



T.C.

**RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**ÇAY BİTKİSİNDE (*Camellia sinensis*) GÖZLENEN FİTOFAG
AKAR TÜRLERİNİN YILLIK POPÜLASYON DİNAMİĞİNİN
BELİRLENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Feyza YAZICI

Danışman

Prof. Dr. Muhammet Mustafa AKINER

RİZE

2025

KABUL VE ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalında, Prof. Dr. Muhammet Mustafa AKINER danışmanlığında, Feyza YAZICI tarafından hazırlanan *Çay Bitkisinde (Camellia sinensis) Gözlenen Fitofag Akar Türlerinin Yıllık Popülasyon Dinamiğinin Belirlenmesi* adlı bu tez çalışması, 31/07/2025 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği/~~oy çokluğu~~ ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı, Adı Soyadı	İmza
Başkan :	Prof. Dr. Muhammet Mustafa AKINER	
Üye :	Prof. Dr. Fatih Şaban BERİŞ	
Üye :	Dr. Öğr. Üyesi Yavuz TURAN	

ETİK BEYAN

Biyoloji Tezli Yüksek Lisans Programından mezun olmak üzere teslim ettiğim “Çay Bitkisinde (*Camellia sinensis*) Gözlenen Fitofag Akar Türlerinin Yıllık Popülasyon Dinamiğinin Belirlenmesi” adlı tezim, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan yazılmıştır.

Tez çalışmamda, başka kaynaklardan aktarılan bütün bilgi ve alıntılar, Enstitünüz Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak açıkça gösterilmiştir. Kaynağı gösterilenler dışında kalan bütün bilgiler uygun araştırma yöntemi kullanılarak tarafımdan edinilmiş ve esere bu şekilde yansıtılmıştır. Şahsıma ait olmayan hiçbir bilgi, kasıt veya kusurlar, şahsıma aitmiş gibi gösterilmemiştir. İnternet kaynakları dâhil, sahibine/kaynağına atıf yapılmaksızın hiçbir bilgi kullanılmamıştır. Aksinin ortaya çıkması halinde doğacak bütün hukuki, idari, akademik ve etik sorumluluk tarafıma ait olacaktır. Eserin tesliminden sonra herhangi bir zamanda, bilim etiğine aykırılık tespit edilmesi ve / veya eserimle ilgili intihal veya intihal şeklinde anlaşılabilecek bir durumun ortaya çıkması halinde; Üniversiteniz ve eğitim kadronuzun hiçbir şekilde sorumlu tutulmayacağını hür irademle kabul, beyan ve taahhüt ederim.

31/06/2025

Feyza YAZICI

ÖN SÖZ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programında gerçekleştirilen bu tezde, ülkemiz başta çay zararlısı akarlar olmak üzere Çay Bitkisinde (*Camellia sinensis*) Gözlenen Fitofag Akar Türlerinin Yıllık Popülasyon Dinamiğinin Belirlenmesi adlı tez çalışmasında bu akar türlerinin yıllık popülasyon dinamiğinin belirlenmesi ve popülasyon durumunun çevresel koşullar ile etkileşimi araştırılmıştır.

Hayatım boyunca maddi ve manevi anlamda beni destekleyen değerli babam Yusuf YAZICI ve kıymetli annem Cemile YAZICI'ya şükran, minnet ve sevgilerimi sunmayı bir borç bilirim. Kardeşlerim Ayşenur ÖZTABAK ve Osman Emre YAZICI'ya teşekkür ederim.

Yüksek lisans tezim süreci boyunca desteğini hissettiğim değerli abim Murat ÖZTÜRK'e, teşekkür ederim. Yüksek lisans öğrenciliğim sürecinde benden bilgi ve desteğini esirgemeyen, değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. M. Mustafa AKINER'e, ve diğer emeği geçen hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Feyza YAZICI

RİZE/2025

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	I
ETİK BEYAN.....	II
ÖN SÖZ.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÖZET	VI
ABSTRACT.....	VII
KISALTMALAR	VIII
TABLolar LİSTESİ	IX
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	X
GİRİŞ.....	1
1. GENEL BİLGİLER	2
1.1. Çayın Yayılışı ve Türkiye’deki Üretim Mitarları.....	2
1.2. Çaya Zarar Veren Eklembacaklılar.....	4
1.3. Türkiye’de Başlıca Çay Zararlısı Böcek Türleri	4
1.4. Akarlar.....	6
1.4.1. Akarların Morfolojisi	6
1.4.1.1. Gnathosoma	7
1.4.1.2. İdiosoma	7
1.4.1.3. Bacaklar	9
1.4.2. Bitki Zararlısı Akarlar	9
1.5. Türkiye Çay Bitkileri Üzerinde Tespit Edilen Akar Türleri	11
1.5.1. <i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Banks) (Trombidiformes: Tarsonemidae) ..	11
.....	11
1.5.2. <i>Calacarus carinatus</i> (Green) (Eriophyidae)	12
1.5.3. <i>Brevipalpus phoenicis</i> (Geijskes) (Acarina: Tenuipalpidae)	14
1.5.4. <i>Czenspinskia transversostriata</i> (Oudemans) (Acari:	
Winterschmidtidae)	15
1.5.5. <i>Tydeus californicus</i> (Banks) (Acari: Tydeidae) (Trombidiformes:	
Prostigmata)	15
1.5.6. <i>Tuckerella japonica</i> (Ehara) (Acari: Tuckerellidae)	16

1.5.7. <i>Neoseiulus californicus</i> (McGregor) (Acari: Phytoseiidae)	17
2. YÖNTEM.....	19
2.1. Çalışma alanının belirlenmesi	19
2.2. Saha örneklemeesi	20
2.3. Toplanan Örneklerin Tasnifi	20
2.4. Morfolojik tanımlama	21
2.4.1. Akarların Preparatlarının Yapılması	21
2.4.2. Tür tanımlamaları.....	21
2.5. Popülasyon sayımları	22
2.6. İstatistiki analizler	22
3. BULGULAR	23
3.1. Artvin ve Rize İllerinde Çay Yapraklarında Görülen Akar Türleri.....	23
3.2. Akar Türlerinin Yıllık Popülasyon Grafiği	28
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	42
KAYNAKÇA.....	59

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Ana Bilim Dalı : Biyoloji
Tez Türü : Yüksek Lisans
Danışman : Prof. Dr. Muhammet Mustafa AKINER
Hazırlayan : Feyza YAZICI
Yıl : 2025
Sayfa Sayısı : 73

ÖZET

**ÇAY BİTKİSİNDE (*Camellia sinensis*) GÖZLENEN FİTOFAG AKAR
TÜRLERİNİN YILLIK POPÜLASYON DİNAMİĞİNİN BELİRLENMESİ**

Bu tez çalışması, 2023-2024 yıllarını kapsayan 12 aylık süreçte Rize ve Artvin illerinden dörder bölge olmak üzere toplam sekiz bölgede bulunan çay bahçelerinde yürütülmüştür. Çalışmada alandan toplanan çay yaprakları üzerinde bulunan fitofag akar türlerinin araştırılması ve yıllık popülasyon dinamiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla her ay iki defa olmak üzere 24 kez arazi çalışması yapılmıştır. Akarlar, morfolojik teşhisi için her bir türe özgü olarak farklı derişimdeki laktik asit içerisinde bekletilerek berrak hale gelmesi sağlanmıştır. Ardından Hoyer ortamına alınarak teşhisleri yapılmıştır. Alanda daha önce tespit edilen yedi akar türünün yanında dokuz yeni akar türü daha belirlenmiştir. Bu akarların yedi tanesi familya düzeyinde teşhis edilmiştir, diğer iki akarın ise sadece hangi takıma ait olduğu belirlenebilmiştir. Alanda en yoğun bulunana türler sırasıyla, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) %61,8 oranında *Calacarus carinatus* (Green) %20,3, *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) %11,9, *Tydeus californicus* (Banks) %1,9, *Neoseiulus californicus* (McGregor) %0,8, *Czenzspinskia transversostriata* (Oudemans) %2,3, *Tuckerella japonica* (Ehara) %0,1 oranında ve diğer tanımlanamayan dokuz akar türü de toplam % 0,7 oranında belirlenmiştir. Alanda en yoğun olarak görülen *P. latus* mart ayı dışında tüm aylarda çay üzerinde görülmüş olup ağustos ayında popülasyonun en yüksek seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir. İl, bölge ve aylar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar görülmüştür. Popülasyon ile sıcaklık, nem ve yağış parametreleri ile yapılan korelasyonda, sıcaklık artışının *P. latus* popülasyonu üzerinde pozitif etki gösterdiği belirlenmiştir. En yoğun olarak görülen ikinci tür olan *C. carinatus* popülasyonu ocak ayı itibari ile artışa geçerek mart ayında en yüksek seviyeye ulaştığı ve mayıs ayı itibariyle düşük seviyede olduğu görülmüştür. Şehir ve bölgeler arasında anlamlı farklar tespit edilmiştir. Sıcaklığın orta düzeyde negatif olarak *C. carinatus* popülasyonunu etkilediği belirlenmiştir. En yoğun üçüncü tür olan *B. phoenicis* ise yıl boyunca çay üzerinde tespit edilmiş olup kasım ve aralık aylarında en yüksek seviyeye ulaştığı görülmüştür. Diğer aylarda çok düşük seviyelerde görülmüştür. İl, bölge ve aylar arasında fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur. Popülasyon düzeyi, nem ile orta düzeyde negatif yağış ile orta düzeyde pozitif korelasyon göstermiştir. Çay yapraklarında tespit edilen diğer üç fitofag akar türünün genel olarak sıcaklık ve nem ile pozitif yağış ile negatif yönde korelasyon gösterdiği, predatör akar olan *N. californicus* ise sıcaklık ve nem ile zayıf düzeyde negatif, yağış ile pozitif korelasyon gösterdiği belirlenmiştir. Alanda tespit edilen akar türlerinin popülasyon dinamiklerinin belirlenmesi ve sürekli sürveyans çalışması yapılması bölgede tarımı yapılan çay ve diğer ekonomik öneme sahip bitkiler için önemlidir. Fitofag akarlar ile bunlar üzerinden beslenme potansiyeline sahip avcı akarlar arasında gözlenebilecek olan etkileşimlerin incelenmesinin önemli olduğu ve bitki koruma anlamında ehemmiyet arzettiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Akar, Acari, *Camellia sinensis*, Popülasyon dinamiği

Recep Tayyip Erdogan University Institute of Graduate Studies

Department : Biology
Thesis Type : Master Thesis
Supervisor : Prof. Dr. Muhammet Mustafa AKINER
Author : Feyza YAZICI
Year : 2025
Pages : 73

ABSTRACT

DETERMINATION OF ANNUAL POPULATION DYNAMICS OF PHYTOPHAGOUS MITE SPECIES OBSERVED IN TEA PLANTS (*Camellia sinensis*)

This thesis study was conducted over a 12-month period covering the years 2023-2024 in tea plantations located in eight regions, with four regions each in Rize and Artvin provinces. This study aimed to investigate the phytophagous mite species found on tea leaves collected from the field and to determine their annual population dynamics. For this purpose, field sampling was carried out twice a month, resulting in a total of 24 field studies. The collected mites were cleared by being kept in lactic acid solutions of varying concentrations specific to each species for morphological identification. Subsequently, they were mounted in Hoyer's medium for diagnosis. In addition to the seven mite species previously recorded in the area, nine new mite species were identified. Seven of these newly detected mites were identified at the family level, while the remaining two could only be classified at the order level. The most abundant species in the study area were *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (61.8%), *Calacarus carinatus* (Green) (20.3%), *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (11.9%), *Tydeus californicus* (Banks) (1.9%), *Neoseiulus californicus* (McGregor) (0.8%), *Czenspinskia transversostriata* (Oudemans) (2.3%), and *Tuckerella japonica* (Ehara) (0.1%). Additionally, nine unidentified mite species collectively accounted for 0.7% of the population. The most abundant species, *P. latus*, was observed on tea plants throughout the year except in March, with its population peaking in August. Statistically significant differences were found between provinces, regions, and months. Correlation analysis with temperature, humidity, and precipitation parameters indicated that increasing temperatures had a positive effect on the *P. latus* population. The second most abundant species, *C. carinatus*, began to increase in January, peaked in March, and reached low levels starting from May. Statistically significant differences were also detected between cities and regions. Temperature was found to have a moderately negative effect on the *C. carinatus* population. The third most abundant species, *B. phoenicis*, was observed on tea plants throughout the year, with population peaks occurring in November and December, while very low levels were recorded in other months. Statistically significant differences were found between provinces, regions, and months for this species as well. The population level of *B. phoenicis* showed a moderate negative correlation with humidity and a moderate positive correlation with precipitation. Other phytophagous mite species identified on tea leaves generally exhibited positive correlations with temperature and humidity, and negative correlations with precipitation. The predatory mite *N. californicus* showed weak negative correlations with temperature and humidity, and a positive correlation with precipitation. Determining the population dynamics of the mite species identified in the area and conducting continuous surveillance studies are essential for tea cultivation and other economically important crops in the region. Investigating the potential interactions between phytophagous mites and their predatory counterparts is also of significant importance for plant protection strategies.

Key words: Mite, Acari, *Camellia sinensis*, Population Dynamics

KISALTMALAR

%	:	Yüzde
ANOVA	:	Analysis of Variance (Varyans Analizi)
B	:	<i>Brevipalpus</i>
°C	:	Santigrat Derece
C	:	<i>Calacarus</i>
Ca	:	<i>Camellia</i>
Cz	:	<i>Czenspinskia</i>
Df	:	Degree of freedom / serbestlik derecesi
dk	:	Dakika
f	:	F değeri
g	:	Gram
G	:	Güney
K	:	Kuzey
M	:	Metre
mL	:	Mililitre
N	:	<i>Neoseiulus</i>
O	:	<i>Orosanga</i>
P	:	<i>Polyphagotarsonemus</i>
P	:	Probability Value (Olasılık Değeri)
R	:	Korelasyon katsayısı
Sig.	:	Significance / Anlamlılık değeri - p değeri
T	:	<i>Tydeus</i>
Tu	:	<i>Tuckerella</i>

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Örneklem noktaları konum bilgileri	19
Tablo 2. Preparat yapımında kullanılan hoyer ortamının içeriği (Krantz, 1978).....	21
Tablo 3. Bu tez çalışmasında çay yaprakları üzerinde bulunan tanımlanmış ve tanımlanamamış türler	24
Tablo 4. <i>P. latus</i> 'un ANOVA analizi sonuçları	29
Tablo 5. Tüm lokasyonlarda <i>P. latus</i> popülasyonu ile sıcaklık, bağıl nem ve yağış değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları	29
Tablo 6. <i>C. carinatus</i> 'un ANOVA analizi sonuçları	31
Tablo 7. Tüm lokasyonlarda <i>C. carinatus</i> popülasyonu ile sıcaklık, bağıl nem ve yağış değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları	31
Tablo 8. <i>B. phoenicis</i> 'in ANOVA analizi sonuçları	33
Tablo 9. Tüm lokasyonlarda <i>B. phoenicis</i> popülasyonu ile sıcaklık, bağıl nem ve yağış değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları	33
Tablo 10. <i>Cz. transversostriata</i> ANOVA analizi sonuçları	35
Tablo 11. Tüm lokasyonlarda <i>Cz. transversostriata</i> popülasyonu ile sıcaklık, bağıl nem ve yağış değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları	35
Tablo 12. <i>T. californicus</i> 'un ANOVA analizi sonuçları	36
Tablo 13. Tüm lokasyonlarda <i>T. californicus</i> popülasyonu ile sıcaklık, bağıl nem ve yağış değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları	37
Tablo 14. <i>Tu. japonica</i> 'nın ANOVA analizi sonuçları	38
Tablo 15. Tüm lokasyonlarda <i>Tu. japonica</i> popülasyonu ile sıcaklık, bağıl nem ve yağış değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları	39
Tablo 16. <i>N. californicus</i> 'un ANOVA analizi sonuçları	40
Tablo 17. Tüm lokasyonlarda <i>N. californicus</i> popülasyonu ile sıcaklık, bağıl nem ve yağış değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları	41

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Tenuipalpid bir erkekte gösterildiği gibi akarların vücut kısımları.....	8
Şekil 2. <i>Polyphagotarsonemus latus</i>	11
Şekil 3. <i>Calacarus carinatus</i>	12
Şekil 4. <i>Brevipalpus phoenicis</i>	14
Şekil 5. <i>Czenspinskia transversostriata</i>	15
Şekil 6. <i>Tydeus californicus</i>	15
Şekil 7. <i>Tuckerella japonica</i>	16
Şekil 8. <i>Neoseiulus californicus</i>	17
Şekil 9. Rize ve Artvin ilinde örneklem noktaları	20
Şekil 10 Akar türlerinin bir yıllık birey sayılarının yüzdelik dağılımı.....	23
Şekil 11. <i>P. latus</i> lateral görünüm.....	25
Şekil 12. <i>C. carinatus</i> Lateral görünüm	25
Şekil 13. <i>B. phoenicis</i> dorsal görünüm.....	26
Şekil 14. <i>Cz. transversostriata</i> ventral görünüm	26
Şekil 15. <i>T. californicus</i> dorsolateral görünüm	27
Şekil 16. <i>Tu. japonica</i> dorsal görünüm	27
Şekil 17. <i>N. californicus</i>	28
Şekil 18. <i>P. latus</i> 'un 12 aylık popülasyon yoğunluğu	28
Şekil 19. <i>C. carinatus</i> 'un 12 aylık popülasyon yoğunluğu.....	30
Şekil 20. <i>B. phoenicis</i> 'un 12 aylık popülasyon yoğunluğu.....	32
Şekil 21. <i>Cz. transversostriata</i> 'nin 12 aylık popülasyon yoğunluğu.....	34
Şekil 22. <i>T. californicus</i> 12 aylık popülasyon yoğunluğu.....	36
Şekil 23. <i>Tu. japonica</i> 12 aylık popülasyon yoğunluğu.....	38
Şekil 24. <i>N. californicus</i> 'un 12 aylık popülasyon yoğunluğu	40

GİRİŞ

Çay bitkisi (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze), dünya genelinde geniş bir üretim alanına ve ekonomik değere sahip olan stratejik bir tarım ürünüdür (FAO, 2024). Türkiye’de, özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi’nde, hem iç tüketim hem de ihracat açısından önemli bir tarımsal gelir kaynağı olarak konumlanmaktadır. Çay tarımı yapılan hemen hemen her yerde akarlar çaya zarar veren en önemli faktörlerdir (Cranham, 1966). Fitofag akarlar, yaprak dokusunu tahrip ederek fotosentetik kapasitenin düşmesine, bitki fizyolojisinin bozulmasına ve dolayısıyla verim ile kalite kayıplarına yol açabilmektedir (Çuhadar ve ark., 2023). Ülkemizde bu çay zararlıları üzerine yürütülen çalışmalar sınırlı sayıdadır (Diler ve ark., 2022; Akyazı ve ark., 2023; Çuhadar ve ark., 2023; Yazıcı & Akıner, 2024; Akıner & Yazıcı, 2024). Türkiye çay plantasyonlarında, özellikle Rize ve Artvin illerinde, fitofag akar türlerinin yıllık popülasyon dinamiklerinin ayrıntılı olarak ortaya konduğu ve meteorolojik parametreler (sıcaklık, bağıl nem, yağış) ile ilişkilerinin sistematik biçimde değerlendirildiği kapsamlı bir araştırma bugüne kadar yapılmamıştır. Bu tez çalışması, Rize ve Artvin bölgelerinde bir yıl süreyle yürütülmüş olup, çay bitkisinde gözlenen fitofag akar türlerinin mevsimsel dalgalanmalarının belirlenmesi, yeni tür kayıtlarının ortaya çıkarılması ve popülasyon değişimlerinin iklimsel faktörlerle istatistiksel olarak ilişkilendirilmesi amacıyla planlanmıştır. Çalışma, hem zararlı akarların ekolojik adaptasyon süreçlerinin anlaşılmasına hem de entegre zararlı yönetimi stratejilerinin bilimsel temellere dayandırılmasına katkı sunmaktadır. Elde edilen veriler, bölgede akar popülasyonlarının pik yaptığı dönemlerin tespitine olanak sağlamış, sıcaklık, nem ve yağış parametreleriyle korelasyon analizleri sayesinde zararlı yoğunluğunun iklimsel tetikleyicileri ortaya konmuştur. Ayrıca, literatürde daha önce Türkiye çay plantasyonlarında rapor edilmemiş bazı fitofag akar türlerinin tespiti, çalışmanın özgün değerini güçlendirmiştir.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Çayın Yayılışı ve Türkiye’deki Üretim Miktarları

Çay bitkisi (*Ca. sinensis*) tropikal ve subtropikal iklimlerde yetişen, çok yıllık bir bitkidir. Bu bitki, küresel olarak 43° K ve 42° G enlemleri arasındaki bölgelerde yetiştirilmektedir (Barua 1989).

Dünya genelinde önemli bir tarım ürünü olarak ekonomiye katkı sağlamakta olup, özellikle yaprakları ve tomurcuklarından elde edilen çay, su dışında en yaygın tüketilen içeceklerden biridir (Elliot ve Whitehead, 1996; Zuo ve ark., 2002). Çay bitkisi doğada genellikle orta büyüklükte bir ağaç formu alırken, üreticiler, daha fazla genç sürgün elde etmek amacıyla bitkiyi budayarak çalı formunda yetiştirirler (Hajra, 2001).

Türkiye’de çay üretiminin tarihi, çok eskiye uzanmamaktadır. Çay tarımına yönelik ilk adımlar Osmanlı Devleti’nin son dönemine, özellikle Tanzimat Döneminde (1839–1876) atılmıştır. Bu dönemde yeni tarım ürünlerinin yetiştirilmesi teşvik edilmek istenmiş, ancak çay tarımı konusunda yapılan girişimler gerekli bilgi, teknik destek ve ilgi eksikliği nedeniyle sonuçsuz kalmıştır (Yurtoğlu, 2018). Çayın Türkiye’de yetiştirilebileceğine dair ilk bilimsel tespit 1918 yılında, Halkalı Yüksek Ziraat Mektebi müderrislerinden Ali Rıza Erten tarafından gerçekleştirilmiştir. Erten, Rize ve çevresinin çay tarımına uygun olduğunu gözlemleyerek bu durumu “Şimali Şarki Anadolu ve Kafkasya’da Tetkikatı Ziraiye” adlı raporunda İktisat Vekâleti’ne sunmuştur. Bu rapor 1924 ve 1925 yıllarında farklı adlarla yayımlanmış, ancak uygulama sahasında yeterince yankı bulmamıştır. Türkiye’de çay tarımının gerçek anlamda başlaması ve kurumsallaşması ise Cumhuriyet döneminde Zihni Derin’in çalışmalarıyla mümkün olmuştur. Ziraatçı ve bürokrat olan Zihni Derin, 1923 yılında Rize’ye giderek bölgede çay fidanlığı kurulmasına öncülük etmiştir. Batum’dan çay tohumu, fidan ve uzman bir Rus bahçıvan getirerek ilk sistemli denemeleri başlatmış, yerli çay tarımının teknik altyapısını oluşturmuştur. Bu çalışmalar sonucunda, 6 Şubat 1924’te kabul edilen 407 sayılı Kanun ile Rize ve Borçka’da çay ve narenciye tarımı yasal bir zemine oturtulmuştur (Yurtoğlu, 2018).

Türkiye’de çay, 1600’lü yıllardan itibaren içecek olarak tüketilmeye başlanmış olsa da ekonomik olarak üretimi ilk kez 1938 yılına uzanmaktadır (Özdemir, 1992; Horuz ve Korkmaz, 2006).

Çay, ülkemizde Ordu'nun Fatsa ilçesinden Gürcistan sınırına uzanan sahil kesimini içine alan sınırlı bir bölgede yetiştirilmektedir. Çay bu bölge içerisinde Rize ve çevresi çay yetiştirilmesi için en ideal koşulların olduğu il olarak karşımıza çıkmakta ve en yüksek üretimin burada yapıldığı görülmektedir (Kacar, 1992; Yurteri ve ark., 2019).

Dünya genelinde 2022 yılı itibarıyla yaklaşık 5,3 milyon hektar (ha) alanda 29,8 milyon ton yaş çay üretimi gerçekleşmiştir. Çay üretim alanlarında Çin, Hindistan, Kenya ve Sri Lanka ilk sıralarda yer almaktadır. Türkiye ise aynı yılın verilerine göre 83 bin hektar alanda, 1 milyon 300 bin ton yaş çay üretimi ile beşinci sırada yer almaktadır (FAO, 2024).

Ülkemizde yaklaşık 205.118 üretici ile 791.287 dekar alanda çay tarımı yapılmaktadır. Üretimin %70 oranıyla büyük çoğunluğu Rize ilinde gerçekleştirilmektedir (Rize Ticaret Borsası, 2024). Rize Ticaret Borsası istatistiklerine göre, Türkiye'de 2024 yılında çay tarım alanlarında 1 milyon 438 bin ton yaş çay işlenmiştir. Üretilen yaş çayın %54,53'ü ÇAYKUR tarafından, %45,47'si ise özel sektör tarafından işlenmiştir (Rize Ticaret Borsası, 2024).

