

T.C
MALATYA TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

FARKLI SICAKLIKLAR VE ARTTIRILMIŞ KARBONDİOKSİT GAZI
(CO₂) DÜZEYİNİN ŞEFTALİ YAPRAKBİTİ [*MYZUS PERSICAE* (SULZER)
(HEMIPTERA: APHIDAE)]'NİN BİYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

ALİ KORKMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

TEMMUZ 2021

T.C
MALATYA TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

FARKLI SICAKLIKLAR VE ARTTIRILMIŞ KARBONDİOKSİT GAZI
(CO₂) DÜZEYİNİN ŞEFTALİ YAPRAKBİTİ [*MYZUS PERSICAE* (SULZER)
(HEMIPTERA: APHIDAE)]'NİN BİYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

ALİ KORKMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİTKİ KORUMA ANA BİLİM DALI

TEMMUZ 2021

ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Farklı Sıcaklıklar ve Arttırılmış Karbondioksit Gazı (CO₂) Düzeyinin Şeftali Yaprakbiti [*Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphidae)]’nin Biyolojisi Üzerine Etkilerinin Araştırılması**”başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Ali KORKMAZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI SICAKLIKLAR VE ARTTIRILMIŞ KARBONDİOKSİT GAZI (CO₂) DÜZEYİNİN ŞEFTALİ YAPRAKBİTİ [*MYZUS PERSICAE* (SULZER) (HEMIPTERA: APHIDAE)]'NİN BİYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Ali KORKMAZ

Malatya Turgut Özal Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

42 + viii sayfa

2021

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KARACAOĞLU

Artan endüstriyel ve antropojenik faaliyetler 1980'li yıllardan itibaren atmosferde sera gazlarının çoğalmasına neden olmuştur. Bu durum dünya üzerinde bir sera etkisi oluşturarak küresel ısınmaya neden olmaktadır. Günümüz koşullarında kaçınılmaz olan bu ekolojik felaketin tarımsal üretim açısından özellikle böcek faunası üzerine etkilerinin araştırılması zorunlu hale gelmiştir.

Gerçekleştirilen bu çalışma ile küresel ısınmanın neden olduğu sıcaklık ve artan CO₂ değerlerinin *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)'nin biyolojisi üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma farklı CO₂ düzeyleri (400, 600, 800 ve 1000 ppm) ve sıcaklık derecelerine (26/16 – 29/19 – 32/22°C, Gündüz/Gece Sıcaklık Değerleri) sahip sera odalarında gerçekleştirilmiştir. Her odada stok kültürler oluşturulup, 2 nesil devamlılığı sağlandıktan sonra patlıcan bitkileri üzerinde oluşturulan her bir hücre içerisinde 1 adet 0-24 saat (yaş) *M. persicae* bireyi olacak şekilde bırakılmıştır. Bireyler günlük olarak takip edilmiş, gömlek değiştirme durumları, verdiği yavru sayıları ve yaşam süreleri 24 saatte bir kayıt altına alınmıştır. Buradan elde edilen verilerden yaşam çizelgeleri oluşturulmuştur.

Bu sonuçlara göre en kısa toplam gelişme süresi 32/22°C sıcaklık ve 600 ppm CO₂ düzeyinde 5.35 gün olarak görülmüştür. En yüksek yavru sayısı ise 29/19°C sıcaklıkta 1000 ppm CO₂ düzeyinde 87.88 yavru ve 400 ppm CO₂ düzeyinde 87.00 yavru belirlenmiştir. Ergin ömrünün en uzun olduğu bireyler (28.82 gün) ve toplam yaşam süresinin en uzun olduğu bireyler (35.25 gün) ise 29/19°C sıcaklık ve 400 ppm CO₂ düzeyinde tespit edilmiştir. En yüksek net üreme gücü (R_0) (80.300) ve kalıtsal üreme yeteneğinin (r_m) (0.344) 29/19°C sıcaklık ve 800 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Döl süresinin (T_0) en uzun olduğu bireyler (15.271) 29/19°C sıcaklıkta ve 1000 ppm CO₂ düzeyinde tespit edilmiştir. Elde edilen bu verilerle, farklı sıcaklık ve arttırılmış CO₂ gazı düzeylerinin *M. persicae*'nin gelişme süresi, yavru sayısı ve yaşam çizelgesi parametrelerini etkilediği belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: *Myzus persicae*, CO₂, Sıcaklık, Biyoloji, Küresel Isınma

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT TEMPERATURES AND INCREASED CARBON DIOXIDE GAS (CO₂) LEVEL ON THE BIOLOGY OF PEACH APHID [*MYZUS PERSICAE* (SULZER) (HEMIPTERA: APHIDAE)]

Ali KORKMAZ

Malatya Turgut Özal University
Institute of Graduate Studies
Department of Plant Protection

42 + viii pages

2021

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Mehmet KARACAOĞLU

Increasing industrial and anthropogenic activities have led to an increase in greenhouse gases in the atmosphere since the 1980s. This situation creates a greenhouse effect on the world and causes global warming. It has become necessary to investigate the effects of this ecological disaster, which is inevitable in today's conditions, on agricultural production, especially on insect fauna.

In this study, it was aimed to determine the effect of temperature and increasing CO₂ values caused by global warming on the biology of *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). The study was carried out in greenhouse rooms with different CO₂ levels (400, 600, 800 and 1000 ppm) and temperatures (26/16 – 29/19 – 32/22°C, Day/Night Temperatures). After creating stock cultures in each room and ensuring the continuity of 2 generations, 1 *M. persicae* individual (0-24 hours (age)) was left in each cell formed on the eggplant plants. Individuals were followed daily, their molting, the number of offspring and their life span were recorded every 24 hours. Life table analysis was performed on the data from each room.

According to these results, the shortest total development time was determined as 5.35 days at 32/22°C temperature and 600 ppm CO₂ level. The highest number of offspring was determined at 29/19°C as 87.88 with 1000 ppm CO₂ level and 87.00 with 400 ppm CO₂ level. The longest adult lifespan (28.82 days) and the longest total lifespan (35.25 days) were obtained from 29/19°C temperature with 400 ppm CO₂ level. The longest generation time (T_0) (15.271) were also determined at 29°C temperature with 1000 ppm CO₂ level. With these data, it was determined that different temperatures and increased CO₂ levels affect the development time, number of offspring and life table parameters of *M. persicae*.

KEYWORDS: *Myzus persicae*, CO₂, temperature, biology, global warming

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca bilgi, birikim ve tecrübeleri ile her türlü konuda yardımını ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KARACAOĞLU'na teşekkür ederim.

Tezin değerlendirilmesi sırasındaki önerileri ve katkılarından dolayı Jüri Üyeleri Prof. Dr. Serdar SATAR ve Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KEÇECİ'ye teşekkür ederim.

Bu çalışma Malatya Turgut Özal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi “Farklı Sıcaklıklar ve Arttırılmış Karbondioksit Gazı (CO₂) Düzeyinin Şeftali Yaprakbiti [*Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphidae)]'nin Biyolojisi Üzerine Etkilerinin Araştırılması” başlıklı ve “191420” nolu proje tarafından desteklenmiş olup, desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL VE METOT	13
3.1. Materyal.....	13
3.2. Metot	13
3.3. İstatistiksel analizler	17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	18
4.1. Farklı sıcaklık ve CO ₂ düzeylerinin üçüncü nesil <i>Myzus persicae</i> bireylerinin biyolojisi ve üreme gücüne etkisi	18
4.2. Farklı sıcaklık ve CO ₂ düzeylerinin üçüncü nesil <i>Myzus persicae</i> bireylerinin yaşam çizelgesi parametrelerine etkisi	24
4.3. Farklı sıcaklık ve CO ₂ düzeylerinin dördüncü nesil <i>Myzus persicae</i> bireylerinin biyolojisi ve üreme gücüne etkisi	32
4.4. Farklı sıcaklık ve CO ₂ düzeylerinin dördüncü nesil <i>Myzus persicae</i> bireylerinin yaşam çizelgesi parametrelerine etkisi	35
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	37
6. KAYNAKLAR	39

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3. 1. İklim odalarında Pala-49 çeşidi patlıcan bitkilerinin üretimi	13
Şekil 3. 2. <i>Myzus persicae</i> bireylerinin patlıcan bitkileri üzerinde üretimi	13
Şekil 3. 3. Çalışmanın yapıldığı serada yer alan kontrollü iklim odaları ve stok kültürler	14
Şekil 3. 4. Denemede kullanılan patlıcan bitkileri üzerinde oluşturulan hücreler	14
Şekil 3. 5. İç kenarları yumuşak dokulu kalın kumaş ile kaplanmış petri hücrelerinin görünüşü.....	15
Şekil 3. 6. Üst kısmı tül ile kaplanmış ve bitkiye maşa yardımıyla tutturulmuş petrinin ve yaprağın alt kısmında kullanılan delikli kartonun görünümü	15
Şekil 3. 7. Petri hücrelerin yaprakta oluşturduğu ağırlığın desteklenmesinde kullanılan direklerin görünümü.....	15
Şekil 3. 8. Çalışmanın yürütüldüğü odaların CO ₂ , nem ve sıcaklık değerlerini gösteren otomasyon panelinin görüntüsü.....	16
Şekil 4. 1. Üçüncü nesil <i>Myzus persicae</i> ' nin dört farklı CO ₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ve 26/16°C sıcaklıktaki yaşam eğrisi (l_x) ve bireylerin ortalama dişi yavru değerleri (m_x)	18
Şekil 4. 2. Üçüncü nesil <i>Myzus persicae</i> ' nin dört farklı CO ₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ve 29/19°C sıcaklıktaki yaşam eğrisi (l_x) ve bireylerin ortalama dişi yavru değerleri (m_x)	19
Şekil 4. 3. Üçüncü nesil <i>Myzus persicae</i> ' nin dört farklı CO ₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ve 32/22°C sıcaklıktaki yaşam eğrisi (l_x) ve bireylerin ortalama dişi yavru değerleri (m_x)	20
Şekil 4. 4. Dördüncü nesil <i>Myzus persicae</i> ' nin dört farklı CO ₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ve 29/19°C sıcaklıktaki yaşam eğrisi (l_x) ve bireylerin ortalama dişi yavru değerleri (m_x).....	34
Şekil 4. 5. Dördüncü nesil <i>Myzus persicae</i> ' nin bireylerinin dört farklı CO ₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ve 32/22°C sıcaklıktaki yaşam eğrisi (l_x) ile bıraktığı ortalama dişi yavru değerleri (m_x)	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

- Çizelge 4. 1. Üçüncü nesil *Myzus persicae*' nın dört farklı CO₂ (400, 600,800 ve 1000 ppm) seviyesi ile iki farklı (29/19 ve 32/22°C) sıcaklıkta nimf gelişme süreleri ve toplam gelişme süreleri üzerine CO₂*sıcaklık intraksiyonları (Ortalama±SH)..... 25
- Çizelge 4. 2. Üçüncü nesil *Myzus persicae*' nın dört farklı CO₂ (400, 600,800 ve 1000 ppm) seviyesi ile iki farklı (29/19 ve 32/22°C) sıcaklıkta preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon, ergin ömrü ve longevity süreleri ile yavru sayıları üzerine CO₂*sıcaklık intraksiyonları (Ortalama±SH)..... 26
- Çizelge 4. 3. Üçüncü nesil *Myzus persicae*' nın dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ile 29/19°C sıcaklıklardaki (r_m) kalıtsal üreme yeteneği ile (R_0) net üreme gücü ve (T_0) döl süresi üzerine etkileri..... 27
- Çizelge 4. 4. Üçüncü nesil *Myzus persicae*' nın dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ile 32/22°C sıcaklıklardaki (r_m) kalıtsal üreme yeteneği ile (R_0) net üreme gücü ve (T_0) döl süresi üzerine etkileri..... 27
- Çizelge 4. 5. Dördüncü nesil *Myzus persicae*' nın dört farklı CO₂ (400, 600,800 ve 1000 ppm) seviyesi ile iki farklı (29/19 ve 32/22°C) sıcaklıkta nimf gelişme süreleri ve toplam gelişme süreleri üzerine CO₂*sıcaklık intraksiyonları (Ortalama±SH)..... 28
- Çizelge 4. 6. Dördüncü nesil *Myzus persicae*' nın dört farklı CO₂ (400, 600,800 ve 1000 ppm) seviyesi ile iki farklı (29/19 ve 32/22°C) sıcaklıkta preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon, ergin ömrü ve longevity süreleri ile yavru sayıları üzerine CO₂*sıcaklık intraksiyonları (Ortalama±SH)..... 29
- Çizelge 4. 7. *Myzus persicae*' nın dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ile iki farklı (29/19 ve 32/22°C) sıcaklıkta nimf gelişme süreleri üzerine CO₂ intraksiyonları (Ortalama±SH)..... 30
- Çizelge 4. 8. *Myzus persicae*' nın dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ile iki farklı (29/19 ve 32/22°C) sıcaklıkta preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon, ergin ömrü ve longevity süreleri ile yavru sayıları üzerine CO₂ intraksiyonları (Ortalama±SH)..... 30
- Çizelge 4. 9. Dördüncü nesil *Myzus persicae*' nın dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ile 29/19°C sıcaklıklardaki kalıtsal üreme yeteneği (r_m) ile net üreme gücü (R_0) ve döl süresi (T_0) üzerine etkileri..... 31
- Çizelge 4. 10. Dördüncü nesil *Myzus persicae*' nın dört farklı CO₂ (400, 600,800 ve 1000 ppm) seviyesi ile 32/22°C sıcaklıklardaki kalıtsal üreme yeteneği (r_m) ile net üreme gücü (R_0) ve döl süresi (T_0) üzerine etkileri..... 31

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

$^{\circ}\text{C}$: Santigrat derece
CO_2	: Karbondioksit
cm	: Santimetre
mm	: Milimetre
%	: Yüzde
ppm	: Milyonda bir birim
C:N	: Karbon:Azot
μL	: Mikrolitre
L	: Litre
kg	: Kilogram
bt	: <i>Bacillus thuringiensis</i>
T_0	: Döl süresi
R_0	: Net üreme gücü
r_m	: Kalıtsal üreme yeteneği
l_x	: Yaşı özđü canlılık oranı
m_x	: Yaşı özđü üreme oranı

1. GİRİŞ

İklim, dünyanın varoluşundan beri canlılar açısından önemli bir yere sahip olmuştur. Bu nedenle dünya iklimsel açıdan zaman içinde pek çok değişikliğe ev sahipliği yapmıştır (Demir, 2009). Bu değişiklikler gerçekleşme durumlarına ve sebeplerine göre kısa sürede veya uzun sürede ortaya çıkan değişimler olarak gözlemlenmiştir. Değişimler sadece yerküre üzerinde değil aynı zamanda atmosferde ve katmanlarında da birtakım oluşumların meydana gelmesine yol açmıştır (Demir, 2009). Bu değişimlere fosil yakıt kullanımı, ormanların yok olması, tarımsal faaliyetler gibi etkinliklerin yanında özellikle sanayi devriminin olduğu dönemde CO₂ gibi bazı sera gazlarının doğaya salınımının artmasının da neden olduğu bilinmektedir (Demir, 2009). Atmosferdeki sera gazlarının salınımında meydana gelen yükselişin doğal sera etkisinin bozulmasına ve dolayısıyla atmosferin zarar görmesine yol açtığı ifade edilmektedir (Demir, 2009; Bonan ve Doney, 2018; Shrestha, 2019). Bu artışlar günümüzde de etkisini sürdürerek geri dönüşmesi zor olan sonuçların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Sera gazlarının atmosferdeki birikimlerinin hızla artmasının sonucu olarak, doğal sera etkisinin kuvvetlenmesiyle birlikte, yeryüzünde ve atmosferin alt katmanlarında gözlemlenen sıcaklık artışı “küresel ısınma” olarak ifade edilmektedir (Türkeş, 2008). 1980’li yıllara gelinmesiyle birlikte etkisini daha çok göstermeye başlayan küresel ısınma ve buna bağlı olarak gerçekleşen küresel iklim değişikliği su kaynaklarının azalmasına, besin kıtlığına, enerji sıkıntılarının yaşanmasına, kuraklığa ve dolayısıyla çölleşmeye, göç gibi sosyoekonomik ve politik birçok olayın gerçekleşmesine sebep olmuştur (Demir, 2009). Bununla birlikte ekosistemler ve gen kaynakları gibi biyoçeşitliliğin yapıtaşlarını oluşturan sistemlerin de olumsuz etkilenmesine neden olmuştur (Demir, 2009).

