

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

***Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) ve
Encarsia lutea (Masi) (Hymenoptera: Aphelinidae)
Endosimbiyontları ve Biyolojisi Üzerine Antibiyotik
Uygulamalarının Etkileri**

Mahmut Mete KARACA

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Aralık, 2023

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZ ONAYI

***Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) ve
Encarsia lutea (Masi) (Hymenoptera: Aphelinidae)
Endosimbiyontları ve Biyolojisi Üzerine Antibiyotik
Uygulamalarının Etkileri**

Mahmut Mete KARACA

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Bu Doktora Tezi 21/12/2023 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Değerlendirilmiş ve Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Kabul Edilmiştir.

Jüri : Prof. Dr. Kamil KARUT (Danışman)
: Prof. Dr. M. Rifat ULUSOY
: Prof. Dr. Gökhan AYDIN
: Prof. Dr. Cengiz KAZAK
: Prof. Dr. İsmail KASAP

Bu Tez Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Tez No:

Prof. Dr. Sadık DİNÇER
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FDK-2019-12040

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
ÇİZELGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR	X
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1. <i>Bemisia tabaci</i> ile ilgili Yapılmış Çalışmalar	7
2.2. <i>Bemisia tabaci</i> 'nin Parazitoitleri ile İlgili Yapılmış Çalışmalar	14
3. MATERYAL VE METOT	17
3.1. Üretim Çalışmaları	17
3.1.1. Konukçu Bitki Üretimleri	17
3.1.2. <i>Bemisia tabaci</i> Biyotiplerinin Eldesi ve Üretimi	17
3.1.3. <i>Encarsia lutea</i> Popülasyonunun Eldesi ve Üretimi	18
3.1.4. Parazitoit <i>Eretmocerus mundus</i> Üretimi	19
3.2. Denemelerde Kullanılan Stok Antibiyotik Çözeltilerinin Hazırlanması	19
3.3. <i>Bemisia tabaci</i> Ergin Bireylerinin Antibiyotik Diyeti ile Beslenmesi	20
3.4. <i>Encarsia lutea</i> Ergin Bireylerinin Antibiyotik Diyeti ile Beslenmesi	21
3.5. Antibiyotik Diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> B ve Q Biyotiplerinin Bazı Biyolojik Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi	21
3.5.1. Antibiyotik Diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> Ergin Dişi Bireylerinin Canlılık Oranlarına Etkilerinin Belirlenmesi	21
3.5.2. Antibiyotik Diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> 'nin Bazı Biyolojik Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi	22
3.6. Antibiyotik Diyetlerinin <i>Encarsia lutea</i> 'nın Parazitlenme Kapasitesi ve Bazı Biyolojik Özelliklere Olan Etkilerinin Belirlenmesi	23
3.6.1. Antibiyotik Diyetinin <i>Encarsia lutea</i> Ergin Bireylerinin Yaşam Sürelerine Etkisi	23
3.6.2. Antibiyotik Diyetinin <i>Encarsia lutea</i> Ergin Dişi Bireylerinin Parazitlenme Kapasitesine Etkisi	24
3.7. Moleküler Çalışmalar	25
3.7.1. <i>Bemisia tabaci</i> Biyotiplerinin Moleküler Tanılama Yöntemi Kullanılarak Belirlenmesi	25

3.7.2. <i>Bemisia tabaci</i> ve <i>Encarsia lutea</i> 'nın Endosimbiont Yapısının Moleküler Tanılama Yöntemi Kullanılarak Belirlenmesi	25
3.11. İstatistiksel Analizler	28
3.12. Yaşam Çizelgesi Parametreleri	29
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	31
4.1. Antibiyotik Diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> B ve Q Biyotipi Populasyonlarına Olan Etkilerinin Belirlenmesi	31
4.1.1. Antibiyotik Diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> Ergin Dişi Bireylerinin Canlılık Oranlarına Etkisi	31
4.1.2. Antibiyotik ile Beslenen <i>Bemisia tabaci</i> Dişi Bireylerinin Günlük ve Toplam Bıraktıkları Yumurta Sayıları	32
4.1.3. Antibiyotik Diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> B ve Q Biyotipi Popülasyonlarının F ₁ 'de Ergin öncesi Gelişme Sürelerine Etkisi	34
4.1.4. Antibiyotik Diyetinin <i>Bemisia tabaci</i> Ergin Yaşam Sürelerine Etkileri	37
4.1.5. Antibiyotik Diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> 'nin F ₁ Generasyonunda Ergin Öncesi Dönemlerin Ölüm Oranlarına Etkileri	39
4.1.6. Antibiyotik diyetinin <i>Bemisia tabaci</i> B ve Q biyotipleri (F ₁) Eşey Oranlarına Etkileri	42
4.1.7. Antibiyotik ile Beslenen <i>Bemisia tabaci</i> Ergin Dişi Bireylerine Ait Yaşam Çizelgesi Parametreleri	43
4.2. Moleküler Çalışmalar	52
4.2.1. <i>Bemisia tabaci</i> Biyotiplerinin Moleküler Tanı Yöntemi Kullanılarak Belirlenmesi	52
4.2.2. <i>Bemisia tabaci</i> 'nin Endosimbiont Yapısının Moleküler Tanılama Yöntemi Kullanılarak Belirlenmesi	52
4.2.3. Antibiyotik Diyeti ile Beslenen <i>Bemisia tabaci</i> Ergin Dişi Bireylerinin F ₀ , F ₁ Generasyonlarında Endosimbiont Bulaşıklık Durumu ve Oranları	53
4.2.4. Antibiyotik Diyeti ile Beslenmiş <i>Bemisia tabaci</i> B ve Q biyotipi Populasyonlarında Ergin Öncesi Dönemlerin F ₁ 'de Endosimbiont Bulaşıklık Durumu ve Oranları	70
4.2.5. <i>Encarsia lutea</i> 'nın Endosimbiont Yapısının Moleküler Tanılama Yöntemi Kullanılarak Belirlenmesi	82
4.2.6. Antibiyotik Diyeti ile beslenen <i>Encarsia lutea</i> Ergin Dişi ve Erkek Bireylerinin <i>Wolbachia</i> Bulaşıklık Oranları	82
4.3. Antibiyotik Diyetlerinin <i>Encarsia lutea</i> 'nın Parazitlenme Kapasitesi ve Bazı Biyolojik Özelliklere Olan Etkileri	84

4.3.1 Antibiyotik Diyetlerinin <i>Encarsia lutea</i> Ergin Dişi Bireylerinin Canlılık Oranlarına Etkisi	84
4.3.2. Antibiyotik Diyetinin <i>Encarsia lutea</i> Ergin Bireylerinin Yaşam Sürelerine Etkisi	84
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	91
KAYNAKLAR	97
ÖZGEÇMİŞ	113
EKLER.....	115



***Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) ve
Encarsia lutea (Masi) (Hymenoptera: Aphelinidae)
Endosimbiontları ve Biyolojisi Üzerine Antibiyotik
Uygulamalarının Etkileri**

Mahmut Mete KARACA

Danışman: Prof. Dr. Kamil KARUT

Bitki Koruma Anabilim Dalı

ÖZ

Bu çalışmada, Rifampisin ve Tetrasiklin olmak üzere iki farklı antibiyotik diyetinin *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) (B ve Q biyotipleri) ve *Encarsia lutea* (Masi) (Hymenoptera: Aphelinidae)'nın endosimbiont yapısında neden olduğu değişimler ve bu değişimlere bağlı olarak *B. tabaci* ve parazitoti *E. lutea*'nın biyolojilerine etkileri belirlenmiştir. Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri iki biyotipin biyolojik özelliklerini olumsuz etkilemiştir. Rifampisin diyetinde *B. tabaci* B biyotipi F_1 generasyonunun ergin öncesi gelişme süresi ile ergin öncesi ölüm oranları artmış, bırakılan yumurta sayısı düşmüştür. Buna ek olarak net üreme gücü (R_0) ve kalıtsal üreme yeteneği (r_m) gibi yaşam çizelgesi parametreleri de kontrol ve Tetrasiklin diyetlerine kıyasla çok düşük bulunmuştur. Yapılan moleküler çalışmalar sonucunda, antibiyotik diyetlerinin *B. tabaci* ergin öncesi dönemleri ve ergin ömrü boyunca endosimbiontları tamamen elemine etmese de bulaşıklık oranlarını oldukça düşürdüğü belirlenmiştir. Antibiyotiklerin simbiyontlara etkileri *B. tabaci* biyotipine bağlı olarak değişmiş, Rifampisin, *Porteira*'yı elemine etmede B biyotipinde Q biyotipinden daha başarılı olmuştur. Tetrasiklin diyeti ise *Rickettsia* üzerinde Rifampisin'e kıyasla daha yüksek oranlarda etkili olmuştur. Bu çalışmada, antibiyotik diyetlerinin *E. lutea* ergin dişi ve erkek bireylerinde bulunan *Wolbachia*'yı tüm bireylerde elemine edemediği ancak önemli oranlarda azalttığı belirlenmiştir. Tetrasiklin diyeti sonucunda *Wolbachia*'nın elemine edildiği dişi bireylerin enfekteli erkek birey ile çiftleştikleri uygulamada sitoplazmik uyumsuzluğa bağlı olarak hiç parazitli birey elde edilememiştir. Rifampisin diyetinde ise parazitli birey sayısı oldukça düşük (1.41 adet) bulunmuştur. Sonuç olarak yapılan antibiyotik diyetleri, endosimbiont bulaşıklık oranlarında düşüşe neden olmuş ve bu düşüş *B. tabaci* ve parazitoti *E. lutea*'nın biyolojik parametrelerini etkilemiştir.

Anahtar Kelimeler: *Bemisia tabaci*, *Encarsia lutea*, Antibiyotik, Endosimbiont, Biyoloji

**The Effects of Antibiotic Treatments on the Endosymbionts
and Fitness of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera:
Aleyrodidae) and *Encarsia lutea* (Masi) (Hymenoptera:
Aphelinidae)**

Mahmut Mete KARACA

Advisor: Prof. Dr. Kamil KARUT

Department of Plant Protection

ABSTRACT

This study aimed to determine the temporal changes in the endosymbionts of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) (B and Q biotypes) and *Encarsia lutea* (Masi) (Hymenoptera: Aphelinidae) caused by two different antibiotic diets, Rifampicin and Tetracycline, and assess the effects of endosymbiont infection rates on the biological parameters of *B. tabaci* and *E. lutea* by comparing populations treated with antibiotics to control populations. Rifampicin and Tetracycline treatments have negatively affected the biological parameters of two *B. tabaci* (B and Q) biotypes. In the Rifampicin treatment, the immature development time and mortality rates of the F₁ generation of *B. tabaci* B biotype increased while the number of laid eggs decreased. Additionally, life table parameters such as net reproductive rate (R₀) and intrinsic rate of increase (r_m) were found to be much lower compared to the control and Tetracycline treatments. Molecular studies have revealed that although antibiotic treatments did not completely eliminate endosymbionts in *B. tabaci* immature stages and adults, they significantly reduced the infection rates. The effect of the antibiotics depended on the species of endosymbiont, and the *B. tabaci* biotype, with Rifampicin being more successful in eliminating *Portiera* in the B biotype compared to the Q biotype. Tetracycline treatment was more effective on *Rickettsia* compared to Rifampicin. This study determined that antibiotic treatments could not completely eliminate *Wolbachia* in adult female and male individuals of *E. lutea* but significantly reduced its prevalence. Following tetracycline treatment, no parasitized individuals were obtained when *Wolbachia*-infected males were mated with uninfected females due to cytoplasmic incompatibility. In the Rifampicin treatment group, the number of parasitized individuals was very low (1.41 individuals). It is believed that antibiotic treatments induce a decrease in endosymbiont infection rates, and consequently influencing the biological parameters of both *B. tabaci* and its parasitoid, *E. lutea*.

Keywords: *Bemisia tabaci*, *Encarsia lutea*, Antibiotic, Endosymbionts, Fitness

TEŞEKKÜR

Akademik hayata ilk adım attığım günden itibaren desteğini hissettiğim, her konuda yardımını esirgemeyen, hatalarımı ve eksiklerimi mazur görerek beni bilimsel anlamda sürekli üretmeye ve gelişmeye teşvik eden değerli hocam Sayın Prof. Dr. Kamil KARUT’a teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca, tezime yaptıkları olumlu katkıları ile her zaman yardım ve desteğini gördüğüm Sayın Prof. Dr. Cengiz KAZAK ve Doç. Dr. İsmail DÖKER’e teşekkürlerimi sunarım.

Doktora Tez İzleme Komitesi Üyeleri Sayın Prof. Dr. Mehmet Rifat ULUSOY, Prof. Dr. Gökhan AYDIN, Jüri üyesi Prof. Dr. İsmail KASAP’a teşekkürü borç bilirim. Antibiyotik diyetlerinin hazırlanmasında önemli katkı ve yardımlarından dolayı Dr. Şebnem TİRENG KARUT’a ve doktora süresince her zaman desteğini hissettiğim Doç. Dr. Serkan PEHLİVAN’a teşekkürlerimi sunarım. Böcek üretimleri, deneme ortamlarının kurulması ve moleküler çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen laboratuvar arkadaşlarım Kemal YALÇIN, Behiye ARIKAN, Mehmet ÖN, Sezer Osman ÇELİK ve Hatice YAVAŞ’a teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca, tez yazım süresince gösterdikleri sabır ve desteklerinden dolayı arkadaşlarım Arş. Gör. Çağlar KALKAN, Arş. Gör. Merve KAZAK’a teşekkür ederim. Doktora süresince desteklerinden dolayı Bitki Koruma Bölümü değerli idarecisi Osman ESEN’e ve çalışmalarımı maddi olarak destekleyen Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimi’ne teşekkür ederim.

Tüm eğitim-öğrenim hayatım boyunca benden desteklerini esirgemeyen babam İsmail KARACA, annem Emine KARACA ve ablam Nadide KARACA KAYHAN olmak üzere tüm aile fertlerine, sadece varlığıyla bile beni daha mutlu ve huzurlu bir birey yapan yeğenim Nil İpek KAYHAN’a en içten teşekkürlerimi sunarım.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Denemede kullanılacak Antibiyotikler ve Uygulama Dozları	20
Çizelge 3.2.	<i>Bemisia tabaci</i> ve <i>Encarsia lutea</i> endosimbiontlarının belirlenmesinde kullanılan primer çiftleri.....	28
Çizelge 4.1.	Besinsiz ve farklı besin ortamları üzerinde <i>Bemisia tabaci</i> B biyotipi ergin dişi bireylerinin 24. 48. ve 72. saatlerde canlılık oranları	31
Çizelge 4.2.	Farklı besin ortamları üzerinde <i>Bemisia tabaci</i> Q biyotipi ergin dişi bireylerinin 24. 48. ve 72. saatlerde canlılık oranları (%).....	32
Çizelge 4.3.	Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> B Biyotipi (F ₀) dişi bireylerinin bıraktıkları ortalama günlük ve toplam yumurta sayıları (adet ± SH).....	33
Çizelge 4.4.	Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> B biyotipi (F ₁) dişi bireylerinin bıraktıkları ortalama günlük ve toplam yumurta sayıları (adet ± SH).....	33
Çizelge 4.5.	Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> Q biyotipi (F ₀) bireylerinin bıraktıkları günlük ve toplam yumurta sayıları (adet ± SH)	34
Çizelge 4.6.	Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> Q biyotipi (F ₁) dişi bireylerinin bıraktıkları günlük ve toplam yumurta sayıları (adet ± SH).	34
Çizelge 4.7.	Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> B biyotipi dişilerinin bıraktıkları yumurtaların açılma süreleri ve bu yumurtalardan çıkan bireylere ait ortalama gelişme süreleri (gün) (Ort. ± SH).....	35
Çizelge 4.8.	Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> Q biyotipi dişilerinin bıraktıkları yumurtaların açılma süreleri ve bu yumurtalardan çıkan bireylere ait ortalama gelişme süreleri (gün) (Ort. ± SH).....	36
Çizelge 4.9.	Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> B biyotipi F ₀ ergin dişi ve erkek bireylerin yaşam süreleri (gün) (Ort. ± SH)	37
Çizelge 4.10.	Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> B biyotipi F ₁ ergin dişi ve erkek bireylerin yaşam süreleri (gün) (Ort. ± SH)	37
Çizelge 4.11.	Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> Q biyotipi F ₀ ergin dişi ve erkek bireylerin yaşam süreleri (gün) (Ort. ± SH)	38
Çizelge 4.12.	Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> Q biyotipi F ₁ ergin dişi ve erkek bireylerin yaşam süreleri (ömür) (gün) (Ort. ± SH)	38
Çizelge 4.13.	Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> B biyotipi bireylerinin yumurta, toplam nimf dönemleri ve ergin öncesi ölüm oranları (%) (Ort. ± SH)	40
Çizelge 4.14.	Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> Q biyotipi bireylerinin bıraktığı yumurta, toplam nimf dönemleri ve ergin öncesi ölüm oranları (%) (Ort. ± SH)	41

Çizelge 4.15. Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> B ve Q biyotipi (F ₁) bireylerinin eşey oranları (%) (Ort. $\pm$ SH)	42
Çizelge 4.16. Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> B biyotipi (F ₀) bireylerine ait yaşam çizelgesi parametreleri	43
Çizelge 4.17. Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> B biyotipi (F ₁) bireylerine ait yaşam çizelgesi parametreleri	45
Çizelge 4.18. Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> Q biyotipi (F ₀) bireylerine ait yaşam çizelgesi parametreleri	47
Çizelge 4.19. Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> Q biyotip (F ₁) bireylerine ait yaşam çizelgesi parametreleri	49
Çizelge 4.20. Farklı besinlerle beslenen <i>Encarsia lutea</i> ergin dişi bireylerinin 24, 48 ve 72 saat sonra saptanan canlılık oranları.....	84
Çizelge 4.21. Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Encarsia lutea</i> ergin dişi ve erkek bireylerinin yaşam süreleri (gün) (Ort. $\pm$ SH).....	85
Çizelge 4.22. Tetrasiklin diyeti sonucunda farklı <i>Wolbachia</i> bulaşıklık durumuna sahip <i>Encarsia lutea</i> dişi bireylerinin parazitlediği, öldürdüğü ve toplam ortalama <i>Bemisia tabaci</i> nimf sayıları.....	87
Çizelge 4.23. Rifampisin diyeti sonucunda farklı <i>Wolbachia</i> bulaşıklık durumuna sahip <i>Encarsia lutea</i> dişi bireylerinin parazitlediği, öldürdüğü ve toplam ortalama <i>Bemisia tabaci</i> nimf sayıları.....	87

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	<i>Bemisia tabaci</i> kitle üretimlerinin gerçekleştirildiği pamuk bitkisi içeren pleksiglas kafeslerden bir görünüm	18
Şekil 3.2.	<i>Encarsia lutea</i> 'nın ergin dişi (A) ve erkek bireyi (B).....	19
Şekil 3.3.	a) <i>Bemisia tabaci</i> erginlerinin antibiyotik ile beslenmesinde kullanılan plastik tüp b) parafilm ile kaplanmış kapak.....	21
Şekil 3.4.	Denemelerde kullanılan <i>Bemisia tabaci</i> B biyotipi ergin erkek (♂) ve dişi bireyi (♀).....	23
Şekil 3.5.	a) Kontrol (pamuk bitkisi) ve antibiyotik ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> erginlerinin pamuk yaprağında yumurta bırakmalarını sağlamak için kullanılan yaprak kafesler b) <i>B. tabaci</i> ergin öncesi dönemlerinin izlenmesi amacıyla marker kalemle numaralandırılmış pamuk yaprağı.....	23
Şekil 3.6.	Denemelerde kullanılan <i>Bemisia tabaci</i> (F ₁) ergin öncesi 3. nimf (A) ve pupa (B) Dönemleri	26
Şekil 4.1.	Antibiyotik diyeti sonrası <i>Bemisia tabaci</i> B biyotipine ait sağlıklı (A) ve ölü pupa (B) dönemleri.....	40
Şekil 4.2.	Kontrol ve antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> B biyotipi F ₀ bireylerinin canlılık oranı (I _x) ve günlük dişi başına bırakılan dişi yumurta sayıları (m _x).....	44
Şekil 4.3.	Kontrol ve antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> B biyotipi F ₁ bireylerinin canlılık oranı (I _x) ve günlük dişi başına bırakılan dişi yumurta sayıları (m _x).....	46
Şekil 4.4.	Kontrol ve antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> Q biyotipi F ₀ bireylerinin canlılık oranı (I _x) ve günlük dişi başına bırakılan dişi yumurta sayıları (m _x).....	48
Şekil 4.5.	Kontrol ve antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Bemisia tabaci</i> Q biyotipi F ₁ bireylerinin canlılık oranı (I _x) ve günlük dişi başına bırakılan dişi yumurta sayıları (m _x).	50
Şekil 4.6.	PZR sonucu elde edilen ürünlerin jel üzerindeki görüntüsü..	52
Şekil 4.7.	<i>Bemisia tabaci</i> bireylerinin PZR analizi sonucu elde edilen ürünlerin jel üzerindeki görüntüsü.....	53
Şekil 4.8.	<i>Bemisia tabaci</i> bireylerinin PZR analizi sonucu elde edilen ürünlerin jel üzerindeki görüntüsü.....	53
Şekil 4.9.	Kontrol ve antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (B biyotipi) dişi bireylerinin F ₀ generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde saptanan <i>Portiera</i> bulaşıklık oranları.....	54

Şekil 4.10. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (B biyotipi) dişi bireylerinin F_1 generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde saptanan <i>Portiera</i> bulaşıklık oranları.....	54
Şekil 4.11. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (B biyotipi) dişi bireylerinin F_0 ve F_1 'de belirlenen <i>Portiera</i> toplam bulaşıklık oranları.....	55
Şekil 4.12. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (B biyotipi) dişi bireylerinin F_0 generasyonunda ömrü boyunca farklı günlerde saptanan <i>Hamiltonella</i> bulaşıklık oranları.....	56
Şekil 4.13. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (B biyotipi) dişi bireylerinin F_1 generasyonunda ömrü boyunca farklı günlerde saptanan <i>Hamiltonella</i> bulaşıklık oranları.....	56
Şekil 4.14. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (B biyotipi) dişi bireylerinin F_0 ve F_1 'de belirlenen <i>Hamiltonella</i> toplam bulaşıklık oranları..	57
Şekil 4.15. Kontrol ve Antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (B biyotipi) dişi bireylerinin F_0 generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde saptanan <i>Rickettsia</i> bulaşıklık oranları..	58
Şekil 4.16. Antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (B biyotipi) dişi bireylerinin F_1 'de ergin ömrü boyunca farklı günlerde saptanan <i>Rickettsia</i> bulaşıklık oranları.....	58
Şekil 4.17. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (B biyotipi) dişi bireylerinin F_0 ve F_1 generasyonunda belirlenen <i>Rickettsia</i> toplam bulaşıklık oranları..	59
Şekil 4.18. Antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotipi) dişi bireylerinin F_0 generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde saptanan <i>Portiera</i> bulaşıklık oranları.....	60
Şekil 4.19. Antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotipi) dişi bireylerinin F_1 generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde saptanan <i>Portiera</i> bulaşıklık oranları.....	60
Şekil 4.20. Antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotipi) dişi bireylerinin F_0 ve F_1 generasyonunda belirlenen toplam <i>Portiera</i> bulaşıklık oranları.....	61
Şekil 4.21. Antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotipi) dişi bireylerinin F_0 generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde saptanan <i>Arsenophonus</i> bulaşıklık oranları..	62
Şekil 4.22. Antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotipi) dişi bireylerinin F_1 generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde saptanan <i>Arsenophonus</i> bulaşıklık oranları..	62
Şekil 4.23. Antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotipi) dişi bireylerinin F_0 ve F_1 generasyonunda belirlenen toplam <i>Arsenophonus</i> bulaşıklık oranları..	63

Şekil 4.24. Antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotipi) dişi bireylerinin F ₀ generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde belirlenen <i>Wolbachia</i> bulaşıklık oranları..	64
Şekil 4.25. Antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotipi) dişi bireylerinin F ₁ generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde saptanan <i>Wolbachia</i> bulaşıklık oranları.	64
Şekil 4.26. Antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotipi) dişi bireylerinin F ₀ ve F ₁ generasyonlarında belirlenen toplam <i>Wolbachia</i> bulaşıklık oranları.....	65
Şekil 4.27. Antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotipi) dişi bireylerinin F ₀ 'da ergin ömrü boyunca farklı günlerde belirlenen <i>Rickettsia</i> bulaşıklık oranları.	66
Şekil 4.28. Antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotipi) dişi bireylerinin F ₁ generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde belirlenen <i>Rickettsia</i> bulaşıklık oranları..	66
Şekil 4.29. Antibiyotik diyetlerinin <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotipi) dişi bireylerinin F ₀ ve F ₁ generasyonlarında belirlenen toplam <i>Rickettsia</i> bulaşıklık oranları.	67
Şekil 4.30. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde <i>Bemisia tabaci</i> (B biyotip) 3. nimf ve pupalarında saptanan <i>Portiera</i> bulaşıklık oranları.....	71
Şekil 4.31. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde <i>Bemisia tabaci</i> (B biyotip) 3. nimf ve pupalarında saptanan <i>Hamiltonella</i> bulaşıklık oranları.	71
Şekil 4.32. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde <i>Bemisia tabaci</i> (B biyotip) 3. nimf ve pupalarında saptanan <i>Rickettsia</i> bulaşıklık oranları.....	72
Şekil 4.33. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde <i>Bemisia tabaci</i> (B biyotip) 3. nimf ve pupalarında saptanan endosimbiont bulaşıklık oranları.....	73
Şekil 4.34. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde <i>Bemisia tabaci</i> (B biyotip) F ₀ , 3. nimf, pupa ve F ₁ 'de saptanan <i>Portiera</i> bulaşıklık oranları.	73
Şekil 4.35. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde <i>Bemisia tabaci</i> (B biyotip) F ₀ , 3. nimf, pupa ve F ₁ 'de pupalarında saptanan <i>Hamiltonella</i> bulaşıklık oranları.	74
Şekil 4.36. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde <i>Bemisia tabaci</i> (B biyotip) F ₀ , 3. nimf, pupa ve F ₁ 'de pupalarında saptanan <i>Rickettsia</i> bulaşıklık oranları.	75
Şekil 4.37. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotip) 3. nimf ve pupalarında saptanan <i>Portiera</i> bulaşıklık oranları.....	75
Şekil 4.38. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotip) 3. nimf ve pupalarında saptanan <i>Arsenophonus</i> bulaşıklık oranları.....	76
Şekil 4.39. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotip) 3. nimf ve pupalarında saptanan <i>Wolbachia</i> bulaşıklık oranları..	77
Şekil 4.40. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotip) 3. nimf ve pupalarında saptanan <i>Rickettsia</i> bulaşıklık oranları.....	77

Şekil 4.41. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotip) 3. nimf ve pupalarında saptanan endosimbiyont bulaşıklık oranları.....	78
Şekil 4.42. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotip) F ₀ , 3. nimf, pupa ve F ₁ 'de pupalarında saptanan <i>Portiera</i> bulaşıklık oranları.....	79
Şekil 4.43. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotip) F ₀ , 3. nimf, pupa ve F ₁ 'de pupalarında saptanan <i>Arsenophonus</i> bulaşıklık oranları.	79
Şekil 4.44. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotip) F ₀ , 3. nimf, pupa ve F ₁ 'de pupalarında saptanan <i>Wolbachia</i> bulaşıklık oranları.....	80
Şekil 4.45. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde <i>Bemisia tabaci</i> (Q biyotip) F ₀ , 3. nimf, pupa ve F ₁ 'de pupalarında saptanan <i>Rickettsia</i> bulaşıklık oranları.	81
Şekil 4.46. <i>Encarsia lutea</i> bireylerinin PCR analizi sonucu elde edilen ürünlerin jel üzerindeki görüntüsü.....	82
Şekil 4.47. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde <i>Encarsia lutea</i> dişi ve erkek bireylerinde <i>Wolbachia</i> bulaşıklık oranları.....	83
Şekil 4.48. Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Encarsia lutea</i> dişi bireylerinin canlılık oranları.....	85
Şekil 4.49. Antibiyotik diyeti ile beslenen <i>Encarsia lutea</i> erkek bireylerinin canlılık oranları.....	86

SİMGELER VE KISALTMALAR

DNA	: Deoxyribonucleic Acid
RNA	: Ribonucleic Acid
Bç	: Baz Çifti (Base pair)
COI	: Cytochrome Oxidase I
Taq	: <i>Thermus aquaticus</i>
Rpm	: Revolutions per minute (Dakikada dönme sayısı)
Tris-HCl	: Tris (Hidroksimetil) Aminometan
°C	: Santigrat derece
df	: Serbestlik Derecesi
F	: F testi
P	: Probability (Olasılık Değeri)

1. GİRİŞ

Pamuk beyazsineği, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) Dünya’da geniş yayılım gösteren ve üretim alanlarında önemli kayıplara yol açan polifag bir zararlıdır (Stansly ve Naranjo, 2010). Geniş konukçu dizisine sahip olup, 600’den fazla bitkide beslendiği bilinen *B. tabaci* ilk kez 1889 yılında Yunanistan’da tütün (*Nicotiana tabacum* L. Solanaceae) bitkisi üzerinden toplanıp *Aleyrodes tabaci* Gennadius bilimsel ismi ile tanılanmıştır (Gennadius, 1889; Stansly ve Naranjo, 2010). Daha sonraki yıllarda önce Amerika’da (*Aleyrodes inconspicua* adıyla) (Quaintance 1900) ardından Doğu Afrika ve Endonezya’da varlığı rapor edilen zararlının (Storey 1931) (Thung 1932) pamuk bitkisi üzerindeki ilk kaydı ise 1930’lu yıllarının başında Batı Afrika ve Sudan’da yapılmıştır (Golding, 1930; Kirkpatrick, 1931; Takahashi, 1936; Russell, 1957; Mound ve Halsey, 1978; Stansly ve Naranjo, 2010).

Bin dokuz yüz seksenli yılların başında Amerika’da, yoğun insektisit kullanımı, iklimsel değişimler ve üretim alanlarının artışı gibi faktörlere bağlı olarak başlayan popülasyon artışları, 1986 yılında büyük ekonomik kayıplara yol açan salgın ile sonuçlanmıştır (Brown ve Nelson, 1984; Duffus ve Flock, 1982; Price ve ark., 1987). Bu yıldan itibaren *B. tabaci* üzerine yapılan çalışmalar artış göstermiş ve Amerika’da salgına neden olan *B. tabaci* popülasyonunun o güne kadar bölgede bulunan *B. tabaci*’den konukçu dizisi, üreme gücü ve balımsı madde üretimi gibi farklılıklara sahip olduğu belirlenmiştir (Costa ve Brown, 1991; Byrne ve Miller, 1990; Bethke ve ark., 1991). Bu bulgulardan sonra bölgede var olan popülasyon A biyotip olarak isimlendirilmiştir. Salgın yapan popülasyon ise ilk olarak B biyotip, daha sonra kabakta yaptığı spesifik zarar sebebiyle Gümüşiyaprak beyazsineği, 1994 yılında ise *Bemisia argentifolii* (Bellows ve Perring) olarak adlandırılmıştır (Costa ve Brown, 1991; Perring ve ark., 1992; Bellows ve ark., 1994).

Entomoloji alanında, mitochondrial cytochrome oxidase subunit I (mt-COI) gen bölgesinin kullanımının artması *B. tabaci*’nin filogenetik yapısının ortaya çıkarılmasında önemli rol oynamıştır. Orijin *B. tabaci* (B biyotip)’ye olan akrabalıkları belirlemek ve doğal düşmanlarının keşfine yardımcı olmak amacıyla yapılan çalışmalarda mt-COI gen bölgesinden birçok sekans örneği kullanılmıştır (De Barro ve ark., 2011; Brown ve ark., 2023). İki bin beş yılında farklı coğrafi bölgelerden elde edilen zararlı popülasyonlarına ait DNA dizileri kullanılarak *B. tabaci* popülasyonları, Amerika-Karayipler, Akdeniz, Kuzey Afrika-Ortadoğu, Güney Asya-Avustralya ve Alt Sahran-Afrika olmak üzere 4 farklı gruba ayrılmıştır (Brown ve Idris, 2005). İzleyen yıllarda *B. tabaci*’ye ait yeni DNA dizilerinin eklenmesiyle bu gruplar revize edilerek; Asya, Bali ve Avustralya’dan örnekler içeren 5. bir grup eklenmiş, ‘Akdeniz-Kuzey Afrika-Ortadoğu’ grubu yerine hala günümüzde kullanılan ‘Akdeniz-Küçük Asya-Afrika’ grubu dahil edilmiştir. Bu revizyon sonunda, ‘Amerika-Karayip’ grubu filogenetik ağaçtan çıkarılmıştır (De Barro ve ark., 2011). Bu yapılan çalışmalara ek olarak, farklı ülkelerden yeni popülasyonlara ait dizilerin artmasıyla filogenetik analizler sonucunda, Batı Afrika, Doğu-Orta ve Güney Afrika,

Kuzey Afrika-Akdeniz ve Ortadoğu, Asya-1, Asya-2, Tropikal Amerika–Kuzey ve merkez Karayipler ve Güney Amerika olmak üzere grup sayısı yedi adede yükselmiş ve filogenetik ağaçta belirlenen majör dallanmaların kriptik türü temsil ettiği ortaya atılmıştır (Brown, 2010; Paredes-Montero ve ark., 2020). Dinsdale ve ark. (2010) yaptığı çalışmada, entomolojide türlerin ayrılması için kullanılan mevcut %3 genetik benzerlik sınırının *B. tabaci* özelinde %3.5'e yükseltilmesinin mevcut grupların tür düzeyinde ayrılmasına fayda sağlayacağını belirtmişlerdir. Bu çalışmaya bağlı olarak kriptik tür sayısı önce 24'e daha sonra 29'a çıkmıştır (Dinsdale ve ark., 2010; Boykin, 2014). Tür benzerlik oranının %4'e yükseltildiği benzer çalışmalarda tür sayısı 39'a ulaşmıştır (Lee ve ark., 2013; Firdaus ve ark., 2013). Günümüzde, çiftleşme ve COI barkodlama yöntemleri kullanılarak yapılan çalışmalar sonucunda *B. tabaci* 48 adet kriptik türden oluşan bir tür kompleksi olarak adlandırılmaktadır (De Barro ve Hart 2000; Liu ve ark., 2012; Qin ve ark., 2015; Vyskočilová ve ark., 2019; Kanakala ve Ghanim 2019; Vyskočilová ve ark., 2019; MacLeod ve ark., 2022; Zhao ve ark., 2023). Ancak, *B. tabaci*'nin tür kompleksi olduğunu ortaya koyan son moleküler çalışmalardan farklı olarak tür kompleksi yapısına şüpheyile yaklaşan ve *B. tabaci*'nin tek bir tür olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur (Becht ve ark., 2019; Hamada ve ark., 2019; Kliot ve ark., 2019).

Bu çalışmada kullanılan iki yaygın *B. tabaci* popülasyonunun uluslararası çalışmalarda isimlendirilmesinde MEAM1 kriptik türü veya B biyotip, MED kriptik türü veya Q biyotip kullanılmaktadır. Bu tez kapsamında ise, Türkiye veri tabanında zararlıyla ilgili çalışmalara kolay ulaşılması, zararlı ile ilgili eserlerin aynı isimlendirmeye oluşturulması ve daha önce yapılan çalışmalarla ikilem yaratmaması amacıyla *B. tabaci* B ve Q biyotip olarak isimlendirilmesi tercih edilmiştir. B ve Q biyotipi Dünya üzerinde geniş yayılım gösteren tropikal, subtropikal ve ılıman ekosistemlere uyum sağlamış en önemli iki biyotip olarak bilinmektedir (Mound ve Halsey, 1978; Cock, 1993 Kriticos ve ark., 2020). Farklı orijin bölgelerine sahip bu iki biyotipin altı farklı kıtada (Kuzey Amerika, Güney Amerika, Avrupa, Avustralya ve Asya) farklı kültür bitkilerinde ekonomik kayıplara neden olduğu rapor edilmiştir (De Barro, 1995; Smith, 1999; De Barro ve ark., 1998, 2011). Bu biyotipler arasında; insektisitlere karşı direnç oluşumu, konukçu bitki tercihleri, coğrafi dağılımı, yayılma davranışı, üreme güçleri, virüs taşıma kapasitesi ve endosimbiont yapıları bakımından farklılıkların olduğu saptanmıştır (Dinsdale ve ark., 2010; De Barro ve ark., 2011; Liu ve ark., 2012; Boykin ve De Barro, 2014; Elfekih ve ark., 2018).

Türkiye'de bulunan *B. tabaci* popülasyonları için ilk defa biyotip kavramı ise Bedford ve ark. (1994),'nın yaptıkları çalışmada kullanılmış ve *B. tabaci*'nin M biyotipinin varlığı belirlenmiştir (Bedford ve ark. 1994). İki binli yıllarda yapılan çalışmalarda, önce B biyotipi daha sonra ise Q biyotipinin varlığı saptanmıştır (Ulusoy ve ark., 2002; De la Rua ve ark., 2006; Bayhan ve ark., 2006; İkten ve ark., 2007; Erdoğan ve ark., 2008; Karut ve ark., 2012; 2014). Sonraki yıllarda yapılan çalışmalarla Middle East–Asia Minor 2 (MEAM2) biyotipi (Karut ve ark., 2015),

son olarak Antalya, Aydın, Denizli ve Muğla pamuk alanlarından toplanan örneklerden Q biyotipinin Q1 ve Q2 olmak üzere iki alt grubunun olduğu bildirilmiştir (Karut ve ark., 2017).

Çevresel sürdürülebilirlik gün geçtikçe daha fazla önem kazanan bir kavram haline gelmiştir. Bu kavramın yükselmesi, tüketim alışkanlıklarının artması ve toplumların büyümesine paralel olarak gerçekleşmektedir. Gelecek nesillere temiz ve sağlıklı bir çevre bırakma sorumluluğu, insan sağlığını ve biyolojik çeşitliliği koruma ihtiyacı tüm insanlık için birleştirici bir amaç haline gelmiştir. Özellikle tarım sektörü, çevresel sürdürülebilirliği desteklemenin önemli bir alanı olarak ön plana çıkmıştır. Bitkisel üretimde ekonomik kayıplara neden olan zararlılarla mücadelede, sürdürülebilir ve çevre dostu yaklaşımların benimsenmesi bu anlamda zorunlu hale gelmiştir. Bu bağlamda, biyolojik mücadele, kimyasal mücadelenin olumsuz etkilerinin azaltılması, doğal dengeyi koruyarak agro-ekosistemde bulunan türleri koruması ve uzun vadeli sürdürülebilir çözümler sunması sebebiyle öne çıkmaktadır (Van Lenteren, 1995; Gerling ve ark., 2001; Uygun ve ark., 2010; Kazak ve ark., 2015). Biyolojik mücadelenin daha etkin şekilde yapılması ve geniş alanlara yayılması için özellikle doğal düşmanlarının bilinmesi ve bunlar üzerinde ayrıntılı çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu anlamda, Aphelinidae (Hymenoptera) familyası klasik biyolojik mücadele çalışmalarında kullanılan en az 100 türü ile büyük öneme sahiptir (Van lenteren 1997; Polaszek, 1999; Stringer ve ark., 2012).

Aphelinidae familyasına ait doğal düşmanların ilk kullanımı yirminci yüzyılın ilk yarısında başlamış ancak geniş alanlardaki uygulamalar 1970'li yılların başlarında gerçekleşmiştir (Speyer, 1927; Van Lenteren, 1997). Doğal düşmanların önemli bir kısmını oluşturan bu familyaya ait 1000'den fazla tanımlanmış türün önemli bir kısmı Paleartik ve Avustralya bölgesine ait olup günümüzde, ticari olarak kullanılan *Encarsia*, *Aphidus* ve *Eretmocerus* gibi cinslere ait önemli parazitoit türler bilinmektedir (Heinz ve Parrella, 1994; De Barro ve ark., 2000; Gerling ve ark., 2001; Stringer ve ark., 2012). Aphelinidae familyasının en kalabalık cinsini oluşturan *Encarsia* ile yapılmış çalışmalarda en az 438 türü tanımlanmıştır (Hayat, 1983; Heraty ve ark., 2008; Torres ve ark., 2014; Gebiola ve ark., 2016).

Encarsia lutea (Masi, 1909) (Hymenoptera: Aphelinidae) 1909 yılında İtalya'dan toplanan örneklerden *Prospaltella lutea* Masi, 1909 bilimsel ismi ile tanımlanmıştır. Stoner ve Butler (1965) tarafından *Heliothis zea* (Boddie, 1850) ve *Trichoplusia ni* (Hübner), gibi farklı zararlı böceklerin yumurtalarını parazitlediği bildirilen *E. lutea*'nın beyazsinek üzerindeki çalışmaları bu yıllarda başlamış, ancak 1980'li yıllarda özellikle pamuk ekim alanlarından toplanan örnekler üzerinde artarak devam etmiştir (Abdel-Fattah ve ark., 1984; Abdelrahman, 1986; Gerling, 1986; Gerling ve Foltyn, 1987). Mısır, Ürdün ve İsrail gibi Ortadoğu ülkelerinde başlayan konukçu, taksonomi ve biyolojisi üzerine çalışmalar Afrika, Avrupa ve Asya ülkelerinde parazitoit *E. mundus* ile birlikte popülasyon takibi ve interaksiyonları üzerine yoğunlaşmıştır (Hafez ve ark., 1978; Sharaf, 1981; Gerling, 1986; Talebi ve ark., 2000). *Encarsia lutea* bir heteronomus hiperparazitoit olup dişi birincil konukçularını parazitleyerek dişi bireyler oluşacak yumurtalar bırakırken, erkek birey

oluşacak yumurtayı ise, daha önce *E. lutea* ya da başka bir parazitoit tarafından parazitlenmiş birey içerisine bırakmaktadır (Gerling ve Foltyn, 1987; Briggs ve Collier, 2001; Hunter ve Woolly, 2001; Kılınçer ve ark., 2010). Çukurova Bölgesi'nde beyazsineğin önemli parazitoiti olarak bilinen *E. lutea*'nın domates, hıyar ve patlıcan üretim alanlarında *Er. mundus* ile birlikte en yaygın parazitoit olarak bulunduğu pamuk üretim alanlarında ise *Er. mundus*'a kıyasla daha yüksek parazitlenme oranlarına ulaştığı bildirilmektedir (Karut, 2006; Karut ve Kazak 2007).

Arthropodlarda bulunan simbiyontlar ile ilgili ilk bulgular Coccidae (Hemiptera) familyası üzerinde yapılan çalışmayla belirlenmiştir (Leydig, 1854). Bu simbiyontların konukçusu ile mutualistik ilişki içinde olduğu ise, ancak 20. yüzyıl başlarında anlaşılmıştır (Conte ve Faucheron, 1907). Buchner (1965) yaptığı çalışmada, endosimbiyontların böceklerde taksonomik grupların oluşmasında etkili olduğunu ve konukçunun ihtiyacı olan amino asitleri sentezlediğini bildirmiştir. Bu bulgulara ek olarak, Buchner (1965), simbiyont bakterilerin bulunduğu, özellikle Blattodea (Hamam Böcekleri), Sternorrhyncha (Hemiptera) alt takımı ve Curculionidae (Coleoptera) olmak üzere 3 böcek grubuna özelleşmiş bir böcek hücresinin (Bacteriocytes) varlığını saptamıştır (Buchner, 1965). Bu ufuk açıcı çalışmanın ardından 1980'li yıllarda moleküler tekniklerin de gelişmesiyle birlikte böceklerde bulunan endosimbiyont yaygınlığı, etkileri ve genetik yapısı üzerine çalışmalar artarak devam etmiştir (Nogge, 1978; Ishikawa, 1982; Eberle ve McLean, 1983; Munson ve ark., 1991; Moran ve ark., 1993; Baumann ve ark., 2000; Wernegreen, 2001; Bourtzis ve Miller, 2003)

Bemisia tabaci biri primer (*Portiera aleyrodidarum*), beşi sekonder olmak üzere (*Wolbachia* (Rickettsiales), *Arsenophonus* (Enterobacteriales), *Cardinium* (Bacteroidetes), *Rickettsia* (Rickettsiales), *Hamiltonella* (Enterobacteriales), *Fritschea* (Chlamydiales)) toplam altı endosimbiyont barındırmaktadır (Thao ve Baumann, 2004; Clark ve ark., 1992; Everett ve ark., 2005; Nirgianaki ve ark., 2003; Thao ve ark., 2003, Weeks ve ark., 2003). *Bemisia tabaci*'nin barındırdığı ikincil endosimbiyontlar biyotipe ve alt gruba bağlı olarak değişmektedir. Ülkemizde yapılan çalışmada, farklı konukçulardan toplanan *B. tabaci* Q ve B biyotipi popülasyonlarında var olan endosimbiyont yapısının farklı olduğu *Arsenophonus* ve *Wolbachia*'nın sadece Q, *Hamiltonella*'nın ise sadece B biyotipinde bulunduğu belirlenmiştir (Karut ve ark., 2014). Çin'de bulunan *B. tabaci* B, Q, Asia II1, Asia II3 ve China 1 biyotiplerinde *Arsenophonus*'un bulunduğu, *Cardinium*'un ise Q, Asia II1 ve Asia II3 biyotiplerinde bulunduğu ancak B ve China 1 biyotiplerinde oldukça düşük yoğunlukta bulunduğu belirlenmiştir (Tang ve ark., 2018). *Bemisia tabaci* Cv biyotipinde ise *Wolbachia* ve *Arsenophonus* endosimbiyontlarının bulunduğu saptanmıştır (Ahmed ve ark., 2010). Biyotiplerin yanı sıra alt gruplarda bulunan endosimbiyont yapısının da farklı olduğu Q biyotipinin alt grubu olan Q1 ve Q2'de bulunan endosimbiyont yapısının farklı olduğu Q1 biyotipinde *Hamiltonella* ve *Rickettsia* bulunurken Q2 biyotipinde *Arsenophonus* ve *Wolbachia* bulunduğu bildirilmiştir (Karut ve ark., 2017).

Bu endosimbiontların *B. tabaci*'nin gelişme süresi, bırakılan yumurta sayısı gibi bazı biyolojik özelliklerine etkilerine dair yapılan çalışmalarda; *Wolbachia*'nın *B. tabaci*'nin üreme gücüne etki ettiği ve bırakılan yumurta sayısını düşürdüğü *Hamiltonella*'nın *B. tabaci*'nin gelişme süresini kısalttığını ortaya çıkarılmıştır (Zhong ve Li, 2013; Su ve ark., 2014). Endosimbiontların konukçusunun biyolojisine etkilerinin yanında direnç, virüs taşıma kapasitesi gibi konukçusuna farklı etkilerinin olduğu ve bu etkilerin belirlenmesine yönelik çalışmalarda; *Arsenophonus* ve *Hamiltonella*'nın domateste önemli ekonomik kayıplara yol açan domates sarı yaprak kıvrıcılık virüsünün (TYLCV) taşınmasında önemli rol oynadığı bildirilmiştir (Gottlieb ve ark., 2010; Su ve ark., 2013; Guo ve ark., 2014). *Rickettsia*'nın konukçusunun (*B. tabaci*) farklı sıcaklıklara karşı toleransını ve bazı insektisitlere karşı duyarlılığını arttırdığı saptanmıştır (Kontsedalov ve ark. 2008; Brumin ve ark., 2011). Bir başka çalışmada, *Wolbachia*'nın *B. tabaci*'nin parazitoitlere olan direncini arttırdığı ve *Encarsia bimaculata* (Heraty ve Polaszek) tarafından parazitlenmeye karşı koruduğu belirlenmiştir (Xue ve ark., 2012). *Bemisia tabaci* ve parazitoiti *E. mundus* ile arasında yatay bulaşıklığın olduğunu ve *Wolbachia*'nın *B. tabaci*'den *E. mundus*'a bulaştığı belirlenmiştir (Ahmed ve ark., 2015). Endosimbiont bulaşıklığının farklı parazitoitlerin biyolojisi üzerinde pozitif ve negatif etkileri olduğu bilinmektedir (Stouthamer ve Mak, 2002; Ahmed ve ark., 2015; Wang ve ark., 2017). *Encarsia* cinsine bağlı diğer türler *E. pergandiella*, *E. formosa*, *E. bimaculata*, *E. suzannae*'nin *Cardinium* ile bulaşık olduğu, ticari tür olan *E. formosa*'nın ise farklı bölgelerde bulunan popülasyonlarının *Wolbachia* veya *Cardinium* ile infekteli olduğu yapılan çalışmalarla ortaya çıkarılmıştır (Harris ve ark., 2010; Kenyon ve Hunter, 2007; Liu ve ark., 2014; Jahan ve ark., 2015; Schultz ve ark., 2022).

