

İklim Değişikliğinin Antalya İlindeki *Culex pipiens* Linnaeus, 1758 (Diptera: Culicidae, Ev Sivrisineği)'e Etkisi

Aytül ÜNAL^{a*}, Begüm Su ÖZASLAN^a, Orhan ÜNAL^b

^aMilli Eğitim Bakanlığı, Türkiye

^bAkdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, 07070 Antalya, Türkiye

Öz

Antalya ilinde yaygın bir tür olan *Culex pipiens* Linnaeus, 1758 (Diptera: Culicidae, Ev Sivrisineği)'in değişen iklim şartlarında verdiği nesil sayısının yıllara bağlı olarak değişip değişmediği araştırılmıştır. Çalışmada Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Vektör Ekolojisi ve Kontrol Laboratuvarından temin edilen *C. pipiens* yumurtaları kullanılmıştır. Gelişmenin Sıfır Olduğu Sıcaklığı (K), Gelişme evresinde son gelişim noktasına ulaşabilmek için gereken sıcaklık birimi olan Termal Konstant (S)'ı ve Antalya ilinde kaç nesil verdiğini bulmak için 3 tekrarlı deneyler yapılmıştır. Eşit sayıda yumurtalar içinde yarısına kadar su bulunan iki ayrı kavanoza bırakılmıştır. Her iki kavanoza 1'er adet balık yemi atılmıştır. Kavanozlar delikli kapakla kapatılmış ve kavanozlardan biri floresan lamba ile 12 saat ışık 12 saat karanlık şeklinde ışıklandırılmış 20 °C'ye ayarlanmış odaya diğeri ise 26 °C'ye ayarlanmış odaya bırakılmış ve gelişim evreleri takip edilmiştir. Denemeler sonucunda, *C. pipiens*'in gelişmenin sıfır olduğu sıcaklık (K) değeri ve gelişme evresinde son gelişim noktasına ulaşabilmek için gereken sıcaklık birimi olan Termal Konstant (S) değerleri hesaplanmıştır. *C. pipiens*'e ait Efektif Sıcaklığı [(T-K)] hesaplamak ve kaç nesil verdiğini bulmak için Antalya iline ait çok yıllık (1980-2019 arası) iklimsel veriler 10 yıllık 4 döneme ayrılmış ve hesaplamalar yapılmıştır. Denemeler sonucunda yumurtadan ergin hale geçme ortalama 20 °C'de 12.33 günde, 26 °C'de ise 8.33 olarak bulunmuştur. Ayrıca Antalya ilinde aylık ortalama sıcaklık değerlerinin geçmişten günümüze kadar arttığı, bu artışla *C. pipiens*'in yıllık nesil verme sayısının 24.03'den 28.01'e çıktığı ve *C. pipiens*'in bütün aylarda gelişim gösterdiği görülmüştür. Türün mücadelesi Antalya ili için bütün yıla yayılmalı, türün yumurta bırakabileceği ortamlar ıslah edilmeli ve düzenli olarak ilaçlanmalıdır.

Anahtar kelimeler: Antalya, iklim değişikliği, *Culex pipiens*, ev sivrisineği, termal konstant

The Effect of Climate Change on *Culex pipiens* L. 1758 (Diptera: Culicidae, Home Mosquito) in Antalya

Abstract

Culex pipiens Linnaeus, 1758 (Diptera: Culicidae, House Mosquito), which is a widespread species in Antalya province, has been investigated whether the number of generations given in changing climatic conditions has changed depending on the years. *C. pipiens* eggs obtained from Akdeniz University Science Faculty Vector Ecology and Control Laboratory were used in the study. 3-repeat experiments were carried out to find the Zero Temperature of Development (K), Thermal Constant (S), which is the temperature unit required to reach the final development point, and how many generations it gave in Antalya province. Eggs are left in two separate jars with equal amount of water. 1 fish feed was thrown into each jar. The jars were closed with perforated lids and one of the jars was left in the room set at 20

*Sorumlu Yazar: ORCID ID: orcid.org/0000-0003-3103-0221
e-mail: aytulunal@gmail.com

Received: 27.12.2019
Accepted: 05.08.2020

°C with a fluorescent lamp for 12 hours of light and 12 hours of darkness, and the other was left in the room set at 26 °C and the developmental stages were followed. As a result of the experiments, the temperature (K) value of *C. pipiens* which is zero for development and Thermal Constant (S) values which are the temperature unit required to reach the final development point during the development phase were calculated. In order to calculate the Effective Temperature [(T-K)] of *C. pipiens* and find out how many generations it yielded, the multi-annual (1980-2019) climatic data of Antalya was divided into 4 periods of 10 years and calculations were made. As a result of the experiments switching from egg to adult was found as 20.3 °C at 12.33 days and at 8.33 at 26 °C. Also it has been observed that monthly average temperature values have increased in the province of Antalya from past to present, with this increase, number of annual generation of *C. pipiens* has increased from 24.03 to 28.01 and *C. pipiens* has improved in all months. The struggle of the species should spread throughout the year for the province of Antalya, the environments where the species can lay eggs should be improved and regularly sprayed.

Keywords: Antalya, climate change, *Culex pipiens*, house mosquito, thermal constant

Giriş

Günümüzde insan nüfusunun hızla artması beraberinde enerji gereksinimini ve buna bağlı olarak çevre kirliliğini ortaya çıkarmıştır. Çevre kirliliğindeki hızlı artış küresel iklim değişikliğini gündeme getirmiştir. Özellikle son yıllarda görülen düzensiz yağışlar ve sıcaklık değişimleri bunun bir sonucu olarak görülmektedir.

Son yıllarda yapılan araştırmalar göstermiştir ki küresel iklim değişikliğine bağlı olarak sıcaklıkta 0,5 °C'lik, deniz seviyesinde 20 cm'lik ve orta enlemlerdeki yağış miktarlarında ise bir artma, Stratosfer sıcaklığında ve subtropik enlemlerdeki yağış miktarlarında ise bir azalma görülmektedir. 2100 yılına kadar sıcaklıkta 3 °C'lik ve buna bağlı olarak deniz seviyesinde ortalama 70 cm'lik bir yükselme, ormanlarda yok olma, tarımsal

alanların ve gıda üretiminin azalması beklenilmektedir [1].

Bu gelişmelere bağlı olarak küresel iklim değişikliğinin hastalık etkenlerini bulaştıran çeşitli arthropod türlerinin dağılımı ve bolluğu üzerindeki etkilerini içeren araştırmalar da büyük önem kazanmaktadır. Araştırmalara göre sivrisinekler ve bunların bulaştırdığı hastalıkların dağılımı ve sayısı küresel iklim değişikliğinden olumlu yönde etkilenmektedir [2].