Çay bitkisi, zengin biyokimyasal içeriği ile dikkat çeker ve özellikle polifenoller ve alkaloidler gibi önemli bileşenler içerir. Taze çay yaprağı, kafein gibi alkaloidlerin yanı sıra, kateşin, epikateşin, epigallokateşin gibi fenolik bileşikler de barındırır (Hour ve ark., 1999; Chan ve ark., 2007). Çayın fenolik bileşenleri, güçlü antioksidan özellikler gösterir (Cao ve ark., 1996; Shimizu ve ark., 2011). Siyah ve yeşil çayın kalitesi, büyük ölçüde kafein gibi alkaloidlerin miktarına bağlıdır (Sharma ve ark., 2005). Kafein, kas gevşetici ve uyarıcı etkileri nedeniyle farmasötik sanayide de kullanılır (Tabak, 2017). Uzun yıllardır çayı insan sağlığına etkileri araştırılmaktadır. Bağışıklık sistemini güçlendirmesi başta olmak üzere, antiviral, antioksidan, antibakteriyel, antikarsinogenik, antifungal ve kardiyovasküler hastalıkları önleyici özellikleri olduğu bilinmektedir (Sharangi, 2009; Song ve ark., 2005; Butler ve Wu, 2011; Sarıca ve Diktaş, 2008; An ve ark., 2004; Han ve ark., 1997; Katiyar ve Mukhtar, 1997; Bertolini ve ark., 2000; Weisburger ve Chung, 2002; Vita, 2003; Cooper ve ark., 2005; Yılmaz 2025). Çayın biyokimyasal içeriği, bitkinin türü, yaşı, çevresel faktörler (sıcaklık, güneşlenme, yağış gibi, nem, yükseklik) ve

kültürel uygulamalar (hasat zamanı, gübreleme, vb.) ile şekillenir (Luczaj ve Skrzydlewska, 2005; Mokaya ve ark., 2018).

Çay yaprakları toplandıktan sonra işlenerek farklı içilebilir çay türlerine ayrılabilen bir üründür. Siyah çay, yeşil çay, oolong çayı, beyaz çay ve pu-erh çayı gibi çeşitler; uygulanan işleme tekniklerine bağlı olarak farklı tat profilleri, renkler ve kimyasal bileşimler ortaya koyar (Owuor, 2001; Salman ve Özdemir, 2018). Bu çeşitler arasında en yaygın olarak bilinenler siyah çay ve yeşil çay olup, dünya çapında üretilen çayın büyük bir kısmı bu iki türdür. Çay tipleri arasında, siyah çay, dünya üretiminin %76'sını, yeşil çay ise %22'sini oluşturmaktadır (Trevisanato ve Kim, 2000; Carloni ve ark., 2013). Çay üretimi, Hindistan, Çin, Sri Lanka, Japonya, Kenya ve Türkiye gibi 30'dan fazla ülkede yapılmaktadır (Cabrera ve ark., 2006; Seyis ve ark., 2018). Özellikle yeşil çay, Çin ve Japonya gibi Uzakdoğu ülkelerinde yoğun olarak tüketilmektedir (Williges, 2004; Sumpio ve ark., 2006).

1.2. Çaya Zarar Veren Eklem Bacaklılar

Dünya çay tarım alanlarında çayın verimini düşüren ve ekonomik kayba neden olan çok sayıda zararlı tür bulunmaktadır. Chen ve Chen tarafından (1989) yılında dünya genelinde çay üzerinde 1031 zararlı türün varlığı raporlanmıştır. Bitkinin, yaprak, gövde, kök, çiçek ve tohum kısımlarında en az bir zararlı türü tarafından beslenildiği ve kontrol edilmezse bu zararlı böceklerin çayda %11-%55 oranında verim kaybına neden olduğu bildirilmiştir (Hazarika ve ark., 2009). Hindistan'da yapılan bir çalışmada çay bitkisi üzerinde 11 takım 89 familya ile 439 böcek türü ve 2 takım 30 familya ile 114 akar türünün bulunduğu bildirilmiştir. Bu türlerin büyük çoğunluğu çaya zarar veren türler olmakla birlikte kalan kısmı zararlı akar ve böceklerin doğal düşmanlarını oluşturduğu belirtilmiştir (Muraleedharan & Roy, 2016).

1.3. Türkiye'de Başlıca Çay Zararlısı Böcek Türleri

Çaya zarar veren çok sayıda böcek türü bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri;

Orosanga japonica (Hemiptera: Ricaniidae)

Türkiye’de ilk defa tespit edildiği 2006 yılı itibariyle bu türün adı konusunda bir görüş birliği bulunmamaktaydı. Bazı araştırmacılar tarafından *Ricania simulans* (Walker, 1851) olarak adlandırırken, bazıları ise *Ricania japonica* ismini tercih etmiştir (Demir, 2009; Ak ve ark., 2015). Son yıllarda bazı araştırmacılar, *R. japonica* olarak bilinen türün cins adının *Orosanga* (Melichar, 1898) olarak değiştirilmesi gerektiğini belirtmiştir. (Demir, 2018; Mozaffarian, 2018). Akıner ve ark. (2019), 28S rDNA gen bölgesine dayalı analizler sonucunda, bu türün *Orosanga japonica* olarak tanımlanması gerektiğini ortaya koymuştur.

Orosanga japonica (Melichar, 1898) bitkilerin özsuynunu emerek, bitki dokularının içerisine yumurta bırakarak veya salgı maddeleri nedeniyle fumajine neden olarak hasar vermektedir. Türün anavatanı olan Asya kıtasından hem Türkiye’ye hem de Avrupa ülkelerine hızlı bir şekilde yayılım göstermiştir (Akıner ve ark., 2022; Demir, 2009). Fitofag bir tür olan *O. japonica*, Karadeniz bölgesinde çay bitkisi başta olmak üzere, ekonomik olarak önemli olan kivi ve fındığa da zarar vermektedir. Bu bitkilerin yanı sıra kültürel olarak yetiştirilen birçok sebze türü ve çeşitli bitkiler ile beslenmektedir. Zararının popülasyonü yüksek olduğu durumlarda ciddi verim kayıplarını hatta bitkinin kurummasına neden olabilmektedir (Karataş ve ark., 2020; Öztemiz ve Doğanlar, 2015; Demir, 2009).

Chloropulvinaria floccifera (Westw.) (Homoptera: Coccidae)

Çay koşnili olarak da bilinen bu tür yaprak üzerine yumurtaları, bir ağ gibi saran yumurta torbaları şeklinde bırakılır ve yumurtadan çıkan larvalar oval ve kirli sarı renkte olurlar. nisan ayı itibariyle larvalar sürgünlere geçerek gelişimlerini tamamlar. Ergin bireyler yumurtlamak için yaprağın alt yüzeyine geçerek hareketsiz kalırlar (Lagowska ve ark., 2017). Gelişim aşamasında bitki ile beslenmelerinin yanı sıra esas zararı salgılamış oldukları tatlımsı madden kaynaklı fumajindir. Yoğun istila durumunda fumajinden dolayı yaprak dökülmelerine neden olabilmektedir.

Toxoptera aurantii (Homoptera: Aphididae)

Dünya genelinde yayılım gösteren *Toxoptera aurantii* polifag bir türdür (Carver, 1978). Özellikle taze sürgünlerle beslenerek çayın gelişimini ve kalitesini olumsuz yönde etkilerler. Beslenme ile salgılamış oldukları tatlımsı madde ile fumajine neden olurlar bu durum fotosentezinde azalmasına neden olmaktadır (Han,

2002). Ülkemizde yoğun hasara neden olduğu bilinen bu tür bitki hastalıklarına neden olan çeşitli virüslerin de vektörlüğünü yapmaktadır (Sevim ve ark., 2012).

Halyomorpha halys (Heteroptera: Pentatomidae)

Son yıllarda ülkemizde popülasyon seviyesi hızla yükselen kahve rengi kokulu böcek olarak da bilinen *Halyomorpha halys* özellikle fındık bitkisi üzerinde ciddi hasarlara neden olmaktadır. Bitkilerin özsuyunu emerek beslenen bu zararlı böcek asıl hasarını beslenirken bitkinin meyve kısmı gibi etli dokularına sindirim enzimlerini salması ile gerçekleştirir. Bu durumun sonucunda ürün kalitesini düşürerek zarara neden olmaktadır (Hedstrom ve ark., 2014, Bariselli ve ark., 2016). Ülkemizde Karadeniz Bölgesi başta olmak üzere, Marmara ve Ege Bölgelerinde de yayılım göstermektedir (Çerçi, 2021). Henüz ülkemizde çaya hasar verme durumuna dair bir çalışma bulunmasa da Hamilton ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan çalışmada çay ile beslendiği bildirilmiştir. Gelecek yıllarda popülasyonun daha da artması sonucu çay bitkisi üzerinde de zarar oluşturabileceğini göstermektedir.

1.4. Akarlar

Arthropoda şubesinin Chelicerata altşubesinin Arachnida sınıfının Acari altsınıfında yer alan akarların büyük çoğunluğu gözle görülemeyecek kadar küçük canlılardır. Çoğunlukla fitofag beslenen akarların bir kısmı da predatör olup diğer akar türleri ve bazı arthropodlar ile beslenir. Akarların serbest yaşayan türleri çeşitli böceklerin yanısıra, böcek yumurtaları, başka akar türleri veya böcekler üzerinde beslenebilmektedir. Bazı akar türleri de su ve toprakta bulunan organik maddeler ile beslenir. Depo gıda maddeleri veya çürümekte olan çeşitli besinler üzerinde de saprofit akar türleri yaşayabilmektedir. İnsanların veya hayvanların bulunduğu ortamda iç veya dış parazitlik yaparak varlığını sürdüren akarlar çeşitli virüslerin vektörlüğünü de yapabilmektedir (Ecevit, 2002; Krantz ve Walter, 2009).

1.4.1. Akarların Morfolojisi

Arachnidlerin vücut segmentleri belirgin olmasına rağmen bu grup içerisinde yer alan akarların çoğu oval veya yuvarlak yalplıdır ve vücut segmenleri belirgin değildir. Vücutlarının dış yapıları kütikula ile kaplıdır ve bu yapının dış tabakasında

çok sayıda por bulunmaktadır. Aynı zamanda kütikula yapısının üzerinde türe göre farklılık gösteren farklı setalar bulunmaktadır (Doğan ve Özman Sullivan 2023).

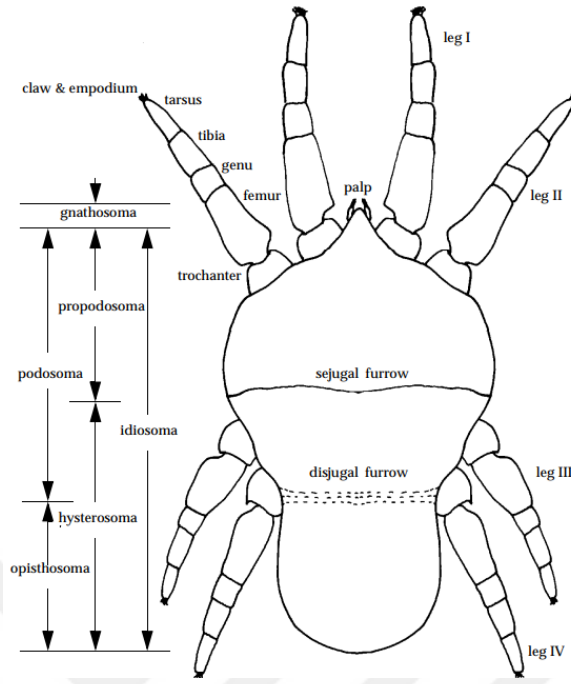
1.4.1.1. Gnathosoma

Gnathosoma diğer adıyla, capitulum; üç temel segmentin (prekeliseral, keliseral ve palp) bölümlerin birleşiminden meydana gelmektedir. Bu yapı, bir çift chelicera ve bir çift pedipalp içermektedir. Gnathosoma, akarların beslenme ve yaşam şekillerine uygun olarak türlere göre özellemiştir. Akarlara özgü olan gnathosoma, en ayırt edici vücut segmentidir. Beyin idiosomada bölgesinde ve akarda göz prozoma bölgesinde bulunduğu için, gnathosoma baş olarak nitelendirilmez. Akarlarda ağız ısırıcı ve emici ağız tipi olmak üzere iki tip olarak bulunmaktadır (Doğan ve Özman Sullivan 2023).

Chelicerae, farklı taksonomik gruplarda çeşitli morfolojik formlarda bulunabilir; çoğunlukla kıskaç benzeri (chelate) yapılara sahiptir ve besin materyalinin parçalanmasında işlev görür. Pedipalp ise genellikle gnathosomanın vücut kısmına hareketli biçimde bağlanmış, dokunma ve gıda tutma işlevi gören bir duyu uzantısıdır (Ecevit, 1981; Krantz & Walter, 2009).

1.4.1.2. İdiosoma

Sirkumpapitular yarık, gnathosoma ile idiosoma arasındaki sınırı belirleyen anatomik bir yapıdır. Idiosoma, türün yaşam tarzına bağlı olarak farklı morfolojik görünüm sergileyebilir. Serbest yaşayan türlerde genellikle uzun ve hafifçe yuvarlak bir şekle sahipken, parazitik formlarda vücut hem uzamış yapıdadır hem de bulunduğu yaşamsal ortama morfolojik olarak uyum sağlayacak şekilde şekillenmiştir (Ecevit, 1981). Idiosomanın dış örtüsü, çoğu zaman plaklar halinde organize olmuş ve kısmen sklerotize (sertleşmiş) bir yapı kazanmıştır. Bu sertleşme, farklı akar türleri arasında değişkenlik gösterebilir ve genellikle tüm vücut yüzeyini kapsamayabilir (Doğan ve Özman Sullivan 2023).



Şekil 1. Tenuipalpid bir erkekte gösterildiği gibi akarların vücut kısımları (Zhang, 2003)

Podosoma, idiosomada bulunan dört çift bacağın bulunduğu kısımdır. Akarların vücudu sirkumkapitular, sejugal ve postpedal oluk olmak üzere üç enine yarık ile dört kısma ayrılmaktadır. Sirkumkapitular oluk ile ağız, kelisera ve pedipalpleri içeren gnathosoma ile idiosomayı ayırır. II. ve III. çift bacakların arasından sejugal oluk geçer ve sejugal oluk ile sirkumkapitular oluk arasında kalan, I ve II. çift bacağın bulunduğu vücut bölgesi propodosoma olarak adlandırılır. Postpedal oluk ise IV. bacağın arkasından geçer ve nadir olarak da oribatidlerde bulunmaktadır (Doğan ve Özman Sullivan 2023). Postpedal oluk ile sejugal oluk arasında kalan, III. ve IV. çift bacağın bulunduğu kısım metapodozoma olarak adlandırılır. Postpedal oyuk aynı zamanda, idiosomayı oluşturan podosoma ile opishosomayı birbirinden ayırır (Krantz ve Walter, 2009). Disjugal oyuk da dorsalden podosoma ile opishosomayı birbirinden ayıran teorik bir düzlem olarak kabul edilmektedir kapsamayabilir (Doğan ve Özman Sullivan 2023) (Şekil 1).

İdiosamonın dorsal kısmı akarlar arasında farklılık göstererek kitinleşmiş plak veya plaklar halinde bulunmaktadır. Oribatida (Cryptostigmata)’larda, kitinleşmenin en yoğun olduğu akar grubudur. Dış parazit olarak yaşamını sürdüren türler de kitinleşme yoğun olarak görülürken Prostigmata suborderına ait bireylerde ise

kitinleşme oldukça azdır. Bu levhalar akarın dış etkilere karşı korunmasını sağlarken aynı zamanda kasların bağlanma yeri olarak da görev almaktadır (Ecevit, 1981). İdiozomanın ventral bölümünde, anüs, genital açıklık ve hareket organlarının bağlanma yerleri bulunur. Akarlarda anüs, genellikle vücudun posterior kısmında bulunur. (Doğan ve Özman Sullivan, 2023).

1.4.1.3. Bacaklar

Akarların bacak sayısı, türlerine ve gelişim evrelerine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Genellikle larva döneminde üç çift bacak bulunurken, nimf ve ergin evrelerde bu sayı dört çifte ulaşır. Birinci ve ikinci çift bacaklar öne doğru, üçüncü ve dördüncü çift bacaklar ise arkaya doğru uzanmaktadır. Ancak bazı istisnalar da mevcuttur. Örneğin, Prostigmata takımında yer alan bazı türlerde (örneğin Podopolipodidae ailesinde), olgun bireylerde bile yalnızca üç çift bacak bulunabilir. Öte yandan, Eriophyidae familyasına ait türlerde, embriyo sonrası gelişimin tüm evrelerinde sadece iki çift bacak bulunmaktadır (Ecevit, 1981). Bacak genel olarak yedi segmentten oluşmaktadır. Bunlar bacak kaide kısmından itibaren *koxa*, *trokanter*, *femur*, *genu*, *tibiya*, *tarsus* ve *apotele* (ambulakrum) olarak adlandırılmaktadır. Bacaklar, besinlerin bulunması, kavranmasında da kullanılırken aynı zamanda duyu organı işlevi gibi farklı görevleri bulunmaktadır. Idiosoma ve bacak segmentleri üzerinde yer alan kılların sayısı, dizilimi ve konumları, ketotaksi olarak adlandırılır ve bu düzenleme, akarların taksonomik sınıflandırılmasında oldukça önemlidir (Doğan ve Özman Sullivan 2023).

1.4.2. Bitki Zararlısı Akarlar

Akarlar, dünya genelindeki hemen hemen tüm çay üreticisi ülkelerde kalıcı ve en önemli çay zararlıları olarak kabul edilmektedir (Cranham, 1966). *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acarina: Tenuipalpidae), *Calacarus carinatus* (Green) (Acarina: Eriophyidae) ve *Acaphylla theae* (Watt) (Acarina: Eriophyidae) Asya ve Afrika'daki çay üretimi yapılan pek çok ülkede yaygın olarak görülmektedir (Muraleedharan, 1992, Rattan, 1992, Takafuji ve ark., 2000). Aynı şekilde *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acarina: Tetranychidae), Japonya, Çin, Tayvan ve Filipinler'de önemli bir zararlı tür olarak kaydedilmiştir (Ho, 2000). Bu akarlar arasında en kritik öneme sahip

olan akar Hindistan'nın Assam bölgesinde tespit edilen kırmızı örümcek akarı ((*Oligonychus coffeae*) Nietner (Acarina: Tetranychidae))'dir. Bu tür Hindistan, Sri Lanka, Bangladeş, Tayvan, Kenya, Burundi, Malavi, Uganda ve Zimbabwe'de yaygın olarak bulunmaktadır (Gotoh & Nagata, 2001). Kırmızı örümcek akarının, nimf ve ergin bireyleri beslenme sonucu yaprakların üst yüzeyinde çok küçük kırmızımsı kahverengi lekeler oluştururlar. Yaprakların yoğun istilasında %17 ile %46 arasında verim kaybına yol açabileceği bildirilmiştir (Das, 1959). Yüksek sıcaklık, gölgenin olmaması ve yağışın yüksek olmaması bu zararlı türün yayılımına zemin hazırlayan faktörlerdir. *O. coffeae*'nin büyüme gelişimi için en uygun sıcaklık 30°C iken, gelişme için alt sınır 10°C'dir (Gotoh & Nagata, 2001). Yaprığın üst yüzeylerinde yaşayan akarlar, yoğun yağışlardan kolaylıkla etkilenirler. Yaprak yüzeyinin sıcaklığı ve çay yaprakları üzerinde güneş ışığının penetrasyonu da akarların konumunu, dağılımını etkilemektedir. Bu duruma örnek olarak *O. Coffeae*'nin bitkilerdeki gölgeleme ile ilişkili optimum sıcaklıklar nedeniyle, çay bitkisinin orta bölgesini yani yaprak koparma yüzeyinin yaklaşık olarak 30 cm alt kısmını tercih eder (Banerjee, 1981). Hadfield (1968) 30°C ile 32°C arasındaki sıcaklıklarda, çay bitkisinin üst kısmının 45°C civarına çıkabildiğini ve gölgeleme dolayısıyla bu sıcaklıkların daha düşük seviyelere çekildiğini bildirmiştir.

Tetranychus kanzawai Kishida (Acarina: Tetranychidae), nimf ve ergin bireyleri kırmızı örümcek akarı gibi beslenme sonucu yaprak yüzeyinde küçük lekeler veya yaralar bırakırlar. Bir dişi birey günde ortalama 2 ila 3 yumurta bırakır. Ortalama olarak 40 günlük bir yaşam döngüsüne sahip olan akar yaşam döngüsü boyunca 45 civarında yumurta bırakabilmektedir. Kanzawa örümcek akarı, çay başta olmak üzere birçok bitkiye zarar vermektedir. Çay bitkisi üzerinde aktif hareket ederek bitkinin farklı kısımlarında hasara neden olabilmektedir. Aynı zamanda çay üzerinden de etrafta bulunan yabani otlara geçiş yapabilmektedir. Bu akarın gelişimi için optimum sıcaklık 12°C ile 37°C aralığındadır. 12°C'nin altındaki sıcaklıklarda ise gelişimi durur (Ho, 2000). Takafuji ve arkadaşları (2000) tarafından Japonya'da yapılan çalışmada sıcaklık 18°C veya daha düşük olduğunda akarın diyapoza girdiği bildirilmiştir.

Yassı akar, kızıl akar ve yalancı örümcek akarı olarak bilinen Tenuipalpidae familyasına ait *B. phoenicis* neredeyse çay tarımı yapılan tüm Asya ve Afrika ülkelerde yaygın olarak bulunmaktadır. Rattan (1992) yapmış olduğu çalışmada, bu zararlı akar

türünün Güney Hindistan'da %8 ila %17, Endonezya'da %13 ve Kenya'da %12 oranında verim kaybına neden olduğunu bildirmiştir. *B. phoenicis* dişi bireyleri, yumurtaları yaprak kıllarının tabanına, yaprak saplarına veya gövdedeki çatlaklara bırakır (TRA, 1994). Bu akarlar 30 ila 60 gün arasında yaşam döngüsünü tamamlar. Larvalar, nimfler ve ergin akarlar yaprakların alt yüzeyinde, yoğun olarak orta damarlar ve yaprak sapının tabanında, bitki ile beslenirler. İstilaya uğramış yapraklarda kahverengimsi sertleşmiş dokular görülür, istila yoğunlaştıkça yapraklarda dökülme görülebilir (TRA, 1994).

1.5. Türkiye Çay Bitkileri Üzerinde Tespit Edilen Akar Türleri

1.5.1. *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Trombidiformes: Tarsonemidae)



Şekil 2. *Polyphagotarsonemus latus*

P. latus (Sarı Çay Akarı), ilk defa 1904 yılında Banks tarafından Washington DC, ABD'de bir Mango serasında, bitkinin tomurcuk kısmında tespit edilmiştir (1904). Ülkemizde ise ilk kez Uygun ve arkadaşları (1995) tarafından yapılan çalışmada 1992 yılında Antalya'daki sera bitkilerinde gözlemlenmiştir. Çay plantasyonlarında ise bu akar türü, ilk defa 2006 yılında Özman (Sullivan) ve arkadaşları (2006) tarafından kaydedilmiştir. Sarı çay akarı açık ve örtü altı tarımın en önemli zararlılardandır. Tropikal ve subtropikal bölgelerde yayılım göstermekte olan sarı çay akarı, birçok sebze, süs bitkisi ve turuncgiller dahil olmak üzere 60'ın üzerinde bitki familyasını

etkilemektedir (Audenaert ve ark, 2009; Gerson, 1992). İdeal koşullarda (yaklaşık 25°C ve yüksek nem), yaşam döngüsünü tamamlaması yaklaşık bir hafta süren sarı çay akarı yumurta bırakıldıktan 1 ile 3 gün sonra yumurtadan çıkarak larva haline gelmektedir (Gerson, 1992). Larvalar beslenerek bir gün sonra hareketsiz evreye girmektedir. Ergin hale gelmemiş dişi bireyler ergin erkek bireyler tarafından taşınmaktadır (Flechtmann ve Flechtmann 1984). Karmakar (1995) çalışmasında bir dişi bireyin ortalama olarak 45 yumurta bıraktığını bildirmiştir. Sarı çay akarı aynı zamanda farklı bitki hastalıklarına neden olan virüslerin vektörlüğünü de yapmaktadır. Buna örnek olarak, Chakraborti (2000) tarafından yapılan çalışmada, biberde yaprak kıvrılma virüsünün vektörlüğünü yaptığı bildirilmiştir (Şekil 2).

1.5.2. *Calacarus carinatus* (Green) (Eriophyidae)



Şekil 3. *Calacarus carinatus*

Fitofag akarlar, tarımsal faaliyetler ve doğal ekosistemler üzerinde ciddi etkiler yaratabilmektedir. Bu gruplar arasında, eriophyid (Eriophyoidea) akar türleri, tarımsal uygulamaları olumsuz etkileme potansiyeli en yüksek olanlardır. Bu türler zorunlu bitki paraziti olup; virüs enfeksiyonları, besin eksiklikleri ya da fizyolojik bozukluklarla karıştırılabilecek semptomlara neden olurlar. Eriophyidae familyasına ait türler genellikle konak spesifikliğı gösterir ve kökler hariç bitkinin tüm bölümlerinde zarar oluşturabilir (Westphal & Manson, 1996) Eriophyoid akarlar bitkinin hastalığına sebep olabilecek potojenleri taşıyabilmektedir (Oldfield & Proeseler, 1996). Yüksek düzeyde konak spesifikliğı gösteren bu akarlar konak bitkilerinin yetiştiğı her alanda yaygın olarak bulunur (Oldfield, 1996; Skoracka ve

ark., 2010). Çevresel koşulların değişkenliği, tarımsal uygulamalar ve pazar standartları gibi faktörler, bu grubun ekonomik öneminin doğru bir şekilde belirlenmesini zorlaştırmaktadır (Van Leeuwen ve ark., 2010).

