

İklim Değişikliği, Böcekler ve Sağlık Etkileşimi Üzerine

Aysel Kekillioglu^{1*}, Buse Yıldız²

^{1,2}Nevşehir HBV Üni /Biyoloji Böl., Türkiye

*(akekillioglu@nevsehir.edu.tr)

Özet – Ekosferde canlıların yaşamsal faaliyetlerini etkileyen en önemli öğelerden olan iklim; bir yerde sürekli ve uzun süreçte gözlemlenen sıcaklık, yağış, hava basıncı, nem, rüzgâr gibi meteorolojik olayların toplamıdır. Biyolojik aktivitelerini çoğunlukla iklimsel faktörlere göre sürdüren her bir organizma gerçekleşen iklimsel değişiklikten genellikle olumsuz etkilenmektedir. Böcekler; mevcut canlılar arasında gerek soğukkanlı canlılar olmaları, gerekse yeryüzünde bulunan canlıların büyük bir çoğunluğunu oluşturmaları nedeniyle, iklimsel değişiklikten en çok etkilenen canlılar olmaktadır. Doğrudan ya da dolaylı olarak çeşitlendirebileceğimiz bu etkilenme sürecinde; doğrudan etki, artan sıcaklığın böceklerin gelişimi, üremesi, hayatta kalma süresi, popülasyon yoğunluğu ve türlerin yayılmasını etkilemesi gibi durumlar şeklinde ifade edilebilirken; dolaylı etkileri, bitkilerde ortaya çıkan su stresi ve bitki kalitesindeki farklılaşmaların, böcek popülasyonlarının üreme ve beslenme davranışlarını etkilemesi şeklinde ifade edilebilmektedir. Bu bağlamda bu çalışmanın amaç ve içeriğini; içinde bulunduğumuz iklim değişikliği çağında; böceklerin, insan dahil tüm canlıların sağlık durumlarını etkileme süreçlerinin analiz edilmesi oluşturacaktır.

Anahtar Kelimeler – Küresel Isınma, Çevre, Ekoloji, Böcek, Sağlık

I. GİRİŞ

İklim, yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun yıllar boyunca yaşanan ya da gözlenen tüm hava koşullarının ortalama durumudur [1], [2]. İklim değişikliği, doğal değişkenlik ve insan faaliyetlerinin bir sonucu olarak iklimin zaman boyunca değişmesidir [2]. İklim değişikliğinin, insanlar, hayvanlar başta olmak üzere popülasyonda büyük yer kaplayan böcekler üzerinde de ciddi etkileri bulunmaktadır ve çoğunlukla ölümlere de neden olabilecek düzeyde olumsuz ve geniş bir etkiye sahip olduğu ve olabileceği görülmektedir [2], [3], [4]. İklim değişikliğine yol açan sıcaklık artışlarının asıl nedeninin insan kaynaklı etmenler olduğu kanıtlanmıştır. Hava kirliliği, yeşil alanların azalması ve gökdelenlerin sayısının artması gibi birçok durum ekosistemi bozmakta ve nüfus artışı da daha fazla konut, daha fazla enerji, daha fazla

gıdaya ve su kaynağına ihtiyaç gerektirdiği için iklim değişikliğine yol açan temel sebepler olarak nitelendirilmiştir [2]- [4].

İklim değişikliğinin böcekler üzerinde doğrudan ve dolaylı etkileri bulunmaktadır. Doğrudan etkileri; küresel iklim değişiklikleri sonucu artan sıcaklığın böceklerin gelişimi, üremesi, hayatta kalma süresi, popülasyon yoğunluğu ve türlerin yayılmasına doğrudan etkisi bulunmaktadır. Dolaylı etkileri ise; küresel iklim değişimleri sonucu bitkilerde ortaya çıkan su stresi ve bitki kalitesindeki farklılaşmalar, böcek popülasyonlarının üreme ve beslenme davranışlarını etkilemesidir. Sıcaklıkların artması ile bitki yapraklarında oluşan sararmalar, bitkilere özelleşmiş zararlıların farklı konukçulara yönelmesi ve bunun etkisiyle zararlıların konukçu spektrumunda genişlemelere sebep olabilir. Bu durumda böceklerin beslenme davranışlarını

zenginleştirmektedir. Küresel ısınma nedeniyle ortaya çıkan iklim değişikliği tüm dünyanın en önemli ekolojik sorunlarının başında gelmektedir. Böcekler de dahil birçok hayvanın biyolojisi ve davranışı etkilenebileceği gibi onların yaşam alanlarında ve beslenme alışkanlıklarında da değişimler ortaya çıkabilmektedir [2], [4], [5].