Küresel iklim değişikliği ile sıcaklıkta ve yağıştaki değişimler özellikle hastalık yapan eklembacaklıların daha geniş alanlara yayılmalarına neden olmaktadır [3]. Uygun sıcaklık ve ortamda bulunacak olan su birikintileri sivrisinek türlerinin üremesi ve yaşaması için elverişli koşullar oluşturmaktadır.

Irmak vd. 2015 yılında yayınlamış olduğu “İklim Değişikliğinin Sağlık Üzerine Olumsuz Etkilerinin Azaltılması Ulusal Programı ve Eylem Planı” raporunda [4], vektör kaynaklı hastalıklar sivrisinek, kum sineği, kene, karasinekler gibi eklembacaklıların sokması ile oluşan hastalıklar olduğu belirtilmiştir. Ayrıca küresel iklim değişikliği ve buna bağlı görülen hastalıklar üzerindeki çalışmaların yaygınlaştığını ve özellikle vektör kaynaklı hastalıklar üzerine yapılan çalışmaların en fazla çalışılan hastalık grubu olduğunu bildirmişlerdir. Raporda yakın zamanda Kırım Kongo Kanamalı Ateşi, Hantavirüs ve Filebovirüs enfeksiyonlarının Türkiye’de görülmeye başlandığını ve bu hastalıkların görülme nedeni olarak küresel iklim değişikliği olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle en çok Afrika, Batı Asya ve Orta Doğu’ da görülen ve ilk kez 1937 yılında Uganda’nın Batı Nil bölgesinde tespit edilen Batı Nil Virüsü (BNV) Enfeksiyonunun Ağustos 2010 tarihinden itibaren ülkemizde de görülmeye başladığını ve sivrisineklerle bulaşan bu hastalığın genellikle yaz boyunca ve sonbaharın erken dönemlerinde (Temmuz-Ekim ayları arasında) görüldüğünü bildirmişlerdir.

Bunların dışında Sivrisinekler hastalık taşıyıcı veya bulaştırıcı vektörler arasında en iyi bilinen türdür. Sivrisinekler

aynı zamanda Batı Nil Virüs’ünün başlıca vektörü ve Sıtma, Sarıhumma, Dengue, Batı Nil’i, Filariasis gibi enfeksiyonlara sebep olan patojenlerin de taşıyıcısıdır [5].

Potansiyel bir hastalık taşıyıcı olan Sivrisinekler delici ve emme yeteneğine sahip ağız parçaları, uzun ve parçalı antenleri, belirgin damarlı kanat yapıları ile diğer artropodlardan ayrılmaktadırlar. Dünya genelinde 3500’den fazla, Türkiye’de ise 2015 yılı itibariyle 64 sivrisinek türünün bulunduğu bildirilmiştir. Bunlar; 25 *Aedes*, 16 *Culex*, 13 *Anopheles*, 6 *Culiseta*, 2 *Coquillettidia*, 1 *Orthopodomyia* ve 1 *Uranotaenia* cinsine ait sivrisinek türüdür. Bu türler genellikle uygun nem, sıcaklık ve su birikintileri nedeni ile özellikle Türkiye’nin kıyı kesimlerini tercih etmektedirler [6-13].

Bir kıyı şehri olan Antalya ilinde Çetin ve Yanıkoğlu’nun 2004 yılında yapmış olduğu kapsamlı çalışmada [14] ilde yaşayan sivrisinek türleri ve yaşadıkları alanlar belirlenmiştir. Çalışmada Antalya ilinde *Culex pipiens* Linnaeus, 1758, *C. martini* Medschid, 1930, *C. deserticola* Kirkpatrick, 1924, *Ochleratatus caspius* Pallas, 1771, *Anopheles superpictus* Grassi, 1899 ve *Culiseta longiareolata* Macquart, 1838 olmak üzere 6 tür tespit edilmiştir. Bu 6 tür içinde *C. pipiens* 726 üreme alanında hakim olarak bulunmuştur. Çalışmaya göre tespit edilen sineklerin üreme alanlarının

pH değerleri 6.4-9 arasında, su sıcaklığı değerleri ise 11.2-29.8 °C arasındadır.

C. pipiens'in hakim tür olduğunu bildiren diğer bir çalışmada [15] İstanbul ilindeki sivrisinek türlerinin kompozisyonu belirlenmiş ve beş cinse ait sekiz sivrisinek türünün varlığı tespit edilmiştir. Larva ve pupalardan yetiştirilen 1085 dişi sivrisineğin 992'sinin (%91,43) ve minyatür ışık tuzakları ile toplanan 78 adet dişi sivrisineğin tamamının *C. pipiens* olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde Manisa ilinde yapılan çalışmada da [16] şehrin birçok yerinde *C. pipiens*'e rastlanıldığı bildirilmiştir.

C. pipiens türünün ekolojik toleransı oldukça fazla olması nedeniyle birçok çalışmada baskın tür olarak bulunmuştur. Türün özellikle kirlilik, pH ve sıcaklık gibi değişkenlere toleransı oldukça fazladır [17]. *C. pipiens* genelde bazik suları tercih etmektedir [18]. Tür üreme, gelişme ve kışlama için çoğunlukla (%70-80) fosseptik çukurlarını tercih etmektedir [19].

Antalya ilinde sivrisineklerin gelişimi için yıl içinde uygun sıcaklıklar ve su birikintileri oluşmaktadır. Antalya ili, yaz yağışlarının düşük olması, keskin bir yaz kuraklığının bulunması ve ayrıca kış aylarında yağış fazlalığının görülmesi ile yağışlı Akdeniz İklimine sahiptir [20]. Tüm bu özellikler türün Antalya ilinde yaygın tür olma özelliğini sağlamıştır.

Sivrisinek populasyonlarına havanın çok soğuk ve nemin az olduğu dönemlerde çok fazla rastlanılmamaktadır. Örneğin Ankara Gölbaşı'nda 2003 yılında Şimşek tarafından yapılan araştırmada [21], kasım ve mayıs ayları arasında *C. pipiens* larvası örneklenememiştir.

Kışları çok sert geçmeyen bölgelerde ise yoğun sivrisinek populasyonlarına rastlanılmaktadır. Örneğin Muğla İli ve Ortaca-Dalaman-Sarıgerme yöresinde yapılan araştırmada [22, 23] yıl boyunca *C. pipiens* larvalarına rastlanılmıştır.

Antalya ilinde *C. pipiens* yumurtalarını mart sonu ve nisan ilk haftasında organik madde içeriğince zengin durgun su yüzey ortamlarına özellikle de fosseptiklere bırakmaktadır. Bu aylardan sonra artan sıcaklıklara bağlı olarak yumurtlama davranışı artmakta ve ekim sonlarına kadar devam etmektedir. *C. pipiens* türü kışlama ve üreme amacıyla kış aylarında daha çok fosseptikleri tercih etmektedir. Başkalaşım dönemleri sonucunda ortaya çıkan ergin bireyler, ilk iş olarak konukçularına saldırarak kan emmektedirler [14].