Ekosistemlerin ve biyoçeşitliliğin olumsuz etkilenmesi türlerin yok olması, buldukları alanlarını değiştirmesi gibi çeşitli sonuçlara neden olmaktadır. Bunun yanında bazı türlerde de popülasyon artışına yol açtığı görülebilmektedir. Bu durumun türlerin adaptasyonuna bağlı olarak değişiklik gösterdiği düşünülmektedir. Gerçekleşen bu iklimsel değişiklikler, doğal biyoçeşitliliğin değişmesi, organizmaların birbirleriyle ve bulunduğu çevreyle olan etkileşimlerinin değişmesi, besin halkasında kopukluklar gibi sonucu henüz tam anlamıyla öngörülemeyen

birtakimekolojik faaliyetin gerçekleşmesinin kaçınılmaz olduğunu göstermektedir (Demir, 2009; Bonan ve Doney, 2018).

İklimsel değişimlere neden olan CO₂ seviyelerinde meydana gelen değişiklikler, bitkilerin gelişiminde ve bitki üzerinde beslenen zararlı böceklerde farklı etkiler oluştururlar. Yüksek CO₂'nin bitkideki Karbon: Nitrojen (C:N) oranını yükseltmesi ve buna bağlı olarak fotosentez oranlarını arttırması bazı bitkilerin hızlı büyümesine neden olmaktadır (Özgen ve Karsavuran, 2009). Bitkilerin hızlı gelişmesi, böceklerdeki farklı beslenme açısından önem arz edebilir. Böcek türleri açısından beslenmeleri, bazı böcek türlerinin polifag, bazılarının oligofag ve bazıları ise monofag gibi farklı beslenme özelliklerine sahip oldukları bilinmektedir. Bu açıdan bakıldığında polifag olan türler çok sayıda bitki türü ile beslendiğinden, bu bitkilerdeki nitrojen içerikleri tercih edilme bakımından çeşitlilik gösterdiğinden dolayı CO₂ farklılığına daha az tepki vermektedirler. Monofag olarak beslenen zararlılar ise CO₂'nin artışına bağlı olarak gelişmiş olan bitki dokularını ortalama %40 ile %80 arasında daha fazla tüketirler. Polifag türler ile karşılaştırıldığında monofag ve oligofag türler CO₂ seviyelerindeki yükselişe daha fazla tepki verdiği ifade edilmektedir (Özgen ve Karsavuran, 2009). Küresel ısınmanın genel itibariyle birden çok döl veren böcek türlerini daha az döl veren böcek türlerine göre daha az etkileyeceği düşünülmektedir. Bir başka açıdan bakıldığında fitofag böceklerin tükettiği besinin içeriği ve kalitesinde meydana gelen değişim ve bu değişim sonucu ortaya çıkan kimyasal kompozisyon farklılaşmaları predatör ve parazitoit saldırılarına hassasiyetini arttırabilmektedir (Özgen ve Karsavuran, 2009). Birçok çalışma fitofag böceklerin zenginleştirilmiş CO₂ yoluyla artan bitki kalitesine normale oranla daha fazla miktarda yaprak tüketerek tepki verdiğini bildirmektedir. Aynı zamanda böcek larvalarının yüksek CO₂ uygulamaları sonucunda yaprak tüketiminde %80'in üzerinde artışın meydana geldiği belirtilmiştir (Coviella ve Trumble, 1998). Yüksek CO₂ seviyelerinde yetişen bitkiler ile beslenen böcekler besinleri daha az sindirebilmektedir. Bunun sonuçlarının besin kaynağı olarak kullanılan bitkilerin nitrojen içeriğinin azalmasıyla bağlantılı olduğu belirlenmiştir. CO₂ seviyesinin yükselmesiyle C:N oranında meydana gelen değişimin, bitki içerisindeki nitrojenin dağılımına bağlı olarak gerçekleştiği bilinmektedir. Pamuk bitkisinde beslenen Lepidoptera takımına ait türler ile ilgili gerçekleştirilen bir çalışmada; CO₂ artışı ile kozalardaki C:N oranı değişmediğinden, CO₂ artışının

böceklerin beslenmesi üzerine somut herhangi bir etkisi gözlemlenmemiştir (Özgen ve Karsavuran, 2009; Hillebrand ve Matthiessen, 2009; Beddington, 2010). Yani bitki organlarının CO₂ seviyelerine verdiği tepkiler farklı olmuş, dolayısıyla fenolojiye bağlı gerçekleşen beslenmelerde, böcekler de farklı düzeylerde etkilenmişlerdir. Küresel değişim bugün ekoloji ve tarım uygulamaları için en önemli konulardan biridir (Özgen ve Karsavuran, 2009; Hillebrand ve Matthiessen, 2009; Beddington, 2010).

Küresel ısınmanın birden fazla döl veren böcek türlerini az sayıda döl veren türlere kıyasladaha az etkilediği düşünülmektedir. Örnek olarak yaprak bitleri gibikısa sürededöller verebilen türler, sıcaklık artışlarına rağmen konukçu bitki sayılarını arttırarak geniş bir yayılım göstermektedirler. Bu türler çeşitli enlem ve boylamlarda dağılım gösterebilmektedir (Bale vd., 2002). Dünyanın hemen her yerinde Aphididae (Hemiptera) familyası türleri bulunmasına rağmen ılıman bölgelerde tropik bölgelerden daha yaygın olarak tespit edilmiştir. Dünyada Aphididae familyasına ait yaklaşık 5000 tür, Avrupa'da ise 1600 kadar tür olduğu bildirilmiştir (Nieto Nafria vd., 2013; Blackman ve Eastop, 2020). Türkiye'deki afit faunası incelendiğinde, belirlenen tür sayısı ise 558 olduğu ifade edilmektedir (Akyürek vd., 2019; Özdemir 2020). Yaprakbitleri, dünyadaki tarım yapılan alanlarda önemli zararlı böcekler arasında yer almaktadır. Bununla birlikte ürünün kalitesini ve verimini de etkilemektedir. Genel olarak polifag zararlılar olup, bu familyada yer alan *Myzus persicae*'da bitkilerin floeminde beslenir (Pollard, 1973). Beslenme sonucunda bitkinin büyümesi geriler ve birçok büyüme bozukluklarına yol açar. *M. persicae* bitkide beslenme dışında, büyük miktarlarda ballımsı madde üretir ve salgılanan bu madde sonucunda bitkide fotosentezin azalmasına yol açtığı da belirtilmiştir (Lodos, 1982). *M. persicae* hem örtü altında hemde tarlada ciddi zararlara sebep olan önemli türlerden birisidir (Blackman ve Eastop, 2006; van Emden ve Harrington, 2017). *M. persicae*'nin sadece bitkiyi zayıflatmadığı, aynı zamanda 100' e yakın virüs veya fitoplazma hastalığını taşıdığı da ifade edilmektedir (Sharma vd., 2016). Bazı afitlerin, CO₂ artışına bağlı olarak alarm feromonlarına verdikleri tepkiyi azalttıkları ve bu nedenle doğal düşman saldırılarına karşıdaha duyarlı oldukları tespit edilmiştir (Awmack, 1997; Holopainen, 2002). CO₂ seviyesinin artışı ile parazitoit ölümleri artmaktadır. Konukçu içerisinde gerçekleşen besinsel farklılıklara tepki olarak parazitoitlerin ölüm oranındayükselişler

gözelemlenmiştir (Coviella ve Trumble, 1998). Bu tür olayların zararlı popülasyonlarında artışa sebep olabileceği kanısına varılmıştır. Yine söz konusu zararlının küresel ısınma ile biyolojisinin ne derece etkileneceği bilinmemektedir (Coviella ve Trumble, 1998).

Bu amaçla çalışmada; küresel ısınma ile birlikte değişeceği öngörülen CO₂ ve sıcaklık değerlerinin polifag bir zararlı olan Şeftali yaprakbiti (*M. persicae*)'nin biyolojisi üzerine nasıl bir etkisi olduğu ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu sonuçlarla, küresel ısınma ile değişeceği öngörülen CO₂ ve sıcaklık değerlerinin, *M. persicae*'nin biyolojisi üzerindeki etkileri ile ilgili veri elde edilmesi hedeflenmiştir.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bazı afitlerin, CO₂ artışına bağlı olarak alarm feromonlarına verdikleri tepkiyi azalttıklarını ve bu nedenle doğal düşman saldırılarına karşı hassas olduklarını bildirilmiştir (Awmack, 1997).

Bazı böcek türleri ile gerçekleştirilen bir çalışmada, fitofag böceklerin normale oranla daha fazla miktarda yaprak tüketerek zenginleştirilmiş CO₂ nedeniyle bitki kalitesinde meydana gelen artışa tepki gösterdiklerini ve bununla birlikte böcek larvalarının yüksek CO₂ uygulamalarıyla %80'in üzerinde daha fazla yaprak tükettiği bildirilmiştir. Aynı zamanda bazı böceklerin CO₂ seviyelerinde meydana gelen kısa süreli değişimleri algılayarak konukçuların yerini tespit edebildiğini ve CO₂'nin artışı ile konukçu içerisindeki besinsel farklılıklara tepki olarak parazitoidlerin ölüm oranlarında artışlar meydana geldiği gözlemlenmiştir (Coviella ve Trumble, 1998).

Aphis gossypii Glover (Hemiptera: Aphididae)'in üç farklı konukçu bitkide gelişim süreleri ve üreme durumunun araştırıldığı çalışmada, bireyler 25°C sıcaklık ve %60±5 oransal nemde ebegümeci, pamuk ve bamyada bitkileri üzerinde üretilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, bireyler ebegümeci bitkisinde nimf gelişimini 5.6 günde, pamuk bitkisinde 5.5 günde ve bamyada bitkisinde 6.0 günde tamamlamıştır. Yavru sayıları ise ebegümeci bitkisinde 62.8 yavru/dişi, pamuk bitkisinde 37.9 yavru/dişi ve bamyada bitkisinde 4.5 yavru/dişi olarak bulunmuştur. Bununla birlikte döl süreleri (T_0), ebegümeci bitkisinde 12.2 gün, pamuk bitkisinde 12.8 gün, bamyada bitkisinde 11.1 gün olarak belirlenmiştir. Net üreme gücü (R_0), ebegümeci bitkisinde 65.7, pamuk bitkisinde 36.3 ve bamyada bitkisinde 4.2 olarak bulunmuştur. Kalıtsal üreme yeteneklerinin (r_m) ise ebegümeci bitkisinde 0.397, pamuk bitkisinde 0.338 ve bamyada bitkisinde ise 0.129 olduğu bildirilmiştir (Satar vd., 1999).

Küresel ısınma ile canlıların yaşam alanlarının hem yatay hem dikey yönde değişeceği öngörülmektedir. Sıcaklıkta meydana gelen 3 °C'lik bir artışın canlıların yaşam alanlarını 500 metre kadar yükselteceği ve dolayısıyla yaşam alanlarını önemli ölçüde sınırlandıracağı ifade edilmiştir (Hughes vd., 2000).

Küresel ısınmanın iklimsel etkisi ile ilgili bir çalışmada son yıllarda en çok üzerinde durulan hususun kuraklık olduğu ve kuraklığın, doğanın gizli bir tehlikesi, en büyük afeti olduğu belirtilmiştir. Kuraklığın yağış miktarında meydana gelen azalmalardan kaynaklanabileceği ve ürünlerin azalmasına, böcek istilasına, bitki hastalıklarının artmasına, ürünlerde kalitenin düşmesine, orman ürünlerinin

azalmasına ve orman yangınlarına, ağaçlarda görülen hastalıkların artmasına ve üreticilerin gelirlerinde önemli kayıplara neden olabileceği ifade edilmiştir (Öztürk, 2002).

Böceklerin CO₂ artışına bağlı olarak gösterdikleri tepkinin araştırılmasına yönelik gerçekleştirilen bir çalışmada, 700 ile 1000 ppm arasındaki CO₂ seviyelerinde, CO₂'nin artışıyla konukçu bitkilerin etkilendiğini, yok sayıldığında ise böceklerin büyümesi ve gelişmesi üzerine bazı etkilere neden olduğu ifade edilmiştir (Bale vd., 2002).

Myzus persicae'nin farklı sıcaklıklardaki nimf gelişimi üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada, böcekler 15, 20, 25 ve 30°C sıcaklık, %70±10 oransal nem koşullarında üretilmiştir. Biyolojisi %1'lik agar üzerine yerleştirilen patlıcan yapraklarından oluşan disklerin üzerinde beslenmesi sağlanarak takip edilmiştir. 15 ve 20 °C sıcaklıklarda, sırasıyla %30.4 ve %4.2 oranında 5.dönem nimf görülmüştür. 15, 20, 25 ve 30 °C'de nimf sürelerinin sırasıyla 9.4 gün, 7.6 gün, 5.9 gün ve 7 gün olduğu belirlenmiştir. Patlıcan yaprakları üzerinde beslenen *M. persicae* bireyleri için bu 4 sıcaklık içerisinde en uygun nimf gelişim sıcaklıklarının 15 ve 20 °C olduğu bildirilmiştir (Filho vd., 2004).

Myzus persicae'nin farklı sıcaklıklarda üreme parametrelerinin ve yaşam sürelerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada, böcekler 15, 20, 25 ve 30±1°C sıcaklık, %70±10 oransal nem koşullarında, %1'lik agar üzerindeki patlıcan yapraklarından oluşan diskler üzerinde üretilmiştir. Preovipozisyon ve ovipozisyon süreleri, 25 °C'de 0.46 gün ile 3.89 gün arasında, 15 °C'de ise 1.12 gün ile 19.11 gün arasında değişiklik göstermiştir. 25, 20 ve 15 °C sıcaklıkta toplam yavru sayıları sırasıyla 17.63, 43.63 ve 60.65 nimf/dişi olarak tespit edilmiştir; günlük yavru sayıları ise sırasıyla 4.38, 4.34 ve 3.15 nimf/dişi olarak tespit edilmiştir. 30°C'de üreme olmadığı görülmüştür. Postovipozisyon süresi 0.89 gün (25 °C) ve 3.72 gün (15 °C) olarak belirlenmiş, yaşam uzunluklarının ise sıcaklık arttıkça azaldığı (15 °C'de 23.95 gün ve 25 °C'de 5.6 gün) bildirilmiştir (Michelotto vd., 2005).

