

Küresel Isınma ve Arıcılığın Geleceği

Erkan TOPAL^{1*} Neslihan ÖZSOY¹ Nuray ŞAHİNLER²

¹Ege Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü, Arıcılık Şubesi, Menemen/İZMİR

²Uşak Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Zootehni Bölümü, UŞAK

*e-posta: topalerkan@tarim.gov.tr Tel: +90 (232) 846 1331/281 Fax: +90 (232) 846 1107

Özet

Dünya nüfusunda yaşanan hızlı artış ile mevcut kıt kaynakların bilinçsiz ve aşırı kullanımının sonucu olarak doğanın dengesi bozulmaktadır. Özellikle küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkileri son zamanlarda aşırı ve ani yağmurlar ile yüksek sıcaklık gibi iklim olayları sıklıkla yaşanmaktadır. Bal arıları bulunduğu bölgeye adapte olabilen canlılardır. Ancak iklimdeki değişimler, koloni gelişimindeki düzensizlikler nedeniyle zayıf kolonilerin oluşmasına, hastalıkların yaygınlaşmasına, tarlacı arıların kovanına geri dönememesine ve ölümlerine neden olmaktadır.

Küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkileri arıların besin kaynağı olan bitkide yaşanırken; fenolojiyi, yerel zenginliği ve bitki ile tozlaştırıcıların büyük ölçekli dağılımını etkiler. Bitkisel üretimin en kritik noktalarından birisi tozlaşma olup en etkin polinatörler bal arılarıdır. Ani sıcaklık değişimleri arıların gelişimi için gerekli olan polen ve nektar kaynaklarının varlığına direkt etki ederek yok olmasına sebep olmaktadır.

Bu derlemede iklim değişikliğinin arıcılık sektörüne olası etkileri üzerine yapılmış araştırmalara yer verilerek konunun öneminin daha iyi anlaşılması ve yeni yapılacak araştırmalara katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Küresel ısınma, arılar, bitki florası.

Global Warming and The Future of Beekeeping

Abstract

The balance of nature is disturbed because of the rapid increase in world population and unconscious and excessive use of current scarce resources. Especially, recently, it has been the effect of global warming and climate change such as extreme and sudden rains, high temperatures. Honeybees can be adapted to where they live. But, climate changes lead to weak colonies, the spread of the disease, forager cannot return to the hive and their death, due to irregularities in the colony development.

Global warming and climate change effects the phenology, local sources and dispersions of pollinators and plants while the effects of global warming and climate change on crops which foods of bees. Honey bees are the most effective pollinators while pollination is important for crop production. Sudden temperature changes effect pollen and nectar resources and cause the extinction of bees.

In this review researchs on climate change impacts on the beekeeping sector have mentioned and it is intended to contribute to new researchs.

Key words: Global warming, bees, plant flora.

Giriş

İnsanlık tarafından atmosfere salınan gazların sera etkisi yaratması sonucunda dünya yüzeyindeki sıcaklık düzenli olarak artmaktadır. Son 100 yıl içerisinde yeryüzünde sıcaklığın 0.7-0.8 °C civarında arttığı tespit edilmiştir. Şayet gerekli önlemler alınmaz ise sıcaklık artışının yükselerek devam edeceği tahmin edilmektedir (Sağlam ve ark., 2008). Türkiye üzerindeki yıllık ortalama sıcaklıklarda 2050 yılına kadar yaklaşık 1-3°C artış olacağı tahmin edilmektedir.

Küresel ısınmaya etki eden faktörlerden biri de tarım faaliyetleri sonucunda çıkan sera gazlarıdır (Köknaroğlu ve Akunal, 2010). İnsanların yaptığı faaliyetleri sonucu oluşan sera gazlarından metan %50 ve diazot monoksitin %70'i tarımın sonucudur. Bununla birlikte tarımsal faaliyetler insan tarafından salınan karbondioksitin %5'ini oluşturmaktadır (Anonim, 2001). Dünyadaki karbondioksit eşdeğeri cinsinden sera gazı salınımının %18'ini ve karbondioksit salınımının %9'unu tarım faaliyeti içinde önemli yere sahip olan hayvancılık sonucunda oluşmaktadır. İnsan faaliyetleri sonucunda salınan metanın %37'si ve diazot monoksitin %65'i hayvancılık sektöründen geldiği bildirilmiştir (Steinfeld ve ark., 2006).

