesi Üzerine Etkileri (Şekil yazarlar tarafından oluşturulmuştur)

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarların çalışmadaki katkı oranları eşittir.

DESTEK VE TEŞEKKÜR BEYANI

Çalışma herhangi bir destek almamıştır. Teşekkür edilecek bir kurum veya kişi bulunmamaktadır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

Abdel-Moneim, A. (2021). Covıd-19 pandemic and male fertility: clinical manifestations and pathogenic mechanisms. *Société Française de Biochimie et Biologie Moléculaire*, *86*(4), 389-396. https://doi.org/10.1134/S0006297921040015

Abdo, M., Ward, I., O'Dell, K., Ford, B., Pierce, J. R., Fischer, E. V., & Crooks, J. L. (2019). Impact of wildfire smoke on adverse pregnancy outcomes in Colorado, 2007-2015. *International journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(19), 3720. https://doi.org /1660-4601/16/19/3720

Carré,J., Gatimel, N., Moreau, J., Parinaud, J., & Léandri, R. (2017). Does air pollution play a role in infertility ?: A systematic review., *International Journal of Environmental Health, 16*, 1-16. https://doi.org/10.1186/s12940-017-0291-8

Checa-Vizcaíno, M., González-Comadran, M. & Jacquemin, B. (2016) Outdoor air pollution and human ınfertility: a systematic review. *Fertility Sterility*, *106*, 897-904. https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2016.07.1110

Chen, M., Atiqul Haq, S. M., Ahmed, K. J., Hussain, A. H. M. B., & Ahmed, M. N. Q. (2021) The link between climate change, food security and fertility: The case of Bangladesh. *PLoS ONE*, *16*(10). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0258196

Dalugoda, Y., Kuppa, J., Phung, H., Rutherford, S., & Phung, D. (2022). Effect of elevated ambient temperature on maternal, foetal, and neonatal outcomes: a scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health,* *19*(3), 1771. https://doi.org/10.3390/ijerph19031771

Danilenko, K.V., Sergeeva, O.Y., & Verevkin, E. G. (2011). Menstrual cycles are influenced by sunshine. *Gynecological Endocrinology, 27*, 711-716. https://doi.org/10.3109/09513590.2010.521266

David, J., Araripe, L., Chakir, M., Legout, H., Lemos, B., & Petavy, G. (2005). Male sterility at extreme temperatures: Significant but neglected phenomenon for understanding Drosophila climatic adaptations. *Journal of Evolutionary Biology*, *18*, 838-46. https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2005.00914.x

Esringü, A., Canpolat, N., & Barış, Ö. (2021). "İklim değişikliğinde yeşil adımlar" TÜBİTAK 4004 Proje Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 25* (3), 883-902. https://doi.org/10.53487/ataunisosbil.825275

Fata, S., & Aluş-Tokat, M. (2021). Does hypnofertility-based nursing care affect cortisol levels, fertility preparedness, and pregnancy outcomes in women undergoing ın vitro fertilization? A randomized controlled trial. *Biological Research for Nursing, 23*(3), 418-429. https://doi.org/10.1177/1099800420976916

Gaskins, A.J., Mínguez-Alarcón, L., Fong, K.C., Abu-Awad, Y., Di, Q., Chavarro, J. E… & Laden, F. (2019). Supplemental folate and the relationship between traffic-related air pollution and livebirth among women undergoing assisted reproduction. *American Journal of Epidemiology*, *188*(9), 1595-1604. https://doi.org/10.1093/aje/kwz151

Giorgis-Allemand, L., Thalabard, J.C., Rosetta, L., Siroux, V., Bouyer, J., & Slama, R. (2020). Can atmospheric pollutants influence menstrual cycle function?. *Environmental Pollution*, 257, 113605. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113605

Ha, S., Liu, D., Zhu, Y., Soo-Kim, S., Sherman, S., Grantz, K. L., & Mendola, P. (2017). Ambient temperature and stillbirth: a multi-center retrospective cohort study. *Environmental Health Perspectives*, *125*(6), 067011. https://doi.org/10.1289/EHP945

Haq, S. (2018).Underlying causes and the impacts of disaster events (floods) on fertility decision in rural Bangladesh. *Environmental & Socio-Economic Studies, 6*(3) 24-35. https://doi.org/10.2478/environ-2018-0020

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). Working group ı contribution to the sixth assessment report of the ıntergovernmental panel on climate change. 12 Temmuz 2024 tarihinde https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/ adresinden erişildi.

Jegasothy, R., Sengupta, P., Dutta, S., & Jeganathan, R. (2021). Climate change and declining fertility rate in Malaysia: the possible connexions. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, *32*(5), 911-924. https://doi.org/10.1515/jbcpp-2020-0236

Kovats, S., & Lloyd, S. (2014). Diarrhoeal disease. In *Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s*. World Health Organization. 01 Temmuz 2024 tarihinde https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/134014/9789241507691_eng.pdf adresinden erişildi.