Küresel ısınmanın tarım üzerine etkisinin, aşırı sıcaklara bağlı olarak özellikle kurak iklime sahip alanlarda verim düşüklüğü şeklinde olacağı ifade edilmiştir. Sulu yetiştiricilik yapılan alanlarda ise bitkilerin sıcaklığa bağlı strese girmelerine neden olacağı ve bununla birlikte sulama miktarı yeterli olsa dahi

bitkilerin verimlerinde azalmaya neden olacağı belirtilmiştir. Sulu yetiştiricilik yapılan alanlarda sıcakların aşırı artması nedeniyle sulama sayısında artış olacağı, bununla birlikte gerek yeraltı gerek yerüstü su kaynaklarının gereğinden fazla kullanılmasına neden olacağı ve bu durumun doğal dengenin bozulmasını daberaberinde getireceği ifade edilmiştir. Bu durumun tarım alanlarında ve havzalarda yaşayan bitki ve hayvan popülasyonlarını ve bu popülasyonlarda yer alan türleri de etkileyeceğini, kurak iklim şartlarına uyum sağlamakta zorluk yaşayan çok sayıda türün yok olma ile karşı karşıya olacağı ifade edilmiştir (Çelik ve Karakayacı, 2007).

Farklı sıcaklıkların *A. gossypi* ve *M. persica*'nın popülasyon parametreleri üzerine etkilerinin araştırılması amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada, bireyler biber yaprak diskleriyle 15.0, 17.5, 20.0, 22.5, 25.0, 27.5, 30.0 ve 32.5°C'de beslenmiştir. *A. gossypi*'nin en kısa sürede 4 günde 30°C'de gelişimini tamamladığı, *M. persicae*'nin ise 5.1 günde 25°C'de gelişimini tamamladığı belirtilmiştir. Bununla birlikte *A. gossypi*'nin en uzun sürede 13 günde 15°C'de gelişimini tamamladığı, *M. persicae*'nin ise benzer şekilde 11.6 günde 15°C'de gelişimini tamamladığı tespit edilmiştir. Nimf ölüm oranının *A. gossypi*'de en yüksek %41.5 ile 15°C'de, en düşük %0 ile 20 ve 25 °C'de görüldüğü; *M. persicae*'de ise en yüksek %100 ile 32.5°C'de, en düşük %2 ile 17.5°C'de görüldüğü ifade edilmiştir. Diğer verilere bakıldığında *A. gossypi*'de ortalama döl süresi (T_0) en kısa 8.44 günle 32.5°C'de ve en uzun 25.89 günle 15°C'de tespit edilmiş olup, net üreme gücü (R_0) en yüksek 68.38 ile 22.5 derecede görülmüştür. *M. persicae*'da ise ortalama döl süresi (T_0) en kısa 11.50 günle 30°C'de ve en uzun 25.66 günle 15°C'de tespit edilmiş olup, net üreme gücü (R_0) en yüksek 85.33 ile 25 derecede görülmüştür (Satar vd., 2007).

Küresel ısınmanın tarım üzerindeki başlıca etkisinin, yağış düzeninin değişmesi ve yeryüzüne ulaşan yağış miktarının azalması şeklinde olabileceği ifade edilmiştir. Bazı alanların nispeten daha fazla yağış alabileceği bununla birlikte yağış rejiminde meydana gelen değişimlerin, o bölgenin mevcut şartlarını zorlayacağından dolayı tarımsal ürünler üzerinde de olumsuz etkisi olabileceği belirtilmiştir. Mevsimlerin bazı bölgelerde daha uzun yaşanmaya başlayabileceği, kış sıcaklıkları ile gece sıcaklıklarının, yaz sıcaklıkları ile gündüz sıcaklıklarına oranla daha fazla yükselme eğiliminde olabileceği ifade edilmiştir. Aynı zamanda sıcaklıkların yükselmesinin bitkilerin yaşamları için temel görevleri olan fotosentez işleminin

azalmasına neden olabileceği belirtilmiştir. Bu duruma bağlı olarak bitkilerin gelişmesinin de yavaşlayabileceği ve döllenme yeteneklerinin azalabileceği ifade edilmiştir. Artan sıcaklıkların, tropik bölgelerde ürün kayıplarına neden olabileceği, çok düşük sıcaklık değerlerinin görüldüğü tahıl üretimi için uygun olmayan kuzey bölgelerinin tarım için elverişli hale gelebileceği belirtilmiş, küresel ısınmaya bağlı olarak hayvan ve bitki türlerinin kutup bölgelerine ve dağlık alanlardaki yüksek rakımlı bölgelere göç edebileceği ifade edilmiştir (Kaya ve Atsan, 2008).

Şeftali yaprakbiti ergin bireyleri 1.2-2.3 mm, renkleri, açık sarıdan yeşile kadar farklılık gösteren, pembe rengin de dâhil olduğu çok farklı renklerde görülebilmektedir. Vücut ovaldir, kanatlı ve kanatsız formları bulunmakla birlikte kanatsız formları genellikle kanatlı formlara göre daha küçük olurlar ve tüberkülleri belirgin bir şekilde görülmektedir. Tipik bir özellik olarak kornikulusları yeşil renkte, kornikulusun ucu nispeten daha koyu renkli ve orta kısmı şişkin görünmektedir, aynı zamanda kornikulusları, kaudakornikolustan daha kısa ve daha açık renktedir (Anonim, 2008).

Diğer bir araştırmada, 1980’li yıllara gelinmesiyle birlikte etkileri daha belirgin bir şekilde görülmeye başlayan küresel ısınma ve küresel iklim değişikliğinin su kaynaklarında azalmaya, besin kıtlığına, kuraklığa ve çölleşmeye neden olabileceğini, bununla birlikte doğal bitki örtüsünün bozulmasına, ekosistemler ve türler gibi biyolojik çeşitliliğin temelinde yer alan sistemleri olumsuz yönde etkileyeceği ifade edilmiştir (Demir, 2009).

Brüksel lahanası yaprak diskleriyle beslenen *M. persicae* bireylerinin çeşitli sıcaklıklarda bazı biyolojik parametreleri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde sıcaklık 10-29 °C arasında değiştirildiğinde, nimf gelişim oranının arttığı tespit edilmiştir. Üremenin en verimli şekilde 25 °C’de gerçekleştiği, 29°C’nin üzerinde ve çok düşük sıcaklıklarda üreme veriminin düştüğü, 27.5°C’de elde edilen yavruların 5 nesil boyunca takip edilip daha küçük ve üreme gücü düşük yavrular olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte 10°C’de dişi birey başına ortalama yavru sayısının sürekli olarak azaldığı, 20°C’de tutulan bireylerle kıyaslandığında 39 yavrudan, birinci nesilde 19.4 yavruya ve ikinci nesilde 5.6 yavruya düştüğü bildirilmiştir (El Din, 2009).

Polifag türlerin çok sayıda bitki türüyle beslenmesine bağlı olarak bu bitkilerin nitrojen içerikleri böcekler tarafından tercih edilme açısından çeşitlilik

gösterdiğinden, böceklerin CO₂ seviyelerinde meydana gelen değişikliklere daha az tepki verdikleri açıklanmıştır. Monofag bitki zararlılarının ise CO₂ seviyelerinde meydana gelen artışa bağlı olarak bitki dokularını ortalama olarak %40 ile %80'den daha fazla tükettiği bildirilmiştir. Polifag türlere kıyasla oligofag ve monofag türlerin CO₂ artışına beklenenden daha fazla tepki verdikleri ve küresel ısınmanın genel itibariyle az sayıda döl veren türlere göre birden fazla döl veren böcek türlerini daha az etkileyeceği ifade edilmiştir (Özgen ve Karsavuran, 2009).

Aphis gossypii'nin laboratuvar koşulları (25±1°C sıcaklık ve %65±5 oransal nem) ve arazi koşullarında (23–43°C sıcaklık ve %27–95 oransal nem) yaşam tablosu parametrelerinin karşılaştırılması amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada, bireyler ağaçhatmi bitkisiyle beslenmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, laboratuvar koşullarında nimf gelişim süresi 6.32 gün, toplam ömür uzunluğu 16.76 gün ve ortalama yavru sayısı 17.87 olarak bulunmuştur. Arazi koşullarında nimf gelişim süresi 8.075 gün, toplam ömür uzunluğu 13.075 gün ve ortalama yavru sayısı 4.49 olarak tespit edilmiştir. Aynı zamanda, laboratuvar koşullarında kalıtsal üreme yeteneği (r_m) 0.271, popülasyon artış sınırı (λ) 1.311, net üreme gücü (R_0) 17.87 ve döl süresi (T_0) 10.61 gün olarak tespit edilmiştir. Arazi koşullarında ise kalıtsal üreme yeteneğinin (r_m) 0.140, popülasyon artış sınırının (λ) 1.150, net üreme gücünün (R_0) 4.48 ve döl süresinin (T_0) 10.66 gün olduğu bildirilmiştir (Hosseini-Tabesh vd., 2015).

Arttırılmış CO₂ konsantrasyonunun bitki-afit ilişkileri üzerine etkisini değerlendirmek üzere yapılan bir çalışmada, atmosferik CO₂'nin artan konsantrasyonunun, karbonhidrat birikimini hızlandırıp, bazı bitkilerin biyokütlesini ve verimini arttırdığını, bununla birlikte nitrojen konsantrasyonlarını düşürdüğünü, birincil ve ikincil metabolitlerde ortaya çıkan değişikliklerin, konakçı bitkilerin lezzetini ve otçul böceklerin beslenmesini etkilediğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda yüksek CO₂'nin, fitohormon jasmonik asit, salisilik asit, etilen ve absisik asit konsantrasyonlarını değiştirerek konukçusavunmasını etkilediğini, besin maddeleri ve su kullanım verimliliği üzerine de etkileri olduğu bildirilmiştir (Sun vd., 2016).

Üç farklı CO₂ düzeyinin (380 ppm, 550 ppm ve 750 ppm) yapay diyetle beslenen *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae)'nın, popülasyon parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada, arttırılmış CO₂ düzeyinde larva sürelerinin önemli ölçüde arttığı ve dişilerin daha

düşük pupa ağırlığı gösterdiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda *H. armigera*'nın doğurganlığının yüksek CO₂ altında daha düşük olduğu belirtilmiş, bununla birlikte *H. armigera*'nın uygunluğunun ve neden olduğu potansiyel hasarın artan CO₂'den etkileneceği ifade edilmiştir (Liu vd., 2017).

Yüksek CO₂ ve yüksek sıcaklık kombinasyonlarının bitkinin savunma kimyası üzerine etkisinin araştırılması ve daha sonra bu bitkinin böcek yemi olarak kullanılması üzerine gerçekleştirilen bir çalışmada, brokoli yapraklarında savunma bileşenlerinin yüksek CO₂ ve sıcaklık kombinasyonlarında arttığı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera:Noctuidae) larvalarının CO₂'ye maruz kalan bitkisel materyali daha fazla tükettiği görülmüştür. Bu çalışma ile CO₂ ve sıcaklık kombinasyonlarının bitkinin fizyolojisi üzerine etkileri olduğu ve çeşitli larva dönemlerinin iklim değişikliğine farklı yanıt verebileceği de öngörülmektedir (Teawkul ve Hwang, 2018).

Arttırılmış CO₂ (kontrol 400 µL / L vs. çalışma ortamı 650 µL / L) ve yüksek sıcaklığın (sıcaklık; ortam vs. ortam + 0.6 °C) üç buğday afidi türünün (*Sitobion avenae* Fabricius, *Rhopalosiphum padi* Linnaeus ve *Schizaphis graminum* Rondani (Hemiptera: Aphididae)) populasyon dinamikleri ve türler arası rekabeti üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada, buğday bitkilerinin kontrol koşullarının aksine yüksek CO₂ altında büyütüldüğünde daha yüksek biyokütle ve verime sahip olduğunu ve yüksek sıcaklığın buğday bitkilerinin biyokütle ve verimleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca yüksek CO₂'nin, *S. avenae*'nin populasyon dinamik seviyesini önemli ölçüde düşürdüğünü ve *R. padi* ve *S. graminum*'un populasyon dinamik seviyelerini arttırdığını; yüksek sıcaklığın, *S. avenae*'nin populasyon dinamik seviyesini önemli ölçüde düşürdüğünü ve *R. padi*'nin populasyon dinamik seviyesini önemli ölçüde artırdığını ifade etmişlerdir. Aynı zamanda, yüksek sıcaklığın, sırasıyla *S. avenae* ve *S. graminum*'un niş genişliğini önemli ölçüde azalttığını, yüksek CO₂'nin ise üç türün niş genişliği üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını, yüksek CO₂ ve sıcaklığın *S. avenae* ve *R. padi* arasındaki niş örtüşme indeksini önemli ölçüde artırdığını belirlemişlerdir. Bu çalışmada, yüksek CO₂ ve sıcaklığın üç buğday yaprak bitinin türe özgü populasyon bolluğunu değiştirebileceğini ve mekânsal örtüşmelerini artırarak bu üç buğday yaprakbiti türünde türler arası rekabeti şiddetlendirebileceği öngörülmektedir (Wang vd., 2018).

Buğdayda atmosferik CO₂ ve nitrojen gübresi uygulamasının arttırılmasının buğday yaprakbiti türleri, *S. avenae*, *R. padi* ve *S. graminum* üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda, başak başına tane ağırlığı ve 1.000 tanecik ağırlığının yüksek CO₂ altında büyütüldüğünde genellikle arttığını ve nitrojen gübresi uygulamasının da önemli bir etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Aynı zamanda *S. avenae* ve *R. padi*'nin düşük nitrojen gübresi içeren (0 ve 50 kg/ha) koşullarda en geniş popülasyon düzeyine ve en yüksek rekabet gücüne sahip olduğunu dolayısıyla buğdayın besin içeriğinin düşüklüğünün verimi ve kalitesi üzerinde yıkıcı etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuçlardan dolayı gübreler, bitkiler ve böcekler arasında 100 kg/ha nitrojen gübrelemesinin altında oluşan dengeli ilişkilerin interaktif ekosistem için hayati önem taşıdığı ifade edilmiştir (Long vd., 2019).

Gerçekleştirilen diğer bir çalışmada yüksek CO₂'nin *Euscepes postfasciatus* Fairmaire (Coleoptera: Curculionidae)'nin çiftleşme başarısı, çiftleşme süresi ve sperm transferi üzerine etkileri araştırılmıştır. Yüksek CO₂'nin böceklerin yürüme aktivitesini ve tutunma sıklığını arttırdığını belirlemişler, bu koşullar altında, yüksek CO₂'li bir ortamda artan aktivitelerin sperm rekabeti riskini arttıracak ve bunun da uzamış bir çiftleşme dönemine ve sperm transferinde bir artışa neden olacağını ifade etmişlerdir. Aynı zamanda çiftleşme süresinin kısaldığını ve yüksek CO₂ altında sperm transfer yeteneklerini değiştirdiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca ortam koşullarının çiftleşme davranışı ve sperm transferi üzerindeki etkisi incelendiğinde, erkeklere yönelik dişi red davranışının yoğunluğu ile ilişkili olduğu tartışılmıştır (Nunohiro ve Kumano, 2020).

