

**DOMATES PASAKARI
ZARARINA KARŞI ÜRİDİN VE AKARİSİT
UYGULAMALARININ ETKİSİ**

ÖZGE ATAY



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DOMATES PAS AKARI ZARARINA KARŞI
ÜRİDİN VE AKARİSİT UYGULAMALARININ ETKİSİ**

Özge ATAY
0000-0003-1542-5960

Doç. Dr. Asuman CANSEV
(Danışman)

Prof. Dr. Nabi Alper KUMRAL
(İkinci Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2022
Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Özge ATAY tarafından hazırlanan “Domates Pas Akarı Zararına Karşı Üridin ve Akarisit Uygulamalarının Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Asuman CANSEV
İkinci Danışman : Prof. Dr. Nabi Alper KUMRAL

Başkan :	Doç. Dr. Asuman CANSEV 0000-0002-3353-846X Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı	İmza
Üye :	Prof. Dr. Nabi Alper KUMRAL 0000-0001-9442-483X Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı	İmza
Üye :	Prof. Dr. Meryem İPEK 0000-0002-0609-3442 Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı	İmza
Üye :	Prof. Dr. Cevriye MERT 0000-0003-3092-5023 Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı	İmza
Üye :	Dr. Öğr. Üyesi Gökçe TANER 0000-0002-0290-1166 Bursa Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Biyomühendislik Anabilim Dalı	İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü
...../...../2022

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

01.09.2022

Özge ATAY

TEZ YAYINLAMA FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanımına açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığını ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Danışman Adı-Soyadı
Tarih

Öğrencinin Adı-Soyadı
Tarih

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DOMATES PAS AKARI ZARARINA KARŞI ÜRİDİN VE AKARİSİT UYGULAMALARININ ETKİSİ

Özge ATAY

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Asuman CANSEV

İkinci Danışman: Prof. Dr. Nabi Alper KUMRAL

Domates (*Solanum lycopersicum* L.) bitkisi anavatanı Güney Amerika'nın batı kıyıları olan Solanaceae familyası türlerinden biridir. Sebze üretimi ve tüketimi içerisinde hem ülkemizde hem de dünya genelinde en çok üretilen ve tüketilen bitkiler arasında yer almaktadır. Domatesin pas akarına karşı toleransını arttıracak (zararın azalması ve hızlıca iyileşmesi ile bitki gelişimini teşvik etme gibi) alternatif çözümlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmayla birlikte, kontrollü koşullarda domates pas akarı bulaştırılan domates fidelerinde sadece üridin veya sadece akarisitlerin (abamectin, acequinocyl, pyridaben, spiromesifen) yarı dozlarının uygulaması ile bunların kombinasyonlarının akar zararına olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Literatür taraması yapıldığında bu konuyla ilgili herhangi bir araştırmanın mevcut olmadığı gözlemlenmiştir. Denemede akarisit uygulanan kombinasyonlarda abamectin 0,25 mg/L, acequinocyl 62,5 mg/L, pyridaben 15 mg/L ve spiromesifen 25 mg/L konsantrasyonları kullanılmıştır. Bitkilerde büyüme oranı, klorofil miktarı, yaprak oransal su kapsamı ve turgor kaybı gibi fizyolojik parametreler ölçülmüştür. Bununla birlikte MDA, glutatyon ve askorbik asit miktarı ile antioksidatif savunma sistemine ait bazı enzimlerin CAT, APOX ve SOD aktivitesindeki değişimler de incelenmiştir. Çalışmada yapılan analizler sonucunda genel olarak tüm parametreler $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Kontrol bitkilerine göre sadece üridin kullanılan bitkilerde tüm parametrelerde önemli düzeyde iyileşmeler tespit edilmiştir. Ayrıca, sadece akarisit kullanılan bitkilere kıyasla üridin kullanılan bitkilerin fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerinde önemli düzeyde iyileşmeler belirlenmiştir. Hem akarisit dozunun azaltılmasında hem de zararın düşürülmesinde üridinin etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Aculops lycopersici*, kimyasal mücadele, üridin , akarisit, *Solanum lycopersicum* L. 2022, x +87 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECT OF URIDINE AND ACARICIDE TREATMENTS AGAINST DAMAGE OF TOMATO RUSSET MITE

Özge ATAY

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Science
Horticulture Protection

Supervisor: Assoc. Doç. Dr. Asuman CANSEV

Second Supervisor: Prof. Dr. Nabi Alper KUMRAL

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is one of the species of the Solanaceae family, which is native to the west coast of South America. It is among the most produced and consumed plants both in our country and in the world in terms of vegetable production and consumption. Alternative solutions are needed that will increase the tolerance of the tomato against the rust mite (such as promoting plant growth by reducing the damage and healing quickly). In this study, it was aimed to determine the effects of uridine alone or only half doses of acaricides (abamectin, acequinocyl, pyridaben, spiromesifen) and their combinations with uridine on mite damage in tomato seedlings infected with tomato rust mite under controlled conditions. Uridine is investigated for the first time in the literature in this regard. In the trial, abamectin 0.25 mg/L, acequinocyl 62.5 mg/L, pyridaben 15 mg/L and spiromesifen 25 mg/L concentrations were used in combinations where acaricide was applied. Physiological parameters such as plant growth rate, chlorophyll amount, leaf proportional water content and turgor loss were measured. In addition, the amount of MDA, glutathione and ascorbic acid and the changes in the CAT, APOX and SOD activities of some enzymes belonging to the antioxidant defense system were also examined. As a result of the analyzes made in the study, all parameters were found to be significant at the $p < 0.05$ level in general. Compared to the control plants, significant improvements were detected in all parameters in plants using only uridine. Also, significant improvements were determined in the physiological and biochemical parameters of the plants using uridine compared to plants using only acaricide. It has been determined that uridine has an effect on both reducing the acaricide dose and alleviating the consequences of mite infestation.

Keywords: *Aculops lycopersici*, uridine, acaricide, chemical control, *Solanum lycopersicum* L. 2022, x +87 pages.

TEŞEKKÜR

Çalışmanın başından sonuna kadar her aşamasında bilgi ve desteğini esirgemeyen çok değerli danışman hocam Doç. Dr. Asuman CANSEV'e teőekkürlerimi sunarım. Tez çalışmam boyunca bilgi ve yardımlarını esirgemeyen ikinci danışman hocam Prof. Dr. Nabi Alper KUMRAL'a teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmalarımnda bilgi ve desteğini esirgemeyen değerli Dr. Öğr. Üyesi Ayőegöl AKPINAR'a teőekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarımnda yardımlarını esirgemeyen, tez çalışmamın her aşamasında bana destek veren sevgili nişanlım Volkan AYÇİÇEK'e sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Son olarak her zaman yanımda olan beni motive eden tüm dostlarıma, bana maddi manevi her türlü imkânı sağlayarak hiçbir konuda desteklerini esirgemeyen başta annem Sevim ATAY ve babam Hüseyin ATAY olmak üzere tüm aileme teőekkürlerimi sunarım.

Özge ATAY
01.09.2022

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM	14
3.1. Materyal	14
3.2. Yöntem	17
3.2.1. Domates bitkilerinin yetiştirilmesi	17
3.2.2. <i>Aculops lycopersici</i> popülasyonunun üretimi ve çoğaltılması	17
3.2.3. Petri ortamında <i>Aculops lycopersici</i> 'ye karşı akarisit denemesi	17
3.2.4. Saksı ortamında akarisit, üridin, üridin+akarisit kombinasyonları	19
3.2.5. Fizyolojik ve moleküler biyolojik analizler	23
3.2.5.1. Bitki boyu	24
3.2.5.2. Bitki boğum sayısı	24
3.2.5.3. Bitki boğum arası mesafe	24
3.2.5.4. Klorofil miktarı	24
3.2.5.5. Yaprak oransal su kapsamı (YOSK) ve turgor kaybı (TK)	24
3.2.5.6. Malondialdehit miktarının belirlenmesi	26
3.2.5.7. Glutasyon miktarının belirlenmesi	27
3.2.5.8. Askorbik asit miktarının belirlenmesi	28
3.2.5.9. Katalaz aktivitesinin belirlenmesi	29
3.2.5.10. Askorbat peroksidaz aktivitesinin belirlenmesi	31
3.2.5.11. Süperoksit dismutaz aktivitesinin belirlenmesi	33
3.2.6. İstatistiksel analizler	35
4. BULGULAR	36
4.1. İnvitro ortamda akarisitlerin <i>Aculops lycopersici</i> 'ye toksik etkisi	36
4.2. Saksı koşullarında üridin, akarisit, üridin+akarisit kombinasyonlarının <i>Aculops lycopersici</i> 'ye etkisi	41
4.3. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının fizyolojik parametrelere etkileri	44
4.3.1. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının bitki boyu, boğum sayısı, boğum arası mesafesi, klorofil miktarı, yaprak oransal su kapsamı (YOSK) ve turgor kaybı (TK)'na etkileri	44
4.3.2. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının molandialdehit, glutasyon, askorbik asit, katalaz, askorbat peroksidaz ve süperoksit dismutaz analizlerine etkileri	48
4.4. Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının fizyolojik parametrelere etkileri	54
4.4.1. Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının bitki boyu, boğum sayısı, boğum arası mesafesi, klorofil miktarı, yaprak oransal su kapsamı (YOSK) ve turgor kaybı (TK)'na etkileri	54
4.4.2. Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının molandialdehit,	

glutasyon, askorbik asit, katalaz, askorbat peroksidaz ve süperoksit dismutaz analizlerine etkileri	59
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	66
KAYNAKLAR	72
EKLER	80
EK 1 Malondialdehit miktarında kullanılan solüsyonun hazırlanışı	81
EK 2 Glutasyon miktarında kullanılan solüsyonun hazırlanışı	82
EK 3 Askorbik asit miktarında kullanılan solüsyonun hazırlanışı	83
EK 4 Katalaz aktivitesinde kullanılan solüsyonun hazırlanışı	84
EK 5 Askorbat peroksidaz aktivitesinde kullanılan solüsyonun hazırlanışı	85
EK 6 Süperoksit dismutaz aktivitesinde kullanılan solüsyonun hazırlanışı	86
ÖZGEÇMİŞ	87

