



Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
(YYU Journal of Agricultural Sciences)



<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

Turunçgil Unlubiti, *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae)'nin Laboratuvar Koşullarında *Cucurbita moschata* Duch. Üstünde Popülasyon Büyüklüğünün ve Bazı Demografik Parametrelerinin Tahmin Edilmesi

Mehmet Salih ÖZGÖKÇE*¹, Hilmi KARA², Esra KINA³, Furkan Harun BAŞI⁴

^{1,2,3,4}Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 65090, Van, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0002-6777-9149> ²<https://orcid.org/0000-0003-0580-0464> ³<https://orcid.org/0000-0001-6728-3453>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-4764-9742>

*Sorumlu yazar e-posta: msozgokce@yyu.edu.tr

Makale Bilgileri

Geliş: 01.02.2021

Kabul: 27.06.2021

Online Yayınlanma: 15.09.2021

DOI:10.29133/yyutbd.872271

Anahtar Kelimeler;

Cucurbita moschata,

Planococcus citri,

Popülasyon büyüklüğü,

Yaş ve döneme özgü iki

eşeyli yaşam çizelgesi.

Öz: *Planococcus citri*, dünyanın birçok bölgesinde yaygın ve 200'den fazla bitki türü üstünde beslenen önemli bir zararlıdır. Konukçuları arasında olan kabak (*Cucurbita moschata*) bitkisinin hem yaprak ve sürgünlerine hem de meyvesine saldırarak önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır. Bu çalışmada 28 ± 1 °C sıcaklık, % 60 ± 5 oranlı nem ve 16:8 aydınlık: karanlık şartlarına ayarlanmış iklim odalarında, *P. citri*'nin kabak bitkisinin yaprakları üstünde gelişme, canlılık ve üreme oranlarına ait biyolojik verileri elde edilmiştir. Elde edilen ham veriler yaş ve döneme özgü iki eşeyli yaşam çizelgesine göre test edilmiş ve yaşam çizelgesi parametreleri Twosex MSChart paket programı kullanılarak hesaplanmıştır. Buna göre kalıtsal üreme yeteneği (r) = 0.0802 gün⁻¹, artış oranı sınırı (λ) = 1.0836 gün⁻¹, net üreme gücü (R_0) = 29.231 yumurta, ortalama döl süresi (T) = 42.10 gün olarak hesap edilmiştir. Çalışmada ayrıca Timing MSChart programı kullanılarak zararlının popülasyon büyüklüğü tahmin edilmiştir. Buna göre, başlangıç popülasyonu olarak 10 adet *P. citri* yumurtası alındığında, 3 ayın sonunda meydana gelebilecek popülasyonun toplam olarak 4 137 birey olabileceği tahmin edilmiştir.

Estimating Population Size and Some Demographic Parameters of Citrus Mealybug, *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) on *Cucurbita moschata* Duch. in Laboratory Conditions

Article Info

Received: 01.02.2021

Accepted: 27.06.2021

Online Published 15.09.2021

DOI: 10.29133/yyutbd.872271

Keywords

Cucurbita moschata,

Planococcus citri,

Population size,

The age-stage twosex life table.

Abstract: *Planococcus citri* is an important pest that is common in many parts of the world and feeds on more than 200 plant species. It attacks the leaves, shoots and fruits of the pumpkin (*Cucurbita moschata*) plant, which is among its hosts, causing significant crop losses. In this study, development, survival and fecundity data of *P. citri* were obtained on the leaves of the pumpkin plant in the climatic room which was adjusted to 28 ± 1 °C temperature, $60 \pm 5\%$ relative humidity and 16:8 light: dark conditions. The raw data obtained were tested according to the age-stage twosex life table and the life table parameters were calculated using the Twosex MSChart package program. Accordingly, they were calculated as follows; the intrinsic rate of increase (r) = 0.0802 d⁻¹, the finite rate of increase (λ) = 1.0836 d⁻¹, the net reproductive rate (R_0) = 29.231 eggs, and the mean generation time (T) = 42.10 days. In addition, the population size of the pest was estimated using the Timing MSChart program. According to this, when 10 *P. citri* eggs were taken as the initial population, it was estimated that the

population that could occur at the end of 3 months would be 4 137 individuals in total.

1. Giriş

Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) dünyanın hemen hemen tüm zoocoğrafik bölgelerine yayılmış polifag bir zararlıdır (Williams ve Watson, 1990). En yaygın olarak çiçekli bitkilerde olmak üzere 82 familyadan 191 cinse bağlı 200'den fazla konukçu bitkisinin olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2021a). Hem nimf ve hem de ergin dişiler sokucu emici ağız yapılarıyla konukçu bitkilerinin özsuyunu emerek beslenirler ve beslenmeleri sonucu bitkinin besin elementleri eksildiğinden bitkinin gelişmesi geriler, genellikle bodur kalır, sararır ve canlılığını büyük ölçüde kaybeder (Goldasteh ve ark., 2009). Turunçgil unlubiti önemli bazı bitki virüs hastalıklarını taşıdığı gibi (Al-Ali, 1969; Bartlett, 1978; Brunt, 1992; Lockhart ve Olszewski, 1996), beslenmesi esnasında salgıladığı tatlımsı maddeler nedeniyle de zararlı olur. Yoğun miktarda salgılanan tatlımsı maddeler yaprak, sürgün, meyve gibi bitki aksamalarının yüzeyini kaplayarak bu alanlara saprofit fungusların yerleşmesine neden olur, toksik salgılarıyla çarpık büyümeye, erken yaprak dökülmesine (Smith ve ark., 1997; Heinz ve ark., 2004) ve zamanla hem fotosentezin engellenmesine hem de bitkinin strese girmesine sebep olur (Malais ve Ravensberg, 2004).

Turunçgil unlubitinin Türkiye'de turunçgiller ve diğer bitkiler üstünde ekonomik olarak çok önemli zararlara neden olduğu (Bodenheimer, 1953; Düzgüneş, 1982; Lodos, 1986; Williams ve Watson, 1988), son yirmi yıldan fazla süredir Doğu Akdeniz Bölgesi'nde zararının arttığı ve önemli ürün kayıplarına neden olduğu (Karacaoğlu ve Satar, 2017) bildirilmektedir. Diğer yandan *P. citri*'nin iç mekân bitkilerinde yaygın zararlı olduğu ve kontrolünün başarılı olmadığı bildirilmektedir (Polat ve ark., 2008). Çok sayıda araştırmada zararlıya karşı kimyasal savaşın yetersiz olduğu, en etkili kontrol yönteminin doğal düşmanlarının kullanılması olduğu belirtilmektedir (Krishnamoorthy ve Singh, 1987; Michelakis ve ark., 1995; Afifi ve ark., 2010; Mustu ve ark., 2011; Gill ve ark., 2012; van Niekerk ve Malan, 2012). Doğal düşmanlarının kitle üretim çalışmalarında, *P. citri* üretimi için kullanılan en uygun konukçu bitkiler arasında kabak meyvesi de bulunur. Turunçgil unlubiti kabak bitkisinin sadece meyvesinde değil yapraklarında da gelişir, ancak kitle üretim çalışmalarında kabak meyvesi depo şartlarına daha iyi dayanabildiği ve uzun süre bozulmadan sağlam kalabildiği için daha çok tercih edilir.

Kabak, sebze olarak doğrudan tüketilmesinin yanı sıra, çerez, tatlı, süs araç ve gereçlerinin yapımı gibi çeşitli şekillerde de değerlendirilmektedir. Türkiye sebze üretiminde önemli olan kabak, 2019 yılı TÜİK verilerine göre toplam sebze üretim alanlarının % 10.04'ünde % 2.28'lik bir üretim payına sahiptir (Anonim, 2021b). Kabak üretiminde önemli ürün kayıplarına neden olan *P. citri*, bitkiye hem tarla koşullarında ve hem de sera, örtü altı, alçak tünel gibi üretim alanlarında saldırarak zarar verir. Bitkiye yapraklanma döneminden itibaren yerleşerek önce yaprak ve sürgünlerde, meyve oluşum döneminde ise meyvede doğrudan beslenerek bitkinin gelişmesini ve verimini büyük ölçüde geriletmektedir. Beslenirken salgıladığı yoğun miktardaki tatlımsı madde nedeniyle, meyvelerin kalitesini azalttığı gibi, yaprak, sürgün ve meyvelerin yoğun miktarda tatlımsı madde ile kaplı olması sebebiyle kısa zamanda saprofit funguslarla örtülerek çürümelere yol açmaktadır.