Böcekler soğukkanlı canlılar olmalarından ötürü dağılımları iklimle yakından ilişkilidir ve böcekler yeryüzünde bulunan canlı türlerinin büyük bir çoğunluğunu oluşturması nedeniyle küresel iklim değişikliklerinden en fazla etkilenmesi beklenen canlı gruplarının başında gelmektedir ve yeryüzünde mevcut böcek türlerinin bir kısmını yok ederken, önemli bir kısmının da yaşam alanlarını etkileyerek popülasyonlarda göç davranışının artmasına neden olmaktadır [4], [5].

II. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ

İklim; bir ülke veya bölgenin bir yıllık hava şartlarının ortalamasına denir. Bir yerde sürekli olarak uzun bir şekilde gözlemlenen; sıcaklık, yağış, hava basıncı, nem ve rüzgâr gibi meteorolojik olayların yaşanmasına da iklim denilmektedir. O bölgenin ürünleri ve hayat şartları üzerinde iklimin önemli etkileri vardır [2], [3], [7].

İklimler yeryüzü kuşağında üç gruba ayrılmaktadırlar. Sıcak iklimler, ılıman iklimler, soğuk iklimler. Bu iklim tipleri kendi içlerinde alt iklim şeklinde farklılık gösterirler ve ayrılırlar. Bunlarda yağış miktarı, yıllık oluşan sıcaklık ortalaması ve kış içerisinde ılıklik olması olarak belirtilir. İklim tipleri doğal bitki örtülerine bakılarak ayrılması açısından faydalanılmaktadır. Yer şekilleri, yükseklikler, denizler, rüzgâr, hava kütleleri gibi nedenler yüzünden yeryüzünde iklimler farklılık gösterirler. Küresel iklim değişikliğinin hem insanlar hemde hayvanlar üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Yüksek sıcaklıklar genellikle hava kirliliğiyle ve özellikle yer seviyesinde ozon kirlenmesiyle ilişkili olmakla birlikte, ayrıca; sellere neden olabilecek şiddetli yağış olayları da bir başka etkilerdendir [4], [5]-[6].

İklim değişikliğinin böcekler üzerine doğrudan ve dolaylı etkileri vardır. Doğrudan etkileri; küresel iklim değişiklikleri sonucu artan sıcaklığın böceklerin gelişimi, üremesi, hayatta kalma süresi, popülasyon yoğunluğu ve türlerin yayılmasına doğrudan etkisi bulunmaktadır. Çevre faktörleri

arasında sıcaklığın böcekler üzerine etkisinin daha yüksek olduğu yapılan çalışmalarla desteklenmektedir. Sıcaklık artışı böceklerin fizyolojilerinin hızlanmasıyla daha kısa sürede gelişmelerine, üreme gücünde artışa neden olarak yılda verdiği döl (nesil) sayısının da artmasına neden olmaktadır. Örneğin; afitlerin 2°C'lik bir sıcaklık artışı ile yılda meydana gelen döl sayısının 4 veya 5 döl daha fazla olacağı tahmin edilmektedir. Sıcaklık artışı, *Ips typographus* gibi ekonomik açıdan önemli bazı kabuk böceklerinin, yaşam döngülerini daha erken tamamlamasına ve bir sezon içerisinde ek nesil vermesine neden olmaktadır [4], [6].