Calacarus cinsi, Eriophyoidea alt grubunda yer alan ve ekonomik açıdan önemli türleri barındıran bir gruptur. Eriophyoid akarlar içerisinde *Calacarus* cinsi akarlar ekonomik zarara neden olan en önemli gruptur ve yaygın olarak bilenen zararlı akar türleri *C. carinatus*, *C. brionesae* ve *C. coffeae* türleridir. Bu türler, kahve, çay, portakal, narenciye ve papaya gibi ekonomik önemi yüksek bitkilere zarar vermektedir (Lindquist & Amrine, 1996). Bu cins genellikle tropikal konaklarla ilişkilendirilir ve Asya, Güney Afrika, ABD ve Brezilya gibi tropikal ve subtropikal bölgelerde yayılış göstermektedir. Avrupa’da ise yalnızca iki türün (*C. carinatus* ve *C. pusillus*) varlığı bildirilmiştir (Pye, 2012; Pwkb, 2022). Mansilla ve arkadaşları (2003) yapmış oldukları çalışmada *C. carinatus*’un Avrupa’da *A. theae* (Acarina: Eriophyidae) ile birlikte istilacı tür olarak yayıldığını belirtmiştir. Bu tür; İtalya, İspanya, Portekiz’deki narenciye plantasyonlarında görülmüş, ayrıca Macaristan ve Polonya’da da varlığı bildirilmiştir (Navajas ve ark., 2010). Türkiye’de ise 100’den fazla Eriophyoidea türü kaydedilmesine rağmen Calacarini cinsine ait sadece *C. carinatus* türü rapor edilmiştir (Denizhan ve ark., 2015). Bu tür, Türkiye’de ilk kez Giresun ilinde çay bitkisi (*Ca. sinensis*) üzerinde Düzgüneş (1963) tarafından kayıt altına alınmıştır. Rize ilinde varlığı ise Özman (Sullivan) (2006) yapılan çalışmada tespit edilmiştir. Çin’de yapılan genetik ve popülasyon çalışmaları, bu türün çayın farklı varyetelerinde yayılım gösterdiğini ve insan kaynaklı ticari faaliyetlerle pasif olarak yayıldığını ortaya koymuştur (Li ve ark., 2014).

C. carinatus yaprak ana damarı üzerinde ve yaprak kenar kısımlarında hasara neden olmaktadır. Beslenme sonucu yaprak kenarlarında kıvrılmalar, yoğun istila durumunda yaprağın yapısını etkileyerek bronzlaşmasına hatta dökülmesine neden olmaktadır (Shiao, 1976). Aynı zamanda çayın lezzetini belirleyen bileşenlerin bir kısmını etkileyerek çay kalitesini düşürmektedir (Subaharan ve Regupathy 2006).

1.5.3. *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acarina: Tenuipalpidae)



Şekil 4. *Brevipalpus phoenicis*

Brevipalpus cinsi akar türler (Acari: Tenuipalpidae), ekonomik değeri olan fazla sayıda tarımsal üründe zarara neden olmaktadır. 486'dan fazla konukçu bitkide hasara neden olan fitofag bir türdür ve geniş bir yayılıma sahiptir (Childers ve ark., 2003; Nunes ve ark., 2012). Türkiye çay bahçelerinde tespit edilen bir diğer akar türü *Brevipalpus phoenicis* (Prostigmata: Tenuipalpidae)'dir. Yaygın adı yassı akar da olan *B. phoenicis*'in ilk defa Geijskes tarafından 1939 yılında Hollanda'da tespit edilmiştir (1939) (Şekil 4). Yassı akar tropikal ve subtropikal bölgelerde dağılım gösteren polifag bir zararlı türdür (Haramoto, 1966). Tenuipalpidae familyasına ait en önemli grup *Brevipalpus* cinsidir. *Brevipalpus* cinsi akarların boyları 200 – 410 µm arasındadır (Haramoto, 1966; Jeppson ve ark., 1975; Baker ve Tuttle, 1987). Küçük boyutta olmaları ve yavaş hareket etmeleri nedeniyle tespitleri kolay olmayan bu akarlar yılda yaklaşık dokuz jenerasyon verebilmektedir (Lal, 1979). *B. phoenicis* (Geijskes), çay bitkisinde önemli bir zararlı olarak kabul edilmekte olup, bitki üzerinde ciddi hasarlara neden olmaktadır. Bu türün çay üzerindeki yaşam döngüsü ayrıntılı biçimde belgelenmiştir (Nara ve ark., 1972).

1.5.4. *Czenspinskia transversostriata* (Oudemans) (Acari: Winterschmidtidae)



Şekil 5. *Czenspinskia transversostriata*

Czenspinskia transversostriata, Türkiye’de ilk defa, Ozman ve Çobanoğlu (2000) tarafından fındık bahçelerinde tespiti yapılmıştır. Bu akar çoğunlukla mantarlar, depolanmış gıdalar, çürüyen maddeler ve bitki yapraklarında yaşamaktadır (Barbosa ve Moraes 2021). Ülkemizde çay bitkisi üzerindeki tespiti ise ilk kez Diler ve arkadaşları (2022) tarafından yapılan çalışmada bildirilmiştir (Şekil 5).

1.5.5. *Tydeus californicus* (Banks) (Acari: Tydeidae) (Trombidiformes: Prostigmata)



Şekil 6. *Tydeus californicus*

Tydeus californicus, Tydeidae familyasına ait akar türüdür. 400’den fazla türden oluşan büyük ve karmaşık olan bu familya dünya genelinde yayılım göstermektedir (Krantz, 1978; Zhang, 2003). Bu familyanın üyesi olan akarlar, mantar,

yosun, bitki yaprağı, çürümüş ahşap, ağaç kabuklarının altı, odun, depolanmış ürünler ve kuş yuvaları gibi çok geniş yaşam alanlarına sahiptirler (Khanjani & Ueckermann, 2003). Çok farklı yaşam alanlarına sahip olabilen Tydeidae familyası akarlarının beslenme davranışları, tükettikleri besinler de farklılık göstermektedir. Tydeidae akarları bitkilerle, mantarlarla ve leşlerle beslenebilirken aynı zamanda avcı akar olarak da kaydedilmişlerdir. *Tydeus californicus*'un bitki zararlısı olduğu kanıtlayan çalışmalar da mevcuttur (Fleschner & Arakawa, 1953). Fakat bu akarın zararı diğer gruplara göre oldukça düşüktür. Fungivor olduğu da bilinen bu akarlar, bitkiyi mantar enfeksiyonlarına karşı koruyabilmektedir. Van gölü havzasında bulunan ceviz bahçelerinde yapılan çalışmalarda *Tydeus californicus*'un faydalı bir tür olarak kaydedilerek, Eriophyoidea akarlarının predatörü olduğu bildirilmiştir (Kasap ve ark., 2008). Göven ve arkadaşları (2009) tarafından Ege bölgesi, üzüm bağlarında yapılan çalışmada da *Tydeus californicus* predatör akar olarak kayda alınmıştır. Aynı zamanda nötr akar olarak da tanımlanan *T. californicus*'un avcı akar olan Phytoseiidae türlerinin de alternatif besin kaynağı olduğu bildirilmiştir (Kasap ve ark., 2014) (Şekil 6).

1.5.6. *Tuckerella japonica* (Ehara) (Acari: Tuckerellidae)



Şekil 7. *Tuckerella japonica*

Tuckerellidae familyası (tavus kuşu akarları) genellikle bitkinin meyve veya odunsu kısmında bulunur (Escobar-Garcia ve ark., 2022). Ülkemiz çay tarım alanlarında (Diler ve arkadaşları 2022) tarafından yapılan çalışmada tür *Tuckerella* spp. olarak tanımlanmıştır. Özen ve Akyazı (2023a) tarafından Türkiye çay tarım alanlarında yapılan çalışmada tür *Tuckerella japonica* olarak belirtilmiştir. Bu zararlı

tür, bitkinin gövde kısmında, kabuk yarıklarında, açıkta kalan açık yeşil renk periderm doku ile beslendiği gözlemlenmiştir (Özen & Akyazı, 2023b; Childers ve ark., 2018). Tuckerella familyası, örümcek akarları (Tetranychidae) ve yalancı örümcek akarlarının da (Tenuipalpidae) içinde bulunduğu Tetranychoidae üst familyasındaki beş aileden biridir (Meyer & Ueckermann, 1997). Bu üst familyanın üyeleri zorunlu fitofagdır. *Tu. japonica* çay dokusuna tükürük enjekte ederek hücre duvarının bozulmasına hücrelerin yapısının bozulmasına ve hiperplaziye neden olduğu belirlenmiştir (Achor ve ark. 2017). Childers ve arkadaşları (2018) tarafından yapılan çalışmada, *Tu. japonica*'nın *Ca. sinensis* yaprak kısmında çok az oranda bulunduğu, yüksek oranda odunsu gövde kısmında yer aldığı raporlanmıştır (Şekil 7).

1.5.7. *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae)



Şekil 8. *Neoseiulus californicus*

Phytoseiidae familyası 2012 yılı verilerine göre 84 cins 2692 türden oluşan geniş bir familyadır (Demite ve ark., 2014). Phytoseiid akarları tetranychidae akarları başta olmak üzere fitofag akarların en önemli kontrol ajanlarıdır. Avı olan türler sadece akarlarla sınırlı değildir. Bazı tarlalar ve seralarda beyazsinekler ve tütün yaprak bitlerinin kontrolünde de işlev görmektedirler (Fathipour ve Maleknia 2016). Bu familyaya ait olan *N. californicus*, genellikle kırmızı örümcek akarları ile beslenmektedir ancak *P. latus* veya Tarsonemidadae familyasının bazı üyeleri ile de beslenebilmektedir (Castagnoli ve Liguori 1994, McMurtry ve Croft 1997) (Şekil 8).

Verilen bilgilerden de anlaşılacağı gibi Doğu Karadeniz Bölgesi açısından en yüksek öneme sahip iki tarımsal üründen biri olan çay, bölge ekonomisi açısından en

önemli ürün olup alan dinamikleri ve demografi açısından ciddi bir öneme sahiptir. Bu doğrultuda bakıldığında çay tarımını etkileyen faktörlerin detaylıca araştırılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın temel amacı ülkemizde çay tarımı yapılan alanlarda zarara neden olup verim kaybına neden olabilecek eklembacaklılar içerisinde yer alan/ olabilecek akar türlerinin tespit edilmesi ve bunların yıllık dalgalanmalarının araştırılarak potansiyel etkilerinin ortaya çıkarılmasıdır.



2. YÖNTEM

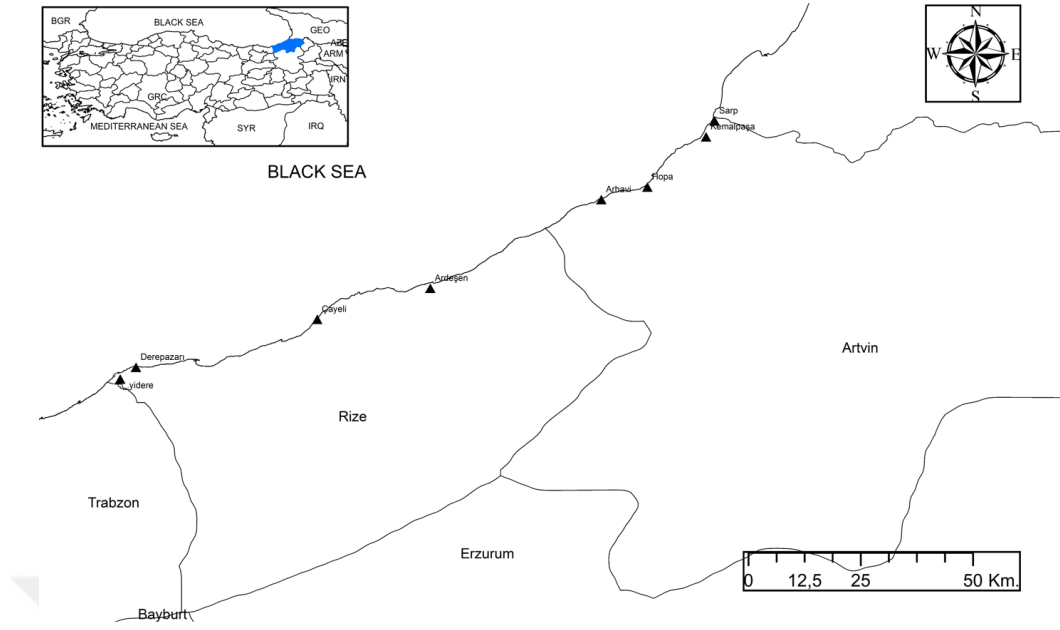
2.1. Çalışma alanının belirlenmesi

Çalışma alanı olarak Rize ve Artvin illeri seçilmiş olup bu illerde bulunan sekiz farklı alan belirlenmiştir. Rize ilinden İyidere, Derepazarı, Çayeli, Ardeşen ilçeleri ile Artvin ilinden Arhavi, Hopa, Kemalpaşa ilçeleri ile sınırda yer alan Sarp örneklem noktası olarak seçilmiştir. Belirlenen örneklem noktalarından amaca uygun olacak şekilde rastgelelik esasına göre çay bahçeleri seçilmiş olup kesin noktalar Tablo 1 ve Şekil 9’da verilmiştir.

Artvin ve Rize illerinin sahil kesimindeki bölgelerde, kışlar ılıman, yazlar ise serin geçmektedir. Kış aylarında sıcaklık 5°C ile 10°C arasında yaz aylarında ise 20°C ile 25°C arasındadır. Bu bölgeler ülkemizde en fazla yağış alan bölgelerdir. Bu bölgelerde en yüksek yağış oranı ilkbahar ve kış aylarında görülmektedir. Sıcaklık ile buharlaşma oranına bağlı olarak nispi nem, yıl boyunca yüksek ve stabil bir seyir gözlemlenmektedir. Bu bölgenin yıllık ortalama nispi nemi ise %80 civarlarında oldukça yüksek bir değeri göstermektedir. Sıcaklık, yağış ve nem verileri Rize Meteoroloji Müdürlüğünden alınmıştır. Veriler, örneklem noktalarına en yakın olan istasyonlardan alınmıştır. Günlük olarak alınan bu verilerin aylık ortalamaları alınarak, akar popülasyonu ile arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla, Microsoft Excel programı kullanılarak korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Örneklem noktaları konum bilgileri

Şehir	Bölge	Koordinat	Rakım
Artvin	Sarp	41°31'03.8"N 41°33'02.9"E	74 m
	Kemalpaşa	41°29'08.9"N 41°32'01.3"E	20 m
	Hopa	41°23'09.1"N 41°24'58.5"E	36 m
	Arhavi	41°21'38.4"N 41°19'26.8"E	36 m
Rize	Ardeşen	41°10'59.9"N 40°58'54.2"E	42 m
	Çayeli	41°07'16.8"N 40°45'18.8"E	21 m
	Derepazarı	41°01'31.5"N 40°23'32.2"E	16 m
	İyidere	40°58'07.7"N 40°21'54.0"E	60 m



Şekil 9. Rize ve Artvin ilinde örneklem noktaları

2.2. Saha örnekleme

Bu çalışma 2023 kasım ayı ile 2024 ekim ayı aralığında, Rize ve Artvin illerinde bulunan çay tarım alanlarında yürütülmüştür. Her iki ilden dörder farklı bölge örneklem noktası olarak belirlenmiştir. Çalışmada, her ayın birinci ve üçüncü haftasının bitimi olmak üzere ayda iki, yılda 24 arazi planı yapılmıştır. Yıl boyunca arazi çalışmaları yapılarak veriler bir yıllık olacak şekilde düzenlenmiştir.

2.3. Toplanan Örneklerin Tasnifi

Çalışmamızın ana materyalini Rize ve Artvin illerinde bulunan çay bahçelerinden toplanan çay yaprakları üzerinde bulunan faydalı ve zararlı akarlar oluşturmaktadır.

Toplanan çay yaprakları ayrı ayrı steril petrilere alınarak aynı gün içerisinde laboratuvar ortamında incelenmiştir. Yaprakların üzerinde bulunan akar türleri ve sayıları kaydedilmiştir. Mikroskop altında incelen örneklerin görüntüleri alınmıştır. Örneklerin fotoğrafları alındıktan sonra morfolojik teşhis için %70 etil alkolde muhafaza edilmiştir. Akar türleri cinleserine göre tasnif edilerek uygun protokoller takip edilerek preperasyon yapılmıştır.

2.4. Morfolojik tanımlama

2.4.1. Akarların Preparatlarının Yapılması

Alandan toplanan yaprak örnekleri laboratuvara getirilerek Leica EZ4 stereo mikroskop altında incelenmiştir. İnce iğne yardımıyla alınan akar örnekleri, eğer teşhis işlemi hemen gerçekleştirilmeyecekse morfolojik teşhis amacıyla ayrı ayrı eppendorflarda %70 alkol içinde muhafaza edilir, teşhisin hemen yapılacağı durumlarda ise örnekler doğrudan berraklaştırma işlemi için laktik asit ortamına alınarak hazırlanır. Ardından Tablo 2’ de belirtilen şekilde hazırlanan Hoyer ortamına alınarak kurutulmuştur. Kurutma işleminin ardından lamelin etrafına şeffaf oje sürülerek sabitlenmiştir. Lam üzerinde akarın bulunduğu bölge işaretlenerek etiketlenmiştir. Morfolojik teşhis için yapılan preparasyon protokolleri türlere özgü olarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. Preparat yapımında kullanılan hoyer ortamının içeriği (Krantz, 1978)

Kimyasal Adı	Kullanım Oranı
Gliserol	20 mL
Saf su	50 mL
Kristalin arap sakızı	30 g
Kloralhidrat	200 g

2.4.2. Tür tanımlamaları

P. latus örneklerinin tür teşhisi morfolojik teşhis için gerekli preparasyon Krantz ve Walter’ın (2009) belirttiği yönteme göre hazırlanmıştır. Bu metoda göre yaprak üzerinden alınan akar örneği %1’lik laktik asit içerisinde bir hafta boyunca bekletilerek örneğin berraklaşması sağlanmıştır. Ardından akar Tablo 2’de belirtilen şekilde hazırlanan Hoyer ortamına alınarak yedi gün boyunca etüv içerisinde 45°’de bekletilerek kurutulmuştur.

C. carinatus örnekleri, stereo mikroskop altında ince iğne ucuyla alınarak tanımlama işlemlerine kadar %70’lik etil alkol içerisinde muhafaza edilmiştir. Hoyer ortamına alınan örnekler, 80°C sıcaklıktaki bir ısıtma plakası üzerinde iki saat bekletilmiştir (de Lillo ve ark., 2010).

B. phoenicis'in morfolojik teşhis için gerekli preparasyon Krantz ve Walter'ın (2009) belirttiği yöntemle göre hazırlanmıştır. Bu metoda göre alkol içerisinde alınan akar örneği %1'lik laktik asit içerisinde bir hafta boyunca bekletilerek örneğin berraklaşması sağlanmıştır. Ardından akar örnekler Hoyer ortamına alınarak yedi gün boyunca etüv içerisinde 45°C'de bekletilerek kurutulmuştur.

Cz. transversostriata'nın tür teşhisi için çay yaprakları üzerinden örnekler ince iğne yardımıyla alınarak, laktik asit içerisinde berraklaşması sağlanmıştır. Ardından hoyer ortamına alınmıştır (Krantz & Walter, 2009).

T. californicus 'un tür teşhisi için alınan örnekler ince iğne yardımıyla alınan örnekler laktik asitte berraklaştırılarak hoyer ortamına alınmıştır (Walter ve Krantz 2009).

Tu. japonica'nın tür teşhisi için 2 ml mikrotüp içerisine alınan örnekler %70 alkol içerisinde bir ay bekletildi. Örneklerin sabitlenmesi için hoyer ortamına alınarak 50 °C'de 5 gün muhafaza edildi (Meyer & Ueckermann, 1997).

N. californicus örnekleri morfolojik teşhis için %70 etanol içerisinde bekletilerek Krantz'ın (1978) methoduna göre preparasyon yapılmıştır.

Preparatları hazırlanan akarların morfolojik teşhisi için Olympus marka BX51 model araştırma mikroskobu ile görüntü alınmıştır.

2.5. Popülasyon sayımları

Akar türlerinin popülasyon sayımlarının yapılması amacıyla toplanan yapraklar stereo mikroskop altında yaprakların alt ve üst kısımları incelenmiştir. Aynı türün popülasyon sayımları 30 yaprak üzerinde yapılmıştır. Alkol içerisine alınan örneklerden 10 adetten fazla olan birbirine benzer bireylerden rastgele 10 tanesi seçilerek preperasyonu yapılmıştır. 10 taneden az olanlar ise direkt preperasyona alınmıştır.

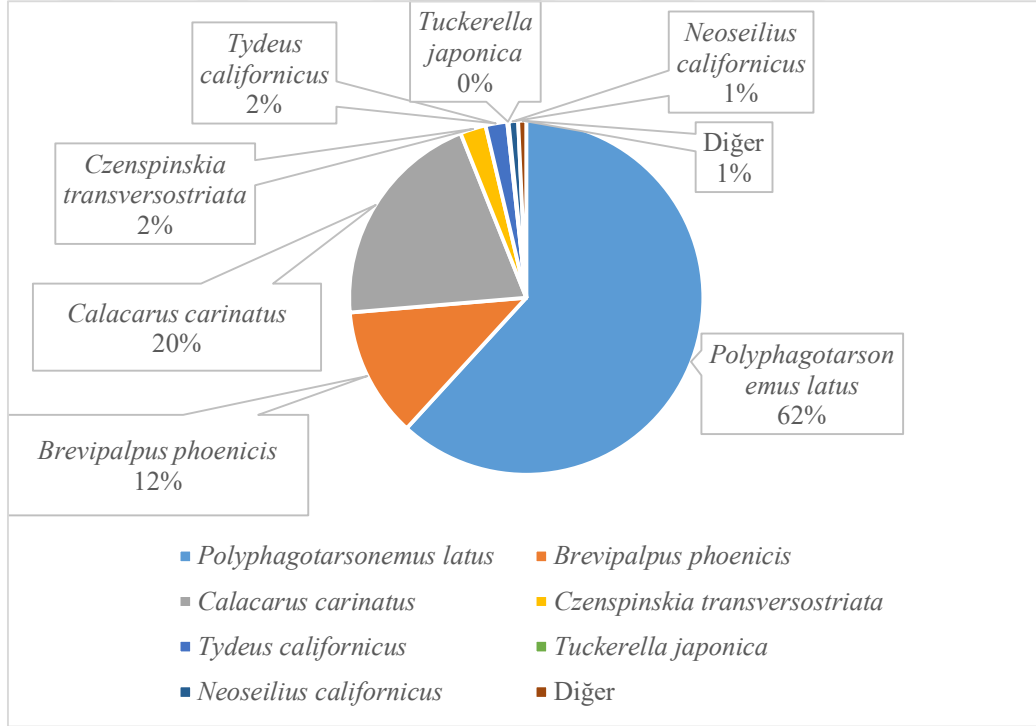
2.6. İstatistikî analizler

Elde edilen sayım sonuçları bölgeler, iller ve aylar arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla IBM SPSS 22 istatistik programı ANOVA testi yapılarak belirlenmiştir. İklim verileri ile akar popülasyonu arasındaki ilişki, Excel programı kullanılarak yapılan korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Artvin ve Rize İllerinde Çay Yapraklarında Görülen Akar Türleri

Bu çalışmada daha önce Diler ve arkadaşları (2022) tarafında, Rize ili çay bahçelerinde, çay bitkisi üzerinde tespit edilen yedi akar türünün popülasyon durumlarına odaklanılmıştır. Çalışmamızda tüm akar türlerine Artvin ili örneklem noktalarında da rastlanmıştır. Çay yapraklarında daha önce tespit edilen akar türlerinin yanısıra dokuz yeni akar türü daha tespit edilmiştir. Ancak bu türlerin teşhisleri tam olarak yapılamamıştır. Bu dokuz akardan beşi predatör tür olarak kaydedilmiştir (Tablo 3). Çay üzerinde en yoğun olarak Prostigmata alt takımı üyesi akarların yer aldığı belirlenmiştir.



Şekil 10 Akar türlerinin bir yıllık birey sayılarının yüzdelik dağılımı

Çalışmamızda *P. latus* %61,8 oranında *C. carinatus* %20,3, *B. phoenicis* %11,9, *T. californicus* %1,9, *N. californicus* %0,8, *Cz. transversostriata* %2,3, *Tu. japonica* %0,1 oranında ve diğer tanımlanamayan dokuz akar türü de toplam %0,7 oranında belirlenmiştir (Şekil 10).

Tablo 3. Bu tez çalışmasında çay yaprakları üzerinde bulunan tanımlanmış ve tanımlanamamış türler

Takım	Alt takım	Üst Familya	Familya	Tür
Sarcoptiformes	Astigmata	Hemisarcoptoidea	Winterschmidtidae	<i>Czenspinski</i> <i>transversostrata</i>
Mesostigmata	Monogynaspida	Phytoseioidea	Phytoseiidae	<i>Neoseiulus</i> <i>californicus</i> Tanımlanmamış 2 tür
			Blattisociidae	Tanımlanmamış tür
Oribatida				Tanımlanmamış 2 tür
Trombidiformes	Prostigmata	Tetranychoida	Tenuipalpidae	<i>Brevipalpus phoenicis</i>
			Tuckerellidae	<i>Tuckerella japonica</i>
			Tetranychidae	Tanımlanmamış 2 tür
		Tarsonemoidea	Tarsonemidae	<i>Polyphagotarsonemus</i> <i>latus</i>
		Tydeoidea	Tydeidae	<i>Tydeus californicus</i>
		Eriophyoidea	Eriophyoidea	<i>Calacarus carinatus</i>
		Cheyletoidea	Cheyletidae	Tanımlanmamış tür
		Trombidioidea	Trombidioidea	Tanımlanmamış tür

Yapılan arazi çalışması ile alanda *P. latus*, *C. carinatus*, *B. phoenicis*, *T. californicus*, *Cz. transversostriata*, *Tu. japonica* ve *N. californicus* türleri tespit edilmiştir. Tespit edilen yedi akar türünün yanında, dokuz farklı akar türü belirlenmiştir. Ancak bu akarlar tür düzeyinde tanımlanmamıştır. Bu akarlardan beş tanesinin predatör akar olduğu belirlenmiştir. Tanımlanamayan akarlar arasında Mesostigmata takımı Phytoseioidea üst familyasına ait Phytoseiidae familyasına ait iki predatör tür ve Blattisociidae familyasına ait bir predatör tür yer almaktadır. Oribatida takımına ait akarların, alt takım düzeyinde sınıflandırılmaları yapılamamıştır ve bu takıma ait iki tür belirlenmiştir. Tetranychoida üst familyasına ait Tetranychidae familyasından iki tür belirlenmiştir. Cheyletidae familyasına ait bir predatör tür ve Trombidioidea familyasına ait bir predatör türe rastlanmıştır. Bu tez çalışması ile tespit edilen akar türleri Tablo 3’de belirtilmektedir.