Bu çalışmada *P. citri*'nin kabak bitkisinin yaprakları üstünde meydana getirdiği popülasyon dinamiği parametrelerinin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. Yaşam çizelgesi, bir böceğin popülasyon dinamiğine ilişkin çok ayrıntılı ve karşılaştırmalı bilgiler sunabilen önemli bir araçtır (Lotka, 1907; Lewis, 1977). Bu amaçla yaş ve döneme özgü iki eşeyli yaşam çizelgesi (Chi ve Liu, 1985; Chi, 1988; Atlıhan ve ark., 2018; Chi ve ark., 2020) kullanılarak, zararlının üreme, gelişme, canlılık oranları, yaşam çizelgesi parametreleri, popülasyon artışının tahmini gibi biyolojisine ilişkin çok ayrıntılı bilgileri elde edilmiştir. *Planococcus citri*'nin kabak yaprakları üstünde meydana getirdiği popülasyona ait yaşam çizelgesi parametrelerinin elde edilmesi, zararlıya karşı yürütülecek mücadele çalışmaları için temel bilgiler sunmasının yanı sıra biyolojik savaş uygulamalarında avcı-parazitoit salım oranlarının ve zamanlarının belirlenmesi için de önemli bilgiler sağlayacaktır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma 2019 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Entomoloji laboratuvarı ve iklim odalarında yürütülmüştür. Konukçu bitki olarak bal kabağı bitkisinin yaprakları kullanılmıştır. Bu amaçla ilk olarak konukçu bitki üretimi yapılmış ve yapraklar üstünde *P. citri* kolonisi oluşturulmuştur. Denemede kullanılan bal kabağı (Arıcan 97) tohumları öncelikle viyollere ekilerek fideleri elde edilmiş, daha sonra torf ve bahçe toprağı karışımı konulmuş 5 lt hacimli (üst çapı ve yüksekliğı 20 cm) saksılara şaşırılmıştır. Fideler en az 10 yapraklı döneme geldiğinde denemelere başlanmıştır. Stok kültürden alınan son 24 saat içinde bırakılmış yumurtalar yaprak hücrelerine (silindirik, 2x2 cm çap ve yüksekliğinde, 1.8 gr ağırlığında, üst tarafı tül ile kapatılmış klips düzeneğı ile yaprağı sabitlenebilen plastik hücre) konulmuştur. Her hücrede sadece bir tane olacak şekilde toplam olarak 50 adet yumurta yaprağıın üst kısmına hücre içine yumuşak ince uçlu fırça yardımıyla yerleştirilmiştir. Günlük kontrollerde yumurtaların açıldığı gün ve çıkan nimflerin gelişme süreleri ergin döneme erişinceye kadar kaydedilmiştir. Ergin olduktan sonra her bir hücreye bir adet erkek ve 1 adet dişi birey konularak gözlemlere devam edilmiştir. Günlük aralıklarla hücre içine bırakılan yumurtalar sayılarak hücreden uzaklaştırılmıştır. Bazı dişi nimflerin denemeye tabi tutulan erkeklerin tamamı öldükten sonra ergin olduğu gözlenmiş, bu dişilerin tutuldukları hücrelere stok kültürde bulunan erkek bireyler konularak çiftleşmeleri sağlanmış, ancak bu erkek bireyler deneme dışı bırakılmıştır. Gözlemlere son birey ölünceye kadar devam edilmiştir.

2.1. Verilerin değerlendirilmesi

Planococcus citri'nin denemeden elde edilen gelişme, canlılık ve üreme oranına ait ham veriler Chi (1988) tarafından tanımlanan ve Chi ve Liu (Chi ve Liu, 1985; Chi, 1988; Chi, 2014) tarafından geliştirilen yaş ve döneme özgü iki eşeyli yaşam çizelgesine göre TWSEX-MSChart bilgisayar programı (Chi, 2019b) kullanılarak değerlendirilmiştir.

Yaş ve döneme özgü canlılık oranı (s_{xj}), yaşa özgü canlılık oranı (l_x), yaşa özgü üreme oranı (m_x), ve bunlara ek olarak yaşam çizelgesi parametreleri (kalıtsal üreme yeteneğı (r), artış oranı sınırı (λ), net üreme oranı (R_0), ve ortalama döl süresi (T)) hesaplanmıştır.

Bu parametreler aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır:

Yaş ve döneme özgü canlılık oranı (s_{xj}) (x = yaş ve j = dönem),

$$s_{xj} = \frac{n_{xj}}{n_{01}} \quad (1)$$

n_{01} , yaşam çizelgesi çalışmasının başlangıcında kullanılan toplam birey sayısı; n_{xj} , x yaşında ve j dönemde canlı olan bireylerin sayısı.

Yaş a özgü üreme oranı (m_x) ve yaş a özgü canlılık oranı (l_x),

$$m_x = \frac{\sum_{j=1}^k s_{xj} f_{xj}}{\sum_{j=1}^k s_{xj}} \quad (2)$$

$$l_x = \sum_{j=1}^k s_{xj} \quad (3)$$

k dönem sayısı ve s_{xj} yeni bırakılmış bir yumurtanın x yaşında ve j dönemde canlı kalma olasılığıdır. f_{xj} , x yaşında erginlerin üreme oranıdır (yumurtaların toplam sayısı).

Kalıtsal üreme yeteneğı (r) Euler – Lotka (Goodman, 1982),

$$\sum_{x=0}^{\infty} e^{-r(x+1)} l_x m_x = 1 \quad (4)$$

x yaş, l_x yaşa özgü canlılık oranı (x yaşında yeni bırakılmış bir yumurtanın canlı kalma olasılığı) ve m_x dişinin yaşa özgü üreme oranı eğrisidir.

Net üreme oranı (R_0) (Birch, 1948),

$$R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x \quad (5)$$

dişi başına üretilen dişi yavru sayısına göre nesil başına popülasyonun artış oranı, l_x , x yaşına kadar hayatta kalan bireylerin oranıdır ve m_x , x yaşındaki dişi başına üretilen dişi sayısıdır.

Ortalama döl süresi (T) (Birch, 1948; Carey, 1993), bir popülasyonun büyüklüğünü R_0 katı kadar arttırmak için ihtiyaç duyduğu periyot olarak tanımlanır.

$$T = \frac{\ln R_0}{r} \quad (6)$$

Artış oranı sınırı (λ) (Birch, 1948),

$$\lambda = e^r \quad (7)$$

birim zaman başına birey başına artış oranı.

Her bir birey (i) ve dönem (j) için beklenen ömür süresi (e_{ij}) (Chi ve Su, 2006),

$$e_{ij} = \sum_{i=x}^{\infty} \sum_{y=j}^k s'_{iy} \quad (8)$$

x yaşında ve j dönemindeki bir bireyin yaşaması beklenen süredir.

Üreme değeri (v_{xj}) (Carey, 1993),

$$v_{xj} = \frac{e^{r(x+1)}}{s_{xj}} \sum_{i=x}^{\infty} e^{-r(i+1)} \sum_{y=1}^{\beta} s'_{iy} f_{iy} \quad (9)$$

x yaşında ve j döneminde bir bireyin gelecek popülasyona yapacağı katkı olarak tanımlanır.

Planococcus citri'nin gelişme dönemleri, yaşam uzunluğu, üreme ve yaşam çizelgesi parametreleri 100 000 bootstrap kullanılarak hesaplanmıştır. Dişi ve erkek bireylerin gelişme süreleri, toplam yaşam uzunlukları ve ömür sürelerinin ortalamaları arasındaki farklar paired bootstrap test kullanılarak karşılaştırılmıştır (Efron ve Tibshirani 1993, Huang ve Chi 2013).

2.2. Popülasyon büyüklüğünün tahmin edilmesi

Yaşam çizelgesi verilerine göre Turunçgil unlubitinin popülasyon büyüklüğü, Chi ve Liu (1985) ve Chi (1990) tarafından bildirilen yöntemle göre Timing-MSChart (Chi, 2019a) bilgisayar program kullanılarak tahmin edilmiştir. Bu yöntemde *P. citri*'nin başlangıç popülasyonu olarak belli sayıda ve belli dönemde birey alındığında belirlenecek süre sonunda popülasyonun erişebileceği büyüklük yaş (x) ve döneme (j) özgü ve toplam birey sayısı üstünden tahmin edilebilir.