Li, H., Cai, J., Chen, R., Zhao, Z., Ying, Z., Wang, L.,… Kan, H. (2017). Particulate matter exposure and stress hormone levels: a randomized, double-blind, crossover trial of air purification. *Circulation*, *136*(7), 618-627. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.026796

Lozano, R., Naghavi, M., Foreman, K., Lim, S., Shibuya, K., Aboyans, V., ... & Remuzzi, G. (2012). Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the global burden of disease study 2010. *The Lancet*, *380*(9859), 2095-2128. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61728-0

Luceño, N.L., Van Poucke, M., Perez, M.B., Szymanska, K., Angrimani, D., & Van Soom, A. (2019).Exposure of bulls to heat stress had deleterious effects on embryo development. *Reproduction, Fertility and Development*, *141*, 16-25. https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2019.08.034

Mallett, L. H., & Etzel, R. A. M. D. (2018), Flooding: what is the impact on pregnancy and child health?. *Disasters*, 42(3), 432-458. https://doi.org/10.1111/disa.12256

Mason, V., Andrews, H., & Upton, D. (2010). The psychological impact of exposure to floods. Psychology. *Health & Medicine*, *15*(1), 61-73. https://doi.org/10.1080/13548500903483478

Merklinger-Gruchala, A., Jasienska, G., & Kapiszewska, M. (2017). Effect of air pollution on menstrual cycle length-a prognostic factor of women's reproductive health. *International Journal Of Environmental Research and Public Health*, *14*(7), 816. https://doi.org/10.3390/ijerph14070816

Molina, O., & Saldarriaga, V. (2017). The perils of climate change: In utero exposure to temperature variability and birth outcomes in the Andean region. *Economics and Human Biology,* 24, 111-124. https://doi.org/10.1016/j.ehb.2016.11.009

Muhamad, S., Sengupta, P., Ramli, R., & Nasir, A. (2019). Sociodemographic factors associated with semen quality among Malaysian men attending fertility clinic. *Andrologia*, *51*(10), 13383. https://doi.org/10.1111/and.13383

Paixão, E. S., Teixeira, M. G., Costa, M. D. C. N., & Rodrigues, L. C. (2016). Dengue during pregnancy and adverse fetal outcomes: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Infectious Diseases*, *16*(7), 857-865. https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)00088-8

Paranjothy, S., Gallacher, J., Amlôt, R., Rubin, G. J., Page, L., Baxter, T.,…& Palmer, S. R. (2011). Psychosocial impact of the summer 2007 floods in England. *BMC Public Health*,11, 1-8. https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-145

Parham, P. E., Waldock, J., Christophides, G. K., Hemming, D., Agusto, F., Evans, K. J., & Michael, E. (2015). Climate, environmental and socio-economic change: weighing up the balance in vector-borne disease transmission. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, *370*(1665), 20130551. https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0551

Paul, B. & Tham, W.L. (2015). Interrelation between climate and dengue in Malaysia. *Health*, 7, 672-678. https://doi.org/10.4236/health.2015.76080

Perin, P. M., Maluf, M., Czeresnia, C.E., Januário, D. A. N. F., & Saldiva, P.H.N. (2010). Effects of exposure to high levels of particulate air pollution during the follicular phase of the conception cycle on pregnancy outcome in couples undergoing in vitro fertilization and embryo transfer. *Fertility and Sterility*, *93*(1), 301-303. https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2009.06.031

Pouliot, S. H., Xiong, X., Harville, E., Paz-Soldan, V., Tomashek, K. M., Breart, G., & Buekens, P. (2010). Maternal dengue and pregnancy outcomes: a systematic review. *Obstetrical & Gynecological Survey,* 65(2), 107-118. https://doi.org/10.1097/OGX.0b013e3181cb8fbc

Rameshkumar, K., Thomas, J. A., & Mohammed, A. (1992). Atmospheric temperature & anovulation in south Indian women with primary infertility. *The Indian Journal of Medical Research*, *96*, 27-28. https://doi.org/10.4103/0970-0218.80797

Rice, M. B., Thurston, G. D., Balmes, J. R., & Pinkerton, K. E. (2014). Climate change. A global threat to cardiopulmonary health. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *189*(5), 512-519. https://doi.org/10.1164/rccm.201310-1924PP

Ruszkiewicz, J. A., Tinkov, A.A., Skalny, A.V., Siokas, V., Dardiotis, E., Tsatsakis, A., …& Aschner, M. (2019). Brain diseases in changing climate. *Environmental Research*, *177*, 108637. https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108637

Schantz-Dunn, J., & Nour, N. M. (2009). Malaria and pregnancy: A global health perspective. *Reviews in Obstetrics & Gynecology,* *2*(3), 186-192. https://doi.org/10.3909/riog0091

Schuller, A., Bellini, C., Jenkins, T. G., Eden, M., Matz, J., Oakes, J., & Montrose, L. (2021). Simulated wildfire smoke significantly alters sperm DNA methylation patterns in a murine model. *Toxics,* *9*(9), 199. https://doi.org/10.3390/toxics9090199

Segal, T.R., & Giudice, L.C. (2022). Systematic review of climate change effects on reproductive health. *Fertility and Sterility*, *118*(2), 215-223. https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2022.06.005

Silvestris, E., Lovero, D., & Palmirotta, R. (2019). Nutrition and female fertility: An ınterdependent correlation. *Frontiers in Endocrinology*, 10, 346. https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00346

Slama, R., Bottagisi, S., Solansky, I., Lepeule, J., Giorgis-Allemand, L. & Sram, R. (2013). Short-term impact of atmospheric pollution on fecundability. *Epidemiology*, 24(6), 871-879. https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3182a702c5

Vos, T., Lim, S. S., Abbafati, C., Abbas, K. M., Abbasi, M., Abbasifard, M., ... & Bhutta, Z. A. (2020). Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: A systematic analysis for the global burden of disease study 2019. *The Lancet*, *396*(10258), 1204-1222. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30925-9

Wesselink, A.K., Wang, T.R., Ketzel, M., Mikkelsen, E.M., Brandt, J., Khan, J.,…& Hatch, E. E. (2022). Air pollution and fecundability: results from a Danish preconception cohort study. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, *36*(1), 57- 67. https://doi.org/10.1111/ppe.12832

Xu, R., Yu, P., Abramson, M. J., Johnston, F. H., Samet, J. M., Bell, M. L., ... & Guo, Y. (2020). Wildfires, global climate change, and human health. *New England Journal of Medicine*, *383*(22), 2173-2181. https://doi.org10.1056/NEJMsr2028985