Şekil 11. *P. latus* ventral görünüm

P. latus dişi bireyleri yaklaşık 0,2 mm uzunluğunda olup vücut yapıları oval ve şişkindir. Genellikle açık sarı ya da yeşilimsi renkte görülürler. Vücudun arka bölümünde, uca yakın bölgede doğrusal olmayan bir bant gözlemlenir. Dişilere benzer bir renk yapısı bulunsa erkek bireylerde bu orta bant bulunmaz. Erkek bireyler dişilere oranla daha küçük (yaklaşık 0,11 mm) olup, hareket yetenekleri daha gelişmiştir. Ergin dişiler, arka bacaklarının ikisinde kırbaç benzeri uzantılar taşır. Vücut formu kısa ve oval olan erkeklerin bacakları ise uzun ve incedir. Bu sayede hareketin az olduğu (durgun) larva döneminde olan dişi bireyleri taşımaktadırlar. (Denmark, 1980; Fasulo, 2004) (Şekil 11).



Şekil 12. *C. carinatus* lateral görünüm

Morfolojik tanımlarda rostrum uzunluğu, lateral ve dorsal setaların dağılımı, halkalanma (annulation), genital bölge yapısı ve ayak yapısı dikkate alınmıştır (Lindquist ve ark., 1996). (Şekil 12).



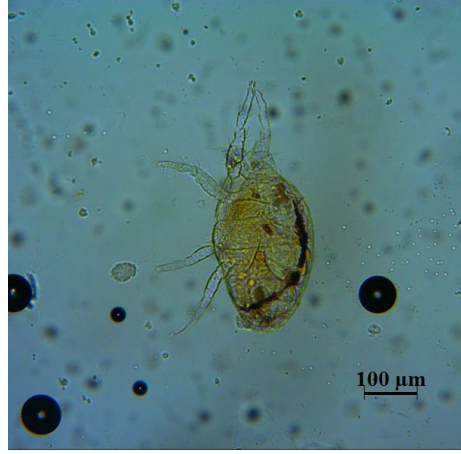
Şekil 13. *B. phoenicis* dorsal görünüm

B. phoenicis bireyleri yassı ve oval yapıya sahiptir. Propodozomanın ön kısmının orta bölümü genel olarak düz bir yapıya sahiptir. 250 ila 300 µm uzunluğundadır. Palpler dört segmentlidir ve palptarsus üzerinde üç kıl bulunmaktadır. (Ueckermann ve ark., 2018). (Şekil 13).



Şekil 14. *Cz. transversostriata* ventral görünüm

İdiosomal kütikula ince yapılı olup, enine çizgilerle belirgindir. Genu III ve femur IV segmentlerinin ventral yüzeylerinde birer solenidyum yer alır. Tarsuslar oldukça uzun olup, genişliklerinin en az üç katı uzunluğundadır. Vücut genişliğini aşmayan üç çift hysterosomal seta mevcuttur (Nesbitt, 1946). (Şekil 14).



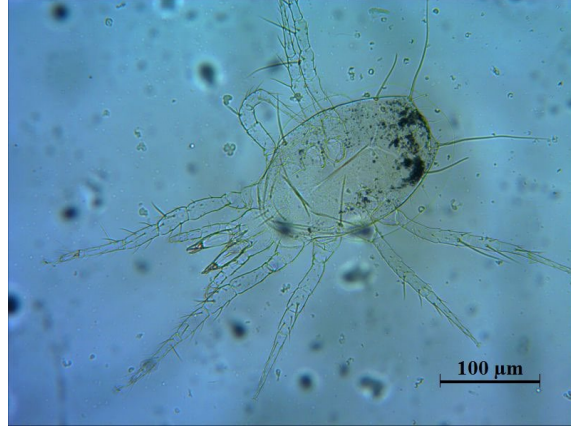
Şekil 15. *T. californicus* dorsolateral görünüm

T. californicus örnekleri idiosomanın dorsalinde bulunan kıl sayısı, genital yapısı ve bacak segmentlerindeki kılların sayısı dikkate alınmıştır. Kazmierski'nin (1998) teşhis anahtarına göre teşhis edilmiştir.



Şekil 16. *Tu. japonica* dorsal görünüm

Tu. japonica'nın tür teşhisi Beard ve arkadaşlarının (2013) oluşturduğu teşhis anahtarına göre yapılmıştır (Şekil 16).

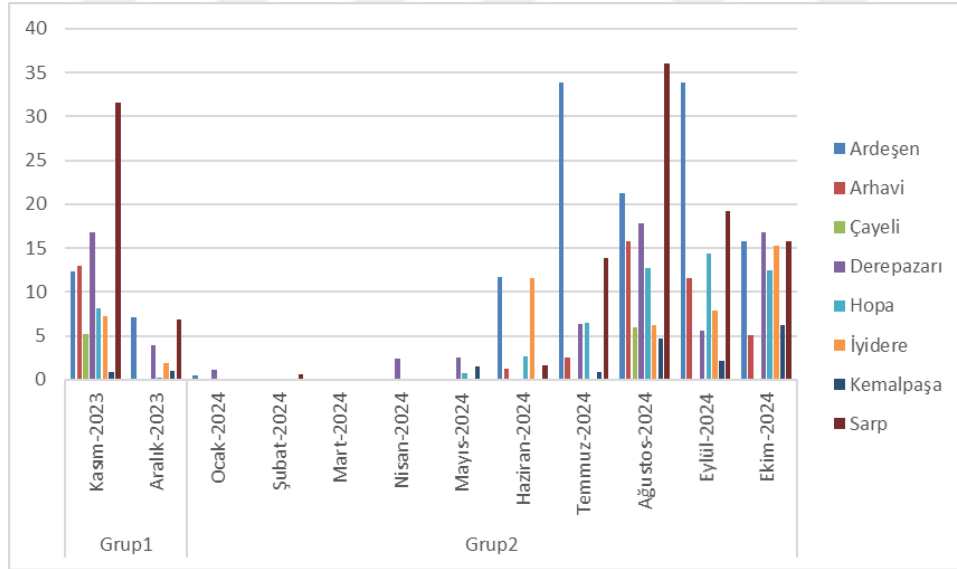


Şekil 17. *N. californicus*

Yaprak üzerinden toplanan *N. californicus* örnekleri birinci bacağıın uzunluğu, palpus yapısı, ikinci cheliceral segment, genital yapısı dikkate alınmıştır (Walter ve Proctor 1999; Sato ve ark, 2013)

3.2. Akar Türlerinin Yıllık Popülasyon Grafiği

Polyphagotarsonemus latus



Şekil 18. *P. latus*'un 12 aylık popülasyon yoğunluğu (Grup 1: 2023 yılı, Grup 2: 2024 yılı aylarını kapsamaktadır).

Tablo 4. *P. latus*'un ANOVA analizi sonuçları

	df	F	Sig.
Şehir	66	1,517	,005
Ay	66	1,710	,000
Bölge	66	12,254	,000

P. latus çay bitkisi üzerinde en yüksek popülasyona sahip tür olarak belirlenmiştir. Ocak, şubat, mart, nisan ve mayıs ayları dışında tüm aylarda yaprak başına birey sayısı ekonomik eşik değerinin (5) üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Tüm bölgelerde, sadece mart ayında *P. latus* örneğin rastlanmamıştır. Ağustos ayında ise popülasyonun en yüksek seviyeye ulaştığı görülmüştür. En yüksek yoğunluk yaprak başına ortalama 36,03 birey sayısı Sarp bölgesinde kaydedilmiştir (Şekil 18).

Çalışma sonucu elde edilen veriler IBM SPSS 22 istatistik programı ile analiz edilmiş ve normallik testi sonucu tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır (Tablo 4). Yapılan analiz ile şehir, bölge ve ay değişkenlerine göre *P. latus* popülasyonunda farklılıkların olup olmadığı incelenmiştir. Bu sonuçlara göre Artvin ve Rize illeri arasında akar popülasyonu açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ($F = 1,517$; $p < 0,005$). Bölge değişkeni, *P. latus* popülasyonunda en yüksek varyasyona sahip olan değişkendir ve fark anlamlıdır ($F = 12,254$; $p < 0,005$). Aylar arasında da önemli oranda farklılık tespit edilmiştir ($F = 1,710$; $p < 0,005$).

Tablo 5. Tüm lokasyonlarda *P. latus* popülasyonu ile sıcaklık, bağıl nem ve yağış değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları

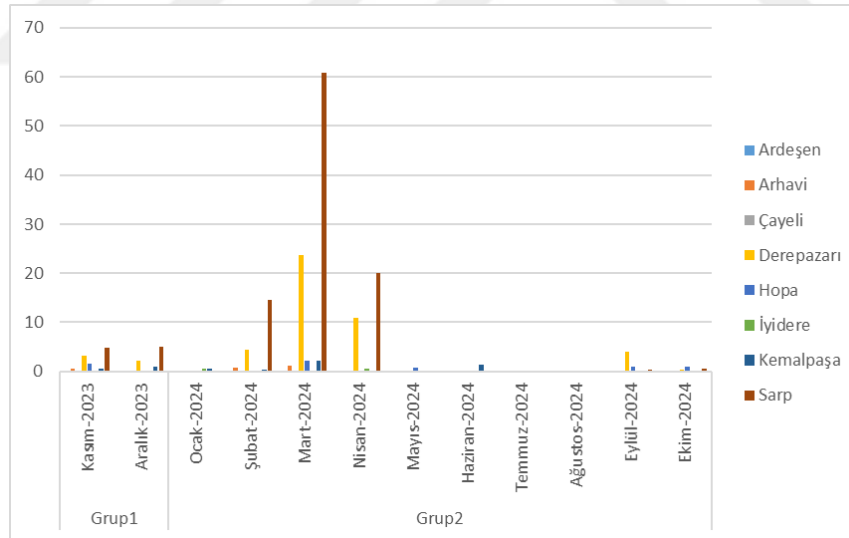
Bölge	Sıcaklık (r)	Nem (r)	Yağış (r)
Sarp	0,58	-0,01	0,51
Kemalpaşa	0,38	-0,22	0,36
Hopa	0,67	0,37	0,53
Arhavi	0,54	0,27	0,37
Ardeşen	0,83	0,45	0,28
Çayeli	0,29	-0,38	0,37
Derepazarı	0,42	0,00	0,59
İyidere	0,42	0,14	0,41

Sıcaklık, genel olarak *P. latus* birey sayısı ile pozitif yönde korelasyon göstermektedir. Özellikle Ardeşen bölgesinde bu ilişki oldukça yüksek bulunmuştur ($r = 0,83$), bu da sıcaklık arttıkça birey sayısında belirgin bir artış olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde Hopa, Sarp ve Arhavi bölgelerinde de sıcaklık ile birey sayısı arasında orta düzeyde pozitif korelasyon gözlenmiştir.

Nem değişkeni ile birey sayısı arasındaki korelasyon bölgelere göre farklılık göstermektedir. Ardeşen ($r = 0,45$) ve Hopa ($r = 0,37$) bölgelerinde pozitif korelasyon bulunurken, Çayeli ($r = -0,38$) ve Kemalpaşa ($r = -0,22$) bölgelerinde nem ile birey sayısı arasında negatif yönde zayıf korelasyon gözlenmiştir.

Yağış değişkeniyle de çoğunlukla pozitif korelasyon bulunmuştur. Der pazarı ($r = 0,59$), Hopa ($r = 0,53$) ve Sarp ($r = 0,51$) bölgelerinde orta düzeyde pozitif korelasyon saptanmıştır. Bu da yağışın, özellikle nemli bölgelerde, birey sayısını artırıcı bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir. Ancak Ardeşen’de ($r = 0,28$) bu ilişki zayıf bir korelasyon gözlenmiştir (Tablo 5).

Calacarus carinatus



Şekil 19. *C. carinatus*'un 12 aylık popülasyon yoğunluğu (Grup 1: 2023 yılı, Grup 2: 2024 yılı aylarını kapsamaktadır).

Tablo 6. *C. carinatus*'un ANOVA analizi sonuçları

	df	F	Sig.
Şehir	2	2,669	,000
Ay	12	,999	,478
Bölge	8	5,783	,000

En yüksek popülasyona sahip ikinci tür olan *C. carinatus* popülasyon seviyesini ocak ayı itibarıyla arttırarak mart, nisan ve mayıs aylarında en yüksek seviyede olduğu görülmüştür. Temmuz ve ağustos aylarında hiçbir bölgede *C. carinatus* bireyleri görülmemiştir (Şekil 19).

C. carinatus türünün popülasyon sayımları ile elde edilen veriler analiz edilmiş ve normallik testi sonucu tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Analiz sonucunda aylar arasında anlamlı bir fark bulunmazken ($F = 0,999$; $p = 0,478$) şehir ve bölge değişkenleri anlamlı bir fark oluşturmuştur ($F = 2,669$; $p < 0,001$ ve $F = 5,783$; $p < 0,001$) (Tablo 6).

Sekiz farklı bölgede *C. carinatus* birey sayısı ile çevresel faktörler (sıcaklık, nem ve yağış) arasındaki korelasyon Tablo 7’de gösterilmektedir. Ardeşen ve Çayeli bölgelerinde *C. carinatus* gözlemlenmediği için korelasyon hesaplanamamıştır.

Tablo 7. Tüm lokasyonlarda *C. carinatus* popülasyonu ile sıcaklık, bağıl nem ve yağış değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları

Bölge	Sıcaklık (r)	Nem (r)	Yağış (r)
Sarp	-0,47	-0,10	-0,36
Kemalpaşa	-0,38	-0,25	-0,13
Hopa	-0,23	0,06	0,39
Arhavi	-0,47	-0,47	0,002
Ardeşen	Yok	Yok	Yok
Çayeli	Yok	Yok	Yok
Derepazarı	-0,38	-0,01	-0,25
İyidere	-0,41	-0,05	-0,15

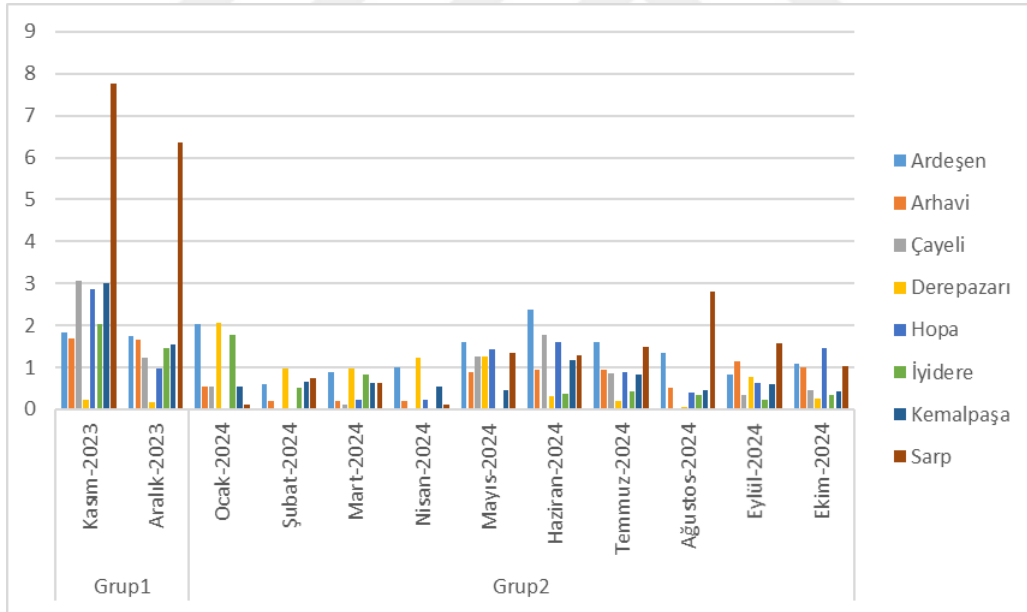
Sıcaklık ile *C. carinatus* birey sayısı arasında çoğu bölgede orta düzeyde negatif korelasyon gözlemlenmiştir. Arhavi ($r = -0,47$) ve Sarp ($r = -0,47$) bölgelerinde güçlü negatif korelasyon görülmüştür. İyidere ($r = -0,41$), Derepazarı (r

= -0,38) ve Kemalpaşa ($r = -0,38$) bölgelerinde ise benzer şekilde orta düzeyde negatif ilişkiler bulunmuştur. Hopa’da ise korelasyon daha zayıftır düzeyde kalmıştır. Sıcaklık artışının, *C. carinatus* popülasyonları üzerinde baskılayıcı bir etkisi olabileceği düşünülmektedir.

Nem ile akar popülasyonu genel olarak zayıf korelasyon göstermektedir. Arhavi bölgesinde ($r = -0,47$) nem ile birey sayısı arasında belirgin bir negatif korelasyon bulunmuştur. Kemalpaşa ($r = -0,25$) ve Sarp ($r = -0,10$) bölgelerinde ise zayıf negatif ilişkiler görülmüştür. Hopa’da nem ile pozitif yönde ancak zayıf bir ilişki gözlenmiştir ($r = 0,06$).

Yağış değişkeni ile birey sayısı arasındaki korelasyonlar da bölgeye göre değişmektedir. Hopa ($r = 0,39$) bölgesinde pozitif bir ilişki görülürken, Sarp ($r = -0,36$) ve Derepaşarı ($r = -0,25$) gibi bölgelerde negatif yönde ilişkiler gözlenmiştir. Arhavi’de ise neredeyse sıfıra yakın bir ilişki vardır ($r = 0,002$).

Brevipalpus phoenicis



Şekil 20. *B. phoenicis*'un 12 aylık popülasyon yoğunluğu (Grup 1: 2023 yılı, Grup 2: 2024 yılı aylarını kapsamaktadır).

Tablo 8. *B. phoenicis*'in ANOVA analizi sonuçları

	df	F	Sig.
Şehir	15	3,995	,000
Ay	15	3,207	,000
Bölge	15	4,785	,000

B. phoenicis türünün popülasyon sayımları ile elde edilen veriler analiz edilmiş ve normallik testi sonucu tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. ANOVA sonuçlarına göre Artvin ve Rize arasında fark anlamlı olmuştur ($F=3,995$; $p<0,005$). En yüksek varyasyon bölge değişkeninde olup analiz sonucu anlamlı bir fark görülmüştür ($F=4,785$; ($p<0,005$). Popülasyon seviyesinde aylara göre fark da anlamlıdır ($F=3,207$; $p<0,001$) (Tablo 8). Sonuçlarımız *B. phoenicis* türünün tüm değişkenlerde anlamlı bir fark oluştursuğunu göstermektedir.

Alanda en yüksek popülasyona sahip olan üçüncü tür *B. phoenicis* olarak belirlenmiştir. *B. phoenicis* tüm bölgelerde ve tüm aylarda kaydedilmiştir. Popülasyon kasım ve aralık aylarında en yüksek seviyelere ulaştığı ve bu aylarda Sarp bölgesinde yaprak başına ortalama birey sayısı kasım ayında 7,76 ve aralık ayında 6,36 ile ekonomik zarar eşiğini aştığı belirlenmiştir (Şekil 20).

Tablo 9. Tüm lokasyonlarda *B. phoenicis* popülasyonu ile sıcaklık, bağıl nem ve yağış değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları

Bölge	Sıcaklık (r)	Nem (r)	Yağış (r)
Sarp	0,08	-0,56	0,46
Kemalpaşa	-0,01	-0,59	0,48
Hopa	0,25	-0,03	0,54
Arhavi	0,19	-0,01	0,52
Ardeşen	0,14	-0,11	0,12
Çayeli	0,06	-0,12	0,33
Derepazarı	-0,58	0,29	-0,04
İyidere	-0,51	-0,25	0,58

Sıcaklık ile *B. phoenicis* birey sayısı arasındaki korelasyon genellikle zayıf olup çoğu bölgede negatif yönlüdür. Derepazarı ($r = -0,58$) ve İyidere ($r = -0,51$) bölgelerinde sıcaklık ile birey sayısı arasında orta düzeyde negatif bir korelasyon

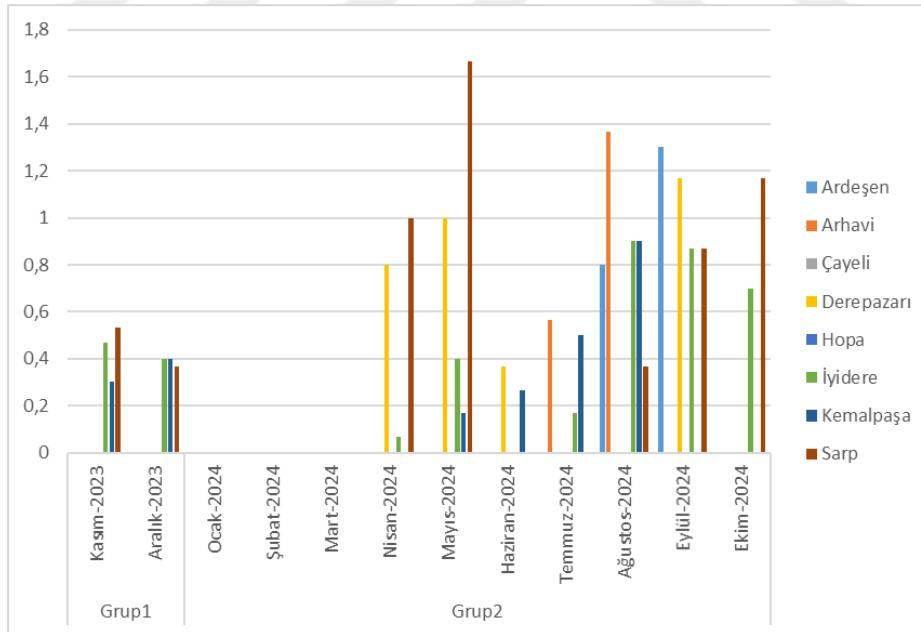
bulunmuştur. Hopa ($r = 0,25$) ve Arhavi ($r = 0,19$) gibi bölgelerde sıcaklık ile birey sayısı arasında zayıf pozitif korelasyon bulunmuştur. Diğer bölgelerde ise oldukça düşük seviyede belirlenmiştir.

Nem değişkeniyle olan korelasyon genellikle negatif yönlü ve zayıf düzeydedir: En belirgin negatif korelasyon Sarp ($r = -0,56$) ve Kemalpaşa ($r = -0,59$) bölgelerinde gözlenmiştir. Diğer bölgelerde zayıf düzeyde negatiftir. Sadece Derepaşarı bölgesinde pozitif ($r = 0,29$) bir ilişki söz konusudur.

Yağış değişkeniyle birey sayısı arasında bazı bölgelerde pozitif korelasyon gözlenmiştir. İyidere ($r = 0,58$), Hopa ($r = 0,54$) ve Arhavi ($r = 0,52$) bölgelerinde orta düzeyde pozitif korelasyon gözlenmiştir. Derepaşarı bölgesinde çok zayıf negatif bir ilişki vardır ($r = -0,04$). Diğer bölgelerde ise zayıf düzeyde pozitif ilişkiler bulunmuştur (Sarp $r = 0,46$, Kemalpaşa $r = 0,48$). (Tablo 9).

B. phoenicis türü için yapılan korelasyon analizinde sıcaklık parametresi ile korelasyonda bazı bölgelerde birey sayısı ile ters yönde ilişki göstermiştir.

Czenspinskia transversostriata



Şekil 21. *Cz. transversostriata* 'nin 12 aylık popülasyon yoğunluğu (Grup 1: 2023 yılı, Grup 2: 2024 aylarını kapsamaktadır).

Tablo 10. *Cz. transversostriata* ANOVA analizi sonuçları

	df	F	Sig.
Şehir	2	1,118	,348
Ay	12	10,266	,000
Bölge	8	8,105	,000

Cz. transversostriata türünün popülasyon sayımları ile elde edilen veriler analiz edilmiş ve normallik testi sonucu tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Varyans analizi sonucuna göre aylar ve bölgeler arasında anlamlı farklar görülmüştür ($F= 10,266$; $p < 0,005$ ve $F= 8,105$; $p < 0,005$). Artvin ve Rize illeri arasında ise akar popülasyonunda anlamlı bir fark görülmemiştir ($F= 1,118$; $p = 0,348$) (Tablo 10).

Tablo 11. Tüm lokasyonlarda *Cz. transversostriata* popülasyonu ile sıcaklık, bağıl nem ve yağış değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları

Bölge	Sıcaklık (r)	Nem (r)	Yağış (r)
Sarp	0,07	0,45	0,12
Kemalpaşa	0,62	0,0008	-0,11
Hopa	Yok	Yok	Yok
Arhavi	0,58	0,35	-0,20
Ardeşen	0,55	0,39	0,25
Çayeli	Yok	Yok	Yok
Derepazarı	0,27	0,51	-0,18
İyidere	0,49	0,36	0,51

Cz. transversostriata akar türünün birey sayıları ile sıcaklık, nem ve yağış değişkenleri arasındaki ilişki korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. Hopa ve Çayeli bölgelerinde birey gözlemlenememesi nedeniyle bu bölgelerde korelasyon analizi yapılamamıştır (Tablo 11).