3. Bulgular

Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri*'nin *Cucurbita moschata* (kabak) üstünde denemeye alınan yumurtalarının tamamı açılarak nimf dönemine geçiş yapmış, ancak nimflerin sadece % 70'i ergin olabilmıştır (Çizelge 1). Ergin olan bireylerin % 31'nin dişi, % 69'unun erkek oldukları tespit edilmiştir. Cinsiyetleri belirlenen dişi ve erkek bireylere ait yumurta ve nimf dönemlerinin gelişme süreleri arasında istatistiki bir farklılık bulunamamıştır ($P < 0.05$). Dönemlerin gelişme süreleri ortalama olarak yumurta dönemi için 5.32 gün, 1. nimf dönemi için 6.94 gün ve 2. nimf dönemi için 5.53 gün olarak kaydedilirken, dişi bireylerin 3. nimf dönemini 16.55 günde, erkek bireylerin pupa dönemlerini 7.54 günde ve ortalama olarak 10.37 günde tamamladıkları tespit edilmiştir (Çizelge 1). Toplam gelişme süresi incelendiğinde, tüm bireylerin gelişmelerini ortalama 28.31 günde tamamladıkları, ancak cinsiyetler ayrı ayrı ele alındığında dişi bireylerin 35.18 günde, erkek bireylerin ise 25.17 günde

gelişmelerini tamamladıkları ve gelişme sürelerinin istatistiksel olarak farklı olduğu bulunmuştur ($P<0.05$).

Denemeye alınan bireylerin toplam yaşam uzunlukları dişi bireyler için 45.82 gün ve erkek bireyler için 27.42 gün ile istatistiksel olarak farklı bulunurken, her iki cinsiyet toplamı için 35.32 gün ve ergin öncesinde ölen bireyler dahil, tüm bireylerin yaşam uzunluğu ortalama olarak 29.10 gün olarak kaydedilmiştir ($P<0.05$). Ergin olan bireylerin ömür süreleri karşılaştırıldığında dişi bireylerin 10.64 gün, erkek bireylerin 2.25 gün yaşadıkları ve bu sürelerin istatistiksel olarak önemli oranda farklı oldukları bulunmuş ($P<0.05$), her iki cinsiyet birlikte ele alındığında toplam ergin ömrünün 4.89 gün olduğu tespit edilmiştir. Diğer yaşam çizelgesi parametreleri incelendiğinde preovipozisyon (*APOP*) süresi 0.88 gün, toplam preovipozisyon (*TPOP*) (doğumdan itibaren sayılan dişilerin toplam yumurtlama öncesi süresi) 39.25 gün, yumurta bıraktığı günlerin toplamı 8.75 gün, üreme oranı 133.27 yumurta, popülasyonu ikiye katlama süresi (*DT*) 8.64 gün, kalıtsal üreme yeteneği (*r*) 0.0802 gün⁻¹, artış oranı sınırı (λ) 1.0836 gün⁻¹, net üreme gücü (*R*₀) 29.321 yumurta ve ortalama döl süresi (*T*) 42.10 gün olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1).

Turunçgil unlubitinin henüz yeni bırakılmış bir yumurtasının *x* yaşında ve *j* döneminde canlı kalma olasılığını yansıtan canlılık oranı (*s_{xj}*) eğrisi ayrıntılı olarak Şekil 1'e yansıtılmıştır. Ergin öncesi dönemlerin canlılık oranlarının kademeli olarak azaldığı, en yüksek ölüm oranının % 20 ile 2. nimf döneminde meydana geldiği ve ergin öncesi dönemlerin gelişme sürelerinin birbiri ile karıştığı, yani bir dönem tamamen bitmeden izleyen dönem bireylerinin bir kısmının gelişmeye başladıkları gözlenmiştir. Ergin döneme ulaşan bireylerin canlılık oranlarının % 70 olduğu, denemede erkek bireylerin daha erken sürede meydana geldikleri görülmüştür. İlk erkek bireyler 21. günde görülürken dişi bireyler ancak 26. günden itibaren ortaya çıkmaya başlamıştır. Erkek bireylerin tamamı 26. günde görülürken, izleyen günlerde kademeli olarak ölmeye başladıkları ve 31. günde son bireylerin de öldüğü saptanmıştır. Dişi bireyler ise 26. günden itibaren görülmeye başlamış, izleyen günlerde yeni bireyler popülasyona katılırken, kademeli olarak ölüm oranlarının arttığı ve son dişi bireyin 61. günde ortaya çıktığı kaydedilmiştir. Ancak 49. güne kadar halen 3. nimf döneminde olan az sayıda da olsa bireylerin mevcut olduğu kaydedilmiştir. Ergin olan bu bireyler aynı yaşta denemeye alınan erkek bireyler çok önceden ölmüş oldukları için deneme dışından stok kültürden alınan erkek bireylerle çiftleştirilmişler. Bu bireylerin de yaşamlarının sonuna kadar yumurta bıraktıkları kaydedilmiştir.

Turunçgil unlubitinin yaşa özgü canlılık oranı (*l_x*) ve üreme oranları (*m_x*, *l_xm_x*) Şekil 2'de verilmiştir. Tüm dönemlerin canlılık oranlarının bir arada yansıtıldığı *l_x* eğrisi incelendiğinde popülasyonda başlangıçta yavaş ancak kısa sürede % 30'a ulaşan ölüm oranından sonra ilk yumurtlamanın görüldüğü 27. günde canlılık oranının % 50 olduğu tespit edilmiştir. İzleyen günlerde 31. günde popülasyonun canlılık oranı önce % 26'ya 40. günde % 10'a kadar düşmüş, son bireyin görüldüğü 62. güne kadar ise kademeli olarak azalmaya devam etmiştir. Üreme oranı (*m_x*) eğrisi incelendiğinde ilk yumurtaların görüldüğü günden itibaren kademeli olarak artan yumurta oranı 41. günde 18.2 yumurta olarak kaydedilmiş, takip eden günlerde 50. güne kadar önce hızla azalma, ömrün sonuna doğru 59. güne kadar ise hızla yükselme eğimi göstererek bu tarihte günde bırakılan yumurta sayısı 45 yumurta ile en yüksek değere ulaşmıştır. Canlılık oranı ve üreme oranının etkisinde değişen ve etkili üreme oranını yansıtan maternity (*l_xm_x*) eğrisi ise ilk yumurtaların görüldüğü tarihlerde yüksek ölüm oranı ve düşük yumurta sayısından dolayı düşük seviyelerde iken izleyen günlerde yumurta sayılarında artış görülse de daha da artan ölüm oranından ötürü ömrün sonuna kadar düşük düzeylerde kalmıştır.

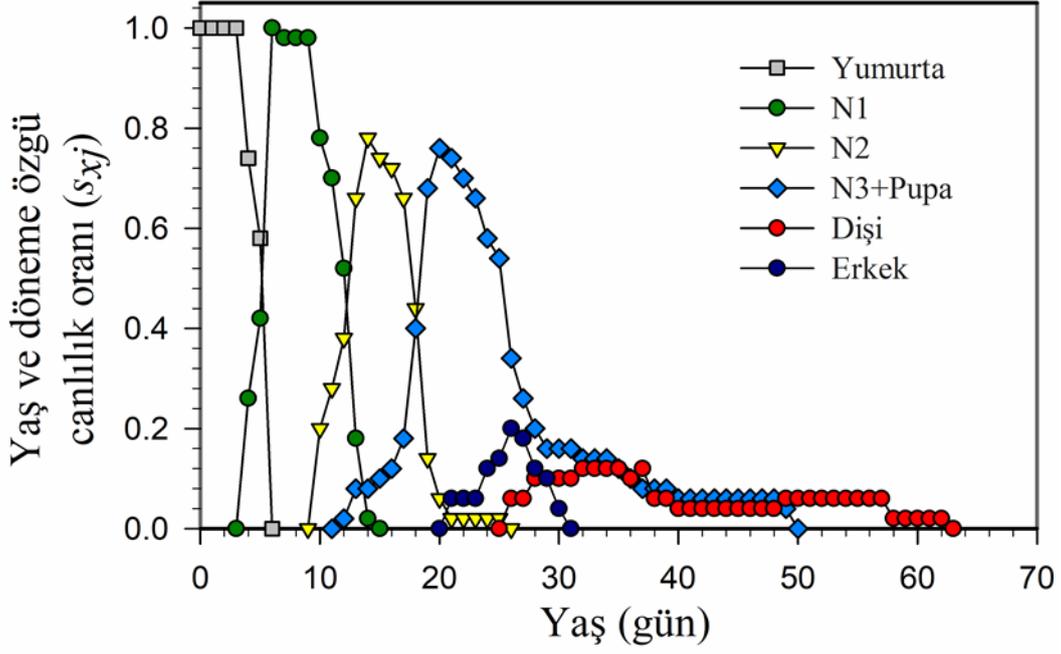
Belli bir yaşta ve dönemde bir türün beklenen yaşam uzunluğunun tahminini veren beklenen ömür (*e_{xj}*) eğrisi *P. citri*'nin tüm dönemleri için ayrıntılı olarak Şekil 3'e yansıtılmıştır. Yeni bırakılmış bir *P. citri* yumurtasının beklenen ömrü 29.10 gün olarak ortalama yaşam uzunluğu değeri ile tam olarak aynı bulunmuştur. Bu sonuç birçok çalışmanın benzer şekildeki bulgularına tam olarak uymaktadır (Atlıhan ve ark., 2017; Özgülükçe ve ark., 2018b; Hong ve ark., 2019).