Optimum sıcaklık değerleri üzerinde birçok böcek türünün büyüme oranlarında düşüşler, doğurganlığın azalması ve ölüm oranlarında artış gözlenebilmektedir. Aynı zamanda sıcaklık artışı, kışlayan böceklerin kışı geçirme süresinin azalmasına da sebep olabilmektedir. Bazı böcek türleri, yaşam döngüsündeki değişiklikler yoluyla iklim değişikliği stresinden de kurtulabilir. Daha yüksek sıcaklıklara sahip ortamlardan gelen böcek popülasyonları, uygunluğu artırmak için daha yüksek doğurganlığa ve daha kısa büyüme süresine sahip olabilir. Artan sıcaklıkların bir diğer etkisi, çok döl veren türlerin her yıl döl sayısında artışa neden olmasıdır. Üzüm güvesi, *Paralobesia viteana* için fenolojiye dayalı ortalama yüzey sıcaklıklarındaki 2 derecelik artışın, yumurtlama döneminde bir kaymaya neden olarak döl sayısı üzerinde dramatik etkilere sahip olabileceği öngörülmüştür. Diğer taraftan, gelişme eşiği 10 derece olan bir böcek için bu ortalama sıcaklıkta herhangi bir biyolojik gelişim gözlenmezken, ortalamada oluşabilecek derecelik sıcaklık artışı bile bu böceğin o bölgede daha hızlı gelişme göstererek zarar oluşturma potansiyelinin artmasını sağlayabilmektedir. Ortalama sıcaklığın artışı ile birçok böceğin hayat döngüsü 2-3 hafta daha erken tamamlanabilecektir. Sıcaklık ortalamasındaki 3 derecelik artışın *Delia radicum*'un bir ay daha erken aktif hale gelmesine ve kelebeklerin daha erken görülmesine sebep olacaktır. İliman bölgelerde yaşayan birçok böcek türünün yaşam döngülerini tamamlaması ve kış mevsiminin düşük sıcaklıklarına dayanabilmesi için bir diyapoz dönemi geçirmesi gereklidir [6], [7], [8]. Artan sıcaklık koşulları, kış aylarında aktif olarak beslenen Çam kese tırtılı, *Thaumetopoea pityocampa*'nın beslenmesi ve popülasyon

yoğunluğunu arttırabilmesi için teşvik edici bir faktör olabilir. Böcekler soğukkanlı canlılar olduğundan dağılımları iklimle yakından ilişkilidir. Böceklerin fenolojileri, çiftleşmesi, konukçu bulma ve kolonizasyon oluşumu gibi temel parametreler böceklerin göç davranışını etkilemektedir. Böcek uçuşu için gerekli sıcaklık eşikleri hem türler arasında hem de türler içinde, mevsime ve bölgeye göre değişmektedir. Böcekler, fizyolojik yapılarının yanı sıra, uçuş aktivitelerinde hava durumu gibi çevresel koşullardan da etkilenmektedir. Ayrıca, böceğin ortaya çıkışı ve kışlama sonrası ilk popülasyonu; gün uzunluğu ve sıcaklık eşiklerinin kombinasyonuna bağlı olabilir. Örneğin, azalan kar yağışı *Thaumetopoea pityocampa*'nın son zamanlarda yüksek dağlara doğru genişlemesine sebep olmuştur [8].

Dolaylı etkileri ise; küresel iklim değişimleri sonucu bitkilerde ortaya çıkan su stresi ve bitki kalitesindeki farklılaşmalar, böcek popülasyonlarının üreme ve beslenme davranışlarını etkilemektedir. Sıcaklıkların artması ile bitki yapraklarında oluşan sararmalar, bitkilere özelleşmiş zararlıların farklı konukçulara yönelmesi ve bunun etkisiyle zararlının konukçu spektrumunda genişlemelere sebep olabilir. Bu durumda böceklerin beslenme davranışlarını zenginleştirmektedir [8], [9]. Bitkilerde artan sıcaklık sonucu ortaya çıkan su stresi bitkilerin biyokimyasal yapısındaki aminoasit, şeker ve alkol konsantrasyonlarının yükselmesine neden olarak bitkilerin zararlı istilalarına karşı daha duyarlı hale gelmesine neden olabilmektedir. Ayrıca bitkilerdeki sakaroz konsantrasyonunun artması, daha iyi aminoasit ve şeker varlığına ve bununla birlikte daha kaliteli bitki oluşumuna neden olmaktadır. Bunun sonucunda ise özellikle çekirgeler ve kelebekler gibi böcek türlerinin bu bitkilerde beslenerek, üreme ve gelişme potansiyeli artabilmektedir [6], [8], [9].

III. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE BÖCEKLER

Küresel ısınma nedeniyle ortaya çıkan iklim değişikliği tüm dünyanın en önemli ekolojik sorunlarının başında gelmektedir. Böcekler de dahil birçok hayvanın biyolojisi ve davranışı etkilenebileceği gibi onların yaşam alanlarında ve beslenme alışkanlıklarında da değişimler ortaya çıkabilmektedir. Böcekler soğukkanlı canlılar

olmalarından ötürü dağılımları iklimle yakından ilişkilidir ve böcekler yeryüzünde bulunan canlı türlerinin büyük bir çoğunluğunu oluşturması nedeniyle küresel iklim değişikliklerinden en fazla etkilenen canlı gruplarının başında gelmektedir. Ekosistemde küresel ısınma ve iklim değişikliği etkisiyle ortaya çıkan sıcaklık artışı böceklerin gelişme sürelerinin normalden çok daha kısa sürmesine ve üreme kabiliyetlerinde artışa neden olmaktadır [7],[9]. Tüm bu etkilerin yanında özellikle tarımsal üretim ve biyoçeşitlilik için büyük öneme sahip olan arıların da yaşam alanlarında önemli olumsuz etkiler meydana geleceği öngörülmektedir [4], [8], [9]. Küresel ısınma nedeniyle artan sıcaklığın böcekler etkisi; böceklerin bir yıl içerisinde verebileceği döl sayısının değişmesine, böcek biyolojisi ile bitki fenoloji arasındaki ilişkinin bozulmasına, bitki ve hayvan türlerinin yatay ve dikey olarak yayılış alanının değişmesine neden olabileceği ve böylece kutuplara, üst dağlık kesimlere-yüksek rakımlara doğru göçleri beklenmektedir. Göç etmesi beklenen canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri; bunların yeni ekosistemlere uyum sağlama yeteneklerine ve rekabet sonucunda hayatta kalma güçlerine bağlıdır [6]-[9]. Küresel ısınma böceklerde dişilerin daha çok yumurta koymasına ve döl sayısının artmasına neden olmakta ve böceklerin üreme güçlerini arttırdığı gözlemlenmektedir [5], [6], [9].

Küresel ısınma nedeniyle sıcaklığın artması sonucu böceklerin fizyolojisinin hızlanması ve daha çabuk gelişmeleri, bir yıl içinde daha fazla döl vermeleri, daha hızlı hareket etmeleri ve abiyotik faktörlerden dolayı ölümlerinin azalması durumları ve sıcaklıkta meydana gelecek 2 derecelik bir artışın böceklerin bir yılda vereceği döl sayısını 1 ile 5 arasında arttırdığı gözlemlenmektedir [5]-[9]. Bu bakımdan en çok etkilenecek böcekler, düşük gelişme eşikleri ve kısa sürede gelişmelerini tamamlamaları nedeniyle yaprak bitleridir. Yaprak bitlerinin bir yılda fazladan 4 veya 5 döl vereceği bilinmektedir. Düşük sıcaklıklar nedeniyle meydana gelen kış ölümleri, özellikle diyapozaya girmeyen ve sıcaklığın izin verdiği sürece kışın da faaliyetlerine devam eden türler için anahtar faktördür. Daha ılık kışlar veya çok soğuk periyotların azalması daha fazla böceğin hayatta kalmasına imkan verecektir. Bu da, böcek popülasyonlarının ve verecekleri zararın artması anlamına gelmektedir. Kışı durgun, hareketsiz halde geçiren böcekler için alışılmamış kış sıcaklıkları bir dezavantaj olarak da ortaya