Kültüre alınamayan endosimbiont bakterileri konukçudan elemine etmek ve her bir endosimbiontun etkilerini belirlemek amacıyla, antibiyotik ile besleme, mikroenjeksiyon ve yapay besin gibi farklı yöntemler kullanılmıştır (Koga ve ark., 2007; Tsuchida ve ark., 2010). Bunlar içerisinde antibiyotik ile besleme en fazla uygulanan ve endosimbiontları elemine etmede başarı sağladığı bilinen yöntemdir (Chiel ve ark., 2009; Tsuchida ve ark., 2014; Raina ve ark., 2015). Antibiyotik ile besleme yöntemi *B. tabaci*'de bulunan sekonder endosimbiontları elemine etmede başarıyla kullanılmaktadır (Ruan ve ark., 2006; Ahmed ve ark., 2010; Xue ve ark., 2012; Su ve ark., 2013, Zhong ve Li, 2013). Su ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada antibiyotik ile besledikleri beyazsinek bireylerinden *Hamiltonella*'yı, Xue ve ark (2012) ise *Wolbachia*'yı spesifik olarak elemine ettiklerini bildirmişlerdir. Parazitoid *E. formosa* ile yapılan çalışmalarda, *Wolbachia*'nın tamamen elemine edilemediği fakat yoğunluğunun oldukça azaldığı belirlenmiştir (Stouthamer ve Mak, 2002; Wang ve ark., 2017). *Rickettsiales* takımına ait *Wolbachia*, birçok arthropod konukçusu ile tek taraflı fayda (kommensalizm), karşılıklı fayda (mutualizm) ve parazitik (parazitizm) ilişkiler kurarak yaşayan bir bakteri cinsidir (Werren ve ark., 1995). *Wolbachia*'nın konukçu üzerinde; dişileşme, partenogeneze yönelme (thelytokie) ve sperm-yumurta uyumsuzluğuna neden olduğu bilinmektedir (Werren ve ark., 2008). *Wolbachia*'nın konukçusunun

yeni nesillerine dikey (dölden döle) olarak taşındığı, *Wolbachia* ile enfekteli dişi bireylerin, enfekteli veya enfektesiz erkek bireylerle çiftleştiğinde, yeni nesilin enfekteli olduğu bildirilmiştir. Bu bilgiler ışığında tüm bu üreme sistemi üzerindeki manipülasyonların sebebinin *Wolbachia* 'nın enfekteli dişilerin sayısını artırarak kendi varlığını yeni nesillere aktarması olduğu tahmin edilmektedir (Charlat ve ark., 2005; Werren ve ark., 2008; Jiggins ve ark., 2017). Erkek tarafından aktarılan kromozomların anormallik göstererek embriyo ölümüne sebep olması olarak tanımlanan sitoplazmik uyumsuzluk, *Wolbachia* ile bulaşık birçok böcek popülasyonunda görülmekte ve iki şekilde gerçekleşmektedir; tek yönlü uyumsuzluk, *Wolbachia* ile bulaşık erkek birey ile bulaşık olmayan dişi bireyin çiftleşmesi sonucu, çift yönlü uyumsuzluk ise farklı *Wolbachia* varyantları ile bulaşık dişi ve erkek bireyin çiftleşmesi sonucu oluşmaktadır (McGraw ve O'Neill, 1999; Charlat ve ark., 2005).

Bu çalışmada, iki farklı antibiyotik diyetinin *B. tabaci* ve *E. lutea*'nın endosimbiont yapısında neden olduğu değişimler ve bu değişimlere bağlı olarak farklı endosimbiontların *B. tabaci* ve parazitoti *E. lutea*'nın biyolojisine etkilerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Elde edilecek sonuçlarla, zararlının mücadelesinde kimyasal mücadeleye alternatif yöntemlerin geliştirilmesine ışık tutacak temel verilerin elde edilmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. *Bemisia tabaci* ile ilgili Yapılmış Çalışmalar

Costa ve ark. (1993) *B. tabaci* B biyotipi ile yaptıkları çalışmalarında, kabak bitkisi köklerine (Oksitetrasiklin hidroclorür) antibiyotik uygulamış ve *B. tabaci* ergin dişilerinin bu bitkiyle beslenmesini sağlamışlardır. Uygulama sonrası mycetome'ların küçüldüğünü, bırakılan yumurta sayısının azaldığını ve ergin öncesi dönemlerde gelişmenin uzadığını belirlemişlerdir.

Costa ve ark. (1995) farklı *B. tabaci* biyotipleri ve aynı biyotipin farklı popülasyonlarında bulunan endosimbiyontlar arasındaki morfolojik farklılıkları ve bu simbiyontların akrabalıklarını belirlemişlerdir. *B. tabaci* A ve B biyotiplerinin kullandıkları çalışma sonucunda her bir biyotipte farklı endosimbiyont kombinasyonlarının bulunduğu ve bu farklılığın *B. tabaci* biyotiplerinin oluşmasındaki nedenlerden biri olabileceğini bildirmişlerdir.

Costa ve ark. (1997) *B. tabaci* B biyotipi popülasyonları üzerine farklı antibiyotik uygulamalarının beyazsineğin; hayatta kalma, pupadan ergin çıkışı, dişi/erkek oranları gibi parametreleri üzerine etkilerini saptamışlardır. Çalışmada protein sentezini etkileyen antibiyotiklerin beyazsineğin büyüme ve gelişmesine negatif yönde etki ettiği, bakterinin hücre duvarı ve zarına etki eden antibiyotiklerin ise herhangi bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Tüm antibiyotik diyetlerinin zararlıının gelişme süresini uzattığını ve pupadan ergin çıkış oranlarını düşürdüğünü belirlemişlerdir.

Ulusoy ve Bayhan (2003) Doğu Akdeniz Bölgesinde sebze ekim alanlarından *B. tabaci* örnekleri toplamışlardır. Bu örnekler üzerinde morfolojik karakterlerini kullanarak yaptıkları tanı sonucunda 1996 yılında Mersin ilinden toplanan örneklerin *B. tabaci* B biyotipi olduğunu saptamış ve Türkiye için yeni kayıt olarak bildirmişlerdir.

Ruan ve ark. (2006) Tetrasiklin, Ampicillin, Trihidrat ve Rifampisin olmak üzere 4 farklı antibiyotik diyetinin Çin'de bulunan B ve ZHJ-1 olmak üzere iki farklı *B. tabaci* biyotipinin endosimbiyontlarına etkilerini saptamışlardır. Bu 3 antibiyotik diyetinin *Portiera*'ya herhangi bir etkisinin olmadığını, ikincil endosimbiyontlar da ise çok az bir azalmaya sebep olduğunu belirlemişlerdir. B biyotipinde Tetrasiklin, Ampicillin ve Trihidrat diyetlerinin F₁ gelişmesini hızlandırıp, hayatta kalma oranını azalttığını, Rifampisin diyetinin ise gelişme süresini uzattığını saptamışlardır. Benzer şekilde Rifampisin diyetinin ZHJ-1 popülasyonunda da gelişme süresini uzattığını ve daha yüksek oranda ölüme neden olduğunu bildirmişlerdir.

İkten ve ark. (2007) *B. tabaci*'nin ülkemizde yaygın olarak bulunduğu Ege ve Akdeniz Bölgeleri'nde popülasyonların biyotip durumlarını mitokondrial COI gen bölgesindeki DNA dizilim varyasyonlarına dayalı olarak belirlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda Türkiye'de iki ana grubun olduğunu ve popülasyonların B ve Q biyotipleri etrafında toplandığını ortaya çıkarmışlardır. Bölge olarak biyotiplerin dağılımı ele alındığında ise; Antalya, Mersin ve Hatay

illerinde B ve Q, Adana, Aydın ve Denizli illerinde Q ve Muğla'da B biyotiplerinin bulunduğunu saptamışlardır.

Karut ve Naranjo (2009) Çukurova'da pamukta yapmış oldukları ölümü esas alan yaşam çizelgesi çalışmalarında, 10 defa tekrarlanan denemeler sonucunda en önemli ölüm faktörlerinin 0.69 ve 0.67 ile sırasıyla parazitiot ve avcılardan kaynaklandığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar ayrıca parazitoitlerin, grafiksel ve regresyon değerlendirmelerine bağlı olarak Çukurova'da pamuk bitkisinde *B. tabaci*'nin popülasyon gelişimini sınırlayan anahtar ölüm faktörü olduğunu bildirmişlerdir.

Ahmed ve ark. (2010) B, Q ve Cv olmak üzere 3 farklı *B. tabaci* biyotipi kullandıkları çalışmalarında; Tetrasiklin, Ampicillin, Trihidrat ve Rifampisin'in bu biyotiplerde bulunan birincil ve ikincil endosimbiyontlara etkilerini saptamışlardır. Her üç uygulama sonunda da birincil endosimbiyont *Portiera* elemine edilemezken, *Arsenophonus* ve *Wolbachia* %50'den %80'e varan oranlarda elemine edilebildiğini bildirmişlerdir. Kullanılan biyotip ve endosimbiyontta göre antibiyotik etkisinin farklılık gösterdiği ve Rifampisin'in *Arsenophonus* üzerinde diğer iki antibiyotikten daha etkili olduğunu, *Wolbachia* için ise Tetrasiklin'in diğer antibiyotiklere kıyasla daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir.

Himler ve ark. (2011) *Rickettsia* ile bulaşık ve bulaşık olmayan *B. tabaci* popülasyonlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında, *Rickettsia* ile bulaşık popülasyonun, diğer popülasyona oranla daha fazla yumurta bıraktığını, gelişme sürelerinin daha kısa ve dişi birey oranının daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Ayrıca Amerika'nın güney batısında *B. tabaci* bireylerinin oldukça hızlı yayılmasının ve salgın yapmasının sebeplerinden birinin, popülasyonun *Rickettsia* ile bulaşık olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Xue ve ark. (2012) *Wolbachia*'nın konukçu *B. tabaci* Q biyotipi üzerindeki etkilerini belirledikleri çalışmalarında, Rifampisin kullanarak *Wolbachia*'yı elemine etmişlerdir. *Wolbachia* bulunan popülasyonun gelişme süresinin daha kısa, ergin ömrünün ise daha uzun olduğunu ve popülasyondaki dişi birey sayısının da *Wolbachia* bulunmayan popülasyona göre daha yüksek olduğu belirlemişlerdir. *Wolbachia* ile enfekteli popülasyon ile kıyaslandığında *Wolbachia* bulunmayan popülasyonda ergin öncesi 4. dönem nimflerin vücut iriliğini daha düşük bulmuşlardır. Ayrıca parazitoit *Encarsia bimaculata* kullanılan denemelerde, *Wolbachia* ile bulaşık popülasyonda parazitlenme oranının düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Pan ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, beş farklı konukçu bitki üzerinde ürettikleri *B. tabaci* B ve Q biyotip popülasyonlarının, ergin erkek ve dişi bireylerinin barındırdığı endosimbiyont türleri ve trofik ilişkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda dişi bireylerde *Cardinium*, *Rickettsia* ve *Hamiltonella*'nın erkek bireylere oranla daha fazla bulunduğunu belirlemişlerdir.

Sloan ve Moran (2012) hayvanlarda dışardan alınması gereken karotenoidi, beyazsineklerde birincil endosimbiyont *Portiera*'nın sentezleyebildiğini belirlemişlerdir.

Beyazsineklerde bulunan *Portiera*'nın genomu çıkarılmış ve bu genomun diğer bitki özsuyla beslenen böceklerle çok yakın olduğu fakat bunlara ek olarak amino asit sentezinde görev alan gene sahip olduğunu saptamışlardır. *Portiera*'nın diğer endosimbiontlardan farklı olarak Karotenoid sentezine yardımcı genler içerdiğini belirlemişlerdir.

Zhong ve Li (2013) *B. tabaci* B biyotipinde *Wolbachia*'yı elemine etmek için Tetrasiklin uygulamışlardır. Uygulama sonucunda *Wolbachia*'nın tamamen olmasa da yüksek oranda elemine olduğunu saptamış ve *B. tabaci*'de ilk kez sitoplazmik uyumsuzluk tespit etmişlerdir.

Pan ve ark. (2013) endosimbiont bulunma yoğunluğu ve konukçusuna etkileri arasında bir ilişkinin olduğunu bildirmiş, bu bağlamda farklı konukçu bitki ve insektisitlerin *Portiera*, *Hamiltonella*, *Rickettsia*, ve *Cardinium* simbiyontlarının yoğunluklarına etkilerini belirlemişlerdir. Çalışmada hıyar, lahanada ve pamuk bitkilerinde hassas ve thiamethoxama dirençli iki farklı *B. tabaci* B biyotipi popülasyonunda endosimbiont yapılarını incelemişlerdir. *Portiera* yoğunluğu en yüksek hıyar bitkisinden alınan popülasyonda bulunurken, *Hamiltonella*'nın ise en yoğun lahanadan alınan popülasyonda bulunduğunu bildirmişlerdir. Hassas beyazsinek popülasyonunda daha fazla *Portiera* ve *Hamiltonella* bulundururken, dirençli popülasyonda daha fazla *Rickettsia* belirlemişlerdir.

Su ve ark. (2013) ikincil endosimbiont *Hamiltonella*'nın *B. tabaci* Q biyotipinin biyolojisine etkilerini saptamışlardır. *Hamiltonella* ile bulaşık ve bulaşık olmayan iki popülasyonun karşılaştırıldığı çalışmada, *Hamiltonella* ile bulaşık popülasyondaki dişilerin bıraktığı yumurta sayısı ve ergin olan nimf sayısının daha yüksek, nimf gelişme süresinin ise daha kısa olduğunu belirlemişlerdir.

Karut ve Tok (2014) yaptıkları çalışmada farklı konukçulardan topladıkları Q ve B biyotip popülasyonlarında var olan endosimbiont yapısını ortaya çıkarmışlardır. *Arsenophonus* ve *Wolbachia*'yı sadece Q biyotipinde, *Hamiltonella*'yı ise sadece B biyotipinde belirlemişlerdir. *Rickettsia*'yı ise her iki biyotipte de saptamışlardır. İkincil endosimbiontların konukçuda bulunma oranlarını; *Arsenophonus*, *Hamiltonella* ve *Wolbachia* için sırasıyla %40, %32.4 ve %8 olarak bulmuşlardır.

Su ve ark. (2014) farklı besin streslerinde *Hamiltonella*'nın *B. tabaci*'nin gelişimine etkilerini belirledikleri çalışmalarında, *B. tabaci* besini olarak düşük, orta ve yüksek oranlarda maya özütü (eşit miktarda sukroz ve saf su) içeren besinler hazırlamışlardır. Çalışmada, düşük besin içeriğinde *Hamiltonella* bulunan *B. tabaci* popülasyonunun, *Hamiltonella* bulunmayan popülasyondan daha hızlı geliştiğini belirlemişlerdir.

Karut ve ark. (2015) Çukurova bölgesi sera ve pamuk ekim alanlarından topladıkları örneklerde daha önce var olduğu bilinen Q ve B biyotipleri dışında Türkiye için yeni kayıt olan MEAM2 biyotipinin varlığını bildirmişlerdir.

Raina ve ark. (2015) *B. tabaci*'de bulunan endosimbiontların saptanması ve konukçusu üzerinde bulunma yerlerinin belirlenmesinde PCR ve FISH olmak üzere iki farklı teknik

kullanmışlardır. Çalışma sonucunda FISH metodunun hem endosimbiontun belirlenmesinde hem de bulunma yeri hakkında daha hassas ve spesifik bilgiler verdiğini belirlemişlerdir.

Raina ve ark. (2015) *B. tabaci* Q biyotipi ile yaptıkları çalışmalarında, Tetrasiklin uygulaması yaparak *Arsenophonus*'u elemine ettiklerini bildirmişlerdir. Daha sonra *Arsenophonus* pozitif ve *Arsenophonus* negatif popülasyonların biyolojik özellikleri karşılaştırıldığında *Arsenophonus* pozitif popülasyonun; bırakılan yumurta sayısının daha düşük, ergin ömrü ve gelişme süresinin daha kısa olduğunu belirlemişlerdir.

Zhang ve ark. (2015) *B. tabaci* Q biyotipi üzerinde, Rifampisin diyetlerinin *Portiera* ve *Hamiltonella* endosimbiontlarına etkilerini belirlemişlerdir. Erginlere yapılan uygulama sonrasında *Hamiltonella*'da önemli bir düşüş gözlenirken *Portiera*'da küçük miktarda bir azalış belirlemişlerdir. F₁ generasyonunda her iki endosimbiontta beyazsinek ergin öncesi dönemlerinde önemli bir azalma görülmüş, ergin dönemde ise sadece birkaç bireyde saptamışlardır. F₁ dişi bireylerinin yumurta bıraktığını ancak yumurtaların açılmadığını, farklı endosimbiont bulunan konukçularda, simbiyontları elemine etmenin kalan endosimbiontun etkilerini saptamak açısından faydalı olacağını bildirmişlerdir.

Hong ve ark. (2016) *B. tabaci* Q biyotipi üzerinde ozon gazının, entomopatojen *Beauveria bassiana* (Balsamo)'nın etkinliğini azaltıp azaltmadığını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmalarında, sadece Ozon uygulamasının *B. tabaci*'de bulunan endosimbiont yoğunluğunda değişimlere yol açtığını bildirmişlerdir. Uygulama sonucunda *Rickettsia* azalırken *Cardinium*'un artış gösterdiğini, bunun yanında *Cardinium* ile popülasyondaki dişi oranı arasında doğru orantı olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca Ozon uygulamasının *B. bassiana*'nın *B. tabaci* üzerindeki etkinliğini azalttığını saptamışlardır.

Shan ve ark. (2016) antibiyotik Rifampisin uygulamasının *B. tabaci* B biyotipinde bulunan endosimbiont yoğunluğuna etkilerini belirlemişlerdir. Bunun için beyazsinek erginlerini 48 saat boyunca 1-100 µl konsantrasyonlarda Rifampisin ile beslemişlerdir. B biyotipinde bulunan birincil endosimbiont *Portiera* ve ikincil endosimbiontlar *Hamiltonella* ve *Rickettsia*, F₀ generasyonunda tamamen elemine edilemezken, F₁ generasyonunda ikincil endosimbiontların büyük bir bölümünün elemine edildiğini bildirmişlerdir. F₁ generasyonunda dişi bireylerin yumurta bıraktığını, fakat bu yumurtaların hiçbirinin açılmadığını, F₂ generasyonunda ise beyazsinek popülasyonunun devam etmediğini, antibiyotik diyetlerinin zararlı ile mücadelede geliştirilerek kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Tireng Karut ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada, 10, 20, 30 ve 50 mg/ml olmak üzere 4 farklı dozdaki Rifampisin diyetinin *B. tabaci* B biyotipinin yumurta sayısı ergin öncesi gelişme süresi ve ergin öncesi ölüm oranları gibi bazı biyolojik parametrelerini etkilediğini bildirmişlerdir.

Skaljic ve ark. (2017) Güneybatı Avrupa'da (Hırvatistan, Karadağ, Bosna-Hersek Makedonya, Sırbistan) bulunan beyazsinek türlerinde (*B. tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*, ve *Siphoninus phillyreae*) saptanan endosimbiontların yaygınlığını ve filogenetik analizlerle genetik

benzerliklerini ortaya çıkardıkları çalışmalarında, *Arsenophonus* ve *Hamiltonella*'nın üç beyazsinek türünde de en yaygın endosimbiontlar olduğunu, *Rickettsia*'nın en çok *B. tabaci*'de *Wolbachia*'nın ise hem *B. tabaci* hem de *S. phillyreae* türünde bulunduğunu saptamışlardır. Bunun yanında *Cardinium* türünün çok az sayıda belirlendiğini, *Fritschea*'nın ise hiçbir beyazsinek türünde tespit edilemediğini bildirmişlerdir. Ayrıca bu endosimbiontların filogenetik analizleri sonucunda; *Hamiltonella*'nın *B. tabaci* ve *T. vaporariorum* popülasyonlarının birbiriyle aynı veya çok yakın olduğunu, *S. phillyreae* türünde bulunan popülasyonun ise farklı olduğunu saptamışlardır. *S. phillyreae*'de belirlenen *Arsenophonus*'un şu ana kadar belirlenen hiçbir sekansla eşleşmediğini saptamış, ve çalışma sonucunda, beyazsinekler arasında yatay bulaşıklık olduğunu ve yapılan yeni çalışmalar ile daha önce saptanmayan yeni bulaşıklıkların da belirlenebileceğini bildirmişlerdir.

Li ve ark. (2017) B ve Q biyotiplerinin *Rickettsia* ile bulaşık ve bulaşık olmayan popülasyonlarının kullanıldığı çalışmada, pamuk bitkisi aracılığıyla, öncesinde *Rickettsia* bulunmayan popülasyonlara bu bakterinin bulaşıp bulaşmadığını belirlemişlerdir. Bunun için pamuk yapraklarına yerleştirilmiş yaprak kafeslere önce *Rickettsia* ile bulaşık erkek ve dişi bireyler, ardından ise bulaşık olmayan bireyler salmışlardır. Daha sonra yapılan analizler sonucunda pamuk bitkisiyle beslenen temiz popülasyondan bireylerin *Rickettsia* ile bulaşık olduğunu, bireyler arasında yatay bulaşıklığın gerçekleştiğini ve pamuk bitkisinin bu taşınmada aracı rol üstlendiğini belirlemişlerdir.

Karut ve ark. (2017) Antalya, Aydın, Denizli ve Muğla illerinde pamuk tarlalarından topladıkları *B. tabaci* örnekleri üzerinde yaptıkları analizler sonucunda B biyotipi ve Q biyotipinin alt grubu olan Q1 ve Q2 biyotipinin varlığını saptamışlardır. Biyotip yapısının illere bağlı olarak değiştiğini ve Q biyotipin daha baskın olduğunu bildirmişlerdir. Aydın'dan toplanan örneklerin tamamının Q biyotip, Muğla ve Antalya'dan toplanan örnekler de ise hem Q hem de B biyotipinin olduğunu belirlemişlerdir.

Karaca ve ark. (2018) farklı Rifampisin uygulama dozlarının *B. tabaci* Q biyotipi üzerinde etkilerini belirledikleri çalışmalarında, tüm uygulama dozlarında bırakılan yumurta sayısının azaldığı, ergin öncesi gelişme süresinin ise uzadığını belirlemişlerdir. Kontrolde ortalama 24.8 gün olan toplam ortalama gelişme süresi 30 µg/ml uygulama dozunda yaklaşık 10 gün uzayarak 35.3 güne çıktığını saptamışlardır. Ayrıca Rifampisin diyetlerinin birinci döl erginlerinde endosimbiont bulaşıklık oranlarında önemli derecede azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Tang ve ark. (2018) Çin'de beş farklı *B. tabaci* biyotipinde bulunan endosimbiontları ve birbirlerine olan benzerliklerini belirledikleri çalışmalarında, *Arsenophonus*'un Asia1, Asia3 ve China1 biyotiplerinde bulunduğunu fakat Dünya'da geniş yayılım gösteren B ve Q türlerinde bulunmadığını saptamışlardır. *Cardinium*'un ise Q, Asia 1 ve Asia 3 türlerinde bulunduğunu, B ve China1 de ise çok nadiren saptandığını belirtmişlerdir. Yaptıkları filogenetik analizi sonucunda birincil endosimbiont *Portiera*'nın beş beyazsinek biyotipinde de benzerlik gösterdiği fakat ikincil

endosimbiontlar *Arsenophonus* ve *Cardinium* da tam tersi bir durumun olduğunu belirlemişlerdir. Bunun sebebi olarak da *Portiera*'da konukçu ile birlikte evrimleşme veya eski bir bulaşıklık olduğunu, ikincil endosimbiontların ise daha mobil olduğunu ve sürekli yeni bulaşıklıklar sebebiyle türler arası benzerliklerin az bulunduğunu bildirmişlerdir.

de Moraes ve ark. (2018) Brezilya'da bulunan *B.tabaci* Q, B ve New World biyotiplerinin yayılımı ve bulundukları endosimbiontları belirledikleri çalışmalarında, Kuzey, Kuzey Batı ve Merkez bölgelerde yetiştirilen kültür bitkilerinde sadece B biyotipinin bulunduğunu ve bunun virüs bulaşıklığıyla bağlantılı olduğunu, güneyde ise Q biyotipinin daha çok süs bitkilerinde bulunduğunu belirlemişlerdir. Baskın tür olan B biyotipinde iki farklı endosimbiont *Hamiltonella* ve *Rickettsia*'nın bulunduğunu, farklı bölgelerden alınan örneklerde yapılan filogenetik analizlerde (MtCOI) genetik çeşitliliğin düşük olduğunu saptamışlardır. *Bemisia tabaci* Q biyotipinde ise B biyotipinin aksine *Hamiltonella*, *Rickettsia*, *Wolbachia* and *Arsenophonus* olmak üzere 4 farklı endosimbiontun bulunduğunu ve farklı popülasyonlarla karşılaştırıldığında genetik çeşitliliğin daha yüksek olduğunu belirlenmişlerdir.

Shi ve ark. (2018) *B. tabaci* B biyotipinde bulunan endosimbiontları ve bulunma yerlerini belirledikleri çalışmalarında, birincil endosimbiont *Portiera*'nın yanı sıra, ikincil endosimbiontlardan *Hamiltonella* ve *Rickettsia* türlerini saptamışlardır. Konukçu gelişmesiyle birlikte endosimbiontların yoğunluğunun arttığını, *Portiera* ve *Hamiltonella*'nın en çok 2. dönemden 4. döneme kadar artış gösterdiğini, *Rickettsia*'da ise bu artışın ergin dönemde ortaya çıktığını gözlemişlerdir. Ayrıca *Rickettsia*'nın konukçu vücudunda bulunma yerlerini dişilerde tüm abdomen ve mum bezleri olarak belirlemişlerdir.

Shan ve ark. (2019) *Hamiltonella defansa*'nın *B. tabaci* üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla endosimbiontu sıcaklık ve antibiyotik uygulaması olmak üzere iki farklı metot kullanarak elemine etmişlerdir. Çalışma sonucunda *Hamiltonella*'nın elemine edildiği popülasyonda cinsiyet oranının önemli oranda değiştiğini, kontrol grubunda 1:1 olan dişi erkek oranının 1:20 oranına kadar çıktığını, *Hamiltonella*'nın varlığı veya yokluğunun dişinin spermetekasında depolanan sperm miktarını etkilemediğini belirlemişlerdir.

Tireng Karut ve ark. (2020) parafilm temelli ergin besleme yöntemi kullanarak yaptıkları çalışmada *B. tabaci* erginlerini sukroz+su, acetamiprid ve bakteri süspansiyonlarıyla beslemişlerdir. Entomopatojen bakteri *Serratia marcescens*'in ergin beyazsineğe karşı %72 oranında etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Topçu ve ark. (2020) Mersin iline bağlı Akdeniz, Aydıncık, Bozyazı, Erdemli, Gülnar, Silifke ve Tarsus ilçelerinde bulunan sera alanlarından topladıkları *B. tabaci* ergin bireyleri ile yaptıkları moleküler analizler sonucunda, B biyotipinin dominant olduğunu, güz ve bahar döneminde örneklenen bireylerin sırasıyla %99.5 ve %97.7'sinin B biyotipi olduğunu belirlemişlerdir. En yüksek Q biyotipi bulunma oranı Erdemli ilçesinden %12.8 olarak saptanırken, hem Q1 hem de Q2 alt grubunun belirlendiğini bildirmişlerdir.

Zhao ve ark. (2020) Çin’de *B. tabaci* popülasyonlarında bulunan endosimbiontları, tek tek ve birlikte elemine etmek amacıyla Rifampisin ve Ampicilin antibiyotiklerini ayrı ayrı ve birlikte kullanmışlardır. Ampicilin’in; *Cardinium*, *Portiera*, *Hamiltonella* ve *Rickettsia*’nın birlikte bulunduğu bireylerde sadece *Cardinium*’u elemine ettiğini diğer endosimbiontlara etkisinin olmadığını, Rifampisin’in ise dört endosimbiontu da başarılı bir şekilde elemine ettiğini saptamışlardır. Ayrıca yaptıkları antibiyotik diyetleri sonucunda sadece *Cardinium* ve sadece *Rickettsia* ile bulaşık *B. tabaci* popülasyonları elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Fujiwara ve ark. (2022) yaptıkları çalışmada floresan in situ hibridizasyon yöntemi kullanarak *B. tabaci* B biyotipinde bulunan endosimbiontların bulunma yerlerini belirlemişlerdir. *Hamiltonella*’nın bakterisit çekirdeğine bitişik olarak bulunduğunu, *Portiera*’nın ise *Hamiltonella*’yı çevreleyen sitoplazmada bulunduğunu saptamışlardır. Ayrıca *B. tabaci* Q1, Asia II ve *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae) türlerinde de benzer durumun görüldüğünü bildirmişlerdir.

Milenovic ve ark. (2022) *B. tabaci*’de bulunan birincil ve ikincil endosimbiontları elemine etmek amacıyla bitki besleme temelli antibiyotik uygulama yöntemini kullanmışlardır. Sonuç olarak, Rifampisin diyetinin *Portiera*, *Rickettsia* ve *Arsenophnus* olmak üzere 3 endosimbiontu da tamamen elemine edemediğini ve uygulamanın konukçu mitokondrisine zarar vererek negatif etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Karaca ve Karut (2022) 2015-2018 yılları arasında Adana ili pamuk ekim alanlarından topladıkları *B. tabaci* popülasyonlarının, Mikrosatellit Fragment Analizi ve PCR-RFLP moleküler tanı teknikleri kullanılarak biyotip yapısı ve sezon içi popülasyon değişimlerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda, *B. tabaci* biyotiplerinin sezon içi popülasyon değişimlerinin ilçelere bağlı olarak değişim gösterdiğini ve toplanan popülasyonların %60.9’unun Q, %39.1’inin ise B biyotip yapısına sahip olduğunu saptamışlardır.

Kaur ve ark. (2022) *B. tabaci* (Asia II-1)’de bulunan endosimbiontların Pamuk yaprak kıvrıcılık virüsünün taşıma kapasitesine etkilerini belirledikleri çalışmalarında, Ampicillin, Chloramphenicol, Kanamycin, Tetrasiklin ve Rifampisin olmak üzere beş farklı antibiyotik uygulamışlardır. Çalışma sonucunda, *Cardinium*’u konukçu üzerinden elemine edemezken, *Arsenophonus*’u 90 µg/ml dozda Rifampisin ve Tetrasiklin antibiyotiklerini kullanarak başarılı bir şekilde elemine ettiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca, *Arsenophonus*’un elemine edildiği popülasyonunun virüs taşıma kapasitesinin kontrol popülasyonuna kıyasla azaldığını bildirmişlerdir.

Tan ve ark. (2023) çay üretim alanlarında zarar yapan *Aleurocanthus camelliae* (Hemiptera: Aleyrodidae)’de bulunan endosimbiontları ve bu endosimbiontların konukçu üzerindeki etkilerini ortaya çıkarmışlardır. Yaptıkları moleküler analizler sonucunda, *Portiera* (67.15–73.33%), *Arsenophonus* (5.58–22.89%), *Wolbachia* (4.53–11.58%) ve *Rickettsia* (0.75–2.59%) olmak üzere dört farklı endosimbiontun bulunduğunu saptamışlardır. Rifampisin diyeti

sonucunda dört endosimbiyontun yoğunluğunun azaldığını belirlemişlerdir. Antibiyotik diyetlerinin konukçu biyolojisini olumsuz etkilediğini, ergin öncesi gelişme süresinin antibiyotik uygulanmış popülasyon ve kontrol grubunda sırasıyla 55.92 ve 49 gün, canlılık oranlarını da aynı sırayla 0.36 ve 0.60 olarak belirlemişlerdir.

Li ve ark. (2023) *B. tabaci* biyotipleri ve ikincil endosimbiyontları etkileyen faktörler üzerinde yaptıkları çalışmada, Çin’de 29 farklı lokasyonda belirlenen 8 biyotipin (Q, B, Asia I, Asia II 1, Asia II 2, Asia II 6, China 1 ve China 6) ve bunlarda bulunan ikincil endosimbiyont yapısının coğrafi ve çevresel faktörlere (enlem ve yıllık ortalama sıcaklık) bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir.

2.2. *Bemisia tabaci*’nin Parazitoitleri ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Gerling ve Foltyn (1987) *E. lutea*’nın, *B. tabaci*’nin parazitoiti olduğunu, dişi bireylerinin birincil parazit olarak *B. tabaci* bireylerinden, erkek bireylerinin ise daha önce bir başka parazitoit tarafından parazitlenmiş *B. tabaci* bireylerinin tekrar parazitlenmesi sonucunda ikincil parazitoit olarak meydana geldiğini bildirmişlerdir. Yumurtadan ergin oluncaya kadar gelişme sürelerinin dişi ve erkek bireyler için sırasıyla, 13-18 ve 14-15 gün olduğunu ve dişi bireylerin 2., 3. ve 4. dönem nimfleri parazitleyebildiğini saptamışlardır.

Schauff ve Gregory (1996) Kuzey Amerika kıtasında, *E. lutea*’nın Aleyrodidae familyasından *Dialeurodes citri* (Ashm.), *Bemisia argentifolii*, *B. tabaci* ve *Trialeurodes vaporariorum* Westwood olmak üzere 4 konukçusunun olduğunu bildirmişlerdir.

Stouthamer ve Mak (2002) *E. formosa*’da bulunan *Wolbachia*’yı elemine etmek amacıyla farklı dozlarda Tetrasiklin uyguladıkları çalışmalarında, *E. formosa* için en uygun dozun 5 mg/ml olduğunu ve bu uygulama sonrası ergin yaşam sürelerinin kısaldığı ve bırakılan yumurta sayısının düştüğünü belirlemişlerdir.

Karut ve Akdağcık (2006) Çukurova’da *Eretmocerus mundus* (Er.) ve *E. lutea*’yı örneklemeye yapılan alan ve tarlaya bağlı olarak değişse de parazitlenme oranları açısından pamuk tarlalarında *B. tabaci*’nin önemli parazitoitleri olarak bildirmişlerdir.

Perlman ve ark. (2006) *E. inaron* üzerinde yaptıkları çalışmada *Wolbachia* ve *Cardinium* bulaşıklık durumlarının parazitoitin yumurta verimi üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda, her iki bireyin de endosimbiyont ile bulaşık olduğu veya dişi bireyin bulaşık, erkek bireyin bulaşık olmadığı durumlarda parazitlenme sayılarının benzer bulunduğunu saptamışlardır. Endosimbiyont ile bulaşık erkek birey ve bulaşık olmayan dişi bireyin çiftleşmesi sonucunda parazitlenme kapasitesinin diğer çaprazlamalara göre oldukça düşük bulunduğunu belirlemişlerdir.

Karut ve Kazak (2007) pamuk bitkisinde sarı yapışkan tuzak kullanarak *B. tabaci*, *Er. mundus* ve *E. lutea*’nın popülasyonlarını izledikleri çalışmalarında, pamuk yapraklarında *E. lutea*’nın parazitlenme oranlarının *Er. mundus*’a göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Chiel ve ark. (2009) *Rickettsia* ile bulaşık ve bulaşık olmayan iki *B. tabaci* poplasyonunun biyolojik parametrelerini karşılaştırdıkları çalışmalarında, *Rickettsia* bulaşık poplasyonunun ergin öncesi gelişme süresinin daha kısa olduğunu, yumurta sayısı ve ergin yaşam süresi gibi parametrelerin ise bulaşık olmayan poplasyon ile çok benzer olduğunu saptamışlardır.

White ve ark. (2009) *E. inaron* poplasyonlarında bulunan *Wolbachia* ve *Cardinium* endosimbiyontlarının konukçu üzerinde etkilerini belirlemişlerdir. *Wolbachia* ve *Cardinium*'u konukçu dişi ve erkek bireyleri üzerinden antibiyotik kullanarak elemine etmişlerdir. Daha sonra endosimbiyont bulunan ve bulunmayan dişi ve erkek bireyleri çiftleştirerek konukçu üremesine etkilerini ortaya çıkarmışlardır. *Wolbachia*'nın sitoplazmik uyumsuzluğa neden olduğunu ancak, *Cardinium*'un parazitoitin üremesine ve dişi erkek oranına herhangi bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir.

Fattah-Hosseini ve ark. (2014) COI ve D2-28S rRNA bölgelerini kullanarak İran'da bulunan *E. luteola* grubunda bulunan türlerin genetik doğrulamasını ve bu türlerde bulunan *Wolbachia* varyantlarını belirlemişlerdir. Yapılan analizler sonucunda D2-28S rRNA'nın başarılı bir şekilde *E. luteola* grubunu ayırabildiğini ancak COI bölgesinin yetersiz kaldığını saptamışlardır. Ayrıca *Encarsia* poplasyonları ile bulaşık *Wolbachia*'nın konukçusuna bağlı olarak B süpergrubu içerisinde yer alan, For altgrubuna ait wFor ırkı olduğunu bildirmişlerdir.

Jahan ve ark. (2015) *E. formosa*'nın endosimbiyont yapısını belirledikleri çalışmada, 16S-23S rDNA gen bölgelerinden elde edilen primerleri kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, *E. formosa*'da ikincil endosimbiyontlar olan *Wolbachia* ve *Cardinium* türlerini belirlemişlerdir.

Ahmed ve ark. (2015) *Wolbachia* ile bulaşık *B. tabaci* poplasyonu ve parazitoid *E. mundus*'un kullanıldığı çalışmada, Aphelinidae familyasında yer alan parazitoidlerin ovipozitör ve ağız parçaları aracılığıyla bulaştığını bildirmişlerdir. *Wolbachia* ile bulaşık *B. tabaci* poplasyonunu parazitleyen *Er. mundus* bireylerinde 48 saat sonra yapılan analizlerde bulaşıklık saptamışlardır. Ayrıca bulaşıklık sonrası parazitoid gelişme süresinin kısaldığını, hayatta kalma oranının ise bulaşık olmayan poplasyonlara göre arttığını bildirmişlerdir.

Gebiola ve ark. (2016) ABD'de bulunan *Encarsia* poplasyonlarının genetik ve endosimbiyont yapısını belirledikleri çalışmalarında, *E. inaron*'nun *Wolbachia* ve *Cardinium* ile, *E. partenopea* (Walker)'nın ise sadece *Cardinium* ile bulaşık olduğunu saptamışlardır. Ayrıca *Cardinium*'un birbirine yakın akraba iki türe ayrıldığını ve *E. partenopea* üzerinde sitoplazmik uyumsuzluğa neden olduğunu belirlemişlerdir.

Wang ve ark. (2017) Tetrasiklin'in parazitoid *E. formosa* üzerinde etkilerini belirlemişlerdir. *E. formosa*'da varlığı bilinen endosimbiyont *Wolbachia*'da antibiyotik diyeti sonucu tam olarak elemine edememiş fakat önemli miktarda düşüş belirlemişlerdir. Ayrıca antibiyotik diyetinin ergin yaşam süresi ve üreme gücünü düşürdüğünü saptamışlardır.

Doremus ve ark. (2019) 2 farklı sıcaklığın (32°C gün/ 29°C gece) (20°C gün/ 17°C gece) *E. suzannae*'da bulunan *Wolbachia* ve *Cardinium* simbiyontlarına etkilerini ortaya çıkarmışlardır.

Düşük ve yüksek sıcaklığın endosimbiyont yoğunluğunu ve dikey bulaşıklığı azalttığını ancak sitoplazmik uyumsuzluk oranını arttırdığını belirlemişlerdir. Ayrıca, endosimbiyont bulunma yoğunluğunun sitoplazmik uyumsuzluğu etkilemediğini bildirmişlerdir.

Fernández ve ark. (2019) Rifampisin ve Tetrasiklin olmak üzere iki farklı antibiyotik diyetinin *Er. mundus* erginlerinin Abamectin'e karşı duyarlılığındaki değişimlere etkilerini belirlemişlerdir. İnsektisit uygulamalarını izleyen 3. günün sonunda en yüksek ölüm oranını %86 ile Rifampisin ve Tetrasiklin'in birlikte kullanıldığı grupta, en düşük ölüm oranını ise %10 ile kontrol grubunda saptamışlardır.

Doremus (2021) iki farklı *Cardinium* ırkının *E. suzannae*'da sitoplazmik uyumsuzluğa yol açan mekanizmalarını ortaya çıkarmışlardır. *Cardinium* cEper1 ırkının erkek bireylerdeki sperm hücrelerini etkileyerek, *Cardinium* cEina3 ırkı ise olgun spermelerin bulunduğu seminal veziküler keseler veya testislerde bulunan somatik hücrelere yerleşerek sitoplazmik uyumsuzluğa neden olduğunu bildirmiştir.

Tize ve ark. (2023) Kamerun'da farklı bölgelerde 2015-2017 yılları arasında yaptıkları çalışmada, *B. tabaci* parazitoitlerini ve bu parazitoitlerin parazitlenme oranlarını belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda, ortalama parazitlenme oranlarını *E. lutea* için %33.4, *E. sophia* için % 8.4 olarak saptamışlardır. *E. lutea* ve *E. sophia* için en yüksek parazitlenme oranlarını sırasıyla %48.2 ve %12.4 olarak belirlediklerini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Üretim Çalışmaları

3.1.1 Konukçu Bitki Üretimleri

Bemisia tabaci B ve Q biyotiplerinin üretiminde ve denemelerde kullanmak amacıyla konukçu bitki üretimi yapılmıştır. Konukçu bitki olarak pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) bitkisi kullanılmış ve üretimler 20 X 25 cm boyutlara sahip içinde torf ve steril toprak karışımı bulunan saksılarda gerçekleştirilmiştir. Üretimler, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Entomoloji Anabilim Dalı'nda bulunan 25 ± 2 °C sıcaklık, 75 ± 10 orantılı nem ve uzun gün aydınlatmalı (16: 8 saat A: K) koşullara sahip iklim odasında gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. *Bemisia tabaci* Biyotiplerinin Eldesi ve Üretimi

Bemisia tabaci B biyotipi için Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Böcek Biyoteknolojisi Laboratuvarında 2014 yılından itibaren halihazırda üretimi devam eden popülasyon kullanılmıştır. Çalışmada *B. tabaci* Q biyotipinin alt grubu olan Q2 kullanılmıştır. *Bemisia tabaci* Q2 popülasyonu Q1 alt grubuyla aynı biyotip olmasına karşın farklı endosimbiont yapısına sahiptir. *Bemisia tabaci* Q biyotipin başlangıç popülasyonu ise Çukurova Üniversitesi, Balcalı kampüsünde bulunan *Cistus* sp. bitkileri üzerinde oluşan popülasyondan sağlanmıştır. Üretime, *Cistus* bitkisinden toplanan bireylerin, pamuk bitkisi yerleştirilmiş 45X40X60 cm boyutlarındaki tül kafeslere aktarılmasıyla başlanmış ve deneme süresince devam edilmiştir (Şekil 3.1). İki biyotipin birbirlerine karışmasını önlemek amacıyla üretimler, 25 ± 2 °C, 75 ± 10 orantılı nem ve uzun gün aydınlatmalı (16: 8 saat A (aydınlık): K (karanlık)) koşullara sahip farklı iki iklim odasında pleksiglas kafeslerde gerçekleştirilmiştir. Beyazsinek üretimi yapılan kafesler düzenli olarak kontrol edilerek, beyazsinek zararı nedeniyle ölen bitkiler, yenileri ile değiştirilerek *B. tabaci* üretiminin sürekliliği sağlanmıştır.

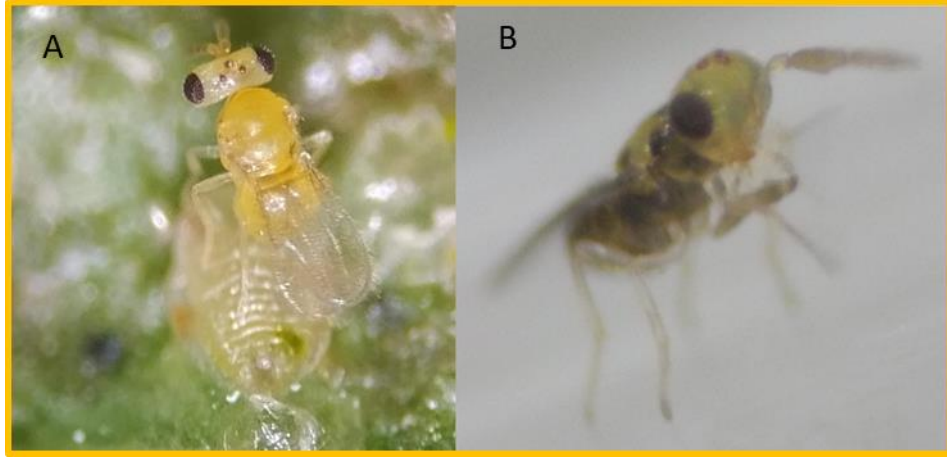


Şekil 3.1. *Bemisia tabaci* kitle üretimlerinin gerçekleştirildiği pamuk bitkisi içeren pleksiglas kafeslerden bir görünüm

3.1.3. *Encarsia lutea* Popülasyonunun Eldesi ve Üretimi

Denemelerde kullanılan *E. lutea* 'nın başlangıç popülasyonu, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Araştırma ve Uygulama Parselinde *B. tabaci* ile bulaşık bulunan pamuk bitkilerinden sağlanmıştır. Pamuk bitkilerinden alınan ve parazitli olduğu düşünülen beyazsineklerle bulaşık yaprak örnekleri kese kâğıdı içerisine konularak Bitki Koruma Bölümü, Böcek Biyoteknolojisi Laboratuvarına getirilmiştir. Yapraklar laboratuvarında binoküler yardımıyla kontrol edilmiş ve üzerinde *E. lutea* tarafından parazitlenmiş bireyler bulunanlar ayrılarak parazitoit elde etme kaplarına aktarılmıştır. Kaplar günlük olarak kontrol edilmiş ve pupalardan çıkan erkek ve dişi *E. lutea* dişi bireyleri parazitoit üretim kafeslerine aktarılmıştır (Şekil 3.2a; Şekil 3.2b)

Encarsia lutea heteronomus hiperparazitoit olduğu için dişi ve erkek bireylerin üretimi iki farklı kafeste gerçekleştirilmiştir. Dişi *E. lutea* üretimi, içerisinde sadece *B. tabaci* ile bulaşık bitkilerin bulunduğu pleksiglas kafesler kullanılmış ve bu kafeslere sadece çiftleşmiş dişi bireyler salınmıştır. Erkek *E. lutea* üretimi için ise *B. tabaci* ve *E. mundus* ile bulaşık olan bitkilerin bulunduğu pleksiglas kafesler kullanılmıştır. Denemeler süresince üretimin devamlılığı için bu işlemler sürdürülmüştür. Erkek birey üretiminde kullanılan *E. mundus* bireyleri, üretimi laboratuvarında devam eden koloniden sağlanmıştır.



Şekil 3.2. *Encarsia lutea*'nın ergin dişi (A) ve erkek bireyi (B).

3.1.4. Parazitoit *Eretmocerus mundus* Üretimi

Denemelerde kullanılan *E. lutea* erkek bireylerinin üretimi için *E. mundus* kullanılmıştır. *Eretmocerus mundus* üretimi için, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Araştırma ve Uygulama parselinde bulunan domates, hıyar ve patlıcan *B. tabaci* ile bulaşık gibi kültür bitkilerden toplanan yapraklar, Böcek Biyoteknolojisi Laboratuvarına getirilmiştir. Laboratuvara getirilen yapraklar binoküler yardımı ile kontrol edilerek üzerinde parazitli birey bulunanlar, içerisine bal sürülmüş parazitoit elde etme kaplarına alınmıştır. Parazitoit elde etme kapları günlük olarak kontrol edilerek çıkan *E. mundus* ergin bireyleri ağız aspiratörü yardımıyla çekilerek içerisinde *B. tabaci* ile bulaşık pamuk bitkilerinin bulunduğu pleksiglas kafeslere salınmıştır. Kafesler düzenli olarak kontrol edilerek, eski bitkiler, yenileri ile değiştirilerek üretimin devamlılığı sağlanmıştır.

3.2. Denemelerde Kullanılan Stok Antibiyotik Çözeltilerinin Hazırlanması

Denemelerde Rifampisin (Sigma-Aldrich, St. Louis, ABD) ve Tetrasiklin HCl (Sigma-Aldrich, St. Louis, ABD) olmak üzere iki farklı antibiyotik kullanılmış ve deneme öncesi stok çözeltiler hazırlanmıştır. Rifampisin, seçici olarak ikincil endosimbiontları elemine etmede, Tetrasiklin'in ise özellikle Rickettsiales familyasına ait *Rickettsia* ve *Wolbachia* endosimbiontları üzerinde etkili olduğu ve bu endosimbiontları barındıran *Encarsia* cinsine ait parazitlerle yapılan çalışmalarda başarılı bir şekilde kullanıldığı için seçilmiştir (Ahmed ve ark., 2010; Su ve ark., 2012, 2013; Xue ve ark., 2012; Wang ve ark., 2017; Kaur ve ark., 2020 Zhao ve ark., 2020).

100 mg/ml konsantrasyonda stok antibiyotik çözeltisi hazırlamak amacıyla 150 mg Tetrasiklin ve 100 mg Rifampisin ayrı ayrı tartılarak içerisinde 5 ml %95'lik ethanol bulunan Falcon tüplere eklenmiştir. Toz halinde bulunan antibiyotikler tamamen eriyinceye kadar vorteks yardımıyla karıştırılmıştır. Daha sonra solüsyon Steril Pastör pipeti yardımıyla alınarak steril Eppendorf tüplerine aktarılmıştır. Işıktan zarar görmesini engellemek amacıyla hazırlanan çözeltiler alüminyum folyaya sarılarak -20 °C'de saklanmıştır (Costa ve ark., 1997).