Yaş ve döneme özgü yaşam çizelgesi ayrıca *x* yaşında ve *j* dönemindeki bir bireyin gelecek popülasyona yaptığı katkısını yansıtan üretkenlik değerini (*v_{xj}*) de vermektedir. Bu değer yeni bırakılmış bir yumurta için artış oranı sınırı (λ) değeri kadar (1.084) iken, 3. nimf döneminde 49. günde 84.15, dişi dönemde 40. günde 211.50 ile en yüksek değere ulaşmıştır (Şekil 4).

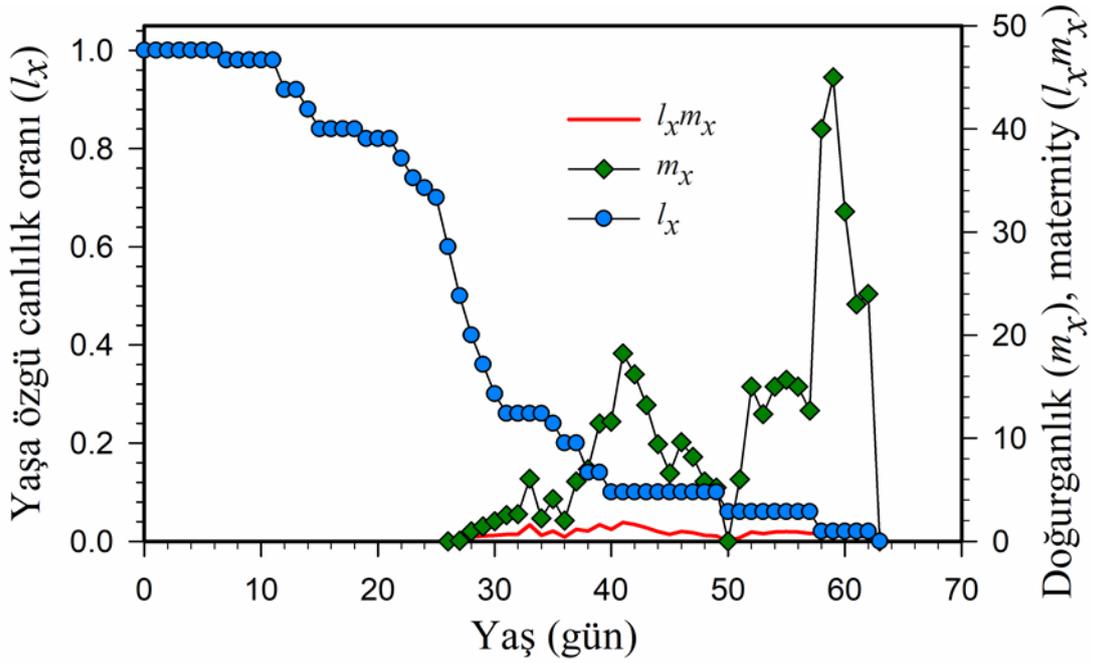
Çizelge 1. Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri*'nin *Cucurbita moschata* (kabak) üstünde gelişme dönemleri, yaşam uzunluğu, üreme ve yaşam çizelgesi parametreleri

		n	Ortalama±Standart Hata
Yumurta	Dişi	11	5.45±0.21 a*
	Erkek	24	5.54±0.17 a
	Toplam	50	5.32±0.12
1. Nimf	Dişi	11	7.09±0.25 a
	Erkek	24	6.92±0.20 a
	Toplam	49	6.94±0.12
2. Nimf	Dişi	11	6.09±0.42 a
	Erkek	24	5.17±0.33 a
	Toplam	40	5.53±0.27
3. Nimf	Dişi	11	16.55±2.91
	Erkek	24	7.54±0.35
	Toplam	35	10.37±1.16
Pupa	Dişi	11	35.18±2.99 a
	Erkek	24	25.17±0.46 b
	Toplam	35	28.31±1.26
Toplam gelişme	Dişi	11	45.82±3.10 a
	Erkek	24	27.42±0.47 b
	Toplam	35	35.32±0.35
Toplam yaşam uzunluğu	Dişi	11	29.10±1.68
	Erkek	24	10.64±0.74 a
	Toplam	35	4.89.10±0.71
Ergin ömrü	Dişi	11	0.88±0.30
	Erkek	24	39.25±3.75
	Toplam	35	8.75±1.41
Preovipozisyon (APOP)		8	0.88±0.30
Toplam preovipozisyon (TPOP)		8	39.25±3.75
Yumurta bıraktığı günler toplamı (gün)		8	8.75±1.41
Üreme oranı (yumurta)		11	133.27±41.78
Populasyonu ikiye katlama süresi (DT) (gün)		50	8.64
Kalıtsal üreme yeteneği, r (gün ⁻¹)		50	0.0802±0.014
Artış oranı sınırı, λ (gün ⁻¹)		50	1.0836±0.015
Net üreme gücü, R_0 (yumurta)		50	29.321±0.75
Ortalama döl süresi, T (gün)		50	42.10±3.91

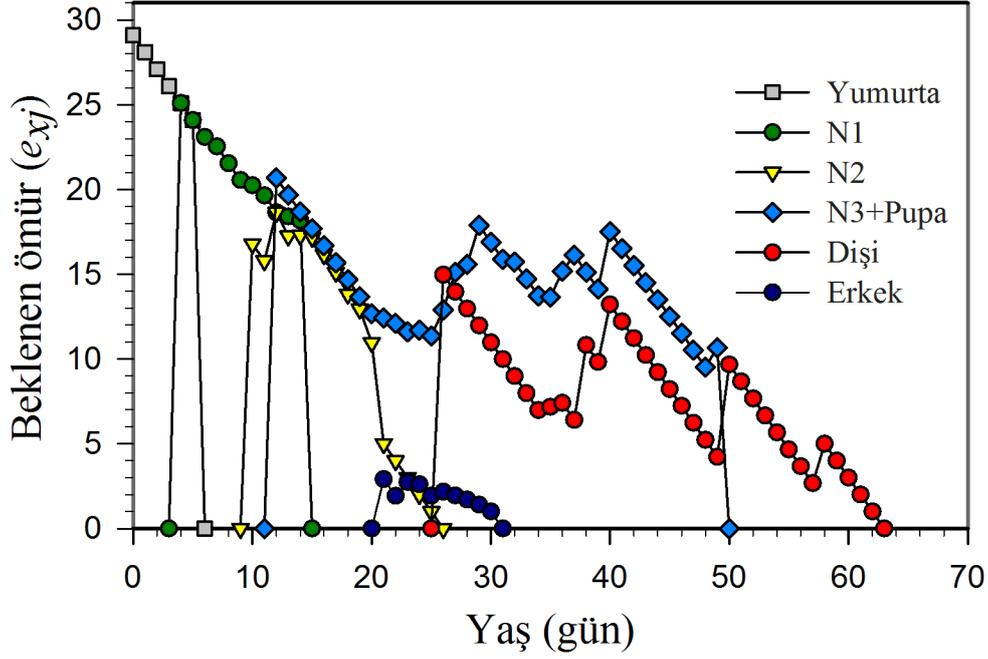
* Her bir dönemde dişi ve erkek bireylerin gelişme ve yaşam sürelerine ait aynı harf ile gösterilen ortalamalar (paired bootstrap test, $B=100\ 000$ kullanılarak hesaplanmıştır) arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir ($P<0.05$). Standart hatalar $100\ 000$ bootstrap kullanılarak tahmin edilmiştir.