çıkabilir. Çünkü sıcaklık nedeniyle aktiviteleri artacak olan böcekler o dönemde uygun besin bulamayacaklar ve depolamış oldukları besin maddelerini de yeterli besin bulana kadar tüketmiş olacaklardır. Bu da onların ölümüne sebep olacaktır [8], [9]. Küresel ısınmanın böceklerin yayılımı üzerinde de büyük rolü bulunmaktadır. Böcekler soğukkanlı organizmalar olduklarından sıcaklık ve nemdeki dalgalanmalara karşı oldukça hassastırlar ve bu nedenle dağılımları ve habitatları çoğu zaman iklimle yakından ilişkilidirler. Sıcaklıktaki artışın, şu an için düşük sıcaklık nedeniyle yayılımı sınırlı olan böcek türlerinin yayılım alanlarının kutup bölgelerine doğru veya hayatta kalabildikleri yüksek dağlık alanlara doğru ilerlemesine neden olduğu görülmektedir. Çünkü bu bölgeler küresel ısınma sonucunda daha sıcak olmaya başlayacaktır. Birçok böcek bu değişikliklere göre konumunu değiştirebilir, fakat böceklerin konukçusu olan bitkiler bunu gerçekleştiremeyebilirler. Bu nedenle bazı böceklerin yayılımı konukçu bitkilerin yayılımı tarafından sınırlandırılacaktır [5], [8], [9].

Küresel ısınmanın böcek popülasyonları üzerinde de ciddi etkisi vardır. Küresel ısınma sonucu artan sıcaklık böcek popülasyonlarını birkaç yönden etkilemektedir. Sıcaklıktaki artış bazı koşullarda böcek popülasyonlarını azaltsa da, ılıman iklimdeki sıcak havaların daha fazla böcek türü ve daha yüksek böcek popülasyonuna sebep olduğu gözlemlenmiştir [5], [9]. Daha ılık geçen kışlar nedeniyle böceklerde daha az kış ölümleri meydana gelmesi böcek popülasyonlarının artmasında önemli rol oynamaktadır. Örneğin; diyapozaya girmeyen ve kışı aktif dönemlerinde geçiren *Myzus persicae* gibi böceklerin ılık geçen kışlardan dolayı hayatta kalma oranlarının artacağı, yani kış ölümlerinin daha az olacağı öngörülmektedir. Bu nedenle bu türlerin popülasyon yoğunluklarını artırması ve coğrafik alanlarını daha yüksek enlemlere doğru genişletmesi beklenmektedir. Kışların daha ılık geçmesi kışın hayatta kalan afitlerin sayısında artışa neden olduğu gibi ayrıca ilkbahar göçlerini daha erken yapmaları ve takip eden yazda zarar oranlarını artırmaları için daha çok fırsat vermektedir. Ancak kış yağışlarında meydana gelecek azalma afitlerin gelişmelerinde düşüşe sebep olacaktır. Çünkü kuraklık, kışlamış afitlerin üreme kapasitesini düşürmektedir. Diğer yandan sıcaklıkların artması böcek popülasyonlarını azaltıcı etki de gösterebilir [5], [7],[9]. Ekstrem iklim olaylarının, örneğin

kuraklığın ve mevsimsel olmayan fırtınaların şiddeti ve görülme sıklığındaki artış, iklim koşullarının ortalamasına etki ettiği kadar, uzun vadede böcek popülasyonunun hayatta kalması açısından da önemlidir. Kış boyunca devam eden soğuk ve yağmurlu havanın *Danaus plexippus*'un ölüm oranını artırdığı gözlenmiştir. Yağışlardaki aşırı değişkenlik *Euphydryas editha*'nın larvası ile konukçu bitkisi arasındaki zaman uyumunu bozmuş ve bu da kelebeğin neslinin tükenmesine neden olmuştur [9].