Arttırılmış CO₂ yoğunluğunun *Bacillus thuringiensis* soya fasulyesi ile beslenen Tütün Beyazsineği (*Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae)) MEAM1 türünün yaşam ve davranışları üzerine etkilerini araştırmak amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmada, yüksek CO₂'nin yumurtadan ergine gelişim süresini uzattığını ve üreme gücünü ise azalttığını belirlemişlerdir. Arttırılmış CO₂ koşulları altında yetiştirilen soya fasulyesi bitkilerinin, floem özsuyu ile beslenmek için harcanan zaman gibi, konakçı bitki direnciyle ilgili çeşitli özelliklerden olumsuz etkilendiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca bt soya fasulyesi bitkilerinin C: N konsantrasyonundaki ve bitki morfolojisindeki değişikliklerin değerlendirilmesiyle, arttırılmış CO₂ koşulları altında büyütülen bt soya fasulyesi bitkilerinin biyokütlesinin (yaprak ve gövde ağırlığı) önemli ölçüde arttığını ve V6 fenolojik

aşamasındaki (yani bitkilerde altı trifoliat yaprak geliştiği dönem) yüksek C: N oranının en belirgin fark olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuçlar birlikte ele alındığında, arttırılmış CO₂ altında yetiştirilen Bt bitkilerinin, soya fasulyesi tarlalarında beyazsinek istilasını azaltabileceği ve beslemesini engelleyebileceği öngörölmüşür (De Paulo vd., 2020).



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmada materyal olarak; Patlıcan bitkileri (Pala-49 çeşidi) 3.5 cm çap x 0.5 cm yüksekliğe sahip petri kapları, tül, saksı, torf, perlit, tahta direkler, maşa, viyol, yumuşak dokulu kalın kumaş kullanılmıştır.

3.2. Metot

Patlıcan bitkileri, farklı sıcaklık ve farklı CO₂ ayarlı sera odalarında viyoller içerisinde yetiştirilmiş ve daha sonra saksılara şaşırtılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. İklim odalarında Pala-49 çeşidi patlıcan bitkilerinin üretimi

Her odadaki 1 patlıcan bitkisi üzerine stok kültür oluşturmak amacıyla 5 adet Şeftali yaprakbiti (*M. persicae*) ergini ile bulaştırılmıştır. Burada oluşturulan bireylerin 2 nesil devamlılığı sağlanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. *Myzus persicae* bireylerinin patlıcan bitkileri üzerinde üretimi

İkinci nesilden CO₂ (400,600,800 ve 1000 ppm) ve sıcaklık ayarlı iklim seralarında yetiştirilen patlıcan bitkisi üzerinde her çalışmanın yapılacağı sera odaları için ayrı ayrı stok kültürler oluşturulmuştur (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Çalışmanın yapıldığı serada yer alan kontrollü iklim odaları ve stok kültürler

Bu kültürlerden elde edilen 0-24 (saat) yaşlı 3.nesil bireyler denemenin kurulmasında kullanılmıştır. Bu bireyler ile odalardaki patlıcan bitkileri üzerine, her bir hücreye 1 adet birey gelecek şekilde 20'şer adet petri hücre kullanılarak denemeler başlatılmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Denemede kullanılan patlıcan bitkileri üzerinde oluşturulan hücreler

Petri hücrelerinin üst kısmı havalanmayı sağlayacak şekilde 1.5 cm çapında tül ile kapatılmıştır. Bu petri hücrelerin kenarlarından bireylerin kaçmasını önlemek ve yaprağın dokusunu ezmek amacıyla iç kenarlarına cam fitili kullanılmıştır (Şekil 3.5). Bu yöntemde kullanılan hücrelerin oluşturulmasında Satar (2003)'den yararlanılmıştır. Yine bu hücreleri yaprağa tutturmak için saç maşaları kullanılmıştır. Bu maşalar ile yaprağın alt yüzeyinin yaralanmaması, ayrıca havalanması için delikli kartonlar kullanılmıştır. Böylece bitki yapraklarının canlılığı uzun süre korunmuştur (Şekil 3.6). Patlıcan yapraklarının oluşturulan hücreleri taşıyabilmesi için ince çita tahta direkler destek olarak kullanılmıştır. Yapraklar üzerinde oluşturulan hücreler tahta direklere maşa yardımı ile tutturulmuştur (Şekil 3.7).



Şekil 3.5. İç kenarları yumuşak dokulu kalın kumaş ile kaplanmış petri hücrelerinin görünüşü

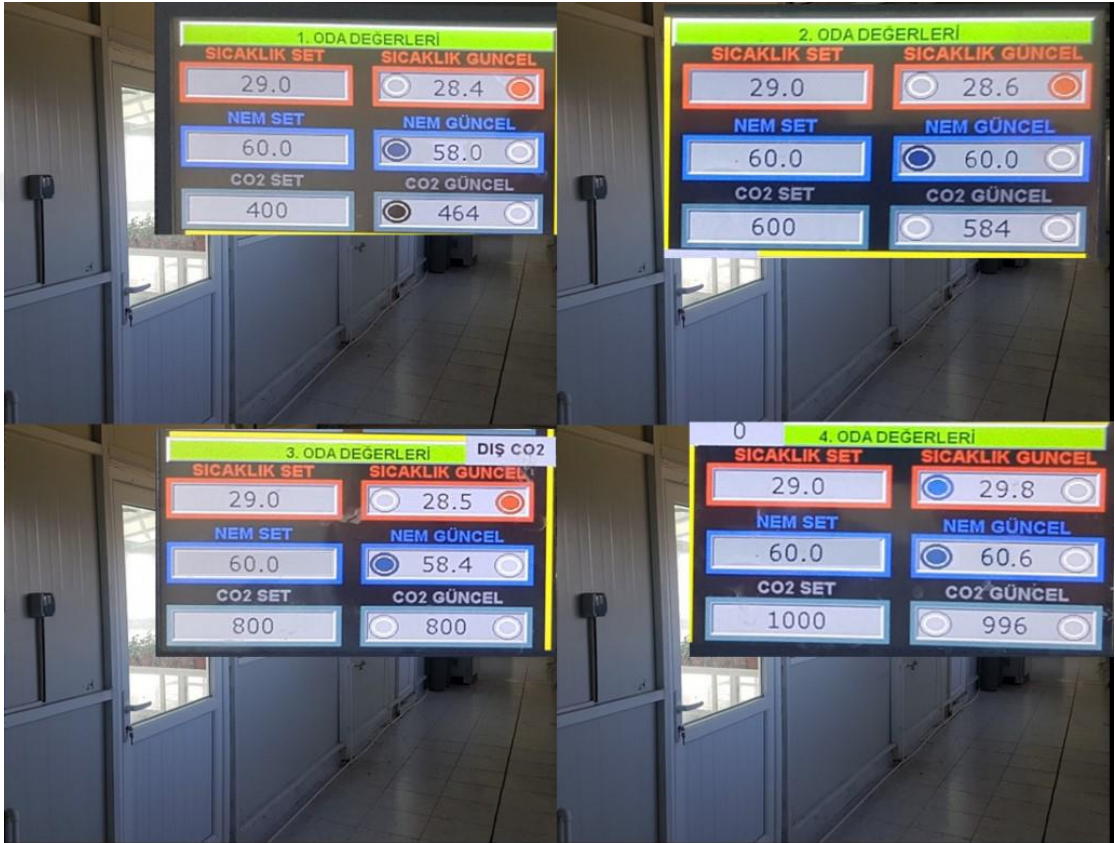


Şekil 3.6. Üst kısmı tül ile kaplanmış ve bitkiye maşa yardımıyla tutturulmuş petrinin ve yaprağın alt kısmında kullanılan delikli kartonun görünümü



Şekil 3.7. Petri hücrelerin yaprakta oluşturduğu ağırlığın desteklenmesinde kullanılan direklerin görünümü

Denemeler kurulduktan sonra her hücredeki birey günlük olarak takip edilmiştir. Bu takip esnasında bireylerin gömlek değiştirme durumları, verdiği yavru sayıları ve yaşam süreleri 24 saatte bir kayıt altına alınmıştır. Denemeler Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü CO₂ ve sıcaklık ayarlı serasında farklı CO₂ düzeylerine sahip (400, 600, 800 ve 1000 ppm) ve farklı sıcaklıklardaki (26/16, 29/19 ve 32/22 °C – Gündüz/Gece Sıcaklıkları) sera odalarında yürütülmüştür. Sıcaklık dereceleri gündüz sıcaklığı 14 saat ve gece sıcaklığı 10 saat olacak şekilde ayarlanmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Çalışmanın yürütüldüğü odaların CO₂, nem ve sıcaklık değerlerini gösteren otomasyon panelinin görüntüsü

Üç farklı sıcaklıkta (26/16, 29/19 ve 32/22 ±1°C) ve dört farklı CO₂ düzeylerine sahip (400, 600, 800 ve 1000 ppm) serada yürütülen bu denemelerin sonucunda elde edilen veriler kullanılarak farklı sıcaklık ve CO₂ seviyelerindeki gelişmeleri izlenen *M. persicae*'nin ayrı ayrı yaşam çizelgeleri oluşturulmuş, buradan söz konusu CO₂ ve sıcaklığın gelişme üzerine etkileri belirlenmiştir. *M. persicae*'nin (R_0) net üreme gücü, (r_m) kalıtsal üreme yeteneği ve (T_0) döl süresinin yaşam çizelgesi parametrelerinin tespit edilmesi için ise her bir sıcaklık derecesinde ve CO₂ seviyesinde ergin döneme ulaşan bireyler ölene kadar denemelere devam edilmiştir.

Bu bireylerden rastgele seçilen 4.nesil 0-24 saat/yaşlı 10'ar adet nimf ile her odada yeni bir seri daha kurulmuştur. Bu bireyler de aynı şekilde hücreler içerisinde takip edilmiş ve bireyler ölene kadar denemelere devam edilerek günlük kayıtları tutulmuştur.

Elde edilen verilerin hesaplanmasında Birch (1948), Andrewartha ve Birch (1954) ile Southwood (1978)' in ortaya koydukları formüllerden yararlanılmıştır.

$$\sum_{x=0}^{\infty} e^{-r(x+1)} l_x m_x = 1$$

l_x = x yaşındaki bireylerin 1' e göre bireylerin canlılık oranları

m_x = günlük dişi başına bireylerin dişi yavru sayısı

e= doğal logaritma tabanı

r_m = böceklerin kalıtsal üreme yeteneği

x = *M. persicae*'nin dişi bireylerin gün olarak yaşını açıklamaktadır.

Yaşam çizelgesi parametrelerinden bir diğeri olan net üreme gücü;

$$R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x$$

Formülü ile hesaplanırken, ortalama döl süresi ise;

$T_o = l_n R_o / r_m$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

3.3. İstatistiksel analizler

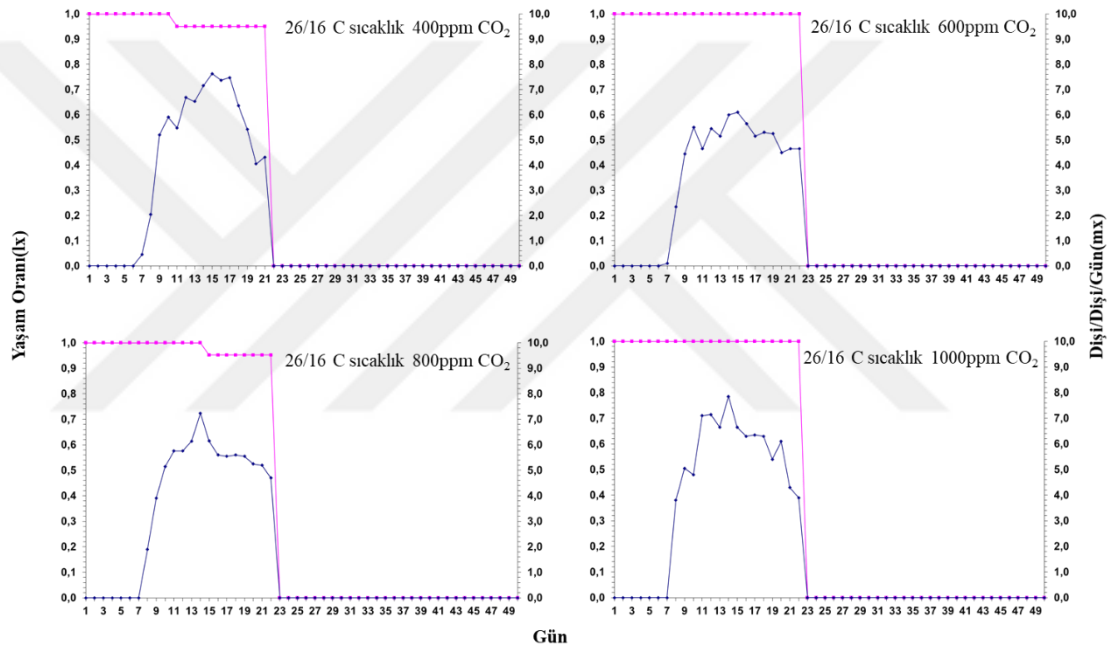
Denemeler sonucunda elde edilen Nimf 1'den Nimf 4'e kadar olan süre ve nimf gelişme süresi, preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon, ergin ömrü ve toplam gelişme süreleri ile yavru sayıları, elde edilen verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) $\alpha=0.05$ düzeyinde uygulanarak SPSS 17.0 programı aracılığıyla hesaplanmıştır (SPSS Inc., 2017). ANOVA sonucundaki hesaplamalarda ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve bu farkların önemli olup, olmadığı belirlenip çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey testi yardımıyla ortalamalar arasındaki istatistiksel farklılıklar ortaya konulmuştur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Küresel ısınmanın *M. persicae*'nin biyolojisi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, üç farklı sıcaklık (26/16°C, 29/19°C ve 32/22°C) ve dört farklı CO₂ düzeyinde (400 ppm, 600 ppm, 800 ppm ve 1000 ppm) denemeler yürütülmüştür.

4.1. Farklı sıcaklık ve CO₂ düzeylerinin üçüncü nesil *Myzus persicae* bireylerinin biyolojisi ve üreme gücüne etkisi

Denemeler sonucunda elde edilen verilere göre üçüncü nesil *M. persicae*'nin dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ve 26/16°C sıcaklıktaki yaşam eğrisi (l_x) ve bireylerin ortalama dişi yavru değerleri (m_x) Şekil 4.1'de verilmiştir.