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°C

cm

dH₂O

dk

g

l

m³

µmol/mgprotein

mg

Mg/gTA

mg/l

µL

µg

ml

ppm

s

λ

Açıklama

Santigrat derece

Santimetre

Distile su

Dakika

Gram

Litre

Metreküp

Mikromol/Miligramprotein

Miligram

Miligram/Gram taze ağırlık

Miligram/Litre

Mikrolitre

Mikrogram

Mililitre

Milyonda bir birim

Saat

Popülasyon artış hızının sınıflandırma oranı

Kısaltmalar

APX

AsA

CAT

D

DT

DTNB

DTT

EDTA

FAO

FeCl₃

GSH

H₂O₂

IRAC

K.A

K₂HPO₄

KH₂PO₄

KPO₄

LD₅₀

LD₉₀

MDA

Açıklama

Askorbat peroksidaz

Askorbik asit

Katalaz

Optik yoğunluk

Popülasyon ikiye katlanma süresi

Nitrobenzoik asit

Ditiyotreitol

Etilendiamintetraasetik asit

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım

Örgütü

Demir klorür

İndirgenmiş glutatyon

Hidrojen peroksit

İnsektisit Direnç Eylem Komitesi

Kuru Ağırlık

Potasyum fosfat dibazik

Potasyum fosfat monobazik

Potasyum fosfat

%50 öldürücü doz

%90 öldürücü doz

Malondialdehit

NBT	Nitroblue tetrazolium klorür
NPK	Azot, fosfor, potasium
PVP	Polivinilpirolidon
rm	Kalıtsal üreme yeteneği
Ro	Üreme gücü
SOD	Süperoksit dismutaz
Std.	Standart sapma
T	Ortalama üreme zamanı
T.A	Taze ağırlık
TBA	Tiyobarbitürik asit
TCA	Trikloroasetik asit
TK	Turgor kaybı
TUIK	Türkiye İstatistik Kurumu
Y.A	Yaş ağırlık
YOSK	Yaprak oransal su kapsamı

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Denemede kullanılan domates tohumları	14
Şekil 3.2. Denemede kullanılan kimyasallar	15
Şekil 3.3. Tohumdan yetiştirilen bitkilerin görünümü	17
Şekil 3.4. <i>Aculops lycopersici</i> 'ye akarisit denemesi için kullanılan mungger hücresi	18
Şekil 3.5. Denemede kullanılan akarisit ilaçlama kulesi	19
Şekil 3.6. a) Denemede hazırlanan mungger hücreleri , b) Denemede kullanılan stereo mikroskop	19
Şekil 3.7. Üridin uygulanmaya başlanan fidelerin görünümü	21
Şekil 3.8. Deneme büyüklüğüne gelen fidelerin görünümü	22
Şekil 3.9. Deneme büyüklüğüne gelen fidelere <i>Aculops lycopersici</i> bulaştırma işlemi.....	22
Şekil 3.10. Akar bulaştırılmasından 15 gün sonra yapılan akarisit uygulaması ...	22
Şekil 3.11. Akarisit uygulamasından 10 gün sonra yapılan akar sayımı	23
Şekil 3.12. a) Sıvı azota batırılarak paketlenen örnekler b) Örneklerin analize kadar bekletildiği derin dondurucu	23
Şekil 3.13. Spad-502 ile gerçekleştirilen klorofil ölçümü	24
Şekil 3.14. Yaprak oransal su kapsamı ve turgor kaybı için yapılan işlemler a) Saf suda bekletilen yaprak diskleri b) Tartım için kurulan yaprak diskleri c) Etüve yerleştirilen yaprak diskleri d) Tartılan yaprak diskler	25
Şekil 4.1. <i>Aculops lycopersici</i> 'ye uygulanan pyridaben'in ortalama akar ölüm oranı ve akarisit konsantrasyonları	37
Şekil 4.2. <i>Aculops lycopersici</i> 'ye uygulanan abamectin'in ortalama akar ölüm oranı ve akarisit konsantrasyonları	37
Şekil 4.3. <i>Aculops lycopersici</i> 'ye uygulanan spiromesifen'in ortalama akar ölüm oranı ve akarisit konsantrasyonları	38
Şekil 4.4. <i>Aculops lycopersici</i> 'ye uygulanan acequinocyl'in ortalama akar ölüm oranı ve akarisit konsantrasyonları	38
Şekil 4.5. <i>Aculops lycopersici</i> 'ye uygulanan akarisitlerin ortalama akar sayısı ve düşüş oranlarına etkileri	42
Şekil 4.6. <i>Aculops lycopersici</i> 'ye uygulanan akarisitlerin ortalama akar sayısı ve düşüş oranlarına etkileri	42
Şekil 4.7. <i>Aculops lycopersici</i> 'ye uygulanan akarisitlerin ortalama akar sayısı ve düşüş oranlarına etkileri	43
Şekil 4.8. <i>Aculops lycopersici</i> 'ye uygulanan akarisitlerin ortalama akar sayısı ve düşüş oranlarına etkileri	43
Şekil 4.9. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının bitki boyuna etkileri	45
Şekil 4.10. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının boğum sayısına etkileri	46
Şekil 4.11. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının boğum arası mesafesine etkileri	46
Şekil 4.12. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının klorofil miktarına etkileri	47
Şekil 4.13. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının yaprak	

	oransal su kapsamına etkileri	47
Şekil 4.14.	Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının turgor kaybına etkileri	48
Şekil 4.15.	Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının MDA miktarında meydana getirdiği değişimler	49
Şekil 4.16.	Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının glutatyon miktarında meydana getirdiği değişimler	50
Şekil 4.17.	Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının askorbik asit miktarında meydana getirdiği değişimler	51
Şekil 4.18.	Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının CAT aktivitesinde meydana getirdiği değişimler	52
Şekil 4.19.	Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının APOX aktivitesinde meydana getirdiği değişimler	53
Şekil 4.20.	Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının SOD aktivitesinde meydana getirdiği değişimler	54
Şekil 4.21.	Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının bitki boyuna etkileri	56
Şekil 4.22.	Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının boğum sayısına etkileri	56
Şekil 4.23.	Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının boğum arası mesafesine etkileri	57
Şekil 4.24.	Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının klorofil miktarına etkileri	57
Şekil 4.25.	Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının yaprak oransal su kapsamına etkileri	57
Şekil 4.26.	Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının turgor kaybına etkileri	58
Şekil 4.27.	Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının MDA miktarında meydana getirdiği değişimler	60
Şekil 4.28.	Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının glutatyon miktarında meydana getirdiği değişimler	61
Şekil 4.29.	Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının askorbik asit miktarında meydana getirdiği değişimler	62
Şekil 4.30.	Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının CAT aktivitesinde meydana getirdiği değişimler	63
Şekil 4.31.	Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının APOX aktivitesinde meydana getirdiği değişimler	64
Şekil 4.32.	Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının SOD aktivitesinde meydana getirdiği değişimler	65

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Denemede kullanılan ilaçlar ve özellikleri	16
Çizelge 3.2. Saksı ortamında üridin, akarisit ve üridin+akarisit kombinasyonlarının deneme deseni	20
Çizelge 4.1. <i>Aculops lycopersici</i> 'ye akarisitlerin toksisite değerleri ve probit analizi sonuçları	40

1. GİRİŞ

Anavatanı Orta ve Güney Amerika'nın batı kıyıları olan Solanaceae familyası türlerinden domates (*Solanum lycopersicum* L.) bitkisi 16. yüzyıldan sonra Avrupa'ya getirilmiş olup hem ülkemizde hem de dünya genelinde en çok üretilen ve tüketilen bitkiler arasında yer almaktadır. Aynı zamanda gıda sanayisinde de en çok işlem gören hammaddelerden biri olarak ön plana çıkmaktadır (Günay 2005). Ülkemiz için ekonomik öneme sahip domates bitkisi, yetiştiriciliği yapılan bölgelerde önemli gelir kaynaklarından birisini oluşturmaktadır (Anonim 2009). Akdeniz, Marmara ve Ege bölgeleri farklı ekolojik özelliklere sahiptir ve Türkiye'deki başlıca domates yetiştirme alanlarıdır (Erkan ve ark. 1998). Türkiye için kuşkusuz önemli olan Karadeniz Bölgesi ve Doğu Anadolu'nun yoğun yağış alan bölgeleri dışında, ülkemizin hemen her yerinde domates yetiştirilmekte ve üretilmektedir (Durmuşoğlu 1990).