C. pipiens'in potansiyel olarak hastalık taşıma riskinin olması ve Antalya ilinde yaygın olması nedeniyle çalışmada bu tür tercih edilmiştir. Türün Antalya ilinde değişen iklim şartlarında verdiği nesil

sayısının yıllara bağlı olarak değişip değişmediği araştırılmıştır.

***Culex pipiens*'in Yaşam Döngüsü**

Sivrisineklerde yumurta, larva, pupa ve yetişkin evre olmak üzere dört ayrı yaşam evresi bulunmaktadır. Yumurta, larva ve pupa evreleri suda, ergin evre ise karasal ortamda gerçekleşmektedir [2].

Yumurta evresi; *Culex* türleri 6-7 kere, her seferinde 100-300 yumurta bırakabilmeleri nedeniyle bir seferde çok sayıda yumurta veren canlılar arasındadır. Yumurtaların (0,5-1 mm) şekli de türe göre az çok değişir. *Culex* türlerinde gruplar halinde, suya dik şekilde bırakılan yumurtaların, birbirine tutunup sal benzeri bir yapı oluşturmalarını sağlayan özel aparatları (corolla) vardır [24]. Yumurta miktarı dişinin beslenme şartlarına, yumurtlamak için uygun ortam bulmasına ve o andaki iklimsel koşullara bağlıdır [25]. Yumurtalar ergin dişi bireyler tarafından suya yumurtlanırken birbirine yapıştırılarak paket haline getirilir ve bu paketler su yüzeyinde yüzerler. Kan emen dişiler, durgun ya da çok yavaş akan suya yumurtalarını bırakırlar. Çoğunlukla gece yumurta bırakan sivrisinekler yumurta bırakmak için fosseptik çukuru, çimen ve yabancı otlar ile rüzgârdan korunaklı suları tercih ederler. **Larva evresi;** bu evreye kurtçukta denir, suda yaşar ve nefes almak için su yüzüne çıkar. Larvalar yüzen

organik maddeleri ve bazen de birbirlerini yiyerek beslenirler. Gelişme sürecinde larva dört kez deri değiştirir. Dördüncü deri değiştirmeden sonra pupa olarak adlandırılır. **Pupa evresi;** pupalar su yüzeyine yakın yaşarlar. Pupalarda beslenmezler ve zamanla bir yetişkine dönüşürler. Bu evrede gelişim tamamlandığında, pupa yarılar ve yetişkin bir sivrisinek ortaya çıkar. **Yetişkin evresi;** pupanın derisi ortam koşullarına göre birkaç gün sonra veya daha uzun sürelerde çatlar ve içinden erişkin sivrisinek çıkar. Kanatlarını yaymak ve uçmak için önce kurutur. Erkek ve dişi bireyler bitki özleri ile beslenebilirken kan ile sadece dişi bireyler beslenirler.

Canlıların Vital Aktiviteleri Üzerinde Sıcaklığın Etkisi (Termal Konstant)

Başta soğukkanlı hayvanlar olmak üzere, bitkisel ve hayvansal organizmaların çoğu gelişme hızı ve yaşam süresi ortam sıcaklığıyla ilgili olarak değişir. Bitki ve hayvan türleri yaşam evrelerini tamamlayabilmeleri için belli düzeyde bir sıcaklık enerjisi toplamına gereksinimleri vardır.

Sıcaklığa bağlı olarak sivrisineklerin de yumurta açılma sürelerinde değişiklikler olabilmektedir. *C. pipiens* yumurtaları 23 °C'de 2 gün içerisinde 14 °C'de ise 4-5 günde açılmaktadır. Suya bırakılan *C. pipiens* yumurtalarından larva çıkışı 30

°C’de 1 gün, 20 °C’de 3 gün ve 10 °C’de 10 gün sonra gerçekleşirken; 4 °C’de ise embriyonik gelişim tamamlanamaz. *C. pipiens* larvasının gelişebileceği belli bir sıcaklık aralığı 10-30 °C’dir. Çoğu sinek türünde de gelişim 25 °C dolaylarında en iyidir ve 13°C’nin altında durma noktasında gelir [25].

Yapılan bir çalışmada [14] *C. pipiens*, yumurtlama sonrası 25 °C sıcaklıkta 13 günde, 28 °C’ de 11 günde başkalaşımı tamamlayıp ergin devreye ulaştığı bildirilmiştir.

Sıcaklığın canlıların gelişimi üzerindeki etkisi nedeniyle birçok canlının “Termal Konstant” değerleri hesaplanmaktadır. Gelişme evresinde son gelişim noktasına ulaşabilmek için gereken sıcaklık birimine **Termal Konstant (S)** denir ve $S=(T-K)xD$ denkleminde yararlanılarak saptanır. Sıcaklık derecesi toplamı için yaşam süresi (**D**) uzun ömürlü canlılarda gün/derece birimi, yaşam süresi (**D**) kısa ömürlü canlılarda ise saat/derece birimi kullanılır. Gelişmenin durduğu andaki (**K**) sıcaklıkta gelişme hızı sıfırdır. Efektif sıcaklık ise (T-K) canlının maruz kaldığı sıcaklık (**T**) ile gelişmenin sıfır olduğu sıcaklık (**K**) arasındaki farktır [26].

$$S = (T-K)xD$$

S = Termal Konstant
T = Canlının Maruz Kaldığı Sıcaklık
K = Gelişmenin Sıfır Olduğu Sıcaklık
(T-K) = Efektif Sıcaklık
D = Yaşam Süresi

Materyal ve Yöntem

Çalışmada materyal olarak Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Vektör Ekolojisi ve Kontrol Laboratuvarından temin edilen *C. pipiens* yumurtaları kullanılmıştır. Laboratuvar *C. pipiens* yumurtalarını elde etmek için, Antalya ilindeki çeşitli foseptiklerden larva ve pupa örneklerini toplamaktadır. Foseptiklerden toplanan ve laboratuvar ortamına alınan bu pupalardan çıkan ergin dişi bireyler seçilerek beslenmekte ve buna bağlı olarak bireyler 2-3 gün sonra yumurta bırakmaktadır. Bu yumurtaların gelişiminden elde edilen dişi bireylerin yumurtaları çalışmada kullanılmıştır.