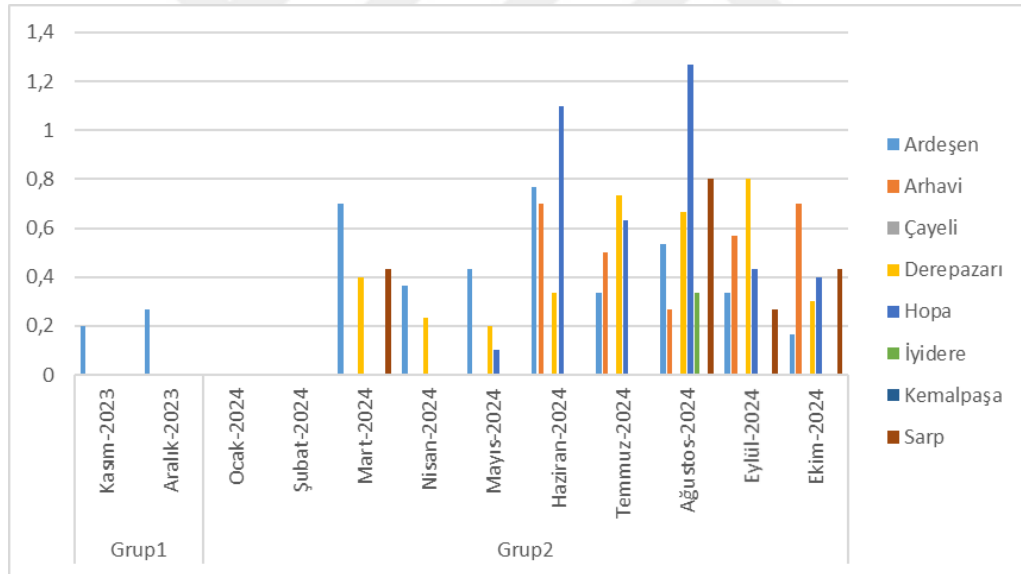
Cz. transversostriata türünün sıcaklık ile olan korelasyonu çoğu bölgede pozitif yönlü olup, bazı bölgelerde bu ilişkinin orta ile güçlü düzeyde olduğu görülmektedir: Kemalpaşa ($r = 0,62$), Arhavi ($r = 0,58$) ve Ardeşen ($r = 0,55$) bölgelerinde sıcaklıkla güçlü pozitif ilişki saptanmıştır. İyidere ($r = 0,49$) ve

Derepaşarı ($r = 0,27$) bölgelerinde ise daha zayıf düzeyde pozitif ilişkiler mevcuttur. Sarp ($r = 0,07$) ise sıcaklık ile neredeyse ilişkisizdir.

Cz. transversostriata birey sayısı ile nem arasında genellikle orta düzeyde pozitif ilişkiler gözlenmiştir: Derepaşarı ($r = 0,51$) ve Sarp ($r = 0,45$) bölgelerinde orta-üst düzeyde pozitif korelasyon bulunmuştur. Diğer pozitif ilişkiler İyidere ($r = 0,36$), Ardeşen ($r = 0,39$) ve Arhavi ($r = 0,35$) bölgelerinde saptanmıştır. Kemalpaşa ($r = 0,0008$) bölgesinde ise neredeyse ilişkisiz bir değer gözlemlenmiştir.

Cz. transversostriata birey sayısı ile yağış arasında ise genel olarak zayıf veya negatif korelasyonlar gözlenmiştir. İyidere ($r = 0,51$) istisnai olarak güçlü pozitif ilişki göstermektedir. Ardeşen ($r = 0,25$) ve Sarp ($r = 0,12$) bölgelerinde zayıf pozitif ilişkiler mevcuttur. Kemalpaşa ($r = -0,11$), Arhavi ($-0,20$) ve Derepaşarı ($r = -0,18$) gibi bölgelerde ise zayıf negatif ilişkiler gözlenmiştir.

Tydeus californicus



Şekil 22. *T. californicus* 12 aylık popülasyon yoğunluğu (Grup 1: 2023 yılı, Grup 2: 2024 yılı aylarını kapsamaktadır).

Tablo 12. *T. californicus*'un ANOVA analizi sonuçları

	df	F	Sig.
Şehir	2	1,658	,141
Ay	12	13,860	,000
Bölge	8	24,881	,000

T. californicus türünün popülasyon sayımları ile elde edilen veriler analiz edilmiş ve normallik testi sonucu tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır (Tablo 12). Bu verilerin analizi sonucunda aylar ve bölgeler arasında anlamlı farklar görülmüştür ($F = 13,860$; $p < 0,001$ ve $F = 24,881$; $p < 0,001$). Artvin ve Rize illeri arasında ise popülasyon seviyelerinde anlamlı bir fark bulunmamıştır ($F = 1,658$; $p = 0,141$). Sonuçlarımız bölgesel farklılıklar ve mevsimsel değişikliklerin türün popülasyon seviyesi etkileyen değişkenler olarak görülmüştür (Şekil 22).

Tablo 13. Tüm lokasyonlarda *T. californicus* popülasyonu ile sıcaklık, bağıl nem ve yağış değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları

Bölge	Sıcaklık (r)	Nem (r)	Yağış (r)
Sarp	0,30	0,32	0,08
Kemalpaşa	Yok	Yok	Yok
Hopa	0,83	0,48	-0,09
Arhavi	0,68	0,62	-0,01
Ardeşen	0,45	0,53	-0,47
Çayeli	Yok	Yok	Yok
Derepazarı	0,82	0,28	-0,06
İyidere	0,45	-0,25	-0,01

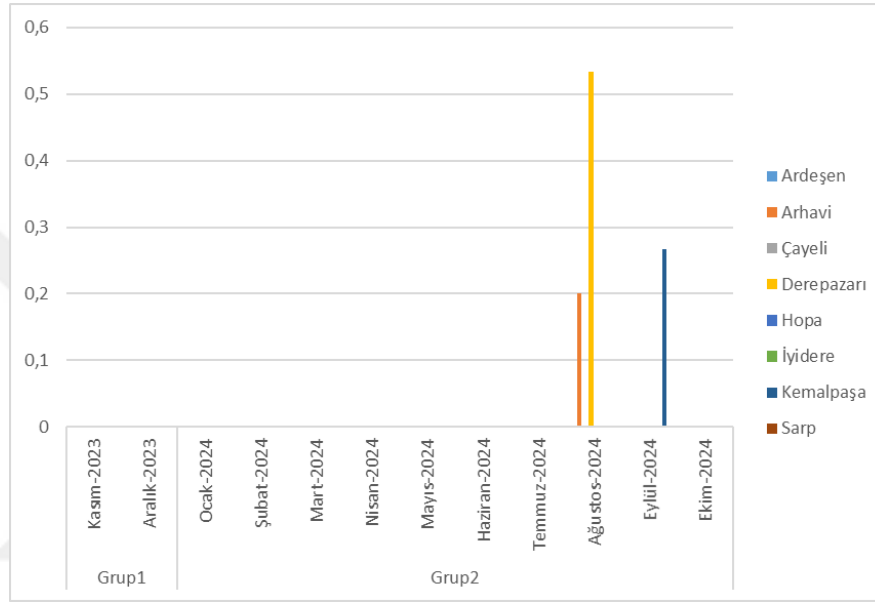
Sıcaklık ile korelasyon Hopa ($r = 0,83$), Derepazarı ($r = 0,82$) ve Arhavi ($r = 0,68$) bölgelerinde sıcaklık ile birey sayısı arasında oldukça güçlü ve pozitif bir ilişki gözlemlenmiştir. Sarp ($r = 0,30$), Ardeşen ($r = 0,45$) ve İyidere ($r = 0,45$) bölgelerinde de pozitif yönde, ancak daha zayıf korelasyon değerleri mevcuttur.

Nem ile Korelasyon, Arhavi bölgesinde ($r = 0,62$) orta derecede pozitif yönlü bir korelasyon gözlemlenmiştir. Ardeşen, Hopa ve Sarp bölgelerinde de nem ile pozitif korelasyon değerleri kaydedilmiştir. Derepazarı bölgesinde ise daha zayıf bir ilişki görülmektedir. İyidere bölgesinde nem ile negatif bir ilişki gözlenmiştir ($r = -0,25$).

Yağış ile korelasyon genel olarak yağışla olan ilişkiler oldukça zayıftır ve çoğunlukla negatif yöndedir. Ardeşen ($r = -0,47$) dışında diğer bölgelerde yağış ile korelasyon çok düşük düzeydedir. Kemalpaşa ve Çayeli bölgelerinde akarın gözlenmemiştir ve korelasyon hesaplaması yapılamamıştır (Tablo 13).

T. californicus türü için en belirgin çevresel etkinin sıcaklık olduğu görünmektedir. Özellikle Hopa ve Derepazarı gibi bölgelerde sıcaklık artışı, birey sayısında da ciddi bir artışa işaret etmektedir. Nem ile de bazı bölgelerde pozitif ilişki saptanmış, ancak yağış genellikle düşük ve istatistiksel olarak zayıf bir etkiye sahip görünmektedir.

Tuckerella japonica



Şekil 23. *Tu. japonica* 12 aylık popülasyon yoğunluğu (Grup 1: 2023 yılı, Grup 2: 2024 yılı aylarını kapsamaktadır).

Tablo 14. *Tu. japonica*'nın ANOVA analizi sonuçları

	df	F	Sig.
Şehir	2	1,494	,201
Ay	12	10,088	,000
Bölge	8	,295	,881

Tu. japonica türünün popülasyon sayımları ile elde edilen veriler analiz edilmiş ve normallik testi sonucu tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır (Tablo 14). Analiz sonucunda şehir ve bölge değişkenleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir. ($F= 1,494$; $p = 0,201$ ve ($F= 0,295$; $p = 0,881$). Ancak aylar arasında farkın anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($F= 10,088$; $p < 0,001$).

Tu. japonica sadece ağustos ve eylül ayların Arhavi Derepazarı ve Kemalpaşa bölgelerinde tespit edilmiştir (Şekil 23).

Tablo 15. Tüm lokasyonlarda *Tu. japonica* popülasyonu ile sıcaklık, bağıl nem ve yağış değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları

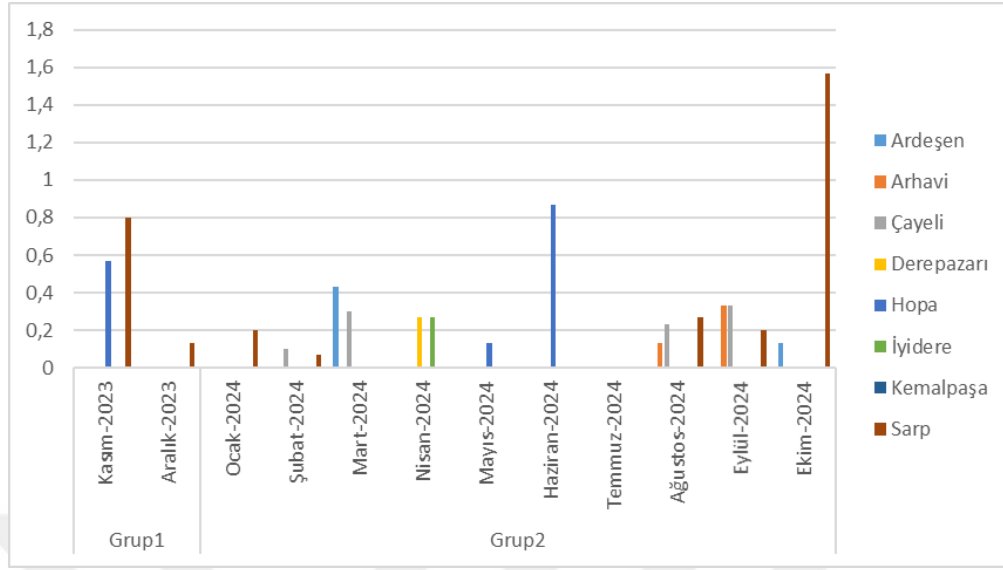
Bölge	Sıcaklık (r)	Nem (r)	Yağış (r)
Sarp	Yok	Yok	Yok
Kemalpaşa	0,33	0,32	0,28
Hopa	Yok	Yok	Yok
Arhavi	0,43	0,24	-0,10
Ardeşen	Yok	Yok	Yok
Çayeli	Yok	Yok	Yok
Derepazarı	0,45	-0,25	-0,01
İyidere	Yok	Yok	Yok

Bu çalışmada, *Tu. japonica* birey sayılarının çevresel faktörlerle (sıcaklık, nem ve yağış) olan ilişkisi incelenmiş ve korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, Kemalpaşa bölgesinde sıcaklık ($r = 0,33$), nem ($r = 0,32$) ve yağış ($r = 0,28$) değişkenleri ile zayıf düzeyde pozitif korelasyonlar gözlenmiştir. Arhavi bölgesinde sıcaklık ile olan korelasyon ($r = 0,43$) orta düzeyde ve pozitif yönlüdür.

Nem ile olan ilişki ($r = 0,24$) zayıf pozitif, yağış ile ilişki ise oldukça zayıf ve negatif yönlüdür ($r = -0,10$). Bu durum, özellikle sıcaklığın *Tu. japonica*'nın dağılımında etkili olabileceğini göstermektedir. Derepazarı bölgesinde sıcaklıkla anlamlı sayılabilecek düzeyde pozitif bir ilişki ($r = 0,45$) görülmekte, nem ile ise zayıf negatif bir ilişki ($r = -0,25$) bulunmaktadır.

Yağış değişkeni ile korelasyon ($r = -0,01$) ihmal edilebilecek düzeydedir. Sarp, Hopa, Ardeşen, Çayeli ve İyidere bölgelerinde ise yeterli gözlem verisi bulunmadığından dolayı korelasyon analizleri yapılamamıştır (Tablo 15).

Neoseiulus californicus



Şekil 24. *N. californicus*'un 12 aylık popülasyon yoğunluğu (Grup 1: 2023 yılı, Grup 2: 2024 yılı aylarını kapsamaktadır).

Tablo 16. *N. californicus*'un ANOVA analizi sonuçları

	df	F	Sig.
Şehir	2	5,579	,000
Ay	12	5,426	,000
Bölge	8	5,700	,000

N. californicus türünün popülasyon sayımları ile elde edilen veriler analiz edilmiş ve normallik testi sonucu tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Analiz sonucunda, Şehir ($F= 5,579$; $p < 0,001$), Bölge ($F = 5,700$; $p < 0,001$) ve Ay ($F = 5,426$; $p < 0,001$) değişkenlerinin tamamında istatistiksel olarak anlamlı farklar görülmüştür (Tablo 16). *N. californicus* temmuz ayı dışında tüm aylarda görülmüştür (Şekil 24).

Tablo 17. Tüm lokasyonlarda *N. californicus* popülasyonu ile sıcaklık, bağıl nem ve yağış değişkenleri arasındaki korelasyon katsayıları

Bölge	Sıcaklık (r)	Nem (r)	Yağış (r)
Sarp	-0,02	-0,04	0,71
Kemalpaşa	Yok	Yok	Yok
Hopa	0,24	-0,04	0,22
Arhavi	0,46	0,49	0,03
Ardeşen	-0,34	0,10	0,03
Çayeli	0,19	0,18	0,10
Derepazarı	-0,06	-0,19	0,46
İyidere	-0,06	-0,19	0,46

N. californicus ile sıcaklık, nem ve yağış arasında bölgeler bazında farklı düzeylerde korelasyonlar görülmüştür. En yüksek korelasyon, Sarp bölgesinde yağışla pozitif yönde ve yüksek düzeyde bulunmuştur ($r = 0,71$). Arhavi bölgesinde ise sıcaklık ($r = 0,46$) ve nem ($r = 0,49$) ile anlamlı sayılabilecek pozitif ilişkiler saptanmıştır. Derepazarı ve İyidere'de yağışla orta düzeyde pozitif korelasyonlar görülmüştür ($r = 0,46$). Diğer bölgelerde ise genel olarak zayıf veya anlamsız ilişkiler tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, akarın çevresel koşullara bağlı olarak bölgesel olarak farklılıklar gösterebileceğini ortaya koymaktadır (Tablo 17).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çay bitkisi (*Ca. sinensis* L.), Türkiye’de Doğu Karadeniz bölgesinde, Gürcistan sınırından Ordu ili Fatsa ilçesine kadar olan alanda yetiştirilmektedir. Hasat dönemi genellikle yılda üç defa olmak üzere, mayıs başından ekim başına kadar süren 5-6 aylık bir zaman dilimini kapsamaktadır. Bazı yıllarda iklim koşullarına bağlı olarak bu sayı dörde çıkabilmektedir (Yazıcı ve Akıner, 2024).

Akarlar dünya genelinde yayılım gösteren ve pek çok habitatı işgal eden canlı türleri olup keneleri de içine alan bir grupta yer almaları nedeniyle dünya tarihinde antik mısırdan beri kayıtlarda yer almaktadır. Hexapoda altşubesinden sonra en büyük grubu oluşturan Cheliserata alt şubesi içerisinde yer alan akarlar evrimsel olarak irdelendiğinde 524 milyon yıl öncesine uzanan bir tarihçe ortaya çıkmaktadır. Grubun filogenisi incelendiğinde sinapomorfik karakterler ve morfolojik veriler ışığında kladistik analizlerde bu grubun monofiletik olduğuna dair kanıtlar yer alsada bazı araştırmacılar kladistik yaklaşımı benimsemeyerek kapsamlı çalışmalar sonucunda uyumsal açılım yaklaşımına dayanarak Arachnida’nın polifiletik olduğunu ifade etmişlerdir (Doğan ve Özman Sullivan 2023). Son dönemde yapılan araştırmalar ise Cheliserata’nın üç sınıfının (Pycnognida, Xiphosura, Arachnida) monofiletik olup Tardigrada (Su ayıları) ve Onychophora (Kütük ayaklılar) ile kardeş grup oldukları yaklaşımı kabul görmektedir. Tarihsel süreçten de anlaşılacağı üzere, grubun filogenisi hakkında yapılan araştırmalar, yüksek tür çeşitliliği, yüksek morfolojik farklılıklar içermeleri ve moleküler verilerdeki belirgin uyumsuzluklar nedeniyle tam olarak fikir birliği hala sağlanamamış görünmektedir. Arachnida sınıfı klasik olarak 11 takıma ayrılmaktadır (Acari(na), Amblypygi, Araneae, Opliones, Pseudoscorpines, Ricinulei, Schizomida, Scorpiones, Solifugae, Thelyphonida). Bu gruplar içerisinde sistematik anlamda en karmaşık grup ise bu tez çalışmasında kapsamını oluşturan Acari olup pek çok kaynakta takım değil alt sınıf olarak kabul görmekte ve üst takım seviyesinde en az iki farklı klad olan Acariformes ve Parasitiformes’i taşıdığı ifade edilmektedir (Doğan ve Özman Sullivan 2023).

Ülkemizde çay akarları ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında yeterli düzeyde olmadıkları ve kısıtlı veriye dayandığı görülmektedir. Bu çalışmalarda genelde alanda hangi türlerin bulunduğu ve bulunma yüzdeleri çalışılmış ve popülasyon düzeyleri ile ilgili verilere yer verilmemiştir.

Diler ve arkadaşlarının (2022) 2017-2019 yılları arasında, Rize ilinin dokuz (Ardeşen, Çayeli, Der pazarı, Fındıklı, Güneysu, İyidere, Kalkandere, Merkez ve Pazar) ilçesini kapsayan (mevsim ya da ay faktörüne bağlı olmaksızın) çalışmasında çay üzerinde 7 akar türü bildirilmiştir. Bu akarlardan *P. latus* %49,7 oranında en yüksek yoğunlukta olduğu belirlenmiştir. Diğer türler sırasıyla *C. carinatus* %24,3, *B. phoenicis* %19,9, *T. californicus* %17,1, *N. californicus* %5,9, *Cz. transversostriata* %2,9, *Tuckerella sp.* %1,8 oranında belirlenmiştir. Çok düşük oranda da Oribatida türleri tespit edilmiştir. Bu tez çalışmasında temmuz ve ağustos ayları *P. latus* popülasyonunun en yüksek olduğu aylar olarak tespit edilmiştir. Ağustos ayında popülasyonun en yüksek seviyeye ulaştığı görülmüştür. En yüksek yoğunluk ise yaprak başına ortalama 36,03 birey sayısı ile Sarp bölgesinde kaydedilmiştir.

Yazıcı ve Akıner (2024), tarafından 2023 yılında Artvin, Rize ve Trabzon illeri çay tarım alanlarını kapsayan çalışmalarında, temmuz ve ekim aylarında ekonomik zarar eşiğini aşan akar türlerin popülasyon yoğunlukları araştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada beş aylık periyotta alanda en yaygın tür *P. latus* ve *B. phoenicis* olarak belirlenmiştir. Ancak herhangi bir yüzdelik belirtilmemiştir. Çalışmada ayrıca ekonomik zarar eşiğini aşmayan *Tetranychus urticae*, *Tydeus californicus*, *Calacarus carinatus*, *Tuckerella sp.* türleri de tespit edilmiştir. Bu tez çalışmasında *P. latus* %61,8 oranında *C. carinatus* %20,3, *B. phoenicis* %11,9, *T. californicus* %1,9, *N. californicus* %0,8, *Cz. transversostriata* %2,3, *Tu. japonica* %0,1 oranında ve diğer tanımlanamayan 9 akar türü de toplam %0,7 oranında belirlenmiştir (Şekil 10). Tez çalışmamıza ait sonuçlar diğer çalışmalar ile arasında çok uzun bir zaman dilimi olmasa bile son dönemlerde zararlı akar türlerinin yoğunluklarının yıldan yıla ciddi artış eğiliminde olduğuna işaret etmektedir.

Bu tez çalışması sonucunda *P. latus*'un çay bitkisi üzerindeki popülasyon seviyeleri hem aylara ($F = 1,710$; $p < 0,005$) hem bulundukları bölgelere göre ($F = 12,254$; $p < 0,005$) anlamlı seviyede farklılık gösterdiği saptanmıştır. Ocak ve mart aralığında birey sayıları oldukça düşük seyretmiş, ilkbahar sonu ve yaz başı itibarıyla (Mayıs–Haziran) artış göstermiştir. Temmuz ve ağustos aylarında ise popülasyonun birçok bölgede zirve yaptığı gözlenmiştir. Bu artışlar, sıcaklık yükseldikçe *P. latus* birey sayısının da arttığını ve türün yaz aylarında daha aktif olduğunu göstermektedir. Sonbaharla birlikte birey sayılarında tekrar düşüş görülmüştür. Bölgenin iklim

koşullarına göre temmuz ve ağustos sıcaklığın yüksek yağışın düşük olduğu aylardır. Bu sonuçlar, *P. latus*'un mevsimsel olarak dalgalanmalar gösterdiği ve bölge farklılıklarının popülasyon yoğunluğunu etkileyebileceğini göstermektedir.

Çalışmamızda popülasyon seviyesi ve iklimsel verileri ilişkilendirmek üzere korelasyon analizi yapılmıştır. *P. latus* birey sayısı ile sıcaklık arasında pozitif yönde anlamlı korelasyonların varlığı ($r = 0,83$ ila $0,29$) tespit edilmiştir. Bu bulgular, sıcaklığın bu türün popülasyon dinamiklerinde önemli bir faktör olabileceğini göstermektedir. Çalışmamızda *P. latus* popülasyon seviyesinin nem ile ilişkisinin bölgesel olarak farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Ancak genel olarak zayıf düzeyde pozitif korelasyon ($r = 0,45$ ila $-0,38$) tespit edilmiştir. Bu durum, nemin *P. latus* için etkisinin çevresel koşullara bağlı olarak değişebileceğini düşündürmektedir. Bölgelerdeki yüksek nem oranlarının birey sayısını sınırlayıcı bir faktör olabileceğini göstermektedir. Yağış değişkeniyle de genel olarak pozitif korelasyonlar bulunmuştur ($r = 0,59$ ila $0,36$). Bölgelerde saptanan orta düzeyde korelasyonlar, yağışın nem oranını artırarak dolaylı yoldan türün gelişimini desteklemiş olabileceğini göstermektedir. Sonuçlarımız akarın popülasyon düzeyinin sıcaklık ve nem gibi iklimsel verilerin belirleyici olduğunu göstermektedir. Bu durum, sıcaklığın artmasıyla birlikte türün biyolojik aktivitesinin ve üreme kapasitesinin arttığını işaret edebilir. Sonuçlar genel olarak, sıcaklık değişkeninin *P. latus* birey sayısı üzerinde etkili çevresel parametre olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, nem ve yağışın etkileri daha bölgeye özgü değişiklikler göstermekte, bazı bölgelerde birey sayısını artırırken bazı bölgelerde olumsuz etki yaratabilmektedir. Bu durum, çevresel faktörlerin akar popülasyonları üzerindeki etkisinin kompleks olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak yapılan çalışmanın doğası ve süre göz önüne alındığında uzun dönemli iklimsel veriler popülasyon dinamiği çalışmaları kullanılarak aralarındaki ilişkinin daha detaylı ortaya konulması gerekmektedir.

Bu tez çalışması verilerine paralel olarak Gerson (1992) çalışmasında *P. latus*'un üreme kapasitesi ve gelişim süreci çeşitli çevresel faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterebileceğini belirtmiştir. Yağış, nem, sıcaklık gibi iklimsel veriler popülasyonun dinamiğini belirleyen ana unsurlar olduğu bildirilmiştir. Mısırdaki 2008 ve 2009 yıllarında, altı farklı biber türü üzerinde yapılan bir çalışmada ergin ve nimf evredeki *P. latus* örneklerinin popülasyon durumu incelenmiştir. Sonbahar (Eylül-

Ekim) ve ilkbahar (Mart) dönemlerinde en yüksek seviyeye ulaştığı bildirilmiştir. Kış aylarının yağışlı ve düşük sıcaklıkta olması popülasyonun azalmasına yaz aylarının ise sıcak ve nemli koşullarının *P. latus* popülasyonunun artışına neden olduğu ifade edilmiştir (Montasser ve ark., 2011). Her ne kadar her iki koşulunda etkili olduğu söylenebilir bu tez çalışmasında nem ile ilgili korelasyon daha düşük düzeyde bulunmuştur. Biber bitkisi üzerinde Hindistan’da yapılan başka bir çalışmada da *P. latus* popülasyonunun maksimum sıcaklıkla pozitif korelasyona sahip olduğu bildirilmiştir (Keerthana ve ark., 2022). Brezilya’da yapılan başka bir çalışmada *Jatropha curcas* bitkisi üzerinde sarı çay akarı popülasyonu incelenmiştir sıcaklık seviyesinin arttığı yaz aylarında popülasyonun arttığı saptanmıştır. Çalışmada özellikle bağıl nem ve ısı gibi iklimsel faktörlerin akar popülasyonunun belirleyici olduğu ifade edilmiştir (Rosado ve ark., 2015). Pal ve Karmakar (2017) tarafından yapılan benzer bir çalışmada türün Gerbara cinsi bitki üzerindeki popülasyonunun sıcaklık ve bağıl nem ile orantılı bir şekilde doğrudan ilişkili olduğu ifade edilmiştir. Bangladeş’te yürütülen diğer bir çalışmada ise jüt (*Corchorus olitorius* L.) üzerinde yer alan *P. latus*’un görülme sıklığı ve popülasyon gelişimine hava koşullarının etkisi incelenmiş ve haftalık ortalama sıcaklık ve yağış ile popülasyon seviyesinin pozitif korelasyon gösterdiği bildirilmiştir (Kamruzzaman ve ark., 2014). Dünya’nın farklı bölgelerinde yapılan çalışmaların sonuçları göz önüne alındığında her üç faktöründe popülasyon seviyelerinin artışında etkili olduğu söylenebilir. Ancak yapılan bu çalışmaların hiçbiri çay ile ilgili olmayıp farklı bitki türleri üzerinde ve farklı coğrafi bölgelerde yapıldığından dolayı tam olarak bir uyumluluk beklenemez. Verilen örneklerden de anlaşılacağı gibi ana faktörün sıcaklık olduğu bölgesel bazda düşünüldüğünde ise kimi bölgelerde nemin kimi bölgelerde de yağışın etkili olduğu gözlenmiştir.