Dünya üzerindeki payı incelendiğinde 5,052 hektar alanda 186,821 milyon ton domates üretildiği görülmektedir. Domates üretiminde 2020 yılında 13,2 milyon ton ile Türkiye üçüncü sırada yer almaktadır. Dünya domates üretiminin %35'lik kısmını tek başına karşılayan ve ilk sırada yer alan Çin'in ardından, 20,6 milyon ton ile Hindistan ikinci, 12,2 milyon ton ile ABD ise dördüncü sırada yer almaktadır. Dünya domates verimine bakıldığında 2020'de %1 oranında artış görülmektedir (FAO 2022). Türkiye'de insan gıdası için önemli bir yer tutan domates 2020 yılında tek başına sebze üretiminin %42'sini oluşturarak sebze tarımında ilk sırayı almıştır (TUIK 2022). Pandemi ile bu oranlar düşse de sebze üretimi Türkiye'deki payını korumaktadır. Domates vitamin ve mineraller açısından zengin bir sebzedir. 100 gr taze domateste 94,52 gr su, 18 kkal enerji, 0,88 gr protein, 0,20 gr yağ, 3,89 gr karbonhidrat, 2,63 gr şeker, 10 mg kalsiyum (Ca), 0,27 gr demir (Fe), 11 mg magnezyum (Mg), 24 mg fosfor (P), 2,37 mg potasyum (K), 5 mg sodyum (Na), 15,7 mg C vitamini, 0,037 mg tiamin, 0,019 mg riboflavin, 0,594 mg niasin, 833 IU vitamin A, 7,9 µg K vitamini ve 2573 µg likopen (likopen) bol miktarda bulunur ve antioksidan etkileri ile insanlarda meme, sindirim, mesane ve cilt kanseri riskini azalttığı bilinmektedir (Anonim 2014).

Domates pas akarı, öncelikle domates gövdesinde belirtiler oluşturarak alt yapraklarda bitki besin elementi eksikliğiyle benzer belirtiler göstermektedir. Bitkinin alt bölgelerinde yapraklar kıvrılırken, üst yapraklar küçülür ve kıvrılır. İlerleyen süreçte yapraklar solar,

kahverengileşir ve bitki tamamen kurur (Jeppson ve ark. 1975, Kay 1986, Mau ve Lee 1994, Zhang 2003, Goldsmith 2004, Kumral ve ark. 2014). Bu tez çalışmasında kullanılan domates pas akarı [*Aculops lycopersici* (Masse)], ülkemizde olduğu kadar tüm dünyada da domatesin çok önemli bir zararlısıdır (Abou-Awad 1979, Şekeroğlu ve Özgür 1984, Madanlar ve Öncüler 1994, Yaşarakıncı ve Hıncal 1997, Uygun ve ark. 1998, Can ve Çobanoğlu 2004). Zararlarının bölgelere ve iklim koşullarına bağlı olarak çıkış yaptığı popülasyon çalışmaları doğrultusunda, belirlenen aylar içinde Bursa ilinde Temmuz ortası, Ağustos ve Eylül dönemlerinde en yüksek düzeyde görülmektedir (Aysan ve Kumral 2018).

Zararlıyla mücadele kapsamında tarımsal verim kayıplarını önlemek için birçok mücadele yöntemi kullanılmaktadır. Tüm bu yöntemlere rağmen kimyasal mücadelenin en son düşünülmesi gerektiği iyi bilinse de ilk olarak tercih edilen pestisit kullanımınıdır. Dünya’da pestisit kullanımının 2 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir; bunun %45’i Avrupa’da, %25’i ABD’de ve %25’i de diğer bölgelerde kullanılmaktadır (De 2014). Türkiye’de 2017 yılında 54,098 ton olan pestisit kullanımı, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Bitki Koruma Ürün İstatistiklerine göre 2018 yılında 60,020 tona ulaşmış olup, yıllık pestisit satışları yaklaşık 2,5 milyon TL olmuştur (Anonim 2019). Domatesle mücadeleye karşı organik fosforlu ve klorlu hidrokarbonlar sınıfına ait kimyasallar kullanılmaktadır. Ülkemizde domateste sorun olan bitki koruma faktörleri nedeniyle maalesef çoğu bölgemizde bu bilinçli ve yeterli bir şekilde yapılamamaktadır (Anonim 2008). Domates zararlılarına karşı tavsiye edilen dozdan fazla ilaç kullanılması, ilaçlama uygulamalarının zamanında yapılmaması, tarım ilaçlarının fazla kullanımı, çiftçilerin eğitim düzeylerinin düşük olması, kar amacıyla gereksiz olduğu halde çoklu ilaç karışımı hazırlanıp uygulanması üretim giderlerinin artmasıyla beraber çevre kirliliği ve doğal dengenin bozulmasına da neden olmaktadır (Turgut 2007).

Kontakt ve mide zehri etkili olan, klorid kanalı aktivatörü abamectin etken maddesinin önerilen tarla dozu 4,5 mg/L olarak belirlenmiştir. Solunum zehri etki mekanizmasına sahip olan pyridaben etken maddesinin önerilen tarla dozu 150 mg/L olarak belirlenmiştir. Lipid biyosentezi engelleyicisi, kontakt etkili akarisit aktif maddesi olan spiromesifen’in önerilen tarla dozu 120 mg/L olarak belirlenmiştir. Mitokondriyal kompleks III elektron transfer engelleyicisi olan bir diğer solunum zehri acequinocyl

etken maddesinin önerilen tarla dozu 195 mg/L olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda kullanılan 4 kimyasalın öldürücü düzeyini sabitlemek amacıyla LC₅₀ değerleri seçilmiştir. Stres faktörlerini ölçebilmek amacıyla %100 öldürücülük sağlanması amaçlanmamıştır.

Üridin, bir β-N₁-glikosidik bağ yoluyla bir riboz halkasına bağlanmış urasil içeren bir glikosile edilmiş pirimidin-analogudur. Nükleik asitleri oluşturan beş standart nükleositten biridir, diğerleri adenosin, timidin, sitidin ve guanosindir. Beş nükleosid, sırasıyla tek harfli U, A, T, C ve G kodlarıyla kısaltılır. Üridin, galaktozun glikoliz yolunda rol oynar. Galaktoz metabolize etmek için katabolik bir işlem yoktur. Bu nedenle galaktoz, glikoza dönüştürülür ve ortak glikoz yolunda metabolize edilir. Gelen galaktoz, galaktoz 1-fosfata (Gal-1-P) dönüştürüldüğünde, idrar difosfata (UDP) bağlanmış bir glikoz molekülü olan UDP-glukoz ile reaksiyona girer. Bu işlem, galaktoz-1-fosfat uridil transferaz enzimi tarafından katalize edilir ve UDP'yi galaktoz molekülüne aktarır. Sonuçta UDP-galaktoz ve glukoz-1-fosfat bulunur. Bu işlem galaktozun uygun glikolizine izin vermek için sürdürülür (Berg 2002). Çalışmamızda kullanılan 100 µM üridin dozu Cansev ve ark.'nın 2015 yılında yaptıkları "Üridinin bitkilerin büyüme ve gelişiminde kullanımı" adlı araştırmalarına dayandırılmıştır.

Abiyotik stres koşulları altında Malondialdehit (MDA) miktarı, hücre zar hasarının göstergesi olarak bilinmektedir (Fayez ve Bazaid 2014, Jungklang ve ark. 2017). Glutasyonun, askorbat-glutasyon döngüsünde indirgenmiş askorbik asit oluşturarak antioksidan savunma sisteminde önemli bir rol oynadığı tespit edilmiştir (Townsend ve ark. 2003). Askorbik asidin, fotopigmentleri ve fotosentetik aparatları oksidatif stresin olumsuz etkilerinden koruduğu ve stabilize ettiği bilinmektedir (Aono ve ark. 1993). Katalaz enzimleri, süperoksit dismutaz'dan oluşan H₂O₂'yi su ve oksijene dönüştürerek işleme katılmaktadır (Upadhyay ve Panda 2009). Askorbat peroksidaz (APOX) aktivitesinin, bitkinin antioksidan enzimler aracılığıyla abiyotik streslere tepkisi, bitkiyi reaktif oksijen türlerinin neden olduğu zararlardan koruyan ve bitki hücrelerinin normal işleyişini sağlayan bir savunma sistemi olduğu bildirilmiştir (Anjum ve ark. 2011, Horvath ve ark. 2007). Bitki dokularında biyotik ve abiyotik stres faktörleri altında artan süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinin, stres toleransının gelişimi için önemli olduğu tespit edilmiştir (Michalak 2006).

Öncelikle abamectin, pyridaben, spiromesifen, acequinocyl kimyasallarının %50 dozları ve bu dozların üridin ile kombine edilmesi sonucunda öldürücü doz denemesi, büyüme gelişme parametresi, klorofil miktarı, yaprak oransal su kapsamı, turgor kaybı, MDA, glutatyon, askorbik asit miktarı ve katalaz, Askorbat peroksidaz, süperoksit dismutaz aktivite ölçümleri yapılmıştır. Gerçekleştirilen laboratuvar analiz sonuçları dikkate alınarak *A. lycopersici* zararına karşı üridin molekülünün etkinliği araştırılmış ve çözüm önerileri sunulmaya çalışılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümünde yapılan kaynak taramaları sırasıyla tanımlanacaktır. Özellikle domates ve zararlı etken olarak tespit edilen *A. lycopersici*'nin bitkiye olan zararları, kullanılan ilaçlar ve alınması gereken çözüm önlemleri sırasıyla açıklanacaktır. Bu alanda pek çok çalışma olmakla birlikte sırasıyla yazarların eserlerini incelediğimizde;

Kamau'nun (1977), Kenya'da 1976 yılında yaptığı çalışmada *A. lycopersici*'nin biyolojisi, zararları ve mücadele yöntemlerini domates üzerinde yaptığı gözlemlerle belirlediği ortaya konmuştur. Son yıllarda Kenya'nın bazı eyaletlerinde yüksek oranda bitki zararlarına neden olduğu, popülasyonun yüksek olduğu arazilerde mücadele edilmediği takdirde ürünün yarısına kadar zararlandığı ve genç bitki döneminde bu zararlıyla karşılaşıldığında tüm ürünün kaybedileceği görülmüştür. Akarların erken tespit edilmesi durumunda dicofol, mikronize kükürt, quinomethionate ve dimet'in belirlenen dozları uygulandığında *A. lycopersici*'ye karşı etkili olduğu tespit edilmiştir.