Küresel ısınma sonucu meydana gelen küresel iklim değişikliği ise her geçen gün günlük yaşantımızı daha çok etkilemektedir. İklim değişiklikleri, sıcaklık artışı ve bununla ilgili etkilerinin yanı sıra aynı zamanda atmosfer içerisinde gaz halinde bulunan bileşenlerin kompozisyonundaki değişikliklerinin bir sonucudur. İklim değişikliği, kışın Kuzey Akdeniz bölgelerinde, özellikle sıcak iklimlerde yağışlarda görülen belirgin bir azalma ile Akdeniz'de ortaya çıkmaktadır. Bu durum Atlantik rüzgârının kuzeye doğru yön değiştirmesi ile ilişkilidir. Aynı zamanda daha çok yaz mevsiminde olmak üzere belirgin bir ısınma da tahmin edilmektedir. Birden fazla yılı kapsayan iklim değişkenliği; aşırı derecede yüksek sıcaklık olaylarının daha çok ortaya çıkmasına neden olabilecektir. Bölgesel iklim değişikliği modelleri ile yapılan tahminler Akdeniz'in,

küresel değişime hassas bir bölge olabileceğini göstermektedir (Giorgi ve Lionello, 2008).

Meyve üretimini ABD'de kısıtlayan ana sorun, soğuk zarardır. 1916 ile 2006 yılları arasındaki tarihsel kayıtlar incelendiğinde 16 defa şiddetli öldürücü soğuk zararı meydana geldiği ve eğer iklim değişiklikleri devam ederse, bitki örtüsünün değişeceği bildirilmiştir (Quamme ve ark., 2010).

Küresel ısınma sonucu buzullar erimekte, deniz seviyeleri yükselmekte, tatlı su kaynakları kurumakta ve türler yok olmaktadır. Özellikle Türkiye, küresel ısınmanın sonuçlarından fazla etkilenecek ülkelerde biridir. Ülkemizde yaz ve kış sıcaklıklarının artacağı, yağışların azalacağı, denizlerimizdeki su seviyelerinin yükseleceği ve tarımsal üretimin azalacağı yönünde ciddi endişeler bulunmaktadır (Varol ve Ayaz, 2012). Örneğin, sıcaklık artışından daha çok çölleşme tehdidi altında bulunan Güney Doğu ve İç Anadolu gibi, kurak ve yarı kurak bölgelerle, yeterli suya sahip olmayan yarı nemli Ege ve Akdeniz bölgeleri daha fazla etkilenmiş olacaktır. Meydana gelecek iklim değişiklikleri, tarımsal faaliyetlerde hayvan ve bitkilerin doğal yaşam alanlarında değişikliklere yol açacak, özellikle yukarıda belirtilen bölgelerimizde, su kaynakları bakımından önemli sorunlar ortaya çıkaracaktır (Öztürk, 2002).

Küresel ısınma ve iklimsel değişimlerin arıcılık sektörüne etkileri oldukça büyük olmaktadır. Arıcılığa olan etkileri aşağıda literatürler desteğinde açıklanmaya çalışılmıştır.

1. Arılara Olan Etkileri

Küresel iklimde meydana gelecek değişimler muhtemelen böceklerde dahil pek çok hayvanın davranışlarını ve yaşam tarzlarını etkileyebilecektir. Böcekler için sıcaklık ve nemde meydana gelen artış, gelişme oranının, yer değiştirme hızının ve üreme kapasitesinin artması demektir ve bu değişiklikler aynı zamanda tabiatta gerçekleşen ekolojik süreçleri de etkileyebilir. (Akbulut, 2000; Şahinler ve ark., 2008).

Küresel ısınma, bir bölgede yaşayan canlı türlerinin yaşadıkları bölgeyi terk etmelerine neden olabileceği gibi bölgeye özgü olmayan yeni istilacı türlerin de yerleşmesine imkân verebilmektedir. Küresel ısınmanın günümüzde en dikkat çekici etkilerinden biri de bazı canlı türlerinin dünya üzerinden yok olmasıdır (Doğan ve ark., 2015).

Biyçeşitlilik; çevre koşullarındaki olumsuzluklara ve çevresel değişime karşı sigorta sağlar. Yürütülen bir çalışmada 9 arı türünde kış sıcaklığının artması (1,5-9,5 °C) ile canlı ağırlık ve gelişim üzerine bazı türlerde ters etkiler göstermiştir. Ayrıca ağırlık kayıplarında, enerji tüketiminde artışlar olduğu ve ilkbaharda bazı türlerin bu nedenle yaşam döngüsünün sona erdiği ifade edilmiştir. Tozlaşmada görev alan arıların devamlılığında bu türler arasında yaban arıları adaptasyon kabiliyetince ön planda olduğu ve iklim değişikliklerinde önemi artmaktadır (Fründ ve ark., 2013).