Gelişmenin Sıfır Olduğu Sıcaklığı (K), Gelişme evresinde son gelişim noktasına ulaşabilmek için gereken sıcaklık birimi olan **Termal Konstant (S)**’ı ve bu canlının Antalya ilinde kaç nesil verdiğini bulmak için 3 tekrarlı deneyler yapılmıştır. *C. pipiens*’e ait paket yumurtalar sayıları eşit olacak şekilde (Ortalama 50-60 adet) içinde yarısına kadar su bulunan iki ayrı kavanoza bırakılmıştır. Larva evresinin erken çıkma ihtimaline karşı her iki kavanoza 1’er adet balık yemi iki eş parçaya bölünerek atılmıştır. Kavanozların kapakları hava alması için delinmiş ve kavanozlar kapatılmıştır. Kavanozlardan biri 20 °C’ye ayarlanmış odaya diğeri ise 26 °C’ye ayarlanmış odaya bırakılmıştır.

Odaların ışık kaynağı floresan lamba olup 12 saat ışık 12 saat karanlık şeklinde ayarlanmıştır. Odanın nem değeri % 60-65 arasındadır. Düzenli aralıklarla *C. pipiens*'in her iki ortamdaki gelişim evreleri takip edilmiş ve rapor edilmiştir [14].

Elde edilen sonuçlarla, *C. pipiens*'in Gelişmenin Sıfır Olduğu Sıcaklık (K) Değeri ve Gelişme Evresinde son gelişim noktasına ulaşabilmek için gereken sıcaklık birimi olan **Termal Konstant** (S) değeri

hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda *C. pipiens*'e ait Efektif Sıcaklığı [(T-K)] hesaplamak ve Antalya ilinde kaç nesil verdiğini bulmak için Antalya Meteoroloji 4. Bölge Müdürlüğü'nden Antalya iline ait (17302 nolu Antalya Bölge istasyonu) çok yıllık (1980-2019 arası) iklimsel veriler alınmıştır. Aylık sıcaklık ortalamaları 10 yıllık 4 döneme (1980-1989, 1990-1999, 2000-2009, 2010-2019) ayrılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Antalya İline Ait Yıllara Bağlı Aylık Sıcaklık Ortalamaları.

İSTASYON ADI/NO: ANTALYA / 17300, Aylık Sıcaklık Ortalaması (°C)												
Yıllar/Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1980-1989	9,44	9,39	11,55	15,8	19,95	24,74	28,02	27,52	24,17	18,77	13,55	10,57
1990-1999	9,19	9,72	11,82	15,33	20,18	25,3	28,16	27,97	24,21	19,99	14,24	10,88
2000-2009	9,84	10,67	13,46	16,53	21,24	26,47	29,38	29,04	25,22	20,79	15,17	11,39
2010-2019	10,3	11,89	13,9	17,3	21,17	25,54	28,96	29,59	26,37	21,04	16,05	11,81

Bulgular

Termal Konstant hesaplaması için yapılan denemeler sonucunda 20 °C ve 26 °C'de yumurtadan ergin hale geçme gün sayısı Tablo 2'de verilmiştir. Ergin hale geçme günü hesaplamasında kavanozdaki yumurtaların ergin hale geçmesi referans alınmıştır [14]. Buna göre yumurtadan ergin hale geçme ortalama 20 °C'de 12,33 günde 26 °C'de ise 8,33 olarak bulunmuştur. Sivrisineklerle ilgili yapılan çalışmalarda [14, 25] *C. pipiens* larvasının gelişebileceği sıcaklık aralığı 10-30 °C'dir. Ortam

sıcaklığındaki artış yumurtaların açılmasını, larva çıkışını ve ergin evreye ulaşmayı olumlu etkilemektedir. Denemede 26 °C'de ergin hale geçme için gerekli gün sayısı 20 °C'ye göre daha az bulunmuştur.

Gelişmenin Sıfır Olduğu Sıcaklığı (K) bulmak için Tablo 2'deki ortalama değerler kullanılmıştır.

$$S = (T-K) \times D$$

$$20 \text{ °C için, } S = (20-K) \times 12,33$$

$$26 \text{ °C için } S = (26-K) \times 8,33$$

S değerleri eşit olduğu için

$$(20-K) \times 12,33 = (26-K) \times 8,33 \text{ olur,}$$

$$246,6 - 12,33K = 216,58 - 8,33K$$

$$246,6 - 216,58 = 12,33K - 8,33K$$

$$30,02 = 4K$$

K = 7,5 °C bulunmuştur.

Termal Konstant (S)'ı bulmak için 20 °C veya 26 °C için formülde yerine konarak.

20 °C için,

$$S = (T-K) \times D$$

$$S = (20-7,5) \times 12,33$$

$$S = 12,5 \times 12,33$$

S = 154,125 gün/derece bulunmuştur.

Tablo 2. 20 °C ve 26 °C'de yumurtadan ergin hale geçme gün sayıları.

Deneme/Sıcaklık	20 °C	26 °C
1, Deneme	12 gün	8 gün
2, Deneme	12 gün	8 gün
3, Deneme	13 gün	9 gün
Ortalama	12,33 gün	8,33 gün

Tablo 3. Aylık sıcaklık derecelerine göre Efektif Sıcaklık (T-K) hesaplaması.

İSTASYON ADI/NO: ANTALYA / 17300, Aylık Sıcaklık Ortalaması (°C)												
Yıllar/Değerler	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ortalama Sıcaklık (T)	9,44	9,39	11,55	15,8	19,95	24,74	28,02	27,52	24,17	18,77	13,55	10,57
1980-1989 Gelişmenin Sıfır Olduğu Sıcaklık (K)	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
	Efektif Sıcaklık (T - K)	1,94	1,89	4,05	8,3	12,45	17,24	20,52	20,02	16,67	11,27	6,05
Ortalama Sıcaklık (T)	9,19	9,72	11,82	15,33	20,18	25,3	28,16	27,97	24,21	19,99	14,24	10,88
1990-1999 Gelişmenin Sıfır Olduğu Sıcaklık (K)	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
	Efektif Sıcaklık (T - K)	1,69	2,22	4,32	7,83	12,68	17,8	20,66	20,47	16,71	12,49	6,74
Ortalama Sıcaklık (T)	9,84	10,67	13,46	16,53	21,24	26,47	29,38	29,04	25,22	20,79	15,17	11,39
2000-2009 Gelişmenin Sıfır Olduğu Sıcaklık (K)	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
	Efektif Sıcaklık (T - K)	2,34	3,17	5,96	9,03	13,74	18,97	21,88	21,54	17,72	13,29	7,67
Ortalama Sıcaklık (T)	10,3	11,89	13,9	17,3	21,17	25,54	28,96	29,59	26,37	21,04	16,05	11,81
2009-2019 Gelişmenin Sıfır Olduğu Sıcaklık (K)	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
	Efektif Sıcaklık (T - K)	2,8	4,39	6,4	9,8	13,67	18,04	21,46	22,09	18,87	13,54	8,55