Cermelli ve ark. (1982), Aslında 1979 yılında Lara, Aragua ve Trujillo eyaletlerindeki domateslerde akarın mevcut olduğunu ama bunun kabul edilmediğini ortaya koyduklarını belirtmektedirler. Yaptıkları çalışmalarda ise ön testler ve sonrasındaki iki testlerde en iyi sonuçların dicofol, chlorobenzilate, endosulfan, propargite, cyhexatin ve ıslanabilir kükürt olan etken maddeler ile elde edildiği ve bitkideki tetranychid akar popülasyonlarının endosulfan uygulamasından 8 gün sonra arttığı belirlenmiştir.

Oliveria ve Sponchiado (1983), Brezilya'da mahsul üzerindeki zararlılarla mücadele için uygulanan farklı insektisitlerin domates zararlısı *A. lycopersici*'ye uygulandığında fenvalerate ve parathion-methyl'in akar popülasyonunu fark edilir düzeyde azalttığını ve tarla koşullarında profenofos, bromopropylate, chlorobenzilate ve dicofol'un zararlıya karşı mücadelede çok etkili olduğunu laboratuvar çalışmaları sonucunda tespit etmişlerdir.

Abou-Awad El-Banhawy (1985), Mısır'da yaptıkları çalışmada domates bitkisindeki *A. lycopersici* zararlısının methamidophos'a karşı direnç geliştirdiğini, sıcak iklimin bu hayvanları öldürmek yerine daha da güç kazandırdığını ve bitkideki formülasyonu değiştirdiğini araştırmışlardır. Üç yıl süren laboratuvar çalışmaları sonucunda

methamidophos uygulanan *A. lycopersici*'nin zamanla tolerans gösterdiğini, bu ırkın dicofol ve pyridaphention'a çok duyarlı, cypermethrin'e ise duyarlı olduğunu belirtmişlerdir. Pyridaphention ve dicofol kalıntı aktivitesinin uzun olmasına karşın metamidofos ve sipermetrin aktivitesi daha kısa görülmüştür.

Royalty ve Perring (1987), *A. lycopersici* ve avcı tydeid akar *Homeopronematus anconai*' (Baker) (Acari: Tydeidae)'nin 5 akaricide karşı toksisite çalışması yapılmış, *A. lycopersici*'nin en çok etkilendiği kimyasal olarak avermectin B1 (abamectin) bulunurken, bu sırayı dicofol, cyhexatin, kükürt ve *Bacillus thuringiensis*'in takip ettiği belirlenmiştir. *Homeopronematus anconai*'nin en çok etkilendiği ilacın dicofol olduğu, bu sırayı abamectin, kükürt, cyhexatin ve *B. thuringiensis*'in takip ettiği belirlenmiştir. Abamectin'in belirli dozları *H. anconai*'nin sayısında değişim göstermeyip, *A. lycopersici* mücadelesi için iyi bir potansiyele sahip olduğu tespit edilmiştir. *Aculops lycopersici* ile mücadele için diğer 4 akarisitinin kullanılması durumunda büyük olasılıkla *H. anconai*'nin popülasyonunun da azalacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Royalty ve ark. (1989), California'da yaptıkları çalışmada domates bitkisinde domates pas akarının yapraktaki akar-gün sayısının önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu süredeki artışın fotosentezi etkilediği bu durumun su kaybına neden olmasından dolayı bitkinin kuruduğu, renginin açıldığı ve gelişme geriliğine neden olduğu rapor edilmiştir.

Silva ve ark. (1988), domatesin anavatanlarından biri olan Brezilya'da 1987'de avermectin (abamectin)'in 50, 75 ve 100 ml, cyhexatin 100 g ve kükürtün 400 g/100 litre suya dozlarının Ânegla Gigante I-S 100 domates çeşidinde *A. lycopersici*'ye karşı etkinliğini karşılaştırmak için bir deneme gerçekleştirildiğini belirtmektedirler. Tüm bu uygulamaların akarın popülasyonunu azalttığını, cyhexatin ve kükürt uygulamasından 10 gün sonra etkinlik yüzdesinde bir azalma olduğunu ve abamectin uygulanmasından 21 gün sonra kontrol başarısının %90 kadar olduğunu kaydetmektedirler.

Costilla ve Barberis (1990), özellikle 21. yüzyılın sonunda yapılan incelemelerde bu zararlıların tamamen azaldığı ve bitkideki yaşam popülasyonunun, Arjantin Palma Sola, Jujuy'de *A. lycopersici*'nin ilk defa rapor edildiğini, akarın biyolojisi, zararlanma belirtileri ve kontrolü hakkında bilgiler verildiğini kaydetmektedirler.

Costilla (1991), Arjantin'de 1979-89 yıllarında yapılan domates arazi ve laboratuvar gözlemlerine dayanarak *A. lycopersici*'nin biyolojik ve morfolojik yapısını dağılımını tanımladıklarını, 1989 yılında yaptıkları bu araştırmada arazi koşullarında %50 bromopropylate 0,5 ml, %21,5 dicofol 1,5 ml ve %70 zineb 2,0 ml bileşiklerinin zararlıya karşı etkili olduğunu belirtmektedirler.

Cheremushkina ve ark. (1991), 1988'de Özbekistan'da yapılan çalışmada domates zararlısı olan *A. lycopersici*'nin bitkilerde yüksek ürün kayıplarına neden olduğunu belirtmişlerdir. Akarın biyolojisi, zararı ve mücadelesini değerlendirerek, zararlının bitki gövde ve meyve üzerinde beslendiğini; buna ek olarak noktalı lekelenmelerin yapraklarda bükülmeye neden olduğunu ve meyvelerde küçük ağ çatlaklara neden olduğunu tespit etmişlerdir. Akar popülasyonunun aşırı büyümesi nedeniyle bitkilerin tamamen solduğunu, ancak köklerin etkilenmediğini ve patateslerde de aynı semptomların meydana geldiğini belirtmişlerdir. Lambda-cyhalothrin %5'lik veya %25 fluvalinate %25'in formülasyonlarının uygulanması sırasında sırasıyla %0,1 ve %98 düzeyinde kontrol sağladığını bildirmişlerdir.

Baradan-Anakari ve Daneshvar (1992), İran'da *A. lycopersici*'ye karşı 6 akarisit ile yaptıkları deneylerde bromopropylate, kükürt ve karathanenin en etkili bileşikler olduğunu tespit etmişlerdir.

Öncüler ve ark. (1992), sanayi domatesindeki zararlılar üzerine çalışmalar yaptıklarını ve *A. lycopersici*'nin bu zararlılar arasında olduğunu bildirmektedirler.

Atanasov (1995), seralarda ve açık alanlarda yetiştirilen iki domates çeşidinde domates pas akarının entegre kontrolü için yeni prosedürler geliştirdiğini belirtmiştir. Biyoteknolojik ve biyolojik yöntem uygulamaları için, organofosforlu pestisitlere karşı direnci nedeniyle *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot'ı (Acari: Phytoseiidae) önermiş, selektif akarisitlerin kullanılmasını öngörmüştür. Serada domates yetiştirdikten sonra, akarların bitki ile bulaşıklılığını önlemek için önce biyoteknik yöntem uygulandığını, akarların bitki yapraklarında neden olduğu hasarların saptanmasından sonra, karşılık gelen miktarda *P. persimilis*'i saldıklarını belirtmiştir. İlkbaharda ve yaz başlarında akarisitler propargite, fenpyroximate, dicofol ve diafentiuron ile bir uygulama

gerçekleştirmiştir. Bitkilerde domates pas akarı görülürse, *P. persimilis* için güvenli akarisitler kullanmıştır. Bu prosedürler uygulanarak, domates bitkisinin zararlı akarlardan önemli düzeyde korunmasının sağladığı tespit edilmiştir.

Chandler ve ark. (2000), 58 entomopatojenik fungus türünün en az 73 akar türünü enfekte ettiğini, *Paecilomyces fumosoroseus* ve aynı cinse ait diğer 5 fungus türü de dahil olmak üzere çoğu kaydın kırmızı örümcek ve eriophyid türleri ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Haque ve Kawai (2002), serada domates bitkilerinde likopenin büyümesini ve bitki büyümesi nedeniyle yaprak dokusu ölümünün etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla *A. lycopersici*, kontrol amacıyla iki seraya değil, sadece bir serada yetiştirilen domates bitkilerine salınmıştır. Domatesin 2. ve 3. yaprakçıkları ve yaprak orta damarı 3. haftadan itibaren popülasyon artışına bağlı olarak 3 parçaya bölünmüş ve 2 cm'lik alanlarda sayılmıştır. Çalışmadan elde edilen verilere göre, popülasyon hızla artmış, 6. haftada üst noktasına ulaşmış (187.236 akar/bitki) ve ardından azalışa geçmiştir. Predatör akarların ortaya çıkmasının ardından popülasyon değişiklikleri gözlenmiştir. Sap sayılarına göre, akar sayıları 4. haftaya kadar artmış ve ardından azalmaya başlamıştır. Bitki gövdelerindeki akarların yoğunluğu, toplam popülasyonun %30'unu geçememiştir.