Küresel iklimde meydana gelmesi beklenen değişimler bal arılarının davranışını ve yaşamını değiştirebilecektir. Sonbahardaki sıcaklıkta ve nemde meydana gelen artışlar, doğrudan bal arılarının gelişmesini etkileyecek ve kışlamada problemler oluşturabilecektir (Şahinler ve ark., 2008). İşçi arılar gün ışığında nektar, polen, su ve propolis toplamak üzere tarlacılık faaliyetleri ile diğer koloni faaliyetlerinde bulunurlar. Bal arılarında kolonilerin oksijen tüketimi ile karbondioksit üretimi incelendiğine en düşük metabolizma oranları sabah, en yüksek ise öğleden sonra gözlenmektedir. Kolonilerde gündüz gözlenen metabolizma oranları geceye oranla daha fazla olduğu bildirilmiştir (Southwick ve Moritz, 1987).

İklim değişikliğine karşı duyarlı hale gelen birçok ekolojik sürecin fenolojisi sıcaklık ile uyarlanır. Eğer türler sıcaklık değişimlerine benzer yanıt veremezse fenolojik uyumsuzluktan dolayı mutualistik değişimlere duyarlı olabilmektedir. Bir incelemede, geçmiş 130 yıl üzerinde Kuzey Amerika'da 10 arı türünün fenolojisinin ortalamasınının 10.4±1.3 derece ilerlediği ve geliştiği bildirilmiştir. İlerleme 1970 yılından bu yana

küresel sıcaklık artışlarına paralel olduğu ifade edilmektedir (Bartomeus ve ark., 2011).

Bal arılarının kendi çevrelerine adaptasyonu koloninin yıllık gelişmesi olarak ifade edilir. Gıda kaynakları dengesi ve konak-parazit dengesi ile çevre değişiklikleriyle birbirleri arasında etkileşim halindedir. Yapılan araştırma Orta Avrupa ve Balkanlar'da, İskandinavya'dan Akdeniz'e kadar uzanan 11 Avrupa ülkesindeki 16 farklı genetik orijinli 5 *Apis mellifera* alt türüne ait (*carnica*, *ligustica*, *macedonica*, *mellifera*, *siciliana*) 20 arılıkta bulunan 597 kolonide yürütülmüştür. Yavru popülasyonu Kuzey'de daha küçük olma eğiliminde iken, Güney Avrupa'ya yerleştirilen koloniler soğuk koşullara yerleştirilen kolonilere göre daha düşük yetişkin arı popülasyonuna sahip olma eğiliminde bulunmuştur. Yani sıcak iklimlerdeki arılar daha kısa yaşam süresi gösterirken, kuzeyde daha kısa yavru yetiştirme dönemi olmaktadır. Genotip ve çevrenin koloni gelişimini önemli bir şekilde etkilediği, özellikle yetişkin arı popülasyonu ve kışlama yeteneği açısından önemli olduğu ifade edilmiştir (Hatjina ve ark., 2014).

Son yıllarda biyçeşitliliğinin önemi gittikçe artmaktadır. Bal arıları adaptasyon kabiliyeti yüksek canlılardır. Ancak gelişmekte olan ülkelerde ve diğer ülkelerde kalkınma politikalarından kaynaklanan sebeplerle bölge yerli arılarının geleceği tehlikeli bir duruma sokmaktadır. Bunun için yerel genetik kaynakların uygun genetik modeller ve ıslah stratejileri ile kontrol altında tutulması zorunluluğu bulunmaktadır (Zokour ve Bienefeld, 2014). Bu durumu ortaya koyabilecek bir çalışma da Ege Bölgesi koşullarında Anadolu arısı Ege ekotipi, Kafkas ve İtalyan ırkı genotiplerinden oluşturulan gruplarda, yavru alanı, arılı çerçeve sayısı, uçuş etkinliği, hırçınlık ve bal verimi gibi bazı davranış ve fizyolojik özellikleri belirlenmiştir. Genotip gruplarda 10 dönemde ölçülen yavru alanları, arılı çerçeve sayıları ve uçuş etkinliği bakımından dönemler ve genotipler arası farklar ($P<0.01$) ve genotiplerin bal verimleri arası farklar ($P<0.05$) önemli bulunmuştur. Ege Bölgesi koşullarında Kafkas arısı, Ege ekotipi ve İtalyan ırkı melezlerine göre daha

küçük koloni popülasyonları oluşturmuş ve daha az bal üretmiştir. Bölgede, deneme süresince iklimin uzun yıllar, ortalamasından önemli değişimler göstermesi, kolonilerin performanslarını büyük ölçüde etkilemiştir. Son yıllarda yaşanan iklim değişikliğinin önümüzdeki yıllarda da sürmesi durumunda, bölgede Kafkas genotipinin yetiştirilmesinin olanaksız hale geleceği bildirilmiştir (Koç ve Karacaoğlu, 2012).