Yukarıda bulunan Gelişmenin Sıfır Olduğu Sıcaklık (K) ve Termal Konstant

(S) sayesinde *C. pipiens*'in Antalya ili için 1980-1989, 1990-1999, 2000-2009 ve

2010-2019 yılları arasındaki ortalama sıcaklık değerlerine (Tablo 1) göre yıllık nesil sayısı hesaplanması Tablo 3’de verilmiştir. Efektif Sıcaklık (T-K)’lar toplanır ve her ayın 30 olduğu kabul edilip

1980-1989 için;

$$(1,94+1,89+4,05+8,3+12,45+17,24+20,52+20,02+16,67+11,27+6,05+3,07) \times 30 = 3704,1 \text{ gün/derece}$$

$$3704,1 / 154,125 = \mathbf{24,03} \text{ nesil verir.}$$

1990-1999 için;

$$(1,69+2,22+4,32+7,83+12,68+17,8+20,66+20,47+16,71+12,49+6,74+3,38) \times 30 = 3809,7 \text{ gün/derece}$$

$$3809,7 / 154,125 = \mathbf{24,72} \text{ nesil verir.}$$

10 yıllık 5 döneme ayrılan aylık sıcaklık ortalamalarının (1980-1989, 1990-

bu değerle çarpılırsa *C. pipiens*’in 1980-1989, 1990-1999, 2000-2009 ve 2010-2019 yılları arasındaki toplam Termal Konstant (S)’ı aşağıdaki şekilde bulunur.

2000-2009 için;

$$(2,34+3,17+5,96+9,03+13,74+18,97+21,88+21,54+17,72+13,29+7,67+3,89) \times 30 = 4176 \text{ gün/derece}$$

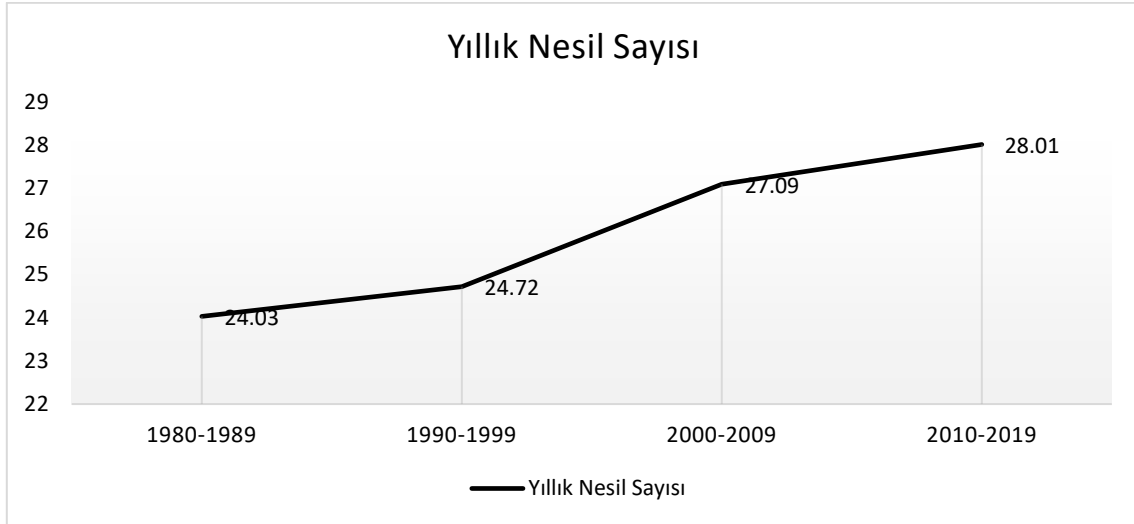
$$4176 / 154,125 = \mathbf{27,09} \text{ nesil verir.}$$

2010-2019 için;

$$(2,8+4,39+6,4+9,8+13,67+18,04+21,46+22,09+18,87+13,54+8,55+4,31) \times 30 = 4317,6 \text{ gün/derece}$$

$$4317,6 / 154,125 = \mathbf{28,01} \text{ nesil verir.}$$

1999, 2000-2009, 2010-2019) nesil sayıları grafik halinde Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. 10 yıllık 5 döneme ayrılan aylık sıcaklık ortalamalarının (1980-1989, 1990-1999, 2000-2009, 2010-2019) nesil sayıları.

Tartışma ve Sonuç

Özfidaner ve arkadaşlarının 2017 yılında yapmış olduğu çalışmada [27]

Antalya’da bulunan 17932 nolu istasyonda 1976-2017 yılları arasında kaydedilen aylık ortalama sıcaklık değişimleri Mann-

Kendall Sıra Korelasyon testi ve yıllık ortalama sıcaklık verileri ise Grafikselsel yöntemi kullanılarak incelemişlerdir. Buna göre tüm aylarda ve yıllık ortalama sıcaklık verilerinde Mann-Kendall sıra korelasyon testi ve Grafikselsel yöntemde önemli artma eğilimleri belirlemişlerdir. Yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde 0,038 derece yıl-1 büyüklüğünde artma olduğu saptanmış ve bu artmanın istatistiksel olarak önemli olduğu sonucuna varmışlardır. Çalışmamızda 1980 yılından günümüze kadar aylık yıllık ortalama sıcaklık değerlerinde (17302 nolu istasyonun iklimsel değerleri) artış bulunmuş olup bu çalışma ile elde edilen sonuçlar uyumludur.