Hıncal ve ark. (2002), 1998-1999 yıllarında Bornova ve Bergama'da yaptığı çalışmalarında domates tarlalarında pas akarı *A. lycopersici* popülasyonunun değişimini incelemişlerdir. Yeşil meyvelerin görülmeye başlandığı dönemde ortalama sıcaklığın 26,1 ve 28,3°C olmasıyla birlikte zararlı popülasyonunun artış gösterdiği ve hasat boyunca devam ettiği kaydedilmektedir. Zararlı popülasyonunun genel olarak bitkinin alt ve orta yapraklarında yoğun şekilde bulunduğu gözlemlenmiş ve yapılan çalışmada *Pronematus ubiquitous* (McGregor) (Acari: Tydeidae)'in *A. lycopersici*'nin predatörü olduğu görülmektedir. Pas akarına karşı etkili kimyasalları belirlemek için tesadüf blokları deneme desenine göre 1998 yılında Urla (Özbek)'da 5 karakter ve 3 tekerrürlü, 1999 yılında Urla (Kuşçular)'da ise 4 karakter ve 5 tekerrürlü deneme kurulmuş ve bu denemelerde Sulphure 80 WP, Terasit V-18, Morestan 25 WP ve Agrothane 20 EC formülasyonlarının kullanıldığı tespit edilmiştir. İlaçlamadan 1 gün önce ve 1, 3, 7, 15 ve 21 gün sonra sayım yapılmıştır. Çalışma sonucunda 1998 ve 1999 yıllarında akara karşı

ilaçlamadan 15 gün sonra Sulphure 80 WP sırayla ortalama %85.84 ve 85.36; Agrothane 20 EC sırayla ortalama %90.99 ve 93.91 oranlarında en etkili sonuçları verdikleri tespit edilmiştir.

Kim ve ark. (2002), yaptığı çalışmalarda domates bitkisinin zararlısı *A. lycopersici*'nin morfolojisi, coğrafi dağılımı, konukçu aralığı, değişik sıcaklıklarda gelişimi ve kimyasal savaşım metotlarının incelendiğini belirlemişlerdir. *Convolvulus* sp. patates, biber, patates, tütün, siyah köpek üzümü (*Solanum nigrum* L.), *Petunia* sp. ve domatesin zararlıının konukçu bitkileri olduğunu kaydetmişlerdir. Pas akarı mücadelesinde etkili akarisitlerin cypermethrin ve fenazaquin olduğunu belirtmektedirler. *Aculops lycopersici*'nin gelişimi için 15-30°C'ye ihtiyaç olduğunu, yumurtadan ergin döneme geçmesinin 6-11 gün sürdüğünü, dişilerin erkeklere göre 25-28°C'de 12 gün daha uzun yaşadıklarını belirlemişlerdir.

Xia ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada pestisitlerin bitki üzerindeki fitotoksik etkilerine bakmış ve insektisit uygulamalarının bitkinin stoma iletkenliği ve fotosentez oranını azalttığı belirtilmiştir. Yapılan laboratuvar çalışmaları sonucunda pestisitlerin bitkinin anatomik ve fizyolojik yapısında değişmelere neden olduğu gözlenmiştir.

Spiers ve ark. (2008), gerbera bitkisine uyguladıkları pestisitlerin hücrelerde meydana getirmiş olduğu negatif etkilerin bitkinin verim ve kalitesini olumsuz yönde etkileyebileceğini gözlemlemişlerdir.

Yanar ve ark. (2008), Tokat ilinde 2001 yılında yaptıkları sürvey çalışmalarında Ağustos ayı ortalarında pas akarının arazilerde zarar yapmaya başladığını belirlemişlerdir. Eylül ayında ise bu oranın daha da arttığı ve pas akarı ile bulaşıklığın %91'e çıktığı tespit edilmiştir. Köpek üzümünün pas akarının konukçuları arasında yer almıştır. Pas akarı popülasyonunu belirlemek için sürvey yapılan tarlalarda köpek üzümü yapraklarından da kesitler alınmış ve iki çeşitte de zarar yaptığı belirlenmiştir. Domates arazilerinde pas akarına 2002 yılında rastlanmamıştır. Sonuç olarak hızla artan popülasyonu ve kısa sürede ekonomik zarara neden olmasından dolayı her yıl arazide domates pas akarı popülasyonununun değişiminin takip edilmesi gerekmektedir.

Sivritepe ve ark. (2009), asmada yaptıkları çalışmada iki benekli örümcek akarının (*Tetranychus urticae* Koch.) asma yaprağındaki fizyolojik özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Muskule ve Sultana çeşitlerinde akar yoğunluğu karşılaştırılmış, Muskule çeşidinin yapraklarında elektrolit sızıntısı ve hücre zarı hasarı yüzdesi daha yüksek bulunmuştur. Her iki çeşidin de klorofil içeriğinin düşük olduğu belirlenmiştir ve akar bulaştırılan her iki çeşidin yaprak oransal su kapsamında düşüş görülmüştür. Ca, Mg, Mn ve Fe konsantrasyonlarında herhangi bir değişiklik gözlenmemesine rağmen, her iki çeşitte de bulaşık yaprakların Na konsantrasyonunun önemli ölçüde arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, akar saldırısının sadece Muskule bitkilerinin yapraklarında K, Zn ve Cu alımını önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir.

Karagöz ve ark. (2011), Çanakkale domates tarlalarında bulunan zararlı akarların ve bu akarlarla beslenen avcı türlerin önemini belirlemek için 2008-2010 yılları arasında Çanakkale Merkez, Ezine, Ayvacık, Gelibolu, Lapseki ve Biga bölgelerinde domates yetiştirme alanlarında bir saha çalışması yapmışlardır. Çalışma sonucunda Acarina takımı içerisinde yer alan *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) ve *T. urticae* (Acari: Tetranychidae) ile Eriophyidae familyasından *A. lycopersici* önemli bir zararlı olarak bulunmuştur. Bu zararlılar ile beslenen avcılar arasında, Lapseki ilçesi Yeniceköy ilçesine bağlı Phytoseiidae familyasına ait *Neoseiulus californicus* (McGregor), merkez Kumkale, Bayramiç ilçesinden *Typhlodromus athiasae* (Athias-Henriot) ve *P. persimilis* bulunmaktadır.

Park ve ark. (2011) İki farklı besin kaynağı olan *Typha latifolia* L. poleni ve *A. lycopersici* ile $25\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ 'de ve $\%70\pm 10$ bağıl nemde beslendiğinde, ticari olarak temin edilebilen avcı akar türü *A. swirskii*'nin gelişim, yumurtlama, hayatta kalma potansiyeli ve yaşam tablosu parametrelerini belirlemişlerdir. Çalışmada her iki besinin de *A. swirskii*'nin gelişimi, yumurtlaması ve hayatta kalması için uygun olduğunu gözlemlenmişlerdir. *Amblyseius swirskii*'nin polenle beslenmeye kıyasla *A. lycopersici* ile beslendiğinde daha iyi performans gösterdiğini, dişi avcılarının hem polen hem de *A. lycopersici* ile beslendiklerinde ortalama 26,8 ve 38,1 yumurta bıraktığını belirtmişlerdir. *Amblyseius swirskii* dişilerinin her iki besin kaynağı için de ilk 20 günde çok düşük ölüm oranına sahip olduğunu ve yaşa özgü canlılık ve yaşa özgü üreme parametrelerinin kümülatif Weibull modeline uyduğunu belirtmişlerdir. *Amblyseius swirskii*'de net

doğurganlık (R_0), kalıtsal üreme kapasitesi (r_m), popülasyon büyüme sınır hızı (λ) ve yumurtlama oranı *A. lycopersici* ile beslenen bireylerde polenle beslenen bireylere göre daha yüksek, ergin öncesi gelişme süresi ise daha kısa bulunmuştur. Predatör akarların kalıtsal üreme kapasitesinin, polen ve akarlarla beslenirken sırasıyla 0,185 ve 0,201 olduğunu belirtmişlerdir. *A. swirskii*'nin iki diyeti arasında ortalama üreme süresi (T) ve popülasyon ikiye katlanma süresi (DT) açısından önemli bir fark bulunmamıştır. Bu çalışma sonucunda, ticari olarak da temin edilebilen *A. swirskii*'nin kitle halinde üretiminin hem polenle hem de avı olan *A. lycopersici* kullanılarak sağlanabileceğini tespit etmişlerdir.

Uslu (2012), tarafından 2009-2010 yılları arasında Çanakkale ili domates üretim alanlarında *A. lycopersici*'nin popülasyon değişimlerini ve doğal düşmanlarını belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Her hafta 4 farklı tarladan numune alınarak *A. lycopersici* popülasyon gelişimi, çıkış zamanının belirlenmesi, popülasyonun pik tarihi ve zararlı ile beslenen doğal düşmanlar belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçları, Çanakkale domateslerinin ortaya çıkışının Temmuz ayı ortalarında olduğunu ve popülasyonun Ağustos ayı ortalarında zirveye ulaştığını göstermiştir. Çanakkale ilindeki domates tarlalarında yaygın olarak bulunan ve 10 farklı tarlada görülen avcı akar olan *A. lycopersici*'nin ana doğal düşmanı olarak *P. persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) bulunmuştur. Çalışmada ayrıca Tydeidae türleri de sayımlarda tespit edilmiştir.