Ege Bölgesi koşullarında Muğla ekotipi ve İtalyan melezi bal arılarının, yöre koşullarında koloni popülasyon gelişimi, kuluçka üretim etkinliği, hırçınlık, uçuş etkinliği ve bal verimine ilişkin özellikleri karşılaştırılmıştır. Çalışmada; koloni popülasyon gelişimi ve kuluçka üretim etkinliği üzerine genotipin etkisi istatistiksel olarak önemli olmadığını, İtalyan melezi arıların uçuş etkinliği ve bal verim düzeyleri, Muğla ekotipine göre daha yüksek bulunduğunu fakat Muğla ekotipinin ise çevresel koşullara İtalyan melezine göre daha iyi adaptasyon gösterdiğini ifade etmişlerdir. Muğla arısı, Eylül-Ekim aylarında çam balı diye bilinen basura salgısına adapte olduğundan bu mevsimde kuluçka gelişimini yavaşlatarak ergin arı sayısını artırmaktadır. İtalyan melezleri ise, nektar akımından hızlı yararlanmakta ancak nektar akımı kesildiğinde kolonide stres görülmektedir. Bu durum, uzun yıllar yörede yetiştirilen Muğla ekotipi arıların, çevre koşullarına çok daha iyi adapte olduğunu göstermektedir (Yücel ve Kösoğlu, 2011).

İklimsel ve coğrafi faktörler türün biyocoğrafik dağılımı için önemli rol oynamaktadır. Karpat dağları, iki bal arısı (Apis m. Carnica ve Apis m. Macedonica) için doğal bir coğrafi bölge olarak ifade edilmektedir. Fakat biyocoğrafyanın sınırlı bir etkisi olmaktadır. Alt tür de farklılaşmanın Romanya'da çeşitli sıcaklık bölgeleri ile ilişkisi olduğu belirlenmiştir. A. m. Carnica 9 °C altındaki ortalama sıcaklık bölgelerinde görülürken A. m. Macedonica ise 9 °C üzerindeki sıcaklık bölgelerinde görülmektedir. Dolayısıyla küresel iklim değişikliğinin gelecekte biyocoğrafyanın üzerinde etkili olabileceği ifade edilmektedir (Coroian ve ark., 2014). Arılar ve dil

uzunlukları ile bitkilerin çiçek tüp derinliği arasında bir ilişki bulunmaktadır. Derin tüplü çiçeklerin olduğu yerlerde uzun dilli polinatörler vardır. Ancak, küresel iklimin bu yapıya etki ettiği, bir çalışma ile ortaya konmuştur. Alplerde iki bombus türünün 40 yıl boyunca evrim geçirdiği ve dil uzunluğunun azaldığı tespit edilmiştir. Sıcak yazlarda azalan nektar kaynakları nedeniyle kısa dilli arılar ile uzun tüplü bitkiler arasında uyumsuzluğun ortaya çıktığı ve stres kaynağı oluşturduğu bildirilmiştir (Milller-Struttman ve ark., 2015).

Arılar yaşadıkları alan dışına çıktıklarında hayatta kalma ve varroaya karşı direnci azalmaktadır. Nosema ceranae için de durum aynıdır.

Lokal adaptasyonda genotip ve çevre birbirini dengeler. Arıcılar için en uygun genotip bulunduğu yöredeki arılardır (Meixner ve ark., 2015).

Küresel gıda üretimi, bal arısı gibi tozlayıcılar olmadan imkânsızdır. Buna karşın son yıllarda dünya çapında bal arısı popülasyonu artan ölüm oranlarıyla alarm vermektedir. Bal arısının karşılaştığı bu zorluklar gıda arzımızın geleceği sorusunu getirir. Bunun yanında bulaşıcı hastalıklar, varroa destructor bal arısı ölüm oranlarının artmasında ana unsurlardan biridir. Varroa destructor parazitik bir akardır ve üremesi için bal arısı yavrusuna bağlıdır ve bütün koloniyi bitirebilir. Buna karşın iklimsel değişiklikler bal arısı yetiştirme devresinde ve ölüm oranlarında önemli etki oluşturabilir. İklimsel hava olayları bitki örtüsünü dolayısıyla bal arısının yiyecek arama olanaklarını etkiler (Switanek ve ark., 2015).