Ergin besini olarak kullanılacak olan Sukroz çözeltisi (%25) hazırlamak amacıyla; hassas terazide 1.25 gr. olacak şekilde tartılan sakkaroz, içerisinde 5 ml saf su bulunan Falcon tüplere aktarılmış ve tamamen çözününceye kadar vorteks ile karıştırılmıştır (Ahmed ve ark., 2010; Shan ve ark., 2016)

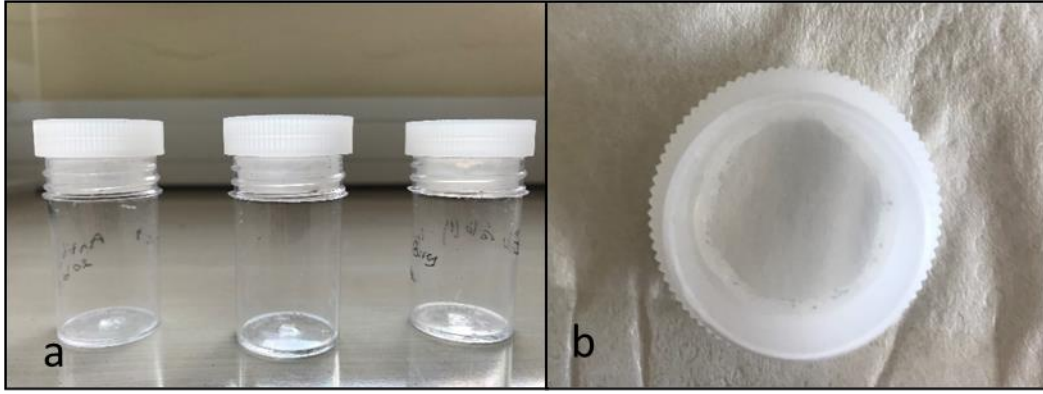
Denemelerde kullanılan antibiyotik çözeltilerinin uygulama dozları stok antibiyotik çözeltilerinin beyazsinek için 1:1, *E. lutea* için 1:20 oranlarında sukroz ile seyreltilmesi sonucu elde edilmiştir. Denemelerde kullanılan antibiyotikler ve dozları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılacak Antibiyotikler ve Uygulama Dozları

Konukçu	Antibiyotik	Doz
<i>Bemisia tabaci</i> (B ve Q)	Rifampisin	50 mg/ml
	Tetrasiklin HCl	50 mg/ml
<i>Encarsia lutea</i>	Rifampisin	5 mg/ml
	Tetrasiklin HCl	5 mg/ml

3.3. *Bemisia tabaci* Ergin Bireylerinin Antibiyotik Diyeti ile Beslenmesi

Bemisia tabaci bireylerinin antibiyotik diyetleri ile beslenmesi için Costa ve ark. (1997)'nın geliştirdiği parafilm temelli ergin besleme yöntemi küçük değişiklikler yapılarak kullanılmıştır (Costa ve ark. 1997; Tireng Karut ve ark., 2020). Yöntemde, kapağı 2 cm çapında kesilmiş ve parafilm ile kapatılmış, 25 ml’lik plastik tüpler kullanılmıştır (Şekil 3.3a). Besin sunulmadan önce aynı yaştaki (1-2 gün) *B. tabaci* ergin bireyi (dişi+erkek) tüpün içerisine, ağız aspiratörü yardımıyla çekilmiştir. Ardından içerisinde ergin bireylerin bulunduğu tüp, ortası kesilerek parafilm ile kapatılan kapak ile kapatılmıştır. Kapak üzerine, %25 sakkaroz içeren buffer içine Bölüm 3.2.’de açıklanan stok antibiyotik çözeltisi ilave edilerek 50 µg/ml konsantrasyonunda hazırlan 2 ml antibiyotik çözeltisi Pastör pipeti yardımıyla baloncuk oluşmayacak şekilde damlatılmıştır. Ardından bir başka parafilm tabakası ile kapatılarak ergin bireylerin beslenmesi sağlanmıştır (Şekil 3.3b). Kırk sekiz saat süresince antibiyotik diyetiyle beslenen *B. tabaci* ergin bireyleri deneme ortamlarına aktarılmıştır. Kontrolde ise F₀ erginleri sadece %25 sakkaroz içeren çözelti ile beslenmiştir (Salvucci, 1997). Aynı yaştaki *B. tabaci* erginlerini elde etmek için; bitki üretim odasından alınan pamuk bitkisi, beyazsinek ile bulaşık kafeslere konulmuştur. Yirmi dört saat sonunda üzerindeki beyazsinekler temizlenen pamuk bitkisi farklı bir kafese aktarılarak ergin çıkışları başlayana kadar izlenmiş ve çıkan erginler kullanılmıştır.



Şekil 3.3. a) *Bemisia tabaci* erginlerinin antibiyotik ile beslenmesinde kullanılan plastik tüp b) parafilm ile kaplanmış kapak

3.4. *Encarsia lutea* Ergin Bireylerinin Antibiyotik Diyeti ile Beslenmesi

Encarsia lutea ergin bireylerinin antibiyotik diyeti ile beslenmesi için yine *B. tabaci* beslenmesinde kullanılan, Rifampisin ve Tetrasiklin kullanılmış, diyetler %25 sakkaroz içeren buffer içine Bölüm 3.2.'de açıklanan stok antibiyotik çözeltisi ilave edilerek 1 µg/ml konsantrasyonunda parazitoite verilmiştir. Üretimden sağlanan dişi ve erkek *E. lutea* pupaları binoküler altında böcek iğnesi ve fırça yardımıyla yaprak üzerinden Petri kabına alınmıştır. Daha sonra bu pupalar kapaklarına, böcek iğnesi yardımıyla yukarıda belirtilen antibiyotik çözeltisi sürülmüş Eppendorf tüplerine, her tüpte bir dişi veya bir erkek pupa olacak şekilde yerleştirilmiştir. Pupalardan ergin bireylerin çıkması gözlenmiş ve çıkan bireylerin 24 saat boyunca beslenmesi sağlanmıştır. Yirmi dört saat sonra antibiyotik ile beslenen bireyler deneme ortamlarına aktarılmıştır. Kontrolde ise erginlere besin olarak sadece %25 sakkaroz içeren diyet verilmiştir.

3.5. Antibiyotik Diyetlerinin *Bemisia tabaci* B ve Q Biyotiplerinin Bazı Biyolojik Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi

3.5.1. Antibiyotik Diyetlerinin *Bemisia tabaci* Ergin Dişi Bireylerinin Canlılık Oranlarına Etkilerinin Belirlenmesi

Antibiyotiklerin ergin bireylerin canlılık oranlarına etkisini belirlemek amacıyla ergin bireyler antibiyotik+sukroz ve sukroz kullanılmıştır. Bölüm 3.3'te açıklanan parafilm temelli ergin besleme yöntemine göre dişi bireylerin parafilm içersinde yer alan besin ile başarılı bir şekilde beslenip beslenmediğini belirlemek için de bazı bireylere hiç besin verilmeyip aç bırakılmışlardır. Bunun için, yeni ergin olmuş beyazsinek dişi bireyleri Bölüm 3.3'te tanımlanan 25 ml'lik kapağı parafilmle kaplı tüplere her tüpte 10 birey olacak şekilde aktarılmıştır. Ardından bu bireylerin bir kısmı, antibiyotik+sukroz ve sukroz olmak üzere iki farklı besin ile beslenirken, bir kısmına hiç besin verilmeyip (besinsiz) aç bırakılmıştır. Denemeler 25±°C sıcaklık ve %70±5 nem koşullarına sahip iklim kabinlerinde, her uygulama için 10 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuş, ölü-canlı sayıları 24 saat aralıklarla kontrol edilerek kaydedilmiştir. Çalışmalar *B. tabaci* B ve Q biyotipleri için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.

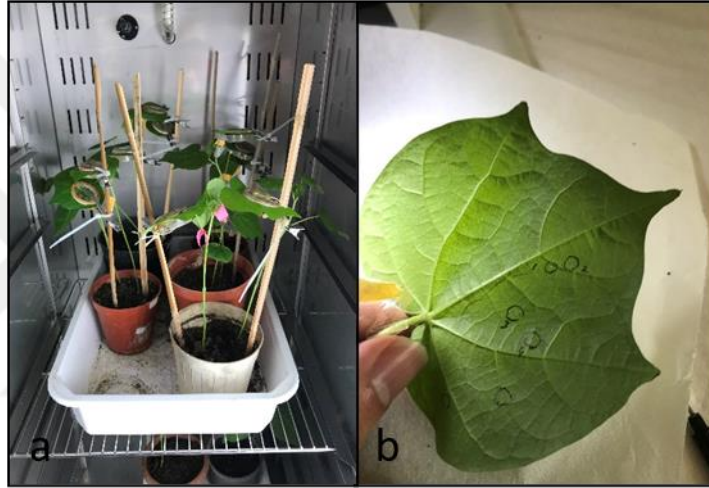
3.5.2. Antibiyotik Diyetlerinin *Bemisia tabaci*'nin Bazı Biyolojik Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi

Antibiyotik diyeti sonucu endosimbiyont yapısında oluşacak olası değişimlerin *B. tabaci* B ve Q biyotip bireylerinin bazı biyolojik özelliklerine etkileri $25\pm^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\%70\pm 5$ nem koşullarına sahip iklim odalarında gerçekleştirilen denemeler ile belirlenmiştir. Denemelerde sadece F_0 (Ergin öncesi gelişme sürecini pamuk bitkisinde tamamlayan pupalardan elde edilen ergin bireyler) bireyleri antibiyotik diyeti ile beslenmiş, F_1 (Antibiyotik ile beslenen dişi bireylerin bırakmış olduğu yumurtalardan gelişen dişi bireyler) bireyleri ise denemeler öncesi herhangi bir antibiyotik ile beslenmemiştir.

Bölüm 3.3'te açıklanan şekilde beslenmiş *B. tabaci* dişi bireyleri (F_0) pamuk bitkisi yapraklarına yerleştirilmiş kafeslere, her kafeste 1 dişi ve 1 erkek birey olacak şekilde aktarılmıştır (Şekil 3.4., Şekil 3.5a). Her yirmi dört saatin sonunda bireyler ağız aspiratörü yardımıyla çekilerek, farklı yaprak kafeslere aktarılmıştır. Bitkiler yaprakları koparılmadan stereobinoküler mikroskop altında günlük kontrol edilerek, dişi bireyin bıraktığı yumurta sayıları belirlenmiştir. Ergin öncesi gelişme sürelerinin belirlenmesi için, yaprağa bırakılan yumurtaların yerleri cam kalemle numara verilerek işaretlenmiş ve pupa dönemine gelinceye kadar günlük kontrol edilmiştir (Şekil 3.5b). Yumurta döneminden itibaren günlük olarak kontrol edilen bireyler pupa dönemine ulaştıklarında yapraklar, bitkiden koparılmış ve 8X15X10 cm boyutlarında üst bölümünde tül kullanılarak kapatılmış, havalandırma delikleri bulunan plastik kaplara yerleştirilmiştir. Belirtilen yaprakların canlılığını devam ettirebilmesi için sap kısmı pamuk ile sarılmış ve steril saf su ile nemlendirilmiştir. Yapraklar günlük olarak kontrol edilerek açılan pupalar ve bu pupalardan çıkan ergin bireyler sayılarak kaydedilmiş ve ergin bireyler cinsiyet belirlemek için ağız aspiratörü yardımıyla $\%95$ 'lik alkole alınmıştır. Erkek/dişi bireylerin ayırımı, bireylerin abdomen ve ovipozitör yapısına bakılarak yapılmıştır. Pupalardan çıkan dişi bireylerin (F_1) bir kısmı tekrar pamuk yapraklarına yerleştirilmiş yaprak kafeslere aktarılmış ve yumurta bırakmaları sağlanmıştır. F_0 bireylerinde olduğu gibi F_1 dişi bireyleri de ölene kadar günlük olarak yeni yapraklara aktarılmış, günlük bıraktığı yumurta sayıları, yumurtaların açılma oranları, ergin öncesi gelişme süreleri, ölüm ve eşey durumları kaydedilmiştir. Denemeler, en az 15 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuş ve çalışmalar *B. tabaci* B ve Q biyotipleri için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Hiçbir şekilde antibiyotiğe maruz kalmayan ve pamuk bitkisinde beslenen koloniden elde edilen değerler kontrol olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.4. Denemelerde kullanılan *Bemisia tabaci* B biyotipi ergin erkek (♂) ve dişi bireyi (♀)



Şekil 3.5. a) Kontrol (pamuk bitkisi) ve antibiyotik ile beslenen *Bemisia tabaci* erginlerinin pamuk yaprağında yumurta bırakmalarını sağlamak için kullanılan yaprak kafesler b) *B. tabaci* ergin öncesi dönemlerinin izlenmesi amacıyla marker kalemle numaralandırılmış pamuk yaprağı

3.6. Antibiyotik Diyetlerinin *Encarsia lutea*'nın Parazitleme Kapasitesi ve Bazı Biyolojik Özelliklere Olan Etkilerinin Belirlenmesi

3.6.1. Antibiyotik Diyetinin *Encarsia lutea* Ergin Bireylerinin Yaşam Sürelerine Etkisi

Çalışmada daha önce *Wolbahia* endosimbiyontu ile bulaşık olduğu bilenen, eldesi ve üretimi Bölüm 3.1.3'te açıklanan *E. lutea* popülasyonu kullanılmıştır (Karut ve ark., 2020). Antibiyotik diyetinin *E. lutea* dişi ve erkek bireylerinin yaşam sürelerine etkisinin belirlenmesi amacıyla pupadan yeni çıkmış *E. lutea* dişi ve erkek bireyleri kapağına böcek iğnesi yardımıyla antibiyotik çözeltisi sürülmüş Eppendorf tüplerine aktarılmış ve 24 saat boyunca beslenmeleri sağlanmıştır. Daha sonra bireyler sadece sukroz bulunan Eppendorf tüplerine aktarılmıştır. Bireyler günde bir defa aynı saatte kontrol edilerek ölü veya canlı olarak kaydedilmiştir. Denemeler en 20 tekerrür olacak şekilde 25 ± 1 °C ve 70 ± 10 % orantılı nem ve 16:8 A:K koşullarda gerçekleştirilmiştir. Antibiyotik diyeti ile beslenmeyip sadece sukroz ile beslenen bireyler kontrol olarak değerlendirilmiştir.

3.6.2. Antibiyotik Diyetinin *Encarsia lutea* Ergin Dişi Bireylerinin Parazitlenme Kapasitesine Etkisi

Denemeler pamuk bitkisi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, *B. tabaci*'nin 3. dönem nimfleri kullanılmıştır. İstenilen dönemin (3. dönem) elde edilebilmesi için denemede kullanılan ilgili pamuk bitkilerine öncelikle yaprak kafesleri yerleştirilmiş, kafesin yaprak üzerinde kapladığı alan cam kalem ile işaretlenerek kafes sınırları belirlenmiştir. Daha sonra ağız aspiratörü yardımıyla beyazsinek üretim kafesinden toplanan 20 adet ergin birey yaprak kafesler içerisine salınmıştır. Kafeslere salım yapıldıktan sonra beyazsinek dişilerinin bir gün boyunca yumurta bırakması sağlanmıştır. Bir gün sonra yaprak kafesler açılarak, ergin beyazsinek bireyleri yapraklar üzerinden temizlenmiştir. Tamamen temiz olduğundan emin olunan bitkiler 25 ± 1 °C sıcaklık, $\%70\pm5$ nem ve 16 saat aydınlık koşullara ayarlı iklim kabinine (NUVE, TK252) alınmış ve yumurtalardan çıkan bireyler 3. nimf dönemine gelinceye kadar izlenmiştir (14-16 gün). Nimfler ikinci döneme ulaştıklarında, bitki yapraklarındaki işaretli alanlar stereo binoküler mikroskop altında incelenmiş ve işaretli alan içerisinde 40 adet konukçu yoğunluğuna ayarlanmıştır. İşaretli alan içerisinde istenilenden fazla olan nimfler böcek iğnesi yardımıyla öldürülerek uzaklaştırılmıştır.

Wolbachia endosimbiontu ile bulaşık olduğu bilinen *E. lutea* bireylerinin antibiyotik diyeti ile beslenmesinin parazitlenme kapasitesine olası etkilerinin belirlenmesi amacıyla dişi ve erkek bireyler Bölüm 3.4.'te açıklandığı şekilde farklı tüplerde 24 saat süresince antibiyotik diyeti (A) ve sukroz (Kontrol, K) ile beslenmiştir. Daha sonra içerisinde farklı besin (Antibiyotik diyeti ve sukroz) bulunan beslenme tüplerinden alınan ergin dişi ve erkek bireyler aynı tüplere (çiftleşme tüpü) alınarak 24 saat boyunca çiftleşmeleri sağlanmıştır. Çiftleştirmeler; (1) antibiyotik ile beslenmiş erkek, sukroz ile beslenmiş dişi ($A\sigma \times K\phi$); (2) antibiyotik ile beslenmiş erkek, antibiyotik ile beslenmiş dişi ($A\sigma \times A\phi$); (3) sukroz ile beslenmiş erkek, antibiyotik ile beslenmiş dişi ($K\sigma \times A\phi$); (4) sukroz ile beslenmiş erkek, sukroz ile beslenmiş dişi ($K\sigma \times K\phi$) olacak şekilde dört farklı kombinasyonda gerçekleştirilmiştir. Yirmi dört saat sonunda çiftleşmiş dişi *E. lutea* dişi bireylerinin parazitlenme kapasitelerini belirlemek için içerisinde 40 adet 3. dönem *B. tabaci* nimfi bulunan pamuk yapraklarına yerleştirilmiş yaprak kafeslerine aktarılmıştır. Yirmi dört saat boyunca dişi bireylerin parazitlemelerine izin verilmiş, bu sürenin sonunda bireyler *Wolbachia* ile bulaşık olup olmadığının belirlenmesi amacıyla PZR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) yapılmak üzere $\%96$ 'lık alkole alınmıştır. Üzerinde parazitli beyazsinek nimflerinin yer aldığı pamuk bitkileri, 25 ± 1 °C sıcaklık, $\%70\pm5$ nem ve 16 saat aydınlık koşullara ayarlı iklim kabinine (NUVE, TK252) yerleştirilmiştir. Yapraklar beyazsinek nimflerinden ergin parazitoit çıkışları tamamlanıncaya kadar günlük olarak kontrol edilmiş, ergin beyazsinek, ergin parazitoit çıkışı olan ve ölen bireyler kaydedilmiştir. Çalışmada, 60 çift kullanılmıştır.

3.7. Moleküler Çalışmalar

3.7.1. *Bemisia tabaci* Biyotiplerinin Moleküler Tanılama Yöntemi Kullanılarak Belirlenmesi

Bemisia tabaci B ve Q biyotip popülasyonlarının üretimi öncesi ve üretim süresince saf olup olmadığı Karut ve ark. (2017)'nin bildirdiği moleküler analiz yöntemi uygulanarak belirlenmiştir. *Bemisia tabaci* B biyotipi için Bölüm 3.1.2.'de açıklanan üretimi devam eden popülasyon içerisinde rastgele 10 ergin dişi birey alınarak moleküler analizler yapılmıştır. *Bemisia tabaci* Q biyotipi popülasyonu için ise, laboratuvara getirilen popülasyonunun bir nesil üretimi gerçekleştirilmiş daha sonra bu popülasyondan 10 ergin dişi birey alınarak biyotipi belirlenmesi amacıyla moleküler analizler yapılmıştır. Yapılan moleküler analizler sonucunda saf B ve Q2 olduğu saptanan popülasyonlarının üretimine devam edilmiş ve testlere denemeler süresince periyodik aralıklarla devam edilmiştir.

3.7.2. *Bemisia tabaci* ve *Encarsia lutea*'nın Endosimbiont Yapısının Moleküler Tanılama Yöntemi Kullanılarak Belirlenmesi

Antibiyotik Diyetinin Bemisa tabaci Popülasyonlarının Endosimbiont Yapısına Etkilerinin Belirlenmesi

Antibiyotik diyeti ile beslenmeleri sonrası *B. tabaci*'nin ergin ve ergin öncesi dönemlerinde bulunan endosimbiontların değişimleri moleküler analizler yapılarak belirlenmiştir.

Antibiyotik Diyeti ile Beslenmiş Bemisia tabaci Ergin Dişi Bireylerinin F₀, F₁'de Endosimbiont Bulaşıklık Durumu ve Oranlarının Belirlenmesi

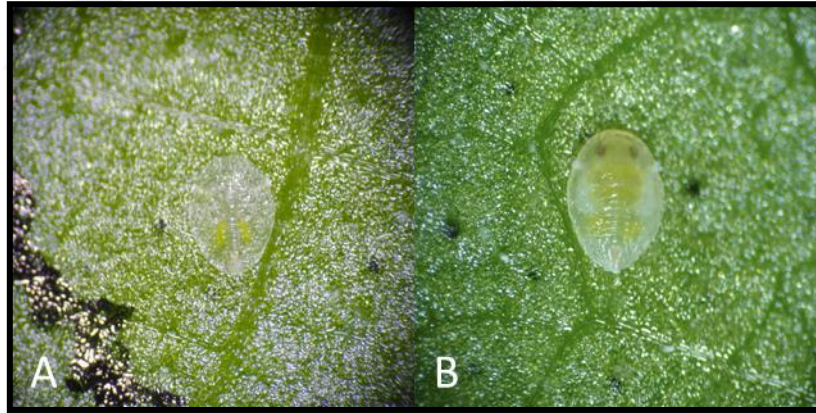
Bölüm 3.3.'de açıklandığı şekilde 48 saat antibiyotik diyetiyle beslenmiş *B. tabaci* bireylerinin (F₀) ergin yaşam süresi boyunca endosimbiont yapısının ortaya çıkarılması amacıyla, 100 adet *B. tabaci* dişi bireyi, içinde 3-4 yapraklı pamuk bitkisi bulunan, Bölüm 3.1.2.'de tanımlanan pleksiglas kafeslere aktarılmıştır. Daha sonra 5 gün aralıklarla, 20 adet ergin dişi birey kafesten ağız aspiratörü yardımıyla çekilmiş ve PZR analizi ile endosimbiont yapıları belirlenmek amacıyla %96'lık alkolde saklanmıştır.

Bemisia tabaci F₁ erginlerinde antibiyotik diyetleri sonrası endosimbiont değişimini belirlemek için, öncelikle antibiyotik diyetiyle beslenmiş dişi bireyler pamuk bitkisi üzerine salınarak yumurta bırakmaları sağlanmıştır. Bir gün sonra ergin bireyler ortamdaki uzaklaştırılmış ve açılan yumurtalardan çıkan ergin öncesi dönemler ergin olana kadar izlenmiştir. Ergin birey çıkışlarıyla birlikte F₀'a benzer şekilde 5 gün aralıklarla dişi bireyler çekilerek PZR analizlerinde kullanılmak üzere %96'lık alkole alınmıştır. *Bemisia tabaci* bireylerinde bulunan endosimbiontların durumu her bir endosimbiont için Çizelge 3.2'de verilen primerler kullanılarak yapılan PZR analizi sonucunda belirlenmiştir. Analiz sonucunda bant elde edilen bireyler 'pozitif', bant elde edilemeyenler ise 'negatif' olarak değerlendirilmiştir. Popülasyonların

endosimbiyont bulaşıklık oranları, bulaşık birey sayısının analizi yapılan tüm birey sayısına bölünmesiyle saptanmıştır.

Antibiyotik Diyeti ile Beslenmiş Bemisia tabaci Farklı Ergin Öncesi Dönemlerinin (F₁) Endosimbiyont Bulaşıklık Durumu ve Oranlarının Belirlenmesi

Antibiyotik diyeti ile beslenmiş *B. tabaci* bireylerinin bıraktıkları yumurtalardan çıkan nimf dönemlerinde bulunan endosimbiyontların belirlendiği bu çalışmada, antibiyotik diyeti ile beslenmiş 50 adet *B. tabaci* ergin dişi bireyi içinde 3-4 yapraklı pamuk bitkisi bulunan, Bölüm 3.1.2.'de tanımlanan pleksiglas kafeslere salınmıştır. Yirmi dört saat sonunda ergin bireyler ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Daha sonra bitkiler 25±1 °C sıcaklık, %70±5 nem ve 16 saat aydınlık koşullara ayarlı iklim kabinine (NUVE, TK252) alınmış ve yumurtalardan çıkan bireyler 3. nimf dönemine gelinceye kadar izlenmiştir. Nimfler 3. döneme ulaştıklarında 20 adet birey böcek iğnesi yardımıyla alınarak %96'lık alkolde saklanmıştır. Benzer şekilde bireyler pupa dönemine ulaştıklarında, 20 adet pupa %96'lık alkolde saklanmıştır. Analizlerde *B. tabaci*'nin sadece 3. nimf ve pupa dönemleri kullanılmıştır (Şekil 3.6). Popülasyonların endosimbiyont bulaşıklık oranı ve endosimbiyont yapısı, ergin bireylerdeki ile benzer şekilde değerlendirilmiştir.



Şekil 3.6. Denemelerde kullanılan *Bemisia tabaci* (F₁) ergin öncesi 3. nimf (A) ve pupa (B) Dönemleri

Antibiyotik Diyeti ile Beslenmiş Encarsia lutea Ergin Dişi ve Erkek Bireylerinin Endosimbiyont Bulaşıklık Durumu ve Oranlarının Belirlenmesi

Antibiyotik diyetiyle beslenmiş *E. lutea* bireylerinin endosimbiyont yapısının ortaya çıkarılması amacıyla, 20 dişi ve 20 erkek birey Bölüm 3.4.'de açıklandığı şekilde farklı tüplerde 24 saat süresince antibiyotik diyeti (A) ve %25 sakkaroz (Kontrol, K) ile beslenmiştir. Yirmi dört saat sonunda bireyler ağız aspiratörü yardımıyla alınarak %96'lık alkolde saklanmıştır. Popülasyonların endosimbiyont bulaşıklık oranı ve endosimbiyont yapısı, Bölüm 3.7.1'de *B. tabaci* ergin bireylerdeki ile benzer şekilde değerlendirilmiştir.

Alkole Alınan, Bemisia tabaci ve Encarsia lutea Erginleri ile B. tabaci Nimf ve Pupalarından Total DNA'ların İzole Edilmesi

Üretimi yapılan *B. tabaci* B, Q ve *E. lutea* popülasyonlarının endosimbiont yapısını belirlemek amacıyla Bölüm 3.1.2 ve 3.1.3'te açıklandığı şekilde üretilip %96'lık alkolde saklanan *B. tabaci* ergin, 3. Nimf ve pupa dönemleriyle *E. lutea* ergin bireyleri kullanılmıştır. Total Deoksiriboz nükleik asit (DNA) izolasyonunda Qiagen firmasının DNA Kit'i firmanın önerdiği şekilde kullanılmıştır. Bunun için öncelikle her bir birey, içerisinde 90 µl genomic digestion buffer ve 10 µl proteinase K bulunan Eppendorf tüplerine aktarılmıştır. Daha sonra bu tüpler 55°C'ye ayarlanmış kuru ısıtıcı blokta üç saat bekletilmiştir. Üç saat sonunda ısıtıcıdan alınan içerisinde bireyler bulunan Eppendorf tüplerine 10 µl RNA az eklenmiş ve iki dakika bekletilmiştir. 100 µl Lysis/Binding buffer ve 100 µl %96 ethanol eklenen tüpler vorteks yardımıyla 10 saniye boyunca karıştırılmıştır. Elde edilen çözeltiler hazırlanan spin tüplere aktarıldıktan sonra 1 dakika 10000 rpm'de santrifüj edilmiştir. İçerisinde sıvı bulunan toplama tüpleri atılmış spin tüp yeni toplama tüplerine yerleştirilmiştir. Genomik yıkama çözeltisi bir ve iki eklendikten sonra aynı hızda santrifüj edilmiş ve yeni tüplere aktarılmıştır. Son aşamada 50 µl Genomik elde etme çözeltisi (10 mM Tris-HCl, pH 9.0, 0.1 mM EDTA) eklenen tüpler 13000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Son olarak elde edilen DNA, 0.2 ml PZR tüplerine aktarılmış ve -80 °C muhafaza edilmiştir (Karut ve ark., 2014; Karut ve ark., 2017; Karut ve ark., 2020).

PZR Çalışmaları

Bemisia tabaci ve *E. lutea*'nın endosimbiont yapısının belirlenmesi amacıyla (Çizelge 3.2)'de verilen primer çiftleri kullanılarak hazırlanan PZR reaksiyonu, 8 µl saf su, 3 µl DNA, 12 µl (pcr buffer, mM MgCl₂, mM dNTP mix, Taq DNA polymerase), 1 µl Forward ve 1 µl reverse primer olacak şekilde toplam 25 mikrolitrede gerçekleştirilmiştir. PZR koşulları ise 94 °C'de 5 dakika predenatürasyon, birleşme sıcaklıkları primer çiftlerine göre değişiklik göstermiş, 72 °C'de 1 dakika çoğalma son olarak 72 °C'de 10 dakika 40 döngü şeklinde olmuştur. Elde edilen PZR ürünleri elektroforez işlemine kadar 4°C'de saklanmıştır (Karut ve ark., 2014; Karut ve ark., 2017; Karut ve ark., 2020).

Çizelge 3.2. *Bemisia tabaci* ve *Encarsia lutea* endosimbiontlarının belirlenmesinde kullanılan primer çiftleri

Gen bölgesi	Primerler	Birleşme Sıc.(°C)/ Molekül ağır. (bç)	Kaynak
<i>Portiera</i> 16S rDNA	Por-F-GGAAACGTACGCTAATAC Por-F-TGACGACAGCCATGCAGCAC	59/~900	Thierry ve ark., 2011
<i>Rickettsia</i> 16S rDNA	Rb-F-GCTCAGAACGAACGCTATC Rb-R-GAAGGAAAGCATCTCTGC	60/900	Gottlieb ve ark., 2006
<i>Hamiltonella</i> 16S rDNA	Ham-F-TGAGTAAAGTCTGGAATCTGG Ham-R-AGTTCAAGACCGCAACCTC	60/700	Zchori-Fein ve Brown, 2002
<i>Wolbachia</i> 16S rDNA	Wol16S-F-CGGGGGAAAAATTTATTGCT Wol16S-R-AGCTGTAATACAGAAAGTAAA	55/700	Heddi ve ark., 1999
<i>Arsenophonus</i> 23S rDNA	Ars23S-1-CGTTTGATGAATTCATAGTCAAA Ars23S-2- GGTCCTCCAGTTAGTGTACCCAAC	60/600	Thao ve Baumann, 2004

Elektroforez Çalışmaları

Spesifik primerler kullanılarak yapılan PZR sonucunda çoğaltılan DNA'ları görüntülemek için PZR ürünleri, her kuyuya 6 µl olacak şekilde daha önceden hazırlanmış içerisinde 0.7 µl ethidium bromid bulunan %1.5'luk agaroz jele yüklenmiştir. DNA'lar 60 Voltta, 1 saat koşulduktan sonra jel görüntüleme cihazına aktararak görüntüler fotoğraflanmıştır.

3.11. İstatistiksel Analizler

Bemisia tabaci'nin antibiyotik diyetleri ile beslenmesi sonrası bıraktığı yumurta sayısı ergin öncesi gelişme süre, ergin yaşam süresi ergin öncesi ölüm oranları ve eşey oranları gibi bazı biyolojik özelliklerinin karşılaştırılmasında ortalamalar arasındaki fark %5 önem düzeyinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Antibiyotik diyetleri sonrası *B. tabaci*'nin farklı günlerde bulaşıklık oranlarının karşılaştırılmasında, antibiyotik diyetleri arasındaki etkileşimin önemi multi faktöriyel analizlerle belirlenmiş, diyetler arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile saptanmıştır. İkili karşılaştırmalarda bağımsız değişkenler t-testi kullanılmıştır. Tüm analizler SPSS paket programı kullanılarak yapılmıştır.

3.12. Yaşam Çizelgesi Parametreleri

Bemisia tabaci'nin farklı antibiyotik diyetleri ile beslenmesi sonrası yaşam çizelgeleri oluşturulmuştur. Yaşam çizelgeleri Birch (1948)'in önerdiği ve Soutwood (1966)'un kullandığı yöntemle oluşturulmuştur. Bu bağlamda temel ekolojik parametre olan kalıtsal üreme yeteneği $r_m = \sum e^{-r_m \cdot x} \cdot l_x \cdot m_x = 1$ formülü ile hesaplanmıştır. Bu formülde;

e = doğal logaritma tabanını,

x = dişi bireylerin gün olarak yaşını,

l_x = x yaştaki bireylerin 1'e göre canlılık oranını,

m_x = dişi başıma bırakılan günlük dişi yumurta sayısını,

r_m = kalıtsal üreme yeteneğini, ifade etmektedir.

Diğer bir parametre olan net üreme gücü;

$$R_0 = \sum l_x \cdot m_x$$

Bu verilerden elde edilen sonuçlara bağlı olarak ortalama döl süresi;

$$T_0 = \log_e R_0 / r_m \text{ (Laing, 1968)}$$

Bunların dışında diğer parametreler olan günlük üreme gücü sınırı;

$$\lambda = e^{r_m} \text{ (Birch, 1948)}$$

Popülasyonun ikiye katlanma süresi;

$$T_2 = \ln 2 / r_m \text{ (Kairo ve Murphy, 1995), formülleri kullanılarak hesaplanmıştır.}$$

Bemisia tabaci'nin farklı antibiyotik diyetleri ile beslendiklerinde bulunan kalıtsal üreme yeteneği (r_m) değerlerini birbirleriyle karşılaştırabilmek için Jackknife yöntemi kullanılmıştır. Bu bağlamda her bir uygulama için bulunan r_m değerlerinin diğerleriyle karşılaştırılmasına olanak verecek tekerrür sayılarına bağlı olarak ayrı r_m değerleri hesaplanmıştır. Bunun için önce tüm tekerrürlere göre daha önce açıklanan yöntemle r_m değeri hesaplanmış ve daha sonra her defasında bir tekerrür çıkarılarak geriye kalan $(n-1)$ tekerrürle r_m değerleri bulunmuştur. Böylece tekerrür sayısı kadar r_m değeri bulunmuş olup Jackknife değerleri (Φ_i) için aşağıdaki formül kullanılmıştır (Krebs, 1998).

$$\Phi_i = n \cdot r_m(t) - (n-1) \cdot r_{mi}$$

Elde edilen değerler arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Antibiyotik Diyetlerinin *Bemisia tabaci* B ve Q Biyotipi Populasyonlarına Olan Etkilerinin Belirlenmesi

4.1.1. Antibiyotik Diyetlerinin *Bemisia tabaci* Ergin Dişi Bireylerinin Canlılık Oranlarına Etkisi

Antibiyotik Diyetlerinin Bemisia tabaci B biyotipi Ergin Dişi Bireylerinin Canlılık Oranlarına Etkisi

Bemisia tabaci B biyotipinin, besinsiz, Rifampisin+sukroz, Tetrasiklin+sukroz ve kontrol (sukroz) olmak üzere 3 farklı diyetle 24, 48 ve 72. saat sonra % canlılık oranları Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Besinsiz ortamdaki dişi bireylerin 24, 48 ve 72. saatlerde canlılık oranları, diğer besin ortamları ile karşılaştırıldığında önemli derecede farklı bulunmuştur (F:170.9, df:4, P<0.001). Besinsiz ortamda tutulan *B. tabaci* dişi bireylerinde 24. saatin sonunda canlılık oranı %46 bulunurken, 48 saat sonunda besinsiz ortamda canlı birey kalmamıştır. Rifampisin diyetinde 24, 48 ve 72. saatte canlılık oranları sırasıyla %84, 80 ve 52 olarak bulunmuştur. Sukroz besin ortamında ise canlılık oranı %98 ile en yüksek 24. saatte, %70 ile en düşük 72. saatte saptanmıştır. Yirmi dört ve 48. saatlerde antibiyotik ve sukroz ile beslenen bireylerden elde edilen canlılık oranları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1. Besinsiz ve farklı besin ortamları üzerinde *Bemisia tabaci* B biyotipi ergin dişi bireylerinin 24. 48. ve 72. saatlerde canlılık oranları (%)

Uygulama	n*	24. saat	48. saat	72. saat
Besinsiz	50	46.00±2.44c**	0.00±0.00c	0.00±0.00c
Kontrol	50	98.00±2.00a	92.00±3.74a	70.00±3.16a
Rifampisin	50	84.00±2.44b	80.00±2.44b	52.00±3.74b
Tetrasiklin	50	92.00±2.00b	83.00±3.16ab	48.00±2.00b

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir.

Antibiyotik Diyetlerinin Bemisia tabaci Q Biotipi Ergin Dişi Bireylerinin Canlılık Oranlarına Etkisi

Bemisia tabaci Q biyotipinin, besinsiz, kontrol (sukroz), Rifampisin+sukroz ve Tetrasiklin+sukroz olmak üzere dört farklı uygulamada 24, 48 ve 72. saatlerde % canlılık oranları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Yirmidört saat sonunda besinsiz, kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin besin ortamında canlılık oranları sırasıyla %42, 96, 92 ve 88 olarak belirlenmiştir. Kırk sekiz saat sonunda besinsiz ortamda hiç canlı birey kalmazken Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde canlılık oranları sırasıyla %84 ve 82 olarak bulunmuştur. Üçüncü günde belirlenen canlılık oranlarının,

parafilm temelli besleme ortamında *B. tabaci* B biyotipine benzer şekilde *B. tabaci* Q biyotipi bireylerinin de beslendiğini ve antibiyotiği bünyelerine aldığını göstermiştir.

Çizelge 4.2. Farklı besin ortamları üzerinde *Bemisia tabaci* Q biyotipi ergin dişi bireylerinin 24. 48. ve 72. saatlerde canlılık oranları (%)

Uygulama	n*	24. saat	48. saat	72. saat
Besinsiz	50	42.00±3.74c**	0.00±0.00c	0.00±0.00d
Kontrol	50	96.00±2.44a	92.00±2.00a	76.00±2.44a
Rifampisin	50	92.00±3.74ab	84.00±2.44b	58.00±3.74b
Tetrasiklin	50	88.00±2.00b	82.00±2.00b	46.00±5.09c

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Hiç besin verilmeyen *B. tabaci* B ve Q biyotipi bireylerinde ikinci günde tamamının ölmesi, diğer besinlerde ise üçüncü günde de canlı bireylerin bulunması, parafilm temelli besleme ortamında *B. tabaci* bireylerinin beslendiğini ve antibiyotiği bünyelerine aldığını göstermiştir. Xue ve ark. (2012) Rifampisin ile besleme süresinin *B. tabaci* Q biyotip bireylerinin canlılık oranlarını etkilediğini ve 48 saat sonunda bu oranın %60'ın altına düştüğünü bildirmişlerdir. Shan ve ark. (2019) dört gün süreyle kokteyl antibiyotik (Ampisilin, Gentamisin ve Kefotaksim) ile beslenen *B. tabaci* B biyotipi ergin dişilerinin ölüm oranını %90 olarak saptamışlardır. Kaur ve ark. (2022) *B. tabaci* B biyotipi ergin dişi bireylerinin 48 saat Rifampisin ve tetrasiklin ile beslenmesi sonucu ölüm oranlarını sırasıyla %73 ve %76 olarak belirlemişlerdir.

4.1.2. Antibiyotik ile Beslenen *Bemisia tabaci* Dişi Bireylerinin Günlük ve Toplam Bıraktıkları Yumurta Sayıları

Antibiyotik ile Beslenen Bemisia tabaci B biyotipi Dişi Bireylerinin (F₀ ve F₁) Günlük ve Toplam Bıraktıkları Yumurta Sayıları

Rifampisin ve Tetrasiklin diyeti ile beslenen *B. tabaci* B biyotipi F₀ ergin dişi bireylerinin bıraktıkları günlük ve toplam ortalama yumurta sayıları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Zararlıının Kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri sonucunda günlük bıraktığı yumurta sayısı sırasıyla 4.13, 2.92 ve 2.86 adet olarak gerçekleşmiş ve aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (F:28.74, df:2, P<0.001). Kontrol ile karşılaştırıldığında, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri dişi bireylerin bıraktığı ortalama toplam yumurta sayılarında önemli derecede azalmaya neden olmuş ve diyetler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* B Biotipi (F_0) dişi bireylerinin bıraktıkları ortalama günlük ve toplam yumurta sayıları (adet $\pm$ SH).

Diyetler	n*	Günlük	Toplam (Σ)
Kontrol	20	4.13 $\pm$ 0.14a**	101.40 $\pm$ 6.85a
Rifampisin	20	2.92 $\pm$ 0.16b	55.45 $\pm$ 6.16b
Tetrasiklin	20	2.86 $\pm$ 0.12b	65.50 $\pm$ 5.28b

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Rifampisin diyeti ile beslenen zararlının F_1 jenerasyonunda dişi bireylerin günlük bıraktığı ortalama yumurta sayılarında önemli bir düşüş görülmüş, F_0 jenerasyonunda 2.92 adet olan bu değer, F_1 ’de 0.64 adete düşmüştür. Kontrol uygulamasında 4.22 adet ile F_0 ’a oldukça yakın iken, Tetrasiklin ile beslenenlerde ise 1.89 adet olarak bulunmuştur. Toplam bırakılan ortalama yumurta sayıları da günlük bırakılan ortalama yumurta sayılarına benzer olmuş, en düşük Rifampisin (10.15 adet) diyetinde, en yüksek ise 105.35 adet ile kontrolde saptanmış ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (F:126.5, df:2, $P<0.001$) (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* B biyotipi (F_1) dişi bireylerinin bıraktıkları ortalama günlük ve toplam yumurta sayıları (adet $\pm$ SH).

Diyetler	n*	Günlük	Toplam (Σ)
Kontrol	20	4.22 $\pm$ 0.10a**	105.35 $\pm$ 6.35a
Rifampisin	20	0.64 $\pm$ 0.13c	10.15 $\pm$ 1.12c
Tetrasiklin	20	1.89 $\pm$ 0.10b	40.45 $\pm$ 3.53b

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Antibiyotik ile Beslenen *Bemisia tabaci* Q biyotipi Dişi Bireylerinin (F_0 ve F_1) Günlük ve Toplam Bırakıları Yumurta Sayıları

Rifampisin ve Tetrasiklin diyeti ile beslenen *B. tabaci* Q F_0 ergin dişi bireylerin bıraktıkları günlük ve toplam ortalama yumurta sayıları Çizelge 4.5’te verilmiştir. En yüksek günlük bırakılan ortalama yumurta sayısı 4.55 adet ile kontrol uygulamasında elde edilmiş, bunu 2.69 ve 2.42 adet ile sırasıyla Tetrasiklin ve Rifampisin diyetleri izlemiş ve aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (F:59.4, df:2, $P<0.001$). Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen dişi bireylerin bıraktığı toplam yumurta sayıları birbirine yakın ve kontrolden oldukça düşük bulunmuş ve istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır.

Çizelge 4.5. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* Q biyotipi (F₀) bireylerinin bıraktıkları günlük ve toplam yumurta sayıları (adet ± SH)

Diyetler	n*	Günlük	Toplam (Σ)
Kontrol	20	4.55±0.08a**	118.60±6.21a
Rifampisin	20	2.42±0.09b	53.80±3.38b
Tetrasiklin	20	2.69±0.08b	58.40±3.97b

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Rifampisin ve Tetrasiklin diyeti ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi F₁ ergin dişi bireylerin bıraktıkları günlük ve toplam ortalama yumurta sayıları Çizelge 4.6'da verilmiştir. En düşük günlük yumurta sayısı 2.29 adet ile Rifampisin diyetinde belirlenmiş, bunu Tetrasiklin (2.91 adet) ve Kontrol (4.52 adet) diyetleri izlemiştir. Her üç uygulama istatistiksel olarak farklı gruplarda yer almıştır (F:127.4, df:2, P<0.001). Kontrolde 120.15 adet olan toplam ortalama yumurta sayısı Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde 52.20 ve 61.70 adet olmuş ve bu iki uygulama istatistiksel olarak aynı ancak kontrolden farklı grupta yer almışlardır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* Q biyotipi (F₁) dişi bireylerinin bıraktıkları günlük ve toplam yumurta sayıları (adet ± SH).

Diyetler	n*	Günlük	Toplam (Σ)
Kontrol	20	4.52±0.10a**	120.15±6.90a
Rifampisin	20	2.29±0.08c	52.20±2.84b
Tetrasiklin	20	2.91±0.11b	61.70±3.54b

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

4.1.3. Antibiyotik Diyetlerinin *Bemisia tabaci* B ve Q Biyotipi Popülasyonlarının F₁'de Ergin öncesi Gelişme Sürelerine Etkisi

Antibiyotik Diyetlerinin Bemisia tabaci B Biyotipi Popülasyonunun F1 Generasyonunda Ergin Öncesi Gelişme Süreleri

Rifampisin ve Tetrasiklin diyeti ile beslenen *B. tabaci* B biyotipi dişi bireylerinin bıraktığı yumurtaların açılma süreleri sırasıyla 8.25 ve 8.45 olarak belirlenmiş ve 7.6 gün olan kontrol uygulamasından istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (F:4.057, df: 2, P:0.023). Birinci nimf dönemi gelişme süreleri incelendiğinde en yüksek gelişme süresi 5.35 gün ile Tetrasiklin diyetinde görülürken, en düşük 3.55 gün ile kontrol uygulaması sonucu bulunmuş ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (F:15.22, df:2, P<0.001). Kontrolde ortalama 3.05 gün olan 2. nimf ortalama gelişme süresi Rifampisin diyetinde yaklaşık 1, Tetrasiklin diyetinde ise 1.5 gün uzayarak sırasıyla 4 ve 4.75 gün olmuştur. Üçüncü nimf döneminde diğer nimf dönemlerin aksine

en yüksek gelişme süresi 3.9 gün ile Rifampisin diyeti sonucu bulunmuş, bunu 3.5 gün ile Tetrasiklin izlemiştir. Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen dişi bireylerin bıraktığı yumurtalardan çıkan nimflerin toplam ortalama gelişme süreleri kontrol ile karşılaştırıldığında önemli derecede uzamış, kontrolde 20.88 gün olan bu değer, Rifampisin ve Tetrasiklin'de 26.75 ve 27.65 gün olarak belirlenmiştir (F:44.331, df: 4, P<0.001) (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* B biyotipi dişilerinin bıraktıkları yumurtaların açılma süreleri ve bu yumurtalardan çıkan bireylere ait ortalama gelişme süreleri (gün) (Ort. $\pm$ SH)

Uygulama	n*	Yumurta	N1	N2	N3	N4	Toplam (Σ)
Kontrol	20	7.60 $\pm$ 0.18b**	3.55 $\pm$ 0.15b	3.05 $\pm$ 0.15b	2.7 $\pm$ 0.12b	3.95 $\pm$ 0.22b	20.88 $\pm$ 0.36b
Rifampisin	20	8.25 $\pm$ 0.21a	5.20 $\pm$ 0.30a	4.00 $\pm$ 0.34a	3.9 $\pm$ 0.26a	5.4 $\pm$ 0.30a	26.75 $\pm$ 0.63a
Tetrasiklin	20	8.45 $\pm$ 0.30a	5.35 $\pm$ 0.28a	4.75 $\pm$ 0.33a	3.5 $\pm$ 0.25a	5.6 $\pm$ 0.131a	27.65 $\pm$ 0.66a

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Antibiyotik Diyetlerinin Bemisia tabaci Q Biyotipi popülasyonunun F₁ Generasyonunda Ergin Öncesi Gelişme Süreleri

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi ergin dişi bireylerinin bıraktıkları yumurtaların açılma süreleri sırasıyla 8.35 ve 8.3 gün olarak birbirine oldukça yakın olmuş ancak kontrol (7.65 gün) ile karşılaştırıldığında önemli derecede farklı bulunmuştur (F:4.209, P: 0.020, Sd: 2). Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri sonucunda *B. tabaci* 1 ve 2.nimf dönemleri arasında fark bulunamazken kontrol her iki gruptan da istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Sadece 3. nimf döneminde Tetrasiklin diyeti kontrolden farksız bulunmuştur. Dördüncü nimf dönemi gelişme süreleri kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde sırasıyla 3.8, 5.25 ve 4.6 gün olarak bulunurken istatistiksel olarak farklı gruplarda yer almışlardır (F:20.213, df: 2, P<0.001). Rifampisin diyetinin *B. tabaci* Q biyotipi ergin öncesi toplam gelişme süresini kontrole göre 5.75, Tetrasiklin diyetine göre ise 1.4 gün uzattığı belirlenmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* Q biyotipi dişilerinin bıraktıkları yumurtaların açılma süreleri ve bu yumurtalardan çıkan bireylere ait ortalama gelişme süreleri (gün) (Ort. $\pm$ SH)

Diyetler	n*	Yumurta	N1	N2	N3	N4	Toplam (Σ)
Kontrol	20	7.65 $\pm$ 0.20b**	3.65 $\pm$ 0.16b	2.90 $\pm$ 0.16b	3.05 $\pm$ 0.17b	3.80 $\pm$ 0.15c	20.75 $\pm$ 0.40c
Rifampisin	20	8.35 $\pm$ 0.18a	5.05 $\pm$ 0.15a	3.60 $\pm$ 0.23a	3.85 $\pm$ 0.24a	5.25 $\pm$ 0.16a	26.1 $\pm$ 0.46a
Tetrasiklin	20	8.30 $\pm$ 0.23a	5.00 $\pm$ 0.17a	3.45 $\pm$ 0.19a	3.35 $\pm$ 0.25ab	4.60 $\pm$ 0.16b	24.7 $\pm$ 0.33b

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Diyetler genel olarak değerlendirildiğinde (Tetrasiklin diyetinin 3. nimf dönemi dışında) *B. tabaci*'nin her iki popülasyonunda (B ve Q biyotipi), bütün nimf dönemlerinde Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri gelişme sürelerinin uzamasına neden olmuş ve kontrolden istatistiki olarak farklı grupta yer almışlardır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer şekilde Costa ve ark. (1993) *B. tabaci* B biyotipi ile yaptıkları çalışmalarında, Oksitetrasiklin hidroklorid uygulanmış kabak bitkisiyle beslenen *B. tabaci* B biyotipi nimflerinin 10. günden sonra gelişmelerinin yavaşladığını ve ergin öncesi gelişme süresinin uzadığını bildirmişlerdir. Costa ve ark. (1997) aynı biyotip ile yapılan bir başka çalışmada Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinin ergin öncesi gelişme süresini uzattığını, Ampisilin ve Oksitetrasiklin hidroklorid diyetinin ise olumsuz etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Pamuk bitkisi üzerinde yapılan çalışmalarda Ruan ve ark. (2006) kontrol (21.8 ve 24.0) ile karşılaştırıldığında Rifampisin diyetinin B ve ZHj-1 biyotiplerinde ergin öncesi gelişme sürelerini sırasıyla 8 ve 4 gün uzattığını bildirmişlerdir. Xue ve ark. (2012) kontrol ve Rifampisin diyetlerinde ergin öncesi gelişme sürelerini birbirine oldukça yakın ve sırasıyla 22.0 ve 21.3 olarak saptamışlardır. Su ve ark. (2013) Rifampisin diyetinin *B. tabaci* Q kontrole kıyasla ergin öncesi toplam gelişme süresini 2.1 gün uzattığını bildirmişlerdir. Zhong ve Li (2013) *B. tabaci* B biyotipi ergin öncesi gelişme sürelerini kontrol ve Tetrasiklin diyetlerinde sırasıyla 16.3 ve 27.3 gün, olarak belirlemişlerdir. Zhang ve ark. (2015) Rifampisin diyetinin *B. tabaci* B biyotipi ergin öncesi gelişme süresini uzattığını ve kontrolde 21.2 gün olan sürenin Rifampisin diyetinin 26.9 güne çıktığını saptamışlardır. Benzer bir çalışmada, Raina ve ark. (2015) Tetrasiklin'in yumurta açılma süresi ile 1, 2 ve 4. nimf gelişme sürelerini uzattığını ancak 3. nimf döneminde kontrole çok yakın bulunduğunu ve 0.12 gün kısalttığını bildirmişlerdir. Shan ve ark. (2016) *B. tabaci* B biyotipi ile yaptıkları çalışmada kontrol ve Rifampisin diyetleri sonrası ergin öncesi toplam gelişme sürelerini sırasıyla 23.2 ve 30.8 gün olarak bulmuşlardır. Tan ve ark. (2023) Rifampisin diyetinin bir başka beyazsinek türü olan *Aleurocanthus camelliae* (Hemiptera: Aleyrodidae)'nin yumurta açılma ve tüm nimf gelişme sürelerini uzattığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada elde edilen verilerden farklı olarak Ruan ve ark. (2006) Tetrasiklin diyeti ile beslenmiş *B. tabaci* B ve ZHJ-1 bireylerinin ergin öncesi gelişme sürelerinin kontrole kıyasla 1 ve 3 gün daha kısa bulunduğunu ancak istatistiksel olarak aralarında fark olmadığını bildirmişlerdir.