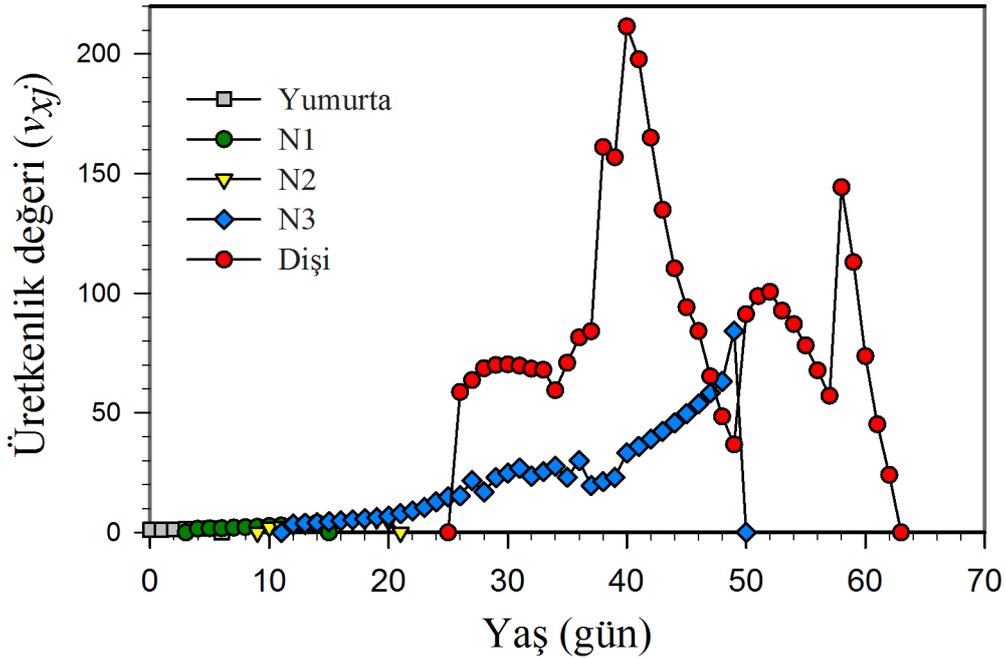
Şekil 1. Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri*'nin *Cucurbita moschata* (kabak) üstünde yaş ve döneme özgü canlılık oranı (s_{xj}).



Şekil 2. Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri*'nin *Cucurbita moschata* (kabak) üstünde canlılık oranı (l_x), üreme oranı (m_x , $l_x m_x$).



Şekil 3. Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri*'nin *Cucurbita moschata* (kabak) üstünde beklenen ömür (e_{xj}) eğrisi.



Şekil 4. Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri*'nin *Cucurbita moschata* (kabak) üstünde yaş ve döneme özgü üretkenlik değeri (v_{xj})

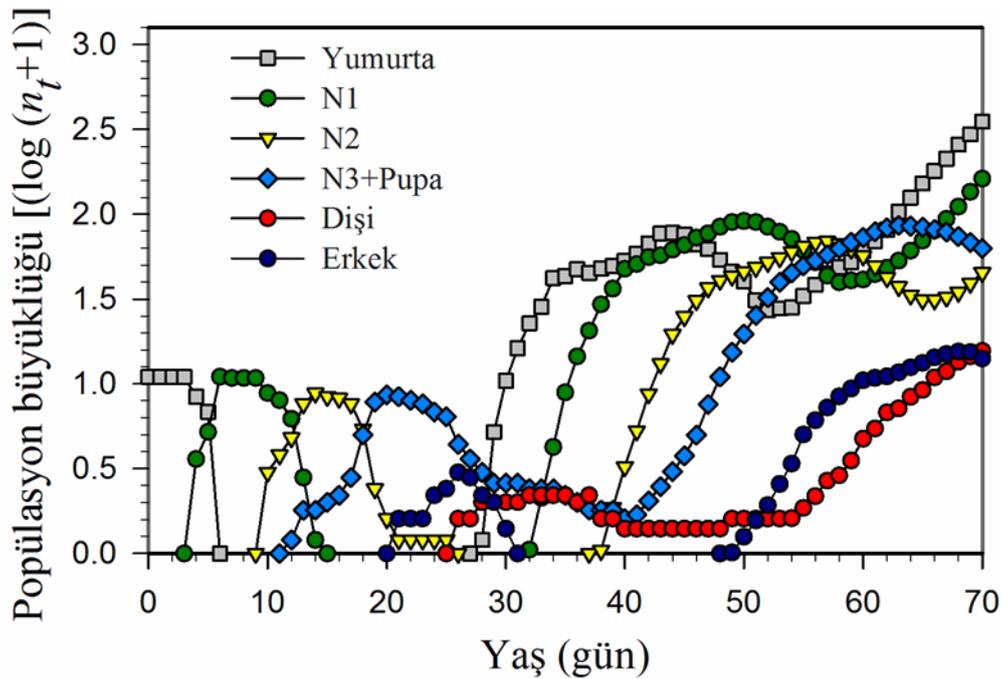
3.1. Popülasyon büyüklüğünün tahmin edilmesi

Turunçgil unlubitinin yaşam çizelgesi parametrelerine göre popülasyon büyüklüğü her bir dönem için detaylı olarak Timing MSChart paket programı ile hesaplanmıştır. Bu çalışmada başlangıç popülasyonu olarak 10 adet *P. citri* yumurtası alındığında 70 gün boyunca meydana gelecek tüm dönemlerin sayısal değişimi Şekil 5'te ve 70. günde her bir döneme ait bireylerin ulaşabileceği birey sayısı Şekil 6'da verilmiştir. Ergin öncesi dönemin sürdüğü ilk 30 günlük dönemden sonra üremenin başlamasıyla birlikte popülasyonda artış görülmeye başlamış, süre uzadıkça popülasyon büyüklüğünde

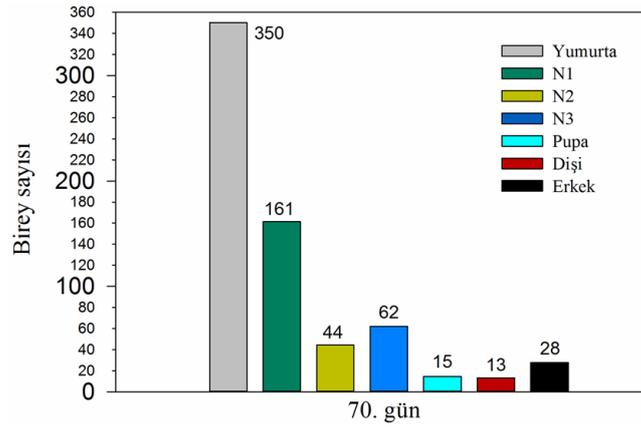
hızlı bir artış kaydedilmiştir. Popülasyon büyüklüğü 70. gün için incelendiğinde dönemlere göre birey sayısı; yumurta 350, 1. nimf dönemi (N_1) 161, 2. nimf dönemi (N_2) 44, 3. nimf dönemi (N_3) 62, pupa 15, dişi 13 ve erkek 28 olarak tahmin edilmiştir. Popülasyon artışının izleyen günlerde çok daha hızlı ve geometrik olarak arttığı görülmüştür.

Günler	Toplam popülasyon büyüklüğü
• 0	10 yumurta
• 30	12.4
• 60	240.9
• 90	4 137.1
• 120	48 409.1
• 150	482 361.4
• 180	5 133 619.3

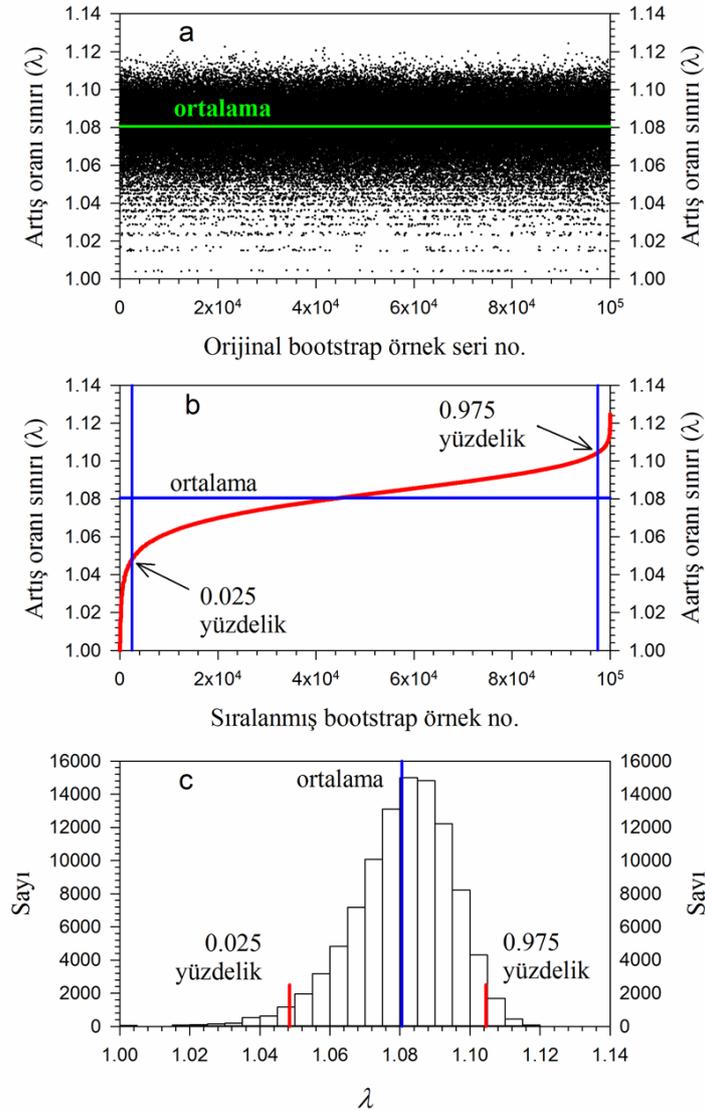
Bootstrap tekniği kullanılarak 100 000 artış oranı sınırı (λ) elde edilmiş, bu değerlerin ortalama etrafındaki rasgele dağılımları Şekil 7a'da verilmiştir (Özgökçe ve ark., 2018b, a; Özgökçe ve ark., 2018c; Kanle Satishchandra ve ark., 2019). Artış oranı sınırı değerleri artan bir sırayla Şekil 7b'ye yansıtıldığında bootstrap ile elde edilen sayıların ortalama etrafında düzgün bir eğri oluşturduğu, aynı zamanda bu verilerin normal bir dağılım gösterdikleri görülmüştür (Şekil 7c). Bunların yanı sıra Şekil 7b ve 7c'de bootstrap değerlerinin 0.025, ve 0.975 yüzdelik oranları belirlenmiştir. Bu yüzdelik dilimlere karşılık gelen bootstrap örnekleri popülasyon artışının değişkenliğini tahmin etmek için kullanılabilir.