2. Ana Arı Üretimine Etkileri

Ülke arıcılık sorunlarının başında kaliteli ana sorunu gelmektedir. Ülke arıcılığının yıllık ana arı üretiminin karşılamadığı düşünüldüğünde mevcut üretimdeki oluşabilecek kayıpların önemi daha iyi anlaşılacaktır. İklimde yaşanan dalgalanmalar (ani yağışlar, iklimlerin kayması gibi) ana arı işletmelerinin kapasitesine etki etmektedir. Çiftleşme uçuşuna çıkan ana arıların ani yağışlar nedeniyle tam çiftleşememe gibi sorunlar yaşanmakta ve

bunun sonucunda ana arı kalitesinde düşmelere olmaktadır. Bu durum üretim sezonu boyunca kolonileri olumsuz etkileyebilmektedir.

3. Polinasyona Etkileri

İklim değişikliği, tozlaştırıcıya bağımlı bitkisel üretimi etkilemesi halinde, bunun küresel gıda güvenliği için önemli etkileri olacaktır. Çünkü böcek tozlaşması, lider küresel gıda ürünlerinin üretiminde %75 üretime katkıda bulunur (Rader ve ark., 2013).

Küresel ısınmanın bir sonucu olarak bitkilerde çiçeklenme başlangıcında ve tozlayıcıların ilk görünüm tarihlerinde sıcaklık artışına tepki olarak doğrusal artış olmaktadır. İklim değişikliklerine olan fenolojik tepkiler her ne kadar türler arasında tepkilerde önemli farklılıklar beklense de bitki ve tozlayıcılar da paralel büyüklükte ortaya çıkar. Çok farklı bitki-tozlayıcı üzerinde yapılan çalışmalarda genel olarak polinasyon iletişim ağının yapısının küresel ısınmanın sebep olduğu endişeye karşı güçlü olduğu görülmüştür. Bitki ve tozlayıcıların fenolojisi, coğrafi dağılımı ve yerel bolluğu iklim değişikliğinden etkilenirken, bitki çiçeklenme ve tozlaşma aktivitesinin zamanının sıcaklıktan çok güçlü bir şekilde etkilendiği ifade edilmiştir (Hegland ve ark., 2009).

Küresel ısınmanın göz ardı edilen bir mekanizma ile bitki tozlaşma hizmetleri üzerine dolaylı etkilere neden olup olmadığını araştırılmıştır. Yapılan çalışmada karpuz tozlaşması üzerinde arıların çeşitli iklim değişikliklerinde 2099 yılına kadar 2,4°C ile 6,4°C küresel ısınma sonucunda bal arıları tarafından yönetilen tozlaşma da %14,5 azalma olacağı, yerli yabancı türler tarafından sağlanan tozlaşmada ise artış olacağı ifade edilmiştir. İklim değişikliğinin etkilerini minimize etmek için yerli biyoçeşitliliğin korunması gerektiği, çünkü bitki tozlaşmasında yerli yabancı tozlaştırıcılar olmadan daha hızlı düşeceği belirtilmiştir (Rader ve ark., 2013).

Bal arısı ekonomik olarak dünya çapında tarımsal ürünlerin en değerli polinatörüdür. Bal arısının tarihsel sürecine bakıldığında

sıcaklık ve çevre gibi yeni çevre şartlarına uyum sağlayabilecek genetiğe sahip olduğu görülmektedir. İklim değişikliği bal arısı davranışı ve fizyolojisi üzerine doğrudan etkiye sahip olabilir. Çevredeki çiçek kalitesinin düşmesi koloni gelişimini dolayısıyla da koloni hasad kapasitesini azaltabilir. Türler ve ırklar arasında yeni rekabet ilişkilerinin oluşması sonucunda yeni besin kaynağı arama durumunda kalabilecektir. Bu yeni ortamlarda oradaki yerli genetik kaynakların ön plana çıkacağı unutulmamalıdır (Le Conte ve Navajas, 2008; Reddy ve ark., 2013).

4. Floraya Etkileri

İklim değişikliği; hayatta kalma, üreme ve yaşam alanını azaltmaktadır. Bu nedenle ekolojistler sürdürülebilir tarım arazilerinde biyoçeşitliliği yönetecek ve iklim değişikliklerinin etkilerini minimize edecek çalışmalar yapmaktadır. Sıcaklık ve nemde ki bu değişim özellikle dünya çam balının %90-92 civarını üreten ülkemiz için tehdit oluşturacağı düşünülmektedir. Çam balının oluşumunu sağlayan ana etken olan çam pamuklu koşnilinin (*Marchalina hellenica* Genn) küresel ısınmadan dolayı oluşabilecek etkiler üzerine araştırmalar yapılması zorunluluk haline getirecektir.