Artan yağışlar böcekler üzerinde küresel ısınmadan ötürü dünya yüzeyine düşen ortalama yağışı arttırmış ama bazı bölgelerde ise kuraklığın daha şiddetli olacağı görülmüştür. Bazı böcekler yağışa karşı duyarlı olmakta ve şiddetli yağışlarda ya ölmekte ya da bitki üzerinden uzaklaşmaktadırlar. Bu, özellikle Amerika'nın kuzeybatı eyaletlerinde soğan tripsleriyle mücadele açısından oldukça önemlidir. Kışı toprakta geçiren bazı böcekler için örneğin yabancıları zararlılarıyla mücadelede toprağın su altında bırakılması önemli bir mücadele yöntemidir. Küresel ısınma nedeniyle yağışların daha sık ve daha yoğun olmasının bu tür böcekleri olumsuz yönde etkileyeceği düşünülmektedir. Ve böceklerin fungal patojenlerinin yüksek nemli bölgelerde etkinlikleri artacak, nemin az olduğu kurak bölgelerde ise etkinlikleri azalacaktır [5], [9].

Küresel ısınmanın böceklerin adaptasyonu üzerine de ciddi etkileri bulunmaktadır. Böcekler adaptasyon yetenekleri oldukça yüksek olan organizmalardır ve küresel ısınmadan dolayı meydana gelecek değişiklikler başta olmak üzere birçok çevresel değişiklikle başa çıkabilirler. Değişikliğe karşı hangi türlerin adapte olabileceği türlerin genetik kapasitesine bağlıdır. Bu kapasitenin türlerin genetik çeşitliliğine, coğrafik alanına, üreme oranına, göç etme kabiliyetine ve biyotik faktörlerle olan rekabetine göre artması veya azalması beklenebilir. Bir tür ne kadar hareketli olursa ve üreme yeteneği ne kadar hızlı olursa adaptasyon yeteneği de o kadar fazla olmaktadır. Ne yazık ki zararlı türler bu karakterleri gösterme eğilimindedirler ve sıcaklıklardaki değişime karşı kolaylıkla adapte olabilmektedirler [9].

Karbondioksit seviyesinin artmasının da böcekler üzerinde önemli etkileri bulunmakla birlikte etkisinin dolaylı olduğu gözlemlenmektedir. Yani böcekleri doğrudan etkilemek yerine öncelikle onların konukçusu olan bitkileri etkilemekte ve bu

yolla böcekler üzerinde etkili olabilmektedir. Örneğin; soya fasulyesinin yapraklarındaki basit şekerlerin seviyesindeki artışın böcekleri daha fazla beslenmeye teşvik ettiği gözlemlenmektedir. CO₂ oranının artması bitki dokularındaki C:N oranını yükseltmekte ve bu artış konukçu bitkinin kalitesinde azalmaya sebep olurken, genel olarak larvaların konukçu bitki üzerindeki beslenmesinin artmasına sebep olmakta, yani böceklerin daha fazla beslenmesini teşvik etmektedir. Ve CO₂ seviyesinin artması sonucu bitki dokularındaki karbonun nitrojene göre artması böcek gelişimini yavaşlatmakta ve gelişmesinin yavaşlaması da böceklerin parazitoitler tarafından saldırıya maruz kaldığı sürenin uzamasına neden olmaktadır [8], [9].

IV. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, BÖCEKLER VE SAĞLIK ETKİLERİ

İklim değişikliği böcek sağlığını önemli derecede etkilemektedir. Doğrudan ve dolaylı etkileri söz konusu olduğu gibi, kısa ve uzun vade de ortaya çıkan etkiler de vardır. Yüksek sıcaklıklar genellikle hava kirliliğiyle ve özellikle yer seviyesinde ozon kirlenmesiyle ilişkilidir ve orman yangınlarının çıkmasını kolaylaştırmaktadır ve bunun sonucunda da böcekler dahil birçok canlı yaşamını yitirmekte hatta neslinin tükenmesi riskiyle bile karşı karşıya kalabilmektedirler. Örneğin; NSW ve Victoria'nın bazı bölgelerini harap eden 2019-2020 Avustralya orman yangınları, böcekler de dahil tahmini 1 milyar hayvanın ölümüne neden olmuştur. Aşırı ısı aynı zamanda bitki örtüsü kaybına, çok sayıda böcek ve böcek kaynaklı hastalığa da yol açmaktadır [7], [9].