Şekil 5. Turuncgil unlubiti, *Planococcus citri*'nin *Cucurbita moschata* (kabak) üstünde başlangıç popülasyonu 10 yumurta alındığında meydana gelebilecek yaş ve döneme özgü popülasyon büyüklüğü.



Şekil 6. Turunçgil unlubiti, *Planococcus citri*'nin *Cucurbita moschata* (kabak) üstünde başlangıç popülasyonu 10 yumurta alındığında 70. günde meydana gelebilecek yaş ve döneme özgü popülasyon büyüklüğü.



Şekil 7. (a): *Planococcus citri*'nin orjinal bootstrap değerlerine (x-ekseni) göre sıralanmış 100 000 adet λ verisinin ortalama etrafındaki rastgele dağılışı. (b) Artan bir düzende sıralanmış 100 000 adet λ değeri. (c) 100 000 adet λ değeri, bir frekans dağılımı olarak gösterilmiştir. (b) ve (c)'de 0.025 ve 0.975 yüzdelik λ değerleri.

4. Tartışma ve Sonuç

Belli şartlar altında ve belli konukçular üstünde bir türün yaşam çizelgesine ait parametreleri tespit ederek karşılaştırmalar yapmak veya popülasyon dinamiğinin zarar potansiyelleri üstünde tahminler yapmak üzerine son yıllarda çok sayıda çalışma yapılmaktadır (Huang ve Chi, 2012; Hou ve ark., 2014; Tuan ve ark., 2014; Özgülükçe ve ark., 2016; Tuan ve ark., 2016; Jaleel ve ark., 2017). Bu tür çalışmalardan elde edilen veriler etkin Entegre Mücadele programlarının hazırlanması için önemli kaynak bilgiler sağlamaktadır. *Planococcus citri*, konukçuları arasında olan çok sayıdaki tarla bitkileri, meyve ağaçları ve süs bitkileri (Bartlett ve Lloyd, 1958; Franco ve ark., 2004) üstünde beslenmesi sırasında bitkiye önemli oranda zarar vermesinin yanı sıra, konukçudan konukçuya geçerek zararını yayması ve aynı zamanda önemli virüs hastalıklarını taşıyarak zarar şiddetini daha da arttırmasıyla önemini büyütülmektedir. Polifag böcekler farklı konukçuları üstünde farklı gelişme, canlılık ve üreme özellikleri gösterirler (Hou ve ark., 2014; Farag ve ark., 2015; Kanle Satishchandra ve ark., 2019). Hatta aynı konukçu türünün farklı çeşitleri üstünde bile bu farklılıklar dikkat çekicidir (Özgülükçe ve Atlıhan, 2005; Alipour ve ark., 2016; Atlıhan ve ark., 2017; Özgülükçe ve ark., 2018b; Ghorbanian ve ark., 2019). Dolayısıyla polifag bir tür olan *P. citri*'nin farklı konukçular üstündeki popülasyon dinamiğinin belirlenmesi, zararlıya karşı geliştirilecek kontrol programları için önemli temel bilgiler sağlayabilir. Bu çalışmada zararlının kabak bitkisi üstünde gelişmesini ortalama olarak 28.31 günde tamamladığı, bu sürenin dişi bireyler için 35.18 gün, erkek bireyler için 25.17 gün olduğu tespit edilmiştir. Gelişme, üreme ve canlılık oranlarından türetilen ve bir türün biyolojisinin kısa bir özetini veren ve karşılaştırılabilir özelliğinde olan kalıtsal üreme yeteneği parametresi (Huang ve Chi, 2012) incelendiğinde bu çalışmada hesaplanan 0.0802 gün^{-1} değerine karşılık farklı konukçularda yürütülen bazı çalışmalarda bu parametre aşağıdaki gibi bulunmuştur. Farklı süs bitkilerinde bu çalışmadakine benzer iklim şartları altında *P. citri*'nin kalıtsal üreme yeteneği $0.0954-0.1380 \text{ gün}^{-1}$ olarak bulunurken (Polat ve ark., 2008), 25°C ve % 70 orantılı nem koşullarında farklı asma çeşitleri üstünde yürütülen bir çalışmada $0.0930-0.1392 \text{ gün}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir (Morandi ve ark., 2008). Bu sonuçlara göre kabak yaprakları üstünde daha düşük bir performans gösterdiği düşünülebilir. Ancak kabak meyvesi üstünde yürütülen bir araştırmada 25°C ve % 65 orantılı nem koşullarında kabak meyvesi üstünde *P. citri*'nin gelişme süresi dişi bireyler için 22.6 gün olarak tespit edilmiştir (Mahmoud ve ark., 2017). Bu çalışmada ise 28°C 'de dişi ve erkek bireyler için aynı sırayla 35.18 ve 25.17 gün olarak bulunmuş, ancak çalışmada kalıtsal üreme yeteneği hesaplanmamış olduğu için sadece gelişme süresi üstünden bir değerlendirme yapmak yeterli olmaz.

Bu çalışmada kullanılan bootstrap tekniği ile denemeye alınan 50 adet bireyin yaşam çizelgesi parametreleri 100,000 kez çoğaltılarak daha homojen bir dağılım elde edilmiştir. Böylece bu teknik yetersiz veya homojen olmayan verilerin karşılaştırılabilir seviyelere yükseltilmesinde büyük avantaj sağlamaktadır (Yu ve ark., 2013; Chi ve ark., 2020). Nitekim bu çalışmada 50 adet yumurta ile denemeye başlanmış, bireylerin % 30'u ergin öncesi dönemde ölmüş, geriye kalan bireylerden sadece 11'i dişi olmuştur. Bu durum bu tür denemelerde beklenen bir durum olduğundan karşılaştırma testlerinde homojen olmayan verilerin normal dağılımlarını sağlaması açısından bootstrap tekniği oldukça önemlidir (Chi ve ark., 2020). Sonuçların bootstrap tekniği ile homojenize edilmiş hali Şekil 7'de çarpıcı bir şekilde ortaya konulmuştur.

Planococcus citri'nin kabak yaprakları üstünde yaş ve döneme özgü canlılık oranı grafiği incelendiğinde (Şekil 1) ergin öncesi dönemlerinin % 30'unun öldüğü, ergin öncesi dönemlerinin iç içe geçtiği yani bir dönem bitmeden diğer dönem bireylerinin ortaya çıktığı görülmüştür. Bunların yanı sıra, 3. nimf döneminden bazı bireylerin ergin ömür süresinin yaklaşık yarısından fazla süresi geçtikten sonra ergin döneme geçtikleri, erkek bireylerin dişilerden daha yüksek bir oranda olduğu ve daha kısa süre yaşadıkları tespit edilmiştir. Popülasyonda ilk olarak erkek bireyler ortaya çıkmış, birkaç gün sonra dişi bireyler görülmüş ve kısa bir süre sonra tüm erkek bireyler ölmüştür. Denemeye alınan erkek bireylerin tamamı öldükten sonra bile popülasyona dişi bireyler uzun süre daha katılmaya devam etmiştir. Bu tür doğada çok nesil verdiği için ve bu çalışmanın sonuçlarından da görüldüğü gibi dönemler birbiri içine girerek karıştığı için doğada her döneme ait bireyin popülasyon içinde görülmesi mümkündür. Bu çalışmada denemeye alınan dişi bireyler, denemeye alınan erkek bireyler ölmüş olsa bile stok kültürden başka erkek bireyler ile bir arada tutularak çiftleşmeleri sağlanmıştır. Ancak *P. citri*, popülasyonda erkek bireyler bulunmadığında zorunlu olarak partenogenetik olarak da üremelerini sürdürebilmektedir (Nur, 1971; Miller ve Kosztarab, 1979; Gullan ve Kosztarab, 1997; Normark, 2003; da Silva ve ark., 2010).