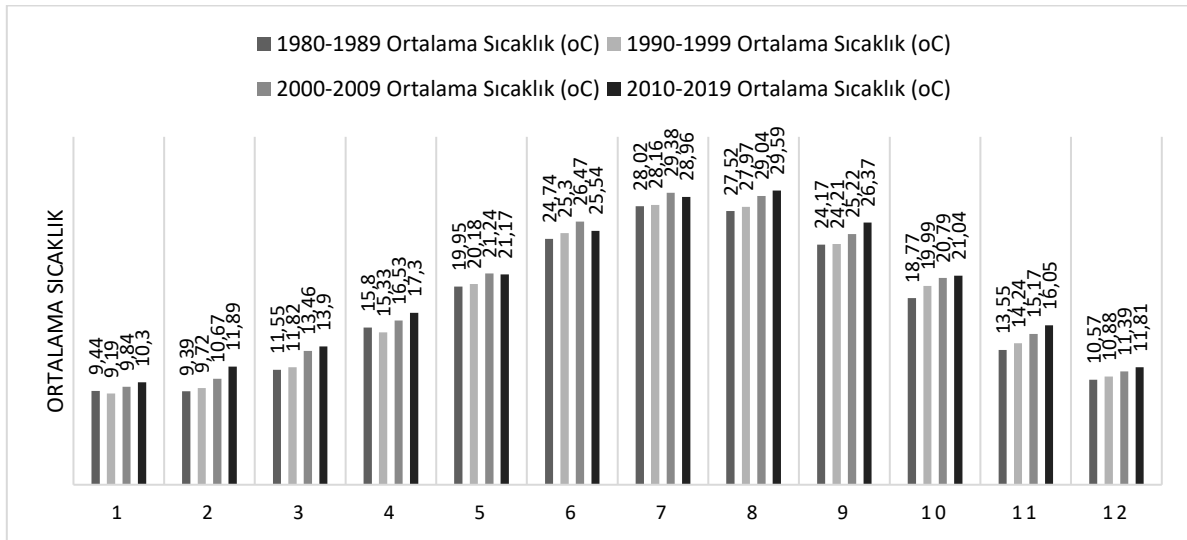
Elde edilen bulgulara göre *C. pipiens*'in Antalya ilinde 1980'den günümüze kadar yıllık nesil sayısının (Şekil 1) ortalama sıcaklık değeri (Şekil 2) ile birlikte arttığı görülmektedir. Bunun en büyük nedeni 1980'lerden sonra dünyada görülen sanayi devriminin hızlı gelişmesi ve buna bağlı olarak ortaya çıkan çevre sorunları ve arkasından gündeme gelen küresel iklim değişikliğidir [28]. Antalya ilinin aylık sıcaklık değerlerinin geçmişten günümüze kadar göstermiş olduğu artış *C. pipiens*'in yıllık nesil verme sayısını da etkilemiş olup yıllık nesil sayısı 24,03'den 28,01'e çıkmıştır. Çetin ve Yanıkoğlu'nun (2004) yapmış olduğu çalışmada [14] türün termal konstant değeri 214,5 gün/derece ve

yılda 22 döl verdiği bulunmuştur. Çalışmamızda *C. pipiens*'in termal konstant değeri 154,125 gün/derece ve yılda 28,01 döl verdiği bulunmuştur. Termal Konstant ve döl sayısı değerlerindeki farklılığın *C. pipiens*'e etki eden çeşitli biotik ve abiotik faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bilindiği üzere sineklerin yumurtadan ergin döneme geçinceye kadarki gerekli süreye bir çok ekolojik faktörler etkilemektedir. Loetti ve arkadaşlarının 2007 yılında yapmış olduğu çalışmada [29] laboratuvar ortamında ve arazi ortamında denemeler yapmışlardır. Buna göre; *C. apicinus*'un laboratuvar ve arazi ortamında yumurtadan çıkış sürelerinde ve ergin dönemde bazı morfolojik farklılıklar olduğunu bulmuşlardır. Bunun nedenini çeşitli çevresel faktörlerin ortak varyasyonundan kaynaklanabileceğini şeklinde belirtmişlerdir. Bunun dışında biyolojik faktörlerde (Biotik) canlı gelişimi ve döl sayısında etkilidir. Örneğin Larva yoğunluğunun birey çıkış sayısında etkili olduğu Maddar ve arkadaşlarının 1983'de yapmış olduğu bir çalışmada [30] belirtmişlerdir. Tüm bunlara ek olarak sinekler değişen koşullara belirli derecelerde uyum sağlayabilmektedirler [31]. Sonuç olarak, sineklerin yumurtadan ergin hale geçinceye kadar dönemde biyotik (gen yapısı, rekabet vb.) ve abiyotik

faktörler (besin, sıcaklık, ışık, nem vb.) etkili olmaktadır [26, 32-34]. Elde edilen bulgulara göre, zaman içinde türün Antalya ilinde termal konstantının düştüğü ve buna bağlı olarak vermiş olduğu yıllık nesil sayısının yıllık ortalama sıcaklık artışına paralel olarak arttığı bulunmuştur.

Ayrıca Tablo 3 incelendiğinde Efektif Sıcaklık değeri (T-K) bütün aylarda

görülmektedir. Yani *C. pipiens*'in Antalya ilinde yıl boyunca bütün aylarda gelişim gösterebileceği görülmektedir. Bu sebeple türün mücadelesi Antalya ili için bütün yıla yayılmalıdır. Özellikle türün yumurta bırakabileceği ortamların ıslah edilerek düzenli olarak takip edilmesi, ilaçlanması ve mücadele edilmesi gerekmektedir.



Şekil 2. Antalya ilinin aylık ortalama sıcaklıkların ortalama değerleri (1980-1989, 1990-1999, 2000-2009, 2010-2019).

Günümüzde insan sağlığını etkileyen en önemli etkenlerin başında vektörlerle bulaşan hastalıklar gelmektedir. Küresel iklim değişikliği ile artan sıcaklıklara bağlı olarak önemli hastalık vektörlerinden biri olan sivrisinekler durgun suların olduğu hemen hemen her yerde yaşam evrelerini tamamlayabilmektedirler. Özellikle son yıllardaki sıcaklık artışı türlerin metamorfoz sürelerini kısaltarak bir yıl

içerisinde verdikleri nesil sayısını artırmıştır, Artan nesil sayısı ile birlikte sineklerin konaklarla olan temas etme olasılığı da artmıştır. Bu nedenle sivrisinekler günümüzde birçok salgınlara sebep olmuş ve olmaya da devam etmektedirler [2].

Küresel iklim değişikliği ile ısınan hava iklimin işleyişini etkiler. Böylelikle yeryüzünün bazı bölgelerinde kuraklıklar

bazı bölgelerinde de şiddetli yağışlar ve fırtınalar görülür. Sıcaklık nedeniyle eriyen buzullar deniz seviyesini yükseltmekte ve sıcak su akıntılarını etkilemektedir. Son zamanlarda soğuk iklimlerde yaşayamayan sivrisinekler, sıcaklıkların artmasıyla yeryüzünün farklı yerlerine yayılmaya başlamışlardır.

Gelişimlerini tamamlayabilmek adına, sivrisineklerin, belli bir sıcaklık aralığı vardır. Genel olarak, 21, yy'da ortalama 1,8-4 °C ısınacağı düşünülen dünyada, sivrisineklerin yayılımlarının ve yoğunluklarının belirgin şekilde değişeceği öngörülmektedir [24].

İtalya'da 2007 yılında Chikungunya hastalığının ortaya çıkmasıyla yapılan araştırmada hastalığın tropik bölgeler dışında da görüldüğü belirlenmiştir. Bunun nedenini bulmak için 1995-2007 yılları arasında Chikungunya salgınlarının görüldüğü bölgelerin sıcaklık ortalamaları ile virüsün yayılabilmesi için gereken sıcaklık değerleri karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda 20 °C'nin üzerindeki sıcaklıkların görüldüğü Avrupa'nın güney kısmının risk altında olduğu diğer bölgelerin ise düşük sıcaklık nedeni ile risk altında olmadığı bulunmuştur. Aynı çalışmada yapılan iklim modelleri ile sıcaklıkların zaman içinde artacağı ve hastalığın diğer bölgelere

de yayılacağı sonucuna varmışlardır [35-37].