Burkina Faso'da bal üretimi ile ülkenin bitki örtüsü üzerindeki iklim faktörlerinin etkisini değerlendirmek üzere 2002-2008 yılına kadar yedi yıllık süre izlenmiştir. Bal üretimi ve sıcaklık, yağış ve ortalama rüzgar hızı arasında zayıf pozitif korelasyon gösterirken, bal üretimi ve yağış, ortalama sıcaklık ve rüzgar hızı arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Bölgedeki yerel bal arıları için en uygun çalışma sıcaklığı 25°C-35°C arasında olduğu ifade edilmiştir. İklim değişiklikleri arı ve arıcının beklentisi olan bal üretimini etkilemektedir. Çalışmada, yıllık yağış, sıcaklık ve rüzgar hızının bal üretimi etkisi ile değerlendirilmiştir ve bal üretimleri bu iklimsel faktörler arasında pozitif korelasyon göstermiştir (Schweitzer ve ark., 2013).

Bekret ve ark. (2015) yürüttükleri araştırma da Kayseri yöresinde özellikle erken

İlkbahar aylarında arıların yavru yetiştirmek amacıyla yararlanabileceği nektar ve polen kaynaklarının kit olduğunu ifade etmişlerdir. Son yıllarda yöre arıcıları, küresel ısınmanın da bir etkisi olarak çiçek açma ve nektar salgılama dönemlerinin değiştiğini, bal veriminin düştüğünü ve bu konudan şikâyetçi olduğunu bildirmişlerdir. Bu bakımdan arı kolonilerinin, daha fazla miktarda yavru üretilip daha güçlü olarak nektar akımına girebilmeleri için mart ve nisan aylarında uygun formulasyondaki ek yemlerle beslenmeleri bir zorunluluk haline geldiğini ifade edilmiştir.

Bal arılarının ziyaret ettikleri nektar kaynağında yeterli nektar bulunmaması önemli bir stres unsurudur. Bu durumda tarlacı arılar arasında rekabeti azaltmaya yönelik bir işbirliği hedeflendiği görülmektedir (Hranitz ve ark., 2009). Hatta bal arıları, nektar ve polen kaynaklarının yetersiz olması durumunda var olan kısıtlı besinin gelecek generasyona kalabilmesi için başlarını petek gözlerine sokarak kendilerini imha etmektedirler (Yücel, 2008).

Bombus arılarının habitat uygunluğunu belirlemeye yönelik yapılan çalışmada yaşamsal uygunluğun belirlenmesinde; çevre duyarlılığı ve çevresel faktörlerin belirlenmesi gerektiği ve küresel ısınmaya karşı koruma odaklı bir yönetim planlaması yapılması gerektiği bildirilmiştir (Herrera ve ark., 2014). Bombus arılarının besin kaynaklarının planlaması için 4 tür polen ve nektar karması ile 6 tür kır çiçeği karışımı uygulamasını gerçekleştirmişlerdir. Planlamada çiçeklenme başlangıcı ve bitişi ile yeni açacak çiçeklerin planlaması ve bunların ıslahı üzerine çalışmalar ile yaşanmakta olan küresel ısınmaya karşı çözüm yolları araştırmışlardır (Mommott ve ark., 2010).

Böcek popülasyonlarında iklim değişikliğinin etkileri belirli yaşam döngüsü özelliklerine ve fizyolojik adaptasyona bağlıdır. Tek yaşayan *Osmia lignaria* arısının duraklama döneminin (diapause) tamamlanması için belirli bir süre soğuğa ihtiyacı vardır. Araştırmacılar uzun yazların *O. lignaria* populasyonları üzerindeki etkisini incelemek için bireyleri simüle edilmiş üç

muameleye (erken-orta-geç kış) tabi tutarken; solunum oranlarının, metabolik tüketiminin, ağırlık kaybının, vücut yağ kaybının, lipid düzeylerinin ve kış ölümünün kayıtları tutulmuştur. Erken kış uygulaması duraklama dönemi gelişimini bozmuş, ancak fiziksel gelişime negatif bir etkisi olmamıştır. Aksine geç kış, arıları daha fazla enerji tüketimine, daha fazla ağırlığa ve daha fazla lipid kaybına neden olurken orta kış ile karşılaştırıldığında mortalite de %19 artış gözlemlenmiştir. Dolayısıyla küresel ısınma senaryosunda, kışın gecikmeli gelmesine rağmen kısa kış öncesi dönemi etkin bir şekilde sürdüren uzun yaz duraklama dönemi diyapoz dönemli fenotipleri, kısa yaz duraklama dönemli fenotiplerin yerine geçebileceği ifade edilmiştir (Sgolastra ve ark., 2011).