Nur (1971) coccidlerde zorunlu olarak partenogenetik üremeyi 6 farklı kritere dayandırmaktadır. Çeşitli araştırmacılar tarafından her iki cinsiyetin bulunduğu popülasyonlarda erkek bireylerin kısa ömürlü olmasından dolayı partenogenetik üremeye devam edilmesi ve doğan yavruların dişi olması popülasyonun daha da büyümesi için bir avantaj olarak değerlendirilmektedir (Miller ve Kosztarab, 1979; Gullan ve Kosztarab, 1997; Walton ve ark., 2006).

Planococcus citri'nin çalışmada elde edilen yaşam çizelgesi parametrelerine göre popülasyon büyüklüğü hesaplanmış ve farklı zamanlarda sadece 10 yumurtanın meydana getirebileceği popülasyon büyüklükleri tahmin edilmiştir. Denemeye alınan son bireyin 63. güne kadar yaşadığı görüldüğünden buna yakın bir süre olarak 70. günde popülasyon büyüklüğü incelenmiştir. Buna göre 70. günde tüm dönemlerin dağılışı incelendiğinde 350 yumurta, 161 adet 1. nimf dönemi ve diğer dönemlerdeki bireylerin toplamı ise 162 olarak hesaplanmıştır. Bu verilere göre popülasyonun % 75.2'lik bölümünü en genç bireyler oluşturmaktadır. Genç popülasyonun bu büyük oranı gelecek günlerde popülasyonun çok hızlı artacağını gösteriyor. Nitekim 3 ay sonra toplam popülasyonun 4137.1 bireye, 4. 5. ve 6. aylarda ise sırasıyla 48409.1, 482361.4 ve 5133619.3 bireye erişebileceği tahmin edilmiştir. Bu popülasyonlarda da hâkim nüfus genç dönemler olduğu için zararlının sonraki aylara aktarabileceği artışı çok daha yıkıcı bir büyüklükte olacaktır. Sonuçlar, Turunçgil unlubitinin kabak yaprağı üstünde oldukça etkili ve büyük bir popülasyon meydana getirebildiğini göstermektedir. Zararlı, tarla koşullarında bitkinin önce yaprak ve sürgünlerinde, daha sonra ise meyvesine de geçerek popülasyonunu daha da büyütmektedir. Bu tahminler, unlubit ile bulaşık kabak bitkisi üstündeki unlubit sayısının gelecek popülasyonu hakkında önemli bilgiler verdiği için ilk bulaşmaların görülmesinden sonra popülasyonun artmasına fırsat verilmeden mücadele edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Teşekkür

Bu çalışma FBA-2018-7025 proje kodu ile Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi BAP koordinasyon birimi tarafından desteklenen projeden elde edilen verilerin bir kısmından üretilmiştir.

Kaynakça

- Afifi, A.I., El Arnaouty, S.A., & Attia, A.R., (2010). Biological control of citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso) using coccinellid predator, *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. *Pakistan journal of biological sciences: PJBS* 13, 216-222.
- Al-Ali, A.S., (1969). The breeding of *Planococcus citri* (Homoptera: Pseudococcidae) on sprouting potato. *Proceedings of the Royal Entomological Society of London. Series A, General Entomology*. Wiley Online Library, pp. 45-47.
- Alipour, Z., Fathipour, Y., & Farazmand, A., (2016). Age-stage predation capacity of *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on susceptible and resistant rose cultivars. *International Journal of Acarology* 42, 224-228.
- Anonim, (2021a). *Planococcus citri* (citrus mealybug). <https://www.cabi.org/isc/datasheet/45082#tohostsOrSpeciesAffected>. Erişim tarihi: 16.09.2020.
- Anonim, (2021b). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Erişim tarihi: 16.10.2020.
- Atlıhan, R., Kasap, I., Özgökçe, M.S., Polat-Akkopru, E., & Chi, H., (2017). Population Growth of *Dysaphis pyri* (Hemiptera: Aphididae) on Different Pear Cultivars With Discussion on Curve Fitting in Life Table Studies. *Journal of Economic Entomology* 110, 1890-1898.
- Atlıhan, R., Özgökçe, M.S. & Chi, H., (2018). Yaş ve Döneme Özgü, İki Eşeyli Yaşam Çizelgesi: Populasyon Ekolojisi, Biyolojik Savaş ve Zararlı Yönetiminin Temeli. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Journal of Agricultural Sciences*, 28(4), 502-506.
- Bartlett, B.R., (1978). *Introduced parasites and predators of arthropod pests and weeds: a world review*. US Department of Agriculture.
- Bartlett, B.R., & Lloyd, D.C., (1958). Mealybugs attacking citrus in California—a survey of their natural enemies and the release of new parasites and predators. *Journal of Economic Entomology* 51, 90-93.

- Birch, L.C., (1948). The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. anim. Ecol* 17, 15-26.
- Bodenheimer, F.S., (1953). *The Coccoidea of Turkey* III. Revue de la Faculté des Sciences de l'Université d'Istanbul (Ser. B). 18, 91-164.
- Brunt, A., (1992). Plant viruses online–Kalanchoe top-spotting badnavirus.
- Carey, J.R., (1993). *Applied demography for biologists: with special emphasis on insects*. Oxford University Press.
- Chi, H., (1988). Life-Table Analysis Incorporating Both Sexes and Variable Development Rates Among Individuals. *Environmental Entomology* 17, 26-34.
- Chi, H., (1990). Timing of Control Based on the Stage Structure of Pest Populations: A Simulation Approach. *Journal of Economic Entomology* 83, 1143-1150.
- Chi, H., (2014). TIMING-MS Chart: a computer program for the population projection based on age-stage, two-sex life table. <http://140.120.197.173/Ecology/Download/Timing-MSChart.zip>.
- Chi, H., (2019a). TIMING-MSChart: A Computer Program for the Population Projection Based on Age-stage, Two-sex Life Table. National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan. . TIMING-MSChart: <http://140.120.197.173/Ecology/Download/TIMING-MSChart-exe.rar> (Version 2019.08.06).
- Chi, H., (2019b). TWOSEX-MSChart: a computer program for the age-stage, two-sex life table analysis. National Chung Hsing University, Taichung, Taiwan., . TWOSEX-MSChart: <http://140.120.197.173/Ecology/Download/Twosex-MSChart-exe-B100000.rar> (Version 2019.11.05).
- Chi, H., & Liu, H., (1985). Two new methods for the study of insect population ecology. *Bull. Inst. Zool., Academia Sinica* 24(2), 225-240.
- Chi, H., & Su, H.Y., (2006). Age-Stage, Two-Sex Life Tables of *Aphidius gifuensis* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae) and Its Host *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) with Mathematical Proof of the Relationship Between Female Fecundity and the Net Reproductive Rate. *Environ. Entomol.* 35(1), 10-21.
- Chi, H., You, M., Atlıhan, R., Smith, C.L., Kavousi, A., Özgökçe, M.S., Güncan, A., Tuan, S.-J., Fu, J.-W., Xu, & Y.-Y., (2020). Age-stage, two-sex life table: an introduction to theory, data analysis, and application. *Entomol Gen*, 102-123.
- da Silva, E.B., Mendel, Z., & Franco, J.C., (2010). Can facultative parthenogenesis occur in biparental mealybug species? *Phytoparasitica* 38, 19-21.
- Düzgüneş, Z., (1982). *Studies on Turkish Pseudococcidae (Homoptera: Coccoidea) species*. Ankara University Press 836, 88.
- Efron, B., & Tibshirani, R. J., (1993). An introduction to the bootstrap. Chapman & Hall, New York, NY.
- Farag, N.A., Ismail, I.A., Elbehery, H.H.A., Abdel-Rahman, R.S., & Abdel-Raheem, M.A., (2015). Life table of *Bracon hebetor* say. (Hymenoptera: Braconidae) reared on different hosts. *International Journal of ChemTech Research*, Akola 8, 123-130.
- Franco, J.C., Suma, P., Da Silva, E.B., Blumberg, D., & Mendel, Z., (2004). Management strategies of mealybug pests of citrus in Mediterranean countries. *Phytoparasitica* 32, 507.
- Ghorbanian, M., Fathipour, Y., Talebi, A.A., & Reddy, G.V.P., (2019). Different pepper cultivars affect performance of second (*Myzus persicae*) and third (*Diaeretiella rapae*) trophic levels. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 22, 194-202.
- Gill, H.K., Goyal, G., & Gillett-Kaufman, J., (2012). Citrus Mealybug *Planococcus citri* (Risso)(Insecta: Hemiptera: Pseudococcidae). *EDIS* 2012.
- Goldasteh, S., Talebi, A.A., Fathipour, Y., Ostovan, H., Zamani, A., & Shoushtari, R.V., (2009). Effect of Temperature on Life History and Population Growth Parameters of *Planococcus citri* (Homoptera, Pseudococcidae) on Coleus [*Solenostemon Scutellarioides* (L.) Codd.]. *Archives of Biological Sciences* 61, 329-336.
- Goodman, D., (1982). Optimal life histories, optimal notation, and the value of reproductive value. *The American Naturalist* 119, 803-823.
- Gullan, P.J., & Kosztarab, M., (1997). Adaptations in scale insects. *Annual Review of Entomology* 42, 23-50.