Küresel iklim değişikliğinin insanlara etkisi ise bazen doğrudan olurken bazen böcekler aracılığıyla da olmaktadır. Sıcak hava dalgaları, kalp-damar, beyin-damar ve solunumsal ölümleri tetiklemekte, ayrıca kasırgalar, seller, hortum, kar fırtınaları, rüzgar fırtınaları ve kuraklık en önemli ekstrem hava olaylarıdır. Ekstrem hava olayları; ölümler, yaralanma, afet sonrası salgın hastalık, göç ve yetersiz beslenme gibi sorunları da beraberinde getirmektedir [12]. Vektör kaynaklı hastalıklar ise sivrisinek, kum sineği, kene, kara sinekler gibi eklembacaklıların sokması ile hastalık etkenini insana bulaştırması sonucu oluşan hastalıklardır. Vektörler genellikle nem ve sıcaklıktan etkilenmektedirler ve vektör dağılımındaki bir

değişiklik insan sağlığını da etkilemektedir [12], [13]. Artan ortalama sıcaklık vektörlerin dağılımını ve çokluğunu etkileyecek, patojenlerin daha hızlı çoğalmasına neden olmakta ve sıcaklığın ve yüzey sularının vektör kaynaklı enfeksiyon hastalıkları üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Dang ve sarı humma gibi viral hastalıklar ile malaryayı (sıtma) yayan sivrisinek türlerinin özel bir önemi bulunmaktadır [13], [14].

Dünya Sağlık Örgütüne göre iklim değişiminden etkilenen enfeksiyöz hastalıklar ise ; kuş gribi, KKA, kolera, uyku hastalığı, ebola, parazitler, veba, verem, lyme hastalığı, zararlı deniz yosunları, kızıl humma ve sarı hummadır [13].

Hava kirleticileri ise başlıca; solunum fonksiyonlarında bozulma, solunum sistemi hastalıklarında artış, kronik solunum sistemi ve kalp hastalığı olan kişilerde hastalık alevlenmelerini kolaylaştırma, kanser insidansı ve erken ölüm insidansında artışta olarak rol oynamaktadır. İklim değişikliği ilkbahar başlangıcında polenler yoluyla birçok alerjik rahatsızlıklara da neden olmaktadır. Bunlardan en önemlisi saman nezlesidir. CO₂ konsantrasyonunun ve sıcaklığın artması saman nezlesinin de artmasını sağlamaktadır [12], [14].

Ayrıca yükselen sıcaklıklar, ısı dalgaları, sel, kasırga, kuraklık, yangın, orman kaybı ve buzullar, nehirlerin ortadan kalkması, çölleşme ile birlikte doğrudan ve dolaylı olarak fiziksel ve zihinsel insan patolojilerine neden olabilmektedir [13], [14].

V.SONUÇ

İklim değişikliğinin; insanlar, hayvanlar ve özellikle böceklerin popülasyon fazlalığı gibi sebeplerinden ötürü birçok olumsuz etkileri bulunmaktadır ve bu etkiler doğrudan ve dolaylı şekilde meydana gelmektedir.

Küresel iklim değişiklikleri sonucu artan sıcaklık böceklerin gelişimini, üremesini, hayatta kalma süresini, popülasyon yoğunluğunu ve türlerin yayılmasını doğrudan etkiler ve küresel iklim değişimleri sonucu bitkilerde ortaya çıkan su stresi ve bitki kalitesindeki farklılaşmalar, böcek popülasyonlarının üreme ve beslenme davranışlarını etkilemesi de dolaylı etkiler arasında yer almaktadır [6], [7], [8], [9].