Bu tez çalışmasında alanda en yoğun tür olarak *P. latus* bulunmuştur (yıllık bazda yoğunluk değeri). Ayrıca akarın yoğun olarak bulunduğu yapraklarda renk değişiklikleri, kıvrılmalar ve buruşmalar gibi yapısal bozulmalar gözlemlenmiştir. Bu gözlemler, *P. latus*’un çay bitkisine ciddi zararlar verebileceğini göstermektedir. Her ne kadar *P. latus*’un çay verimi üzerindeki etkilerini doğrudan inceleyen çalışmalar sınırlı olsa da mevcut bulgular bu zararının ekonomik öneme sahip bir tür olduğunu ortaya koymaktadır. Zhang ve arkadaşları (2018) tarafından yürütülen bir başka

çalışmada, çay bitkisinin fizyolojik yapısındaki değişikliklerin *P. latus* yoğunluğuyla paralel olarak arttığı ve buna bağlı olarak verim kayıplarının da arttığı rapor edilmiştir. Bu bulgu, sarı çay akarının yoğun bulunduğu alanlarda verim kaybının göz ardı edilemeyecek düzeyde olabileceğini desteklemektedir. Ülkemizde çay bitkisi üzerinde yapılan zararlı organizmalarla ilgili araştırmalarda özellikle *P. latus* (sarı çay akarı) ve *O. japonica* türleri ön plana çıkmaktadır (Ak ve ark., 2013; Akyazı ve ark., 2019; Akıner ve ark., 2020; 2021). Çuhadar ve arkadaşları (2023), *P. latus* yoğunluğu ile yaş çay yapraklarında meydana gelen verim kaybı ve fizikokimyasal değişiklikler arasında anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Aynı çalışmada, 2013 yılında *P. latus* kontaminasyonunun çay verimi üzerinde belirgin bir etkisi görülmezken, 2014 yılında yaprak başına en az 30 akar bulunan bitkilerin, akar bulunmayan parsellere kıyasla daha düşük verim sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca, ikinci yılda popülasyon yoğunluğunda artış yaşandığı da vurgulanmıştır. Yazıcı ve Akıner (2024) tarafından Türkiye çay tarım alanlarında yapılan çalışmada, çayın ikinci ve üçüncü hasat dönemlerini kapsayan temmuz ve ekim ayları aralığında *P. latus*'un popülasyonu incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda tüm aylarda ekonomik zarar eşiği olan yaprak başına beş bireyi aştığı ve eylül ayında en yüksek seviyeye ulaştığı bildirilmiştir. Çalışma 2023 verisine dayanmakta olup iklimsel parametrelere ve değişimlere uygun olarak popülasyon seviyesinde değişimler ve yıldan yıla farklılıklar olabileceği doğaldır.

Bu tez çalışmasında *C. carinatus* popülasyonunun çay tarım alanlarındaki aylık değişimi ve iklim değişkenleriyle olan ilişkisi ortaya konulmuştur. Popülasyon seviyelerinin yılın ilk aylarında artış gösterdiği, özellikle mart ayında en yüksek düzeye ulaştığı, ardından nisan ayı itibarıyla düşüşe geçtiği ve diğer aylarda çok düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Akar popülasyonunları özellikle Der pazarı ve Sarp bölgelerinde şubat ve mart aylarında ekonomik zarar eşiğini aştığı belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre aylar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmazken ($F = 0,999$; $p = 0,478$), şehir ve bölge değişkenleri popülasyon düzeyinde anlamlı farklılıklar ortaya koymuştur (şehir: $F = 2,669$; $p < 0,001$; bölge: $F = 5,783$; $p < 0,001$). Her ne kadar anlamlı farklılıklar olmasa da türün yılın ilk aylarında popülasyonunun artışa geçmesi ve nisan ayında pik yapması iklimsel faktörlerin etkisiyle popülasyonun değişim gösterdiğini ifade etmektedir. Ayrıca bölge bazında

gözlenen farklılıklar mikrohabitat ve mikroiklim koşullarının türün dağılımı ve popülasyon yoğunluğu üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

C. carinatus popülasyonu ile iklim değişkenleri arasındaki korelasyonlar incelendiğinde, sıcaklık ile birey sayısı arasında çoğu bölgede orta düzeyde negatif ilişkiler ($r=-0,23$ ila $-0,47$) saptanmıştır. Bu sonuç, sıcaklık artışının popülasyonu baskılayıcı etkiler oluşturabileceğini göstermektedir. Nem ile olan ilişkiler genellikle zayıf düzeydedir ve çoğunlukla negatif yöndedir ($r=0,06$ ila $-0,47$) gözlenmiştir. Nem, bazı bölgelerde birey sayısı üzerinde hafif etkiler gösterdiği, akar popülasyonu üzerine belirgin bir etki görülmemektedir. Yağışla olan korelasyon ise belirgin bir eğilim ortaya koymamaktadır, zayıf düzeyde pozitif ve negatif korelasyon göstermektedir ($r=0,39$ ila $-0,36$). Yağışın etkisi tutarsız olup, bölgesel farklılıklara bağlı olarak değişmektedir.

Elde edilen bu veriler, *C. carinatus*'un çevresel koşullara verdiği tepkilerin bulunduğu bölgeye ve mikroklimatik özelliklere göre değişebileceğini göstermektedir. Eriophid gruplar için benzer araştırmalarda belirtilen sonuçlarla genel olarak tam bir uyum göstermese de farklı çevresel faktörler bu sonucun ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu çalışmanın sonuçlarına paralel olarak Akıner ve Yazıcı (2024) tarafından 2023 yılı ekim ayı ile 2024 yılı ekim ayı aralığında Artvin, Rize ve Trabzon illeri çay tarım alanlarında yapılan çalışmada şubat, mart, nisan aylarında *C. carinatus*'un popülasyonu yüksek seviyede olduğu mart ayında en yüksek seviyeye ulaştığı bildirilmiştir. Şubat ve mart aylarında ekonomik zarar eşiğini aştığı bildirilmiştir. Hindistan'ın bazı bölgelerinde de çayın önemli bir zararlısı olarak kabul edilmekte ve çalışmamıza paralel olarak ocak-nisan ayları aralığında yoğun popülasyonlara rastlanmaktadır (Muraleedharan ve ark., 1994). Nasareen ve Ramani (2014) tarafından Hindistan'ın güney eyaleti olan Kerala'da yapılan çalışmada *C. carinatus* ile aynı familyada yer alan *Aceria pongamiae* türünde, sıcaklık ve nemin yaprakta bulunan akar popülasyon yoğunluğu ile pozitif korelasyon gösterdiği; buna karşın yağışın ise negatif korelasyon sergilediği belirlenmiştir. Belirtilen araştırmanın sonucunda yağışın türün dağılımı ve popülasyon dinamiğinde etkili olduğunu göstermekte ve elde edilen sonuca paralellik göstermektedir. Buna ek olarak Fournier ve arkadaşları (2004) tarafından yapılan çalışmada Hawaii'de *Carica papaya* (papaya) üzerinde zararlı türlerden biri olan *Calacarus flagelliset*'nin popülasyon dinamikleri ve bitki içi

dağılımı üzerine bir çalışma gerçekleştirilmiştir ve bu çalışmada, zararlının mevsimsel bolluk örüntüleri, bitki gölgeliğinin farklı dikey katmanlarındaki dağılımı ve yaprağın üst ve alt yüzeylerini kullanımındaki değişim değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, *C. flagelliset*a popülasyonlarının yaz aylarında maksimum seviyeye ulaştığı bildirilmiştir. Erophid akarlardan *Aceria tosichella* türü ile yapılan çalışmada (Wosula ve ark. 2015) 10 ila 30 °C arasındaki sıcaklıklara maruz bırakıldığında, düşük sıcaklıklarda en uzun yaşam süresini gösterdiği belirlenmiştir. Buna karşılık, domates bitkisi üzerinde bulunan *Aculops lycopersici* türünün içsel büyüme oranı (r_m), sıcaklığın artmasıyla birlikte yükselmiş ve 32 °C'de en yüksek seviyeye ulaşmıştır (Al-Azzazy ve Alhewairini, 2018). Bu tür sonuçlar aynı akar türleri için bile, hava koşullarına adaptasyon ya da uyum yeteneğine bağlı olarak, coğrafi konuma ve konak bitkiye göre farklılık gösterebilmektedir (Gotoh ve ark., 2010; Wybouw ve ark., 2015, 2019).

Bu çalışmada *B. phoenicis* akarı yıl boyu çay bitkisi üzerinde aktif olarak görülmüştür. Tüm bölgelerde toplam akar sayılarına bakıldığında alanda yoğunluk sıralamasında üçüncü tür olan *B. phoenicis*'in popülasyonunun kasım ve aralık aylarında en yüksek seviyelere ulaştığı ve bu aylarda Sarp bölgesinde yaprak başına ortalama birey sayısı ekonomik zarar eşiğini aştığı belirlenmiştir. Popülasyonun en düşük olduğu aylar ise şubat, mart ve nisan ayları olarak kaydedilmiştir. *B. phoenicis* türü üzerine yapılan analizler, türün popülasyon düzeyinde şehir ($F = 3,995$; $p < 0,005$), bölge ($F = 4,785$; $p < 0,005$) ve ay değişkenlerine göre ($F = 3,207$; $p < 0,001$) istatistiksel olarak anlamlı farklar gösterdiğini ortaya koymuştur.

Çalışmamızda, *B. phoenicis* türünün sıcaklık, nem ve yağışla olan korelasyonları incelendiğinde, bu çevresel faktörlerin popülasyon düzeyini farklı biçimlerde etkilediği görülmüştür. Sıcaklık ile birey sayısı arasında genel olarak zayıf ve orta bir korelasyon ($r = 0,25$ ila $-0,58$) bulunmuştur. Bu durum, sıcaklığın *B. phoenicis* popülasyonunu sınırlayan temel bir etken olmadığını, ancak bazı dönem ve bölgelerde dolaylı etkilerinin olabileceğini düşündürmektedir. *B. phoenicis* için sıcaklık, popülasyon seviyesini güçlü bir şekilde etkilememekte, bazı bölgelerde ters etki yapabilmektedir. Nem değişkeni de çoğu bölgede zayıf ve negatif korelasyon ($r=0,29$ ila $-0,59$) göstermiştir. Bu durum, *B. phoenicis*'in nem seviyesinin düşük olduğu koşulların türün gelişimi için daha elverişli olabileceğine işaret etmektedir.

Nem artışı, birçok bölgede *B. phoenicis* birey sayısında azalma ile ilişkilidir; bu da bu akar türünün daha kuru koşulları tercih edebileceğini düşündürülebilir.

Yağışla olan ilişki çoğu bölgede pozitif yöndedir ($r=0,58$ ila $-0,04$). Ancak tüm değişkenlerin etkisi genel olarak bölgeden bölgeye değişmekte olup, *B. phoenicis*'in çevresel faktörlere verdiği tepkilerin mikroklimatik koşullara bağlı olduğu söylenebilir. Bu sonuçlar, akar yoğunluklarını etkileyen çevresel faktörlerin farklılık gösterebileceğini ve bölgesel mikroklimatik koşulların dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Yazıcı ve Akıner (2024) tarafından Artvin Rize ve Trabzon illeri çay tarım alanlarında temmuz, ağustos, eylül, ekim aylarında yapılan çalışmada *B. phoenicis* yoğunluğunun Sarp bölgesinde tüm aylarda Çayeli bölgesinde ise sadece eylül ayında ekonomik zarar eşiğini aştığı belirlenmiştir. Buna paralel olarak çay yapraklarında renk değişimleri ve şekil bozulmaları meydana geldiği tespit edilmiştir. Türkiye’de yassı örümcek akarı (*B. phoenicis*)’nın çay bitkisi üzerindeki etkileri ve buna bağlı verim kaybı ile ilgili yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Çay üretimiyle doğrudan ilişkili olan Asya ve Afrika ülkelerinin neredeyse tamamında *B. phoenicis*'in çay plantasyon alanlarında yoğun biçimde gözlemlendiği ve çeşitli düzeylerde verim kaybına yol açtığı bildirilmiştir. Örneğin, Hindistan’da %17, Endonezya’da %13 ve Kenya’da %12 oranında verim kaybı yaşandığı rapor edilmiştir (Rattan, 1992). Ayrıca, Sudoi ve arkadaşları (2001) Kenya’da gerçekleştirdikleri başka bir çalışmada, *B. phoenicis* istilasına bağlı olarak %5 ila %22 arasında değişen oranlarda verim kaybı tespit ettiklerini bildirmiştir. Kenya’da zararlı istilaları genel olarak nadir görülmekle birlikte, *B. phoenicis* gibi akar türlerinin neden olduğu infestasyonlar, özellikle Mount Kenya bölgesinde uzun süreli kuraklık dönemlerinde çay veriminde %50’ye varan kayıplara yol açabilmektedir (Sudoi ve ark., 1994).

Çalışmamızda popülasyon seviyesinin en yüksek olduğu aylar kasım ve aralık ayları olarak kaydedilmiştir. Bu aylar en yüksek sıcaklıkların ve düşük nemin gözlemlendiği aylar olmasa da hava sıcaklıklarının ve yağış rejiminin çalışma döneminde uygun ve türün isteklerine yakın olduğu söylenebilir. Daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında, baharla birlikte popülasyonların artış seviyesine girdiği ve kurak mevsimlerde pik yaptığını gösterse de Brezilya’nın en güneyinde yer alan Rio Grande do Sul eyaletinde Moraes ve Cruz (1999) tarafından yürütülen başka bir çalışmada, bu

durumun tersi olarak *B. phoenicis* türüne ait akarların yıl boyunca varlık gösterdiği belirlenmiş; 1996 yılı verilerine göre ise en düşük popülasyon seviyeleri aralık ayında kaydedilmiştir. Bu durum bölgesel olarak farklılıklardan kaynaklanabileceği gibi konakçı bitkilerin durumuyla da alakalı olabilir. Karmakar ve Saha (2005) tarafından Hindistan Batı Bengal’de yapılan çalışmada ise *B. phoenicis*’un çok yıllık yabancı ot (*Mikania micrantha*) üzerindeki popülasyonu 2002 ve 2003 yıllarında incelenmiştir ve tüm aylarda aktif olarak görülmüştür. Çalışmada şubat ve mart aylarında popülasyonun artışa geçtiği ve ekim ayında ise en yüksek seviyeye ulaştığı görülmüştür. Popülasyon yoğunluğu, artan sıcaklık ve bağıl nemle birlikte yükselmiş ve her iki gözlem yılında da ekim ayında en yüksek seviyeye ulaştığı bildirilmiştir. ocak ayında ise popülasyon yoğunluğunun minimum düzeye gerilediği kaydedilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar tam olarak tartışılan çalışmanın sonuçları ile uyumda da paralellik gösterdiği söylenebilir. Bölgemizde en yüksek seviye kasım ayında ve en düşük seviye ise nisan ayında gözlenmiştir. De Carvalho Mineiro ve arkadaşları (2008) tarafından nisan 2001 ve haziran 2003 tarihleri aralığında, Brezilya’nın São Paulo eyaletinde yapılan çalışmada kahve plantasyonunda *B. phoenicis* (Geijskes) ve predatör akarların (Phytoseiidae ve Stigmaeidae) popülasyon dinamiklerini ve bu akar türleri arasındaki etkileşimleri incelenmiştir. Çalışmada yılın kurak mevsimlerinde *B. phoenicis* popülasyonunun daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Yağış, yaprak yüzeyi, dal ve meyvelerdeki *B. phoenicis* yoğunluklarıyla açık bir korelasyon gösteren etmenlerden biri olarak öne çıkmıştır. Yağışın bu tenuipalpид akar popülasyonu üzerindeki baskılayıcı etkisi, Oliveira (1995) ile Reis ve arkadaşları (2000) tarafından da rapor edilmiştir. Brezilya’nın Bahia eyaletinde, *B. phoenicis* ile aynı familyada yer alan *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) (kırmızı palmiye akarı) türünün *Euterpe oleracea* (Arecaceae) üzerindeki zararı ve popülasyon dinamiklerine yönelik eylül 2019 - şubat 2020 tarihleri arasında gerçekleştirilen bir çalışmada, en yüksek sıcaklıkların ve bu tez çalışmamız sonuçlarına paralel olarak en düşük bağıl nem seviyelerinin gözlemlendiği şubat ayında, *R. indica*’nın popülasyonunda patlama yaşandığı ve bitkilerde en ciddi zararların bu dönemde kaydedildiği bildirilmiştir (Nuvoloni ve ark., 2021). Avustralya’nın Victoria eyaletinde yürütülen bir çalışmada *Brevipalpus lewisi*’nin üzüm asmalarındaki "demet akarı" semptomlarından sorumlu olduğu belirlenmiştir. Çalışmada türün laboratuvar

koşullarında farklı sıcaklıklarda ve nem seviyelerinde pozitif popülasyon büyümesi gösterdiği, en yüksek büyüme oranının 28°C ve %35 bağıl nemde gerçekleştiği saptanmıştır. Saha çalışmaları ise popülasyonun yaz mevsimi boyunca yaklaşık 60 kat arttığı belirtilmiştir (Buchanan ve ark., 1980).

Roda ve arkadaşları (2022) tarafından, Güney Florida'da ebegümeci bitkisi üzerinde yapılan çalışmada, diğer bir *Brevipalpus* türü olan *Brevipalpus yothersi*'nin varlığı ve popülasyon dinamikleri incelenmiştir. İki yıl boyunca yapılan gözlemler, *B. yothersi*'nin ebegümeci üzerinde sürekli olarak düşük yoğunlukta bulunduğunu göstermiştir. Nem ve yağışın türün popülasyonlarını etkilemediği ifade edilirken, sıcaklıkla birlikte büyüme hızında artış gözlenmiştir. Çalışmada, iklim değişikliğiyle artabilecek sıcaklıkların, *B. yothersi* popülasyonunu ciddi şekilde artırabileceğine işaret etmektedir. Doreste (1988) yapmış olduğu çalışmada, sıcaklığın akarların davranışları üzerinde belirleyici bir rol oynadığını belirtmiştir. Bu doğrultuda, düşük sıcaklıklar popülasyonların azalmasına neden olabilirken, ani sıcaklık dalgalanmaları ciddi oranda ölümlere yol açabileceğini bildirmektedir.

Brevipalpus cinsi akarlar birçok virüs taşıyarak bitkiler için tehdit oluşturmaktadır. *B. phoenicis*, özellikle turunçgillerde ekonomik açıdan önemli hasarlara neden olan Citrus leprosis virüsü -C'nin (CiLV-C) önemli bir vektörüdür (Bastianel ve ark., 2010). Karadeniz bölgesi çay tarım alanlarında turunçgil yetiştiriciliği de yapılmaktadır. Alanda türün yoğunluğunun artması olası virüs kaynaklı hasara da neden olabilmesi açısından önemlidir. Ancak anılan virüsün çay üzerinde olası etkisi ya da etkileri hakkında bilgi yer almamaktadır. Bu akar türünün yıl boyunca bu turunçgiller üzerinde kalabildiğini ve çevredeki pek çok kültür bitkisi için potansiyel bir istila kaynağı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, ürün verimliliğini korumak amacıyla çevredeki alanların topluluk temelli bir yaklaşımla temizlenmesi önerilmektedir.

Astigmata altşubesi Winterschmidtidae ailesine ait bu *Cz. transversostriata* türünün popülasyon yapısı ile ilgili bir çalışma bulunmamaktadır. Bu tez çalışması ile elde edilen veriler türün popülasyonu ile ilgili ilk çalışma niteliğindedir.

Cz. transversostriata türüne ait verilerin analizi sonucunda aylar ($F= 10,266$; $p < 0,005$) ve bölgeler ($F= 8,105$; $p < 0,005$) arasında anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür. Bu durum, türün popülasyonunun mevsimsel değişimlerden ve bölgesel

koşullardan etkilendiğini göstermektedir. Ancak Rize ve Artvin illeri arasında anlamlı bir fark tespit edilememiştir ($F= 1,118$; $p = 0,348$). Bu durum, her iki ilde benzer çevresel koşulların tür üzerindeki etkisinin benzer olabileceğini düşündürmektedir. Bu sonuçlar *Cz. transversostriata* akarının popülasyon seviyesinin mikrohabitatın ve mevsimsel faktörlerin etkili olduğunu göstermektedir. Ancak türün kozmopolit yapısı gereği her iki ilde de bölge bazında anlamlı farklılık içermemesi doğla bir sonuç olarak düşünülebilir

Cz. transversostriata türü popülasyonu ile iklim değişkenleri arasındaki ilişkiye bakıldığında, sıcaklıkla genel olarak pozitif ve orta düzeyde korelasyon görülmüştür ($r=0,62$ ila $0,07$). Özellikle Kemalpaşa, Arhavi ve Ardeşen’de sıcaklık arttıkça birey sayısının da arttığı gözlenmiştir. Nem ile ilişkiler genellikle orta düzeyde pozitif olup, en belirgin şekilde Derepazarı ve Sarp’ta görülmüştür. Yağışla olan ilişkiler ise net bir sonuç vermemiştir; çoğu bölgede zayıf ya da negatif ilişkiler varken sadece İyidere’de pozitif bir ilişki saptanmıştır. Genel olarak, türün popülasyonlarının iklim koşullarından etkilendiği, ancak bu etkinin bölgelere göre değişiklik gösterdiği anlaşılmaktadır.

Bu familyanın üyelerinden bazıları yırtıcı akarların kitlesel üretiminde av olarak kullanılmaktadır. *Cz. transversostriata* (Oudemans), Winterschmidtidae familyasına ait ve monotipik bir cins olan Czenspinksia’nın bilinen tek türüdür (Barbosa ve Moraes 2021). Türün Antartika hariç tüm kıtalarda kaydedilmiş olması, kozmopolit bir dağılıma sahip olduğunu göstermektedir (Hughes 1962; Walter ve O'Dowd 1992; Liu ve Zhang 2016).

Çok sayıda farklı bitki familyasında yaprak yüzeyinde tespit edilmiştir (Dosse ve Schneider 1957; Hughes 1962). Başlangıçta bu akarın doğrudan bitkisel dokularla beslendiği düşünülmüş olsa da (Dosse ve Schneider 1957), günümüzde mantarlarla beslendiği yani fungivor olduğu yaygın olarak kabul görmektedir (Walter ve Denmark 1991; Walter ve O'Dowd 1992; Liu ve Zhang 2016). Bu türün mantarlarla ilişkili beslenme davranışına örnek olarak Atcheson (1954), yapmış olduğu çalışmada *Cz. transversostriata*’nın Amerikan ıhlamur türleri (*Tilia* spp.) üzerinde yaprak bitleri (*Therioaphis tilia* L.) tarafından salgılanan bal özüne bağlı gelişen isli küfleri tükettiğini raporlamıştır. Ayrıca, laboratuvar koşullarında fındık ağaçlarından elde edilen *Cladosporium* türleriyle beslendiği bildirilmiştir (Krantz ve Lindquist 1979).

Kanada, Nova Scotia'daki elma ağaçlarından toplanan bireylerde ise elma kabuklarında hastalık oluşturan mantar sporlarının bulunduğu gözlemlenmiştir (Nesbitt 1946). Bu beslenme davranışı, yaprak yüzeyindeki zararlı mantarların baskılanmasında rol oynayabileceği için, *Cz. transversostriata*'nın bitkiler açısından faydalı bir organizma olabileceği düşünülmektedir (Liu ve Zhang 2016).

Dünya genelinde pek çok bitki türünün toprak üstü kesimlerinde yaygın olarak bulunmasına rağmen, *Cz. transversostriata*'nın yaprakta yaşayan avcı akarlarla olan etkileşimleri hakkında sınırlı bilgi bulunmaktadır. Örneğin Glen (1977) yaptığı çalışmada, elma bahçelerinde yüksek popülasyonlarına rağmen bu türün heteropteran avcılar açısından önemli bir besin kaynağı olmadığını belirtmiştir. Vangansbeke ve arkadaşları (2024) tarafından yapılan çalışmada ise *Cz. transversostriata*'nın *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) için uygun besin kaynağı olduğu ve *Cz. transversostriata*'nın külleme hastalığı bulunan salatalık bitkileri üzerinde yoğun bir şekilde beslenip çoğalarak, mantarın gelişimini yavaşlattığı bildirilmiştir. Bu bulgular doğrultusunda *Cz. transversostriata*, fitoseiid akarlar için uygun olmayan bir av olarak değerlendirilmiştir.