- Heinz, K.M., Driesche, R.G.V., & Parrella, M.P., (2004). *Bio-Control in Protected Culture*. Ball Publishing, Batavia.
- Hong, F., Han, H.L., Pu, P., Wei, D., Wang, J., & Liu, Y., (2019). Effects of Five Host Plant Species on the Life History and Population Growth Parameters of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *J Insect Sci* 19.
- Hou, Y., Miao, Y., & Zhang, Z., (2014). Study on life parameters of the invasive species *Octodonta nipae* (Coleoptera: Chrysomelidae) on different palm species, under laboratory conditions. *J Econ Entomol* 107, 1486-1495.
- Huang, Y.B., & Chi, H., (2012). Age-stage, two-sex life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) with a discussion on the problem of applying female age-specific life tables to insect populations. *Insect Sci.* 19: 263–273.
- Huang, Y.B., & Chi, H., (2013). Life tables of *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae): with an invalidation of the jackknife technique. *Journal of Applied Entomology* 137, 327-339.
- Jaleel, W., Saeed, S., Saeed, Q., Naqqash, M.N., Sial, M.U., Aine, Q.U., Yanyuan, L., Rui, Z., He, Y., & Lu, L., (2017). Effects of three different cultivars of cruciferous plants on the age-stage, two-sex life table traits of *Plutella xylostella*(L.) (Lepidoptera: Plutellidae). *Entomological Research* 49, 151-157.
- Kanle Satishchandra, N., Chakravarthy, A.K., Özgökçe, M.S., & Atlıhan, R., (2019). Population growth potential of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato, potato, and eggplant. *Journal of Applied Entomology* 143, 518-526.
- Karacaoğlu, M., & Satar, S., (2017). Population fluctuations of Citrus mealybug [*Planococcus citri* (Risso)(Hemiptera: Pseudococcidae)] in grapefruit orchards in Eastern Mediterranean region of Turkey. *Bitki Koruma Bülteni* 57, 123-136.
- Krishnamoorthy, A., & Singh, S., (1987). Biological control of citrus mealybug, *Planococcus citri* with an introduced parasite, *Leptomastix dactylopii* in India. *Entomophaga* 32, 143-148.
- Lewis, E.G., (1977). On the generation and growth of a population. *Mathematical Demography*. Springer, pp. 221-225.
- Lockhart, B.E.L., & Olszewski, N.E., (1996). *Schefflera ringspot virus, a widely distributed mealybug-transmitted badnavirus occurring in Schefflera and Aralia*. IX International Symposium on Virus Diseases of Ornamental Plants 432, pp. 196-203.
- Lodos, N., (1986). *Türkiye Entomolojisi* Cilt 2 Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 429. İzmir.
- Lotka, A.J., (1907). ART. XXII.--Studies on the Mode of Growth of Material Aggregates. *American Journal of Science* (1880-1910) 24, 199.
- Mahmoud, H., Nabil, H., Shahein, A., & Mohamed, Z., (2017). Biological Studies On The Citrus Mealybug, *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae) Under Laboratory Conditions. *Zagazig Journal of Agricultural Research* 44, 1097-1106.
- Malais, M.H., Ravensberg, & W.J., (2004). Knowing and recognizing: the biology of glasshouse pests and their natural enemies. *Koppert BV*.
- Michelakis, S., Hamid, H., Ascher, K., & Ben Dov, Y., (1995). Integrated control methods of the citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso) in Crete, Greece. *Israel Journal of Entomology* 29, 277-284.
- Miller, D.R., & Kosztarab, M., (1979). Recent advances in the study of scale insects. *Annual review of entomology* 24, 1-27.
- Morandi, W.J., Gruetzmacher, A.D., Botton, M., & Bertin, A., (2008). Biology and fertility life table of *Planococcus citri* in different vegetative structures of grape cultivars. *Pesqui Agropecu Bras* 43, 941-947.
- Mustu, M., Bora, M.B., & Ulgenturk, S., (2011). Laboratory evaluation of the effectiveness of the entomopathogen; *Isaria farinosa*, on citrus mealybug, *Planococcus citri*. *Journal of Pest Science* 84, 6p.
- Normark, B.B., (2003). The evolution of alternative genetic systems in insects. *Annual review of entomology* 48, 397-423.
- Nur, U., (1971). Parthenogenesis in coccids (Homoptera). *American Zoologist* 11, 301-308.
- Özgökçe, M.S., & Atlıhan, R., (2005). Biological features and life table parameters of the mealy plum aphid *Hyalopterus pruni* on different apricot cultivars. *Phytoparasitica* 33, 7-14.

- Özgökçe, M.S., Bayindir, A., & Karaca, I., (2016). Temperature-dependent development of the tomato leaf miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on tomato plant *Lycopersicon esculentum* Mill. (Solanaceae). *Turk Entomol Derg-Tu* 40, 51-59.
- Özgökçe, M.S., Chi, H., Atlıhan, R., & Kara, H., (2018a). Correction to: Demography and population projection of *Myzus persicae* (Sulz.) (Hemiptera: Aphididae) on five pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. *Phytoparasitica* 46, 169-169.
- Özgökçe, M.S., Chi, H., Atlıhan, R., & Kara, H., (2018b). Demography and population projection of *Myzus persicae* (Sulz.) (Hemiptera: Aphididae) on five pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. *Phytoparasitica* 46, 153-167.
- Özgökçe, M. S., Kına, E., & Kara, H. (2018). Life table and some biological features of *Planococcus citri*, Risso (Hemiptera: Pseudococcidae) on 41-B grapevine variety (*Vitis vinifera* L.). *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Journal of Agricultural Sciences*, 28(özel sayı), 247-256.
- Polat, F., Ulgenturk, S., & Kaydan, M., (2008). Developmental biology of citrus mealybug, *Planococcus citri* (Risso) (Hemiptera: Pseudococcidae), on ornamental plants. *Proceedings of the International Symposium on Scale Insect Studies*, pp. 177-184.
- Smith, D., Beattie, G.A., & Broadley, R., (1997). *Citrus pests and their natural enemies: integrated pest management in Australia*.
- Tuan, S.J., Li, N.J., Yeh, C.C., Tang, L.C., & Chi, H., (2014). Effects of green manure cover crops on *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) populations. *J Econ Entomol* 107, 897-905.
- Tuan, S.J., Yeh, C.C., Atlıhan, R., & Chi, H., (2016). Linking Life Table and Predation Rate for Biological Control: A Comparative Study of *Eocanthecona furcellata* (Hemiptera: Pentatomidae) Fed on *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). *J Econ Entomol* 109, 13-24.
- van Niekerk, S., & Malan, A.P., (2012). Potential of South African entomopathogenic nematodes (Heterorhabditidae and Steinernematidae) for control of the citrus mealybug, *Planococcus citri* (Pseudococcidae). *J Invertebr Pathol* 111, 166-174.
- Walton, V.M., Daane, K.M., Bentley, W.J., Millar, J.G., Larsen, T.E., & Malakar-Kuenen, R., (2006). Pheromone-based mating disruption of *Planococcus ficus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in California vineyards. *Journal of economic entomology* 99, 1280-1290.
- Williams, D.J., & Watson, G.W., (1988). *Scale insects of the tropical South Pacific region*. Part 2. Mealybugs (Pseudococcidae). CAB International.
- Williams, D.J. & Watson, G.W., (1990). *The scale insects of the tropical South Pacific region*. Part 3: the soft scales (Coccidae) and other families. CAB International.
- Yu, L.-Y., Chen, Z.-Z., Zheng, F.-Q., Shi, A.-J., Guo, T.-T., Yeh, B.-H., Chi, H., Xu, & Y.-Y. (2013). Demographic analysis, a comparison of the jackknife and bootstrap methods, and predation projection: a case study of *Chrysopa pallens* (Neuroptera: Chrysopidae). *Journal of Economic Entomology* 106, 1-9.