Küresel iklim değişikliğinin insanlara etkisi ise doğrudan ve böcekler aracılığıyla dolaylı olarak gerçekleşebildiği için daha fazla ve korkutucu niteliktedir. İklim değişikliğinin tetiklediği ya da

etkilediği birçok hastalık veya hastalığa neden olan vektör, insan sağlığını ve toplum sağlığını çok yakından ilgilendirmektedir. Bu olumsuz etkilerin azaltılması amacı ile her yıl büyük bütçeler harcanmaktadır [13], [14], [15], [16]. İklim değişikliğine adaptasyon çerçevesinde alınacak önlemler ve adaptasyon uygulamaları, insan kayıpları ya da sağlık risklerini en aza indirmektedir. Alınabilecek belli başlı önlemler şunlardır; aşılama programları yaygınlaştırılmalı, tedavi amaçlı ilaç stokları bulunmalı, iklim değişikliğine hazırlık yapılmalı, iklim değişikliğinin yerel, bölgesel, ülke ve dünya çapında sağlıkla ilgili etkilerine dair güvenilir bilgi kaynağı sistemi oluşturulmalı, en fazla risk altındaki nüfus gruplarını ve yerleşimleri belirlenmeli ve daha birçok madde ile bu durumun önlenmesi sağlanmalıdır [15], [16].

- [13] Çimen, M. and Öztürk, S. *Küresel Isınma, İklim Değişikliğinin Solunum Sistemi Üzerine Etkisi ve Büyükşehir Bronşiti*. 2012.
- [14] Sağlık Bakanlığı. *Ülkemizde İklim Değişikliğinin Sağlık Üzerine Olumsuz Etkilerinin Azaltılması*. Ulusal Programı ve Eylem Planı. 2015.
- [15] Kantarlı, S. *İklim Değişikliğinin Sağlık Üzerine Etkileri*. Doğanın Sesi. 2020.
- [16] Atay, H., Tüvan, A., Demir, Ö. And Balta, İ. *İklim Değişikliğinin Sağlık Üzerine Etkileri, İklim ve Sağlık Alanındaki İlişkilere Genel Bakış, Hastalıklar, Hassas Gruplar, Adaptasyon ve Öneriler*. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. 2012.

KAYNAKLAR

- [1] (2022). Anonim. <https://www.iklim.gov.tr/>. 14.03.2023
- [2] Gür, H. *İklim değişikliği nedir, biyolojik sistemleri nasıl etkiler*. Ahi Evran Üniversitesi. Fen-Edebiyat Fakültesi. 2016.
- [3] Yörük, A. and Şahinler, N. *Potential Effects of Global Warming on the Honey Bee*. Uludag Bee Journal. 13(2). 79-87. 2013.
- [4] Demirbaş, M. and Aydın, Rozelin. *21.yüzyılın Büyük Tehdidi: Küresel İklim Değişikliği*. Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University. 2020.
- [5] Ögür, E. & Tuncer, C. *Küresel Isınmanın Böceklerle Etkileri*. Anadolu Tarım Bilim Dergisi. 26(1), 83-90. 2011.
- [6] Öner, N. ,Şimşek, Z. , Kondur, Y. , İmal, B. & Şimşek, M. *Küresel İklim Değişikliği Dikkate Alınarak Kurak ve Yarıkurak Alanların Ağaçlandırılması ve Zararlı Böceklerle Mücadelesine Yönelik Öneriler (Çankırı İli Örneği)*. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi. 827-838. 2010.
- [7] (2021). Anonim. <https://www.eea.europa.eu/en>. 17.03.2023
- [8] Akkuzu, E. and Güzel, H. *Edge Effects of Pinus nigra Forests on Abundance and Body Length of Ips sexdentatus*. Izvorni znanstveni članci. 447-453. 2015.
- [9] Şimşek, Z., Öner, N., Kondur, Y. & Şimşek, M. *Kuraklığın Orman Biyoçeşitliliği Üzerine Etkileri ve Gelecekte Alınması Gereken Önlemler*. Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu. 514-521. 2010.
- [10] (2020).Anonim. <http://climatechange.boun.edu.tr/>. 22.03.2023
- [11] (2020). Anonim. <https://www.nedir.com/>. 23.03.2023.
- [12] Çelik, S., Bacanlı, H. and Görgeç, H. *Küresel İklim Değişikliği ve İnsan Sağlığına Etkileri*. 2008.