Türkiye'de Muğla İli ve Ortaca-Dalaman-Sarıgerme yöresinde yapılan araştırmada [22, 23] *C. pipiens* larvalarına uygun iklim şartları nedeniyle yıl boyunca rastlanılmıştır. Kış ayları Muğla iline göre daha sert geçen Manisa ilinde yapılan çalışmada sivrisinek larvalarına bahar aylarında az olmakla birlikte kış aylarında rastlanılmamıştır. En fazla larvaya yaz aylarında rastlanılmıştır, [16].

Süleymanpaşa/Tekirdağ'da yer alan Namık Kemal Üniversitesi Değirmenaltı Yerleşkesinde yapılan bir çalışmada, birbirine yakın ancak farklı bazı özelliklere sahip dört ünite *Culiseta* cinsi haricinde *Anopheles* ve *Culex* türlerinin de ürettiği ve daha çok sıcak havalarda görüldüğü tespit edilmiştir [38]. Çalışma alanının ikliminin kış aylarında sinekler için uygun olmaması nedeniyle bölgede kış aylarında herhangi bir türe rastlanılmamıştır.

Sivrisinek popülasyonlarını artan sıcaklıklar kadar yağışlı dönemlerde olumlu yönde etkilemektedir. Fransa'nın Montpellier kentinde 2014 yılında *A. albopictus* sivrisinek türünün yumurta ve ergin evreleri aşırı yağış öncesi ve sonrası olmak üzere 4 hafta boyunca incelenmiştir. Buna göre özellikle yağışlar sonrasında ortamda uygun sıcaklık olduğunda su birikintilerinde sivrisinek yumurtalarının

sayısında çok kısa sürede hızlı artışlar görülmüştür. Yumurta sayısındaki artış ergin birey sayılarını olumlu yönde etkilemiştir [39].

Bu ve yukarıdaki benzeri çalışmalar göstermiştir ki iklim değişikliğinden insanoğlu direk ya da dolaylı olarak etkilenmektedir. Özellikle *C. pipiens* gibi hastalık taşıma potansiyeli yüksek canlıların yıllık nesil sayılarının zamanla artması en büyük tehlikelerin başında gelmektedir. Örneğin Batı Nil Virüsü (BNV) Flaviviridae ailesinde yer alan bir RNA virüsü olup, vektörü *Culex* türü sivrisineklerdir [40].

Bu bakımdan bu türle mücadele büyük önem taşımaktadır. Çalışmamız göstermiştir ki tür yıl içinde 12 ay boyunca rahatlıkla yaşayabilmekte ve Termal Konstantı sağladığında nesil verebilmektedir. Bu bağlamda türle mücadelenin 12 ay boyunca kesintisiz devam edilmesi ve gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Teşekkür

Yardımlarından dolayı Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Hüseyin ÇETİN'e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

[1] Aksay CS, Ketenoğlu O, Kurt L, 2005. Küresel Isınma ve İklim Değişikliği. Selçuk

Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi, 1(25): 29-41.

[2] Polat Y, Yanıkoğlu A, Çetin H, 2017. İklim Değişikliğinin Sivrisinek Kaynaklı Hastalıklar Üzerine Etkisi. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi C- Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji, 6(2): 86-94.

[3] Özbilgin A, 2014. İklim Değişikliği İle İlişkili Vektör Kaynaklı Hastalıklar. II. Ulusal Vektör Mücadelesi Sempozyumu 06-09 Kasım, Antalya Türkiye, 16-17.

[4] Irmak H, İlter H, Ceran A, Eylem N, Pamuk R, Özdemir E, Arıcı VA, Ökten C, Karakılıç H, Söyleriz Y, 2015. İklim Değişikliğinin Sağlık Üzerine Olumsuz Etkilerinin Azaltılması Ulusal Programı Ve Eylem Planı. TC. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu Bakanlık Yayın No: 998 ISBN: 978-975-590-602-7 1. Baskı Ankara.

[5] Azizoğlu U, 2017. Hastalık Taşıyıcısı *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae)'in Biyolojik Mücadelesinde Yerel *Bacillus thuringiensis* İzolatlarının Kullanılabilir Potansiyelinin Araştırılması Iğdır Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 7(1): 47-53.

[6] Erel D. 1973. Anadolu Vektörleri ve Mücadele Metotları. Ankara Hıfzıssıhha Okulu Yayınları Ankara, 47: 325.

[7] Kasap H, Kasap M, Mimioğlu MM, Aktan F, 1981. Çukurova ve Çevresinde Sivrisinek ve Malaria Üzerinde Araştırmalar. Doğa Bilim Dergisi, 5: 141-150.

[8] Merdivenci A, 1984. Türkiye Sivrisinekleri (Yurdumuzda Varlığı Bilinen Sivrisineklerin Biyo Morfolojisi, Biyo-

Ekolojisi, Yayılışı ve Sağlık Önemleri) İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fak. Yay. Rek. No:3215 Tas Matbaası İstanbul, 340.

[9] Şahin İ, 1984. Antalya ve Çevresindeki Sivrisinekler (Diptera: Culicidae) ve Flariose Vektörü Olarak Önemleri Üzerinde Araştırmalar, II. Sivrisinek Faunasını Belirlemek Amacı İle Yapılan Çalışmalar. Turkish Journal of Zoology, 8(3): 385-396.

[10] Boşgelmez A, Çakmakçı L, Alten SB, Kaynaş S, Işık K, Sümbül H, Göktürk RS, Ayaş Z, Temimhan M, Savaşçı S, Paslı N, Kuytul A, Kocal AŞ, 1994. Sivrisineklere Karşı Entegre Mücadele. T.C. Turizm Bakanlığı Yatırımlar Genel Müdürlüğü Alt Yapı Daire Başkanlığı No:1, 1-759.

[11] Alten B, Çağlar SS, 1998. Vektör Ekolojisi ve Mücadelesi. T.C. Sağlık Bakanlığı, Sıtma Savaş Daire Bakanlığı Ankara, 249.

[12] Ramsdale CD, Alten B, Çağlar SS, Ozer N, 2000. A Revised, Annotated Checklist of the Mosquitoes (Diptera, Culicidae) of Turkey. Journal European Mosquito Control Association, 9: 18-28.

[13] İpek E, 2016. Tekirdağ'da *Culiseta* Spp.'nin Aylık Üreme Karakteristiğinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 42 s.