Raina ve ark. (2015) *B. tabaci* Asia II-1 genetik gurubu bireylerinin ergin öncesi toplam gelişme sürelerini kontrol uygulamasında 26.64 gün, Tetrasiklin diyetinde ise 23.68 olarak bildirmişlerdir.

4.1.4. Antibiyotik Diyetinin *Bemisia tabaci* Ergin Yaşam Sürelerine Etkileri

Antibiyotik diyetinin Bemisia tabaci B biyotipi (F₀ ve F₁) Ergin Yaşam Sürelerine Etkileri

Antibiyotik diyeti ile beslenen *B. tabaci* B biyotipi (F₀) ergin dişi ve erkek bireylerinin yaşam süreleri Çizelge 4.9’da verilmiştir. Dişi bireylerin yaşam süreleri 18.95 ile 24.5 gün arasında değişmiş, Rifampisin diyetinde elde edilen değer istatistiksel olarak kontrolden farklı grupta yer alırken, Tetrasiklin diyetinde elde edilen değer diyetlerden farksız bulunmuştur (F:3.421, df:2, P:0.040). Erkek bireylerin Rifampisin, Tetrasiklin ve kontrol diyetlerinde yaşam süreleri 14.95 ile 16.2 gün arasında değişmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında erkek yaşam süreleri Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri sonrasında bir miktar kısalsa da aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.9. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* B biyotipi F₀ ergin dişi ve erkek bireylerin yaşam süreleri (gün) (Ort. $\pm$ SH)

Diyetler	n*	Dişi	Erkek
Kontrol	20	24.50 $\pm$ 1.42a**	16.2 $\pm$ 0.74a
Rifampisin	20	18.95 $\pm$ 1.7b	14.95 $\pm$ 0.83a
Tetrasiklin	20	22.85 $\pm$ 1.32ab	15.25 $\pm$ 0.89a

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki istatistiki olarak önemli değildir.

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen ergin dişi bireylerin bıraktığı yumurtalardan çıkan bireylerin oluşturduğu F₁ generasyonundaki ergin yaşam süreleri Çizelge 4.10’da verilmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde en kısa dişi yaşam süresi 15.68 gün ile Rifampisin diyetinde saptanırken, bunu 21.30 gün ile Tetrasiklin izlemiş ve kontrol ile karşılaştırıldığında aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (F:9.268, df: 2, P<0.001). Erkek yaşam süreleri 14 ile 15.5 gün arasında değişmiş ve istatistiksel olarak farksız bulunmuştur.

Çizelge 4.10. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* B biyotipi F₁ ergin dişi ve erkek bireylerin yaşam süreleri (gün) (Ort. $\pm$ SH)

Diyetler	n*	Dişi	Erkek
Kontrol	20	24.95 $\pm$ 1.53a**	15.55 $\pm$ 0.55a
Rifampisin	20	15.68 $\pm$ 1.24c	14.20 $\pm$ 1.04a
Tetrasiklin	20	21.30 $\pm$ 1.55b	14.00 $\pm$ 0.80a

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Antibiyotik Diyetinin Bemisia tabaci Q biyotipi (F_0 ve F_1) Ergin Yaşam Sürelerine Etkileri

Rifampisin ve Tetrasiklin diyeti ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi F_0 ergin dişi ve erkek bireylerinin yaşam süreleri Çizelge 4.11’de verilmiştir. Ergin dişi bireylerin yaşam süreleri Rifampisin (22.20) ve Tetrasiklin (21.70) diyetlerinde kontrolden kısa bulunurken, kontrolde bu süre 26.05 gün olmuştur. Erkek bireylerde, kontrol ile karşılaştırıldığında Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinin yaşam süresini kısalttığı saptanmış ve bu değerler sırasıyla 14.15 ve 14.35 gün olarak belirlenmiş aralarında istatistiki olarak fark bulunamamıştır (F:2.832, df: 2, P: 0.067).

Çizelge 4.11. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* Q biyotipi F_0 ergin dişi ve erkek bireylerin yaşam süreleri (gün) (Ort. $\pm$ SH)

Diyetler	n*	Dişi	Erkek
Kontrol	20	26.05 $\pm$ 1.39a**	15.75 $\pm$ 0.60a
Rifampisin	20	22.20 $\pm$ 1.36ab	14.15 $\pm$ 0.76a
Tetrasiklin	20	21.70 $\pm$ 1.37b	14.35 $\pm$ 0.77a

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Bemisia tabaci Q biyotipi F_1 generasyonu bireylerinin farklı antibiyotik diyetlerinde ergin yaşam süreleri kontrol ile karşılaştırıldığında kısalmış ve aralarındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.12). Kontrolde 26.55 gün olarak belirlenen ergin dişi yaşam süresi Rifampisin’de 22.70 gün, Tetrasiklin’de ise 21.15 gün olarak saptanmıştır. İki antibiyotik diyetinde belirlenen erkek yaşam süreleri bir miktar kısalırsa da kontrol ile aynı istatistiki grupta yer almış ve aralarındaki fark önemli bulunmamıştır (F:4.177, df: 2, P: 0.020).

Çizelge 4.12. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* Q biyotipi F_1 ergin dişi ve erkek bireylerin yaşam süreleri (ömür) (gün) (Ort. $\pm$ SH)

Diyetler	n*	Dişi	Erkek
Kontrol	20	26.55 $\pm$ 1.57a**	15.30 $\pm$ 0.79a
Rifampisin	20	22.70 $\pm$ 1.20b	13.55 $\pm$ 0.54a
Tetrasiklin	20	21.15 $\pm$ 1.28b	13.85 $\pm$ 1.09a

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Bu çalışmada antibiyotik diyetlerinin *B. tabaci* B ve Q biyotipi popülasyonlarında hem F_0 hem de F_1 generasyonlarında ergin dişi ve erkek bireylerin yaşam sürelerini kısalttığı belirlenmiştir. En kısa ergün ömür süresi dişi bireylerde Tetrasiklin diyetinde, erkek bireylerde ise Rifampisin diyetinde belirlenmiş ve istatistiksel olarak kontrolle aynı grupta yer almışlardır. Dişi bireylerde ise ömür tüm denemelerde antibiyotik diyetlerinde kontrolden düşük ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Costa ve ark. (1993) ve (1997), *B. tabaci* B biyotipi ile yaptıkları çalışmada farklı

antibiyotik diyetlerinin (Ampisilin, Oksitetrasiklin hidroklorür Rifampisin ve Tetrasiklin) ergin yaşam süresini etkilediğini ancak kontrol ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak farksız olduğunu bildirmişlerdir. Xue ve ark. (2012) Rifampisin diyetinin *B. tabaci* Q erkek yaşam süresi üzerinde önemli bir değişikliğe neden olmadığını ancak kontrolde 20 gün olan ergin dişi yaşam süresini kısaltarak 11 günün altına düşürdüğünü saptamışlardır. Raina ve ark. (2015) kontrol ve Tetrasiklin uygulamaları sonucunda ergin erkek yaşam sürelerini sırasıyla 6.2 ve 13.6 gün olarak saptamışlardır. Aynı çalışmada, Tetrasiklin diyetinin kontrolde 31.2 gün olan dişi yaşam süresini yaklaşık 10 gün kısalttığını bildirmişlerdir. Kaur ve ark. (2022) Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinin *B. tabaci* Asia-II-1 ergin yaşam sürelerini etkilemediğini ve dişi ergin yaşam sürelerinin 7.5 ile 8.0 gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

4.1.5. Antibiyotik Diyetlerinin *Bemisia tabaci*'nin F₁ Generasyonunda Ergin Öncesi Dönemlerin Ölüm Oranlarına Etkileri

Antibiyotik Diyetlerinin Bemisia tabaci'nin B biyotipi Populasyonunun Ergin Öncesi Dönemlerinin Ölüm Oranları

Rifampisin ve Tetrasiklin antibiyotik diyeti ile beslenen *B. tabaci* ergin dişi bireylerinin bıraktıkları yumurtalar ve bu yumurtalardan çıkan bireylere ait ölüm oranları Çizelge 4.13'te verilmiştir. Renk değiştirmiş, kurumuş, şekli değişmiş veya matlaşmış bireyler ölü olarak kabul edilmiştir (Şekil 4.1). Zararlının yumurta döneminde ölüm oranları Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde sırasıyla %7 ve %5 olarak bulunurken, kontrol uygulamasında bu oran %2 olarak gerçekleşmiştir. Toplam nimf dönemlerinde en yüksek ölüm oranı %25 ile Rifampisin'de bulunmuş ve bu değer kontrol uygulamasından istatistiksel olarak farklı olmuştur (F:64.42, df: 2, P<0.001). Kontrol (%8) ile karşılaştırıldığında her iki antibiyotik diyetinin toplam ergin öncesi ölüm oranlarını arttırmış ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (F:32.03, df: 2, P<0.001)



Şekil 4.1. Antibiyotik diyeti sonrası *Bemisia tabaci* B biyotipine ait sağlıklı (A) ve ölü pupa (B) dönemleri

Çizelge 4.13. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* B biyotipi bireylerinin yumurta, toplam nimf dönemleri ve ergin öncesi ölüm oranları (%) (Ort. $\pm$ SH)

Diyetler	n*	Yumurta	Nimf (Toplam)	Ergin Öncesi (Toplam)
Kontrol	100	2.00 $\pm$ 1.33a**	6.00 $\pm$ 1.71b	8.00 $\pm$ 1.33b
Rifampisin	100	7.00 $\pm$ 1.52a	25.00 $\pm$ 2.68a	32.00 $\pm$ 1.33a
Tetrasiklin	100	5.00 $\pm$ 1.66a	20.00 $\pm$ 1.17a	25.00 $\pm$ 1.63a

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Antibiyotik Diyetlerinin Bemisia tabaci'nin Q biyotipi Populasyonunun Ergin Öncesi Dönemlerinin Ölüm Oranları

İki farklı antibiyotik diyetinin *B. tabaci* Q biyotipi populasyonunun ergin öncesi dönemlerinde neden olduğu ölüm oranları Çizelge 4.14'te verilmiştir. Rifampisin, Tetrasiklin ve Kontrol diyetlerinde yumurta ölüm oranları %1 ile %6 arasında değişmiştir. Rifampisin diyeti ile beslenen *B.tabaci* dişi bireylerinin bıraktığı yumurtalardan çıkan nimflerde ölüm oranı %24 olurken bu değer, Tetrasiklin diyetinde %19 olarak bulunmuştur. Ergin öncesi gelişme dönemlerinin toplamında Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde ölüm oranları %30 ve %24 olmuş ve kontrolden istatistiksel olarak farklı grupta yer almışlardır (F:9.529, df: 2, P:0.006).

Çizelge 4.14. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* Q biyotipi bireylerinin bıraktığı yumurta, toplam nimf dönemleri ve ergin öncesi ölüm oranları (%) (Ort. $\pm$ SH)

Diyetler	n*	Yumurta	Nimf (Toplam)	Ergin Öncesi (Toplam)
Kontrol	100	1.00 $\pm$ 1.00a**	5.00 $\pm$ 1.66b	6.00 $\pm$ 1.63b
Rifampisin	100	6.00 $\pm$ 1.63a	24.00 $\pm$ 1.25a	30.00 $\pm$ 1.31a
Tetrasiklin	100	3.00 $\pm$ 1.52a	19.00 $\pm$ 0.98a	22.00 $\pm$ 1.89a

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Bu çalışmada Antibiyotik diyetlerinin *B. tabaci* B biyotipi ve Q biyotipi yumurta ve nimf dönemlerinde neden olduğu ölüm oranları kontrole kıyasla daha yüksek bulunmuştur. En yüksek yumurta ve toplam nimf dönemi ölüm oranları sırasıyla %35 ve %31.35 olarak B biyotipinde Rifampisin diyeti sonrası görülmüştür. Costa ve ark. (1993) *B. tabaci* B biyotipi ile yaptıkları çalışmalarda, Oksitetrasiklin hidroklorid diyetinin nimflerde %95 oranında, Costa ve ark. (1997) aynı tür için Rifampisin diyetinin % 90 oranında ölüme neden olduğunu saptamışlardır. Ruan ve ark. (2006) Ampisilin, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri sonrası toplam ergin öncesi ölüm oranlarını sırasıyla *B. tabaci* B biyotipi için %22.3, 27.4 ve %41.7, *B. tabaci* ZHJ-1 için ise %57.3, %81.8 ve %72.5 olduğunu bildirmişlerdir. Su ve ark. (2013), Rifampisin diyetinin ergin öncesi ölüm oranını önemli oranda arttırdığını ve kontrolden istatistiksel olarak farklı olduğunu belirlemişlerdir. Zhang ve ark. (2015), *B. tabaci* Rifampisin diyeti sonucu yumurta ve toplam nimf dönemlerinde ölüm oranlarını sırasıyla %13.7 ve %5.3, kontrol uygulamasında ise % 7.2 ve %4.5 olarak bildirmişlerdir. Shan ve ark. (2016) Rifampisin diyetinin *B. tabaci* B biyotipi yumurtalarında % 21.9 oranında ölümlere neden olduğunu saptamışlardır. Aynı çalışmada, kontrolde % 8.2 olarak belirlenen nimf ölüm oranlarının, Rifampisin diyetinde artarak %11.7 ulaştığını bildirmişlerdir. Shan ve ark. (2019) Ampisilin, Gentamisin ve Kefotaksim olmak üzere 3 farklı antibiyotik karışımından elde edilen çözeltinin yumurta ve ergin öncesi ölüm oranlarına olumsuz etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde yumurta ölüm oranlarının %10'un altında kaldığını, nimf ölümlerinin ise % 20 ile %26 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Kaur ve ark. (2022) *B. tabaci* Asia-II-1 ile yapılan çalışmada yumurta döneminde belirlenen ölüm oranlarının Rifampisin (%27) ve Tetrasiklin (%24) diyetlerinde artsa da kontrol (%21) ile aralarında istatistiksel olarak fark olmadığını bildirmişlerdir.

4.1.6. Antibiyotik diyetinin *Bemisia tabaci* B ve Q biyotipleri (F₁) Eşey Oranlarına Etkileri

İki farklı antibiyotik diyeti ile beslenen *B. tabaci* B ve Q biyotipi bireylerinin eşey oranları Çizelge 4.15'te verilmiştir. *Bemisia tabaci* B biyotipi populasyonunda kontrol ile karşılaştırıldığında Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinin sırasıyla yaklaşık %3 ve %6 oranında dişi oranını arttırdığı belirlenmiş ancak bu farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (F:0.409, df: 2, P: 0.668). B biyotipi populasyonunda kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin için eşey oranları sırasıyla 56.34, 59.16 ve 62.11 olarak saptanmıştır. *Bemisia tabaci* Q biyotipinde bu değerler aynı sırayla Rifampisin, Tetrasiklin ve kontrol diyetlerinde eşey oranları sırasıyla 59.25, 60.57 ve 61.00 olarak saptanmış, aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.15. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* B ve Q biyotipi (F₁) bireylerinin eşey oranları (%) (Ort. $\pm$ SH)

B			Q	
Diyetler	n*	Dişi % (♀/♀+♂)	n*	Dişi % (♀/♀+♂)
Kontrol	87	56.34 $\pm$ 3.70a**	98	59.25 $\pm$ 7.18a
Rifampisin	88	59.16 $\pm$ 5.65a	108	60.57 $\pm$ 4.23a
Tetrasiklin	108	62.11 $\pm$ 4.63a	95	61.00 $\pm$ 4.33a

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Bu çalışmada, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinin *B. tabaci* B ve Q biyotipi populasyonlarında eşey oranlarını etkilediği ancak bu farkın istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen verilere benzer olarak Costa ve ark (1997) kontrol diyetinde %52 olan dişi oranını, Rifampisin diyetinde %50, kloramfenikol diyetinde %63 olarak belirlemişlerdir. Zhong ve Li (2013) Tetrasiklin diyetinin *B.tabaci* B biyotipi eşey oranını değiştirmediğini, kontrol ve Tetrasiklin diyetinin her ikisinde de dişi oranın %42 olarak bildirmişlerdir. Zhang ve ark. (2015) Rifampisin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi populasyonunda %63.4 olan dişi oranının, kontrolde %58.6 olduğunu bildirmişlerdir. Shan ve ark. (2019) antibiyotik diyetinin kontrolde %50 olan dişi birey oranını etkilemediğini saptamışlardır. Yapılan bazı çalışmalarda antibiyotik diyetleri zararlının eşey oranını etkilemiştir. Bu çalışmalardan birinde Ruan ve ark. (2006) *B. tabaci* biyotipi ve uygulanan antibiyotik çeşidinin eşey oranını değiştirdiğini, kontrol, Ampisilin, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri sonrası *B. tabaci* B biyotipinde dişi bireylerin toplam birey sayısına oranını sırasıyla, %54, 20, 36 ve 44, ZHJ-1 türünde ise %57, 63, 92 ve 40 olarak bulunduğunu belirlemişlerdir. Xue ve ark. (2012) *B. tabaci* (Q) populasyonunda kontrolde dişi birey oranının (%50) Rifampisin diyetinde bulunan dişi oranından (%65) düşük bulunduğunu bildirmişlerdir. Shan ve ark. (2016) Rifampisin diyetinin *B. tabaci* (B) populasyonunun biyolojik parametrelerine etkilerini belirledikleri çalışmalarında, dişi oranını kontrolde %24.1 uygulamada ise %54.9 olarak bulmuşlardır.

4.1.7. Antibiyotik ile Beslenen *Bemisia tabaci* Ergin Dişi Bireylerine Ait Yaşam Çizelgesi Parametreleri

Antibiyotik ile Beslenen *Bemisia tabaci* B biyotipi (F_0 ve F_1) Ergin Dişilerine Ait Yaşam Çizelgesi Parametreleri

Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri ile beslenmiş *B. tabaci* B biyotipi F_0 bireylerinin Kalıtsal üreme yeteneği (r_m), Net üreme gücü (R_0), Ortalama döl süresi (T_0), Günlük üreme gücü sınırı (λ) ve popülasyonun ikiye katlanma süresi (DT) gibi yaşam çizelgesi parametreleri Çizelge 4.16'da verilmiştir. Kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* ergin dişi bireylerin r_m değerleri sırasıyla 0.137, 0.122 ve 0.117 dişi/dişi/gün olarak saptanmış ve kontrol ile antibiyotik diyetleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($F:13.58$, $df:2$, $P<0.0001$). Kontrolde 52.883 dişi/dişi/ömür bulunan R_0 değeri, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde önemli bir düşüş göstererek sırasıyla 36.46 ve 26.58 dişi/dişi/ömür olarak saptanmıştır ($F:20.373$, $df:2$, $P<0.001$). Diyetlere ait ortalama döl süreleri 27.91 ile 29.26 gün arasında değişirken, üç uygulama istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır ($F:1.77$, $df: 2$ $P: 0.178$). Günlük üreme gücü sınırı ve ikiye katlanma süreleri değerlerinde Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır (Çizelge 4.16).

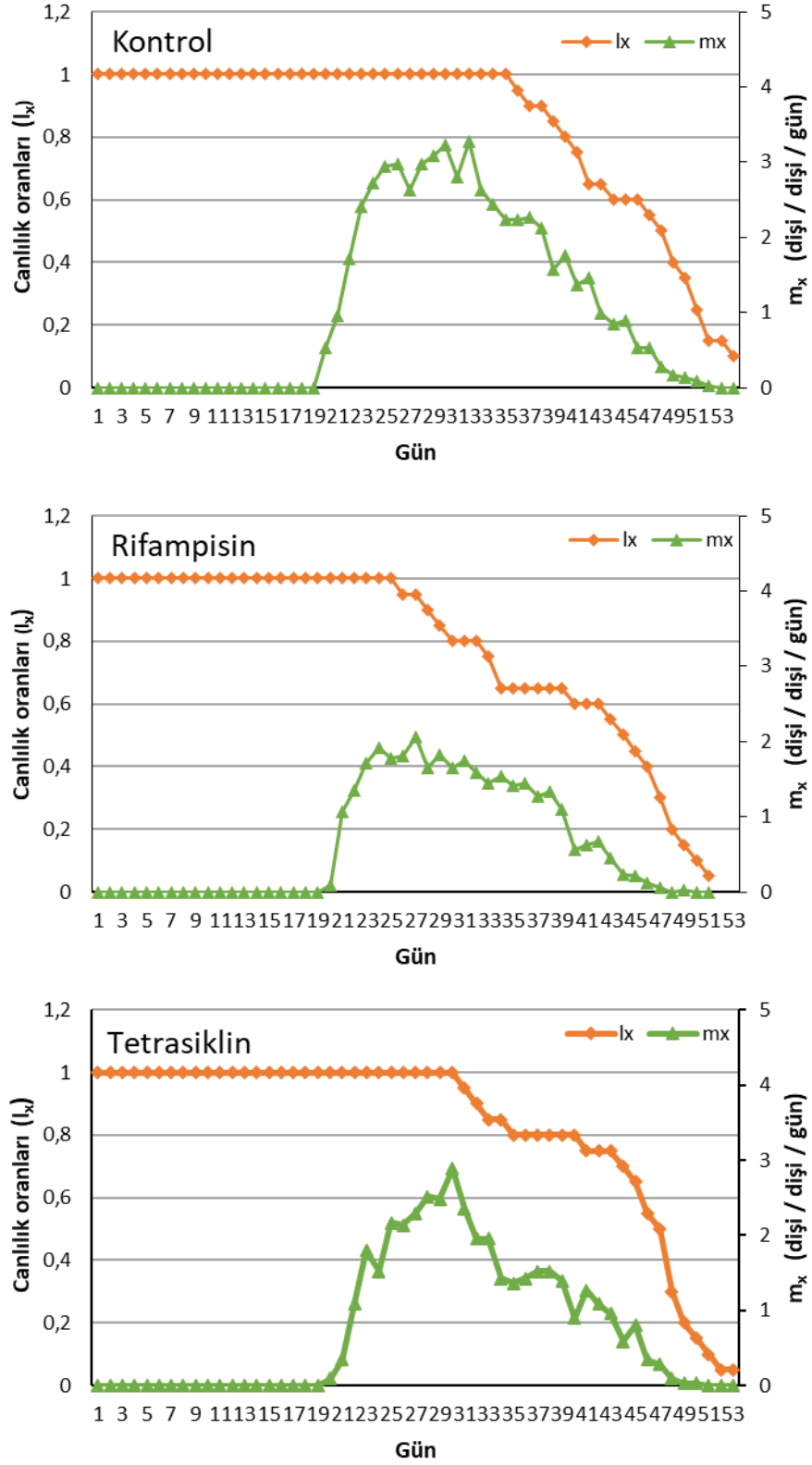
Çizelge 4.16. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* B biyotipi (F_0) bireylerine ait yaşam çizelgesi parametreleri

Diyetler	r_m	R_0	T_0	λ	DT
Kontrol	0.137±0.002a*	52.88±3.32a	28.90±0.41a	1.147±0.003a	5.04±0.09b
Rifampisin	0.117±0.004b	26.58±2.75c	27.91±0.54a	1.124±0.004b	5.89±0.22a
Tetrasiklin	0.122±0.001b	36.46±2.71b	29.26±0.36a	1.130±0.002b	5.63±0.08a

r_m : Kalıtsal üreme yeteneği, R_0 : Net üreme gücü, T_0 : Ortalama döl süresi, λ : Günlük üreme gücü sınırı ve DT: İkiye katlanma süresini göstermektedir.

*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Antibiyotik diyeti ile beslenen *B. tabaci* B biyotipi (F_0) bireylerinin canlılık oranı (l_x) ve günlük dişi başına bırakılan dişi yumurta sayıları (m_x) Şekil 4.2'de verilmiştir. *Bemisia tabaci* B biyotipi F_0 için m_x değerleri Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen bireylerde kontrolden düşük olmuştur. Günlük dişi başına bırakılan dişi yumurta sayısı kontrolde 3.2 adet ile ovipozisyon süresinin 12, Rifampisin için 2.0 adet ile 7., Tetrasiklin için ise 2.8 adet ile 11. günde tepe noktasına ulaşmıştır (Şekil 4.2). Kontrol ile karşılaştırıldığında, Rifampisin ve Tetrasiklin diyeti ile beslenen ergin dişilerde ölümler daha erken başlamış, belirtilen diyetlerde ilk ölümler aynı sırayla 36, 26 ve 31. günlerde başlamıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Kontrol ve antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* B biyotipi F₀ bireylerinin canlılık oranı (I_x) ve günlük dişi başına bırakılan dişi yumurta sayıları (m_x).

Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri ile beslenen *B. tabaci* B biyotipi F_1 bireylerinin Kalıtsal üreme yeteneği (r_m), Net üreme gücü (R_o), Ortalama döl süresi (T_o), Günlük üreme gücü sınırı (λ) ve ikiye katlanma süresi (DT) gibi yaşam çizelgesi parametreleri Çizelge 4.17.'de verilmiştir. Rifampisin ile beslenen *B. tabaci* ergin dişilerinin r_m , R_o ve T_o değerleri sırasıyla 0.038 dişi/dişi/gün, 3.63 dişi/dişi/ömür ve 33.49 gün olarak saptanmıştır. Kontrol diyetinde ise *B. tabaci* dişi bireyleri için aynı değerler sırasıyla 0.133, 49.08 ve 29.07 olarak belirlenmiştir. Kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* ergin dişi bireyleri için ikiye katlama süresi dışında tüm yaşam çizelgesi parametreleri değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmuş ve farklı grup oluşturmuşlardır. Rifampisin diyetinde hesaplanan ikiye katlanma süresi, diğer diyetlerde elde edilen sürelerden daha uzun ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($F:22.002$, $Sd: 2$, $P<0.001$) (Çizelge 4.17).

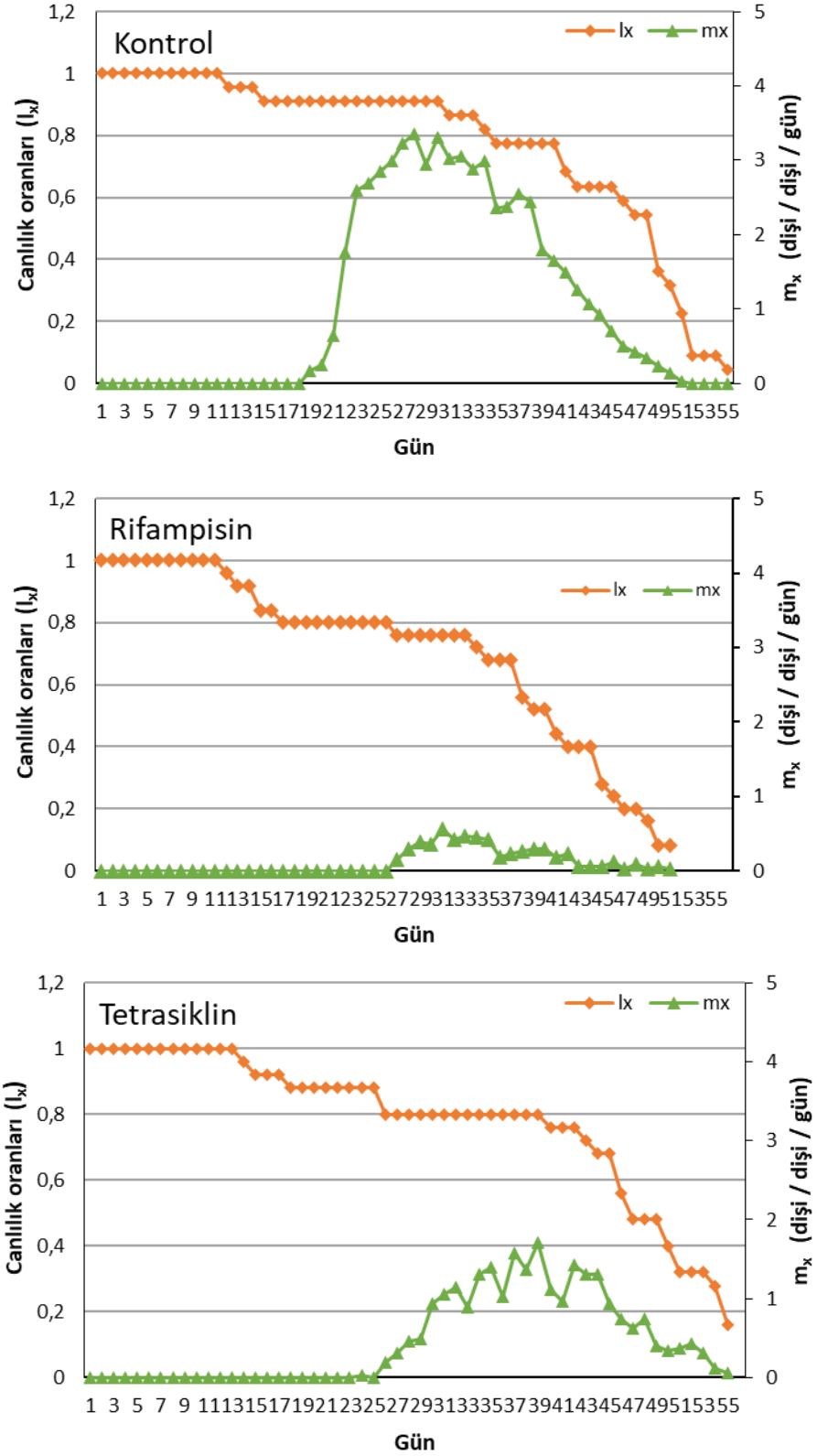
Çizelge 4.17. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* B biyotipi (F_1) bireylerine ait yaşam çizelgesi parametreleri

Diyetler	r_m	R_o	T_o	λ	DT
Kontrol	0.133±0.002a	49.08±2.78a	29.07±0.34c	1.143±0.002a	5.17±0.07b
Rifampisin	0.038±0.004c	3.63±0.49c	33.49±0.71b	1.039±0.004c	18.00±2.25a
Tetrasiklin	0.078±0.002b	18.03±1.43b	36.74±0.50a	1.081±0.002b	8.80±0.25b

r_m : Kalıtsal üreme yeteneği, R_o : Net üreme gücü, T_o : Ortalama döl süresi, λ : Günlük üreme gücü sınırı ve DT: İkiye katlanma süresini göstermektedir.

*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* B biyotipi (F_1) bireylerinin canlılık oranı (l_x) ve günlük dişi başına bırakılan dişi yumurta sayıları (m_x) Şekil 4.3'te verilmiştir. *Bemisia tabaci* ergin dişi bireylerinin günlük dişi başına bıraktıkları dişi yumurta sayıları, çalışma süresince kontrol diyetinde (3.36) diğer diyetlerden daha yüksek bulunmuştur. Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde yumurta sayıları en yüksek sırasıyla 0.56 ve 1.705 adet olarak belirlenmiştir. Dişi bireylerin ilk yumurta bırakma günleri diyetlere bağlı olarak değişmiş, kontrolde ilk yumurtalar 19. günde bırakılırken, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde 28 ve 26. günlerde olmak üzere oldukça geç bırakılmıştır. F_0 ile karşılaştırıldığında, genel olarak F_1 'de ergin ölümleri erken başlamış, Kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin'de ilk ölümler 11, 12 ve 13. günde başlamıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Kontrol ve antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* B biyotipi F₁ bireylerinin canlılık oranı (I_x) ve günlük dişi başına bırakılan dişi yumurta sayıları (m_x).

Antibiyotik Diyeti ile Beslenmiş Bemisia tabaci Q biyotipi Ergin Dişilerine Ait Yaşam Çizelgesi Parametreleri

Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri ile beslenmiş *B. tabaci* Q biyotipi F_0 bireylerinin Kalıtsal üreme yeteneği (r_m), Net üreme gücü (R_o), Ortalama döl süresi (T_o), Günlük üreme gücü sınırı (λ) ve İkiye katlanma süresi (DT) gibi yaşam çizelgesi parametreleri Çizelge 4.18’de verilmiştir. Kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri için r_m değeri sırasıyla 0.146, 0.115 ve 0.122 dişi/dişi/gün olarak saptanmış ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($F:55.24$, $df:2$, $P<0.001$). R_o için bu değerler aynı sırayla 66.15, 28.77 ve 32.45 dişi/dişi/ömür olarak bulunurken ikiye katlanma süresi 4.74, 6.01 ve 5.65 gün olarak bulunmuş ve aralarındaki fark önemli bulunmuştur (R_o için $F:71.04$, $df:2$, $P<0.001$; DT için $F:46.37$, $df:2$, $P<0.001$). Ortalama döl süreleri her üç diyeti için birbirine yakın olmuş, kontrol ve Tetrasiklin diyetleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak genel olarak r_m , R_o ve λ değerleri açısından Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri kontrolden farklı bir istatistiki grup oluşturmuştur.

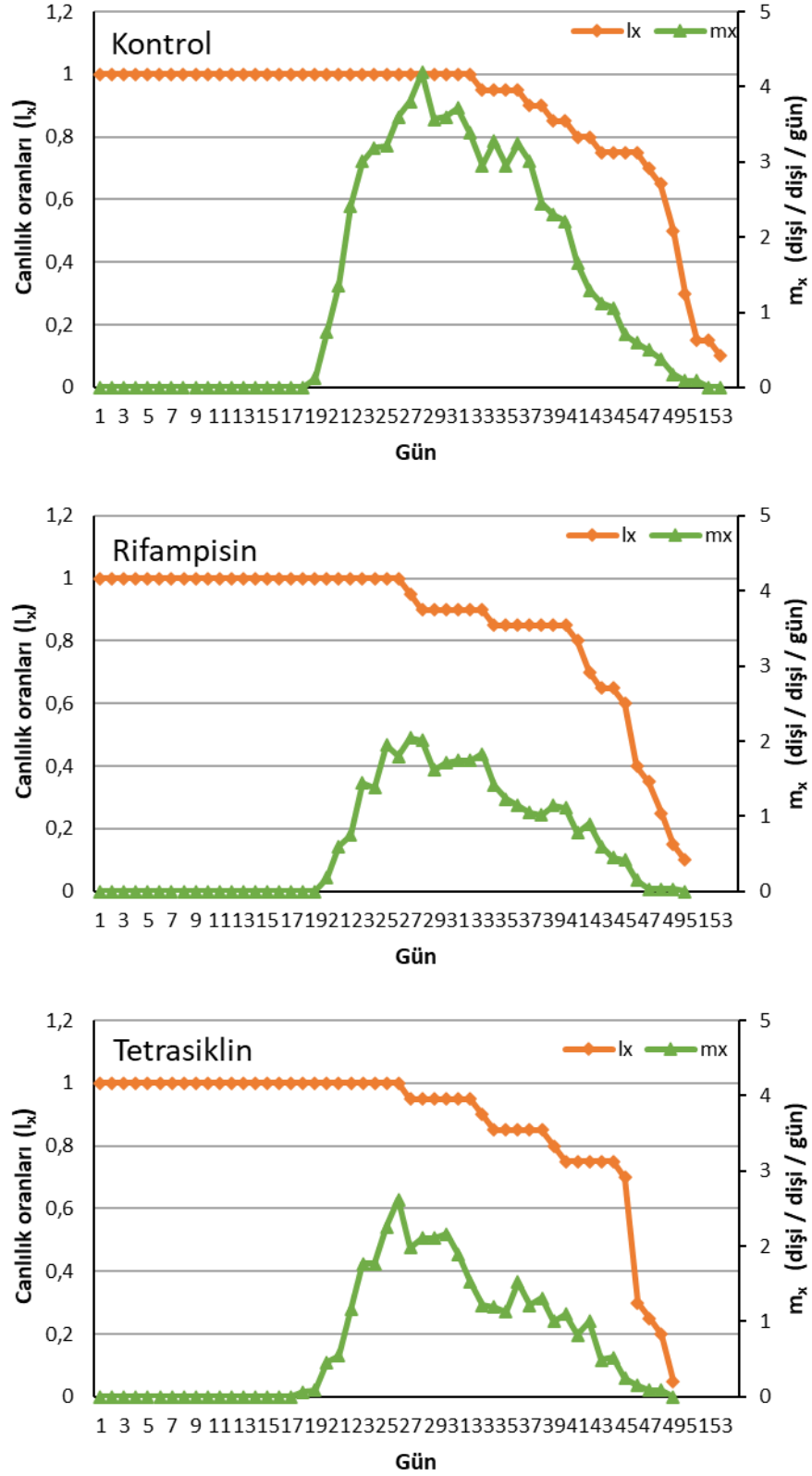
Çizelge 4.18. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* Q biyotipi (F_0) bireylerine ait yaşam çizelgesi parametreleri

Diyetler	r_m	R_o	T_o	λ	DT
Kontrol	0.146±0.001a	66.15±3.26a	28.67±0.24ab	1.157±0.002a	4.74±0.061b
Rifampisin	0.115±0.001b	28.77±1.70b	29.08±0.31a	1.122±0.001b	6.01±0.077a
Tetrasiklin	0.122±0.003b	32.45±2.09b	28.38±0.81b	1.130±0.004b	5.65±0.176a

r_m : Kalıtsal üreme yeteneği, R_o : Net üreme gücü, T_o : Ortalama döl Süresi, λ : Günlük üreme gücü sınırı ve DT: İkiye katlanma süresini göstermektedir.

*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasında istatistiki olarak fark yoktur.

Antibiyotik diyeti ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi (F_0) bireylerinin canlılık oranı (l_x) ve günlük dişi başına bırakılan dişi yumurta sayıları (m_x) Şekil 4.4’te verilmiştir. Kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde günlük dişi başına bırakılan en yüksek yumurta sayıları sırasıyla 4.18, 2.07 ve 2.6 olarak belirlenmiştir. Kontrolde 33. Günde düşmeye başlayan canlılık oranları, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde 26. günde, düşmeye başlamıştır.



Şekil 4.4. Kontrol ve antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* Q biyotipi F_0 bireylerinin canlılık oranı (I_x) ve günlük dişi başına bırakılan dişi yumurta sayıları (m_x).

Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri ile beslenmiş *B. tabaci* Q biyotipi F_1 bireylerinin Kalıtsal üreme yeteneği (r_m), Net üreme gücü (R_o), Ortalama döl süresi (T_o), Günlük üreme gücü sınırı (λ) ve ikiye katlanma süresi (DT) gibi yaşam çizelgesi parametreleri Çizelge 4.19'da verilmiştir. Kalıtsal üreme yeteneği (r_m) 0.142 ile en yüksek kontrol uygulamasında saptanmış, bunu 0.103 ve 0.09 ile Tetrasiklin ve Rifampisin diyetleri izlemiştir. Net üreme gücü (R_o) değerleri, r_m değerlerine benzer olmuş, en yüksek değer kontrolde (60.81) saptanırken, bunu Tetrasiklin (27.38) ve Rifampisin (22.70) diyetleri izlemiştir. Net üreme gücü ve günlük üreme gücü sınırı değerleri sırasıyla 22.706 dişi/dişi/ömür, 1.09 ve 27.38, 1.10 olarak belirlenirken kontrolde bu değerler 60.81 ve 1.15 olarak bulunmuştur. Antibiyotik diyetleri T_o değerlerinin uzamasına neden olmuş, kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri için bu değerler sırasıyla 28.80, 31.97 ve 34.61 gün olarak saptanmış ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($F:74.12$, $df: 2$, $P<0.001$) (Çizelge 4.19).

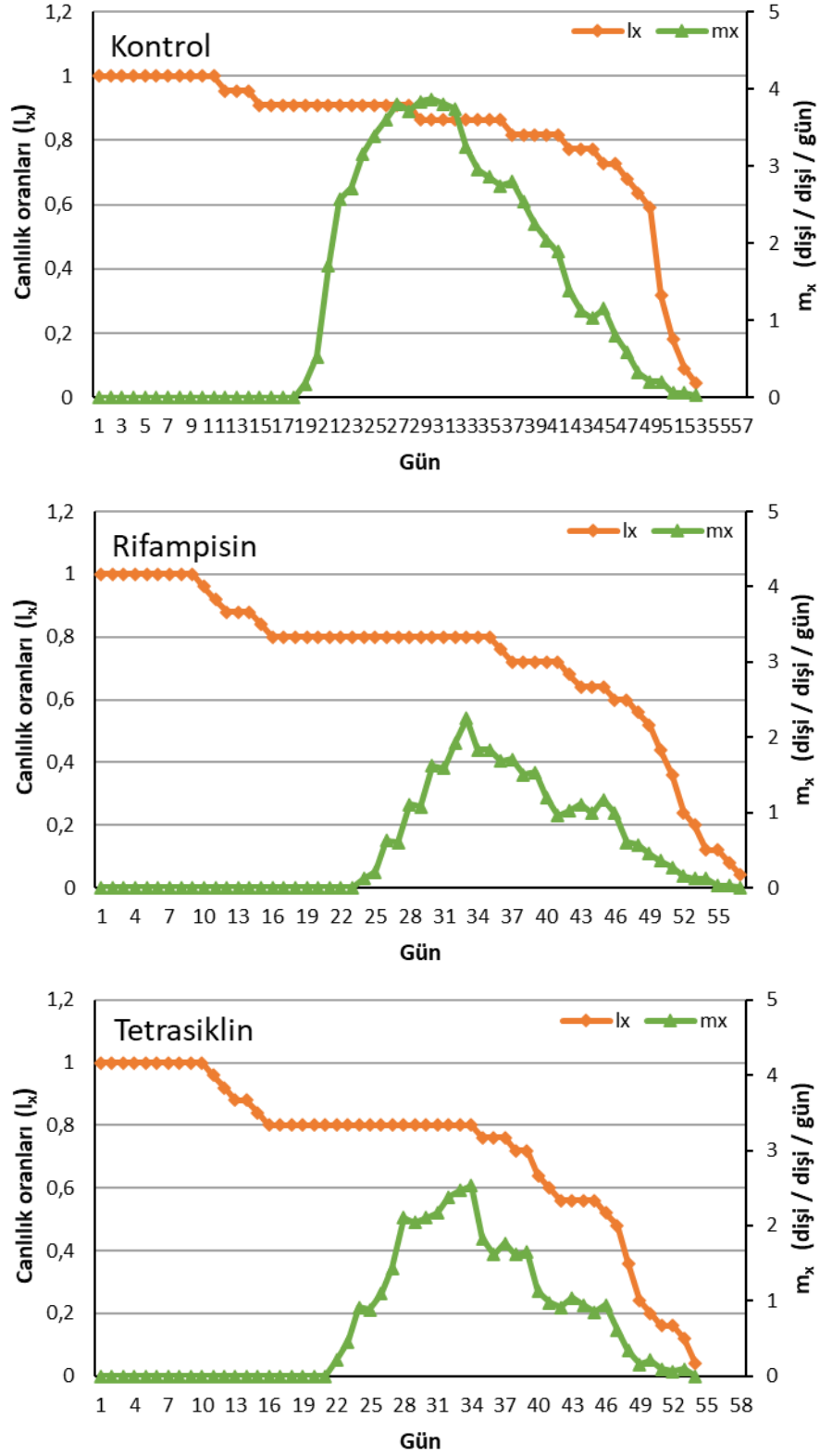
Çizelge 4.19. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* Q biyotip (F_1) bireylerine ait yaşam çizelgesi parametreleri

Diyetler	r_m	R_o	T_o	λ	DT
Kontrol	0.142±0.002a	60.81±3.38a	28.80±0.21c	1.153±0.002a	4.86±0.08c
Rifampisin	0.090±0.001c	22.70±1.41b	34.61±0.42a	1.094±0.050b	7.68±0.14a
Tetrasiklin	0.103±0.002b	27.38±1.51b	31.97±0.48b	1.109±0.002b	6.69±0.16b

r_m : Kalıtsal üreme yeteneği, R_o : Net üreme gücü, T_o : Ortalama döl süresi, λ : Günlük üreme gücü sınırı ve DT: İkiye katlanma süresini göstermektedir.

*Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli değildir.

Antibiyotik diyeti ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi (F_1) bireylerinin canlılık oranı (l_x) ve günlük dişi başına bırakılan dişi yumurta sayıları (m_x) Şekil 4.5'te verilmiştir. B biyotip ile karşılaştırıldığında Rifampisin'in F_1 generasyonunda Q popülasyonuna olumsuz etkisi daha düşük olmuş ve belirlenen m_x değerleri Tetrasiklin değerlerine yakın bulunmuştur. Her iki antibiyotik diyetinde elde edilen m_x değerleri kontrolde elde edilen değerlerden daha düşük olmuştur. Günlük dişi başına bırakılan dişi yumurta sayıları (m_x) tepe noktasına ulaştığı günlerde, kontrolde 0.86 olan canlılık oranı, Rifampisin ve Tetrasiklin için 0.8 adet ile benzer olmuştur. Dişi bireylerin kontrolde 19. günde başlayan ovipozisyon süreleri, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde 24 ve 22. günlerde başlamıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Kontrol ve antibiyotik diyeti ile beslenen *Bemisia tabaci* Q biyotipi F_1 bireylerinin canlılık oranı (I_x) ve günlük dişi başına bırakılan dişi yumurta sayıları (m_x).

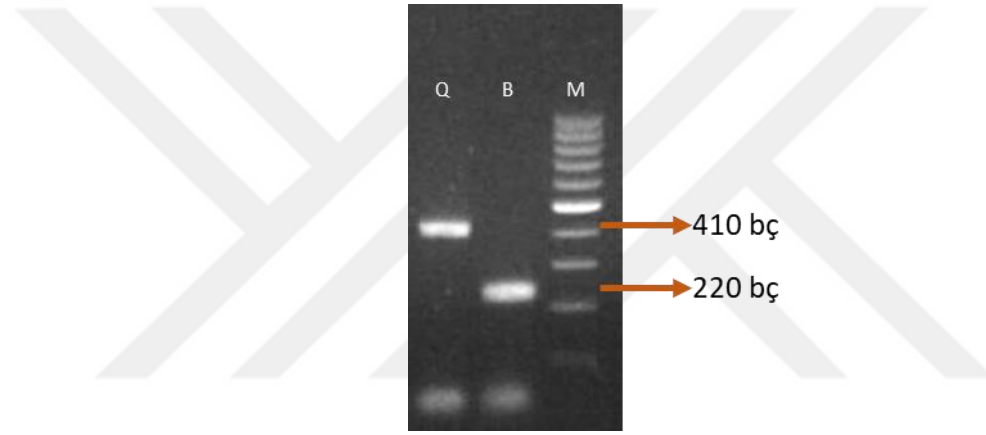
Bu çalışmada, Rifampisin ve Tetrasiklin antibiyotikleri ile beslenen *B. tabaci* B ve Q biyotipi dişi bireylerinin bıraktığı günlük ve toplam yumurta sayısı oldukça düşük bulunmuştur. Antibiyotik diyetlerinin F_1 generasyonundaki dişilerinin yumurta verimini F_0 generasyonundaki dişilere kıyasla daha çok etkilediği ve Rifampisin diyetinde F_1 dişilerinin günlük bıraktığı yumurta sayısının 1 adet altına düştüğü saptanmıştır. Antibiyotik diyetlerinde F_0 ve F_1 generasyonu *B. tabaci* Q biyotipi ergin dişilerinin bıraktıkları yumurta sayıları birbirine yakın bulunmuştur. Bu çalışma ile Rifampisin ve Tetrasiklin diyeti sonrası zararlıının yaşam çizelgesi parametreleri ilk defa ortaya çıkarılmıştır. Rifampisin diyetinin *B. tabaci* B ve Q biyotipi F_1 bireylerinin tüm yaşam çizelgesi parametrelerini (B biyotipi F_0 ortalama döl süresi dışında) etkilediği belirlenmiş ve bu değerlerde kontrolden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur.

Bu çalışmanın sonuçlara benzer olarak Costa ve ark. (1993) bitkiye antibiyotik (oksitetrasiklin, hidroklorür) diyetinin *B. tabaci* B biyotipi yumurta verimini olumsuz etkilediği ve kontrolde 5 adet/gün olan yumurta sayısını 2.5 adet/güne düşürdüğünü belirlemişlerdir. Su ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada, Rifampisin ile beslenmiş dişi bireylerin 7 gün süresince bıraktığı ortalama yumurta sayılarının kontrolden oldukça düşük olduğunu saptamışlardır. Bu sayıları Rifampisin’de 45 adet, kontrolde ise yaklaşık 60 adet olarak belirlemişlerdir. Raina ve ark. (2015) kontrolde ortalama 51 adet olan *B. tabaci* (Asia II-1) toplam ortalama sayısını Tetrasiklin diyetinde 120 adete çıktığını saptamışlardır. Shan ve ark. (2016) yaptıkları çalışmada Rifampisin ile beslenmiş *B. tabaci* ergin dişi bireylerinin 5 günlük yumurta verimini belirlemişlerdir. Rifampisin ve kontrolde F_0 ve F_1 jenerasyonlarının bıraktığı yumurta sayıları sırasıyla 60, 17 ve 63, 85 adet olarak bildirmişlerdir. Shan ve ark. (2019) *B. tabaci* B biyotipi (F_1) dişi bireylerinin 5 günlük ortalama yumurta sayısının antibiyotik (Ampisilin, Gentamisin ve Kefotaksim karışımı) ile beslenmiş dişilerde 45 adet, kontrolde ise 62 adet olduğunu bildirmişlerdir. Tan ve ark. (2023) Farklı beyezsinek türü (*Aleurocanthus camelliae*) ile yaptıkları çalışmada, dişi başına bırakılan yumurta sayılarını Rifampisin’de 31.3, kontrolde ise 21.8 adet olarak saptamışlardır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlardan farklı olarak, Costa ve ark. (1997), Rifampisin diyeti ile beslenmiş bireylerin, dişi başına 48 saat içinde bıraktıkları yumurta sayısının 21, kontrolde ise 20 adet olduğunu bildirmişlerdir. Zhong ve Li (2013) Tetrasiklin diyetinin B biyotipi yumurta sayısını etkilese de kontrol ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır. Zhang ve ark. (2015) Rifampisin diyetinin *B. tabaci* (Q) bireylerinin biyolojik parametrelerine etkilediklerini belirledikleri çalışmalarında, 2 günlük dişi başına düşen yumurta sayısını kontrol ve Rifampisin diyetinde sırasıyla 15 ve 12 olarak saptamışlardır. Kaur ve ark. (2022) *B. tabaci* (Asia II-1) üzerinde Rifampisin ve Tetrasiklin uygulamaları sonrası 2 günlük bırakılan yumurta sayılarının farklılık göstermediğini, en yüksek yumurta sayısının kontrolde 25.5 adet/dişi, en düşük ise Tetrasiklin’de 22.0 adet/dişi olarak belirlediklerini bildirmişlerdir.