5. Arıcı Üzerine Olan Etkileri

Küresel ısınmanın sonucu olan ani ısı değişimleri florayı etkilemektedir. Arıcılığın devamlılığının sağlanmasında flora takibi oldukça elzem bir konudur. Fakat ani ısı değişimleri arıcıyı çaresiz bırakmaktadır. Arıcının en büyük gider kaleminden olan nakliye ve işçiliğin artmasına neden olmakta ve sonucunda üretim maliyeti artmaktadır. Arıcı artan maliyeti ürüne yansıtamamaktadır. Bu durum arıcının sektöre olan inancını ve güvenini sarsmaktadır. Bal piyasası yıllardır stabil halde devam ederken, arıcının masrafı gün geçtikçe artmakta fakat kazancında artış olmamaktadır.

Tarım da diğer üretim alanlarında olduğu gibi arı nakliyesinin arttığı bu durumlarda arıcının desteklenmesi gereklidir. Arıcılık; son yıllarda iklimin baskısı altında emek ve zaman harcanan ve sonucunda genellikle hayal kırıklığı üreten bir üretim modeli haline gelmiştir.

Sonuç

Türkiye'nin, tarımsal faaliyetlerin yoğun yapıldığı bir ülke olması sebebiyle küresel ısınma ve iklim değişikliğinden çok fazla etkileneceği bir gerçektir. Polinasyonda görev alan arılar bitkisel üretime çok büyük hizmet

etmektedir. Son yıllarda sıklıkla çiçeklenme döneminde yaşanan olumsuz hava koşulları ve polinatörlerin görevini yerine getirememesi nedeniyle tozlaşmayı sekteye uğratmaktadır.

Arıcılıkta ise stres faktörlerinden birisi olan iklim, ihtiyacı olan besin kaynaklarını direkt etkilemekte ve bu sebeple ülkemizde yoğun şekilde göçer arıcılık yapılarak floradan maksimum verimi almak yoluna gidilmektedir. Ani iklim değişiklikleri; eğer önlem alınmazsa, niteliksiz ana arı üretimine, zayıf kolonilerde direncin düşmesine, hastalık ve zararlılara karşı savunmasız olmasına ve sonunda koloninin sönmesine kadar giden sonuçlara neden olacaktır.

Sonuç olarak arıcılıkta geline nokta küresel ısınma ve iklim değişikliğinden olumsuz olarak etkilenmesidir. Türkiye arıcılığının %80-90 gibi büyük bir oran gezginci arıcılık yaptığını düşünüldüğünde; iklimde yaşanan bu değişimleri arıcılar için büyük bir olumsuzluk olarak karşılına çıkmaktadır. Bu konuda ortaya çıkabilecek sorunların veya planlamanın zaman kaybetmeden yapılması için sektör paydaşları ve ilgililer gerekli çalışmaları yapması gerekmektedir.

Kaynaklar

Akbulut, S. 2000. Küresel ısınmanın böcek popülasyonları üzerine muhtemel etkileri. *Ekoloji*, 9(36), 25-27.

Anonim. 2001. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Cambridge University Press, Cambridge, UK

Bartomeus I, Ascher J S, Wagner D, Danforth B N, Colla S, Kornbluth S, Winfree R. 2011. Climate-associated phenological advances in bee pollinators and bee-pollinated plants. *PNAS*, vol:108, no:51: 20645-20649

Bekret A, Çankaya S, Silici S. 2015. The Effects of Mixture of Plant Extracts and Oils are Added to Syrup on Honey Bee Colony Development and Honey Yield. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 3(6).

Coroian C O, Muñoz I, Schlüns E A, Paniti-Teleky O R, Erler S, Furdui E M, Moritz R F. 2014. Climate rather than geography separates two European honeybee subspecies. *Molecular ecology*, 23(9), 2353-2361.

Doğan S, Özçelik S, Dolu Ö, Erman O. Küresel ısınma ve biyolojik çeşitlilik. Erişim yeri: http://www.researchgate.net/profile/Salih_Dogan2/publication/262914443_Global_warming_and_biodiversity/links/00b4953c21adae3c17000000.pdf. Erişim tarihi: 28.05.2015

Giorgi F, Lionello P. 2008. Climate change projections for the Mediterranean region. *Global and Planetary Change*, 63(2), 90-104.

Le Conte Y, Navajas M. 2008. Climate change: impact on honey bee populations and diseases. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, (27), 485-97.

Hatjina F, Costa C, Büchler R, Uzunov A, Drazic M, Filipi J, Kezic N. 2014. Population dynamics of European honey bee genotypes under different environmental conditions. *Journal of Apicultural Research*, 53(2), 233-247.

Hegland S J, Nielsen A, Lázaro A, Bjerknes A L, Totland Ø. 2009. How does climate warming affect plant-pollinator interactions?. *Ecology Letters*, 12(2), 184-195.