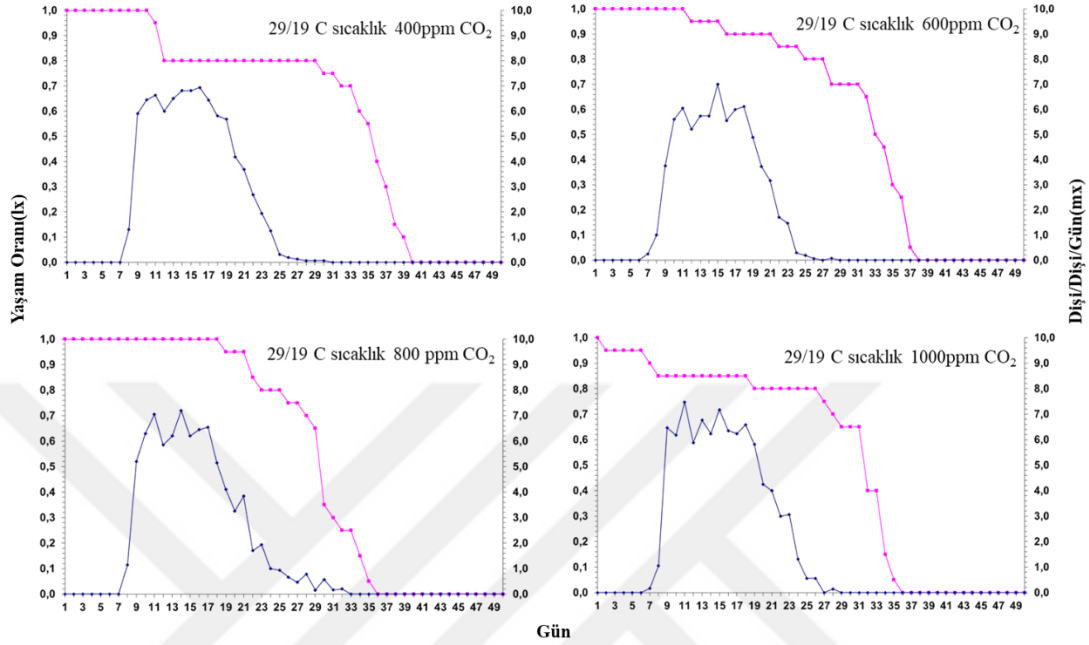


Şekil 4.1. Üçüncü nesil *Myzus persicae*'nin dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ve 26/16°C sıcaklıktaki yaşam eğrisi (l_x) ve bireylerin ortalama dişi yavru değerleri (m_x)

Yapılan çalışmada 26/16 °C'de *M. persicae*'nin biyolojisi üzerine CO₂ seviyelerinin etkisi açısından, Şekil 4.1 incelendiğinde, en uzun yaşam süresi 600, 800 ve 1000 ppm CO₂ düzeyinde 23 gün olarak belirlenmiştir. En kısa yaşam süresinin ise 400 ppm CO₂ düzeyinde 22 gün olduğu görülmüştür.¹

¹ Çalışma Malatya Turgut Özal Üniversitesi Kampüsünde 72 saat süre ile elektrik kesintisi yaşandığından dolayı sonlandırılmak zorunda kalmıştır.

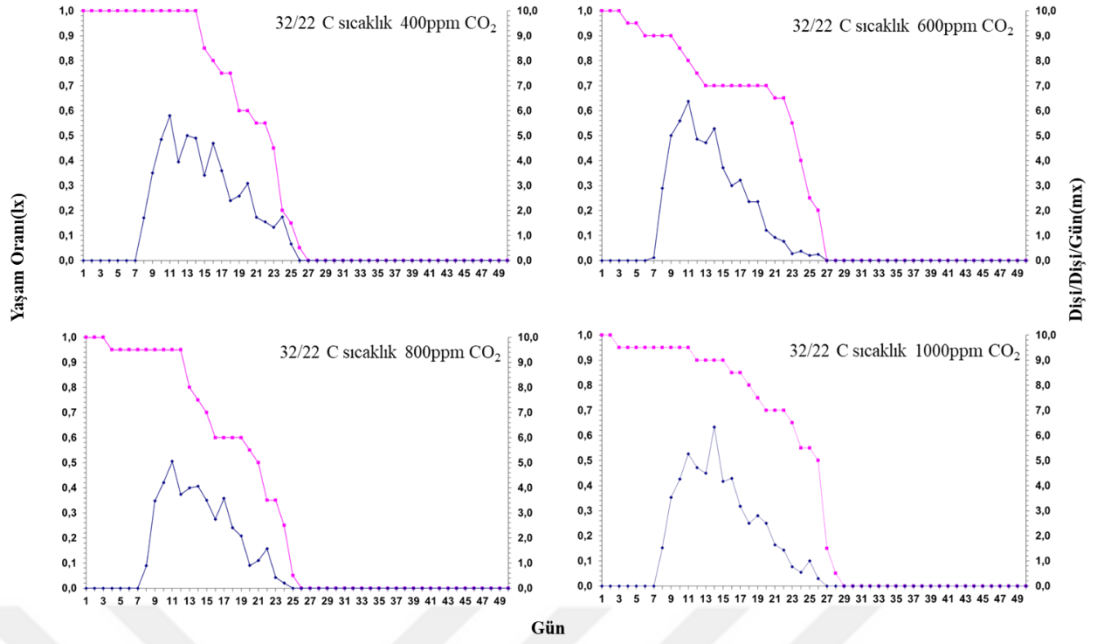
Çalışmanın başka bir bölümünde üçüncü nesil *M. persicae*' nın dört farklı CO₂ (400, 600,800 ve 1000 ppm) seviyesi ve 29/19°C sıcaklıktaki yaşam eğrisi (l_x) ve bireylerin ortalama dişi yavru değerleri (m_x) Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Üçüncü nesil *Myzus persicae*' nın dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ve 29/19°C sıcaklıktaki yaşam eğrisi (l_x) ve bireylerin ortalama dişi yavru değerleri (m_x)

Çalışmada 29/19 °C'de *M. persicae*' nın biyolojisi üzerine CO₂ seviyelerinin etkisi bakımından Şekil 4.2 incelendiğinde, en uzun yaşam süresi 400 ppm CO₂ düzeyinde 40 gün olarak tespit edilirken bunu 38 gün ile 600 ppm CO₂ düzeyi takip etmiştir. En kısa yaşam süreleri ise 800 ve 1000 ppm CO₂ düzeyinde 36 gün olarak kayıt edilmiştir. Bu durum sıcaklık artırıldığında CO₂ seviyelerindeki yükselişin böceğin yaşam döngüsü kısaltacağı kanısını oluşturmuştur. Bale vd. (2002)'nin 700 ve 1000 ppm seviyelerindeki CO₂'de yaptıkları çalışmada CO₂'deki artışın böceklerin biyolojisini etkilediğini ifade etmişlerdir. Çalışmadaki bulgularda benzer şekilde bir gelişme olduğunu doğrular niteliktedir.

Üçüncü nesil *M. persicae*' nın dört farklı CO₂ (400, 600,800 ve 1000 ppm) seviyesi ve 32/22°C sıcaklıktaki yaşam eğrisi (l_x) ve bireylerin ortalama dişi yavru değerleri (m_x) Şekil 4.3'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Üçüncü nesil *Myzus persicae*'nin dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ve 32/22°C sıcaklıktaki yaşam eğrisi (l_x) ve bireylerin ortalama dişi yavru değerleri (m_x)

Şekil 4.3 incelendiğinde, en uzun yaşam süresi 29 gün ile 1000 ppm CO₂ düzeyinde tespit edilirken bu değeri 27 gün ile 400 ve 600 ppm CO₂ düzeyleri takip etmiştir. De Paulo vd. (2020) yaptıkları bir çalışmada arttırılmış CO₂ yoğunluğunun *Bacillus thuringiensis*'li soya fasulyesi ile beslenen Tütün Beyazsineği (*Bemisia tabaci*) MEAM1 ırkının yaşam ve davranışları üzerine etkilerini araştırmış, bunun sonucunda yüksek CO₂'nin yumurtadan ergine gelişim süresini yükselttiğini ve *B. tabaci*'nin üreme gücünü azalttığını belirlemişlerdir. Bu çalışmada da en kısa yaşam süresi ise 26 gün ile 800 ppm CO₂ düzeyinde tespit edilmiştir. Burada sıcaklık artışındaki etki CO₂ seviyesi ile doğru orantılı olmamıştır. Wang vd. (2018) yüksek CO₂'nin, *S. avenae*'nin popülasyon dinamik seviyesini önemli ölçüde düşürdüğünü ve *R. padi* ve *S. graminum*'un popülasyon dinamik seviyelerini arttırdığını; yüksek sıcaklığın, *S. avenae*'nin popülasyon dinamik seviyesini önemli ölçüde düşürdüğünü ve *R. padi*'nin popülasyon dinamik seviyesini önemli ölçüde arttırdığını ifade etmişlerdir. Yapılan çalışmada da benzer şekilde yükselen sıcaklık ve CO₂ seviyesinin *M. persicae*'nin gelişmesi üzerine farklı etkiler gösterdiği tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmadaki üç farklı sıcaklık ve dört farklı CO₂ değerlerinin, üçüncü nesil bireylerin nimf süreleri ile toplam gelişme süreleri üzerine veriler Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1 incelendiğinde, 32/22°C sıcaklıkta birinci nimf gelişme süresi en kısa ortalama 1.00 gün ile 600 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun sürede tamamlayan bireyler 1.50 gün ile 800 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. De Paulo vd. (2020) Tütün Beyazsineği (*B. tabaci*) ile gerçekleştirdikleri çalışmanın sonucunda yüksek CO₂’nin gelişim süresinin uzadığını belirtmiş, benzer şekilde bu çalışmada da sıcaklığın artması ve CO₂ seviyesinin yükseltilmesi ile birinci nimf döneminin gelişme süresinin uzadığı görülmüştür. İkinci nimf gelişme süresi en kısa ortalama 1.48 gün ile 1000 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun sürede tamamlayan bireyler 1.77 gün ile 600 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Üçüncü nimf gelişme dönemi en kısa ortalama 1.30 gün ile 400 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun ise ortalama 1.53 gün ile 1000 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Dördüncü nimf gelişme süresien kısa ortalama 1.75 gün ile 800 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun ise 1.89 gün ile 1000 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Toplam nimf gelişim sürelerine bakıldığında, nimf gelişimi en kısa ortalama 5.35 gün ile 600 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun sürede tamamlayan bireyler 6.00 gün ile 400 ppm ve 1000 ppm CO₂ düzeyinde tespit edilmiştir. Filho vd. (2004) yaptıkları çalışmada *M. persicae*’nin agar ortamında patlıcan bitkisi üzerinde 25°C ‘de nimf gelişimini 5.9günde tamamladığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada da yakın olan 32/22°C sıcaklıkta benzer şekilde belirlenmiştir. Aynı çizelgede 29/19°C sıcaklıktaki verilere baktığımızda birinci nimf dönemini en kısa sürede tamamlayan bireyler ortalama 1.48 gün ile 600 ppm CO₂düzeyinde görülürken, en uzun sürede tamamlayan bireyler 1.63 gün ile 800 ppm ve 1000 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. İkinci nimf dönemi en kısa olarak ortalama 1.19 gün ile 400 ppm ve 1000 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun ise 1.32 gün ile 800 ppm CO₂ düzeyinde kayıt edilmiştir. Üçüncü nimf dönemini en kısa sürede tamamlayan bireyler 1.44 gün ile 800 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun sürede tamamlayan bireyler 1.82 gün ile 400 ppm CO₂ düzeyinde kayıt edilmiştir. Dördüncü nimf dönemi en kısa ortalama 1.75 gün ile 800 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun ise 1.89 gün ile 600 ppm CO₂ düzeyinde bulunmuştur. Toplam nimf gelişim sürelerine bakıldığında, nimf gelişimini en kısa sürede tamamlayan bireyler 6.15 gün ile 800 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun sürede tamamlayan bireyler 6.50 gün ile 400 ppm CO₂ düzeyinde tespit

edilmiştir. Satar vd. (1999)'nin *A. gossypii*'nin ebeğümeci, pamuk ve bamyada bitkilerinde gelişimi üzerine gerçekleştirdikleri çalışmada, nimf gelişim süreleri sırasıyla 5.6, 5.5 ve 6.0 gün olarak bulunmuştur. Yapılan çalışmanın 29/19°C sıcaklıktaki değerlerin yüksek oluşu değerlendirildiğinde aradaki farklılığın CO₂ seviyelerinden ve konukçu bitki farklılıklarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Bir diğeri 26/16°C sıcaklıkta, birinci nimf dönemini en kısa sürede tamamlayan bireyler ortalama 1.15 gün ile 1000 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiş olup, en uzun sürede tamamlayan bireyler ise 1.50 günle 400 ppm CO₂ düzeyinde tespit edilmiştir. İkinci nimf dönemini en kısa sürede tamamlayan bireyler 1.45 gün ile 400 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun sürede tamamlayan bireyler 1.80 günle 800 ppm CO₂ düzeyinde tespit edilmiştir. Üçüncü nimf dönemini en kısa sürede tamamlayan bireyler 1.50 gün ile 800 ppm CO₂ düzeyinde görülürken en uzun sürede tamamlayan bireyler 1.70 günle 400 ppm CO₂ düzeyinde kayıt edilmiştir. Dördüncü nimf döneminin en kısa sürede tamamlandığı bireyler ortalama 1.85 gün ile 800 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun sürede tamamlandığı bireyler ise 2.00 günle 400 ppm ve 1000 ppm CO₂ düzeyinde tespit edilmiştir. Her üç sıcaklık açısından bakıldığında en yüksek CO₂ düzeyi olan 1000 ppm de 1.15 gün ile 26/16°C'de, 1.40 gün ile 32/22°C de ve diğer sıcaklık 29/19°C'de ise 1.55 gün olarak belirlenmiştir. Wang vd.(2018) yükselen CO₂ seviyesinin 3 farklı buğday yaprakbiti türünün popülasyon dinamiklerini etkilediğini ifade etmişlerdir. Yapılan çalışmada da benzer şekilde aynı CO₂ seviyelerinde farklı sıcaklıklarda *M. persicae*'nin gelişmesinde farklılık görüldüğü belirlenmiştir.

Yine yapılan çalışmada iki farklı sıcaklık ve dört farklı CO₂ değerlerinin, üçüncü nesil bireylerin preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon, ergin ömrü ve toplam gelişme süreleri ile yavru sayıları üzerine etkileri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelge 4.2 incelendiğinde, 32/22°C sıcaklıkta preovipozisyon süresinin en kısa olduğu bireyler 0.16 gün ile 600 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun olduğu bireyler 0.71 gün ile 1000 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Ovipozisyon süresinin en kısa olduğu bireyler 13.50 gün ile 800 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun olduğu bireyler 14.77 gün ile 600 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Postovipozisyon süresinin en kısa olduğu bireyler 0.71 gün ile 400 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun olduğu bireyler 3.08 gün ile 600 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Ergin ömür uzunluğu açısından değerlendirildiğinde, en kısa ömür uzunluğuna sahip bireyler 14.89 gün ile 400 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en

uzun ömür uzunluğuna sahip bireyler 17.93 gün ile 600 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Toplam gelişme süreleri açısından değerlendirildiğinde, en kısa ömüre sahip bireyler 20.89 gün ile 400 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun ömüre sahip bireyler 23.85 gün ile 600 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Toplam yavru sayıları incelendiğinde, en az yavru sayısına sahip bireyler 48.42 yavru ile 800 ppm CO₂ düzeyinde belirlenirken, en fazla yavru sayısına sahip bireyler 54.30 yavru ile 1000 ppm CO₂ düzeyinde tespit edilmiştir.