4.2. Moleküler Çalışmalar

4.2.1. *Bemisia tabaci* Biyotiplerinin Moleküler Tanı Yöntemi Kullanılarak Belirlenmesi

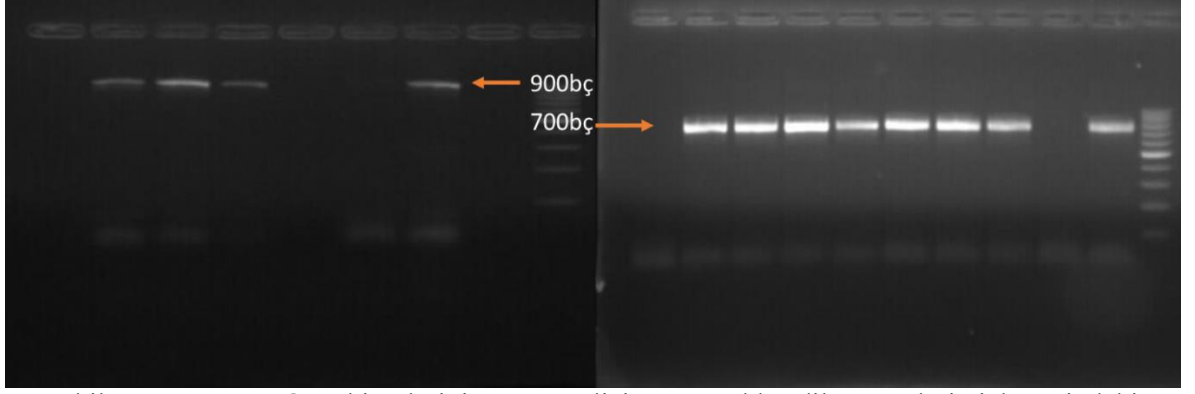
Bem 23 primer çifti kullanılarak yapılan PZR analizi sonucunda 410 ve 220 baz çifti ağırlıklarında 2 belirgin bant elde edilmiştir (Şekil 4.6). Baz dizilimi belirlenmiş kontrol örnekleri ile karşılaştırıldığında, 220 bç büyüklüğündeki bandın *B. tabaci* B biyotipine, 410 bç büyüklüğündeki bandın ise *B. tabaci* Q biyotipine ait olduğu saptanmıştır. Karaca ve Karut (2022), Bem 23 primerinin Türkiye’de bulunan *B. tabaci* türlerinin ayırımında yeterli ve güvenilir bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Bel-Kadhi ve ark. (2008) Bem23 primer çiftini kullanarak *B. tabaci*’nin B ve Q biyotiplerini ayırmış, McKenzie ve ark. (2009) Florida’da bulunan *B. tabaci* türlerinin ayırımında Bem23 primerlerini kullanarak başarılı sonuçlar elde ettiklerini bildirmişlerdir.



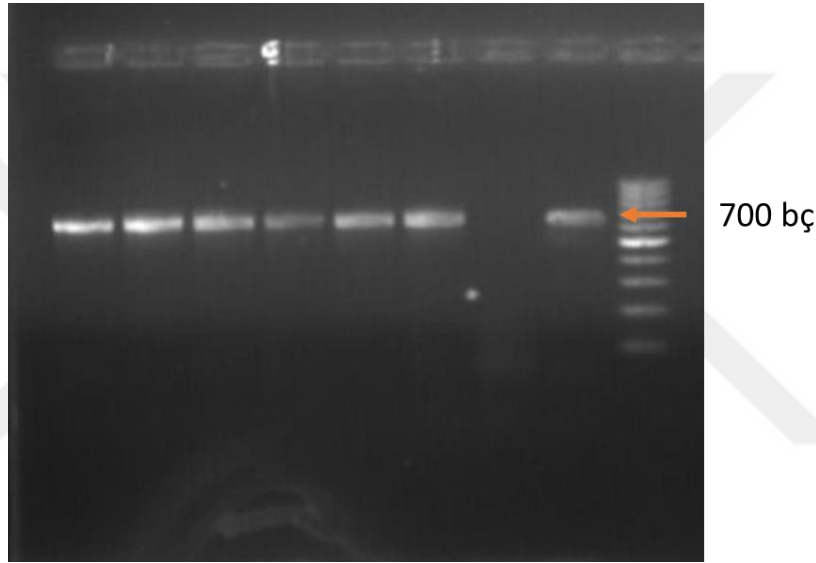
Şekil 4.6. PZR sonucu elde edilen ürünlerin jel üzerindeki görüntüsü. Şekilde 410 bç ağırlığındaki bant *Bemisia tabaci* Q biyotipini gösterirken, 220 bç ağırlığındaki bant ise B biyotipini göstermektedir.

4.2.2. *Bemisia tabaci*’nin Endosimbiont Yapısının Moleküler Tanılama Yöntemi Kullanılarak Belirlenmesi

Üretimi yapılan *B. tabaci* B, Q ve *E. lutea* popülasyonlarının endosimbiont yapısı moleküler yöntemler kullanılarak belirlenmiştir. *Bemisia tabaci* endosimbiont yapısının belirlenmesi için her endosimbiont türüne spesifik primerler kullanılarak yapılan PZR analizleri sonucunda, *Arsenophonus* için 600 baz çifti (bç), *Hamiltonella* ve *Wolbachia* için 700 bç, ve *Rickettsia* için 900 bç ağırlığında bant elde edilenler pozitif olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.7 ve 4.8). Birincil endosimbiont *Portiera* için spesifik primer kullanılarak yapılan PZR sunucunda 900 bç büyüklüğünde bant elde edilen örnekler pozitif olarak kabul edilmiştir .



Şekil 4.7. *Bemisia tabaci* bireylerinin PZR analizi sonucu elde edilen ürünlerin jel üzerindeki görüntüsü. Şekilde 900 bç ağırlığındaki bant *Rickettsia*'yı gösterirken, 700 bç ağırlığındaki bant ise *Hamiltonella*'yı göstermektedir.

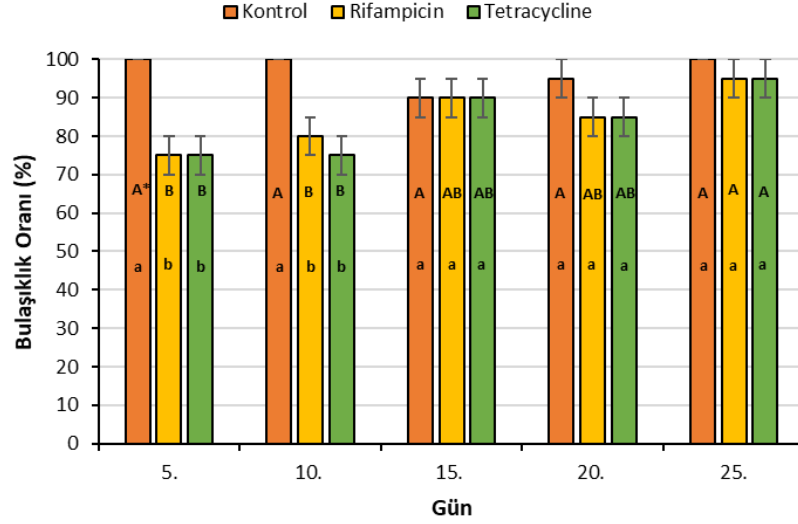


Şekil 4.8. *Bemisia tabaci* bireylerinin PZR analizi sonucu elde edilen ürünlerin jel üzerindeki görüntüsü. Şekilde 700 bç ağırlığındaki bant *Wolbachia* 'yı göstermektedir.

4.2.3. Antibiyotik Diyeti ile Beslenen *Bemisia tabaci* Ergin Dişi Bireylerinin F_0 , F_1 Generasyonlarında Endosimbiont Bulaşıklık Durumu ve Oranları

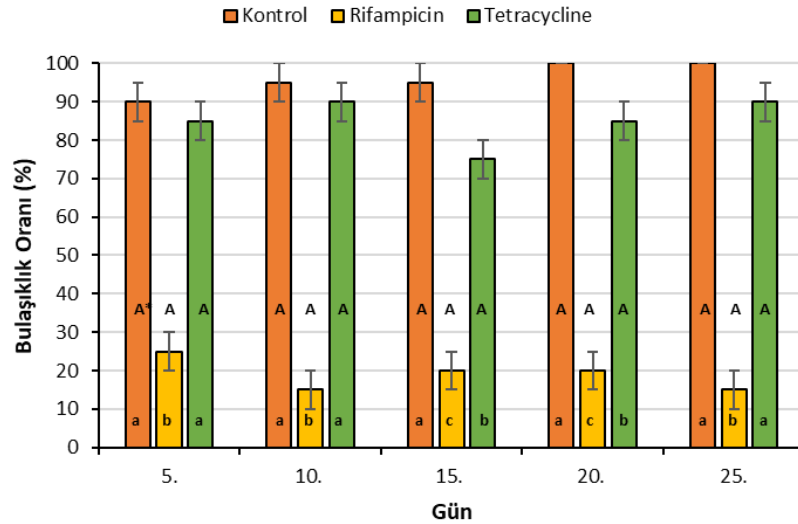
Antibiyotik Diyeti ile Beslenen Bemisia tabaci B biyotipi Ergin dişi bireylerinin F_0 ve F_1 'de Endosimbiont Bulaşıklık Durumu ve Oranları

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* B biyotipi dişi bireylerinin F_0 'da ergin ömrü boyunca 5, 10, 15, 20 ve 25. günlerde saptanan *Portiera* bulaşıklık oranları Şekil 4.9'de verilmiştir. *Portiera* bulaşıklık oranları için uygulama ve günler arasında etkileşim belirlenmemiş ve istatistiksel analizler bu faktörler için ayrı ayrı yapılmıştır (Çizelge ek 1). On beş ve yirminci günler dışında kontrol uygulamasında *Portiera* bulaşıklık oranı %100 olmuştur. Kontrol ile karşılaştırıldığında Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri *Portiera* bulaşıklık oranının düşmesine neden olmuş ve değerlendirme yapılan günlerin hiçbirinde %100 olmamıştır. Beş ve 10. günler dışında, kontrol ve antibiyotik uygulanan bireylerdeki *Portiera* bulaşıklık oranları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($F:1.71$, $df:4$, $P:0.199$).



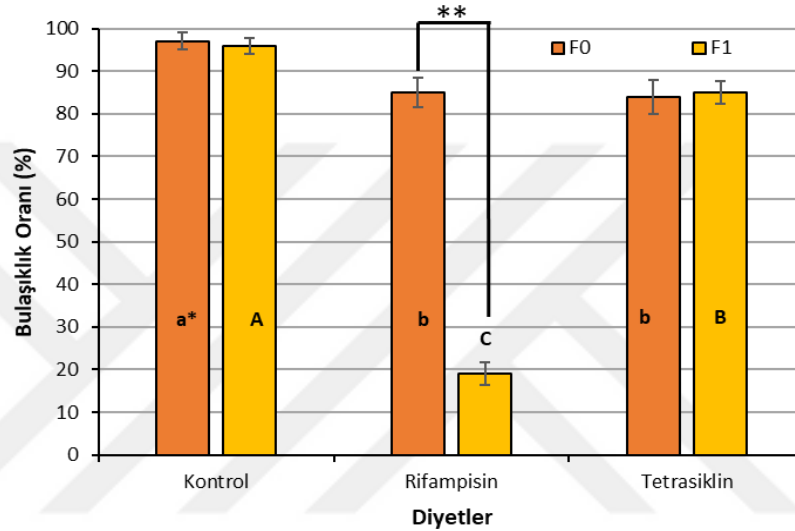
Şekil 4.9. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (B biyotipi) dişi bireylerinin F_0 generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde saptanan *Portiera* bulaşıklık oranları. * Diyetler ve günler için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.001$).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* B biyotipi dişi bireylerinin F_1 generasyonunda ergin ömrü boyunca 5, 10, 15, 20 ve 25. günlerde saptanan *Portiera* bulaşıklık oranları Şekil 4.10'da verilmiştir. *Portiera* bulaşıklık oranları için uygulama ve günler arasında etkileşim belirlenmemiştir (Çizelge ek 2). Kontrol ile karşılaştırıldığında Rifampisin diyeti sonrası *Portiera* bulaşıklık oranlarında büyük bir düşüş gözlenmiş ve 5. gün hariç tüm günlerde %25'nin altında kalmıştır. Tetrasiklin diyeti sonrasında da *Portiera* bulaşıklık oranlarında Rifampisin kadar olmasa da bir azalma gözlenmiş ve değerler %75 ile %90 arasında değişmiştir.



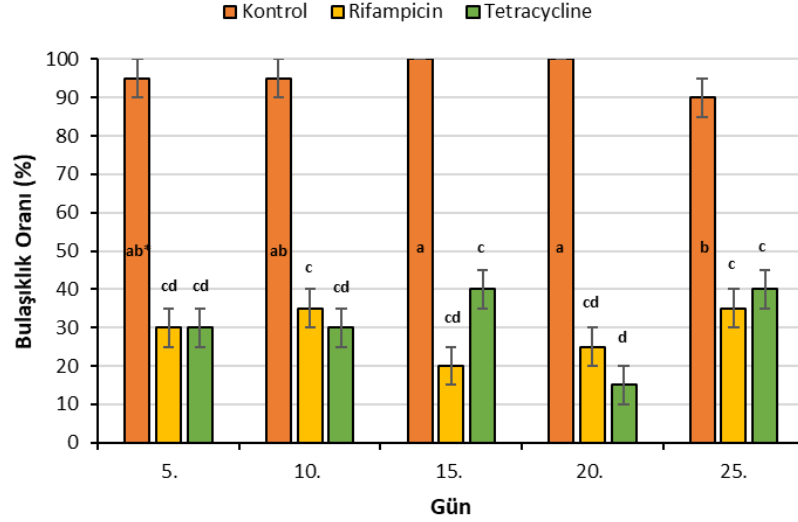
Şekil 4.10. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (B biyotipi) dişi bireylerinin F_1 generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde saptanan *Portiera* bulaşıklık oranları. * Diyetler ve günler için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.001$).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* B biyotipi dişi bireylerinin F_0 ve F_1 generasyonlarının e ergin bireylerde belirlenen toplam *Portiera* bulaşıklık oranları Şekil 4.11’de verilmiştir. Kontrolde, antibiyotik ile beslenen bireylerden daha yüksek olan *Portiera* bulaşıklık oranları F_0 ve F_1 generasyonlarında sırasıyla %97 ve %96 olarak belirlenmiştir. Rifampisin diyetinde F_0 ’da % 85 olarak belirlenen *Portiera* bulaşıklık oranı F_1 ’de büyük bir düşüş ile % 19 bulunmuş ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kontrol ile karşılaştırıldığında Tetrasiklin diyeti sonrasında bir miktar düşen bulaşıklık oranı %84 ve %85 ile F_0 ve F_1 ’de birbirine oldukça yakın bulunmuştur.



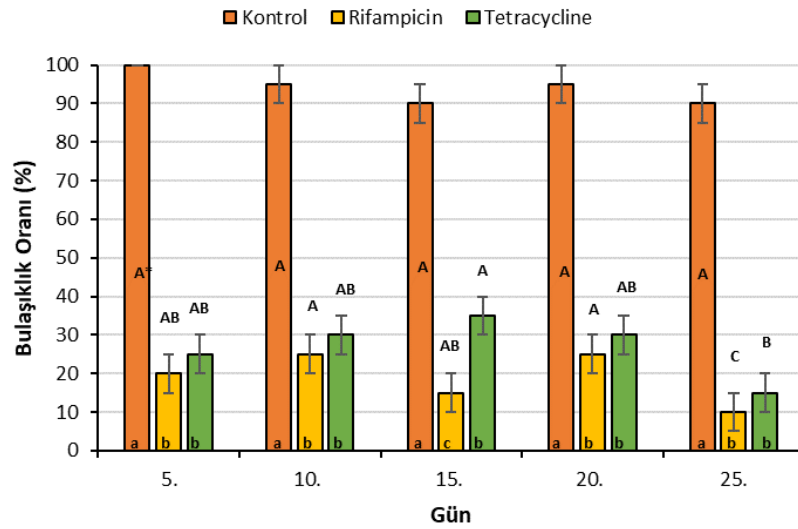
Şekil 4.11. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (B biyotipi) dişi bireylerinin F_0 ve F_1 ’de belirlenen *Portiera* toplam bulaşıklık oranları. * F_0 ve F_1 ergin bireyleri için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.001$). **Bağımsız değişkenler t-testine göre ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* B biyotipi dişi bireylerinin F_0 generasyonunda ergin ömrü boyunca 5, 10, 15, 20 ve 25. günlerde saptanan *Hamiltonella* bulaşıklık oranları Şekil 4.12’de verilmiştir. F_0 generasyonunda uygulama ve günler arasındaki etkileşim önemli bulunmuştur (Çizelge ek 1). Denemede kullanılan her iki antibiyotik *Hamiltonella* endosimbiontunu etkilemiş ve bulaşıklık oranının tüm günlerde düşmesine neden olmuştur. Kontrolde en düşük bulaşıklık oranı %90 ile 25. günde saptanırken, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde bu oran %15 ve %20 ile sırasıyla 20. ve 15. günlerde belirlenmiştir. Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen bireylerde bulaşıklık oranı ömür boyunca %40’ın üzerine çıkmamıştır. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde en yüksek bulaşıklık oranları, kontrolde %100 ile 5. günde en düşük ise Tetrasiklin diyetinde 20. günde belirlenmiştir ($F:38.95$, $df:14$, $P < 0.001$).



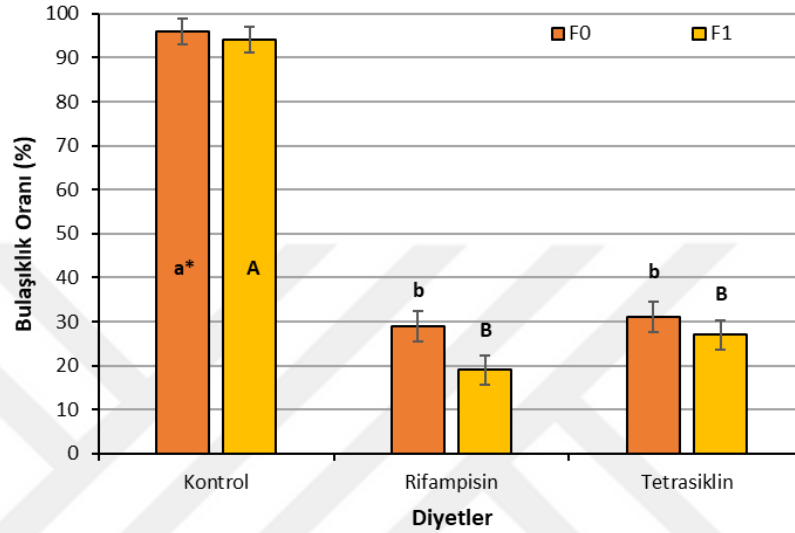
Şekil 4.12. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (B biyotipi) dişi bireylerinin F_0 generasyonunda ömrü boyunca farklı günlerde saptanan *Hamiltonella* bulaşıklık oranları. * Farklı harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.001$).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* B biyotipi dişi bireylerinin F_1 'de ergin ömrü boyunca 5, 10, 15, 20 ve 25. günlerde saptanan *Hamiltonella* bulaşıklık oranları Şekil 4.13'te verilmiştir. F_0 generasyonunun aksine F_1 'de *Hamiltonella* bulaşıklık oranları için uygulama ve günler arasında etkileşim belirlenmemiştir (Çizelge ek 2). F_1 'de antibiyotik diyetleri *Hamiltonella* bulaşıklık durumunu etkilemiş, bu uygulamalarda bulaşıklık oranı %35'in üzerine çıkmamıştır. Kontrolde ise bu değerler %90 ile 100 arasında değişmiştir. Analiz yapılan tüm günlerde Rifampisin diyetinde bulaşıklık oranları Tetrasiklin diyetinden düşük bulunsa da 15. gün dışında istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır ($F:2.08$, $df:4$, $P:0.133$).



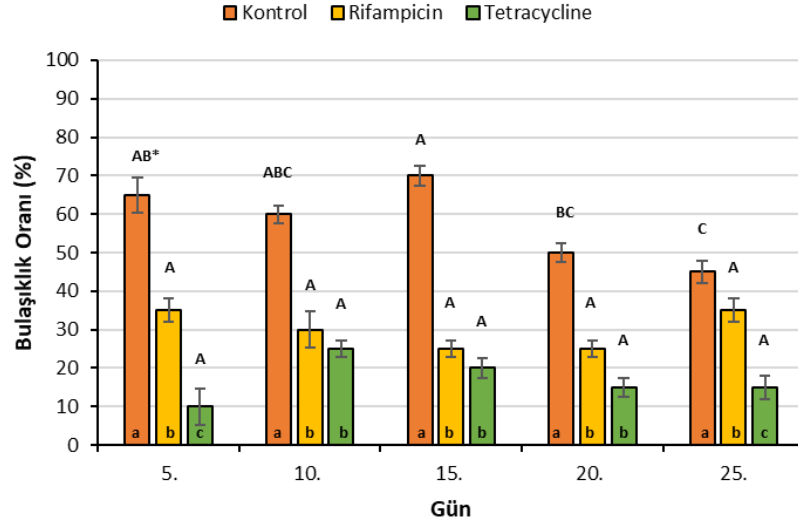
Şekil 4.13. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (B biyotipi) dişi bireylerinin F_1 generasyonunda ömrü boyunca farklı günlerde saptanan *Hamiltonella* bulaşıklık oranları. * Diyetler ve günler için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.001$).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* B biyotipi dişi bireylerinin F_0 generasyonunda ergin bireylerde belirlenen toplam *Hamiltonella* bulaşıklık oranları Şekil 4.14'te verilmiştir. Kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerindeki bulaşıklık oranları F_0 'da sırasıyla %96 %29 ve %31, F_1 'de aynı sırayla %94, %19 ve %27 olarak belirlenmiştir. Rifampisin diyetinde F_1 'de belirlenen *Hamiltonella* bulaşıklık oranı F_0 'dan daha düşük bulunsa da aralarında istatistiksel olarak fark bulunamamıştır.



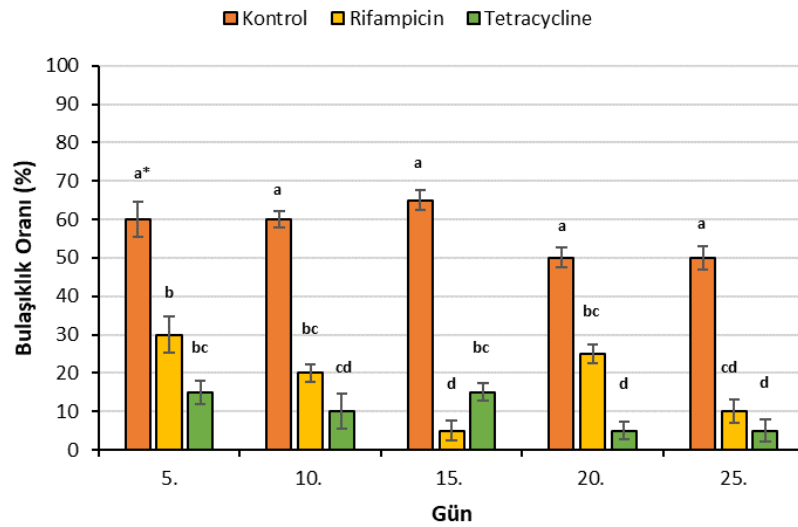
Şekil 4.14. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (B biyotipi) dişi bireylerinin F_0 ve F_1 'de belirlenen *Hamiltonella* toplam bulaşıklık oranları. * F_0 ve F_1 ergin bireyleri için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.001$).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* B biyotipi dişi bireylerinin F_0 'da ergin ömrü boyunca 5, 10, 15, 20, ve 25. günlerde saptanan *Rickettsia* bulaşıklık oranları Şekil 4.15'de verilmiştir. *Rickettsia* bulaşıklık oranları için, uygulama ve günler arasında etkileşim belirlenmemiştir (Çizelge ek 1). Kontrolde bulaşıklık oranları %45 ile %70 arasında değişirken, bu oran antibiyotik Diyetlerinde %10 ile %35 arasında olmuştur. Analiz yapılan tüm günlerde Tetrasiklin diyeti sonrası bulaşıklık oranları Rifampisin diyetinden düşük bulunurken aralarındaki fark sadece 5. ve 25. günlerde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($F:50.75$, $df:2$, $P < 0.001$).



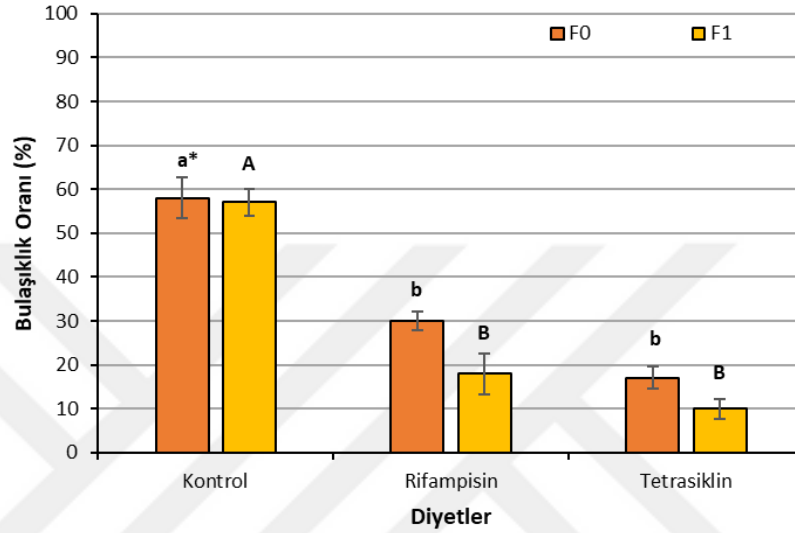
Şekil 4.15. Kontrol ve Antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (B biyotipi) dişi bireylerinin F_0 generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde saptanan *Rickettsia* bulaşıklık oranları. * Diyetler ve günler için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.001$).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* B biyotipi dişi bireylerinin F_1 generasyonunda ergin ömrü boyunca 5, 10, 15, 20 ve 25. günlerde saptanan *Rickettsia* bulaşıklık oranları Şekil 4.16'da verilmiştir. F_0 generasyonunda uygulama ve günler arasındaki etkileşim önemli bulunmuştur (Çizelge ek 2). Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde *Rickettsia* bulaşıklık oranları bir miktar azalsa da F_0 'a benzer olmuş, 15. gün dışında tüm günlerde Tetrasiklin'de oranlar Rifampisin'den daha düşük bulunmuştur. Kontrolde bulaşıklık oranları %50 ile %65 arasında değişirken, antibiyotik diyetlerinde bu oran en yüksek %30 olarak saptanmıştır ($F:16.69$, $df:14$, $P < 0.001$).



Şekil 4.16. Antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (B biyotipi) dişi bireylerinin F_1 'de ergin ömrü boyunca farklı günlerde saptanan *Rickettsia* bulaşıklık oranları. * Farklı harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.001$).

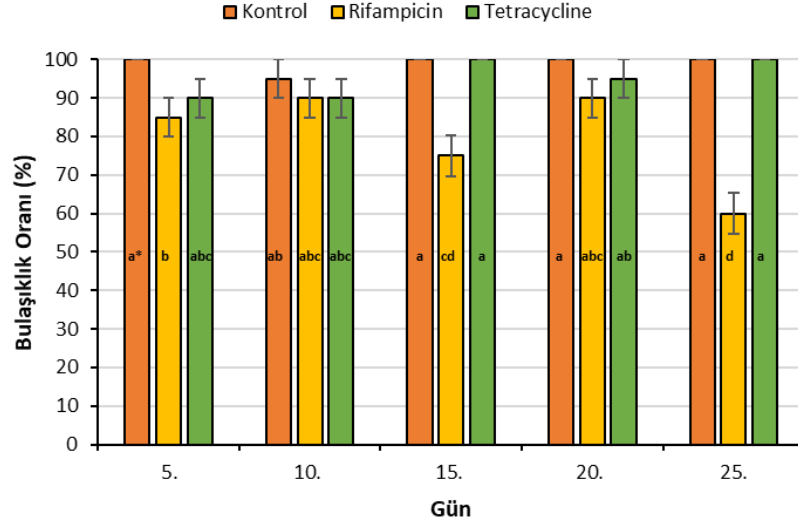
Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* B biyotipi dişi bireylerinin F_0 ve F_1 generasyonlarında ergin bireylerde belirlenen *Rickettsia* toplam bulaşıklık oranları Şekil 4.17’de verilmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında antibiyotik diyetleri F_0 ve F_1 ’de *Rickettsia* bulaşıklık oranlarının azalmasına neden olmuştur. Rifampisin ile karşılaştırıldığında, Tetrasiklin daha etkili olmuş ve *Rickettsia* bulaşıklık oranları F_0 ’da %18, F_1 ’de %10 olarak bulunmuştur. Ancak yapılan istatistiksel analizlerde ne F_0 ne de F_1 ’de iki uygulama arasındaki fark önemli çıkmamıştır.



Şekil 4.17. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (B biyotipi) dişi bireylerinin F_0 ve F_1 generasyonunda belirlenen *Rickettsia* toplam bulaşıklık oranları. * F_0 ve F_1 ergin bireyleri için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.001$).

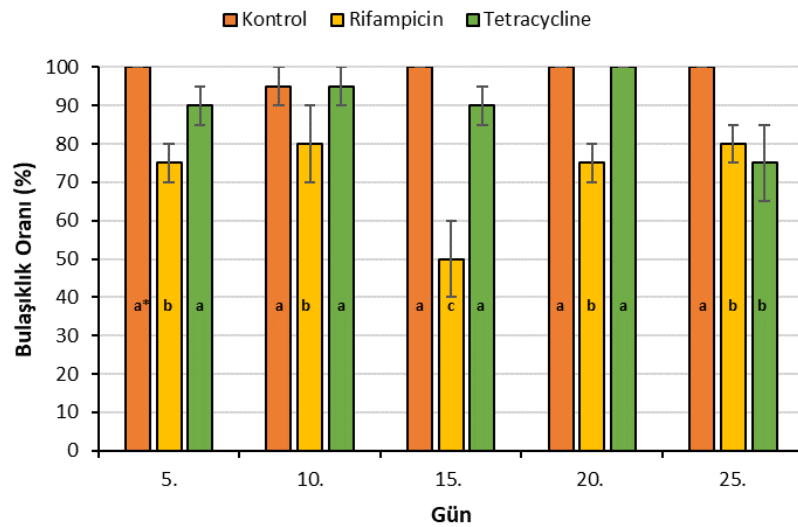
Antibiyotik Diyeti ile Beslenen Bemisia tabaci Q biyotipi Ergin Dişi Bireylerinin F_0 , F_1 Generasyonunda Endosimbiyont Bulaşıklık Durumu ve Oranları

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi dişi bireylerinin F_0 generasyonunda ergin ömrü boyunca 5, 10, 15, 20 ve 25. günlerde saptanan *Portiera* bulaşıklık oranları Şekil 4.18’de verilmiştir. F_0 generasyonunda uygulama ve günler arasındaki etkileşim önemli bulunmuştur (Çizelge ek 3). Kontrolde *Portiera* bulaşıklık oranları 10. gün dışında tüm günlerde %100 olarak belirlenmiştir. En düşük *Portiera* bulaşıklık oranı 25. günde görülmüş bunu 15. gün takip etmiştir. Tetrasiklin diyeti sonrası bulaşıklık oranları %90 ile %100 arasında değişmiştir ($F:4.65$, $df:14$, $P < 0.001$).



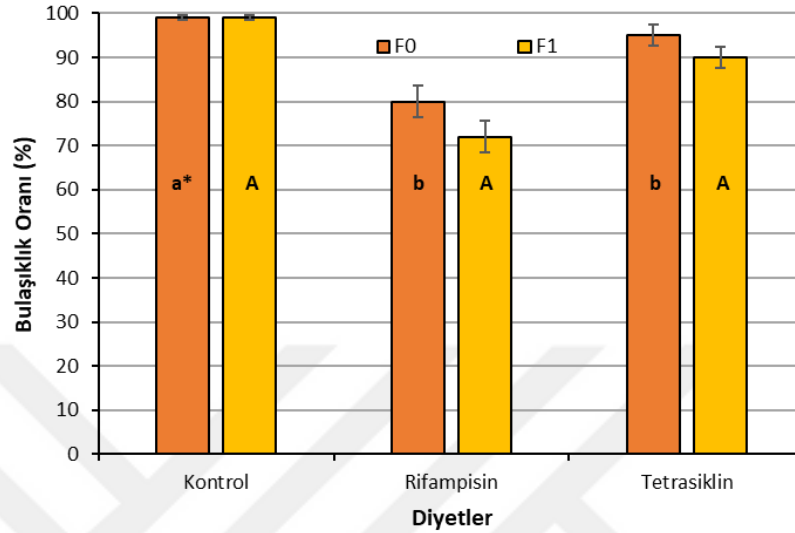
Şekil 4.18. Antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (Q biyotipi) dişi bireylerinin F_0 generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde saptanan *Portiera* bulaşıklık oranları. * Farklı harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.001$).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi dişi bireylerinin F_1 'de ergin ömrü boyunca 5, 10, 15, 20 ve 25. günlerde saptanan *Portiera* bulaşıklık oranları Şekil 4.19'da verilmiştir. F_1 generasyonunda uygulama ve günler arasındaki etkileşim önemli bulunmuştur (Çizelge ek 4). Kontrolde F_0 'a benzer şekilde sadece 10. günde %95 olan *Portiera* bulaşıklık oranı diğer günlerde %100 olarak bulunmuştur. Rifampisin diyeti sonucu *Portiera* bulaşık oranları düşmüş ve en düşük oran oran %50 ile 15. günde saptanmıştır. Rifampisin kadar olmasada, Tetrasiklin diyeti *Portiera*'da bir miktar azalmaya neden olmuş, 25. günde oran %75 olarak saptanmıştır. Tüm günlerde Rifampisin diyetinde elde edilen değerler kontrolden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($F:13.39$, $df:14$, $P<0.001$).



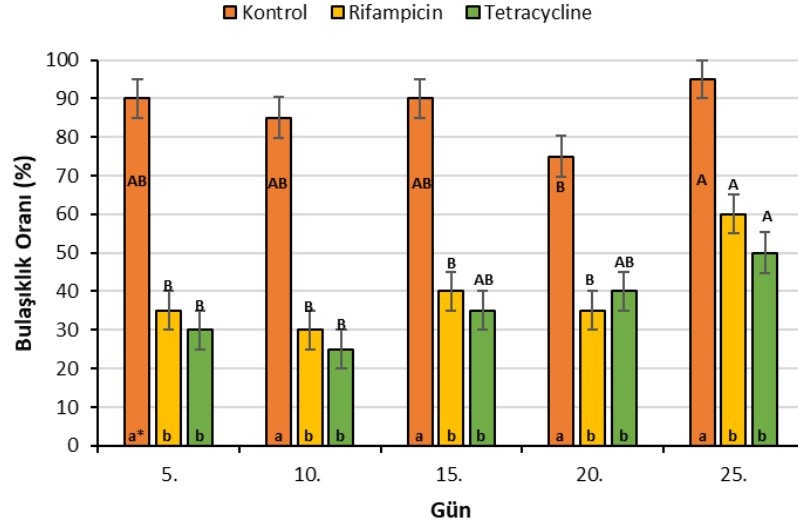
Şekil 4.19. Antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (Q biyotipi) dişi bireylerinin F_1 generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde saptanan *Portiera* bulaşıklık oranları. * Farklı harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.001$).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi dişi bireylerinin ergin bireylerinde belirlenen toplam *Portiera* bulaşıklık oranları Şekil 4.20’de verilmiştir. Kontrolde *Portiera* bulaşıklık oranları F_0 ve F_1 ’de %99 olarak belirlenmiştir. F_0 generasyonunda Rifampisin ve Tetrasiklin diyetinde bulaşıklık oranları sırasıyla %80 ve %95 olarak bulunmuştur.



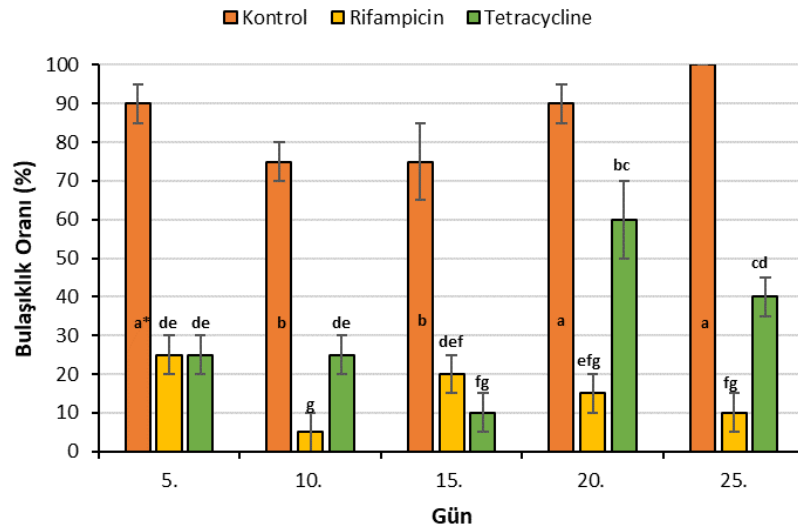
Şekil 4.20. Antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (Q biyotipi) dişi bireylerinin F_0 ve F_1 generasyonunda belirlenen toplam *Portiera* bulaşıklık oranları.* F_0 ve F_1 ergin bireyleri için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.001$).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi dişi bireylerinin F_0 generasyonunda ergin ömrü boyunca 5, 10, 15, 20 ve 25. günlerde saptanan bulaşıklık oranları Şekil 4.21’de verilmiştir. *Arsenophonus* bulaşıklık oranları için uygulama ve günler arasında etkileşim belirlenmemiştir (Çizelge ek 3). Rifampisin uygulamasında 5, 10, 15, 20 ve 25. günlerde *Arsenophonus* bulaşık oranları sırasıyla %35, 30, 40, 35 ve 60 olarak belirlenmiştir. Rifampisin ile karşılaştırıldığında Tetrasiklin daha etkili olmuş, *Arsenophonus* bulaşıklık oranı %40 ile sadece 20. günde Rifampisin diyetinden daha yüksek bulunmuştur. Kontrolde en yüksek bulaşıklık oranı 25. günde %95, en düşük ise 20. günde %75 olarak belirlenmiş ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($F:7.218$, $df:4$, $P:0.002$).



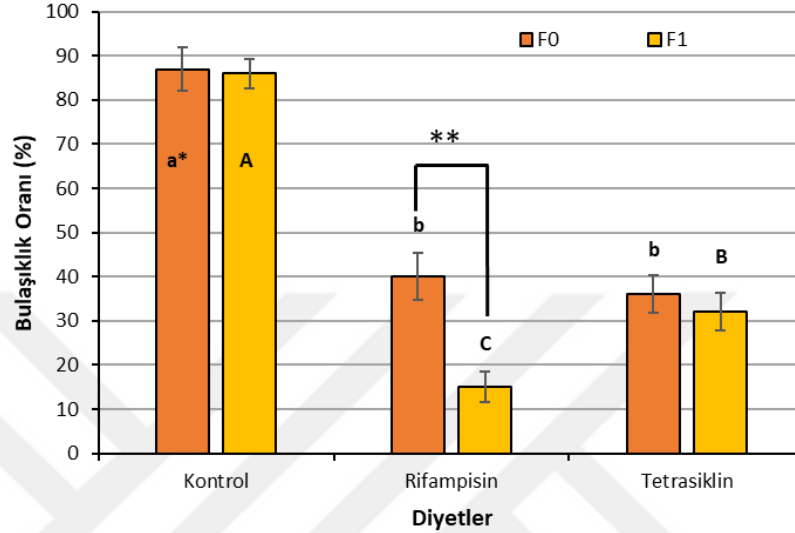
Şekil 4.21. Antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (Q biyotipi) dişi bireylerinin F_0 generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde saptanan *Arsenophonus* bulaşıklık oranları. * Diyetler ve günler için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.001$).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi dişi bireylerinin F_1 'de ergin ömrü boyunca 5, 10, 15, 20 ve 25. günlerde saptanan *Arsenophonus* bulaşıklık oranları Şekil 4.22'de verilmiştir. F_1 generasyonunda uygulama ve günler arasındaki etkileşim önemli bulunmuştur (Çizelge ek 4). Kontrol ile karşılaştırıldığında Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde bulaşıklık oranları daha düşük bulunmuştur. Diyetlerde en yüksek bulaşıklık oranı kontrolde %100 olarak 25. günde belirlenirken, en düşük oran Rifampisin diyetinde %5 olarak 10. günde saptanmıştır ($F:7.85$, $df:14$, $P<0.001$).



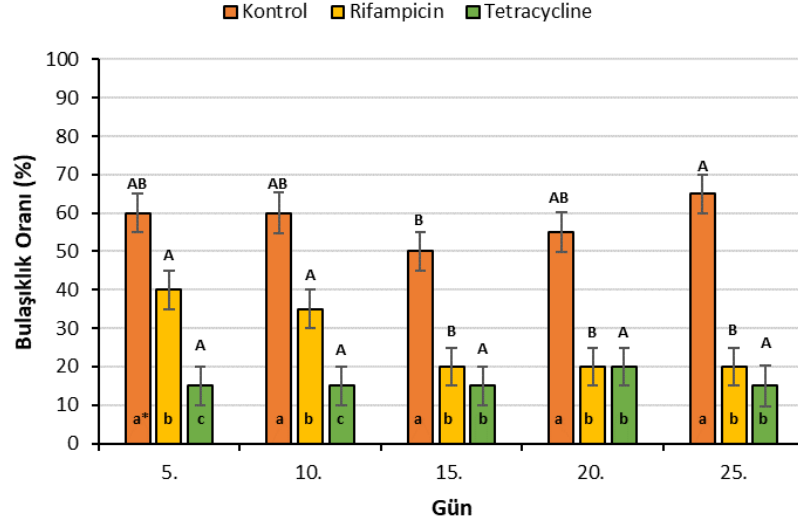
Şekil 4.22. Antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (Q biyotipi) dişi bireylerinin F_1 generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde saptanan *Arsenophonus* bulaşıklık oranları. * Farklı harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.001$).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi dişi bireylerinin ergin bireylerde belirlenen toplam *Arsenophonus* bulaşıklık oranları Şekil 4.23'te verilmiştir. Kontrolde F₀ ve F₁ generasyonunda sırasıyla %87 ve %86 olan bulaşıklık oranları, antibiyotik diyetlerinde %15 ile %40 arasında değişmiştir. Kontrol ve Tetrasiklin diyetinde F₀ ve F₁'de saptanan bulaşıklık oranları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmazken, Rifampisin diyetinde önemli olmuştur.



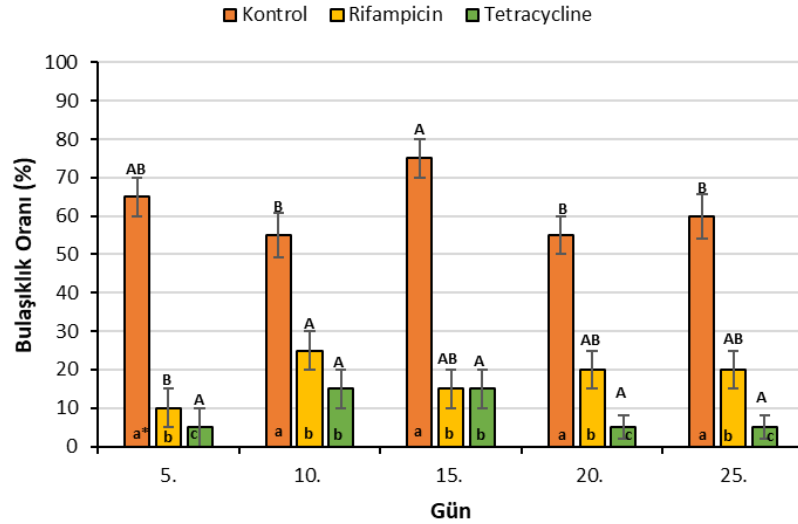
Şekil 4.23. Antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (Q biyotipi) dişi bireylerinin F₀ ve F₁ generasyonunda belirlenen toplam *Arsenophonus* bulaşıklık oranları. * F₀ ve F₁ ergin bireyleri için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir (P<0.001). **Bağımsız değişkenler t-testine göre ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi dişi bireylerinin F₀ generasyonunda ergin ömrü boyunca 5, 10, 15, 20 ve 25. günlerde saptanan *Wolbachia* bulaşıklık oranları Şekil 4.24'te verilmiştir. *Wolbachia* bulaşıklık oranları için uygulama ve günler arasında etkileşim belirlenmemiştir (Çizelge ek 3). Rifampisin diyetinde 5 ve 10. günlerde sırasıyla %40 ve %35 olan *Wolbachia* bulaşıklık oranları, 15, 20 ve 25. günlerde azalmış ve %20 olarak belirlenmiştir. Tetrasiklin diyetinde bulaşıklık oranları Rifampisinden daha düşük olmuş ve bu oran %15 ile %25 arasında değişmiştir. Kontrolde ise bulaşıklık oranları %50 ile %65 arasında değişmiştir (F:5.41, df:14, P<0.001).



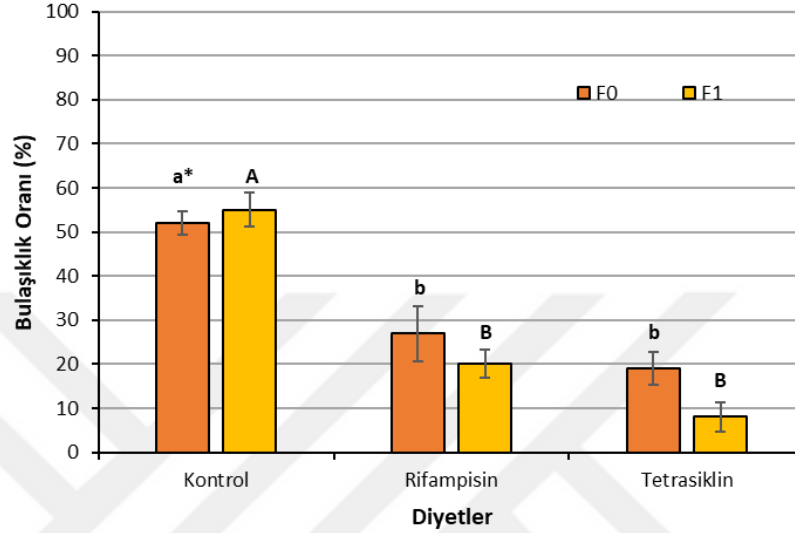
Şekil 4.24. Antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (Q biyotipi) dişi bireylerinin F_0 generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde belirlenen *Wolbachia* bulaşıklık oranları. * Diyetler ve günler için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.001$).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi dişi bireylerinin F_1 'da ergin ömrü boyunca 5, 10, 15, 20 ve 25. günlerde saptanan *Wolbachia* bulaşıklık oranları Şekil 4.25'te verilmiştir. *Wolbachia* bulaşıklık oranları için uygulama ve günler arasında etkileşim belirlenmemiştir (Çizelge ek 4). Kontrol ile karşılaştırıldığında, antibiyotik uygulamalarında bulaşıklık oranları daha düşük olmuş, kontrolde oranlar %55 ile %75 arasında değişirken, antibiyotik diyetlerinde bu oran %5 ile %25 arasında olmuştur.



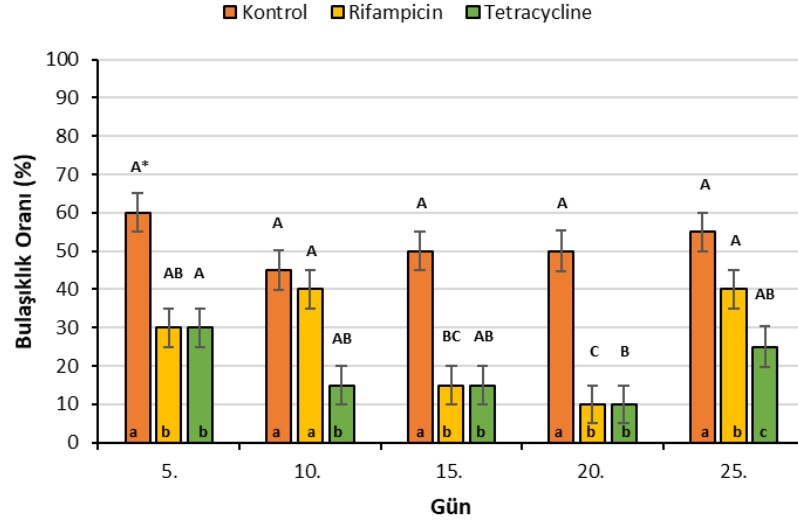
Şekil 4.25. Antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (Q biyotipi) dişi bireylerinin F_1 generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde saptanan *Wolbachia* bulaşıklık oranları.* Diyetler ve günler için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.001$).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi dişi bireylerinin ergin bireylerde belirlenen toplam *Wolbachia* bulaşıklık oranları Şekil 4.26'de verilmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında antibiyotik diyetleri *Wolbachia* bulaşıklık oranlarında azalmaya neden olmuştur. Kullanılan antibiyotiklerden Tetrasiklin daha etkili olmuş hem F₀, hem de F₁ generasyonlarında bulaşıklık oranları %16 ve %9 ile Rifampisinden daha düşük bulunmuştur.