Herrera J M, Ploquin E F, Rodríguez-Pérez J, Obeso J R. 2014. Determining habitat suitability for bumblebees in a mountain system: a baseline approach for testing the impact of climate change on the occurrence and abundance of species. *Journal of biogeography*, 41(4), 700-712.

Hranitz J M, Barthell J F, Abramson C I, Brubaker K D, Wells H. 2009. Stress Protein Responses in Honeybees: Is It Useful to Measure Stres Responses of Individual Bees in the Hive? *Uludag Bee Journal*. 2:60-71.

Koç A U, Karacaoğlu M. 2012. Kafkas (A. m. caucasica), İtalyan (A. m. ligustica) Irkları ve Anadolu Arısı Ege Ekotipi (A. m. anatoliaca) ile Bazı Melezlerinin Ege

- Bölgesi Koşullarında Koloni Gelişimleri. *TRALLEIS*, 1(1), 28-35.
- Köknaoğlu, H., Akunal, T. 2010. Küresel Isınmada Hayvancılığın Payı ve Zooteknist Olarak Bizim Rolümüz. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 5 (1):67-75
- Fründ J, Zieger S L, Tscharnke T. 2013. Response diversity of wild bees to overwintering temperatures. *Oecologia*, 173(4), 1639-1648.
- Rader R, Reilly J, Bartomeus I, Winfree R. 2013. Native bees buffer the negative impact of climate warming on honey bee pollination of watermelon crops. *Global change biology*, 19(10), 3103-3110.
- Reddy P R, Verghese A, Rajan V V. 2013. Potential impact of climate change on honeybees (*Apis spp.*) and their pollination services. *Pest Management In Horticultural Ecosystems*, 18(2), 121-127.
- Sağlam N E, Düzgüneş E, Balık İ. 2008. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. *Ege University Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 25, 89-94.
- Schweitzer P, Nombri I, Boussim J I. 2013. Honey Production for Assessing the Impact of Climatic Changes on Vegetation. *SOMMAIRE/INHOUD/SUMARIO*, 31(2), 98-102.
- Sgolastra F, Kemp W P, Buckner J S, Pitts-Singer T L, Maini S, Bosch J. 2011. The long summer: pre-wintering temperatures affect metabolic expenditure and winter survival in a solitary bee. *Journal of insect physiology*, 57(12), 1651-1659.
- Southwick E E, Moritz R F A. 1987. Social control of air ventilation in colonies of honey bees, *Apis mellifera*. *J Insect Physiol* 33:623-626
- Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, Haan C D. 2006. *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Switanek M, Brodschneider R, Crailsheim K, Truhetz H. 2015. Impacts of Austrian Climate Variability on Honey Bee Mortality. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (Vol. 17, p. 9575).
- Şahinler N, Gül A, Akyol E, Yeninar H. 2008. The Effects Of Global Climatic Change On Beekeeping In Turkey. *Apimedita&Apiquality 2nd International Forum*.9-12 June Roma, ITALY. P:19
- Öztürk K.2002. Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1).
- Quamme H A, Cannon A J, Neilsen D, Caprio J M, Taylor W G. 2010. The potential impact of climate change on the occurrence of winter freeze events in six fruit crops grown in the Okanagan Valley. *Canadian Journal of Plant Science*, 90(1), 85-93.
- Memmott J, Carvell C, Pywell R F, Craze P G. 2010. The potential impact of global warming on the efficacy of field margins sown for the conservation of bumblebees. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1549), 2071-2079.
- Meixner M D, Kryger P, Costa C. 2015. Effects of genotype, environment, and their interactions on honey bee health in Europe. *Current Opinion in Insect Science*, 10, 177-184.
- Miller-Struttman N E, Geib J C, Franklin J D, Kevan P G, Holdo R M, Ebert-May D, Galen C. 2015. Functional mismatch in a bumble bee pollination mutualism under climate change. *Science*, 349(6255), 1541-1544.
- Varol N, Ayaz M. 2012. Küresel iklim değişikliği ve zeytincilik. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 5(1):11-13.
- Yücel B, Kösoğlu M. 2011. Ege Bölgesi'nde Muğla Ekotipi ve İtalyan Melezi Bal Arılarının Kimi Performans Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması. *Kafkas Univ. Vet Fak. Derg.* 17 (6): 1025-1029.
- Yücel B. 2008. Çevresel Sorunların Bal Arıları Üzerine Etkileri. *Hasad*.279:40-43.

Zakour M K, Bienefeld K. 2014. Basic considerations in the development of breeding plans for honey bees, illustrated by data on the native Syrian honey bee (*Apis mellifera syriaca*). *Journal of Apicultural Research*, 53(2), 314-326.