Tehri ve ark. (2014), salatalığın (*Cucumis sativus* L.) iki benekli örümcek akarı (*Tetranychus urticae* Koch) istilasına karşı yaprak seviyesindeki fizyolojik özelliklerine etkisi gözlemlenmiştir. Yetiştirilen salatalık bitkilerine, farklı yoğunluklarda *Tetranychus urticae* (5, 10, 15 ve 20 akar/yetişkin yaprak) bulaştırılmıştır. Çalışma sonucunda toplam klorofil, klorofil a, klorofil b ve karotenoidler için sırasıyla en yüksek istila seviyesinde -0,92, -0,93, -0,95 ve -0,92'lik anlamlı negatif korelasyon kaydedilmiştir. *T. urticae* istilasının salatalığın yaprak fitokimyasalları üzerinde önemli bir etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Doğru (2014), mısır bitkisinde yaptığı çalışmada tuz stresinin bazı mısır genotiplerinin yapraklarında indirgenmiş askorbik asit miktarını arttırdığı, ancak oksitlenmiş form miktarını azalttığı tespit edilmiştir.

Kaya (2015), hıyar bitkisinde yaptığı çalışmada oberon SC 240 insektisiti (spiromesifen) uygulanmış ve bu insektisit hıyar bitkisinin morfolojik ve anatomik yapısı üzerine olası etkileri incelenmiştir. Morfolojik ve anatomik yapısında çeşitli değişikliklere neden olduğu tespit edilmiştir, bu değişikliklerin genel olarak hücre boyutları, şekilleri ve dzenlenişlerinde olduğu ve insektisit 100 ml/da dozunda daha belirgin bir biçimde ortaya çıktığı saptanmıştır. Morfolojik yapıda değişimler yaprak uçlarında kıvrıklık, büzüşme ve koyu renkli lekelenmeler şeklinde görülmüştür. Sonuç olarak bilinçsizce yüksek doz pestisit kullanımı bitkinin anatomik ve morfolojik yapısını da etkilediği bildirilmektedir.

Hilker ve Fatouros (2015), bitkilerin böceklerin yumurta bırakımına karşı tepkiler verebildiğini ve böylece saldırının başından itibaren saldırıya karşı koyabildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, böcek yumurtası bulunan bitkilerin daha sonra larva zararına neden olacak yumurtalar için uyarı sinyalleri vererek, direk larva performansını azaltacak veya larvaların doğal düşmanlarını cezbedecek kimyasal değişikliklere neden olduğunu ifade etmişlerdir.

Hsu ve ark. (2015), kurkas bitkisinde örümcek akarı *Tetranychus urticae* (Koch) zararlısının yetiştiricilikte büyük bir sorun olduğunu tespit etmişlerdir. Bu nedenle yaptıkları çalışmada örümcek akarı istilasına karşı kurkas bitkisinin fotosentetik tepkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda yaprak CO₂ asimilasyon oranı, stoma iletkenliği, terleme, hücre içi CO₂ konsantrasyonu ve anlık karboksilasyon verimliliğinin akar bulaştırılan yapraklarda önemli lde azaldığı tespit edilmiştir. Akar bulaştırılan yapraklarda su içeriği ve yaprak alanının azaldığı bu nedenle yaprakta buruşma ve kıvrılma semptomları görüldüğü belirlenmiştir. Benzer şekilde akar uygulanan bitkilerde yaprak elektrolit sızıntısının değişmediği görülmüştür. Yaprak CO₂ asimilasyon oranındaki azalma akar uygulanan yapraklardaki stoma ve metabolik sınırlamalarla ilişkilendirilmiştir.

Aysan ve Kumral (2018), *A. lycopersici*'nin Bursa ilindeki domates bitkilerinin başlıca zararlılarından biri olduğunu ve genellikle meyve olgunlaşması ve hasat dönemi sırasında çok sayıda domates zararlısı bulunduğundan bu akarın kimyasal mücadele ile kontrol altına alınmasının zor olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmalarında, domates çeşitleri Dora, Etna, Grande, H2274, Jana ve M1103'ün kontrollü ve doğal koşullarda domates popülasyonlarının büyümesi üzerindeki çeşit farklılıklarının etkisini değerlendirmişlerdir. Ayrıca, farklı domates çeşitlerinde trikom tipi ve yoğunluğunun akar popülasyonlarının büyümesine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca bu çalışmada, akarların farklı domates çeşitlerine verdiği zarar oranını belirlemeye çalışmışlardır.

Golan ve ark. (2019), fesleğen bitkilerinin iki benekli örümcek akarı (*Tetranychus urticae* Koch.) istilasına karşı verdiği fizyolojik tepkiler araştırılmıştır. Çalışma sonucunda fesleğen bitkilerinin yapraklarındaki H₂O₂ ve MDA seviyelerinde azalma, GPX miktarında önemli ölçüde artış ve CAT aktivitesinde düşüş olduğu tespit edilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışma 2020-2021 yılları arasında Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri laboratuvarlarında yürütülmüştür (Şekil 3.1). Denemede bitkisel materyal olarak sanayi tipi domates çeşidi olan H2274 kullanılmıştır. Tüm bitkisel materyaller tohumdan steril koşullarda üretilmiştir.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan domates tohumları

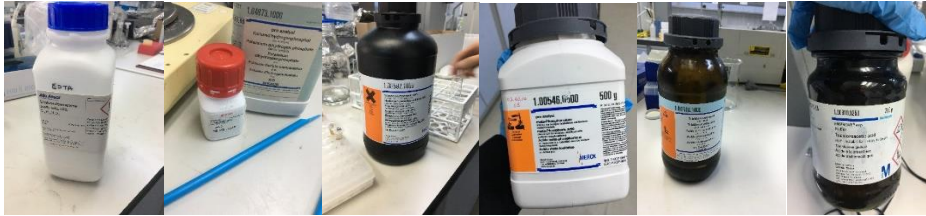
Bitkisel materyal yetiştirme sırasında Klasman TS1 torf, perlit, 1,5L saksı, 80 gözlü plastik viyol, Peters marka (20:10:20, NPK) gübre kullanılmıştır. Bitkilerin yetiştirilmesi için bir adet 26 °C±2, %65 nem ve 16/8 gündüz/gece fotoperiyot rejiminde çalışan kontrollü iklim kabini kullanılmıştır.

Bu tezin laboratuvar analizlerinde cam beher, otomatik pipet, mezür, cam tüp, ependorf tüp, balon joje, petri kabı, pastör pipet, erlen, piset, otoklav şişesi gibi laboratuvar malzemeleri kullanılmıştır. Laboratuvar analizlerinde Leica EZ4 stereo mikroskop, Binder ED 56 etüv, Himac CT15 RE santrifüj, SPAD 502 klorofilmetre, Thermo Electron Corporation spektrofotometre, Hanna Ph 211 Ph metre, sigma 3K30 santrifüj, Thermo su banyosu, Radwag AS 220 hassas terazi, Velp vorteks ve Burkard ilaçlama kulesi kullanılmıştır.

Denemelerde kullanılan *Aculops lycopersici* bireyleri Bursa Uludağ Üniversitesi Görükle Kampüsü Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Ziraat Fakültesi Birimi'nde organik olarak yetiştirilen domates bitkilerinde tespit edilerek temin edilmiştir.

Bu denemede kullanılan kimyasalların (abamectin, pyridaben, spiromesifen ve acequinocyl) etki mekanizması, kimyasal grup, firma ismi, etken madde oranı formülasyon tipi, ticari ismi, Türkiye’de diğer akar türlerine önerilen tarla dozları ve sıcak kanlılara akut oral toksisite (LD_{50}) değerleri Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Bitkilerde yapılan biyokimyasal analizlerde kullanılan kimyasallar (Şekil 3.2) bradford, metafosforik asit, tiyobarbitürik asit (TBA), ditiyotreitöl (DTT), ortofosforik asit, bipyrrrole, demir klorür ($FeCl_3$), N-etilamin, etilendiamintetraasetik asit (EDTA), nitrobenzoik asit (DTNB), nitroblue tetrazolium klorür (NBT), metiyonin, riboflavin, potasyum fosfat monobazik (KH_2PO_4), potasyum fosfat dibazik (K_2HPO_4), hidrojen peroksit (H_2O_2), askorbik asit, polivinilpirolidon (PVP) ve trikloroasetik asit (TCA)’dir.



Şekil 3.2. Denemede kullanılan kimyasallar

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan ilaçlar ve özellikleri

Etken Madde	Kimyasal Grubu	Etki Mekanizması	Etki Mekanizması Grubu*	Ticari İsim	Firma Adı	Formülasyon Tipi	Formülasyon Madde Oranı (g/L)	Önerilen Tarla Dozu (a.i.mg/L)	Sıcakkanlılara Akut Oral Toksisitesi (LD₅₀) (mg/kg)
Abamectin	Avermectin	Glutamat kapısı klorid kanalı allosterik düzenleyicisi	6	Algamek	Agrobest	EC	18	4,5	221
Pyridaben	Pyridazinone	Mitokondriyal kompleks I elektron transfer engelleyicileri	21A	Sanmite	SumiAgro	WP	%20	150	161
Spiromesifen	Tetronic& Tetramic asit türevleri	Asetil koenzin karboksilaz engelleyicileri	23	Oberon	Bayer	SC	240	120	>2000
Acequinocyl	Sınıflandırılmamış	Mitokondriyal kompleks III elektron transfer engelleyicileri	20A	Kanemite	SumiAgro	SC	156	195	>5000

*IRAC (Insecticide Resistance Management Committee, <https://irac-online.org/>)

3.2. Yöntem

3.2.1. Domates bitkilerinin yetiştirilmesi

Tohumlar 10.08.2020 tarihinde viyollere torf ortamına ekilmiştir ve kontrollü iklim kabininde $26^{\circ}\text{C}\pm 2$, %65 nem ve 16/8 gündüz/gece fotoperiyot rejiminde yetiştirilmiştir (Şekil 3.2). Yetiştirme sırasında 20:10:20, NPK içeren gübreli su haftada iki kez uygulanmıştır. Daha sonra fideler 14.09.2020 tarihinde 1,5 lt'lik saksılara torf/perlit (1:3) ortamına aktarılmıştır. Aynı sulama ve gübreleme işlemleri saksıya alınan fideler içinde uygulanmıştır.