Sıcaklık 29/19 °C de preovipozisyon süresinin en kısa olduğu bireyler 0.07 gün ile 400 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun süre olduğu bireyler 0.38 gün ile 1000 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Ovipozisyon süresinin en kısa olduğu bireyler 15.89 gün ile 600 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun olduğu bireyler 18.38 gün ile 400 ppm CO₂ düzeyinde tespit edilmiştir. Postovipozisyon süresinin en kısa olduğu bireyler 5.38 gün ile 800 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun olduğu bireyler 10.38 gün ile 400 ppm CO₂ düzeyinde kayıt edilmiştir. Ergin ömür uzunluğu açısından değerlendirildiğinde, en kısa ömür uzunluğuna sahip bireyler 23.57 gün ile 800 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun ömür uzunluğuna sahip bireyler 28.82 gün ile 400 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Toplam gelişme süreleri açısından değerlendirildiğinde, en kısa ömüre sahip bireyler 29.69 gün ile 800 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun ömüre sahip bireyler 35.25 gün ile 400 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Toplam yavru sayıları incelendiğinde, en az yavru sayısına sahip bireyler 73.24 yavru ile 600 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en fazla yavru sayısına sahip bireyler 87.88 yavru ile 1000 ppm CO₂ düzeyinde tespit edilmiştir. Yine Hosseini-tabesh vd. (2015)'nin *A. gossypii* ile gerçekleştirdikleri çalışmada, laboratuvar koşullarında (25°C) toplam ömür uzunluğu 16.76 gün, arazi koşullarında (25-43°C) 13.075 gün olarak bulunmuştur. Yavru sayıları ise laboratuvar koşullarında 17.87 yavru/dişi ve arazi koşullarında 4.49 yavru/dişi olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, bu çalışmadan farklı olarak elde edilen yavru sayılarının fazla olmasının ve toplam böcek ömrünün uzun olmasının farklı sıcaklık ve CO₂ değerlerinin böceklerin gelişimi ve yavru sayıları gibi üreme parametreleri üzerine etkisi olabileceğini düşünülmektedir.

4.2. Farklı sıcaklık ve CO₂ düzeylerinin üçüncü nesil *Myzus persicae* bireylerinin yaşam çizelgesi parametrelerine etkisi

Üçüncü nesil *M. persicae*' nın dört farklı CO₂ seviyesi (400, 600,800 ve 1000 ppm) ile 29/19°C sıcaklıklardaki (r_m) kalıtsal üreme yeteneği, (R_0) net üreme gücü ve (T_0) döl süresi üzerine etkileri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Çizelge 4.3 incelendiğinde, döl süresi en uzun 1000 ppm de 15. 271 olarak, en düşük ise 600 ppm'de 14.912 olarak tespit edilmiştir. Net üreme gücü açısından ise en yüksek 800 ppm'de 80.300 olarak en düşük ise 68.850 ile 600 ppm'de belirlenmiştir. Satar vd.(2007)'de biber bitkisinin yaprakları üzerinde *M. persicae* ile farklı sıcaklıklarda yaptıkları çalışmada, net üreme gücünü (R_0) en yüksek 68.38 ile 22.5°C tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada benzer sıcaklıkta net üreme gücünün zıt yönde belirlenmesine besin ve CO₂ seviyelerinin neden olabileceği kanısı oluşmuştur.

Üçüncü nesil *M. persicae*' nın dört farklı CO₂ (400, 600,800 ve 1000 ppm) seviyesi ile 32/22°C sıcaklıktaki (r_m) kalıtsal üreme yeteneği, (R_0) net üreme gücü ve (T_0) döl süresi üzerine etkileri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelge 4.4 incelendiğinde döl süresi en uzun CO₂ 1000 ppm de 14.218 olarak, en düşük ise 13.057 gün ile 600 ppm de belirlendiği görülmektedir. Net üreme gücü açısından bakıldığında ise en yüksek 1000 ppm de 47.450 olarak en düşük ise 33.500 ile 800 ppm de tespit edilmiştir. Kalıtsal üreme yeteneği için değerlendirildiğinde en düşük değerin 800 ppm CO₂ seviyesinde 0.295 olduğu, en yüksek ise 600 ppm de 0.323 olduğu tespit edilmiştir. Hosseini-tabesh vd. (2015)'nin *A. gossypii* ile gerçekleştirdiği çalışmanın sonuçlarına göre döl süresi 10.66 gün, kalıtsal üreme yeteneği 0.140, net üreme gücü 4.48 olarak bulunmuştur. Aradaki bu farklılıkların böceklerin yüksek sıcaklıklara verdiği tepkiden, kullanılan bitkinin farklı olmasından ve CO₂'nin etkisinden kaynaklanabileceği düşüncesi oluşmuştur. Bu çalışmada da CO₂'nin etkisinin farklı şekilde böcek biyolojisini etkilediği gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.1. Üçüncü nesil *Myzus persicae*'nin dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ile üç farklı (26/16, 29/19 ve 32/22°C) sıcaklıkta nimf gelişim süreleri ve toplam gelişme süreleri üzerine CO₂*Sıcaklık etkileşimlerinin (Ortalama± SH)

Sıcaklık (°C)	CO ₂ ppm	N	Nimf1	Nimf2	Nimf3	Nimf4	Toplam gelişim
26/16		20	1.50±0.14a	1.45±0.12a	1.70±0.11a	2.00±0.00a	6.65±0.15a
29/19	400	16	1.57±0.13b	1.19±0.11a	1.82±0.14b	1.88±0.09a	6.50±0.11a
32/22		17	1.36±0.15ab	1.59±0.15ab	1.30±0.12a	1.77±0.11a	6.00±0.13a
26/16		20	1.20±0.10a	1.55±0.14a	1.55±0.14a	1.95±0.05a	6.25±0.12a
29/19	600	17	1.48±0.13ab	1.30±0.12ab	1.59±0.13ab	1.89±0.15a	6.25±0.20ab
32/22		13	1.00±0.10a	1.77±0.13b	1.39±0.15a	1.77±0.13a	5.35±0.42ab
26/16		20	1.30±0.11a	1.80±0.10a	1.50±0.12a	1.85±0.11a	6.45±0.14a
29/19	800	16	1.63±0.13b	1.32±0.12ab	1.44±0.13ab	1.75±0.12a	6.15±0.11ab
32/22		12	1.50±0.16ab	1.50±0.16ab	1.42±0.15ab	1.75±0.14a	5.95±0.55a
26/16		20	1.15±0.09a	1.50±0.12a	1.60±0.12a	2.00±0.00a	6.25±0.12a
29/19	1000	16	1.63±0.13b	1.19±0.11a	1.57±0.13ab	1.88±0.09a	6.25±0.12a
32/22		17	1.42±0.13ab	1.48±0.13ab	1.53±0.13ab	1.89±0.09a	6.00±0.35a

Her sütun kendi içinde aynı harfi içeren ortalamalar arasında fark Tukey testine göre istatistik olarak önemli değildir (P>0.05). SD *M.persicae* .N1=7, 116, 2,505 (0,063)/*M.persicae*.N2. = 7,116, 0,940 (0,424) *M.persicae* N3. = 7,116, 0,395 (0,757); *M.persicae* N4 = 7,116, 0,444 (0,722) ; *M.persicae*.NToplamgelişim. = 3,116, F: 0,556 Sig: 0,645

Çizelge 4.2. Üçüncü nesil *Myzus persicae*'nin dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ile iki farklı (29/19 ve 32/22°C) sıcaklıkta preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon, ergin ömrü ve toplam gelişme süreleri ile yavru sayıları üzerine CO₂*Sıcaklık etkileşimlerini (Ortalama± SH)

Sıcaklık °C	CO ₂ ppm	N	Preovipozisyon	Ovipozisyon	Postovipozisyon	Ergin Ömrü	Toplam gelişme	Toplam yavru
29/19	400	16	0.07±0.07a	18.38±0.62d	10.38±0.73e	28.82±0.65c	35.25±0.70c	87.00±3.03c
	600	17	0.30±0.15a	15.89±0.88abcd	9.71±0.99de	25.89±0.87bc	32.12±0.92bc	73.24±3.30b
	800	16	0.32±0.12a	17.88±0.93cd	5.38±0.92bc	23.57±0.73c	29.69±0.70b	84.82±1.96bc
	1000	16	0.38±0.13a	17.32±0.58bcd	6.75±0.94cd	24.44±1.10c	30.69±1.07b	87.88±1.75c
32/22	400	17	0.30±0.12a	13.89±0.78ab	0.71±0.24a	14.89±0.86a	20.89±0.89a	50.77±3.02a
	600	13	0.16±0.11a	14.77±0.69abcd	3.08±0.62ab	17.93±0.53a	23.85±0.53a	53.39±3.17a
	800	12	0.59±0.20a	13.50±0.91a	1.67±0.49a	15.75±0.81a	21.92±0.83a	48.42±4.29a
	1000	17	0.71±0.27a	14.65±1.1abc	1.95±0.67a	17.30±0.92a	23.59±0.90a	54.30±3.88a

Her sütun kendi içinde aynı harfi içeren ortalamalar arasında fark Tukey testine göre istatistik olarak önemli değildir (P>0.05).SD_{M.persicae.Npreovipozisyon}=3, 116, 2,586 (0,057)_{M.persicae.Novipozisyon} = 7,116, 0,358 (0,784) _{M.persicae.Npostovipozisyon} = 7,116, 5,324 (0,002); _{M.persicae.NLongvity} = 7,116, 2,924 (0,037) ; _{M.persicae.NToplamyavru} = 7,116, F: 2.852 Sig: 0,040; _{M.persicae.NToplamyavrusyst} = 3,116, F: 2.279 Sig: 0,083

Çizelge 4.3. Üçüncü nesil *Myzus persicae*' nin dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ile 29/19°C sıcaklıklardaki kalıtsal üreme yeteneği (r_m) ile net üreme gücü (R_0) ve döl süresi (T_0) üzerine etkileri

29/19°C	400 ppm CO ₂	600 ppm CO ₂	800 ppm CO ₂	1000 ppm CO ₂
r_m	0.340	0.330	0.344	0.336
R_0	72.400	68.850	80.300	74.750
T_0	14.919	14.912	15.150	15.271

Çizelge 4.4. Üçüncü nesil *Myzus persicae*' nin dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ile 32/22°C sıcaklıklardaki kalıtsal üreme yeteneği (r_m) ile net üreme gücü (R_0) ve döl süresi (T_0) üzerine etkileri

32/22°C	400 ppm CO ₂	600 ppm CO ₂	800 ppm CO ₂	1000 ppm CO ₂
r_m	0.319	0.323	0.295	0.312
R_0	47.100	40.300	33.500	47.450
T_0	13.800	13.057	13.255	14.218

Çizelge 4.5. Dördüncü nesil *Myzus persicae*' nin dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ile üç farklı (26/16, 29/19 ve 32/22°C) sıcaklıkta nimf gelişim süreleri ve toplam gelişme süreleri üzerine CO₂*Sıcaklık etkileşim süreleri (Ortalama± SH)

Sıcaklık °C	CO ₂ ppm	N	Nimf1	Nimf2	Nimf 3	Nimf4	Toplam gelişim
29/19	400	9	1.44±0.57	1.55±0.52	1.55±0.52	1.66±0.50	6.22±0.44
	600	8	1.25±0.46	1.62±0.51	1.50±0.53	1.50±0.53	5.87±0.35
	800	7	1.14±0.37	1.57±0.53	1.85±0.37	1.42±0.53	6.00±0.00
	1000	8	1.62±0.74	1.50±0.53	1.50±0.53	1.87±0.35	6.50±0.53
32/22	400	8	1.37±0.51	1.62±0.51	1.25±0.46	1.75±0.46	6.00±0.53
	600	9	1.44±0.52	1.33±0.50	1.33±0.50	1.88±0.33	6.00±0.50
	800	8	1.12±0.35	1.62±0.51	1.50±0.53	1.62±0.51	5.87±0.64
	1000	8	1.12±0.35	1.62±0.51	1.37±0.51	1.75±0.46	5.87±0.64

Her sütun kendi içinde aynı harfi içeren ortalamalar arasında fark Tukey testine göre istatistik olarak önemli değildir (P>0.05). SD_{M.persicae .preov} =4, 39 , F_{M.persicae..} = 2,44 (0,117)SD_{M.persicae. ovip} =2, 48, F_{M.persicae.} = 0,555 (0,578) SD_{M.persicae .preov} =2, 48, F_{M.persicae.} = 2,28(0,113)

Çizelge 4.6. Dördüncü nesil *Myzus persicae*'nin dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ile iki farklı (29/19 ve 32/22°C) sıcaklıkta ovipozisyona, postovipozisyona, ergin ömrü ve toplam gelişme süreleri ile yavru sayıları üzerine CO₂*Sıcaklık etkileşimlerini (Ortalama± SH)

Sıcaklık °C	CO ₂ ppm	Preovipozisyona	Ovipozisyona	Postovipozisyona	Ergin yaşama süresi	Toplam yaşama süresi	Toplam yavru sayısı
29/19	400	0.12±0.12a	16.78±0.65a	11.12±1.36a	27.89±0.85a	34.12±0.91a	88.78±1.72a
	600	0.13±0.13a	16.25±0.37a	11.25±1.00a	27.5±0.83a	33.38±0.83a	84.88±1.75a
	800	0.43±0.21a	17.15±0.35a	7.58±1.16a	25.15±1.29a	31.15±1.29a	76.00±4.15a
	1000	0.50±0.27a	16.13±1.47a	8.13±1.36a	24.25±1.25a	30.75±1.24a	75.88±5.40a
32/22	400	1.00±0.33a	14.00±1.35a	0.00±0.00a	15.00±1.47a	21.00±1.35a	44.5±5.32a
	600	0.12±0.12a	13.78±1.30a	0.56±0.34a	14.45±1.39a	20.56±1.31a	53.12±5.80a
	800	0.50±0.19a	15.38±0.97a	0.38±0.19a	16.25±0.98a	22.00±1.00a	50.75±3.07a
	1000	0.38±0.19a	13.75±1.83a	0.00±0.00a	14.13±1.95a	20.00±1.86a	45.13±6.93a

Her sütun kendi içinde harfi içeren ortalamalar arasında fark Tukey testine göre istatistik olarak önemli değildir (P>0.05). SD_{M.persicae .preov} = 2, 48, F_{M.persicae .preov} = 2,28(0,113) = 2,44 (0,117)SD_{M.persicae .ovip} = 2, 48, F_{M.persicae .ovip} = 0,555 (0,578)SD_{M.persicae .preov} = 4, 39, F_{M.persicae .preov} =

Çizelge 4.7. *Myzus persicae*' nin dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ile iki farklı (29/19 ve 32/22°C) sıcaklıkta nimf gelişim süreleri üzerine CO₂ interaksyonları (Ortalama± SH)

CO ₂ ppm	N	Nimf1	Nimf2	Nimf3	Nimf4	Toplam Gelişim
400	33	1.45±0.09a	1.38±0.08a	1.55±0.09a	1.82±0.07a	6.21±0.11a
600	30	1.23±0.09a	1.53±0.09a	1.48±0.09a	1.82±0.08a	6.08±0.11a
800	28	1.56±0.09a	1.40±0.09a	1.42±0.10a	1.75±0.08a	6.14±0.12a
1000	30	1.52±0.09a	1.32±0.08a	1.54±0.09a	1.87±0.08a	6.27±0.11a