T. californicus türünün popülasyon verileri analiz edildiğinde, aylar ($F=13,860$; $p < 0,001$) ve bölgeler ($F = 24,881$; $p < 0,001$) arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür. Bu durum, türün popülasyon seviyelerinin mevsimsel değişimlerden ve bölgesel koşullardan etkilendiğini göstermektedir. Ancak Artvin ve Rize illeri arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ($F = 1,658$; $p = 0,141$). Bu sonuç da her iki ilde benzer çevresel koşulların etkili olabileceğini düşündürmektedir. İklim değişkenleri ile türün birey sayısı arasındaki ilişkilere bakıldığında, sıcaklık faktörü ile orta-güçlü düzeyde pozitif korelasyon görülmektedir ($r = 0,83$ ila $0,30$). Bu sonuç, sıcaklığın artmasıyla *T. californicus* bireylerinin de popülasyonunun arttığını göstermektedir. Nem ile akar popülasyonu arasındaki ilişki ise bölgelere göre değişiklik göstermektedir. Yalnızca İyidere bölgesinde negatif korelasyon ($r = -0,25$) tespit edilmiştir. Diğer bölgelerde nem ile orta düzeyde pozitif korelasyon ($r = 0,62$ ila $0,28$) görülmüştür. Yağış ve popülasyon arasındaki korelasyonlar genellikle zayıf ve çoğunlukla negatif yöndedir ($r = -0,47$ ila $0,08$). Bu da yağışın bu tür üzerinde belirgin ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Sonuç olarak, sıcaklığın *T. californicus* türünün

popülasyon seviyesini etkileyen en önemli iklimsel parametre olduğu söylenebilir. Bazı bölgelerde nemin de etkili olduğu görülse de yağış faktörünün çoğunlukla türün popülasyonu üzerinde sınırlı bir etkisi olduğu düşünülmektedir. Bölgesel farklılıkların, mevsimsel değişimlerin ve mikrohabitat koşullarının akarın dağılımını ve yoğunluğunu etkileyebildiği görülmüştür.

Yalnızca Kasap ve arkadaşları (2014) tarafından Çanakkale ile bağ alanlarında yapılan çalışmada *T. californicus*'un tüm mevsim boyunca ortamda varlığını sürdürdüğü belirtilmiştir. Türün çay alanlarında hangi tip etkiye sahip olduğu faydalı ya da zararlı bir tür olup olmadığı ile ilgili çalışmaların yapılması gerekmektedir. Tydeidae familyasına ait türler, yalnızca Phytoseiidae familyasındaki avcı akarlar için alternatif besin kaynağı değildir, bazı araştırmacılar tarafından *Calepitrimerus vitis* ve diğer Eriophyidae türlerinin doğal düşmanı olarak da değerlendirilmektedir. Ayrıca, *T. californicus* mantar miselleriyle de beslenebildiği bilinmektedir. Bu çok yönlü beslenme özellikleri sayesinde Tydeidae türlerinin biyolojik mücadelede önemli bir alternatif besin kaynağı olarak kabul edilmektedir (Duso & Vettorazzo, 1999; Pappas ve ark., 2013; Klock ve ark., 2011). Van gölü havzasında bulunan ceviz bahçelerinde yapılan çalışmalarda *Tydeus californicus*'un faydalı bir tür olarak kaydedilerek, Eriophyoidea akarlarının predatörü olduğu bildirilmiştir (Kasap ve ark., 2008). Göven ve arkadaşları (2009) tarafından Ege bölgesi, üzüm bağlarında yapılan çalışmada da *T. californicus* predatör akar olarak kayda alınmıştır. *T. californicus*'un bitki zararlısı olduğu kanıtlayan çalışmalar sınırlıdır (Fleschner & Arakawa, 1953). Türün popülasyonu ile ilgili mevcut çalışma bulunmamakla birlikte yapılan bu çalışma ile elde edilen veriler türün popülasyonu ile ilgili ilk çalışma niteliğindedir.

Diler ve arkadaşları (2022) tarafında 2017 ve 2019 yıllarında Rize çay tarım alanlarında yürütülen çalışmada *Tu. japonica* olup tür tam olarak tanımlanmamıştır. Özen ve Akyazı (2023a) tarafından 2022 yılında yapılan çalışmada türün Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesindeki çay bahçelerinde yayılışını incelemişlerdir. Artvin, Giresun, Ordu, Rize ve Trabzon illerini kapsayan çalışmada Ordu hariç tüm illerde ve özellikle düşük rakımlı sahil kesimlerinde tespit edilmiştir. Çalışmada tür *Tuckerella japonica* olarak tanımlanmıştır.

Bu çalışmada türe Arhavi, Derepaşarı ve Kemalpaşa olmak üzere üç lokasyonda ve düşük düzeylerde rastlanmış olup ağustos ve eylül aylarında gözlenmiştir. Bu aylar bölge için sıcaklık ve nemin yüksek olduğu döneme tekabül etmektedir.

Tu. japonica akar popülasyonuna ilişkin gerçekleştirilen ANOVA analizi sonuçlarına göre, şehirler arasında akar popülasyon yoğunlukları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($F=1,494$; $p=0,201$). Buna karşılık, aylar arasında akar popülasyonunda anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($F=10,088$; $p<0,001$). Elde edilen bu bulgu, *Tu. japonica* popülasyonunun zaman içerisinde, özellikle yılın farklı aylarında, önemli değişiklikler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Öte yandan, bölgeler arasında akar popülasyon yoğunluğu bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($F=0,295$; $p=0,881$). Sonuç olarak, *T. japonica* popülasyonunun zaman (aylar) faktörüne bağlı olarak değişiklik gösterdiği, ancak şehirler ve bölgeler arasında anlamlı bir farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Bu tez çalışması sonucunda, *Tu. japonica* popülasyonunun sıcaklık, nem ve yağış değişkenleri ile olan ilişkileri incelendiğinde, lokasyonlara göre farklılıklar gözlenmiştir. Bazı lokasyonlarda herhangi bir ilişki tespit edilmezken, bazı bölgelerde düşük ve orta düzeyde korelasyonlar belirlenmiştir.

Tu. japonica popülasyonu ile sıcaklık, nem ve yağış arasındaki ilişki incelenmiştir. Analizler sadece akarın bulunduğu lokasyonlardaki verilerle yapılmıştır. Sıcaklık değişkeni ile Kemalpaşa ($r=0,33$), Arhavi ($r=0,43$) ve Derepaşarı'nda ($r=0,45$) pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Bu bulgular, özellikle bu bölgelerde sıcaklığın popülasyon artışı destekleyici bir faktör olabileceğini göstermektedir. Nem ile popülasyon arasında Kemalpaşa ($r=0,32$) ve Arhavi ($r=0,24$) bölgelerinde pozitif, Derepaşarı'nda ise negatif ($r=-0,25$) yönde zayıf ilişkiler bulunmuştur. Yağış değişkeni açısından ise yalnızca Kemalpaşa'da pozitif ($r=0,28$), Arhavi ($r=-0,10$) ve Derepaşarı'nda ise zayıf düzeyde negatif ($r=-0,01$) korelasyonlar belirlenmiştir (Tablo 15). Genel olarak, *Tu. japonica* popülasyonu ile çevresel değişkenler arasında özellikle sıcaklık değişkeninde anlamlı ilişkiler gözlenmiştir. Nem ve yağış değişkenlerinin etkisi ise lokasyona göre değişkenlik göstermektedir.

Hindistan'da diğer bir Tuckerellid türü olan *Tuckerella kumaonensis* ile yapılan çalışmada türün popülasyonunun yılda iki pik yaptığı ve ilk piki nisan ayında

ikinci piki ekim ayında yaptığı belirlenmiştir. En düşük yoğunluk ise aralık ayında saptanmıştır. Ayrıca yapılan bu çalışmada *T. kumaonensis*'in popülasyon dinamikleri ile çeşitli abiyotik ve biyotik faktörler arasındaki ilişki incelenmiştir. Bulgular, maksimum sıcaklık, güneşlenme süresi ve avcı akar varlığı ile meyve akarı popülasyonu arasında anlamlı düzeyde pozitif korelasyon olduğunu ortaya koymuştur (Patel ve ark., 2022). Bu tez çalışmasının verileride bu durumu destekler nitelikte olup en sıcak dönem ve güneşlenme süresinin yoğun olduğu dönemde yoğunluk yüksek bulunmuştur.

Özen ve Akyazı (2023a) tarafından yapılan çalışmada, *Tu. japonica*'nın çay bitkisi (*Ca. sinensis*) üzerindeki gövde bölgelerine dağılımı incelenmiştir. Rize'de üç farklı çay klonu üzerinde yapılan gözlemlerde, akarların aktif evrelerinin genellikle orta ve alt dallarda yoğunlaştığı, yumurtaların ise çoğunlukla alt gövde kısımlarına bırakıldığı belirlenmiştir. Bu tez çalışmasında çayın sadece yaprak kısmında bulunan akar türleri incelenmiştir. Her ne kadar türe çay yapraklarında yoğun olarak rastlanmasa da çay bitkisi üzerindeki varlığı detaylı şekilde incelenmelidir.

ANOVA analizi sonuçlarına göre, *N. californicus* popülasyon yoğunlukları şehirler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermektedir ($F=5,579$; $p<0,001$). Bu durum, farklı şehirlerde *N. californicus* popülasyon yoğunluklarının değişiklik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, yıl içerisindeki aylara göre popülasyon değişimi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($F=5,426$; $p<0,001$). Bu sonuç, *N. californicus* popülasyonunun zamana bağlı olarak da önemli ölçüde farklılık gösterdiğini işaret etmektedir. Bölgesel bazda yapılan değerlendirmede de anlamlı bir fark belirlenmiştir ($F=5,700$; $p<0,001$). Bu bulgu, *N. californicus* popülasyonunun bölgeler arasında da farklı yoğunluklarda bulunduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, *N. californicus* popülasyonu şehir, ay ve bölge değişkenlerine bağlı olarak istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar sergilemekte, hem zamansal hem mekânsal değişimlere duyarlı bir dağılım göstermektedir.

Tablo 17'de verilen verilere göre, *N. californicus* popülasyonunun sıcaklık, nem ve yağış parametreleriyle olan korelasyon katsayıları incelendiğinde, bu türün popülasyon dinamiklerinin bölgesel farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Kemalpaşa bölgesinde akara rastlanmadığı için bu bölge verileri ile analiz yapılamamıştır. Sıcaklık değişkeni ile popülasyon arasında en yüksek pozitif korelasyon Arhavi

bölgesinde ($r = 0,46$) görülmüş buna karşılık, Ardeşen bölgesinde negatif yönlü bir ilişki saptanmış ($r = -0,34$), bu da sıcaklık artışının bu lokasyonda popülasyonu olumsuz etkileyebileceğini ortaya koymaktadır. Diğer bölgelerde ise sıcaklık ile popülasyon arasında zayıf düzeyde pozitif veya negatif ilişkiler gözlenmiştir. Nem değişkeniyle en yüksek korelasyon yine Arhavi bölgesinde belirlenmiştir ($r = 0,49$). Bu veri, Arhavi’de nem oranının artmasıyla birlikte popülasyon yoğunluğunun da artabileceğini göstermektedir. Diğer bölgelerdeki korelasyon katsayılarının düşük ya da negatif yönde olması, nemin bu alanlarda popülasyon üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını işaret etmektedir. Yağış değişkeni ile akar popülasyonu orta düzeyde pozitif korelasyon göstermiştir ($r=0,71$ ila $0,03$). Hopa, Arhavi, Ardeşen ve Derapazarı gibi bölgelerde ise yağış ile popülasyon arasında oldukça zayıf düzeyde korelasyonlar tespit edilmiştir. Sonuç olarak, iklimsel değişkenlerin *N. californicus* popülasyonu üzerindeki etkisinin lokasyonlara göre farklılık gösterdiği, en güçlü ilişkilerin ise sıcaklık ve nem açısından Arhavi’de, yağış açısından ise Sarp ve İyidere bölgelerinde ortaya çıktığı belirlenmiştir.

Türün popülasyon durumu ile sıcaklık ve nem faktörleriyle belirgin bir korelasyon görülmemiştir. Akar popülasyonu ve yağış arasında ise oldukça zayıf düzeyde pozitif korelasyon görülmüştür. Genel olarak değerlendirildiğinde, *N. californicus* çevresel faktörlerle olan ilişkisi bölgesel bölgesel olarak farklılık göstermektedir. Bazı bölgelerde nem ya da sıcaklık gibi faktörler ile pozitif korelasyon gösterebilirken, diğer bölgelerde bu faktörlerin popülasyon seviyeleri üzerine etkileri belirgin değildir. Bu sonuçlar, *N. californicus* popülasyonunun yalnızca iklimsel faktörlerden değil, başka çevresel faktörlerden de etkilenebileceğini göstermektedir. Özellikle predatör bit tür olduğu için avının ortamdaki popülasyonu, belirleyici olabilecek etkenlerden biridir.

Türkiye’de çay tarım alanlarında ekonomik öneme sahip akar türleri ve yoğunlukları üzerine yapılan çalışmalar çok sınırlıdır bu çalışmalar genellikle sarı çay akarı ve biyolojik mücadele seçenekleriyle sınırlı kalmıştır (Diler ve ark., 2022; Akyazı ve ark., 2023; Çuhadar ve ark., 2023; Yazıcı & Akıner, 2024; Akıner & Yazıcı, 2024).

Alanda tespit edilen, fitofag akarlar ile predatör türler arasında ve bu predatör türler ile onların avı konumunda olan akar türleri arasındaki korelasyonun incelenmesi türler arası etkileşimlerin ortaya konması açısından önem taşımaktadır.



KAYNAKÇA

- Achor, D. S., Childers, C. C., & Rogers, M. E. (2017). Cellular injury to 1-to 3+-year-old stems of *Camellia sinensis* by *Tuckerella japonica*. *Experimental and Applied Acarology*, 73, 339-351.
- Ak, K., Güçlü, Ş., & Sekban, R. (2013). Doğu Karadeniz Bölgesinde Yeni Bir Zararlı *Ricania simulans* (Walker, 1851)(Hemiptera: Ricaniidae)'a Karşı Azadirachtin ve Spinosad Etki Maddeli Biyopestisitlerin Etkinliklerinin Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1, 10-14.
- Ak, K., Güçlü, Ş., Eken, C., & Sekban, R. (2015). *Ricania simulans* (Walker, 1851)(Hemiptera: Ricaniidae) a new pest for Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, 39(2), 179-186.
- Akiner, M. M., & Yazıcı, F. (2024). Possible Negative Effects Of The *Calacarus Carinatus* (Prostigmata: Eriophyidae) On The First Harvesting Of Tea In Eastern Black Sea Area. *Journal of Anatolian Environmental And Animal Sciences*, 9(4), 747-753. <https://doi.org/10.35229/Jaes.1579032>
- Akiner, M. M., Öztürk, M., & Sevgili, H. (2022). Invasion history of *Orosanga japonica* (Melichar, 1898)(Hemiptera: Ricaniidae) in Turkey, comparisons with other Ricaniidae family members using molecular tools and modeling of potential global distribution. *Turkish Journal of Entomology*, 46(1), 99-114.
- Akiner, M.M., Öztürk, M., Güney, İ., & Usta, A. (2020). Natural infection potential and efficacy of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* against *Orosanga japonica* (Melichar). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30, 1-9.
- Akiner, M. M., Beriş, F. Ş., Seyis, F., Öztürk, M., Sevgili, H., & Demir, E. (2019). Annual variation of the *Orosanga japonica* Melichar 1898 (Hemiptera: Ricaniidae) populations in the eastern Black Sea region of Turkey and possible molecular separation with based on 28S rDNA sequences from other Ricaniidae groups. *Plant Protection Bulletin*, 59(4), 11-19.
- Akiner, M.M., Selvi, E.K., Öztürk, M., Güney, İ., & Usta, A. (2021). Toxic efficacy of *Cuscuta campestris* Yunck.(Solanales: Convolvulaceae) and *Lupinus albus* L.(Fabales: Fabaceae) plant crude extracts against nymphs and adults of *Orosanga japonica* (Melichar, 1898) (Hemiptera: Ricaniidae) under laboratory conditions. *Turkish Journal of Entomology*, 45(1), 65-75.
- Akyazı, R., Sekban, R., Soysal, M., Akyol, D., Colee, J., & Bostan, S. Z. (2019). Ecofriendly control approaches for *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae) on tea (*Camellia sinensis* L.). *International Journal of Acarology*, 45(1-2), 79-89.

- Akyazı, R., Soysal, M., Özen, B., & Hassan, E. (2023). Assessment of toxicidal and repellency activity of extracts from aerial parts of *Prunus laurocerasus* for controlling broad mite, *Polyphagotarsonemus latus*. *International Journal of Acarology*, 49(7-8), 440-447.
- Al-Azzazy, M. M., & Alhewairini, S. (2018). Relationship between temperature and developmental rate of tomato russet mite *Aculops lycopersici* (Massee)(Acari: Eriophyidae) on tomato. *JFAE*, 16, 18-23.
- An, B. J., Kwak, J. H., Son, J. H., Park, J. M., Lee, J. Y., Jo, C., & Byun, M. W. (2004). Biological and anti-microbial activity of irradiated green tea polyphenols. *Food chemistry*, 88(4), 549-555.
- Atcheson, W. C. (1954). An ecological study of three species of mites on American Linden.
- Audenaert, J. O. A. C. H. I. M., Vissers, M., Haleyd, B. A. R. T., Verhoeven, R., Goossens, F. R. A. N. S., & Gobin, B. (2009). Acaricides and predatory mites against the begonia mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Acari: Tarsonemidae), on *Hedera helix*. *Communication in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 74(1), 1-8.
- Baker, E.W., & Tuttle, D.M., (1987). The false spider mites of Mexico (Tenuipalpidae: Acari). *US Dept. Agric. Tech. Bull.* No. 1706.
- Banerjee, B. (1981). Intratree variation in the distribution of the tea red spider mite *Oligonychus coffeae* (Nietner). *Acarologia* 21:216–20
- Banks, N. (1904). Class 111, Arachnida, Order 1, Acarina, four new species of injurious mites. *Journal of the New York Entomological Society*, 12:53-56.
- Barbosa, M. F., & De Moraes, G. J. (2021). Mites of the family Winterschmidtidae (Acari: Sarcoptiformes: Astigmatina) from agricultural habitats in Brazil, with description of a new species and a key to species reported. *Systematic and Applied Acarology*, 26(6), 1040-1054.
- Bariselli, M., Bugiani, R., & Maistrello, L. (2016). Distribution and damage caused by *Halyomorpha halys* in Italy. *Eppo Bulletin*, 46(2), 332-334.
- Barua, D. N. (1989). Science and Practice in Tea Culture, Tea Res. Association, Calcutta, Jorhat.
- Bastianel, M., Novelli, V. M., Kitajima, E. W., Kubo, K. S., Bassanezi, R. B., Machado, M. A., & Freitas-Astúa, J. (2010). Citrus leprosis: Centennial of an unusual mite–virus pathosystem. *Plant Disease*, 94(3), 284-292.
- Beard, J. J., Ochoa, R., Childers, C. C., Bauchan, G. R., & Shepard, M. (2013). Travelling with tea: a *Tuckerella*'s tale. *Experimental and Applied Acarology*, 59, 177-202.

- Bertolini, F., Fusetti, L., Rabascio, C., Cinieri, S., Martinelli, G., & Pruneri, G. (2000). Inhibition of angiogenesis and induction of endothelial and tumor cell apoptosis by green tea in animal models of human high-grade non-Hodgkin's lymphoma. *Leukemia*, 14(8), 1477-1482.
- Buchanan, G. A., Bengston, M., & Exley, E. M. (1980). Population growth of *Brevipalpus lewisi* McGregor (Acarina: Tenuipalpidae) on grapevines. *Australian Journal of Agricultural Research*, 31(5), 957-965.
- Butler, LM., & Wu, AH. (2011). Green and black tea in relation to gynecologic cancers. *Molecular nutrition & food research*, 55(6), 931-940.
- Cabrera, C., Artacho, R., & Giménez, R. (2006). Beneficial effects of green tea - a review. *Journal of the American College of Nutrition*, 25(2), 79-99.
- Cao, G., Sofic, E., & Prior, R. L. (1996). Antioxidant capacity of tea and common vegetables. *Journal of agricultural and food chemistry*, 44(11), 3426-3431.
- Carloni, P., Tiano, L., Padella, L., Bacchetti, T., Customu, C., Kay, A., & Damiani, E. (2013). Antioxidant activity of white, green and black tea obtained from the same tea cultivar. *Food Research International*, 53(2), 900-908.
- Carver, M. (1978). The black citrus aphids, *Toxoptera citricidus* (Kirkaldy) and *T. aurantii* (Boyer de Fonscolombe) (Homoptera: Aphididae). *Australian Journal of Entomology*, 17(3), 263-270.
- Castagnoli, M., & Liguori, M. (1994). *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Parasitiformes Phytoseiidae): biology and application to *Tetranychus urticae* Koch (Prostigmata Tetranychidae) in greenhouse crops. *Redia*, 77, 121-135.
- Chakraborti, S. (2000). Neem-based integrated schedule for the control of vectors causing apical leaf curling in chilli.
- Chan, E. W. C., Lim, Y. Y., & Chew, Y. L. (2007). Antioxidant activity of *Camellia sinensis* leaves and tea from a lowland plantation in Malaysia. *Food chemistry*, 102(4), 1214-1222.
- Chen, Z.M., & Chen, X.F. (1989). An analysis of world tea pest fauna. *Journal of Tea Science*, 9: 13-22.
- Childers, C. C., de Lillo, E., Bauchan, G. R., Rogers, M. E., Ochoa, R., & Robinson, C. (2018). External morphology of the mouthparts and observations on behavior of *Tuckerella japonica* on *Camellia sinensis* in the continental USA. *Experimental and Applied Acarology*, 74, 55-71.
- Childers, C. C., French, J. V., & Rodrigues, J. C. V. (2003). *Brevipalpus californicus*, *B. obovatus*, *B. phoenicis*, and *B. lewisi* (Acari: Tenuipalpidae): a review of their biology, feeding injury and economic importance. *Experimental & applied acarology*, 30, 5-28.

- Cooper, R., Morré, D. J., & Morré, D. M. (2005). Medicinal benefits of green tea: Part I. Review of noncancer health benefits. *Journal of Alternative & Complementary Medicine*, 11(3), 521-528.
- Cranham J.E. (1966). Tea pests and their control. *Annu. Rev. Entomol.* 11:491–514
- Çerçi, B. (2021). First record of *Halyomorpha halys* (Stål, 1855)(Pentatomidae: Heteroptera) in Aegean Region of Turkey. *Acta Biologica Turcica*, 34(1), 35-37.
- Çuhadar, B.A., Akyazi, R., & Bostan, S.Z. (2023). Yield loss and physicochemical changes in fresh tea leaves caused by *Polyphagotarsonemus latus* (banks) attack in different tea clones. *International Journal of Tropical Insect Science*, 43(1), 297-309.
- Das, G.M. (1959). Bionomics of the tea red spider, *Oligonychus coffeae* (Nietner). *Bull. Entomol. Res.* 50:265–74.
- De Carvalho Mineiro, J. L., Sato, M. E., Raga, A., & Arthur, V. (2008). Population dynamics of phytophagous and predaceous mites on coffee in Brazil, with emphasis on *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae). *Experimental and Applied Acarology*, 44(4), 277-291.
- de Lillo, E., Craemer, C., Amrine, J. W., & Nuzzaci, G. (2010). Recommended procedures and techniques for morphological studies of Eriophyoidea (Acari: Prostigmata). *Experimental and applied Acarology*, 51, 283-307.
- Demir, E. (2009). Riciania germar, 1818 species of western palaeartic region (Hemiptera: Fulgoromorpha: Ricaniidae). *Munis Entomology & Zoology*, 4(1), 271-275.
- Demir, E. (2018). The economically important alien invasive planthoppers in Turkey (Hemiptera: Fulgoromorpha). *Acta entomologica slovenica*, 26(2), 231-240.
- Demite, P. R., McMurtry, J. A., & De Moraes, G. J. (2014). Phytoseiidae Database: a website for taxonomic and distributional information on phytoseiid mites (Acari). *Zootaxa*, 3795(5), 571-577.
- Denizhan, E., Monfreda, R., De Lillo, E., Çobanoğlu, S. (2015). Eriophyoid mite fauna (Acari: Trombidiformes: Eriophyoidea) of Turkey: new species, new distribution reports and an updated catalogue. *Zootaxa*, 3991(1), 1-63.
- Denmark, H.A. (1980) Broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). *FDACS-DPI Bureau of Entomol. Circular*, 213, 1-2.
- Diler, H., Yazıcı, G., Saçtı, Z., Yücel, C., & Barış, A. (2022). Survey of mite species of tea plantations in Rize. *Plant Protection Bulletin*, 62(3), 37-49.
- Doğan, S., & Özman-Sullivan, S. (2023). Genel akaroloji. *Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, Türkiye*.

- Doreste, S. E. (1988). Acarología Seg. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. *Costa Rica*, 76-178.
- Dosse, G., & Schneider, I. (1957). Biologie und Lebensweise von *Czenspinskia lordi* Nesbitt (Acar., Sarcoptiformes). *Zeitschrift für Angewandte Zoologie*, 44, 403-418.
- Duso, C., & Vettorazzo, E. (1999). Mite population dynamics on different grape varieties with or without phytoseiids released (Acari: Phytoseiidae). *Experimental & applied acarology*, 23, 741-763.
- Düzgüneş, Z. (1963). Türkiyede yeni bulunan akarlar. (The mite species newly found in Turkey). *Türkiye Bitki Koruma Bülteni*, 3(4), 237-246.
- Ecevit, O. (1981). Akarolojiye giriş. Ondokuz Mayıs Üniversitesi. *Ziraat Fakültesi Yayınları*, Samsun, 259.
- Ecevit, O. (2002). İnsan ve hayvan zararlısı arthropodlar. OMÜ. *Ziraat Fakültesi Ders Kitabı*, (28).
- Elliot, EC., & Whitehead, FJ. (1996). Tea plantation in Ceylon. In: *Charles Subasingne and sons (p) Ltd, Colombo, Sri Lanka*. 1p.
- Escobar-Garcia, H.A., Beard, J.J., & Ochoa, R. (2022). Report of *Tuckerella pavoniformis* (Acari: Tuckerellidae) on mamey, *Mammea americana* (Calophyllaceae), in northwestern Peru. *Insects*, 13(5), 473.
- FAO, (2024). Food and Agriculture Organization (<https://www.fao.org/faostat/en/#data>) Erişim tarihi (09/07/2024).
- Fasulo, T. R. (2004). Broad Mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)(Arachnida: Acari: Tarsonemidae): *EENY-183/IN340*, rev. 9/2005. *EDIS*, 2004(3).
- Fathipour, Y., & Maleknia, B. (2016). Mite predators. In *Ecofriendly pest management for food security* (pp. 329-366). *Academic Press*.
- Flechtmann, C. H. W., & Flechtmann, C. A. H. (1984). Reproduction and chromosomes in the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904)(Acari, Prostigmata, Tarsonemidae). *Acarology VI*, 1, 455-456.
- Fleschner, C. A., & Arakawa, K. Y. (1953). The mite *Tydeus californicus* on citrus and avocado leaves. *J. Econ. Entomol*, 45(6), 1092.
- Fournier, V., Rosenheim, J. A., Brodeur, J., & Johnson, M. W. (2004). Population dynamics and within-plant distribution of the mite *Calacarus flagelliset* (Acari: Eriophyidae) on papaya in Hawaii. *Journal of Economic Entomology*, 97(5), 1563-1569.