Şekil 3.3. Tohumdan yetiştirilen bitkilerin görünümü

3.2.2. *Aculops lycopersici* popülasyonunun üretimi ve çoğaltılması

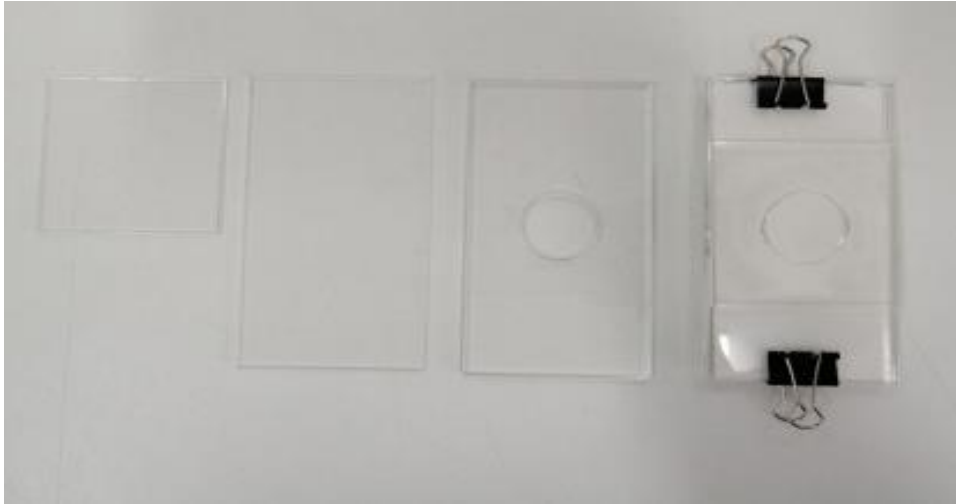
Bitki Koruma Bölümü iklim odasında $27\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta, 16:8 saat aydınlık: karanlık ve % 65 ± 5 orantılı nem'de *A. lycopersici* popülasyonları çoğaltılmıştır. Bu şekilde üretilen domates bitkilerine çiçeklenme döneminde *A. lycopersici* bulaştırılmıştır. Odadaki akar popülasyonun azalmasıyla yeni fideler konularak popülasyonun çoğaltılmasına devam edilmiştir.

3.2.3. Petri ortamında *Aculops lycopersici*'ye karşı akarisit denemesi

Öldürücü dozlarının belirlenmesi için 4 farklı etken maddeye sahip akarisit (spiromesifen, acequinocyl, pyridaben ve abamectin) kullanılmıştır. Elde edilen ölüm sonuçlarına göre seri dozların yarı tarla dozu (en az %20-80 ölüm aralığında toplam en az 4 doz) kullanılmıştır. Buna göre abamectin için 0,0313, 0,0625, 0,125, 0,25 ve 0,5 mg/L, pyridaben için 1,875, 3,75, 7,5, 15 ve 30 mg/L spiromesifen için 25, 50, 150, 200 mg/L

acequinocyl için 62,5, 125, 187,5, 250 mg/L konsantrasyonlar kullanılmıştır. Denemeler Munger hücresi ortamında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4). İlaçlama kulesi ile 10 atm basınçta, yaprakların üzerine 2 ml saf suda çözünmüş yukarıda belirtilen konsantrasyonlarda akarisit püskürtülmüştür (Şekil 3.5). İlaçlanan yapraklar oda koşullarında 10-15 dakika kurumaya bırakılmıştır. Her deneme 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her doz denemesi için toplam 90 birey kullanılmıştır. Kontrol grubunda ise sadece ilacın hazırlandığı saf su kullanılmıştır. Bu hücrelerin altına nemli pamuk, üzerine domates yaprağı yerleştirilmiştir. Daha sonra her hücreye 30 *A. lycopersici* dişisi yerleştirilmiştir (Şekil 3.6). Akarlar kontrollü iklim kabininde 26 °C±2, 80±5 ve 16/8 gündüz/gece fotoperiyot rejiminde tutulmuştur. Stereomikroskopta 24 saatte bir fırça yardımı ile akarların canlılık durumu kontrol edilmiştir. Fırça ile bakıldığında, vücudu kadar yürüyemeyen akarlar ölü sayılarak sonuçlar yazılmıştır. İncelemeler 24, 48, 72 ve 96. saate kadar devam etmiştir. Kontrol ölümleri dikkate alınarak ölüm oranlarında formül 3.1’de gösterilen Abbott eşitliği kullanılarak düzeltme yapılmış, daha sonra Probit analizi gerçekleştirilmiştir (Abbott 1925, Finney 1971).

$$\text{Ölüm oranı (\%)} = \frac{\text{Kontrol grubu canlılık oranı (\%)} - \text{Akarisit uygulanan grubun canlılık oranı (\%)}}{\text{Kontrol grubu canlılık oranı (\%)}} \quad (3.1)$$



Şekil 3.4. *Aculops lycopersici* akarisit denemesi için kullanılan munger hücreleri



Şekil 3.5. Denemede kullanılan akarisit ilaçlama kulesi



a



b

Şekil 3.6. a) Denemede hazırlanan mungir hücreleri b) Denemede kullanılan stereo mikroskop

3.2.4. Saksı ortamında akarisit, üridin ve üridin+akarisit kombinasyonları

Bu yöntemde üridin, akarisit ve üridin+akarisit kombinasyonları tek başına uygulanmıştır. Çalışmada gerçekleştirilen deneme deseni Çizelge 3.2’de gösterilmiştir. Bitkilerde alt yapraklar ve üst yaprakların ayrımı 5. boğumdan sonra yapılmıştır. Kökten itibaren ilk 5 boğum alt yapraklar sonrası üst yapraklar olacak şekilde ayrılmıştır.

Çizelge 3.2. Saksı ortamında üridin, akarisit ve üridin+akarisit kombinasyonlarının deneme deseni

Uygulama	Kısaltma	Açıklama
Kontrol	K+	Akar bulaştırılmış ve bitkilerin yapraklarına sadece su püskürtülmüştür.
Kontrol	K-	Akar bulaştırılmamış ve bitkilerin yapraklarına sadece su püskürtülmüştür.
üridin	Ü*	Bitkilerin toprağına 100ml 100µM konsantrasyonda üridin haftada 2 kez uygulanmıştır.
spiromesifen	S	Bitkilerin yaprağına 25 mg/L konsantrasyonda akar bulaştırmadan 15 gün sonra püskürtülmüştür.
üridin+ spiromesifen	Ü+S	Bitkilerin toprağına 100ml 100µM konsantrasyonda üridin haftada 2 kez uygulanmıştır. Bitkilerin yaprağına 25 mg/L konsantrasyonda akar bulaştırmadan 15 gün sonra püskürtülmüştür.
acequinocyl	A	Bitkilerin yaprağına 62,5 mg/L konsantrasyonda akar bulaştırmadan 15 gün sonra püskürtülmüştür.
üridin+ acequinocyl	Ü+A	Bitkilerin toprağına 100ml 100µM konsantrasyonda üridin haftada 2 kez uygulanmıştır. Bitkilerin yaprağına 62,5 mg/L konsantrasyonda akar bulaştırmadan 15 gün sonra püskürtülmüştür.
pyridaben	P	Bitkilerin yaprağına 15 mg/L konsantrasyonda akar bulaştırmadan 15 gün sonra püskürtülmüştür.
üridin+ pyridaben	Ü+P	Bitkilerin toprağına 100ml 100µM konsantrasyonda üridin haftada 2 kez uygulanmıştır. Bitkilerin yaprağına 15 mg/L konsantrasyonda akar bulaştırmadan 15 gün sonra püskürtülmüştür.
abamectin	AB	Bitkilerin yaprağına 0,25 mg/L konsantrasyonda akar bulaştırmadan 15 gün sonra püskürtülmüştür.
üridin+ abamectin	Ü+AB	Bitkilerin toprağına 100ml 100µM konsantrasyonda üridin haftada 2 kez uygulanmıştır. Bitkilerin yaprağına 0,25 mg/L konsantrasyonda akar bulaştırmadan 15 gün sonra püskürtülmüştür.

* K- kariç tüm uygulamalara akar bulaştırması yapılmıştır.

Çizelge 3.2’de belirtilen deneme desenine göre üridin uygulamalarında (Ü, Ü+S, Ü+A , Ü+P ve Ü+AB) bitki topraklarına haftada iki kez distile suda hazırlanmış 100 µM konsantrasyonda 100 ml üridin uygulanmıştır (Şekil 3.7). Sadece akarisit uygulanan gruplarda (S, A, P, AB) üridin uygulanmamış olup, akarisitlerin Çizelge 3.2’de belirtilen konsantrasyonları el spreyi ile yapraklara uygulanmıştır . Kontrol (K+) grubu dahil bütün denemelerde aynı gübre konsantrasyonu kullanılmıştır.