Her sütun kendi içinde aynı harfi içeren ortalamalar arasında fark Tukey testine göre istatistik olarak önemli değildir (P>0.05).SD_{M.persicae.NI}=3, 116 , 2,505 (0,063)M.persicae.N2. = 3,116, 0,940 (0,424) M.persicae.N3. = 3,116, 0,395 (0,757);M.persicae.N4 = 3,116, 0,444 (0,722) ;M.persicae.NToplamgelişim. = 3,116, F: 0,556 Sig: 0,645

Çizelge 4.8. *Myzus persicae*' nin dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ile iki farklı (29/19 ve 32/22°C) sıcaklıkta preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon, ergin ömrü ve toplam gelişme süreleri ile toplam yavru sayısı üzerine CO₂ interaksyonları (Ortalama± SH)

CO ₂ ppm	N	Preovipozisyon	Ovipozisyon	Postovipozisyon	Ergin ömrü	Toplam gelişme yavrusayısı	Toplam
400	33	0.17±0.10a	16.12±0.57a	5.54±0.51ab	21.84±0.57ab	28.06±0.58a	68.88±2.31a
600	30	0.22±0.11a	15.32±0.60a	6.39±0.54b	21.90±0.61b	27.98±0.61a	63.31±2.25a
800	28	0.44±0.11a	15.68±0.62a	3.52±0.56a	19.65±0.63a	25.80±0.63a	66.61±2.33a
1000	30	0.54±0.10a	15.98±0.57a	4.34±0.51a	20.86±0.57ab	27.13±0.58a	71.08±2.13a

Her sütun kendi içinde aynı harfi içeren ortalamalar arasında fark Tukey testine göre istatistik olarak önemli değildir (P>0.05).SD_{M.persicae.Npreovipozisyon}=3, 116 , 2,586 (0,057)M.persicae. Novipozisyon. = 3,116, 0,358 (0,784) M.persicae.Npostovipozisyon. = 3,116, 5,324 (0,002);M.persicae.NLongvity. = 3,116, 2,924 (0,037) ;M.persicae.NToplamyasam. = 3,116, F: 2,852 Sig: 0,040;M.persicae.NToplamyavrusaysi. = 3,116, F: 2,279 Sig: 0,083

Çizelge 4.9. Dördüncü nesil *Myzus persicae*' nin dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ile 29/19°C sıcaklıklardaki kalıtsal üreme yeteneği (r_m) ile net üreme gücü (R_0) ve dövl süresi (T_0) üzerine etkileri

29/19°C	400 ppm CO ₂	600 ppm CO ₂	800 ppm CO ₂	1000 ppm CO ₂
r_m	0.340	0.340	0.340	0.30
R_0	88.78	85.11	60.22	76.44
T_0	14.31	13.76	14.60	14.98

Çizelge 4.10. Dördüncü nesil *Myzus persicae*' nin dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ile 32/22°C sıcaklıklardaki kalıtsal üreme yeteneği (r_m) ile net üreme gücü (R_0) ve dövl süresi (T_0) üzerine etkileri

32/22°C	400 ppm CO ₂	600 ppm CO ₂	800 ppm CO ₂	1000 ppm CO ₂
r_m	0.340	0.340	0.340	0.340
R_0	44.50	53.11	50.50	48.43
T_0	14.02	13.72	13.77	14.07

4.3. Farklı sıcaklık ve CO₂ düzeylerinin dördüncü nesil *Myzus persicae* bireylerinin biyolojisi ve üreme gücüne etkisi

Çalışmada iki farklı sıcaklık ve dört farklı CO₂ değerlerinin, dördüncü nesil bireylerin nimf süreleri ile toplam gelişme sürelerine ait veriler Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5 incelendiğinde, nimf gelişim süresi en uzun olan bireyler 6.50 gün ile 29/19°C sıcaklık ve 1000 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en kısa olan bireyler 5.87 gün ile 29/19°C sıcaklık ve 600 ppm CO₂ düzeyi ile 32/22°C sıcaklık ve 600 ppm ile 800 ppm CO₂ düzeyinde görülmüştür. Satar vd. (2007)’nin gerçekleştirdiği çalışmada patlıcan diskleriyle beslenen 25°C *M. persicae*’nin nimf gelişimini 5.1 günde, *A. gossypii*’nin 4 günde tamamladığı; 15°C’de ise *M. persicae*’nin nimf gelişimini 13 günde, *A. gossypii*’nin 11.6 günde tamamladığı belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarıyla karşılaştırıldığında aynı takımda yer alan farklı böcekler olmasına karşın gelişim sürelerindeki farklılığa sadece sıcaklığın değil sıcaklıkla birlikte değişen CO₂ seviyelerinin de neden olabileceği kanısı oluşmuştur.

Yine yapılan çalışmada iki farklı sıcaklık ve dört farklı CO₂ değerlerinin, dördüncü nesil bireylerin preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon, ergin ömrü ve toplam gelişme süreleri ile yavru sayılarına ait veriler Çizelge 4.6’de verilmiştir.

Çizelge 4.6 incelendiğinde, dördüncü nesilde preovipozisyon süresi en uzun olan bireyler 1.00 gün ile 32/22°C sıcaklık ve 400 ppm CO₂ seviyesinde görülürken, en kısa olan bireyler 0.12 gün ile 32/22°C sıcaklık ve 600 ppm CO₂ seviyesi ile 29/19°C sıcaklık ve 400 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Ovipozisyon süresi en uzun olan bireyler 17.15 gün ile 29/19°C sıcaklık ve 800 ppm CO₂ düzeyinde belirlenirken, en kısa olan bireyler 13.75 gün ile 32/22°C sıcaklık ve 1000 ppm CO₂ düzeyinde tespit edilmiştir. Postovipozisyon süresi en uzun olan bireyler ise 11.25 gün ile 29/19°C sıcaklık ve 600 ppm CO₂ seviyesinde belirlenirken, en kısa olan bireyler 0 gün ile 32/22°C sıcaklıkta 400 ppm ve 1000 ppm CO₂ seviyesinde belirlenmiştir. Ergin ömrü 27.89 gün ile en uzun 29/19°C sıcaklık ve 400 ppm CO₂ seviyesinde belirlenirken, toplam yaşam süresi en uzun 34.12 gün ile yine aynı sıcaklık ve CO₂ değerinde tespit edilmiştir. Ergin ömrü 14.13 gün ile en kısa 32/22°C sıcaklık ve 1000 ppm CO₂ seviyesinde belirlenirken, toplam yaşam süresi en kısa 20.00 gün ile yine aynı sıcaklık ve CO₂ değerinde tespit edilmiştir. Toplam yavru sayısı, en fazla 88.78 yavru ile 29/19°C sıcaklık ve 400 ppm CO₂ düzeyinde

görülürken, en az 44.50 yavru ile 32/22°C sıcaklık 400 ppm CO₂'de görülmüştür. Michelotto vd. (2015)'nin farklı sıcaklıklarda patlıcan yaprak diskleriyle beslenen *M. persicae* ile gerçekleştirdikleri çalışmada, yavru sayıları 25°C'de 17.63, 20°C'de 43.63 ve 15°C'de 60.65 olduğunu, yani sıcaklık azaldıkça yavru sayılarının arttığını ifade etmişlerdir. Yapılan çalışmada da bu çalışmaya paralel şekilde sıcaklık azaldıkça yavru sayısının arttığı görülmüştür. Yine Liu vd. (2017) gerçekleştirdikleri çalışmada CO₂ seviyeleri yükseldikçe yavru sayılarının azalacağını ifade etmişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre CO₂ seviyelerindeki artışın her zaman yavru sayısında azalmaya neden olmadığı görülmüş ve bu farklılığın sadece CO₂ miktarlarındaki değişimden değil aynı zamanda sıcaklıktan ve böceklerin adaptasyon yeteneklerinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Çalışmada iki farklı sıcaklıktaki dört farklı CO₂ değerlerinin, birlikte değerlendirilmesi sonucu elde edilen nimf süreleri ile toplam gelişme süreleri üzerine etkileri Çizelge 4.7'de verilmiştir.

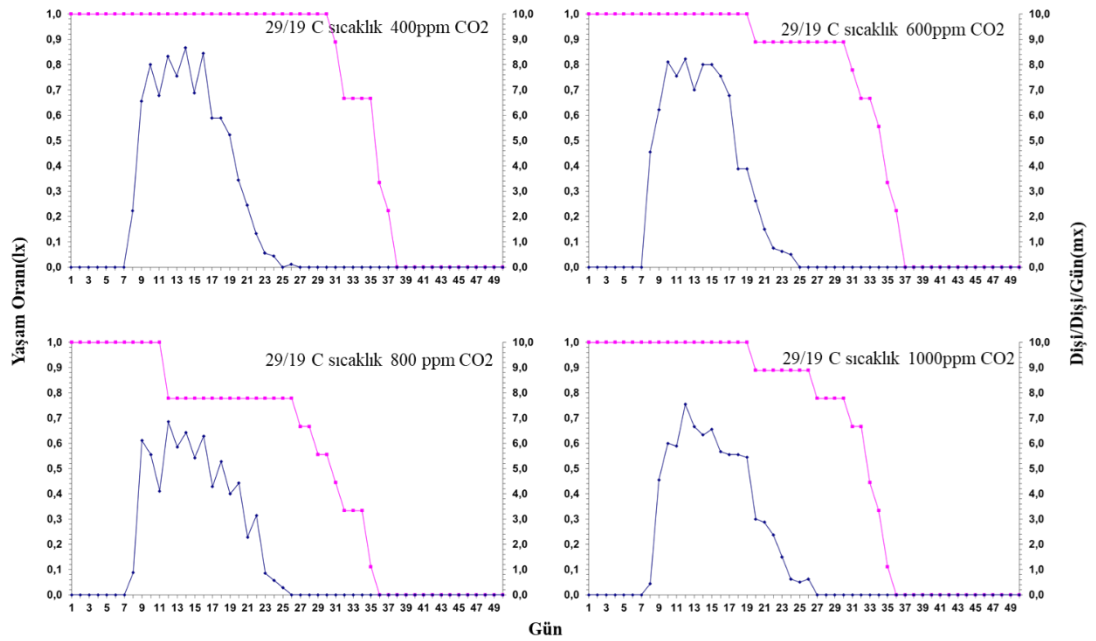
Çizelge 4.7 incelendiğinde, birinci nimf dönemi gelişmesi en kısa olarak ortalama 1.23 gün ile 600 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun ise ortalama 1.56 gün ile 800 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. İkinci nimf dönemini en kısa sürede tamamlayan bireyler 1.32 gün ile 1000 ppm CO₂ düzeyinde belirlenirken, en uzun sürede tamamlayan bireyler 1.53 gün ile 600 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Üçüncü nimf dönemini en kısa sürede tamamlayan bireyler 1.42 gün ile 800 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun sürede tamamlayan bireyler 1.55 gün ile 400 ppm CO₂ düzeyinde tespit edilmiştir. Dördüncü nimf dönemini en kısa sürede tamamlayan bireyler 1.75 gün ile 800 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun 1.87 gün ile 1000 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Toplam nimf gelişim süreleri açısından değerlendirildiğinde, en kısa sürede tamamlayan bireyler 6.08 gün ile 600 ppm CO₂ düzeyinde belirlenirken, en uzun sürede tamamlayan bireyler 6.27 gün ile 1000 ppm CO₂ düzeyinde tespit edilmiştir.

Yine yapılan çalışmada iki farklı sıcaklıktaki dört farklı CO₂ değerlerinin, birlikte değerlendirilmesi sonucu elde edilen preovipozisyon, ovipozisyon, postovipozisyon, ergin ömrü ve toplam gelişme süreleri ile yavru sayıları üzerine etkileri Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8 incelendiğinde, preovipozisyon süresi en kısa olan bireyler 0.17 ile 400 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun olan bireyler 0.54 gün ile 1000 ppm CO₂ düzeyinde tespit edilmiştir. Ovipozisyon süresi en kısa olan bireyler 15.32 gün

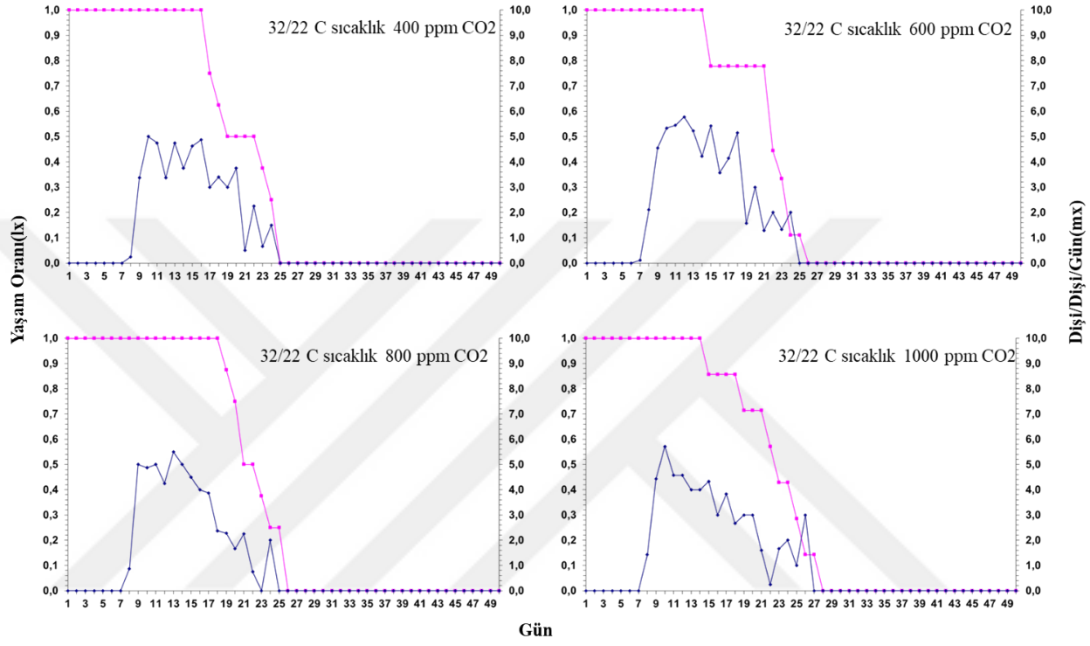
ile 600 ppm CO₂ düzeyinde belirlenirken, en uzun olan bireyler 16.12 gün ile 400 ppm CO₂ düzeyinde tespit edilmiştir. Postovipozisyon süresi en kısa olan bireyler 3.52 gün ile 800 ppm ve 4.34 gün ile 1000 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun olan bireyler 6.39 gün ile 600 ppm CO₂ düzeyinde görülmüş ve aralarında istatistiksel olarak farklılıklar bulunmuştur. Ergin ömrü en kısa olan bireyler 19.65 gün ile 800 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun olan bireyler 21.90 gün ile 600 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiş ve aralarında istatistiksel farklılıklar bulunmuştur. Toplam yaşam süresi en kısa olan bireyler 25.80 gün ile 800 ppm CO₂ düzeyinde belirlenirken, en uzun olan bireyler 28.06 gün ile 400 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Toplam yavru sayısı en az olan bireyler 63.31 yavru ile 600 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en fazla olan bireyler 71.08 yavru ile 1000 ppm CO₂ düzeyinde tespit edilmiştir.

Üçüncü nesil bireylerden elde edilen yavrular ile 2 farklı sıcaklık (29/19°C ve 32/22°C) ve 4 farklı CO₂ düzeyinde (400, 600, 800 ve 1000 ppm) denemeler yürütülmüştür. Denemeler sonucunda elde edilen verilere göre dördüncü nesil bireylerin yaşam eğrisi (l_x) ile bıraktığı ortalama dişi yavru değerleri (m_x) Şekil 4.4’de verilmiştir.