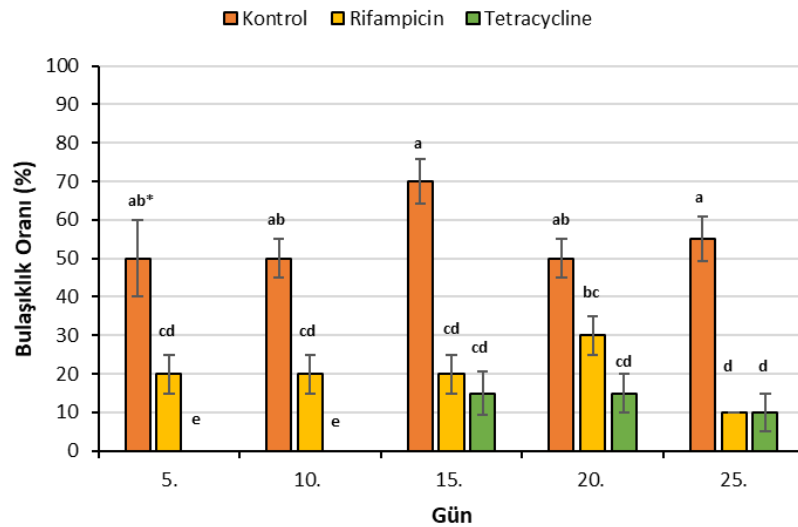
Şekil 4.26. Antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (Q biyotipi) dişi bireylerinin F₀ ve F₁ generasyonlarında belirlenen toplam *Wolbachia* bulaşıklık oranları.* F₀ ve F₁ ergin bireyleri için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir (P<0.001).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi dişi bireylerinin F₀ generasyonunda ergin ömrü boyunca 5, 10, 15, 20 ve 25. günlerde saptanan *Rickettsia* bulaşıklık oranları Şekil 4.27'de verilmiştir. *Rickettsia* bulaşıklık oranları için uygulama ve günler arasında etkileşim belirlenmemiş ve istatistiksel analizler bu faktörler için ayrı ayrı yapılmıştır (Çizelge ek 3). Kontrol ile karşılaştırıldığında Rifampisin diyetinde 10.günde belirlenen *Rickettsia* bulaşıklık oranı daha düşük olsa da istatistiksel olarak aynı grupta yer almışlardır. Diğer tüm günlerde kontrol antibiyotiklerden farklı grupta yer almıştır. Tetrasiklin diyetinde bulaşıklık oranları günlere bağlı olarak değişmiş, %30 ile 5. günde en yüksek, %10 ile 20. günde en düşük olmuştur. Analiz yapılan tüm günlerde kontrol ile Tetrasiklin diyetlerinde saptanan *Rickettsia* bulaşıklık oranları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (F:5.95, df:4, P<0.001).



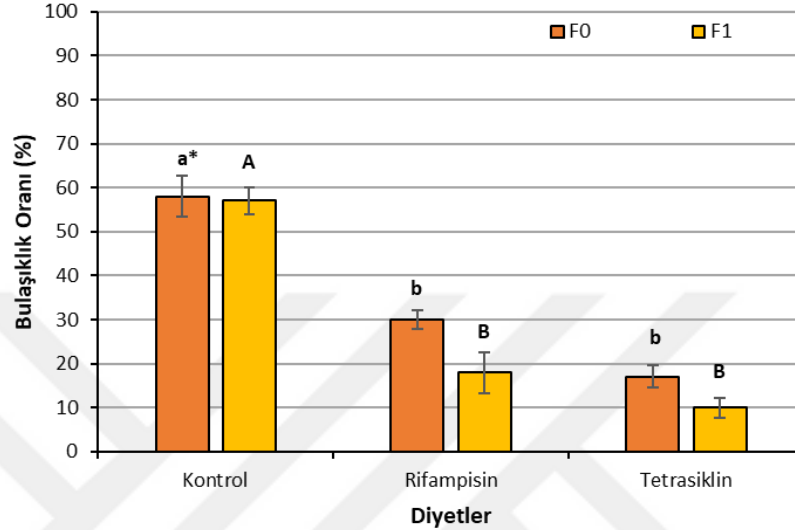
Şekil 4.27. Antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (Q biyotipi) dişi bireylerinin F_0 'da ergin ömrü boyunca farklı günlerde belirlenen *Rickettsia* bulaşıklık oranları. * Diyetler ve günler için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.001$).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi dişi bireylerinin F_1 generasyonunda ergin ömrü boyunca 5, 10, 15, 20 ve 25. günlerde saptanan *Rickettsia* bulaşıklık oranları Şekil 4.28'de verilmiştir. *Rickettsia* bulaşıklık oranları için uygulama ve günler arasında etkileşim belirlenmemiştir (Çizelge ek 4). Kontrolde *Rickettsia* bulaşıklık oranları günlere bağlı olarak %50 ile %70 oranında değişmiştir. Tetrasiklin diyetinde 5 ve 10. günlerde analizi yapılan hiçbir bireyde *Rickettsia* belirlenmezken, 15, 20 ve 25. günlerde sırasıyla %15, %15 ve %10 oranlarında belirlenmiştir. Rifampisin diyetinde en yüksek ve düşük bulaşıklık oranları 20 ve 25. günlerde %30 ve %10 olarak belirlenmiştir ($F:16.69$, $df:14$, $P<0.001$).



Şekil 4.28. Antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (Q biyotipi) dişi bireylerinin F_1 generasyonunda ergin ömrü boyunca farklı günlerde belirlenen *Rickettsia* bulaşıklık oranları. * Farklı harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.001$).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi dişi bireylerinin ergin bireylerde belirlenen *Rickettsia* toplam bulaşıklık oranları Şekil 4.29’da verilmiştir. Kontrolde %52 olarak bulunan F_0 *Rickettsia* bulaşıklık oranı Rifampisin ve Tetrasiklinde sırasıyla %27 ve %19 olarak saptanmıştır. F_1 generasyonunda ise bu oranlar aynı sırasıyla, %58, %20 ve %8 olarak saptanmış, Tetrasiklin, her iki generasyonda da Rifampisinden daha etkili bulunmuştur.



Şekil 4.29. Antibiyotik diyetlerinin *Bemisia tabaci* (Q biyotipi) dişi bireylerinin F_0 ve F_1 generasyonlarında belirlenen toplam *Rickettsia* bulaşıklık oranları. * F_0 ve F_1 ergin bireyleri için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.001$).

Bu çalışma sonunda antibiyotik diyetlerinin ergin ömrü boyunca endosimbiontları tamamen elemine etemese de bulaşıklık oranlarını oldukça düşürdüğü belirlenmiştir. Antibiyotik diyetlerinin etkisi generasyona bağlı olarak değişmiş, antibiyotik ile beslenen ergin dişi bireyi (F_0) ve bu dişilerin bıraktığı yumurtalardan gelişerek ergin döneme ulaşan dişi bireylerin (F_1) endosimbiont bulaşıklık oranları farklılık göstermiştir. Ergin dişi bireylerde belirlenen endosimbiont bulaşıklık oranları günlere bağlı olarak değişiklik göstermiş ancak bu farklılık 5. günden başlayarak 25. güne kadar devam eden düzenli bir artış veya azalma şeklinde olmamış, antibiyotiklerin etkisi endosimbiont türüne bağlı olarak değişmiştir. Rifampisin diyeti birincil endosimbiont *Portiera* üzerinde Tetrasiklinden daha etkili olmuş ve *B. tabaci* (B biyotipi) F_1 dişi bireylerinde bulaşık oranlarını %15’e kadar düşürmüştür. Tetrasiklin diyeti ise *Rickettsia* üzerinde Rifampisine kıyasla daha yüksek oranlarda etkili olmuştur. Antibiyotiklerin simbiyontlara etkileri *B. tabaci* türüne bağlı olarak değişmiş, Rifampisin *Portiera*’yı elemine etmede B biyotipi Q biyotipinden daha başarılı olmuştur. Antibiyotiklerin etki mekanizmalarının farklı olduğu, Rifampisin’in bakteriyel DNA’ya bağımlı RNA polimerazın beta alt birimine bağlanarak transkripsiyonu önleyerek etki gösterdiği, Anti-*Rickettsia* olarak da bilinen Tetrasiklinin ise protein sentezini inhibe ettiği bilinmektedir (Campbell ve ark., 2001; Rajan, 2004). Bu tez

kapsamında elde edilen sonuçlara benzer olarak, Ahmed ve ark. (2010) antibiyotik diyetlerinin etkisinin *B. tabaci* tür ve bulundurduğu endosimbiyontlara bağlı olarak farklılık gösterdiğini ve Rifampisin'in *Arsenophonus* simbiyontu üzerinde Tetrasiklin ve Ampisilin'den daha başarılı olduğunu, Tetrasiklin'in ise *Rickettsiales* takımına ait *Wolbachia* simbiyontu üzerinde diğer antibiyotiklere kıyasla daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Shan ve ark. (2016) Rifampisin diyetinin *B. tabaci* (B) ergin bireyin 3 8 ve 13. günlerinde bulunan endosimbiyont yoğunluklarını etkilediğini, *Hamiltonella*'nın 8 ve 13. günlerde, *Rickettsia*'nın ise 3, 8, ve 13. günlerde yoğunluklarının kontrolden daha düşük ve istatistiksel olarak farklı olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, Rifampisin diyetinde *Portiera* yoğunluğunun 8. günde kontrolden daha yüksek olduğunu ancak 13. günde azalarak kontrolden daha düşük bulunduğunu saptamışlardır. Başka bir çalışmada, Zhang ve ark. (2015) *B. tabaci* Q biyotipinde gerçek zamanlı PZR (Real-time PCR) yöntemi kullanarak Rifampisin diyetinin endosimbiyontlar üzerinde etkilerini belirlemişlerdir. *Bemisia tabaci* ergin dişi bireylerinin 8 ve 13. günlerinde *Portiera* yoğunluğunun kontrolden düşük bulunduğunu, *Hamiltonella* yoğunluğunun ise hem *Portiera* hem de kontrole kıyasla daha düşük ve sıfıra oldukça yakın olduğunu belirlemişlerdir. Zhong ve Li (2013) *B. tabaci* B biyotipinde Tetrasiklin ile *Wolbachia* simbiyontunu tamamen elemine edemediklerini ancak bulunma yoğunluğunu düşürdüklerini bildirmişlerdir. Raina ve ark. (2015), Tetrasiklin diyeti ile *B. tabaci* simbiyontu *Arsenophonus*'u F_0 ve F_1 generasyonlarında tamamen elemine ettiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca Tetrasiklin diyetinin *Portiera* bulaşıklık oranlarını etkilemediğini ancak *Rickettsia* ve *Wolbachia* oranlarını kontrole kıyasla düşürdüğünü bildirmişlerdir. Tan ve ark. (2023) Rifampisin diyetinin çay zararlısı *Aleurocanthus camelliae* türünde bulunan birincil endosimbiyont *Portiera* ve ikincil endosimbiyontlar *Arsenophonus*, *Rickettsia* ve *Wolbachia*'nın yoğunluklarını düşürdüğünü bildirmişlerdir. Milenovic ve ark. (2023) *B. tabaci* Q biyotipinde belirlenen *Portiera*, *Arsenophonus* ve *Rickettsia* simbiyontlarının Rifampisin diyeti ile tamamen elemine edilemediğini ancak bu bakterilerin yoğunluğunun oldukça azaldığını saptamışlardır. Zhao ve ark. (2020) *B. tabaci* ergin bireylerine Ampisilin ve Rifampisin diyetleri ile *Portiera*'yı 3, *Hamiltonella*'yı 2, *Rickettsia* ve *Cardinium*'u ise 1. generasyonunda tamamen elemine ettiklerini bildirmişlerdir. Kaur ve ark (2020) Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinin *Portiera* simbiyontuna etkisinin olmadığını ancak *Arsenophonus*'u tamamen temizlediğini bildirmişlerdir. Xue ve ark. (2012) *B. tabaci* Q biyotipinde bulunan *Wolbachia*'yı Rifampisin diyetiyle başarılı bir şekilde elemine ettiklerini ve bu uygulamanın *Portiera*'ya herhangi bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Su ve ark. (2013) *B. tabaci* Q biyotipinde *Hamiltonella*'yı tamamen elemine ettiklerini bildirmişlerdir. Fujiwara ve ark. (2022) *Portiera* ve *Hamiltonella* endosimbiyont yoğunluğunun ergin yaşına bağlı olarak değişmediğini 1, 15 ve 30. günlerde endosimbiyont yoğunluklarının birbirine yakın bulunduğunu bildirmişlerdir. Ruan ve ark. (2006) Ampicilin, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri ile *B. tabaci* B ve ZHJ-1 biyotiplerinde bulunan *Hamiltonella*, *Wolbachia* ve *Arsenophonus* endosimbiyontlarını başarılı bir şekilde elemine ettiklerini, ancak

Portiera simbiyotunun yoğunluğunu düşürebildiklerini bildirmişlerdir. Shan ve ark. (2019) Ampicillin, Gentamycin and Cefotaxime antibiyotik karışımlarını kullanarak *B. tabaci* B biyotipi popülasyonunda bulunan *Hamiltonella* simbiyontunu elemine ettiklerini bildirmişlerdir. Brumin ve ark. (2020) *B. tabaci* türlerinde bulunan *Rickettsia* yoğunluklarının Q biyotipinde ergin yaşına göre farklılık gösterdiğini ve 7. günde yüksek 14. günde ise daha düşük bulunduğunu saptamışlardır. Aynı araştırmacılar B biyotipinde ise *Rickettsia* yoğunluğunun 1, 7 ve 14. günlerde benzer oranlarda bulunduğunu bildirmişlerdir. Lv ve ark. (2018) Rifampisin diyetinin *Portiera* yoğunluğunu arttırdığını *Hamiltonella* yoğunluğunu ise kontrole kıyasla azalttığını bildirmişlerdir. Su ve ark. (2014) Rifampisin diyeti ile *Hamiltonella* bulaşık olmayan *B. tabaci* popülasyonu elde ettiklerini bildirmişlerdir.

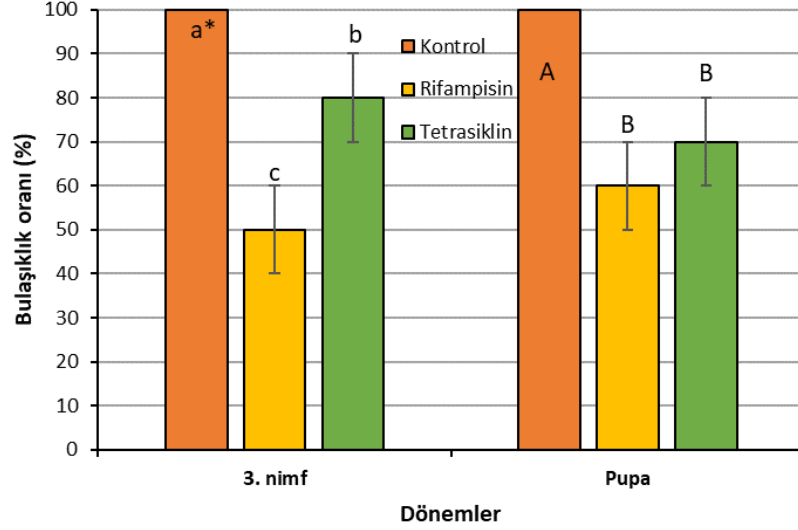
Bu çalışmada, Rifampisin diyetinin B biyotipinde *Portiera*, *Hamiltonella* ve *Rickettsia*'nın yoğunluklarını düşürdüğü belirlenmiştir. Ancak Rifampisin diyeti sonrası *B. tabaci* F₁ generasyonunun ergin öncesi ve ergin bireylerinde belirlenen *Portiera* bulaşıklık oranları Tetrasiklin diyetinden oldukça düşük ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Bu durumun zararlının biyolojik parametrelerini etkilediği düşünülmektedir. Bu bağlamda, Rifampisin diyeti sonrasında *B. tabaci* B biyotipi F₁ generasyonunun biyolojik parametrelerinden ergin öncesi gelişme süresi ile ergin öncesi ölüm oranları artmış, bırakılan yumurta sayısı düşmüştür. Buna ek olarak net üreme gücü ve kalıtsal üreme gücü gibi yaşam çizelgesi parametreleri de kontrol ve Tetrasiklin diyetleri kıyasla çok düşük bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen bulgulara benzer çalışmalarda Ruan ve ark. (2006) *Hamiltonella Arsenophonus* ve *Wolbachia* ile bulaşık *B. tabaci* biyotiplerinde (B ve ZHJ-1) antibiyotik uygulamışlardır. Tetrasiklin ve Ampisilin uygulanan B biyotip popülasyonunda ergin öncesi gelişme süresinin uzadığı ve ölüm oranlarının arttığını, Rifampisin diyetinin ise ZHJ-1 popülasyonunda biyolojik parametreleri Tetrasiklin ve Ampisilin'e benzer şekilde etkilediğini bildirmişlerdir. Xue ve ark. (2012) Rifampisin yardımıyla *Wolbachia* endosimbiyontunu elemine ettiklerini ve oluşan yeni popülasyonunun ergin öncesi gelişme süresinin uzadığını, ergin öncesi ölümlerin arttığını ve bırakılan yumurta sayısının düştüğünü belirlemişlerdir. Su ve ark. (2013) *Hamiltonella* elemine edilen popülasyonunun ergin öncesi gelişme süreleri ile ergin öncesi ölüm oranlarının arttığını, bırakılan yumurta sayısının ise azaldığını bildirmişlerdir. Zhang ve ark. (2015) Rifampisin diyetinin *Hamiltonella* yoğunluğunu ergin ve ergin öncesi dönemlerde azalttını, buna bağlı olarak, *B. tabaci* ergin öncesi gelişme süresinin uzadığı, bırakılan yumurta sayısı ve ergin öncesi ölüm oranlarının arttığını bildirmişlerdir. Shan ve ark. (2016) Rifampisin diyeti sonrası azalan *Portiera*, *Hamiltonella* ve *Rickettsia* yoğunluklarının, *B. tabaci*'nin biyolojisini olumsuz etkileyerek ergin öncesi gelişme süresini uzattığını, dişilerin bıraktığı yumurta sayısını düşürdüğünü ve popülasyondaki dişi oranını azalttığını bildirmişlerdir. Shan ve ark. (2019) Ampicillin, Gentamisin ve Kefotaksim karışımları ile hazırlanan antibiyotik uygulamasıyla *Hamiltonella*'yı elemine etmiş, *Hamiltonella* bulunmayan *B. tabaci* popülasyonunda ergin öncesi ölüm oranlarının değişmediğini, buna karşın bırakılan

yumurta sayısı ve dişi oranında azalma görüldüğünü bildirmişlerdir. Zhong ve Li (2013) Tetrasiklin diyeti sonucu azalan *Wolbachia* bulaşıklık oranına bağlı olarak *B. tabaci* ergin öncesi gelişme süresinin uzadığını ve popülasyonun eşey oranının erkek yönünde arttığını belirlemişlerdir. Tan ve ark. (2023) Rifampisin diyeti sonrası azalan sekonder endosimbiont (*Arsenophonus*, *Wolbachia*, *Rickettsia*) yoğunluğuna paralel şekilde *A. camelliae*'nin R_0 , r_m ve T_0 değerlerinin düştüğünü bildirmişlerdir. Bu tez kapsamında elde edilen verilerden farklı olarak Su ve ark. (2014) *Hamiltonella* ile bulaşık popülasyonunun yüksek besin kalitesinde bulaşık olmayan popülasyona kıyasla gelişme hızının arttığını bildirmişlerdir. Raina ve ark (2015) Tetrasiklin diyeti sonucu elde ettikleri *Arsenophonus* bulaşık olmayan *B. tabaci* popülasyonun ergin öncesi gelişme süresinin uzadığı, buna karşın bırakılan yumurta sayısının arttığını, ergin yaşam süresinin uzadığını ve ergin öncesi ölüm oranlarının azaldığını belirlemişlerdir. Kaur ve ark. (2022) pamuk yaprak kıvrıcılık virüsü vektörü *B. tabaci* Asia-II 1 ile yaptıkları çalışmada, Tetrasiklin ve Rifampisin kullanarak *Arsenophonus*'un elemine edildiği popülasyonda virüs taşıma kapasitesinin düştüğünü, ancak zararlının biyolojik parametrelerinin olumsuz etkilenmediğini bildirmişlerdir.

4.2.4. Antibiyotik Diyeti ile Beslenmiş *Bemisia tabaci* B ve Q biyotipi Populasyonlarında Ergin Öncesi Dönemlerin F_1 'de Endosimbiont Bulaşıklık Durumu ve Oranları

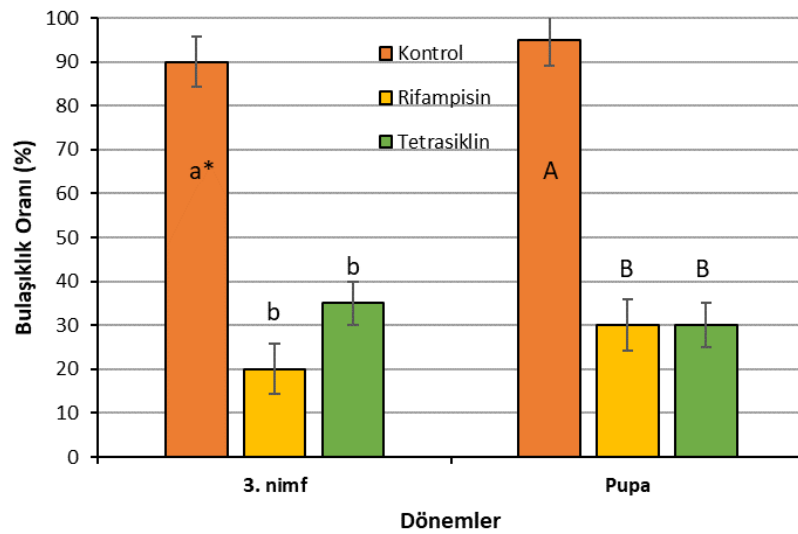
***Bemisia tabaci* B biyotipi Populasyonunda Ergin Öncesi Dönemlerin Endosimbiont Bulaşıklık Durumu ve Oranları**

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* B biyotipi dişi bireylerin bıraktığı yumurtalardan çıkan bireylerin 3. nimf ve pupa dönemi *Portiera* bulaşıklık oranları Şekil 4.30'da verilmiştir. Ergin dönemlere benzer şekilde ergin öncesi dönemlerde de antibiyotik diyetleri *Portiera* endosimbiontunun bulaşıklık oranını azalmasına neden olmuştur. Kullanılan antibiyotiklerden Rifampisin, 3. nimf dönemi üzerinde Tetrasiklinden daha etkili bulunmuş, Rifampisin diyetinde 3. nimf ve pupa döneme ait bulaşıklık oranları sırasıyla %50 ve %60 olarak belirlenmiştir. Bu oranlar kontrolde her iki dönem için %100 olarak saptanırken Tetrasiklin diyetinde %80 ve %70 olarak saptanmıştır. Üçüncü nimf döneminde, uygulamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($F:19.00$, $df:2$, $P<0.001$).



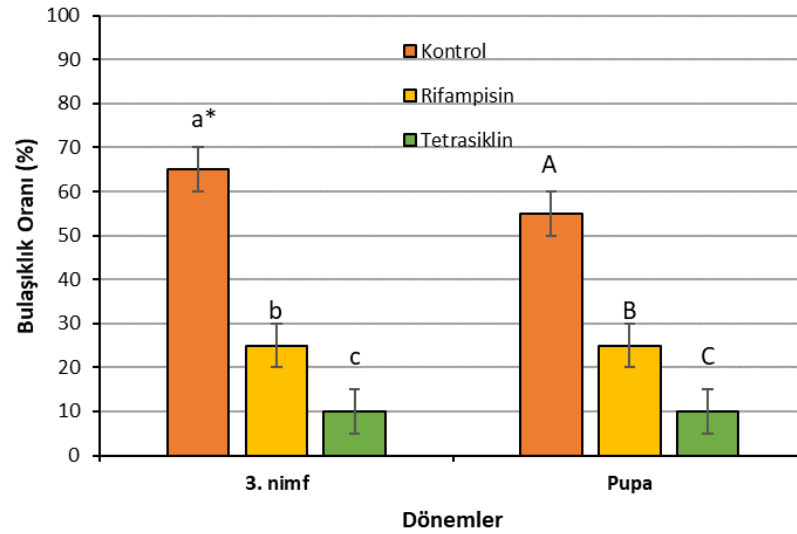
Şekil 4.30. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde *Bemisia tabaci* (B biyotip) 3. nimf ve pupalarında saptanan *Portiera* bulaşıklık oranları. * Her dönem için Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı harfe sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* B biyotip dişi bireylerinin bıraktığı yumurtalardan çıkan bireylerin 3. nimf ve pupa dönemi *Hamiltonella* bulaşıklık oranları Şekil 4.31’de verilmiştir. Üçüncü nimf dönemi *Hamiltonella* bulaşıklık oranları kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin için sırasıyla %90, %20 ve %35 olarak belirlenmiş, *B. tabaci* pupa dönemi için ise bu oranlar aynı sırayla %95, %30 ve %30 olarak bulunmuştur (Şekil 4.31.). Uygulama sonucunda her iki antibiyotik diyeti her iki dönem için kontrolden istatistiksel olarak farklı olmalarına karşın birbirlerine benzer etki göstermişlerdir (3. dönem için $F:30.93$, $df:2$, $P<0.001$; Pupa için $F:22.44$, $df:2$, $P<0.001$).



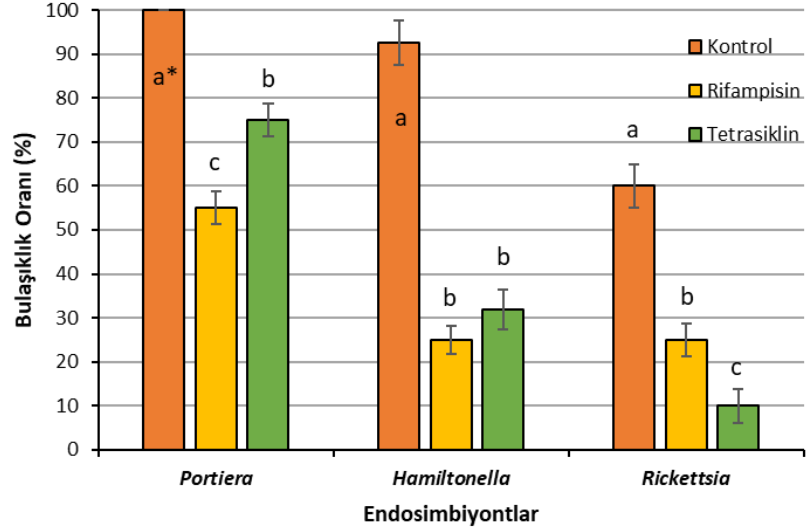
Şekil 4.31. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde *Bemisia tabaci* (B biyotip) 3. nimf ve pupalarında saptanan *Hamiltonella* bulaşıklık oranları. *Her dönem için Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı harfe sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* B biyotip dişi bireylerinin bıraktığı yumurtalardan çıkan bireylerin 3. nimf ve pupa dönemi *Rickettsia* bulaşıklık oranları Şekil 4.32.'de verilmiştir. Kontrolde 3.nimf ve pupa dönemlerinde sırasıyla %65 ve %55 olan *Rickettsia* bulaşıklık oranları, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde kademeli olarak azalmış, Rifampisin'de her iki dönem için %25 olan değer, Tetrasiklin'de %10 olarak saptanmıştır. Her iki dönem için diyetler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (3. dönem için F:11.64, df:2, P<0.001; Pupa için F:15.90, df:2, P<0.001).



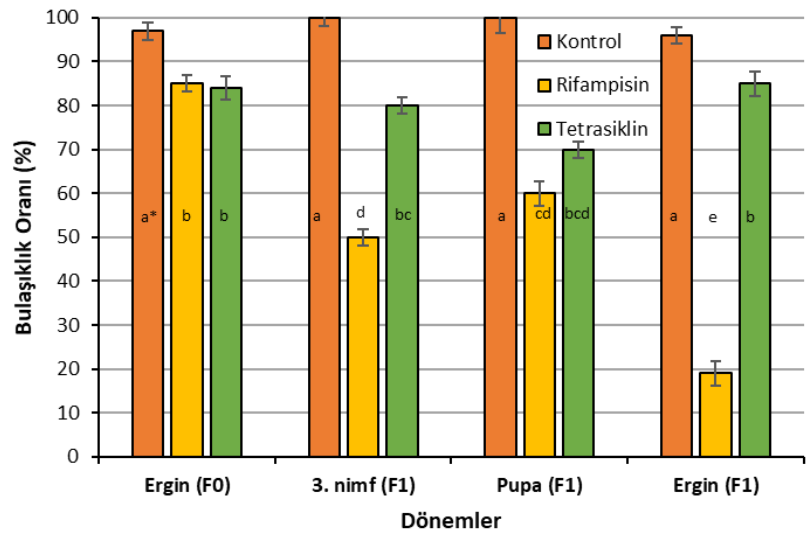
Şekil 4.32. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde *Bemisia tabaci* (B biyotip) 3. nimf ve pupalarında saptanan *Rickettsia* bulaşıklık oranları. * Her dönem için Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı harfe sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* B biyotip dişi bireylerinin bıraktığı yumurtalardan çıkan ergin öncesi dönemlerinin toplam endosimbiont bulaşıklık oranları Şekil 4.33'te verilmiştir. *Portiera* bulaşıklık oranları kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde sırasıyla %100, %55 ve %75 olarak belirlenmiştir. Kontrol diyetinde %92.5 olan *Hamiltonella* bulaşıklık oranı Rifampisin diyetinde %25 olarak bulunmuştur. *Rickettsia* bulaşıklık oranları kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde sırasıyla %60, %25 ve %10 olarak saptanmış ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli olmuştur (F:18.72, df:2, P<0.001).



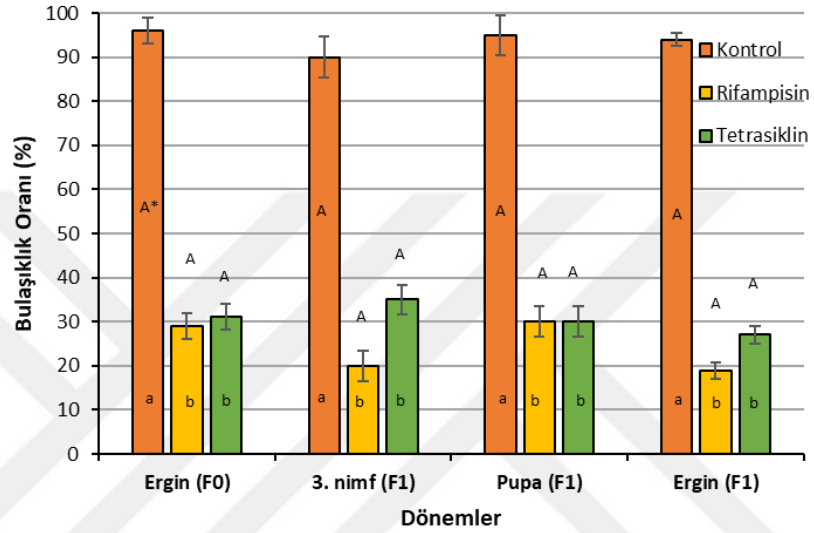
Şekil 4.33. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde *Bemisia tabaci* (B biyotip) 3. nimf ve pupalarında saptanan endosimbiyont bulaşıklık oranları. * Her endosimbiyont için Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı harfe sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* B biyotip dişi bireyleri (F_0), bu bireylerin bıraktığı yumurtalardan çıkan ergin öncesi dönemler ve bu dönemlerden ergin döneme ulaşan bireylere ait *Portiera* endosimbiyont bulaşıklık oranları Şekil 4.34'te verilmiştir. Uygulama ve dönemler arasındaki etkileşim önemli bulunmuştur (Çizelge ek 5). *Portiera* bulaşıklık oranları en yüksek kontrolde 3. nimf ve pupa döneminde %100 olarak belirlenirken en düşük ise F_1 'de Rifampisin diyeti sonucu %19 olarak saptanmıştır. Rifampisin'de uygulama yapılan F_0 bireylerinde bulaşıklık oranı %85 olarak belirlenirken 3. nimf döneminde büyük bir düşüş göstermiş, pupa döneminde bir miktar artış gösterse de yeni generasyon ergin dişi bireylerde bulaşıklık oranı oldukça düşük bulunmuştur.



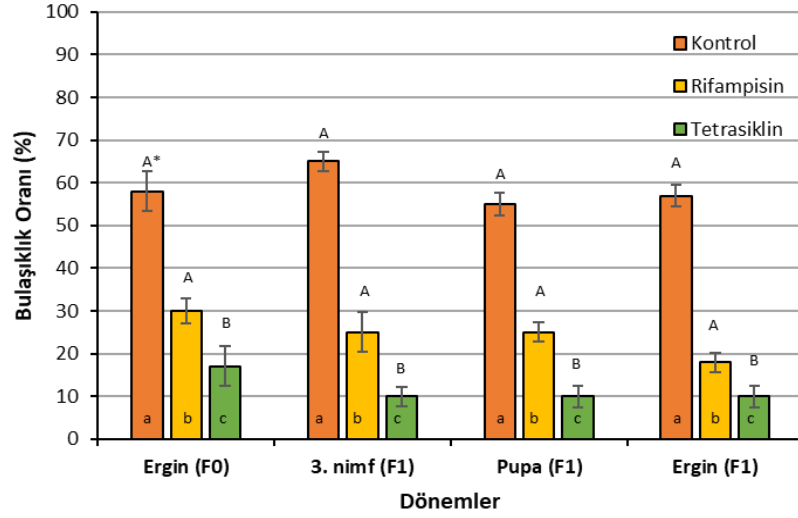
Şekil 4.34. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde *Bemisia tabaci* (B biyotip) F_0 , 3. nimf, pupa ve F_1 'de saptanan *Portiera* bulaşıklık oranları. * Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı harfe sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* B biyotip dişi bireyleri (F_0), bu bireylerin bıraktığı yumurtalardan çıkan ergin öncesi dönemler ve bu dönemlerden ergin döneme ulaşan bireylere ait *Hamiltonella* endosimbiyont bulaşıklık oranları Şekil 4.35'te verilmiştir. *Hamiltonella* bulaşıklık oranları için uygulama ve günler arasında etkileşim belirlenmemiştir (Çizelge ek 5). Endosimbiyont bulaşıklık oranları uygulama yapılan F_0 bireylerinden itibaren dramatik bir düşüş göstermiş 3. nimf döneminde az bir artış gösterse de diğer dönemlerde düşük ve benzer oranlarda bulunmuştur.



Şekil 4.35. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde *Bemisia tabaci* (B biyotip) F_0 , 3. nimf, pupa ve F_1 'de pupalarında saptanan *Hamiltonella* bulaşıklık oranları. * Diyetler ve dönemler için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.001$).

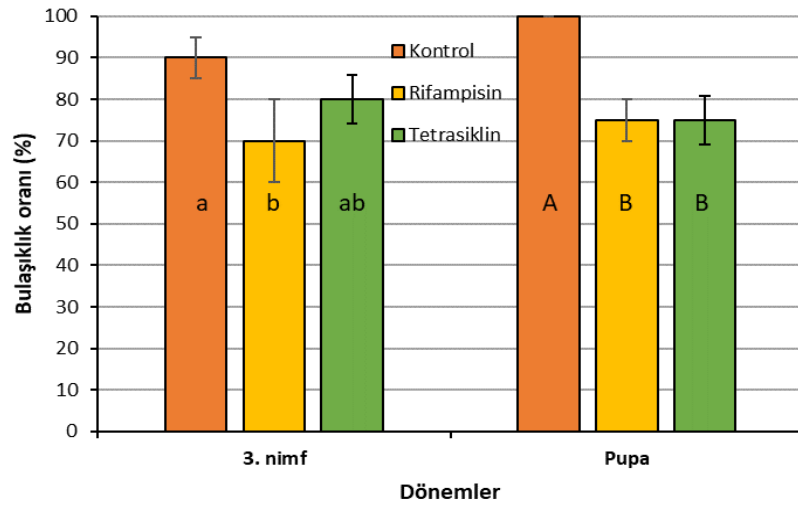
Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* B biyotip dişi bireyleri (F_0), bu bireylerin bıraktığı yumurtalardan çıkan ergin öncesi dönemler ve bu dönemlerden ergin döneme ulaşan bireylere ait *Rickettsia* endosimbiyont bulaşıklık oranları Şekil 4.36'da verilmiştir. *Rickettsia* bulaşıklık oranları için uygulama ve günler arasında etkileşim belirlenmemiştir (Çizelge ek 5). Kontrolde *Rickettsia* bulaşık oranları %55 ile %65 arasında değişmiştir. Rifampisin diyetinde en yüksek bulaşıklık oranı F_0 generasyonunda %30 olarak saptanırken en düşük ise F_1 generasyonunda %18 olarak bulunmuştur.



Şekil 4.36. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde *Bemisia tabaci* (B biyotip) F₀, 3. nimf, pupa ve F₁'de pupalarında saptanan *Rickettsia* bulaşıklık oranları. * Diyetler ve dönemler için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir (P<0.001).

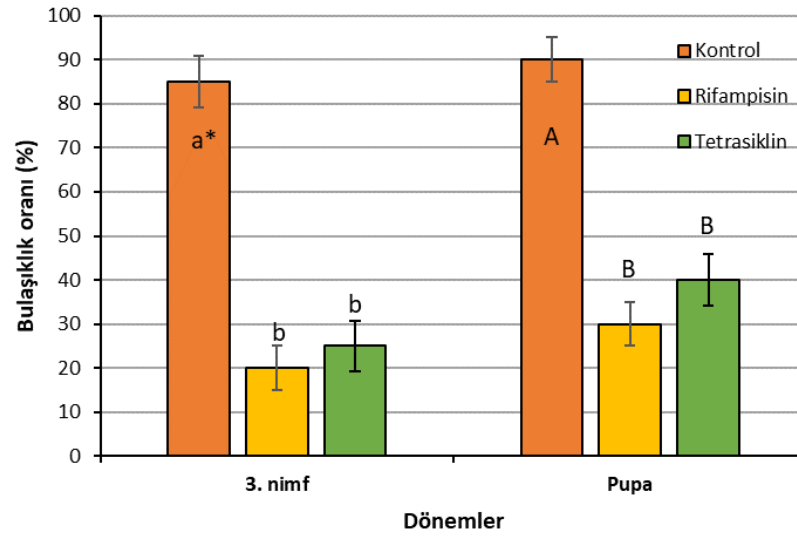
***Bemisia tabaci* Q biyotipi Populasyonunda Farklı Ergin Öncesi Dönemlerin Endosimbiyont Bulaşıklık Durumu ve Oranları**

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotip dişi bireylerinin bıraktığı yumurtalardan çıkan bireylerin 3. nimf ve pupa dönemlerinde *Portiera* bulaşıklık oranları Şekil 4.37'de verilmiştir. *Portiera* bulaşıklık oranı 3. nimf döneminde Rifampisin diyetinde %70 olarak saptanmış ve kontrol ile aralarındaki fark önemli bulunurken, Tetrasiklin diyetinde ise bu oran bir miktar azalma göstermiş ancak kontrol ile aynı istatistiksel grupta yer almıştır. Pupa döneminde ise Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri benzer etkiyi göstermiş, *Portiera* bulaşıklık oranları her iki antibiyotik için %75 olarak saptanmış ve kontrolde saptanan orandan farklı bulunmuştur (F:44.78, df:2, P<0.001).



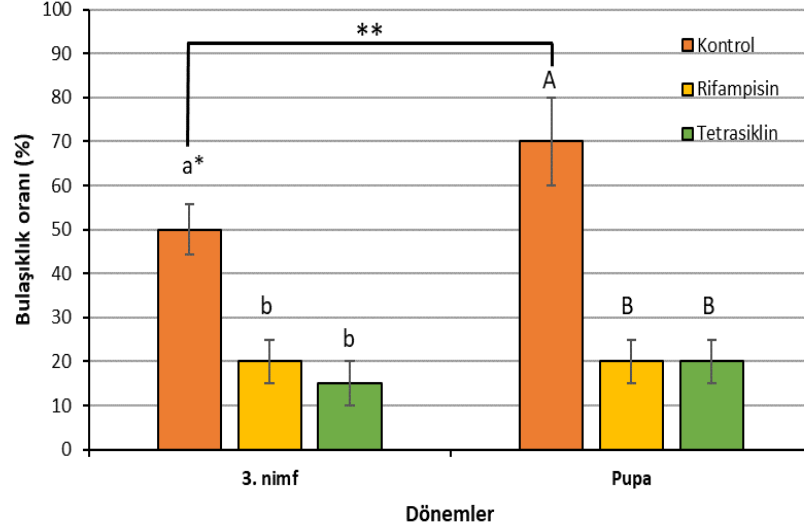
Şekil 4.37. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde *Bemisia tabaci* (Q biyotip) 3. nimf ve pupalarında saptanan *Portiera* bulaşıklık oranları. * 3. nimf ve pupa dönemleri için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir (P<0.001).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi dişi bireylerinin bıraktığı yumurtalardan çıkan bireylerin 3. nimf ve pupa dönemi *Arsenophonus* bulaşıklık oranları Şekil 4.38’de verilmiştir. Üçüncü nimf dönemi bireylerinde Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde belirlenen *Arsenophonus* bulaşıklık oranlarında kontrol (%85) ile karşılaştırıldığında önemli bir düşüş görülmüştür (F:32.61, df:2, P<0.001). Tetrasiklin diyetinde bulaşıklık oranları hem 3. nimf hem de pupa döneminde Rifampisin diyetinden yüksek bulunmasına rağmen aralarındaki fark önemsiz bulunmuştur.



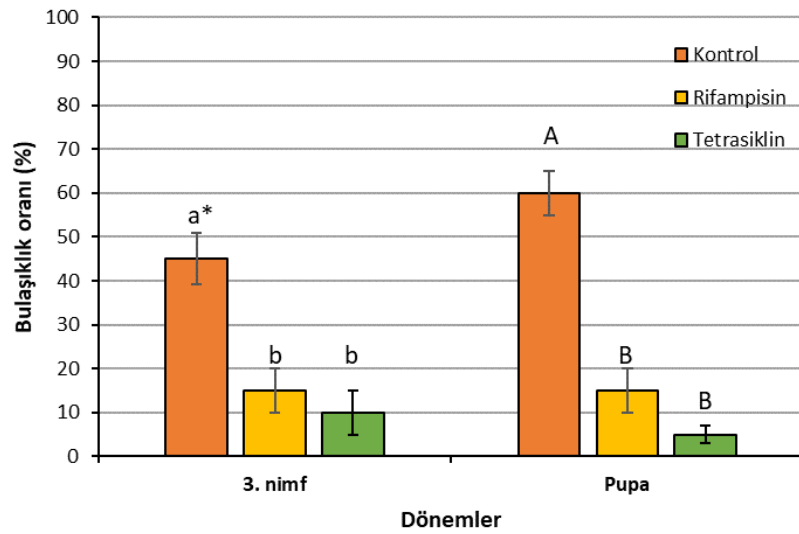
Şekil 4.38. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde *Bemisia tabaci* (Q biyotip) 3. nimf ve pupalarında saptanan *Arsenophonus* bulaşıklık oranları* 3. nimf ve pupa dönemleri için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir (P<0.001).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi dişi bireylerinin bıraktığı yumurtalardan çıkan bireylerin 3. nimf ve pupa dönemi *Wolbachia* bulaşıklık oranları Şekil 4.39’da verilmiştir. *Bemisia tabaci* 3. nimf döneminde, kontrolde %50 olan *Wolbachia* bulaşıklık oranı, Rifampisin’de %20, Tetrasiklin diyetinde ise %15 olarak belirlenmiştir. Pupa dönemi için bu değerler her iki antibiyotik için %20 olarak saptanmıştır (3.dönem için F:9.17, df:2, P:0.003; Pupa için F:12.02, df:2, P<0.001).



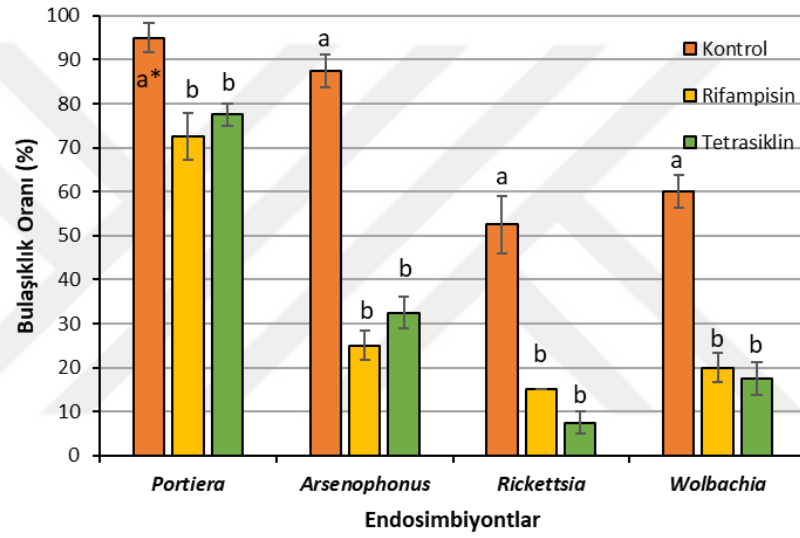
Şekil 4.39. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde *Bemisia tabaci* (Q biyotip) 3. nimf ve pupalarında saptanan *Wolbachia* bulaşıklık oranları. * 3. nimf ve pupa dönemleri için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.001$). **Bağımsız değişkenler t-testine göre ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir.

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotipi dişi bireylerinin bıraktığı yumurtalardan çıkan bireylerin 3. nimf ve pupa dönemi *Rickettsia* bulaşıklık oranları Şekil 4.40'ta verilmiştir. Her iki antibiyotik *Rickettsia*'nın azalmasına neden olmuş, ancak Tetrasiklin daha etkili bulunmuştur. Tetrasiklin diyetinde 3. nimf ve pupa dönemleri bulaşıklık oranları sırasıyla %10 ve %5 olarak saptanmıştır. Kontrolde ise bu değerler aynı sırayla %45 ve %60 olarak bulunmuştur 3.dönem için $F:6.14$, $df:2$, $P:0.021$; Pupa için $F:17.43$, $df:2$, $P < 0.001$).



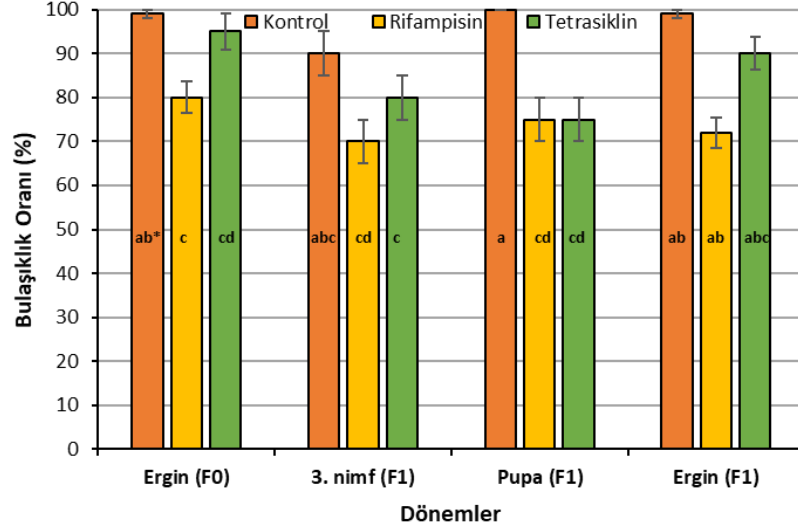
Şekil 4.40. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde *Bemisia tabaci* (Q biyotip) 3. nimf ve pupalarında saptanan *Rickettsia* bulaşıklık oranları. * 3. nimf ve pupa dönemleri için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.001$).

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q dişi bireylerin bıraktığı yumurtalardan çıkan ergin öncesi nimf dönemlerinin toplam endosimbiyont bulaşıklık oranları Şekil 4.41’de verilmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında Rifampisin ve Tetrasiklin uygulamaları sonrası bulaşık oranları tüm endosimbiyontlarda düşmüş ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. İki antibiyotik karşılaştırıldığında Rifampisin *Portiera* ve *Arsenophonus*, Tetrasiklin *Rickettsia* ve *Wolbachia*’da daha etkili olmuştur. Rifampisin diyeti sonrası *Portiera* ve *Arsenophonus* bulaşıklık oranları sırasıyla %72.5 ve %25 olarak bulunmuştur. Tetrasiklin diyeti sonucu *Rickettsia* bulaşıklık oranı %7.5, *Wolbachia* ise %17.5 olarak saptanmıştır (*Portiera* için F:16.40, df:2, P<0.001; *Arsenophonus* için F:50.26, df:2, P<0.001; *Wolbachia* için F:18.29, df:2, P<0.001; *Rickettsia* için F:20.41, df:2, P<0.001).



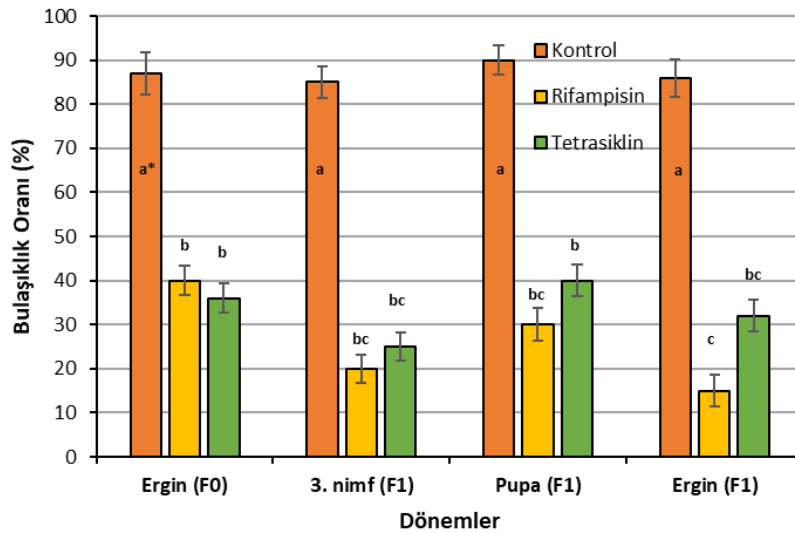
Şekil 4.41. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde *Bemisia tabaci* (Q biyotip) 3. nimf ve pupalarında saptanan endosimbiyont bulaşıklık oranları. * Her endosimbiyont için Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı harfe sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotip dişi bireyleri (F0), bu bireylerin bıraktığı yumurtalardan çıkan ergin öncesi dönemler ve bu dönemlerden ergin döneme ulaşan bireylere ait *Portiera* bulaşıklık oranları Şekil 4.42’de verilmiştir. Uygulama ve dönemler arasındaki etkileşim önemli bulunmuş ve bulaşıklık oranları birlikte değerlendirilmiştir (Çizelge ek 6). Tetrasiklin diyeti sonrası *Portiera* bulaşıklık oranları pupa dönemine kadar doğrusal bir düşüş gösterse de F₁’de tekrar artış göstermiş ve %90 olarak belirlenmiştir. En yüksek bulaşıklık oranı kontrolde pupa döneminde %100 olarak belirlenirken, en düşük oran Rifampisin diyetinde 3.nimf döneminde belirlenmiştir.