- Geijskes, D. C. (1939). Contributions to the Knowledge of European Spinning Mites, with particular Reference to the Netherlands Species. *Arten. Mededelingen van de Landbouwhogeschool Wageningen*, 42: 1-68.
- Gerson, U. (1992). Biology and control of the broad mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)(Acari: Tarsonemidae). *Experimental & Applied Acarology*, 13(3), 163-178.
- Glen, D. M. (1977). Predation of codling moth eggs, *Cydia pomonella*, the predators responsible and their alternative prey. *Journal of Applied Ecology*, 445-456.
- Gotoh, T., & Nagata, T. (2001). Development and reproduction of *Oligonychus coffeae* (Acari: Tetranychidae) on tea. *International Journal of Acarology*, 27(4), 293-298.
- Gotoh, T., Sugimoto, N., Pallini, A., Knapp, M., Hernandez-Suarez, E., Ferragut, F., & Nachman, G. (2010). Reproductive performance of seven strains of the tomato red spider mite *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) at five temperatures. *Experimental and Applied Acarology*, 52, 239-259.
- Göven, M., Çobanoğlu, S., & Güven, B. (2009). Predatory mite fauna in Aegean vineyards. *Plant Protection Bulletin*, 49(1), 1-10.
- Hadfield, W. (1968). Leaf temperature, leaf pose and productivity of the tea bush. *Nature*, 219, 282-284.
- Hajra, NG. (2001). Tea cultivation: comprehensive treatise. International Book Distribution Company. *Chaman Studio Building, 2nd Floor Charbagh, Lucknow-226004 (India)*.
- Hamilton, G. C., Ahn, J. J., Bu, W., Leskey, T. C., Nielsen, A. L., Park, Y. L., & Hoelmer, K. A. (2018). *Halyomorpha halys* (Stål). In *Invasive stink bugs and related species (Pentatomoidea)* (pp. 243-292). CRC Press.
- Han, B. Y. (2002). Population dynamics of tea aphid, *Toxoptera aurantii*, and its natural enemies in tea garden. *J. Tea Sci*, 22(2).
- Han, C., Tian, J., & Chen, J. (1997). The screening of anticarcinogenic ingredients in tea-polyphenols. *Journal of nutraceuticals, functional & medical foods*. 1(2), 7-24.
- Haramoto, F. H. (1966). Biology and control of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes)(Acarina: Tenuipalpidae) (Doctoral dissertation, [Honolulu]).
- Hazarika, L. K., Bhuyan, M., & Hazarika, B. N. (2009). Insect pests of tea and their management. *Annual review of entomology*, 54(1), 267-284.
- Hedstrom, C. S., Shearer, P. W., Miller, J. C., & Walton, V. M. (2014). The effects of kernel feeding by *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) on commercial hazelnuts. *Journal of economic entomology*, 107(5), 1858-1865.

- Ho, C. C. (2000). Spider-mite problems and control in Taiwan. *Experimental & applied acarology*, 24, 453-462.
- Horuz, A., & Korkmaz, A. (2006). Farklı sürgün dönemlerinde hasat edilen çayın verimi, azot içeriği ve mineral madde kompozisyonu. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(1), 49-54.
- Hour, T. C., Liang, Y. C., Chu, I. S., & Lin, J. K. (1999). Inhibition of eleven mutagens by various tea extracts,(-) epigallocatechin-3-gallate, gallic acid and caffeine. *Food and Chemical Toxicology*, 37(6), 569-579.
- Hughes, A. M. (1962). The genus *Calvolia* Oudemans, 1911 (Acari: Sarcoptiformes). *Acarologia*, 4(1), 48-63.
- Jeppson, L. R., Keifer, H. H., & Baker, E. W. (1975). Mites injurious to economic plants. *Univ of California Press*.
- Kacar, B. (1992). Yapraktan bardağa çay. *T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları*.
- Kamruzzaman, A. S. M., Alam, M. Z., & Miah, M. R. U. (2014). Impact of weather factors on seasonal abundance and population dynamics of yellow mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) on different varieties of jute, *Corchorus olitorius* L. under net house condition.
- Karataş, A., Karataş, A., Yavuz, N., & Genç, M. (2020). Distribution and activity period of the invasive *Orosanga japonica* (Melichar, 1898)(Hemiptera: Ricaniidae) in Turkey. *Zoology in the Middle East*, 66(3), 246-252.
- Karmakar, K. (1995). Comparative symptomology of chilli leaf curl disease and biology of tarsonemid mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)(Acari: Tarsonemidae).
- Karmakar, K., & Saha, G. (2005). Population dynamics of false spider mite, *Brevipalpus phoenicis* (Giejskes)(Acari, Tenuipalpidae) on *Mikania micrantha* Kunth. In relation to weather parameters. *Journal of crop and weed*, 2(1), 68-70.
- Kasap, İ., Atlıhan, R., Özgökçe, M.S., Kaydan, M.B., Polat, E., & Yarımbatman, A. 2008. Van Gölü Havzası Ceviz Bahçelerinde Saptanan Zararlı Akarlar ve Bunların Üzerinde Beslenen Avcı Türler. *Yüzyüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*. 18 (2):99-102.
- Kasap, İ., Polat, B., & Kök, Ş. (2014). The important pest and predatory mites species (Acari) and their population fluctuation in the vineyards of Çanakkale Province. *Turkish Journal of Entomology*, 38(4), 451-458.
- Katiyar, S. K., & Mukhtar, H. (1997). Tea antioxidants in cancer chemoprevention. *Journal of Cellular Biochemistry*, 67(S27), 59-67.

- Kazmierski, A. (1998). Tydeinae of the world: generic relationships, new and redescribed taxa and keys to all species. A revision of the subfamilies Pretideinae and Tydeinae [Acari: Actinedida: Tydeidae]-part IV. *Acta zoologica cracoviensia*, 41(2).
- Keerthana, B., Sumathi, E., Murugan, M., Devi, H. U. N., Devi, M. D., & Senthil, A. (2022). Population dynamics of chilli mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) in relation to weather parameters. *The Pharma Innovation Journal*, 11(7), 404-407.
- Keifer, H. H. (1975). Eriophyid studies C-8. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, ARS-NE-130.
- Khanjani, M., & Ueckermann, E. A. (2003). Four new tydeid species from Iran (Acari: Prostigmata). *Zootaxa*, 182(1), 1-11.
- Klock, C. L., Botton, M., & Ferla, N. J. (2011). Mitefauna (Arachnida: Acari) associated to grapevine, *Vitis vinifera* L.(Vitaceae), in the municipalities of Bento Gonçalves and Candiota, Rio Grande do Sul, Brazil. *Check List*, 7(4), 522-536.
- Krantz G.W. 1978. A manual of acarology. Oregon St. Univ. *Book Stores, Corvallis, Oregon, USA*. 509 p.
- Krantz, G. W., & Lindquist, E. E. (1979). Evolution of phytophagous mites (Acari). *Annu Rev Entomol*, 24, 121-158.
- Krantz, G. W., & Walter, D. E. (2009). *A manual of acarology*.
- Lagowska, B., Golan, K., Kmiec, K., Kot, I., Drabik, E. G., & Goliszek, K. (2017). The phenology of *Pulvinaria floccifera* Westwood (Hemiptera: Coccothraupidae: Coccidae), a new invasive pest on ornamentals outdoors in Poland. *Turkish Journal of Zoology*, 41(1), 113-118.
- Lal, L. (1979). Biology of *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes)(Tenuipalpidae: Acarina).
- Li, H.S., Sun, J.T., Liu, Y., Xue, X.F., & Hong, X.Y. (2014). Population structures of *Acaphylla theae* and *Calacarus carinatus* (Acari: Eriophyoidea) from different tea-producing areas of China reveal no host-associated differentiation and recent colonization. *Systematic and Applied Acarology*, 19(2), 113-122
- Lindquist, E. E., Bruin, J., & Sabelis, M. W. (Eds.). (1996). Eriophyoid mites: their biology, natural enemies and control (Vol. 6).
- Lindquist, E.E., & Amrine, J.W. (1996). Systematics, diagnoses for major taxa, and keys to families and genera with species on plants of economic importance. In *World Crop Pests: Eriophyoid Mites Their Biology, Natural Enemies and Control*. Elsevier, Amsterdam, 33-87, 790pp.

- Liu J, Zhang Z-Q (2016) Effects of short-term exposure to low temperature on survival, development and reproduction of banana-associated *Oulenziella bakeri* (Acari: Winterschmidtiiidae). *Syst Appl Acarol* 21:1078–1086. <https://doi.org/10.11158/saa.21.8.8>
- Luczaj, W., & Skrzydlewska, E. (2005). Antioxidative properties of black tea. *Preventive medicine*. 40(6), 910-918.
- Mansilla, J.P., Pe´rez Otero, R., Salinero, C., Lo´pez Villarreal, M.J., Barrote, C.R., & Meira, M. (2003). The distribution of eriophyid mites and its presence on Camellias in Galicia and Portugal. *Bol San Veg Plagas*, 29, 35-41.
- McMurtry, J. A., & Croft, B. A. (1997). Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology*, 42, 291–321. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.42.1.291>
- Meyer, M. K. S., & Ueckermann, E. A. (1997). A review of some species of the families Allochaetophoridae, Linotetranaeidae and Tuckerellidae (Acari: Tetranychoidae). *International Journal of Acarology*, 23(2), 67-92.
- Mokaya, B.N., Chemining’Wa, G.N., Ambuko, J.L., & Nyankanga, R.O. (2018). Effect of organic and inorganic fertilizers on growth, yield and nutrient use efficiency of clonal tea (*Camellia sinensis*). *Cell Biology and Development*. 2(1). <https://doi.org/10.13057/cellbioldev/v020103>
- Montasser, A. A., Marzouk, A. S., Hanafy, A. R. I., & Hassan, G. M. (2011). Seasonal fluctuation of the broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Acari, Tarsonemidae) and its predatory mites on some pepper cultivars in Egypt. *International Journal of Environmental Science and Engineering*, 2, 9-20.
- Moraes, L. A. H., & Cruz, F. Z. (1999). Flutuação Populacional Do Ácaro Da Leprose Dos Cl Tros *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) Sayed, 1946 (Acari, Tenuipalpidae), Em Pomar Comercial, Taquarí-Rs. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, 5(2), 201-207.
- Mozaffarian, F. (2018). An Identification key to the species of Auchenorrhyncha of Iranian fauna recorded as pests in orchards and a review on the pest status of the species. *Zootaxa*, 4420(4), 475-501.
- Muraleedharan, N. (1992). Pest control in Asia. See Ref. 115, pp. 375–412.
- Muraleedharan, N., & Roy, S. (2016). Arthropod pests and natural enemy communities in tea ecosystems of India. Economic and Ecological Significance of Arthropods in Diversified Ecosystems: Sustaining Regulatory Mechanisms, 361-392.
- Muraleedharan, N., Surendra Mohan, M., Radhakrishnan, B., & Udayabhanu, K.G. (1994). Seasonal abundance and vertical distribution of purple mite, *Calacarus carinatus* (Green) (Eriophyidae: Acarina) infesting tea. *Entomon*, 19(1-2), 53-56.

- Nara, J., Soepadmo, B., Sardjono, S., & Ruswanda, R. (1972). Testing acaricides for the control of scarlet mite in tea.
- Nasareen, P. N. M., & Ramani, N. (2014). Seasonal variation in the population density of the gall mite, *Aceria pongamiae* Keifer 1966 (Acari: Eriophyidae) within the leaf galls of *Pongamia pinnata* (L.). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2(3), 126-130.
- Navajas, M., Migeon, A., Estrada-Peña, A., Mailleux, A. C., Servigne, P., & Petanović, R. (2010). *Mites and ticks (Acari)*. Chapter 7.4. *BioRisk*, 4, 149-192.
- Nesbitt, H. H. (1946). Three new mites from Nova Scotian apple trees. *The Canadian Entomologist*, 78(1), 15-22.
- Nunes, M. A., De Oliveira, C. A. L., De Oliveira, M. L., Kitajima, E. W., Hilf, M. E., Gottwald, T. R., & Freitas-Astúa, J. D. (2012). Transmission of Citrus leprosis virus C by *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) to alternative host plants found in citrus orchards. *Plant Disease*, 96(7), 968-972.
- Nuvoloni, F. M., Andrade, L. M. S., Castro, E. B., Rezende, J. M., & De Araújo, M. S. (2021). First report of damage and population dynamics of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) on *Euterpe oleracea* (Arecaceae) in the State of Bahia, Brazil. *Systematic and Applied Acarology*, 26(9), 1769-1775.
- Oldfield, G.N., & Proeseler, G. (1996). Eriophyoid mites as vectors of plant pathogens. In *World Crop Pests: Eriophyoid mites-their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam, pp 259-275.
- Oldfield, G.N., (1996). Diversity and host plant specificity. In *World Crop Pests: Eriophyoid Mites Their Biology, Natural Enemies and Control*. Elsevier, Amsterdam, 199-216.
- Oliveira, C. D. (1995). Aspectos ecológicos do *Brevipalpus phoenicis*. Leprose dos citros. *FUNEP, Jaboticabal*, 37-48.
- Owuor, P.O. (2001). Effects of fertilisers on tea yields and quality: A review with special reference to Africa and Sri Lanka. *International Journal of Tea Science*. 1, 11.
- Ozman, S. K., & Cobanoglu, S. (2000, August). Current status of hazelnut mites in Turkey. In *V International Congress on Hazelnut 556* (pp. 479-488).
- Özdemir, F. (1992). Farklı kıvrırma metodlarının üç sürgün dönemi çayın siyah çaya işlenmesinde uygulanma etkinliği ve üretilen siyah çayların bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri. *Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı, Erzurum*.
- Özen, B., & Akyazı, R. (2023a). Distribution of *Tuckerella japonica* (Acari: Tuckerellidae) in Tea Plantations of The Eastern Black Sea Region, Turkey.

- Özen, B., & Akyazı, R. (2023b). Preference for Stem Part (Upper, Middle, Basal) of *Tuckerella japonica* (Acari: Tuckerellidae) on Different Tea Clones. *V. Balkan Agricultural Congress*, 23.09.2023.
- Özman-Sullivan, S.K., Öcal, H., & Mıcık, M. (2006). Mites of tea plantations in Turkey. *VIII. European Congress of Entomology* (p. 45). Izmir
- Öztemiz, S., & Doğanlar, M. (2015). Invasive plant pests (Insecta and Acarina) of Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 10(1), 144-159.
- Pal, S., & Karmakar, K. (2017). Population dynamics and management of yellow mite, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)(Acari: Tarsonemidae) infesting gerbera under protected cultivation. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(5), 795-799.
- Pappas, M. L., Xanthis, C., Samaras, K., Koveos, D. S., & Broufas, G. D. (2013). Potential of the predatory mite *Phytoseius finitimus* (Acari: Phytoseiidae) to feed and reproduce on greenhouse pests. *Experimental and Applied Acarology*, 61, 387-401.
- Patel, K. M., Shukla, A., Patel, K. B., & Shinde, C. U. (2022). Population dynamics of sapota fruit mite, *Tuckerella kumaonensis* Gupta (Tuckerellidae: Acari) with relation to abiotic and biotic factors. *The Pharma Innovation Journal*, 11(8), 1454–1458.
- Pwkb, PlantwisePlus Knowledge Bank. (2022). DOI: 10.1079/pwkb.species.21848.
- Pye, D.R.L. (2012). New eriophyoid mites (Acari: Prostigmata: Eriophyoidea) in Britain: One new genus, four new species, 19 new records and two incursions. *Zootaxa*, 3578(1), 43-68.
- Rattan PS. 1992. Pest and disease control in Africa. *See Ref. 115*, pp. 331–52
- Reis, P. R., Souza, J. C. D., Sousa, E. D. O., & Teodoro, A. V. (2000). Distribuição espacial do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes)(Acari: Tenuipalpidae) em cafeeiro (*Coffea arabica* L.). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29, 177-183.
- Rize Ticaret Borsası, (2024). Türk çay sektörü güncel durum raporu. <https://www.rtb.org.tr/tr/yillik-faaliyet-raporlari> Erişim tarihi: 15.03.2025
- Roda, A. L., Allen, C. T., Carrillo, D., & Nachman, G. (2022). Effects Of Weather And Predators On The Population *Brevipalpus yotheri* (Acari: Tenuipalpidae) In South Florida Hibiscus Hedges. *Zoosymposia*, 22, 74-74.
- Rosado, J. F., Picanço, M. C., Sarmiento, R. A., Da Silva, R. S., Pedro-Neto, M., Carvalho, M. A., & Silva, L. C. R. (2015). Seasonal variation in the populations of *Polyphagotarsonemus latus* and *Tetranychus bastosi* in physic nut (*Jatropha curcas*) plantations. *Experimental and Applied Acarology*, 66, 415-426.

- Salman, S., & Özdemir, F. (2018). Beyaz çay: üretimi, bileşimi ve sağlık üzerine etkileri. *Akademik Gıda*. 16(2), 218-223.
- Sarıca, Ş., & Diktaş, ÜKM. (2008). Çay (*Camellia sinensis*); içeriği, metabolizma ve sağlık üzerine etkileri, antioksidan aktivitesi ve etlik piliç karma yemlerinde kullanımı. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 25(2), 79-85.
- Sato, Y., Sabelis, M.W., & Faraji, F. (2013) Alternative phenotypes of male mating behavior in the two spotted spider mite. *Experimental and Applied Acarology*, 61(1):31–41.
- Sevim, E., Çelebi, Ö., Sevim, A. (2012). Determination of the bacterial flora as a microbial control agent of *Toxoptera aurantii* (Homoptera: Aphididae). *Biologia*, 67(2), 397-404.
- Seyis, F., Yurteri, E., Özcan, A., & Şavşatlı, Y. (2018). Organic tea production and tea breeding in Turkey: challenges and possibilities. *Ekin Journal of Crop Breeding and Genetics*. 4(1), 60-69.
- Sharangi, AB. (2009). Medicinal and therapeutic potentialities of tea (*Camellia sinensis* L.) - A review. *Food Research International*. 42(5-6), 529-535. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.01.007>
- Sharma, V., Gulati, A., Ravindranath, SD., & Kumar, V. (2005). A simple and convenient method for analysis of tea biochemicals by reverse phase HPLC. *Journal of Food Composition and Analysis*. 18(6), 583-594.
- Shiao, S. N. (1976). An ecological study of the tea purple mite, *Calacarus carinatus* Green. *Plant Protection Bulletin (Taiwan)*, 18(2), 183-198.
- Shimizu, M., Adachi, S., Masuda, M., Kozawa, O., & Moriwaki, H. (2011). Cancer chemoprevention with green tea catechins by targeting receptor tyrosine kinases. *Molecular nutrition & food research*. 55(6), 832-843.
- Skoracka, A., Smith, L., Oldfield, G., Cristofaro, M., & Amrine, J. W. (2010). Host-plant specificity and specialization in eriophyoid mites and their importance for the use of eriophyoid mites as biocontrol agents of weeds. *Experimental and Applied Acarology*, 51, 93-113.
- Song, JM., Lee, KH., & Seong, BL. (2005). Antiviral effect of catechins in green tea on influenza virus. *Antiviral research*. 68(2), 66-74.
- Subaharan, K., Regupathy, A. (2006). Effect of neem formulations on the management of purple mite, *Calacarus carinatus* L. infesting tea. *Journal of Plantation Crops*, 34(3): 435-438.
- Sudoj, V., Khaemba, B. M., & Wanjala, F. M. E. (1994). Screening of Kenyan tea clones for their resistance to *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Acari: Tenuipalpidae) attack.

- Sudo, V., Khaemba, B. M., & Wanjala, F. M. E. (2001). Nitrogen fertilization and yield losses of tea to red crevice mite (*Brevipalpus phoenicis* Geijskes) in the Eastern Highlands of Kenya. *International Journal of Pest Management*, 47(3), 207-210.
- Sumpio, BE., Cordova, AC., Berke Schlessel, DW., Qin, F., & Chen, QH. (2006). Green tea, the “Asian paradox,” and cardiovascular disease. *Journal of the American College of Surgeons*. 202(5), 813-825
- Tabak, N. (2017). Çay Bitkisinden Ekstraksiyon Yöntemiyle Kafein Eldesinin Optimizasyonu. *Yüksek Lisans Tezi Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara*.
- Takafuji A, Ozawa A, Nemoto H, Gotoh T. 2000. Spider mites of Japan: their biology and control. *Exp. Appl. Acarol*. 24:319–35
- TRA. (1994). Pests of Tea in North-East India and Their Control. Memo. No. 27. Jorhat, India: *Tocklai Exp. Stn*. 231.
- Trevisanato, SI., & Kim, YI. (2000). Tea and health. *Nutrition reviews*. 58(1), 1-10.
- Ueckermann, E. A., Palevsky, E., Gerson, U., Recht, E., & Theron, P. D. (2018). The Tenuipalpidae (Acari: Trombidiformes) of Israel. *Acarologia*, 58(2), 483-525.
- Uygun, N., Ulusoy, M.R. & Karaca, I. (1995). A citrus pest in the East Mediterranean region of Turkey, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks)(Acarina: Tarsonemidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 19(1), 1-4.
- Van Leeuwen, T., Witters, J., Nauen, R., Duso, C., & Tirry, L. (2010). The control of eriophyoid mites: state of the art and future challenges. *Experimental and Applied Acarology*, 51, 205-224.
- Vangansbeke, D., Duarte, M. V., Merckx, J., Benavente, A., Stevens, I., Debie, H., & Wäckers, F. (2024). The potential application of *Czenspinski transversostriata* in biological control. *Experimental and Applied Acarology*, 93(3), 549-562.
- Vita, J.A. (2003). Tea consumption and cardiovascular disease: effects on endothelial function. *The Journal of nutrition*. 133(10), 3293-3297.
- Walter D.E., & Denmark H.A. (1991). Use of Leaf Domatia on wild grape (*Vitis munsoniana*) by arthropods in Central Florida. *Fla Entomol* 74:440–446. <https://doi.org/10.2307/3494838>
- Walter D.E. & O’Dowd D.J. (1992). Leaves with Domatia have more mites. *Ecology* 73:1514–1518. <https://doi.org/10.2307/1940694>
- Walter, D.E., & Proctor, H.C. (1999). Sex and Celibacy. In: Walter, D.E., & Proctor, H.C. (Eds), *Mites: Ecology, Evolution and Behaviour*. Springer, pp. 105–159.

- Weisburger, J., & Chung, FL. (2002). Mechanisms of chronic disease causation by nutritional factors and tobacco products and their prevention by tea polyphenols. *Food and Chemical Toxicology*, 40(8), 1145-1154.
- Westphal, E., & Manson, D. C. M. (1996). Feeding effects on host plants: Gall formation and other distortions. In *World Crop Pests: Eriophyoid mites—their biology, natural enemies and control*. Elsevier, Amsterdam, pp 231-242, 790pp.
- Williges, U. (2004). Status of organic agriculture in Sri Lanka with special emphasis on tea production systems (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze). *Dissertation, Justus-Liebig-University of Giessen, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II, Faculty of Plant Production, Germany*.
- Wosula, E. N., McMechan, A. J., & Hein, G. L. (2015). The effect of temperature, relative humidity, and virus infection status on off-host survival of the wheat curl mite (Acari: Eriophyidae). *Journal of Economic Entomology*, 108(4), 1545-1552.
- Wybouw, N., Kosterlitz, O., Kurlovs, A. H., Bajda, S., Greenhalgh, R., Snoeck, S., & Clark, R. M. (2019). Long-term population studies uncover the genome structure and genetic basis of xenobiotic and host plant adaptation in the herbivore *Tetranychus urticae*. *Genetics*, 211(4), 1409-1427.
- Wybouw, N., Zhurov, V., Martel, C., Bruinsma, K. A., Hendrickx, F., Grbić, V., & Van Leeuwen, T. (2015). Adaptation of a polyphagous herbivore to a novel host plant extensively shapes the transcriptome of herbivore and host. *Molecular ecology*, 24(18), 4647-4663.
- Yazıcı, F., & Akıner, M. M. (2024). Mite Species Exceeding the Economic Damage Threshold in the Tea Plantation Areas in Türkiye and Population Dynamics in the 2nd and 3rd Harvesting Periods. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 9(1), 119-126. <https://doi.org/10.35229/jaes.1444548>
- Yilmaz, Y. (2025). Health-Promoting Effects of Black Tea: A Narrative Review of Clinical Trials. *International Journal of Food Science*, 2025(1), 8560718.
- Yurteri, E., Ozcan, A., & Seyis, F. (2019). Switch to sustainable organic tea cultivation in the Eastern Black Sea Region of Turkey. *International Journal of Scientific and Technological Research*, 5(9), 39-44.
- Yurtoğlu, N. (2018). Türkiye Cumhuriyeti'nde Çay Yetiştiriciliği ve Çay Politikaları (1923-1960). *History Studies*, 10(8).
- Zhang, Z.Q. (2003). Mites of greenhouses, Identification biology and control the natural history museum, London, UK. *CBAI pub*. 244pp.
- Zhang, H., Li, H., Li, L., Wang, Q., Zeng, M., & Wu, G. (2018). Main physiological variation in tea leaves fed by broad mite *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). *Journal of Plant Protection*, 45(3), 632- 639.

Zuo, Y., Chen, H., & Deng, Y. (2002). Simultaneous determination of catechins, caffeine and gallic acids in green, Oolong, black and pu-erh teas using HPLC with a photodiode array detector. *Talanta*. 57(2), 307-316.