Şekil 4.4. Dördüncü nesil *Myzus persicae*'nin dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ve 29/19°C sıcaklıktaki yaşam eğrisi (l_x) ve bireylerin ortalama dişi yavru değerleri (m_x)

Şekil 4.4 incelendiğinde, en uzun yaşam süresi 38 gün ile 400 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiş, bu değeri 37 gün ile 600 ppm CO₂ düzeyi takip etmiştir. En kısa yaşam süreleri ise 800 ppm ve 1000 ppm CO₂ düzeyinde 36 gün olarak tespit edilmiştir. Dördüncü nesil *Myzus persicae* bireylerinin dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ve 32/22°C sıcaklıktaki yaşam eğrisi (l_x) ile bıraktığı ortalama dişi yavru değerleri (m_x) Şekil 4.5’de verilmiştir.



Şekil 4.5. Dördüncü nesil *Myzus persicae*'nın bireylerinin dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ve 32/22°C sıcaklıktaki yaşam eğrisi (l_x) ile bıraktığı ortalama dişi yavru değerleri (m_x)

Şekil 4.5 incelendiğinde, en uzun yaşam süresi 1000 ppm CO₂ düzeyinde 27 gün olarak belirlenmiş ve bunu 26 gün ile 600 ppm ve 800 ppm CO₂ düzeyleri takip etmiştir. En kısa yaşam süresi ise 400 ppm CO₂ düzeyinde 25 gün olarak tespit edilmiştir.

4.4. Farklı sıcaklık ve CO₂ düzeylerinin dördüncü nesil *Myzus persicae* bireylerinin yaşam çizelgesi parametrelerine etkisi

Dördüncü nesil *M. persicae*'nın dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ile 29/19°C sıcaklıktaki kalıtsal üreme yeteneği (r_m), net üreme gücü (R_0) ve döl süresi (T_0) üzerine etkileri Çizelge 4.9’da verilmiştir. Çizelge 4.9 incelendiğinde döl süresi en uzun 1000 ppm CO₂'de 14.98 olarak, en düşük ise 600

ppm CO₂'de 13.76 olarak belirlenmiştir. Net üreme gücü açısından bakıldığında ise en yüksek 400 ppm CO₂'de 88.78 olarak, en düşük 60.22 ile 800 ppm CO₂'de tespit edilmiştir. Kalıtsal üreme yeteneği için değerlendirildiğinde en düşük 1000 ppm CO₂ seviyesinde 0.30 olarak, en yüksek 400, 600 ve 800 ppm CO₂ seviyelerinde 0.340 olarak tespit edilmiştir. Dördüncü nesil *M. persicae*'nin dört farklı CO₂ (400, 600, 800 ve 1000 ppm) seviyesi ile 32/22°C sıcaklıktaki kalıtsal üreme yeteneği (r_m), net üreme gücü (R_0) ve dölsüresi (T_0) Çizelge 4.10'da verilmiştir. Çizelge 4.10 incelendiğinde döl süresi en uzun 1000 ppm CO₂'de 14.07 olarak, en düşük 600 ppm CO₂'de ise 13.72 olarak belirlenmiştir. Net üreme gücü açısından bakıldığında ise en yüksek 600 ppm CO₂'de 53.11 olarak, en düşük ise 44.50 ile 400 ppm CO₂'de tespit edilmiştir. Kalıtsal üreme için değerlendirildiğinde bütün CO₂ seviyelerinde 0.340 olduğu tespit edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Myzus persicae'nin farklı sıcaklık ve CO₂ düzeylerindeki gelişimi ve biyolojik parametrelerini belirlemek amacıyla üçüncü nesil bireyler ile gerçekleştirdiğimiz çalışmada, toplam nimf gelişim süresi en kısa olan bireyler 32/22°C sıcaklık ve 600 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun nimf gelişim süresine sahip bireyler 29/19°C sıcaklık ve 400 ppm CO₂ düzeyine görülmüştür. Preovipozisyon süresi en kısa olan bireyler 29/19°C sıcaklık ve 400 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun olan bireyler 32/22°C sıcaklık ve 1000 ppm CO₂ değerinde tespit edilmiştir. Ovipozisyon süreleri açısından bakıldığında, en kısa ovipozisyon süresi 32/22°C sıcaklık ve 800 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en uzun ovipozisyon süresi 29/19°C sıcaklık ve 400 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Postovipozisyon süresi, ergin ömrü ve toplam ömür uzunluğu açısından değerlendirildiğinde, en kısa süreye sahip değerler 32/22°C sıcaklık ve 400 ppm CO₂ düzeyinde belirlenirken, en uzun süreye sahip değerler 29/19°C sıcaklık ve 400 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Toplam yavru sayıları incelendiğinde ise en fazla yavru sayısı 29/19°C sıcaklık ve 1000 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en az yavru sayısı 32/22°C sıcaklık ve 800 ppm CO₂ düzeyinde görülmüştür.

Bununla birlikte, net üreme gücü ve kalıtsal üreme yeteneği en yüksek olan bireyler 29/19°C sıcaklık ve 800 ppm CO₂ düzeyinde belirlenirken, en düşük olan bireyler 32/22°C sıcaklık ve 800 ppm CO₂ düzeyinde belirlenmiştir. Döl süresi açısından, en uzun döl süresine sahip bireyler 29/19°C sıcaklık ve 1000 ppm CO₂ düzeyinde görülürken, en kısa olan bireyler 32/22°C sıcaklık ve 600 ppm CO₂ düzeyinde tespit edilmiştir.

1. Yapılan çalışmada sıcaklıktaki artış ile birlikte farklı CO₂ seviyelerinin *Myzus persicae*'nin net üreme gücünü ve döl süresini etkilediği görülmüştür. Bu da gelecek yıllarda küresel ısınma ile birlikte böceklerin kısa sürede dölleri tamamlayabileceği yönünde bir kanı oluşturmuştur.
2. Benzer şekilde sıcaklıktaki artışla birlikte yavru sayısında meydana gelen değişim küresel ısınmadan kaynaklı böceklerin yavru sayılarının da azalabileceği yönünde bir izlenime neden olmuştur. Aynı zamanda ovipozisyon sürelerinde meydana gelen azalmanın da bu düşüncüyü destekleyici yönde etki ettiği düşünülmektedir.

3. Sabit CO₂ düzeylerinde sıcaklık artışıyla birlikte böceklerin ömür uzunluklarında görülen kısaltmalar, küresel ısınmanın neden olacağı iklimsel değişikliklerin böceklerin yaşam süreleri üzerine doğrudan etki edebileceğini düşündürmektedir.
4. Küresel ısınmanın neden olacağı iklimsel değişikliklerin, böceklerin yaşam süreleri üzerine etki edebileceği düşünülmektedir. Bu nedenle ileriki çalışmalarda popülasyonlarda oluşabilecek değişiklikleri öngörebilmek adına denemelerin daha uzun süreli olarak tekrarlanmaları gerektiği düşünülmektedir. Bu durumun mücadelede doğru zamanda uygulamaya karar vermeyi sağlamada yardımcı olabileceği kanısı oluşmaktadır.



6. KAYNAKLAR

- Akyürek, B., Zeybekoğlu, Ü., Görür, G., Karavin, M. (2019). New records for aphid fauna of Turkey from Samsun province. *Munis Entomology & Zoology Journal*, 14(2): 383-388.
- Andrewartha, H.G., Birch, L.C. (1954). The Distribution and Abundance of Animals. *University of Chicago Press*, Chicago and London. 782 pp.
- Anonim, (2008). Bitki Zararlıları Ziraî Mücadele Teknik Talimatları, Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 245s.
- Awmack, C., Woodcock, C. M., Harrington, R. (1997). Climate change may increase vulnerability of aphids to natural enemies. *Ecological Entomology*, 22 (3): 366-368.
- Bale, J. S., Masters, G. J., Hodkinson, I. D., Awmack, C. S., Bezemer, T. M., Brown, V. K., Butterfield, J., Buse, A., Coulson, J. C., Farrar, J., Good, J. E. G., Harrington, R., Hartley, S., Jones, T. H., Lindroth, R. L., Press, M. C., Smyrnioudis, I., Watt, A. T., Whittaker, J. B. (2002). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*. 8(1): 1-16.
- Beddington, J. (2010). Food security: contributions from science to a new and greener revolution. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences*, 365(1537): 61-71.
- Birch, L.C. (1948). The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology*, 17(1):15-26.
- Blackman, R.L. Eastop, V.F. (2006). Aphids on the World's Herbaceous Plants and Shrubs. Chichester: John Wiley and Sons, Ltd.
- Blackman, R. L., Eastop, V. F. (2020). Aphids of the world's plants: an online identification and information guide. World Wide Web electronic publication. <http://www.aphidsonworldsplants.info> [Erişim 07.06.2020].
- Bonan, G. B., Doney, S. C. (2018). Climate, ecosystems, and planetary futures: The challenge to predict life in Earth system models. *Science*, 359 (6375).
- Coviella, C. E., Trumble, J. (1998). Effects of elevated atmospheric carbon dioxide on insect-plant interactions. *Conservation Biology*, 4(13): 700-712.
- Çelik. Y., Karakayacı, Z. (2007). Küresel İklim Değişikliklerinin Konya Tarımına Olası Etkileri üzerine Bir İnceleme. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Konya.
- Demir, A. (2009). Küresel İklim Değişikliğinin Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Kaynakları Üzerine Etkisi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(2): 37-54.
- De Paulo, P. D., Pereira, E. J. G., Oliveira, E. E., Fereres, A., Garzo, E. (2020). Indirect effect of elevated CO₂ concentration on *Bemisia tabaci* MEAM1 feeding on *Bt* soybean plants. *Journal of Applied Entomology*, 144(10): 941-951.
- El Din, N. S. (2009). Effects of temperature on the aphid, *Myzus persicae* (Sulz.), with special reference to critically low and high temperature. *Journal of Applied Entomology*, 80(1-4): 7 - 14.
- Filho, N. R. C., Michelotto, M., Adaime, R., Carlos, B. A. (2004). Nymphal development of *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) on eggplant at different temperatures. *Bragantia*, 64(2): 257-262.

- Hillebrand, H., Matthiessen, B. (2009). Biodiversity in a complex world: consolidation and progress in functional biodiversity research. *Ecology Letters*, 12(12): 1405-1419.
- Holopainen, J.K. (2002). Aphid response to elevated ozone and CO₂. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 104: 137-142.
- Hosseini-Tabesh, B., Sahragard, A., Karimi-Malati, A. (2015). A laboratory and field condition comparison of life table parameters of *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Plant Protection Research*. 55(1): 1-7.
- Hughes, L. (2000). Biological Consequences of Global Warming: is the Signal Already Apparent?, *Trends in Ecology and Evolution*, 15(2), ss. 56–61.
- Kaya, T. E., Atsan, T. (2008). Küresel ısınmanın tarım üzerine etkileri. *Türkiye 8. Tarım Ekonomisi Kongresi*, 155-163, 25-27 Haziran, Bursa.
- Liu, J., Huang, W., Chi, H., Wang, C., Hua, H., Wu, G. (2017). Effects of elevated CO₂ on the fitness and potential population damage of *Helicoverpa armigera* based on two-sex life table. *Scientific Reports*, 7: 1119.
- Lodos, N. (1982). Türkiye Entomolojisi II. Genel Uygulamalı ve Faunistik. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No. 429, İzmir, 591s.
- Long, W., Xiao-Hui, W., Tong, H., Lei, Q., Li-Kun, L., Fa-Jun, C. (2019). The effect of fertilizer-N on the inter-specific competition among three wheat aphids under elevated CO₂. *Journal of Applied Entomology*, 143(9): 1032-1042.
- Michelotto, M., Filho, N. R. C., Adaime, R., Carlos, B. A. (2004). Longevity and reproductive parameters of *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae) on eggplant at different temperatures. *Ciência Rural*, 35(4): 788-793.
- Nieto Nafria, J.M., Andreev, A.V., Binazzi, A., Mier Durante, M.P., Perez Hidalgo, N., Rakauskas, R., Stekolshchikov, A. (2013). Fauna Europaea: Aphidoidea. Fauna Europaea version 2.6.2. Available from: <http://www.faunaeur.org> [Erişim 07.06.2020].
- Nunohiro, A., Kumano, N. (2020). Effects of high CO₂ on mating success, mating duration, and sperm transfer in the West Indian sweet potato weevil, *Euscepes postfasciatus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 168(5): 387-397.
- Özdemir, I. (2020). Some new records on aphid (Hemiptera, Aphididae) fauna of Turkey and aphid-host plant interactions. *Journal of the Entomological Research Society*, 22(2): 191–201.
- Özgen, İ., Karsavuran, Y. (2009). Küresel iklim değişikliklerinin böcekler açısından değerlendirilmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(1): 51-61.
- Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22 (1).
- Pollard, D.G. (1973). Plant penetration by feeding aphids (Hemiptera, Aphidoidea) a review. *Bulletin of Entomological Research*, 62: 631 – 714.
- Satar, S. (2003). *Aphis spiraecola* Patch (Homoptera: Aphididae)'nın Bazı Biyolojik Özellikleri ile Parazitoit *Lysiphlebia japonica* (Ashmead) (Hymenoptera: Aphididae) Arasındaki İlişkiler. Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı Doktora Tezi.

- Satar, S., Kersting, U., Uygun, N. (1999). Development and fecundity of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on three malvaceae hosts. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(1999):637-643.
- Satar, S., Kersting, U., Uygun, N. (2007). Effect of temperature on population parameters of *Aphis gossypii* Glover and *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) on pepper. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 115(2): 69-74.
- Sharma, U., Sharma, S. K., Sanjta, S. (2016). Association and utilization of bio-agents in management of aphid insect-pests. *International Journal of Advanced Research*, 4:(9), 2135-2139.
- Shrestha, S. (2019). Effects Of Climate Change in Agricultural Insect Pest. *Acta Scientific Agriculture*, 3(12): 74-80.
- Southwood, T.R.E. (1978). Ecological Methods, With Particular Reference to The Study of Insect Populations. Published by Chapman & Hall, 524 pp.
- SPSS, (2017). SPSS Statistics Base 17.0 User's Guide. SPSS Inc., Chicago, IL, USA.
- Sun, Y., Guo, H., Ge, F. (2016). Plant–Aphid Interactions Under Elevated CO₂: Some Cues from Aphid Feeding Behavior. *Frontiers in Plant Science*, 7: 502.
- Teawkul, P., Hwang, S. (2018). Carbon dioxide- and temperature-mediated changes in plant defensive compounds alter food utilization of herbivores. *Journal of Applied Entomology*, 143(3): 289-298.
- Türkeş M., (2008), Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler. *İklim Değişikliği ve Çevre*, 1: 26-37.
- Van Emden, H. F., Harrington, R. (2017). Aphids as Crop Pests. *Outlooks on Pest Management*, 28(5): 235-235.
- Wang, L., Li , L., Song, Y., Han, T., Li, Z., Wan, G., Chen, F. (2018). Elevated CO₂ and temperature alter specific-species population dynamic and interspecific competition of three wheat aphids. *Journal of Applied Entomology*, 142(9): 863-872.