[14] Çetin H, Yanıkoğlu A, 2004. Antalya Kentinde Bulunan Sivrisinek (Diptera: Culicidae) Türleri, Üreme Alanları ve Baskın Tür *Culex pipiens* L.'in Bazı Özellikleri. Türk Entomoloji Dergisi, 28 (4): 283-294.

[15] Öter K, Tüzer K, 2014. İstanbul'da Sivrisinek Türlerinin (Diptera: Culicidae)

Kompozisyonu. İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergisi, 40 (2), 249-259.

[16] Muslu H, Kurt Ö, Özbilgin A, 2011. Manisa İl ve İlçelerinde Saptanan Sivrisinek Türlerinin (Diptera: Culicidae) Yaşam Alanları ve Mevsimsel Değişikliklere Göre Değerlendirilmesi. Türkiye Parazitoloji Dergisi, 35: 100-104.

[17] Rydzanicz K, Lonc E, 2003. Species Composition and Seasonal Dynamics of Mosquito Larvae in the Wrocław, Poland Area. Journal of Vector Ecology, 28(2): 255-266.

[18] Alptekin D, Kasap H, 1997. Çukurova'da Sık Bulunan Culicidae (Diptera) Türlerinin Ergin Öncesi Evrelerinin Bulunduğu Habitatlar ve Bu Habitatların Önemli Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. Turkish Journal of Zoology, 21(1): 1-6.

[19] Çetin H, 2002. Antalya Kenti Sivrisinek (Diptera: Culicidae) Türleri, Yaşama Alanları ve Savaşımalarına İlişkin Bir Araştırma. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Antalya, 97 s.

[20] Ünal O, Gökceoğlu M, 2003. Akdeniz Üniversitesi Kampüs florası (Antalya-Türkiye). Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(2): 143-154.

[21] Şimşek MF, 2003. Seasonal Population Dynamics and Breeding Habitat Diversity of *Culex pipiens* Linnaeus 1758 (Diptera: Culicidae) in Gölbaşı District Ankara Turkey. Journal of the Entomological Resesarch Society, 5(1): 51-62.

[22] Alten B, Boşgelmez A, 1996. Muğla İli, Ortaca ve Dalaman Yörelerinde

Bulunan *Culex* (Diptera: Culicidae) Türlerinin Biyo-Ekolojisi Üzerine Araştırmalar I. Turkish Journal of Zoology, 20: 27-51.

[23] Alten B, Boşgelmez A, 1997. Muğla İli, Ortaca ve Dalaman Yörelerinde Bulunan *Culex* (Diptera: Culicidae) Türlerinin Krepuskular-Nokturnal Davranışları, Aktivasyon Katsayıları ve Vektör Potansiyeli Formülleri II. Turkish Journal of Zoology, 21: 7-9.

[24] Seymen B, 2018. *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) Türü Sivrisineklerin Larvalarında Tür İçi Kalabalık Etkisinin Araştırılması. Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi. 48 s.

[25] Akbay Y, 2016. Tekirdağ'da *Culex* Spp.'nin Aylık Üreme Karakteristiğinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniv. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi. 43 s.

[26] Kocataş A, 2012. Ekoloji Çevre Biyolojisi, Dora Basım-Yayın Dağıtım Ltd. Şti. ISBN:978-605-4485-42-0 597.

[27] Özfidaner M, Şapolyo D, Topaloğlu F, 2017. Antalya Ortalama Sıcaklık Verisinde Gidişlerin Yeni Bir Gidiş Analiz Yöntemi İle Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı:223-228 ISSN 1304-9984 Araştırma Makalesi.

[28] Çelik S, Bacanlı H, Görgeç H, 2008. Küresel İklim Değişikliği ve İnsan Sağlığına Etkileri. Telekomünikasyon Şube Müdürlüğü 1: 31.

[29] Loetti MV, Burrioni N, Schweigmann N, Garin A, 2007. Effect of Different Thermal Conditions on The Pre-İmaginal

Biology of *Culex apicinus* (Philippi, 1865) (Diptera: Culicidae). Journal of Vector Ecology, 32(1):106-11.

[30] Maddar DJ, Surgeoner GA, Helson BV, 1983. Number of Generations, Egg Production, and Developmental Time of *Culex pipiens* and *Culex restuans* (Diptera: Culicidae) in Southern Ontario. Journal of Medical Entomology, 20(3): 275-287.

[31] Gray EM, 2013. Thermal Acclimation in a Complex Life Cycle: The Effects of Larval and Adult Thermal Conditions on Metabolic Rate and Heat Resistance in *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). Journal of Insect Physiology, 59(10): 1001-1007.

[32] Can P, 1992. Böcek Ekolojisi. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Dergisi, 18: 53-79.

[33] Birgücü AK, Karsavuran Y, 2009. Gün-Derece Modellemeleri ve Bitki Korumada Kullanım Olanakları. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi 19(2): 98-117.

[34] Böcek Ekolojisi ve Epidemiyoloji. Erişim Tarihi: 30.03.2020. http://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormankoruma_8a7c3.pdf.

[35] Roecker E, Bäuml G, Bonaventura L, Brokopt R, Esch M, Giorgetta M, Hagemann S, Kirchner I, Kornblueh L, Manzini E, Rhodin A, Schlese U, Schulzweida U, Tompkins A, 2003. The Atmospheric General Circulation Model ECHAM5 part1. Max Planck Institute For Meteorology, 349: 1-140.

[36] Bergemann M, Sommerfeld A, Prömmel K, Cubasch U, 2012. Tectonic Forcing in East Africa and Its Impact on

Regional Climate. 3rd International Conference On Earth System Modelling; 17–21; Hamburg Germany Berlin Germany: Freie Universität. pp 11.

[37] Fischer D, Thomas SM, Suk EJ, Sudre B, Hess A, Tjaden BN, Beierkuhnlein C, Semenza J, 2013. Climate Change Effects on Chikungunya Transmission in Europe: Geospatial Analysis of Vector's Climatic Suitability and Virus Temperature Requirements. International Journal of Health Geographics, 12(1): 51.

[38] İpek E, 2016. Tekirdağ'da *Culiseta* spp.'nin Aylık Üreme Karakteristiğinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi. 42 s.

[39] Roiz D, Boussès P, Simard F, Paupy C, 2015. Autochthonous Chikungunya Transmission and Extreme Climate Events in Southern France. PLOS Neglected Tropical Diseases, 10: 1-8.

[40] Uç D, Çelik T, Gönen D, Sucu A, Celiloğlu C, Tolunay O, Çelik Ü, 2018. Çocuk Hekimliği Pratiğinde Farkındalığın Artması Gereken Bir Etken; Batı Nil Virüsü. Journal of Pediatric Infection, 12(2): 72-74