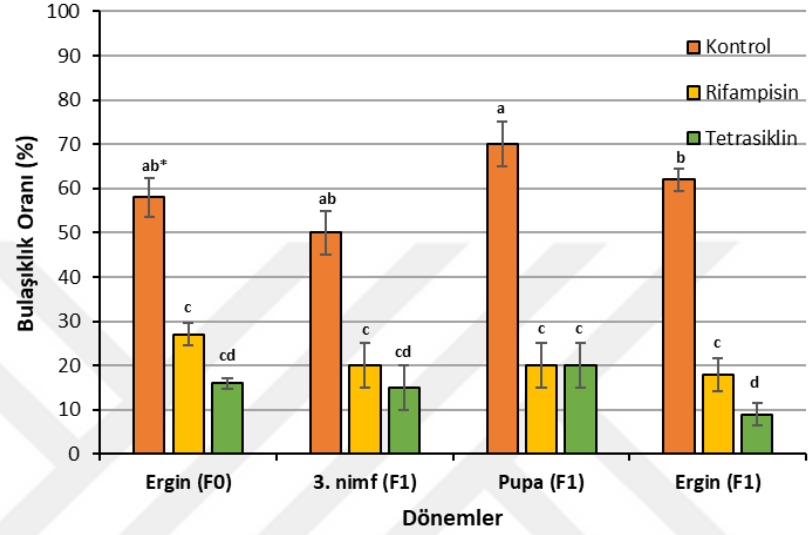
Şekil 4.42. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde *Bemisia tabaci* (Q biyotip) F₀, 3. nimf, pupa ve F₁'de pupalarında saptanan *Portiera* bulaşıklık oranları. * Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı harfe sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotip dişi bireyleri (F₀), bu bireylerin bıraktığı yumurtalardan çıkan ergin öncesi dönemler ve bu dönemlerden ergin döneme ulaşan bireylere ait *Arsenophonus* bulaşıklık oranları Şekil 4.43'de verilmiştir. Uygulama ve dönemler arasındaki etkileşim önemli bulunmuş ve bulaşıklık oranları birlikte değerlendirilmiştir (Çizelge ek 6). Kontrolde hiçbir dönemde *Arsenophonus* bulaşıklık oranları %90'ın üzerine çıkmazken, en düşük %85 olarak belirlenmiştir. Antibiyotik diyetleri sonucu en yüksek bulaşıklık oranı F₀ generasyonunda %40 olarak, en düşük ise Tetrasiklinde %15 olarak belirlenmiştir.



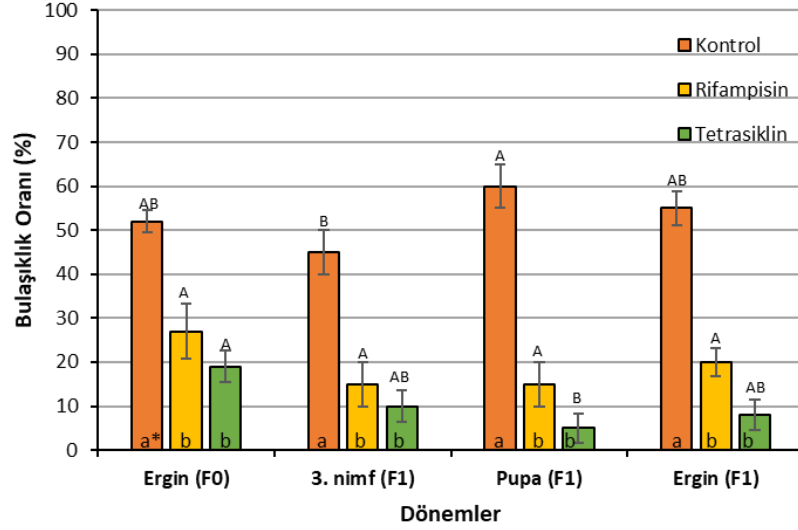
Şekil 4.43. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde *Bemisia tabaci* (Q biyotip) F₀, 3. nimf, pupa ve F₁'de pupalarında saptanan *Arsenophonus* bulaşıklık oranları. * Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı harfe sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotip dişi bireyleri (F₀), bu bireylerin bıraktığı yumurtalardan çıkan ergin öncesi dönemler ve bu dönemlerden ergin döneme ulaşan bireylere ait *Wolbachia* bulaşıklık oranları Şekil 4.44'te verilmiştir. Uygulama ve dönemler arasındaki etkileşim önemli bulunmuştur (Çizelge ek 6). Kontrolde en düşük ve en yüksek bulaşık oranları sırasıyla %70 ve %50 olarak gerçekleşmiştir. Rifampisin bulaşık oranları görece olarak düzenli bir düşüş gösterse de dönemler arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur



Şekil 4.44. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde *Bemisia tabaci* (Q biyotip) F₀, 3. nimf, pupa ve F₁'de pupalarında saptanan *Wolbachia* bulaşıklık oranları. * Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı harfe sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* Q biyotip dişi bireyleri (F₀), bu bireylerin bıraktığı yumurtalardan çıkan ergin öncesi dönemler ve bu dönemlerden ergin döneme ulaşan bireylere ait *Rickettsia* bulaşıklık oranları Şekil 4.45'te verilmiştir. *Rickettsia* bulaşıklık oranları için uygulama ve günler arasında etkileşim belirlenmemiştir (Çizelge ek 6). En düşük bulaşık oranı pupa döneminde belirlenirken, en yüksek oran yine aynı dönemde kontrolde saptanmıştır. Tetrasiklin diyetinde F₀, 3. nimf, pupa ve F₁'de bulaşıklık oranları sırasıyla %19, %10, %5 ve %8 olarak belirlenmiştir.



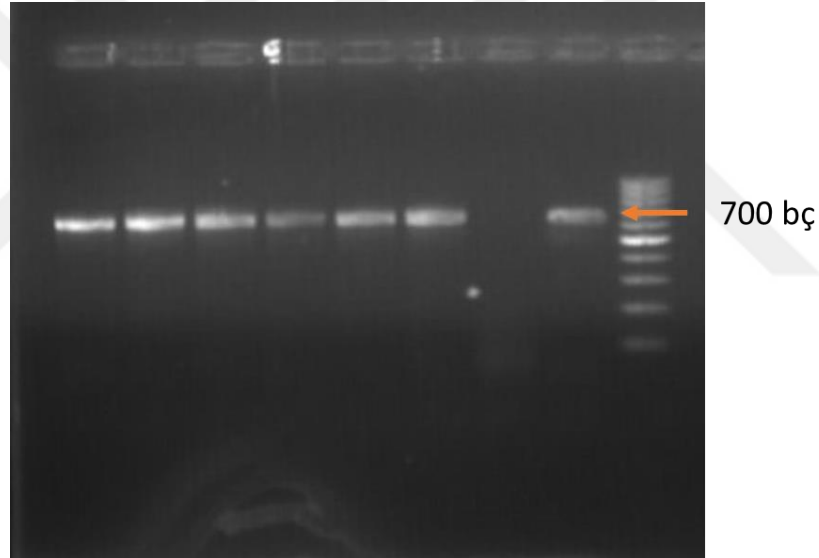
Şekil 4.45. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde *Bemisia tabaci* (Q biyotip) F₀, 3. nimf, pupa ve F₁'de pupalarında saptanan *Rickettsia* bulaşıklık oranları. * Diyetler ve dönemler için sırasıyla farklı küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir (P<0.001).

Bu çalışmada, antibiyotik diyetlerinin *B. tabaci* ergin öncesi dönemlerinde bulunan endosimbiyontları tamamen elemine edemediği ancak önemli oranlarda azalttığı belirlenmiştir. Rifampisin diyetinin Tetrasikline kıyasla birincil endosimbiyont *Portiera* üzerinde daha etkili olduğu belirlenmiş, *Portiera* bulaşıklık oranları 3. nimf dönemi Tetrasiklin diyeti hariç tüm dönemlerde kontrolden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Su ve ark. (2013) Rifampisin ile beslenen *B. tabaci* (Q) ergin dişi bireylerinin bıraktıkları yumurtalardan gelişen nimflerde *Hamiltonella* simbiyontunun saptanmadığını ancak *Portiera*'nın kontrol ile aynı yoğunlukta bulunduğunu bildirmişlerdir. Zhang ve ark. (2015) Rifampisin diyeti sonucunda *B. tabaci* Q biyotipi yumurta ve 2. nimf döneminde *Portiera* yoğunluğunun kontrol ile aynı ancak 4. nimf döneminde istatistiksel olarak farklı olduğunu saptamışlardır. Aynı çalışmada, Rifampisin diyetinde sekonder endosimbiyont *Hamiltonella* yoğunluğunun yumurta, 2. nimf ve 4. nimf dönemlerinde kontrolden daha az olduğunu bildirmişlerdir. Raina ve ark. (2015) Tetrasiklin diyeti ile *B. tabaci* ergin öncesi dönemlerinde *Arsenophonus*'u tamamen elemine ettiklerini ve bir sonraki generasyonda *Arsenophonus* simbiyontuna rastlanmadığını bildirmişlerdir. Shan ve ark. (2016) Rifampisin diyetinin *B. tabaci* B biyotip ergin öncesi dönemlerinde bulunan endosimbiyont yoğunluklarına etkilerini gerçek zamanlı PZR yöntemi (Real-time PZR) kullanarak belirlemiş ve *Portiera*'nın 4. nimf dönemi değerinin sıfıra oldukça yakın olduğunu saptamışlardır. *Hamiltonella* ve *Rickettsia* yoğunluklarında ise yumurta döneminden itibaren istatistiksel olarak bir azalma belirlemişlerdir. Herhangi bir antibiyotik uygulanmamış *B. tabaci* ergin öncesi dönemlerinde belirlenen endosimbiyont yoğunluklarıyla ilgili çalışmalarda, Brumin ve ark. (2020) *Rickettsia* simbiyontunun *B. tabaci* B ve Q biyotiplerinde bulaşıklık oranlarının farklı olduğu, Q biyotipinde yumurtada yüksek olan bulaşıklık, ergin oluncaya kadar düşüş gösterdiğini saptamışlardır.

Araştırmacılar, *Rickettsia*'nın B biyotipinde ise yumurta ve 3. nimf döneminde benzer yoğunluklarda bulunduğunu bildirmişlerdir. Fujiwara ve ark. (2022) *Portiera* ve *Hamiltonella* bulunma yoğunluğunun yumurta döneminden itibaren ergin oluncaya kadar doğrusal olarak arttığını ve en yüksek oranın pupa döneminde olduğunu belirlemişlerdir. Shi ve ark. (2018) *Portiera* ve *Hamiltonella* yoğunluğunun *B. tabaci*'nin yumurta döneminden itibaren arttığını, en yüksek seviyelerine ise 2. ve 4. nimf döneminde ulaştığını bildirmişlerdir. *Rickettsia*'nın ise tüm ergin öncesi dönemlerde benzer ve düşük yoğunluklarda bulunduğunu saptamışlardır.

4.2.5. *Encarsia lutea*'nın Endosimbiyont Yapısının Moleküler Tanılama Yöntemi Kullanılarak Belirlenmesi

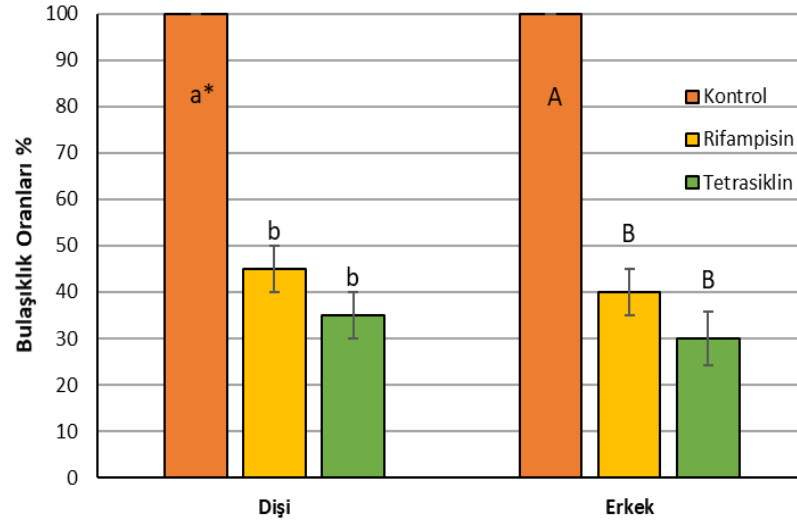
Encarsia lutea endosimbiyont yapısının belirlenmesi için farklı primerler kullanılarak yapılan PZR analizleri sonucunda sadece *Wolbachia* endosimbiyontu için 700 baz çifti (bç) ağırlığında bant elde edilmiştir (Şekil 4.46).



Şekil 4.46. *Encarsia lutea* bireylerinin PCR analizi sonucu elde edilen ürünlerin jel üzerindeki görüntüsü. Şekilde 700 bç ağırlığındaki bant *Wolbachia* 'yı göstermektedir.

4.2.6. Antibiyotik Diyeti ile beslenen *Encarsia lutea* Ergin Dişi ve Erkek Bireylerinin *Wolbachia* Bulaşıklık Oranları

Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *E. lutea* dişi ve erkek bireylerinde saptanan *Wolbachia* bulaşıklık oranları Şekil 4.47'de verilmiştir. Kontrol diyetinde yer alan *E. lutea* dişi ve erkek bireylerinin tamamı *Wolbachia* ile bulaşık bulunmuştur. Tetrasiklin ile beslenen dişi ve erkek bireylerde bulaşıklık oranları sırasıyla %35 ve %30 olmuştur. Bu oranlar Rifampisin için sırasıyla, %45 ve %40 olarak saptanmıştır. Rifampisin ile karşılaştırıldığında Tetrasiklin hem dişi hem de erkek bireylerde daha etkili olmuş, ancak aralarında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır ($F_{dişi}:142.7$, $df:2$, $P<0.001$; $F_{erkek}: 219.8$, $df:2$ $P<0.001$).



Şekil 4.47. Kontrol ve antibiyotik diyetlerinde *Encarsia lutea* dişi ve erkek bireylerinde *Wolbachia* bulaşıklık oranları. * Dişi ve erkek bireyler için sırasıyla küçük ve büyük harf içeren ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak önemlidir.

Bu çalışmada, antibiyotik diyetlerinin *E. lutea* ergin dişi ve erkek bireylerinde bulunan *Wolbachia*'yı tamamen elemine edemediği ancak önemli oranlarda azalttığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Wang ve ark. (2017) Tetrasiklin diyetinin *E. formosa* popülasyonundan *Wolbachia*'yı tamamen elemine edemediğini ancak bulaşıklık oranını düşürdüğünü belirlemişlerdir. Stouthamer ve Mak (2002) Tetrasiklin diyeti ile *E. formosa*'da bulunan *Wolbachia* simbiyontunu elemine ettiklerini bildirmişlerdir. Perlman ve ark. (2006) *E. formosa*'ya Rifampisin diyetiyle *Cardinium* ve *Wolbachia*'yı başarılı bir şekilde elemine ettiklerini bildirmişlerdir. White ve ark. (2009) *Wolbachia* ve *Cardinium* ile bulaşık *E. inaron*'nun, ilk ve ikinci generasyonuna yapılan Ampisilin ve Doksisilin diyetlerinin simbiyontları azalttığını, 3. generasyondan itibaren endosimbiyont ile bulaşık olmayan popülasyon elde ettiklerini bildirmişlerdir. Gebiola ve ark. (2016) Rifampisin kullanarak *Cardinium* simbiyontunu ilk generasyonda azalttıklarını ve 3. generasyon sonunda *Cardinium* bulaşık olmayan *E. suzannae* popülasyonu elde ettiklerini bildirmişlerdir. Doremus (2021) Rifampisin diyeti ile 48 saat beslenen *E. suzannae* türünde bulunan *Cardinium*'un tamamen temizlendiğini ve sonraki generasyonlarda simbiyonta rastlanmadığını saptamışlardır. Farklı böcek türleriyle yapılan çalışmalarda, Stouthamer (1991) *Trichogramma* sp.'de *Cardinium*'un *Wolbachia* ile karşılaştırıldığında Ampisilin'e karşı daha hassas olduğunu, Morimoto ve ark. (2006) ise her iki simbiyontun da Doksisiline karşı hassas olduğunu bildirmişlerdir. Koukou ve ark. (2006) Tetrasiklin diyetinin *Drosophila melanogaster* (Meiger)'de bulunan *Wolbachia*'yı elemine ettiğini bildirmişlerdir. Chiel ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada Rifampisin ile *Er. sp. nr. emiratus*'ta bulunan *Wolbachia*'yı tamamen elemine ettiklerini bildirmişlerdir.

4.3. Antibiyotik Diyetlerinin *Encarsia lutea*'nın Parazitleme Kapasitesi ve Bazı Biyolojik Özelliklere Olan Etkileri

4.3.1 Antibiyotik Diyetlerinin *Encarsia lutea* Ergin Dişi Bireylerinin Canlılık Oranlarına Etkisi

Encarsia lutea'nın, besinsiz, Rifampisin+sukroz, Tetrasiklin+sukroz ve kontrol (sukroz) olmak üzere dört farklı besin ortamında 24, 48 ve 72. saatlerde canlılık oranları belirlenmiştir. Besinsiz ortamdaki dişi bireylerin 48 ve 72. saatlerde saptanan canlılık oranları, diğer besin ortamları ile karşılaştırıldığında istatistiki olarak önemli derecede farklı bulunmuştur (F:46.86, df: 3, P<0.001). Besinsiz ortamda tutulan *E. lutea* dişi bireylerinde 24. saatin sonunda canlılık oranı %83 bulunurken, 48 saat sonunda dramatik bir düşüşle %56.66 olmuştur (Çizelge 4.20). Hiç besin verilmeyen bireylerde ikinci günde ölüm oranının %56.66'ya kadar düşmesi, diğer besinlerde ise üçüncü günde % 30 oranında canlı bireylerin bulunması, *E. lutea* bireylerinin beslendiğini ve antibiyotiği bünyelerine aldığını göstermiştir.

Çizelge 4.20. Farklı besinlerle beslenen *Encarsia lutea* ergin dişi bireylerinin 24, 48 ve 72 saat sonra saptanan canlılık oranları (%)

Uygulama	n*	24 saat	48 saat	72 saat
Besinsiz	30	83.33±3.33b**	56.66±3.33c	6.66±3.33c
Kontrol	30	100.00±0.00a	96.66±3.33a	93.33±4.21a
Rifampisin	30	90.00±4.47ab	83.33±3.33b	30.00±4.47bc
Tetrasiklin	30	86.66±4.21b	80.00±1.53b	33.33±4.21b

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

4.3.2. Antibiyotik Diyetinin *Encarsia lutea* Ergin Bireylerinin Yaşam Sürelerine Etkisi

Antibiyotik diyeti ile beslenen *E. lutea* ergin dişi ve erkek bireylerinin yaşam süreleri Çizelge 4.21'de verilmiştir. Ergin dişi bireylerin yaşam süreleri Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde kontrolden kısa ve birbirlerine yakın bulunurken, kontrolde dişi bireylerde bu süre ortalama 23.56 gün olmuştur. Erkek bireylerde, kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde yaşam süreleri sırasıyla, 16.56, 12.08 ve 12.60 olarak bulunmuş ve antibiyotik diyetleri istatistiksel olarak aynı, kontrolden farklı grupta yer almıştır.

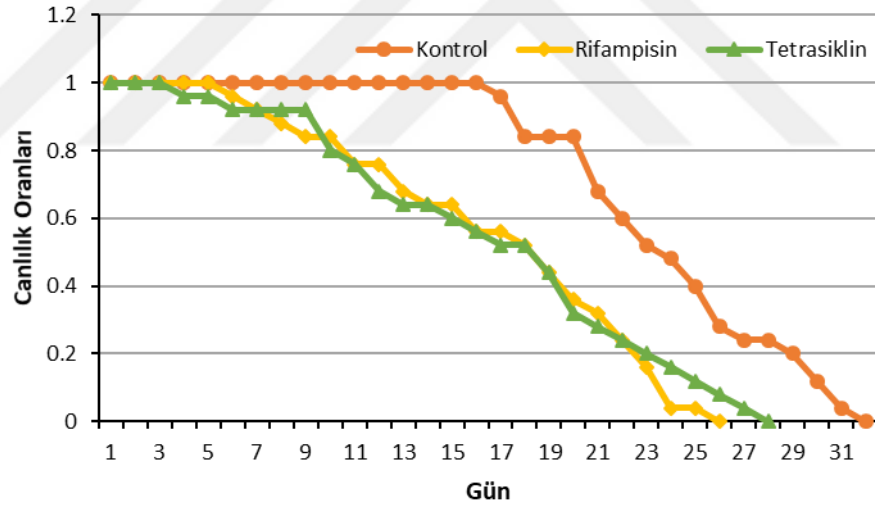
Çizelge 4.21. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Encarsia lutea* ergin dişi ve erkek bireylerinin yaşam süreleri (gün) (Ort. $\pm$ SH)

Uygulama	n*	Dişi	Erkek
Kontrol	25	23.56 $\pm$ 0.84a**	16.56 $\pm$ 0.91a
Rifampisin	25	16.16 $\pm$ 1.20b	12.08 $\pm$ 0.93b
Tetrasiklin	25	15.64 $\pm$ 1.26b	12.60 $\pm$ 0.91b

*n: Denemelerde kullanılan birey sayısı

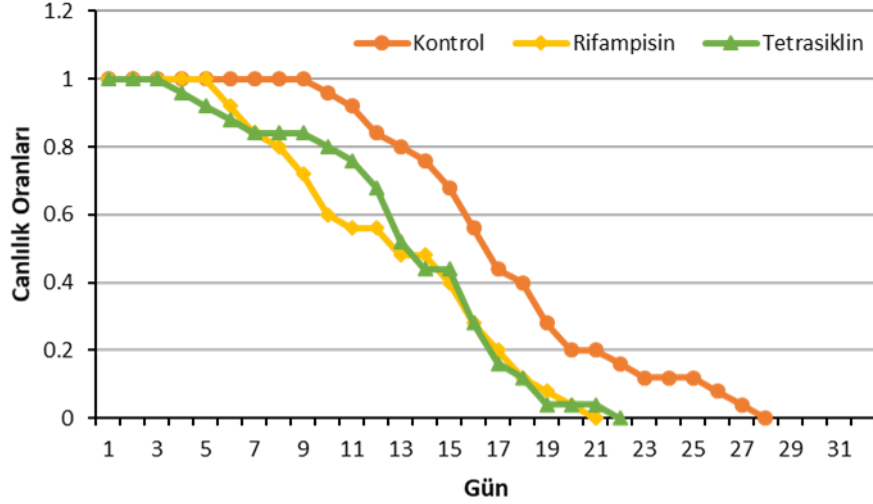
**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

Antibiyotik diyeti ile beslenen *Encarsia lutea* dişi bireylerinin canlılık oranı Şekil 4.48’de verilmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında, Rifampisin ve Tetrasiklin diyeti ile beslenen ergin dişilerde canlılık oranlarının 5. günden itibaren hızlı ve doğrusal bir düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Kontrolde ilk ölümün görüldüğü 16. günde Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde her iki antibiyotik için canlılık oranları 0.56 olarak belirlenmiştir. Kontrolde en uzun dişi ergin yaşam süresi 31 gün olarak bulunurken, Rifampisin ve Tetrasiklinde bu sayılar 28 ve 26 gün olarak saptanmıştır.



Şekil 4.48. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Encarsia lutea* dişi bireylerinin canlılık oranları

Antibiyotik diyeti ile beslenen *E. lutea* erkek bireylerinin canlılık oranı Şekil 4.49’da verilmiştir. Antibiyotik diyetleri sonrası ilk ölümler Rifampisin’de 4 Tetrasiklin’de ise 6. günde başlamıştır. Kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde en uzun yaşam süreleri sırasıyla 28, 22 ve 21 gün olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.49. Antibiyotik diyeti ile beslenen *Encarsia lutea* erkek bireylerinin canlılık oranları

Bu çalışmada, antibiyotik diyetlerinin parazitoit *E. lutea* ergin dişi ve erkek yaşam süresini kısalttığı belirlenmiştir. Stouthamer ve Mak. (2002), Tetrasiklin diyetinin *Wolbachia* ile bulaşık *E. formosa* ergin dişi bireylerinin biyolojik parametrelerine etkilerini ortaya çıkardıkları çalışmalarında, Tetrasiklin diyeti sonrası ergin dişi yaşam süresinin yaklaşık 8 gün kısaldığını ve parazitlediği bireylerden çıkan ergin sayısının azaldığını bildirmişlerdir. Wang ve ark. (2017) Tetrasiklin diyetinin *E. formosa* üzerindeki etkilerini belirledikleri çalışmalarında, kontrolle karşılaştırıldığında Tetrasiklin uygulamasının parazitlenme sayısını ve ergin yaşam süresini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Ahmed ve ark. (2015), *Wolbachia* ile bulaşık *E. mundus* popülasyonunun bulaşık olmayan popülasyona kıyasla parazitoid gelişme süresinin daha kısa, hayatta kalma oranının ise daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Vasquez ve ark. (2011) *Wolbachia* bulaşıklık durumunun *Aphytis melinus* DeBach, 1959 (Hymenoptera: Aphelinidae)’un biyolojik parametrelerine etkilerini belirlemişlerdir. *Wolbachia* bulaşık bireylerin bulaşık olmayan bireylerle karşılaştırıldığında ergin yaşam süresinin daha kısa ve bırakılan yumurta sayısının daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Tetrasiklin diyetinde, *Wolbachia* bulaşıklık durumuna bağlı olarak gerçekleştirilen *E. lutea* çiftleştirme kombinasyonları sonucu elde edilen parazitli ve ölü *B. tabaci* nimf sayısı Çizelge 4.22’de verilmiştir. Ortalama parazitli birey sayıları dişi ve erkek bireylerin *Wolbachia* bulaşıklık durumuna bağlı olarak değişmiştir. Dişi ve erkek bireyin enfekteli (pozitif) olduğu kontrolde ortalama parazitli birey sayısı 11.05 adet iken, dişinin enfekteli, erkeğin temiz (negatif) ve her ikisinin temiz olduğu uygulamalarda sırasıyla ortalama 9.85, 9.64 adet olarak bulunmuş, aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. Dişi bireyin temiz, erkeğin bulaşık olduğu uygulamada ise dişi bireyler *B. tabaci* niflerini hiç parazitlememiştir. Ölü birey sayılarında ise parazitli birey sayılarının tersi bir durum gerçekleşmiştir. En düşük ölü birey sayı 8.15 adet ile kontrolde elde edilirken, en yüksek sayı 16.56 adet ile hiç parazitli bireyin elde edilmediği dişinin

temiz, erkek bireyin enfekteli olduğu uygulamada elde edilmiş ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (F:20.66, df:3, P<0.001).

Çizelge 4.22. Tetrasiklin diyeti sonucunda farklı *Wolbachia* bulaşıklık durumuna sahip *Encarsia lutea* dişi bireylerinin parazitlediği, öldürdüğü ve toplam ortalama *Bemisia tabaci* nimf sayıları (Ort. $\pm$ SH)

Çiftler	n*	Parazitli	Ölü	Toplam (Σ)
W (+) ♀ x W (+) ♂	14	11.05 $\pm$ 0.84a**	8.15 $\pm$ 0.56b	19.20 $\pm$ 0.68ab
W (+) ♀ x W (-) ♂	13	9.85 $\pm$ 0.93a	8.20 $\pm$ 0.75bc	18.05 $\pm$ 1.50ab
W (-) ♀ x W (-) ♂	13	9.64 $\pm$ 1.21a	10.96 $\pm$ 0.79b	20.60 $\pm$ 1.10a
W (-) ♂ x W (+) ♀	12	0.00 $\pm$ 0.00b	16.56 $\pm$ 1.20a	16.56 $\pm$ 1.20b

*n: Denemede kullanılan birey sayısı

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

W: *Wolbachia*, +: enfekteli, -:temiz, ♀: dişi, ♂: erkek bireyi göstermektedir.

Rifampisin diyetinde, *Wolbachia* bulaşıklık durumuna bağlı olarak gerçekleştirilen *E. lutea* çiftleştirme kombinasyonları sonucu elde edilen parazitli ve ölü *B.tabaci* nimf sayıları Çizelge 4.23.'de verilmiştir. Parazitli birey sayıları eşeylerin *Wolbachia* ile enfekteli olma durumuna bağlı olarak değişmiş, 11.05 ile her iki eşeyin enfekteli olduğu uygulamada en yüksek, dişinin temiz, erkeğin enfekteli olduğu uygulamada ise 1.41 ile en düşük olmuştur. Ortalama ölü birey sayıları da eşeylerin infeksiyon durumuna bağlı olarak değişmiş ancak değerler parazitli birey sayılarının tersi yönde gerçekleşmiştir. En yüksek ölü birey sayısı 13.66 ile dişi bireyin temiz, erkek bireyin enfekteli olduğu uygulamada saptanırken, 7.24 ile en düşük, dişinin enfekteli, erkeğin temiz olduğu uygulamada elde edilmiştir. Dişinin temiz erkeğin enfekteli olduğu uygulamada, her iki parametre için elde edilen değerler, diğer uygulamalardan elde edilen değerlerden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (F:24.54, df: 3, P<0.001,), (F:12.47, df:4, P<0.001).

Çizelge 4.23. Rifampisin diyeti sonucunda farklı *Wolbachia* bulaşıklık durumuna sahip *Encarsia lutea* dişi bireylerinin parazitlediği, öldürdüğü ve toplam ortalama *Bemisia tabaci* nimf sayıları (Ort. $\pm$ SH)

Çiftler	n*	Parazitli	Ölü	Toplam (Σ)
W (+) ♀ x W (+) ♂	14	11.05 $\pm$ 0.84a**	8.15 $\pm$ 0.56b	19.20 $\pm$ 0.68a
W (+) ♀ x W (-) ♂	13	10.81 $\pm$ 1.36a	7.24 $\pm$ 0.93b	18.05 $\pm$ 1.40ab
W (-) ♀ x W (-) ♂	11	8.85 $\pm$ 0.70a	9.07 $\pm$ 0.70b	19.92 $\pm$ 0.88a
W (-) ♂ x W (+) ♀	11	1.41 $\pm$ 0.31b	13.66 $\pm$ 1.01a	15.11 $\pm$ 1.20b

*n: Denemede kullanılan birey sayısı

**Duncan çoklu karşılaştırma testine göre aynı sütunda aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir.

W: *Wolbachia*, +: enfekteli, -:temiz, ♀: dişi, ♂: erkek bireyi göstermektedir.

Tetrasiklin diyeti sonucunda *Wolbachia*'nın elemine edildiği dişi bireylerin enfekteli erkek birey ile çiftleştikleri uygulamada hiç parazitli birey elde edilememiştir. Rifampisin diyetinde ise parazitli birey sayısı oldukça düşük (1.41 adet) bulunmuştur. Böceklerde *Wolbachia* ve *Cardinium*'un neden olduğu sitoplazmik uyumsuzluk sonucunda iki farklı durumun ortaya çıktığı bilinmektedir. İlki ve yaygın olanı, uyumsuzluk yaratan dişi ve erkek bireyin (simbiyont bulaşık olmayan dişi ve bulaşık olan erkek) çiftleşmesi sonucu dişi bireyin bıraktığı yumurtanın (dişi olacak yumurta/female mortality type) ölmesi veya açılmaması olarak tanımlanırken, ikincisi ise uyumsuz çiftlerin çiftleşmesinin kromozom bozukluğuna neden olarak çiftleşmiş yumurtadan erkek bireylerin ortaya çıkması (erkekleşme / male replacement) olarak açıklanmaktadır (Reed ve Werren, 1995; Breeuwer, 1997; Vavre ve ark., 2000; Shropshire ve ark., 2020). Bu tez kapsamında elde edilen sonuçlara benzer çalışmalarda, Hunter ve ark. (2003), Rifampisin kullanarak *E. pergandiella* ergin dişi ve erkek bireylerinden *Wolbachia* simbiyontunu elemine etmişlerdir. Daha sonra *Wolbachia* ile enfekteli ve temiz dişi ve erkek bireyleri çiftleştirerek parazitoitin üreme davranışını belirlemişlerdir. Temiz dişi birey ile enfekteli erkek bireyin çiftleşmesinin sitoplazmik uyumsuzluğa neden olduğunu ve *B. tabaci* nimflerinde ölümlere neden olduğunu bildirmişlerdir. Chiel ve ark. (2014) *Wolbachia* ile enfekteli *Eretmocerus* sp. nr. *emiratus* erkek bireyi ile temiz dişi bireyin çiftleştirilmesi sonucunda parazitli birey sayısının dramatik bir şekilde düştüğünü ve dişi sayısının azaldığını bildirmişlerdir. Perlman ve ark. (2006) autoparazitoit olmayan *E. inaron*'da, uyumsuzluğa neden olan çiftleşme sonucunda dişi bireyin parazitlediği birey sayısının kontrolle karşılaştırıldığında azaldığını ve yeni bireylerdeki eşey oranının erkek lehine arttığını (erkek dönüşüm) bildirmişlerdir. White ve ark. (2009) Ampisilin ve Doksilin kullanarak elemine ettikleri *Wolbachia* ve *Cardinium* endosimbiyontlarının konukçu *E. inaron* üzerindeki etkilerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar, *Wolbachia*'nın sitoplazmik uyumsuzluğa yol açarak erkek birey sayısını arttırdığını ancak *Cardinium*'un eliminasyonunun sitoplazmik uyumsuzluğun sonuçları olan parazitli veya erkek birey sayısını etkilemediğini bildirmişlerdir. Doremus (2021) cEper1 ve cEina3 olmak üzere iki farklı *Cardinium* ırkının *E. suzannae*'da sitoplazmik uyumsuzluğa yol açtığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, sitoplazmik uyumsuzluğun nedenlerini *Cardinium*'un erkek bireylerdeki sperm hücrelerini etkilemesi veya olgun spermlerin bulunduğu seminal veziküler keseler veya testislerde bulunan somatik hücrelere yerleşmesi olarak saptamışlardır.

Farklı parazitoit türlerle yapılan çalışmalarda, Breeuwer ve Waren (1993) Tetrasiklin diyetinin *Nasonia vitripennis* (Walker, 1836) (Hymenoptera: Pteromalidae)'te bulunan bakteri yoğunluğunu düşürdüğünü ve buna bağlı olarak parazitlenme sayısının azaldığını saptamışlardır. Villanueva-Jimenez ve ark. (2012) *Er. mundus* ve *Er. hayati*'de bulunan *Wolbachia* simbiyontunu Rifampisin kullanarak elemine ettiklerini, bu eliminasyonun *Er. hayati* popülasyonuna etkisinin olmadığını ancak *Er. mundus* popülasyonunda erkek birey sayısının arttığını bildirmişlerdir. De Barro ve ark. (2001) Rifampisin ile *Wolbachia*'yı başarılı bir şekilde elemine ettiklerini, bunun sonucu olarak *Er. mundus*'un parazitlenme sayısının düştüğünü ve popülasyondaki erkek oranının

arttığını belirlemişlerdir. Fernandez ve ark. (2019) farklı Tetrasiklin uygulama dozlarının ergin *Er. mundus* canlılık oranlarını etkilediğini 0.56 (mM) konsantrasyonda %90 olan canlılık oranını 0.90 (mM) konsantrasyonda %32 olarak belirlemişlerdir. Son olarak, farklı konukçularda bulunan *Wolbachia*'nın genetik yapısının ve konukçular üzerindeki etkilerinin belirlendiği *Wolbachia* Genom projesine bağlı alt çalışmalarda *Wolbachia*'nın *Drosophila* cinsine ait farklı türlerde ve Sıtma hastalığını taşıdığı bilinen *Culex pipens* L. 1758 (Diptera: Culicidae) türünde sitoplazmik uyumsuzluğa neden olduğu bildirilmiştir (Werren ve ark., 2008).





5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında Rifampisin ve Tetrasiklin antibiyotik diyetinin *Bemisia tabaci* ve parazitoiti *Encarsia lutea*'nın endosimbiont yapılarında neden olduğu değişimler ve bu değişimlere bağlı olarak farklı endosimbiontların *B. tabaci* ve *E. lutea*'nın biyolojilerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla çalışmalar yürütülmüş, elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda sunulmuştur.

1. *Bemisia tabaci* B ve Q biyotip ergin bireylerinin Rifampisin ve Tetrasiklin kullanılarak hazırlanan besinler ile beslenip beslenmediklerini belirlemek için yapılan denemelerde, parafilm temelli sistemde besinsiz ortamda her iki biyotipte 48. saatte canlı birey kalmamıştır. Kontrol (Sukroz), Rifampisin ve Tetrasiklin besin ortamlarında 48. saatte canlılık oranları her iki biyotip için %80 ile %92 arasında değişmiştir. Elde edilen bu sonuç *B. tabaci* B ve Q biyotip ergin bireylerinin Rifampisin ve Tetrasiklin ile hazırlanan besinler ile beslendiğini göstermiştir
2. Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri her iki biyotipte ortalama ve günlük bırakılan yumurta sayılarının azalmasına neden olmuştur. Bu azalma B biyotipinde F_0 generasyonuna kıyasla F_1 generasyonunda daha belirgin olmuş, kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde F_0 'da toplam ortalama yumurta sayıları sırasıyla 101.40, 55.45 ve 65.50 adet olarak bulunurken F_1 'de bu değerler aynı sırayla ortalama 105.35, 10.15 ve 40.45 adet olmuştur. *Bemisia tabaci* Q biyotipinde ise F_0 ve F_1 generasyonları arasındaki fark B biyotipinde olduğu kadar belirgin olmamış, ergin dişilerinin bıraktıkları yumurta sayıları birbirine yakın bulunmuştur.
3. Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri *B. tabaci*'nin her iki biyotipinde (B ve Q biyotipi), bütün nimf dönemlerinde (Tetrasiklin diyetinin 3. nimf dönemi dışında) ergin öncesi gelişme sürelerinin ortalama 4-7 gün uzamasına neden olmuştur. Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri *B. tabaci* B ve Q biyotipinde, F_0 ve F_1 generasyonlarında ergin dişi ve erkek bireylerin yaşam sürelerinin kısalmasına neden olmuştur. B Biyotipin F_1 generasyonunda, kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde ergin dişi bireylerin yaşam süreleri sırasıyla ortalama 24.95, 21.30 ve 15.68 gün olarak belirlenmiştir. Erkek bireylerde ise en yüksek yaşam süresi 16.2 gün ile B biyotipi kontrolde, en düşük ise Q biyotipi F_1 'de Rifampisin diyetinde (13.55 gün) belirlenmiştir.

4. Rifampisin ve Tetrasiklin diyetleri *B.tabaci* F₁ ergin öncesi dönemlerde ölüm oranlarının artmasına neden olmuş, B biyotip için bu oranlar sırasıyla %32 ve %25, Q biyotip için ise %30 ve %22 olarak belirlenmiştir.
5. Rifampisin diyetinin *B. tabaci* B ve Q biyotipi (F₁) bireylerinin tüm yaşam çizelgesi parametrelerini (B biyotipi F₀ ortalama döl süresi dışında) etkilediği belirlenmiş ve F₁ dişilerinin günlük bıraktığı yumurta sayısının 1 adet altına düştüğü saptanmıştır.
6. *Bemisia tabaci* B biyotipinde (F₀) Kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* ergin dişi bireylerin r_m değeri sırasıyla 0.137, 0.122 ve 0.117 dişi/dişi/gün olarak saptanırken F₁'de bu değerler aynı sırayla 0.133, 0.038 ve 0.078 dişi/dişi/gün olmuştur.
7. *Bemisia tabaci* Q biyotipinde (F₀) Kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* ergin dişi bireylerin r_m değeri sırasıyla 0.146, 0.115 ve 0.122 dişi/dişi/gün olarak saptanırken F₁'de bu değerler aynı sırayla 0.142, 0.090 ve 0.103 dişi/dişi/gün olmuştur.
8. *Bemisia tabaci* B biyotipinde (F₀) Kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* ergin dişi bireylerin R_0 değeri sırasıyla 52.88, 26.58 ve 36.46 dişi/dişi/döl olarak saptanırken F₁'de bu değerler aynı sırayla 49.08, 3.63 ve 18.03 dişi/dişi/döl olmuştur.
9. *Bemisia tabaci* Q biyotipinde (F₀) Kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* ergin dişi bireylerin R_0 değeri sırasıyla 66.15, 28.77 ve 32.45 dişi/dişi/döl olarak saptanırken F₁'de bu değerler aynı sırayla 60.81, 22.70 ve 27.38 dişi/dişi/döl olmuştur.
10. *Bemisia tabaci* B biyotipinde (F₀) Kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* ergin dişi bireylerin T_0 değeri sırasıyla 28.90, 27.91 ve 29.26 gün olarak saptanırken F₁'de bu değerler aynı sırayla 29.07, 33.49 ve 36.74 gün olmuştur.
11. *Bemisia tabaci* Q biyotipinde (F₀) Kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin ile beslenen *B. tabaci* ergin dişi bireylerin T_0 değeri sırasıyla 28.67, 29.08 ve 28.38 gün olarak saptanırken F₁'de bu değerler aynı sırayla 28.80, 34.61 ve 31.97 gün olmuştur.
12. Antibiyotik diyetleri dişi bireylerde görülen tüm endosimbiontları ergin ömrü boyunca tamamen elemine etmese de bulaşıklık oranlarını oldukça düşürmüştür.

13. Antibiyotiklerin etkisi endosimbiont türüne bağlı olarak değişmiş, Rifampisin diyeti birincil endosimbiont *Portiera* üzerinde Tetrasiklin'den daha etkili olurken *B. tabaci* B biyotipi F_1 dişi bireylerinde bulaşık oranlarını %15'e kadar düşürmüştür.
14. *Bemisia tabaci* B biyotipinde Kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde *Hamiltonella* bulaşıklık oranları F_0 'da sırasıyla %96 %29 ve %31 olarak bulunurken, F_1 'de aynı sırayla %94, %19 ve %27 olmuştur
15. *Bemisia tabaci* Q biyotipinde, kontrolde F_0 ve F_1 'de sırasıyla %87 ve %86 olan *Arsenophonus* bulaşıklık oranları, antibiyotik diyetlerinde %15 ile %40 arasında değişmiştir. Kontrol ve Tetrasiklin diyetinde F_0 ve F_1 'de saptanan bulaşıklık oranları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmazken, Rifampisin diyetinde önemli olmuştur.
16. Tetrasiklin diyeti her iki biyotipte bulunan *Rickettsia* üzerinde Rifampisin'e kıyasla daha yüksek oranlarda etkili olmuştur. Q biyotipi F_0 generasyonu ergin bireylerinde kontrolde % 52 olarak bulunan *Rickettsia* bulaşıklık oranı, Rifampisin ve Tetrasiklinde sırasıyla % 27 ve % 19 olarak saptanmıştır. F_1 'de ise bu oranlar aynı sırasıyla, %58, %20 ve %8 olarak belirlenmiş Tetrasiklin, her iki generasyonda da Rifampisin'den daha etkili bulunmuştur.
17. *Bemisia tabaci* Q biyotipinde, kontrol ile karşılaştırıldığında antibiyotik diyetleri *Wolbachia* bulaşıklık oranlarında azalmaya neden olmuştur. Kullanılan antibiyotiklerden Tetrasiklin daha etkili olmuş hem F_0 , hem de F_1 'de %16 ve %9 bulaşıklık oranları ile Rifampisin'den daha düşük bulunmuştur.
18. Ergin dönemlere benzer şekilde ergin öncesi dönemlerde de antibiyotik diyetleri B biyotipinde *Portiera* endosimbiontunun bulaşıklık oranının azalmasına neden olmuştur. Kullanılan antibiyotiklerden Rifampisin, Tetrasiklinden daha etkili bulunmuş, kontrolde 3. nimf ve pupa dönemine ait bulaşıklık oranları %100 olarak bulunurken, Rifampisin diyetinde sırasıyla %50 ve %60 olarak belirlenmiştir.
19. Her iki antibiyotik ergin öncesi dönemlerde *Rickettsia*'nın azalmasına neden olmuş, ancak Tetrasiklin daha etkili bulunmuştur. *Bemisia tabaci* Q biyotipi Tetrasiklin diyetinde 3. nimf ve pupa dönemleri bulaşıklık oranları sırasıyla %10 ve %5 olarak saptanmıştır. Kontrolde bu değerler aynı sırayla %45 ve %60 olarak bulunmuştur.

20. Antibiyotik diyetleri parazitoit *E. lutea* ergin dişi ve erkek bireylerinin yaşam sürelerini kısaltmıştır. Dişi bireylerde, kontrol, Rifampisin ve Tetrasiklin diyetlerinde yaşam süreleri sırasıyla, 16.56, 12.08 ve 12.60 gün olarak belirlenirken, erkek bireylerde aynı sırayla 23.56, 16.16 ve 15.64 gün olarak bulunmuştur.
21. Antibiyotik diyetlerinden sonra, kontrolde, test edilen *E. lutea* dişi ve erkek bireylerinin tamamı *Wolbachia* ile bulaşık bulunmuştur. Tetrasiklin ile beslenen dişi ve erkek bireylerde bulaşıklık oranları sırasıyla %35 ve %30 olmuş, Rifampisin için bu oranlar aynı sırayla, %45 ve %40 olarak saptanmıştır.
22. Antibiyotik diyetleri sonucunda *Wolbachia*'nın temizlendiği dişi bireylerin *Wolbachia* bulaşık erkek bireyler ile çiftleşmesi sitoplazmik uyumsuzluğa neden olmuş ve bu eşleşmede Tetrasiklin'de a hiç parazitli birey elde edilmezken, Rifampisin'de 1.41 adet ile oldukça düşük bulunmuştur.

Bu çalışmanın sonuçları, *B. tabaci* ile yapılan diğer endosimbiont çalışmaları ile bir arada değerlendirildiğinde, endosimbiontların zararlının biyolojisi üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermektedir. Gerek Rifampisin, gerekse Tetrasiklin diyetleri sonucunda, Türkiye'de yaygın görülen *B. tabaci* B ve Q biyotiplerinin r_m ve R_o parametreleri düşmüş, F_1 'den sonra üremeleri durmuş ve popülasyon oluşturamamışlardır. Elde edilen bu sonuç, zararlı ile mücadelede sentetik insektisitlere dayalı kimyasal, biyolojik, kültürel ve biyoteknik mücadele yöntemlerine alternatif bir mücadele yönteminin geliştirilebileceğini göstermektedir. Bu nedenle böcek endosimbiont ilişkisinin daha iyi anlaşılması ve bu endosimbiontların konukçularında meydana getirdiği değişimlerin detaylandırılması, zararlılar ile mücadelede yeni stratejilerin geliştirilebilmesi için büyük rol oynayacaktır.

Bu tez kapsamında antibiyotik kullanılarak endosimbiontlar elemine edilmiş ve bunun sonucunda *B. tabaci*'nin biyolojik parametrelerine olan etkileri ortaya çıkarılmıştır. Ancak bu çalışmaların zararlının insektisitlere karşı oluşturmuş olduğu direnç, parazitoit ve entomopatojenlerin başarılarına olan etkisi gibi konularda da yürütülmesi durumunda zararlının mücadelesine yönelik önemli bulguların elde edilebileceği düşünülmektedir.

Böceklerle ortak yaşam içerisinde yer alan ve böceğin yaşamsal faaliyetlerinde önemli işleve sahip endosimbiont bakteri türlerinin belirlenmesi ve manipülasyonu ile zararlılara karşı mücadelede son yıllarda artış gösteren alternatif yöntemler arasında yer almaktadır. Dolayısıyla bu tez kapsamında *B. tabaci*'nin B ve Q biyotipleri ile ilgili yürütülen çalışmaların farklı moleküler yöntemler (FISH ve Real-time PZR) kullanılarak benzer zararlı grupları üzerinde de ortaya çıkarılmalıdır.

Dünya’da *E. lutea*’nın barındırdığı endosimbiontların populasyonlar üzerindeki etkileri ilk defa bu çalışma ile ortaya çıkarılmıştır. Çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular ile *E. lutea*’nın *B. tabaci*’nin eşey durumuna bağlı olarak sitoplazmik uyumsuzluk oluşabileceği ve bu durumun da parazitoit popülasyonunu olumsuz etkileyebileceği belirlenmiştir. *Encarsia lutea* ile yapılacak kitle üretimi ve salım çalışmaları öncesinde mevcut parazitoit endosimbiont yapısının ortaya çıkarılması oluşabilecek sitoplazmik uyumsuzluk ihtimalini ortadan kaldırmak için ilk adım olacaktır. Böylece parazitoitin biyolojik mücadelesindeki başarısının artması ve kitle üretiminde karşılaşılabilecek sorunların giderilmesinde katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bunun yanında hiperparazitoit olan *E. lutea* popülasyonlarında bulunan *Wolbachia*’nın parazitoitin üreme davranışı ve birincil ve ikincil konukçular üzerindeki parazitlenme tercihlerine etkilerinin ortaya çıkarılması gerekmektedir. Türkiye’de bulunan farklı parazitoit türlerin popülasyonlarını etkileyen abiyotik ve biyotik faktörlerin yanında endosimbiont yapısının detaylı çalışmalarla ortaya çıkarılması parazitoit türlerinin biyolojik mücadele potansiyellerinin ortaya çıkarılmasında yararlı olacaktır



KAYNAKLAR

- Abdel-Fattah, M. I., Hendi, A., Kolaib, M. O., ve El-Said, A., 1984. Studies on *Prospaltella lutea* masi, a primary parasite of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.) in Egypt. (Hymenoptera: Aphelinidae). Bulletin de la Societe Entomologique d'Egypte, 65: 119-129.
- Abdelrahman, A. A., 1986. The potential of natural enemies of the cotton whitefly in Sudan Gezira. Insect Science and its Application, 7: 69-73.
- Ahmed, M. Z., Ren, S. X., Xue, X., Li, X. X., Jin, G. H. ve Qiu, B. L., 2010. Prevalence of endosymbionts in *Bemisia tabaci* populations and their in vivo sensitivity to antibiotics. Current Microbiology, 61: 322-328.
- Ahmed, M. Z., Li, S. J., Xue, X., Yin, X. J., Ren, S. X., Jiggins, F. M., Greeff, J. M., ve Qiu, B. L., 2015. The intracellular bacterium *Wolbachia* uses parasitoid wasps as phoretic vectors for efficient horizontal transmission. PLoS Pathogens, 10(2), e1004672.
- Baumann, P., Moran, N., ve Baumann, L., 2000. Bacteriocytes-associated endosymbionts of insects. Dworkin M (ed.) The Prokaryotes. Springer, New York, 155-159s
- Bayhan, E., Ulusoy, M. R., ve Brown, J. K., 2006. Host range, distribution, and natural enemies of *Bemisia tabaci* 'B biotype' (Homoptera: Aleyrodidae) in Turkey. Journal of Pest Science, 79: 233-240.
- Becht, E., McInnes, L., Healy, J., Dutertre, C. A., Kwok, I. W. H., Ng, L. G., Ginhoux, F., ve Newell, E.W., 2019. Dimensionality reduction for visualizing single-cell data using UMAP. Nature Biotechnology, 37:38-47.
- Bedford, I. D., Briddon, R. W., Brown, J. K., Rosell, R. C., ve Markham, P. G., 1994. Geminivirus transmission and biological characterization of whitefly (*Bemisia tabaci*) biotypes from different World regions. Annual of Applied Biology, 125: 311-325.
- Bel-kadhi, M.S., Onillon J.C. ve Cenis J.L., 2008. Molecular characterization of *Bemisia tabaci* biotypes in southern Tunisia. Tunisian Journal of Plant Protection, 3(2): 79-86.
- Bellows, T. S., Thomas, Jr., Perring, M., Gill, R. J., ve Headrick, D. H., 1994. Description of a species of *Bemisia* (Homoptera: Aleyrodidae). Annals of the entomological society of America, 87: 195-206.
- Bethke, J. A., Paine T. D., ve Nuessly, G. S., 1991. Comparative Biology, Morphometries, and development of two populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on cotton and poinsettia. Annals of the Entomological Society of America, 84: 407-411.
- Birch, L.C., 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. Journal of Animal Ecology, 17: 15-26.
- Bourtzis, K., Miller, T. A., (eds.), 2003. Insect Symbiosis. CRC Press, Boca Raton, 347s.
- Boykin L. M., 2014. *Bemisia tabaci* nomenclature: lessons learned. Pest Management Science 70:1454-1459.

- Boykin, L. M., ve De Barro, P. J., 2014. A practical guide to identifying members of the *Bemisia tabaci* species complex: and other morphologically identical species. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 2: 1-5.
- Breeuwer, J. A., ve Werren, J. H., 1993. Cytoplasmic incompatibility and bacterial density in *Nasonia vitripennis*. *Genetics*, 135(2): 565-574.
- Breeuwer, J. A. J., 1997. *Wolbachia* and cytoplasmic incompatibility in the spider mites *Tetranychus urticae* and *T. turkestanii*. *Heredity*, 79: 41-47.
- Briggs, C.J. and Collier, T. R., 2001. Autoparasitism, interference, and parasitoid-pest population dynamics. *Theoretical Population Biology*, 60 (1): 33-57.
- Brown, J. K. ve Nelson, M. R. 1984. Geminate particles associated with cotton leaf crumple disease in Arizona. *Phytopathology*, 74: 987-990.
- Brown, J. K., ve Idris, A. M., 2005. Genetic differentiation of whitefly *Bemisia tabaci* mitochondrial cytochrome oxidase I, and phylogeographic concordance with the coat protein of the plant virus genus begomovirus. *Annals of the Entomological Society of America*, 98: 827-837.
- Brown, J. K., 2010. Phylogenetic biology of the *Bemisia tabaci* sibling species group P.A. Stansly, S.E. Naranjo (eds.), *Bemisia: Bionomics and Management of a Global Pest*, Springer, 31-67s.
- Brown, J. K., Paredes-Montero, J. R., ve Stocks, I. C., 2023. The *Bemisia tabaci* cryptic (sibling) species group-imperative for a taxonomic reassessment, *Current Opinion in Insect Science*, 57: 101032.
- Brumin, M., Kontsedalov, S., ve Ghanim, M., 2011. *Rickettsia* influences thermotolerance in the whitefly *Bemisia tabaci* B biotype. *Insect Science*, 18: 57-66.
- Brumin M., Lebedev G., Kontsedalov S., ve Ghanim, M., 2020. Levels of the endosymbiont *Rickettsia* in the whitefly *Bemisia tabaci* are influenced by the expression of vitellogenin. *Insect Molecular Biology*, 29(2): 241-255.
- Buchner, P., 1965. Endosymbionts of animals with plant microorganisms. John Willey and Sons Interscience, New York. 332-338s.
- Byrne, D. N., ve Miller, W. B., 1990. Carbohydrate and amino acid composition of phloem sap and honeydew produced by *Bemisia tabaci*. *Journal of Insect Physiology*, 36: 433-439.
- Campbell, E. A., Korzheva, N., Mustaev, A., Murakami, K., Nair, S., Goldfarb, A., ve Darst, S. A., 2001. Structural mechanism for rifampicin inhibition of bacterial rna polymerase. *Cell*, 104(6): 901-12.
- Charlat, S., Calmet, C., Andrieu, O., ve Merçot, H., 2005. Exploring the evolution of *Wolbachia* compatibility types: a simulation approach. *Genetics*, 170(2): 495-507.

- Chiel, E., Inbar, M., Mozes-Daube, N., White, J. A., Hunter, M. S., ve Zchori-Fein, E., 2009. Assessments of fitness effects by the facultative symbiont *Rickettsia* in the sweet potato whitefly (Hemiptera: Aleyrodidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 102: 413-418.
- Chiel, E., Kelly, S. E., Harris, A. M., Gebiola, M., Li, X., Zchori-Fein, E., ve Hunter, M. S., 2014. Characteristics, phenotype, and transmission of *Wolbachia* in the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), and its parasitoid *Eretmocerus* sp. nr. *emiratus* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Environmental entomology*, 43(2): 353-362.
- Clark, M. A., Baumann, L., Munson, M. A., Baumann, P., Campbell, B.C., 1992. The eubacterial endosymbionts of whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) constitute a lineage distinct from the endosymbionts of aphids and mealybugs. *Current Microbiology*, 25: 119-123.
- Cock, M. J. W., 1993. *Bemisia tabaci*: An Update 1986–92 on the Cotton Whitefly with an Annotated Bibliography.
- Cockerell, T. D. A. (1902). The classification of the Aleyrodidae. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 54(2): 279-283.
- Conte, A., ve Faucheron, L., 1907. Presence de levures dans le corps adipeux de divers coccides. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences*, 145: 1223-1225.
- Costa, H. S., ve Brown, J. K., 1991. Variation in biological characteristics and esterase patterns among populations of *Bemisia tabaci* and the association of one population with silverleaf symptom induction. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 61: 211- 219.
- Costa H.S., Ullman D. E., Johnson M. W., ve Tabashnik B. E., 1993 Antibiotic Oxytetracycline interferes with *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) oviposition, development, and ability to induce squash silverleaf. *Annals of the Entomological Society of America*, 86 (6): 740-748.
- Costa, H. S., Westcot, D. M., Ullman, D. E., Rosell, R., Brown, J. K., ve Johnson, M. W., 1995. Morphological variation in *Bemisia* endosymbionts. *Protoplasma* 189, 194–202.
- Costa, H. S., Enneberry, T. J., ve Toscano, N. C., 1997. Effects of antibacterial materials on *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) oviposition, growth, survival, and sex ratio. *Journal of Economic Entomology*, 90: 333–339.
- De Barro, P.J., 1995. *Bemisia tabaci* biotype B: a review of its biology, distribution and control CSIRO Entomology Technical Paper No. 33. Canberra, Australia, CSIRO.
- De Barro, P.J., Liebregts, W., ve Carver, M., 1998. Distribution and identity of biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) in member countries of the Secretariat of the Pacific Community. *Australian Journal of Entomology*, 37: 214-218.
- De Barro P. J., ve Hart P. J., 2000. Mating interactions between two biotypes of the whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in Australia. *Bulletin of Entomological Research* 90(2): 103-112.

- De Barro, P.J., Driver, F., Trueman J.W., ve Curran J., 2000. Phylogenetic relationships of world populations of *Bemisia tabaci* (Gennadius) using ribosomal ITS1. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 16: 29-36.
- De Barro, P. J., ve Hart P. J., 2001. Antibiotic curing of parthenogenesis in *Eretmocerus mundus* (Australian parthenogenic form). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 99: 225-230.
- De Barro, P. J., Liu S. S., Boykin L. M., ve Dinsdale A. B., 2011. *Bemisia tabaci*: a statement of species status. *Annual Review of Entomology*, 56: 1-19.
- De la Rua, P., Simon, B., Cifuentes, D., Martinez-Mora, C., ve Cenis, J. L., 2006. New insights into the mitochondrial phylogeny of the whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) in the Mediterranean Basin. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 44 (1): 25-33.
- de Moraes, L. A., Muller, C., Bueno, R. C. O. F., Santos, A., Bello, V. H., De Marchi, B. R., Watanabe, L. F. M., Marubayashi, J. M., Santos, B. R., Yuki, V. A., Takada, H. M., de Barros, D. R., Neves, C. G., da Silva, F. N., Gonçalves, M. J., Ghanim, M., Boykin, L., Pavan, M. A., ve Krause-Sakate, R., 2018. Distribution and phylogenetics of whiteflies and their endosymbiont relationships after the Mediterranean species invasion in Brazil. *Scientific reports*, 8(1): 14589.
- Dinsdale, A., Cook, L., Riginos, C., Buckley, Y. M., ve De Barro, P., 2010. Refined global analysis of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aleyrodoidea: Aleyrodidae) mitochondrial cytochrome oxidase 1 to identify species level genetic boundaries. *Annals of the Entomological Society of America*, 103(2): 196-208.
- Doremus, M., Kelly, S., ve Hunter, M., 2019. Exposure to opposing temperature extremes causes comparable effects on *Cardinium* density but contrasting effects on *Cardinium*-induced cytoplasmic incompatibility. *PLOS Pathogens*. 15:e1008022.
- Doremus, M. R., 2021. *Cardinium*-induced cytoplasmic incompatibility in *Encarsia* parasitoid W-wasps. Doctoral Dissertation, University of Arizona, Tucson, USA. 170 s.
- Duffus, J. E., ve Flock, R. A., 1982. Whitefly-transmitted disease complex of the desert Southwest. *California Agriculture*, 36: 4-6.
- Eberle, M. W., ve McLean, D. L., 1983. Observation of symbiote migration in human body lice with scanning and transmission electron microscopy. *Canadian Journal of Microbiology*, 28: 755-762.
- Elfekih, S., Tay, W. T., Gordon, K., Court, L. N., ve De Barro, P. J., 2018. Standardized molecular diagnostic tool for the identification of cryptic species within the *Bemisia tabaci* complex. *Pest Management Science*, 74: 170-173.
- Erdoğan, C., Moores G. D., Gurkan, M. O., Gorman, K. J., ve Denholm, I., 2008. Insecticide resistance and biotype status of populations of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) from Turkey. *Crop Protection*, 27 (3-5): 600-605.

- Everett K. D. E., Thao, M., Horn, M., Dyszynski, G.E., ve Baumann, P., 2005. Novel chlamydiae in whiteflies and scale insects: endosymbionts 'Candidatus *Fritschea bemisiae*' strain Falk and 'Candidatus *Fritschea eriococci*' strain Elm. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 55: 1581-1587
- Fattah-Hosseini, S., Karimi, J., ve Allahyari, H., 2014. Molecular characterization of Iranian *Encarsia formosa* Gahan Populations with natural incidence of *Wolbachia* infection. *Journal of the Entomological Research Society*, 20(1): 85-100.
- Fernández, M. D. M., Meeus, I., Billiet, A., Van Nieuwerburgh, F., Deforce, D., Vandamme, P., 2019. Influence of microbiota in the susceptibility of parasitic wasps to abamectin insecticide: Deep sequencing, esterase and toxicity tests. *Pest Management Science*, 75: 79-86.
- Firdaus, S., Vosman, B., Hidayati, N., Jaya Supena, E.D., Visser, R. G. F., ve Van, A.W., 2013. The *Bemisia tabaci* species complex: additions from different parts of the world *Insect Science*, 20: 723-733.
- Fujiwara, A., Meng, X.Y., Kamagata, Y., ve Tsuchida, T., 2022. Subcellular niche segregation of co-obligate symbionts in whiteflies. *Microbiology Spectrum*, 11(1).
- Gebiola, M., Kelly, S.E., Hammerstein, P., Giorgini, M., ve Hunter, M.S., 2016 "Darwin's corollary" and cytoplasmic incompatibility induced by *Cardinium* may contribute to speciation in *Encarsia* wasps (Hymenoptera: Aphelinidae). *Evolution*. 70(11): 2447-2458.
- Gennadius, 1889. Disease of the tobacco plantations in the Trikonía. The aleurodid of tobacco. *Ellenike Ga*, 5: 1-3.
- Gerling D., 1986. Natural enemies of *Bemisia tabaci*, biological characteristics and potential as biological control agents: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 17: 99-110.
- Gerling D. ve Foltyn, S., 1987. Development and host preference of *Encarsia lutea* (Masi) and interspecific host discrimination with *Eretmocerus mundus* (Mercet) (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitoids of *Bemisia tabaci* (Genn.). *Journal of Applied Entomology*, 103: 425-433.
- Gerling, D., Alomar, O., ve Arno, J., 2001. Biological control of *Bemisia tabaci* using predators and parasitoids. *Crop Protection*, 20: 779-799.
- Golding, F. D., 1930. A vector of leaf curl of cotton in southern Nigeria. *Empire Cotton Growers*.
- Gottlieb, Y., Ghanim M., Chiel, E., Gerling D., Portnoy, V., Steinberg, S., Tzuri, G., Horowitz, A. R., Belaysov, E., Mozes-Daube, N., Kontsedalov, S., Gershon, M., Gal, S., Katzir, N., ve Zchori-Fein, E., 2006. Identification and Localization of a *Rickettsia* sp. in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Applied and Environmental Microbiology*, 72: 3646-3652.
- Gottlieb, Y., Zchori-Fein, E., Mozes-Daube, N., Kontsedalov, S., Skaljic, M., Brumin, M., Sobol, I., Czosnek, H., Vavre, F., Fleury, F., ve Ghanim, M., 2010. The transmission efficiency of

- tomato yellow leaf curl virus by the whitefly *Bemisia tabaci* is correlated with the presence of a specific symbiotic bacterium species. 84(18): 9310-7.
- Guo H, Qu, Y., Liu, X., Zhong W., ve Fang, J., 2014. Female-biased symbionts and tomato yellow leaf curl virus infections in *Bemisia tabaci*. PLoS ONE 9(1): e84538.
- Hafez, M., Tawfik, M.F.S., Awadallah, K.T. ve Sarhan, A.A., 1978. Natural enemies of the cotton whitefly, *Bcmisia tabaci* (Genn.), in the world and in Egypt. Bulletin de la Société Entomologique de France, 62: 9-13.
- Hamada, A., Wahl, G.D., Nesterov, A., Nakao, T., Kawashima, M., Banb,a S., 2019. Differential metabolism of imidacloprid and dinotefuran by *Bemisia tabaci* CYP6CM1 variants. Journal of Physiology and Biochemistry, 159: 27-33.
- Harris, L., Kelly, S., ve Hunter, M., 2010. Population dynamics and rapid spread of *Cardinium*, a bacterial endosymbiont causing cytoplasmic incompatibility in *Encarsia pergandiella* (Hymenoptera: Aphelinidae). Heredity, 104: 239-246.
- Hayat, M., 2008. The genera of Aphelinidae (Hymenoptera) of the world. Systematic Entomology. 8: 63-102.
- Hayat, M., 2008. The genera of Aphelinidae (Hymenoptera) of The world. Systematic Entomology. 8: 63-102.
- Heddi, A., Grenier, A. M., Khatchadourian, C., Charles, H. ve Nardon, P., 1999. Four intracellular genomes direct weevil biology: Nuclear, mitochondrial, principal endosymbiont, and *Wolbachia*. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 96: 6814–6819.
- Heinz K. M., ve Parrella, M. P., 1994. Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd Ex Koltz) cultivar-mediated differences in performance of five natural enemies of *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring, n. sp. (Homoptera: Aleyrodidae). Biological Control, 4(4): 305-318.
- Heraty, J.M., Polaszek, A., ve Schauff, M.E., 2008. Systematics and Biology of *Encarsia*. In: Gould, J., Hoelmer, K., Goolsby, J. (eds) Classical Biological Control of *Bemisia tabaci* in the United States - A Review of Interagency Research and Implementation. Progress in Biological Control, Springer, Dordrecht.
- Himler A.G., Adachi-Hagimori, T., Bergen, J.E., Kozuch, A., Kelly, S.E., Tabashnik, B.E., Chiel, E., Duckworth, V.E., Dennehy, T.J., Zchori-Fein, E., ve Hunter, M.S., 2011. Rapid spread of a bacterial symbiont in an invasive whitefly is driven by fitness benefits and female bias. Science, 332(6026): 254-6.
- Hong, Y., Yi, T., Tan, X., Zhao, Z., ve Ge, F., 2016. High Ozone (O3) Affects the fitness associated with the microbial composition and abundance of Q biotype *Bemisia tabaci*. Frontiers in Microbiology, 7: 1593.

- Hunter, M. S., ve Wooly, J. B., 2001. Evolution and behavioral ecology of heteronomous Aphelinid parasitoids. *Annual Review of Entomology*, 46: 251-290.
- Hunter, M. S., Perlman, S. J., Kelly, S.E., 2003. A bacterial symbiont in the Bacteroidetes induces cytoplasmic incompatibility in the parasitoid wasp *Encarsia pergandiella*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 270(1529): 2185–90.
- Ishikawa, H., 1982. Host-symbiont interactions in the protein synthesis in the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Insect Biochemistry*.
- İkten, C., Göçmen, H., Topakçı, N., Dağlı, F., ve Yükselbaba, U., 2007. Pamuk beyazsineği *Bemisia tabaci* (Genn.)’nin Türkiye popülasyonlarının mitokondrial cytochrome oxidase Subunit I (MtCO1)’e Göre biyotiplerinin saptanması, Türkiye II. Bitki Koruma Kongresi (27-29 Ağustos 2007, Isparta) Bildirileri, 342s.
- Jahan, S. M. H., Lee, K. Y., Howlader, M. I. A., Bashar, H. M., Hasan, G. N., 2015. Molecular identification of parasitoid, *Encarsia formosa* gahan in *Bemisia tabaci* (Gennadius) and determination of its secondary endosymbionts. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 39(4): 563-578.
- Jiggins F. M., 2017. The spread of *Wolbachia* through mosquito populations. *PLOS Biology* 15(6): e2002780.
- Kairo, M. T. K., Murphy, S. T., 1995. The life history of *Rodolia iceryae* Janson (Coleoptera: Coccinellidae) and the potential for use in inoculative releases against *Icerya pattersoni* Newstead (Homoptera: Margarodidae) on coffee. *Journal of Applied Entomology*, 119: 487-491.
- Kanakala, S., ve Ghanim, M., 2019. Global genetic diversity and geographical distribution of *Bemisia tabaci* and its bacterial endosymbionts. *PLoS One*, 19:e0213946.
- Karaca, M. M., Tireng, Karut, Ş., Topçu, İ., ve Karut, K., 2018. Rifampicin uygulamalarının *Bemisia tabaci* MED (Q2) popülasyonuna etkilerinin belirlenmesi Türkiye VII. Bitki Koruma Kongresi, Muğla, Turkey, 14-17 Kasım 2018, s.192.
- Karaca, M. M., ve Karut, K., 2022. Population variation of *Bemisia tabaci* MED and MEAM1 species in an agricultural landscape: the case of Cukurova plain. *Arthropod-Plant Interactions*, 16(1): 53-62.
- Karut, K., 2006. Balcalı (Adana)’da sera ve açık alanda yetiştirilen farklı kültür bitkilerinde *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae)’nin parazitlenme durumunun belirlenmesi. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 30(2): 113-121.
- Karut, K., ve Akdağcık, Z., 2006. Çukurova’da pamuk alanlarında *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae)’nin parazitlenme durumunun belirlenmesi üzerine araştırmalar. *Turkish Journal of Entomology*, 30(1): 33-41.

- Karut, K., Kazak, C., 2007. Monitoring adult *Eretmocerus mundus*, *Encarsia lutea* and *Bemisia tabaci* with yellow sticky traps In Cotton *Gossypium hirsutum*, Journal Of Applied Entomology, 131(8): 553-558.
- Karut, K., ve Naranjo, S. E., 2009. Mortality Factors Affecting *Bemisia tabaci* Populations On Cotton In Turkey. Journal Of Applied Entomology, 133: 367-374.
- Karut, K., Malik, A. A. Y., Kazak, C., Kamberoğlu, M. A., ve Ulusoy, M. R., 2012. Determination of biotypes of *Bemisia tabaci* (Gennadius 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) on different host plant in Adana (Balcalı) By using two different molecular methods. Türkiye Entomoloji Dergisi, 36(1): 93-100.
- Karut, K., Kaydan, M. B., Castle, S. J., Kazak, C., ve Ulusoy, M. R., 2014. Study on species composition of *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) on cotton in Çukukurova Plain, Turkey. Türkiye Entomoloji Dergisi, 38(1): 43-50.
- Karut, K., ve Tok B., 2014. Secondary endosymbionts of Turkish *Bemisia tabaci* (Gennadius) populations. Phytoparasitica, 42: 413-419.
- Karut, K., Kaydan, M. B., Tok, B., Doker, I., ve Kazak, C., 2015. A New Record For *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) Species Complex of Turkey. Journal of Applied Entomology, 139: 158-160.
- Karut, K., Döker, İ., Karaca, M. M., ve Kazak, C., 2017. Analysis of species, subgroups, and endosymbionts of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) from southwestern cotton fields in Turkey. Environmental Entomology, 46(4): 1035-1040.
- Karut, K., Castle, S. J., Karut, Ş. T., ve Karaca, M. M., (2020). Secondary endosymbiont diversity of *Bemisia tabaci* and its parasitoids. Infection, Genetics and Evolution, 78: 104-104.
- Kaur, R., Singh, S., ve Joshi, N., 2022. Pervasive endosymbiont *Arsenophonus* plays a key role in the Transmission of cotton leaf curl virus vectored by Asia II-1 genetic group of *Bemisia tabaci*. Environmental Entomology, 51(3): 564-577.
- Kazak, C., Karut, K., ve Doker, I., 2015. Indigenous populations of *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae): single and combined releases against *Tetranychus urticae* (acari: tetranychidae) on greenhouse eggplant. International Journal of Acarology, 41 (2): 108-114.
- Kenyon, S. G., ve Hunter, M.S., 2007. Manipulation of oviposition choice of the parasitoid wasp, *Encarsia pergandiella*, by the endosymbiotic bacterium *Cardinium*. Journal of Evolutionary Biology, 20(2): 707-716.
- Kılınçer, N., Yiğit, A., Kazak, C., ER, M. K., Kurtuluş, A. ve Uygun, N., 2010. Teoriden Pratiğe Zararlılarla Biyolojik Mücadele. Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi, 1 (1): 15-60.
- Kirkpatrick ,T. W., 1931. Leaf curl disease in Sudan. Bullettin of Entomological Research 21:127-137.

- Kliot, A., Kontsedalov, S., Lebedev, G., Czosnek, H., ve Ghanim, M., 2019. Combined infection with Tomato yellow leaf curl virus and *Rickettsia* influences fecundity, attraction to infected plants and expression of immunity-related genes in the whitefly *Bemisia tabaci*. *Journal of General Virology*, 100:721-731.
- Koga, R., Tsuchida, T., Sakurai, M., ve Fukatsu, T., 2007. Selective elimination of aphid endosymbionts: effects of antibiotic dose and host genotype, and fitness consequences. *FEMS Microbiology Ecology*, 6: 229-239.
- Kontsedalov, S., Zchori-Fein, E., Chiel, E., Gottlieb, Y., Inbar M. ve Ghanim, M., 2008. The presence of *Rickettsia* is associated with increased susceptibility of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to insecticides. *Pest Management Science*, 64: 789-792.
- Koukou, K., Pavlikaki, H., Kiliass, G., Werren, J. H., Bourtzis, K., ve Alahiotis, S. N., 2006. Influence of antibiotic treatment and *Wolbachia* curing on sexual isolation among *Drosophila melanogaster* cage populations. *Evolution*, 60(1): 87-96.
- Krebs, C.J., 1998. *Ecological Methodology*. Harper and Row Publ, New York.
- Kriticos, D. J., De Barro, P. J., Yonow, T., Ota, N., ve Sutherst, R. W., 2020. The potential geographical distribution and phenology of *Bemisia tabaci* Middle East/Asia Minor 1, considering irrigation and glasshouse production. *Bulletin of Entomological Research*, 110(5): 567-576.
- Leydig, I., 1854. Zur Anatomie von *Coccus hesperidum*. *Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie*, 5: 1-12.
- Li, Y.H., Ahmed, M. Z., Li, S. J., Lv, N., Shi, P. Q., Chen, X. S., ve Qiu, B. L., (2017). Plant-mediated horizontal transmission of *Rickettsia* endosymbiont between different whitefly species. *FEMS Microbiology Ecology*, 93(12): 138.
- Li, H., Jiang, Z., Zhou, J., Liu, X., Zhang, Y., ve Chu, D., 2023. Ecological factors associated with the distribution of *Bemisia tabaci* cryptic species and their facultative endosymbionts. *Insects*, 14(3): 252.
- Liu, S. S., Colvin, J., ve De Barro, P. J., 2012. Species concepts as applied to the whitefly *Bemisia tabaci* systematics: How Many Species Are There? *Journal of Integrative Agriculture*, 11(2): 176-186.
- Liu, X., Xiang, W., Jiao, X., Zhang, Y., Xie, W., Wu, Q., Zhou, X.J., ve Wang, S., 2014. Effects of plant virus and its insect vector on *Encarsia formosa*, a biocontrol agent of whiteflies. *Scientific Reports*, 4.
- MacLeod, N., Canty, R. J., ve Polaszek, A., 2022. Morphology-based identification of *Bemisia tabaci* cryptic species puparia via embedded group-contrast convolution neural network analysis. *Systematic Biology*, 71(5): 1095-1109.
- McGraw, E. A., ve O'Neill, S. L., 1999. Evolution of *Wolbachia* pipiens transmission dynamics in insects. *Trends Microbiology*, 7: 297-302.

- McKenzie, C. L., Hodges, G., Osborne, L. S., Byrne, F., ve Shatters R. G., 2009. Distribution of *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) biotypes in Florida investigating the Q invasion. *Journal of Economic Entomology*, 102: 670–676.
- Milenovic, M., Gouttepifre, A., Eickermann, M., Junk, J., ve Rapisarda, C., 2022. Plant-mediated rifampicin treatment of *Bemisia tabaci* disrupts but does not eliminate endosymbionts. *Scientific Reports*, 12(1): 20766.
- Milenovic M., Eickermann M., Junk J., ve Rapisarda C., 2023. Life history parameters of *Bemisia tabaci* MED (Hemiptera: Aleyrodidae) in the present and future climate of central Europe, predicted by physically realistic climatic chamber simulation. *Environmental Entomology*, 52 (3): 502–509,
- Moran, N. A., Munson, M. A., Baumann, P., ve Ishikawa, H., 1993. A molecular clock in endosymbiotic bacteria is calibrated using the insect hosts. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 253: 167-171.
- Morimoto, S., Kurtti, T.J., ve Noda, H., 2006. In vitro cultivation and antibiotic susceptibility of a Cytophaga-like intracellular symbiote isolated from the tick *Ixodes scapularis*. *Current Microbiology*, 52: 324-329.
- Mound, L. A. ve Halsey, S. H. 1978. *Whitefly of the World*. British Museum (Natural History) / John Wiley & Sons, London, 340s.
- Munson, M. A., Baumann, P., ve Kinsey, M. G., 1991. *Buchnera* gen. nov. and *Buchnera aphidicola* sp. nov., a taxon consisting of the mycetocyte-associated, primary endosymbionts of aphids. *International Journal of Systematic Bacteriology*, 41: 566-568.
- Nirgianaki, A., Banks, G. K., Frohlich, D. R., Veneti, Z., Braig, H. R., Miller, T. A., Bedford, I. D., Markham, P. G., Savakis, C., ve Bourtzis, K., 2003. *Wolbachia* infections of the whitefly *Bemisia tabaci*. *Current microbiology*, 47(2): 93-101.
- Nogge, G., 1978. Aposymbiotic tsetse flies, *Glossina morsitans morsitans*, obtained by feeding on rabbits immunized specifically with symbionts. *Journal of Insect Physiology*, 24: 299-304.
- Pan, H. P., Chu, D., Liu, B. M., Xie, W., Wang, S. L., ve Wu, Q. J., 2013. Relative amount of symbionts in insect hosts changes with host-plant adaptation and insecticide resistance. *Environmental Entomology*, 42: 74-78
- Paredes-Montero, J. R., Ibarra, M. A., Arias-Zambrano, M., Peralta, E. L., ve Brown, J.K., 2020. Phylo-biogeographical distribution of whitefly *Bemisia tabaci* (Insecta: Aleyrodidae) mitotypes in Ecuador. *Ecosphere*, 11: 1-20.
- Perlman, S. J., Kelly, S. E., Zchori-Fein, E., ve Hunter, M.S., 2006. Cytoplasmic incompatibility and multiple symbiont infection in the ash whitefly parasitoid, *Encarsia inaron*. *Biological Control*. 39: 474-480.

- Perring, T. M., Cooper, A. ve Kazmer, D. J., 1992. Identification of the poinsettia strain of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on broccoli by electrophoresis. *Journal of Economic Entomology*, 85: 1278-84.
- Polaszek, A., Abd-Rabou, S., ve Huang, J., 1999. The Egyptian Species of *Encarsia* (Hymenoptera: Aphelinidae) a Preliminary Review. *Zoologische Mededeelingen, Leiden*, 73 (6): 131-163.
- Price, J. F., Schuster, D. J. ve Short, D. E., 1987. Managing sweetpotato whitefly. *Greenhouse Grower* December, 1: 55-57.
- Qin L., Pan L. L., ve Liu S. S., 2015. Further insight into reproductive incompatibility between putative cryptic species of the *Bemisia tabaci* whitefly complex. *Insect Sci.* 23:215–224.
- Raina, H. S., Rawal, V., Singh, S., Daimei, G., Shakarad, M., ve Rajagopal, R., 2015. Elimination of *Arsenophonus* and decrease in the bacterial symbionts diversity by antibiotic treatment leads to increase in fitness of whitefly, *Bemisia tabaci*. *Infection, Genetics and Evolution*, 32: 224-30.
- Rajan, T.V., 2004. Relationship of anti-microbial activity of tetracyclines to their ability to block the L3 to L4 molt of the human filarial parasite *Brugia malayi*. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 71(1): 24-8. PMID: 15238684.
- Reed, K.M., ve Werren, J.H., 1995. Induction of paternal genome loss by the paternal sex ratio chromosome and cytoplasmic incompatibility bacteria (*Wolbachia*)—a comparative study of early embryonic events. *Molecular Reproduction and Development*, 40: 408-418.
- Ruan, Y. M., Xu, J., ve Liu, S. S., 2006. Effects of antibiotics on fitness of the B biotype and a non - B biotype of the whitefly *Bemisia tabaci*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 121: 159-166.
- Russell, L. M., 1957. Synonyms of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). *Bulletin Brooklyn Entomology Society*, 52: 122-123.
- Salvucci, M. E., Wolfe, G. R., ve Hendrix, D. L. (1997). Effect of sucrose concentration on carbohydrate metabolism in *Bemisia argentifolii*: Biochemical mechanism and physiological role for trehalulose synthesis in the silverleaf whitefly. *Journal of Insect Physiology*, 43(5), 457-464.
- Schauff, E., ve Gregory, A. E., 1996. A Pictorial Guide to the species of *Encarsia* (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitic on whiteflies (Homoptera: Aleyrodidae) in North America. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*. 98.
- Schultz, D. L., Selberherr, E., Stouthamer, C. M., Doremus, M. R., Kelly, S.E., Hunter, M. S., ve Schmitz-Esser, S., 2022. Sex-based de novo transcriptome assemblies of the parasitoid wasp *Encarsia suzannae*, a host of the manipulative heritable symbiont *Cardinium hertigii*. *GigaByte* 68.

- Shan, H. W., Zhang, C. R., Yan, T. T., Tang, H. Q., Wang, X. W., Liu, S. S., ve Liu, Y. Q., 2016. Temporal changes of symbiont density and host fitness after rifampicin treatment in a whitefly of the *Bemisia tabaci* species complex. *Insect Science*. 23(2): 200-14.
- Shan, H. W., Luan, J. B., Liu Y. Q., Douglas, A. E., ve Liu, S. S., 2019. The inherited bacterial symbiont *Hamiltonella* influences the sex ratio of an insect host. *Biological Science*, 286:1915.
- Sharaf, N. S., 1981. Parasitization of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* Genn. (Horn., Aleyrodidae) on *Lantana camara* L. in the Jordan Valley. *Angewandte Entomoh*, 91: 263-270.
- Shi, P. Q., Wang, L., Liu, Y., An, X., Chen, X.S., Ahmed, M. Z., Qiu, B.L., ve Sang, W., 2018. Infection dynamics of endosymbionts reveal three novel localization patterns of *Rickettsia* during the development of whitefly *Bemisia tabaci*. *FEMS Microbiology Ecology*, 94(11):165-165.
- Shropshire, J. D., Leigh, B., ve Bordenstein, S.R., 2020 Symbiont-mediated cytoplasmic incompatibility: what have we learned in 50 years? *Elife*,9:e61989.
- Skaljac, M., Kanakala, S., Zanic, K., Puizina, J., Pleic, I. L., ve Ghanim, M., 2017. Diversity and Phylogenetic analyses of bacterial symbionts in three whitefly species from Southeast Europe. *Insects*, 8(4), 113.
- Sloan, D. B., ve Moran, N. A., 2012. Endosymbiotic bacteria as a source of carotenoids in whiteflies. *Biology letters*, 8(6): 986-989.
- Smith, I. M., 1999. Review of the status of glasshouse quarantine pests in EPPO countries. *EPPO Bulletin*, 29: 91-93.
- Southwood, T. R. E., 1966. *Ecological Methods*. Chapman and Hall, London, 391s.
- Speyer, E. R., 1927. An important parasite of the greenhouse whitefly (*Trialeutdes vaporariorum*, Westwood), *Bulletin of Entomological Research* 17, 301-308.
- Stansly, P. A., ve Naranjo, S. E., 2010. *Bemisia*, Bionomics and Management of a Global Pest. Springer, New York, 540s.
- Stoner A., ve Butler G. D., 1965. *Encarsia lutea* as an egg parasite of bollworm and cabbage looper in Arizona cotton. *Journal of Economic Entomology*, 5 (6): 1148-1150
- Stouthamer, R., 1991. Effectiveness of several antibiotics in reverting thelytoky to arrhenotoky in *Trichogramma* spp. *Les Colloques de l'INRA*, 56: 119-122.
- Stouthamer, R., ve Mak, F., 2002. Influence of antibiotics on the offspring production of the *Wolbachia*-infected parthenogenetic parasitoid *Encarsia formosa*. *The Journal of Invertebrate Pathology*, 80: 41-45.
- Stringer, D., Mantel, S., ve Jennings, J., Austin, A., 2012. Family Aphelinidae. Australian Centre for Evolutionary Biology and Biodiversity, and the School of Earth and Environmental Science, 1: 1-73

- Su, Q., Oliver, K. M., Pan, H. P., Jiao, X. G., Liu, B. M., Xie, W., Wang, S. L., Wu, Q. J., Xu, B. Y., White, J. A., Zhou, X. G. ve Zhang, Y. J., 2013. Facultative symbiont *Hamiltonella* confers benefits to *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), an invasive agricultural pest worldwide. *Environmental Entomology*, 42: 1265–1271.
- Su, Q., Xie, W., Wang, S., Wu, Q., ve Liu, B., 2014. The endosymbiont *Hamiltonella* increases the growth rate of its host *Bemisia tabaci* during periods of nutritional stress. *PLoS One* 9(2): e89002.
- Takahashi, R., 1936. Some Aleyrodidae, Aphididae, Coccidae (Homoptera), and Thysanoptera from Micronesia, Tenthredo. *Acta Entomologica*, 1: 109-120.
- Talebi, A., Kamali, K., Esmaili, M., Khalghani, J., ve Sahragard, A., 2000. Comparison of the length of developmental period, adult longevity and fecundity of parasitoid wasps, *Encarsia lutea* and *Eretmocerus mundus* (Hym.: Aphelinidae), on *Bemisia tabaci* (Hom.: Aleyrodidae) nymphs. *Applied Entomology and Phytopathology*, 67:1-2.
- Tan, Y., Gong, B., Zhang, Q., Li, C., Weng, J., Zhou, X., Jin, L., 2023. Diversity of endosymbionts in camellia spiny whitefly, *Aleurocanthus camelliae* (Hemiptera: Aleyrodidae), estimated by 16S rRNA analysis and their biological implications. *Front Microbiology*, 14: 1124386.
- Tang, X. T., Cai, L., Shen, Y., ve Du, Y. Z., 2018. Diversity and evolution of the endosymbionts of *Bemisia tabaci* in China. *PeerJ*, 6: e5516.
- Thao, M. L., Baumann, L., Hess, J. M., Falk, B. W., Ng, J. C., Gullan, P. J., ve Baumann, P., 2003. Phylogenetic evidence for two new insect-associated Chlamydia of the family Simkaniaceae. *Current microbiology*, 47(1): 46-50.
- Thao, M.L., ve Baumann, P., 2004. Evolutionary relationships of primary prokaryotic endosymbionts of whiteflies and their hosts. *Applied and Environmental Microbiology* 70: 3401-3406.
- Thierry, M., Becker, N., Hajri, A., Reynaud, B., Lett, J.M., ve Delatte, H., 2011. Symbiont diversity and non-random hybridization among indigenous (Ms) and invasive (B) biotypes of *Bemisia tabaci*. *Molecular Ecology*, 20, 2172–2187.
- Thung, T. H. 1932. De krul- en kroepoekziekten van tabak en de oorzaken van hare verbreiding.
- Tireng, Karut, Ş., Topçu, İ., Karaca, M. M., ve Karut, K., 2016 Rifampicin Uygulamalarının *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) (B biyotip) Populasyonuna Etkilerinin Belirlenmesi. *Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, Konya, Türkiye*.
- Tireng Karut, Ş., Karut, K., ve Aysan, Y., 2020. Culturable bacterial strains isolated from *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae) populations of Adana and Mersin Provinces of Turkey and their entomopathogen characteristics. *Turkish Journal of Entomology*, 44(1): 13-22 .

- Tize I., Nukenine E. N., Kuate A. F., Fotio A. D., Nanga S. N., Ajebesone F. N., Kulakow P., Kumar P. L., Fiaboe K. K. M., ve Hanna R., 2023. Parasitism of the whitefly *Bemisia tabaci* by aphelinid parasitoids on cassava across five agro-ecological zones of Cameroon. *Crop Protection*, 168: 1-12.
- Topçu, İ., Karaca, M.M. ve Karut, K., 2020. Dominance of *Bemisia tabaci* MEAM1 species over MED (Hemiptera: Aleyrodidae) in greenhouse vegetables in Mersin, Turkey. *Phytoparasitica*, 48(2): 159-166.
- Torres, L. C., Lourenção, A. L., Costa, V. A., Souza, B., Costa, M. B., Tanque, R. L., 2014. Records of natural enemies of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) biotype B in Brazil. *Neotropical Entomology*, 43: 189-191
- Tsuchida, T., Koga, R., Horikawa, M., Tsunoda, T., Maoka, T., Matsumoto, S., Simon, J. C. ve Fukatsu, T., 2010. Symbiotic bacterium modifies aphid body color. *Science*, 330: 1102-1104.
- Tsuchida, T., Koga, R., Fujiwara, A., ve Fukatsu, T., 2014. Phenotypic effect of “*Candidatus Rickettsiella viridis*”, a facultative symbiont of the pea aphid (*Acyrthosiphon pisum*), and its interaction with a coexisting symbiont. *Applied and Environmental Microbiology*, 80: 525–533.
- Ulusoy, M. R., Brown, J. K., ve Bayhan, E., 2002. The ‘B’ Biotpe of *Bemisia tabaci* Now Established in Turkey. *European Studies Network on European Whitefly Newsletter*, 13.
- Ulusoy, M.R., ve Bayhan, E., 2003. Doğu Akdeniz Bölgesi sebze alanlarında yeni bir beyazsinek türü: Gümüşü Yaprak Beyazsineği, *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring (Homoptera: Aleyrodidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 27(1):51-60.
- Uygun, N., Ulusoy, M.R. ve Satar, S., 2010. Biyolojik mücadele. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 1 (1): 1-14.
- van Lenteren, J. C., 1995. Integrated Pest Management in Protected Crops, in *Integrated Pest Management*, ed. D. Dent. Chapman and Hall, London, 311-343.
- van Lenteren, J. C, Drost, Y. C., van Roermun J. W., ve Posthuma-Doodeman, C. J. A. M., 1997. Aphelinid parasitoids as sustainable biological control agents in greenhouses. *Journal of Applied Entomology* 121, 473–458.
- Vasquez, C. J., Stouthamer R., Jeong G., ve Morse J. G., 2011. Discovery of a CI-inducing *Wolbachia* and its associated fitness costs in the biological control agent *Aphytis melinus* DeBach (Hymenoptera: Aphelinidae). *Biological Control*, 58(3): 192-198.
- Vavre, F., Fleury, F., Varaldi, J., ve Fouillet, P., Bouletreau, M., 2000. Evidence for female mortality in *Wolbachia*-mediated cytoplasmic incompatibility in haplodiploid insects: epidemiologic and evolutionary consequences. *Evolution* 54, 191–200.

- Villanueva-Jimenez, J. A., Schellhorn, N.A. ve De Barro, P. J., 2012. Comparison between Two Species of *Eretmocerus* (Hymenoptera: Aphelinidae): Reproductive performance is one explanation for more effective control in the field. *Biological Control*, 63: 333-338.
- Vyskočilová S., Seal S., ve Colvin J., 2019. Relative polyphagy of “Mediterranean” cryptic *Bemisia tabaci* whitefly species and global pest status implications. *Journal of Pest Management*, 92:1071-1088.
- Lee W., Park J., Lee, G. S., Lee S., Akimoto, S., 2013. Etges Taxonomic status of the *Bemisia tabaci* complex (Hemiptera: Aleyrodidae) and reassessment of the number of its constituent species PLoS One, 8: e63817.
- Wang, X. X., Qi, L. D., Jiang, R., Du, Y. U., Li, Y. X., 2017. Incomplete removal of *Wolbachia* with tetracycline has two edged reproductive effects in the thelytokous wasp *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Scientific Reports*. 7: 44014.
- Weeks, A.R., Velten, R., ve Stouthamer, R., 2003. Incidence of a new sex-ratio-distorting endosymbiotic bacterium among arthropods. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 270: 1857-1865.
- Wernegreen, J. J., ve Moran, N. A., 2001. Vertical transmission of biosynthetic plasmids in aphid endosymbionts (Buchnera). *Journal of Bacteriology*, 183: 785-790
- Werren, J.H., Zhang W., ve Guoi L.R., 1995. Evolution and phylogeny of *Wolbachia*: reproductive parasites of arthropods. *Proceedings B is the Royal Society*, 261:55-63.
- Werren, J.H., Baldo, L., ve Clark, M. E., 2008. *Wolbachia*: master manipulators of invertebrate biology. *Nature Reviews Microbiology*, 6(10): 741-51.
- White, J. A., Kelly, S. E., Perlman, S. J., ve Hunter, M. S., 2009. Cytoplasmic incompatibility in the parasitic wasp *Encarsia inaron*: disentangling the roles of *Cardinium* and *Wolbachia* symbionts. *Heredity*, 102(5): 483-489.
- Xue, X., Li, S., J, Ahmed, M. Z., De Barro, P. J., Ren S. X., 2012. Inactivation of *Wolbachia* Reveals Its Biological Roles in Whitefly Host. *PLoS ONE*, 7(10): e48148.
- Zchori-Fein E. ve J. K. Brown 2002. Diversity of Prokaryotes Associated with *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) *Annals of Entomological Society of America*, 95: 711-718.
- Zhang, C. R., Shan, H. W., Xiao, N., Zhang, F. D., Wang, X. W., Liu, Y. Q., ve Liu, S. S., 2015. Differential temporal changes of primary and secondary bacterial symbionts and whitefly host fitness following antibiotic treatments. *Scientific Reports*, 5: 15898.
- Zhao, D. X., Zhang, Z. C, Niu, H. T., Guo, H. F., 2020. Selective and stable elimination of endosymbionts from multiple-infected whitefly *Bemisia tabaci* by feeding on a cotton plant cultured in antibiotic solutions. *Insect Science*, 27(5): 964-974.

- Zhao, J., Sun, X., Dai, H., Zhang, X., Zhang, D., ve Zhu, X., 2023. Changes in gene expression of whiteflies, *Bemisia tabaci* MED feeding on tomato plants infected by one of the criniviruses, tomato chlorosis virus through transcriptome analysis. International Journal of Genomics, 3807812.
- Zhong, Y., ve Li, Z. X., 2013. Influences of tetracycline on the reproduction of the B biotype of *Bemisia tabaci*. Applied Entomology and Zoology, 48: 241-246.



ÖZGEÇMİŞ

Mahmut Mete KARACA, ilk ve orta öğrenimini Ankara’da, lise öğrenimini Adana’da tamamladı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği Bölümü Bitki Koruma Alt Programından 2013 yılında mezun oldu. Bitki Koruma Bölümü, Entomoloji Anabilim Dal’ında başladığı yüksek lisans eğitimini 2017 yılı Ağustos ayında tamamlayarak doktora öğrenimine başladı. Aynı bölümde, 2015 yılında Araştırma Görevlisi olarak göreve başlayan Mahmut Mete KARACA halen bu bölümde görevine devam etmektedir.







EKLER



Çizelge ek 1. *Bemisia tabaci* B biyotip F₀'da farklı endosimbiyontlarda multifaktöriyel Anova analizi sonucunda elde edilen F değerleri

	SD	<i>Portiera</i>	<i>Hamiltonella</i>	<i>Rickettsia</i>
Uygulama (A)	2	14.19*	26.06*	58.09*
Gün (B)	4	3.96*	1.72öd	1.52öd
AxB	8	2.02öd	2.79*	1.76öd

*fark istatistiksel olarak önemli ve P<0.001

öd: fark istatistiksel önemli değil ve P>0.001

Çizelge ek 2. *Bemisia tabaci* B biyotip F₁'de farklı endosimbiyontlarda multifaktöriyel Anova analizi sonucunda elde edilen F değerleri

	SD	<i>Portiera</i>	<i>Hamiltonella</i>	<i>Rickettsia</i>
Uygulama (A)	2	161.24*	184.96*	66.63*
Gün (B)	4	1.53öd	2.82*	2.57*
AxB	8	1.29öd	0.71öd	2.28*

*fark istatistiksel olarak önemli ve P<0.001

öd: fark istatistiksel önemli değil ve P>0.001

Çizelge ek 3. *Bemisia tabaci* Q biyotip F₀'da Faktöriyel Anova analizi sonucunda elde edilen F değerleri.

	SD	<i>Portiera</i>	<i>Arsenophonus</i>	<i>Wolbachia</i>	<i>Rickettsia</i>
Uygulama (A)	2	18.48*	108.41*	72.45*	33.00*
Gün (B)	4	1.60	5.84*	1.15	6.07*
AxB	8	2.74*	1.13	1.14	1.88

*fark istatistiksel olarak önemli ve P<0.001

öd: fark istatistiksel önemli değil ve P>0.001

Çizelge ek 4. *Bemisia tabaci* Q biyotip F₁'de Faktöriyel Anova analizi sonucunda elde edilen F değerleri.

	SD	<i>Portiera</i>	<i>Arsenophonus</i>	<i>Wolbachia</i>	<i>Rickettsia</i>
Uygulama (A)	2	70.67*	156.13*	87.10*	97.07*
Gün (B)	4	2.86*	7.88*	1.68	4.44*
AxB	8	4.34*	4.90*	1.65	2.71*

*fark istatistiksel olarak önemli ve P<0.001

öd: fark istatistiksel önemli değil ve P>0.001

Çizelge ek 5. *Bemisia tabaci* B biyotip F0, 3.nimf, pupa ve F1'de belirlenen endosimbiont bulaşıklık oranlarına yapılan Faktöriyel Anova analizi sonucunda elde edilen F değerleri.

	SD	<i>Portiera</i>	<i>Hamiltonella</i>	<i>Rickettsia</i>
Uygulama (A)	2	83.89*	208.89*	77.14*
Dönem (B)	4	19.46*	2.22öd	4.13*
AxB	8	19.66*	1.08öd	1.20öd

*fark istatistiksel olarak önemli ve $P < 0.001$

öd: fark istatistiksel önemli değil ve $P > 0.001$

Çizelge ek 6. *Bemisia tabaci* Q biyotip F0, 3.nimf, pupa ve F1'de belirlenen endosimbiont bulaşıklık oranlarına yapılan Faktöriyel Anova analizi sonucunda elde edilen F değerleri.

	SD	<i>Portiera</i>	<i>Arsenophonus</i>	<i>Wolbachia</i>	<i>Rickettsia</i>
Uygulama (A)	2	38.32*	105.76*	86.95*	64.74*
Dönem (B)	4	7.45*	5.36*	4.21*	3.25*
AxB	8	2.26*	2.41*	2.40*	2.03öd

*fark istatistiksel olarak önemli ve $P < 0.001$

öd: fark istatistiksel önemli değil ve $P > 0.001$