Yukarıda belirtilen deneme desenindeki uygulamalardan önce bitkilerin deneme büyüklüğüne gelmesi beklenmiştir (Şekil 3.8). Ancak topraktan uygulanan üridin fidelerin şaşırtılmasından itibaren uygulanmaya başlanmıştır. 21.10.2020 tarihinde her bitkinin her bir beşli yaprağına 10’ar adet *A. lycopersici* ergin bireyi toplam 50 adet fırça yardımıyla bulaştırılmıştır (Şekil 3.9). Takiben akarların bitkiler üzerinde üremesi ve çoğalması amacıyla kontrollü iklim odasında 26°C±2, % 80±5 nem ve 16/8 gündüz/gece fotoperiyot rejiminde 15 gün bekletilmiştir. Akarisit uygulamaları akar bulaştırılmasından 15 gün sonra 03.11.2020 tarihinde yapılmıştır (Şekil 3.10).

Akarisit uygulamasından 10. ve 17. günlerde bitki yapraklarında akar sayımı yapılmıştır. Sayım için her gruptan 3 bitki ve bir bitkiden 5’li yaprak grubu seçilmiştir. Her bir yaprağın ön ve arka yüzeyinde, damarlarında ve sap bölgesinde stereomikroskop ile akar sayımı yapılmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.7. Üridin uygulanmaya başlanan fidelerin görünümü



Şekil 3.8. Deneme büyüklüğüne gelen domates fideleri



Şekil 3.9. Deneme büyüklüğüne gelen fidelere *Aculops lycopersici* bulaştırma işlemi



Şekil 3.10. Akar bulaştırılmasından 15 gün sonra yapılan akarisit uygulaması



Şekil 3.11. Akarisit uygulanmasından 10 gün sonra yapılan akar sayımı

3.2.5. Fizyolojik ve moleküler biyolojik analizler

İlk akar sayımının yapıldığı 10. günde bitki boyu, boğum sayısı, klorofil ölçümü, turgor kaybı ve yaprak oransal su kapsamı ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda moleküler biyolojik analizler için yaprak örnekleri paketlenerek sıvı azota batırılmış ve katalaz, askorbat peroksidaz, süperoksit dismutaz, glutatyon, askorbik asit ve malondialdehit analizleri yapılmaya kadar -80°C derin dondurucuda BUÜ Bahçe Bitkileri Moleküler Biyoloji ve Biyoteknoloji laboratuvarında muhafaza edilmiştir (Şekil 3.12). Moleküler biyolojik analizler ile ilgili ayrıntılar aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.12. a) Sıvı azota batırılarak paketlenen örnekler b) Örneklerin analize kadar bekletildiği derin dondurucu

3.2.5.1. Bitki boyu (cm)

Bitkilerin boyları denemenin sonlandırıldığı gün topraktaki kökten büyüme ucuna kadar metreyle ölçülmüştür.

3.2.5.2. Bitki boğum sayısı (adet)

Boğum sayısı gövde üzerindeki boğumlar sayılarak yapılmıştır.

3.2.5.3. Bitki boğum arası mesafe (cm)

Boğum arası mesafe bitkinin elde edilen boy ölçümlerinin boğum sayısına bölünmesi ile Excel programında bulunmuştur.

3.2.5.4. Klorofil miktarı (mg/g YA)

Klorofil miktarı ölçümleri amacıyla bütün bitkilerde 3 yaprakçıkta 2 ölçüm yapılmıştır ve ölçümler 5. boğumdan sonra tekrarlanmıştır. Ölçümler klorofilmetre (Spad-502) ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Spad-502 ile gerçekleştirilen klorofil ölçümü

3.2.5.5. Yaprak oransal su kapsamı (%) ve turgor kaybı (%)

Denemenin sonlandırıldığı gün YOSK kapsamı analizi için bitki yapraklarından 3 adet 3 tekerrür yuvarlak diskler çıkarılmıştır ve hassas terazide tartılmıştır. Daha sonra saf suya

konulan örnekler 24 saat bekletilmiş ve tekrar tartılarak turgor ağırlıkları alınmıştır. Etüve yerleştirilen diskler 80⁰C’de 24 saat bekletilmiş ve kuru ağırlıkları alınmıştır (Şekil 3.14). Elde edilen sonuçlara göre bitki YOSK ve TK aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$\mathbf{YOSK} = \frac{Y.A - K.A}{T.A - K.A} \times 100$$

$$\mathbf{TK} = \frac{T.A - Y.A}{T.A} \times 100 \quad (3.2)$$

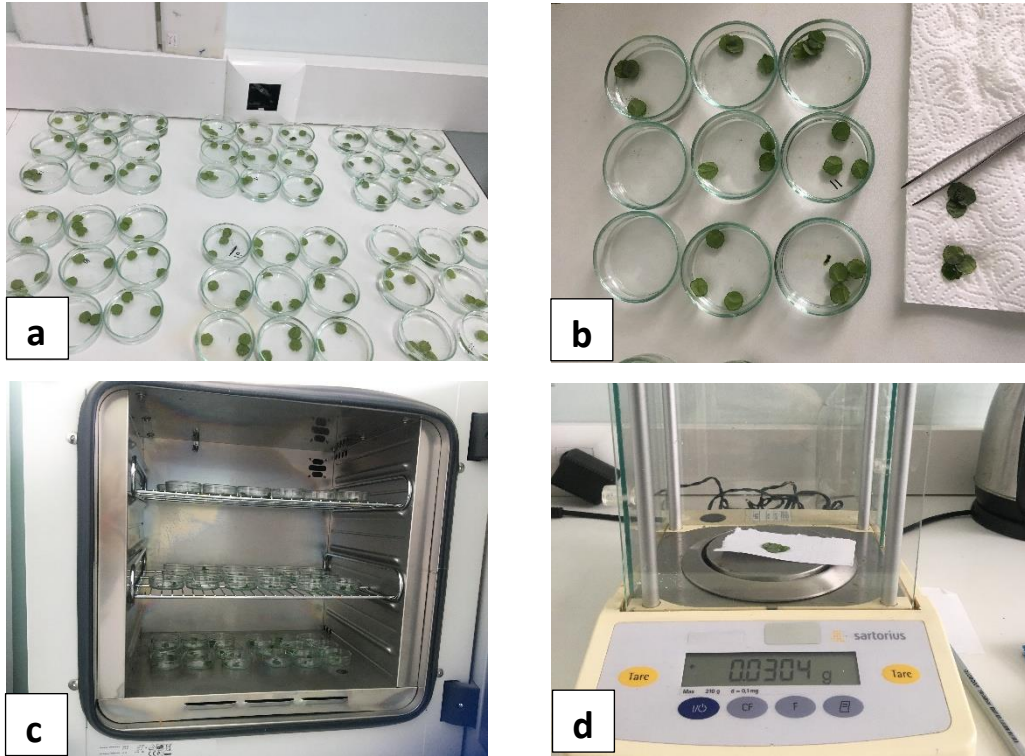
YOSK: Yaprak Oransal Su Kapsamı

TK: Turgor Kaybı

Y.A: Yaş Ağırlık

K.A: Kuru Ağırlık

T.A: Taze Ağırlık



Şekil 3.14. Yaprak oransal su kapsamı ve turgor kaybı için yapılan işlemler **a)** Saf suda bekletilen yaprak diskleri **b)** Tartım için kurulan yaprak diskleri **c)** Etüve yerleştirilen yaprak diskleri **d)** Tartılan yaprak diskleri

3.2.5.6. Malondialdehit miktarının belirlenmesi

Malondialdehit ekstraksiyonu

Malondialdehit (MDA) ekstraksiyon işlemi Heath ve Packer (1968)'nin literatürde belirtilen yöntemine dayandırılmıştır ve bu yöntem domates yapraklarına uyarlanmıştır.

Derin dondurucuda -80°C 'de saklanan örneklerden her bir tekerrür için 500 mg yaprak 5 ml ekstraksiyon tamponu içerisinde seramik havan kullanılarak yapraklar parçalanıncaya kadar öğütülmüştür. Tüm aşamalar 4°C 'de gerçekleştirilmiştir. MDA ekstraksiyon tamponu 200 ml %0,1 0,2 ml TCA kullanılarak hazırlanmıştır. Karışım 2,0 ml'lik santrifüj tüpüne alınarak 15.000 g'de 10 dk. $+4^{\circ}\text{C}$ 'de santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi bittikten sonra tüplerin üst kısmındaki sıvı aktivite belirlenmesinde kullanılmıştır. Dipte kalan tortu kısım ise atılmıştır. MDA ekstraksiyon tamponu 100 ml 0,5 gr TBA + 20 ml TCA kullanılarak hazırlanmıştır. MDA aktivitesinin belirlenmesinde TBA + TCA (Ek 1) solüsyonları karıştırılarak hazırlanmıştır.

Aktivite ölçümleri 532 ve 600 nm absorbans değerleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler için kuvarz spektrofotometre küveti kullanılmıştır. Aktivite ölçümleri için örnekler önce 95°C 'de 30 dk. su banyosunda bekletilmiştir.

Örneklerin aktivitesini belirlemek için reaksiyonda yer alan bileşen miktarları ise aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

1500 μl Tampon + 500 μl Örnek

Malondialdehit miktarının hesaplanması

İki farklı dalga boyunda yapılan optik yoğunluk (D) ölçümlerinden elde edilen sonuçların aşağıda verilen eşitliklerde yerine konması ile MDA miktarı (nmol/g YA) hesaplanmıştır (Ekstraksiyon katsayısı 155 mMcm^{-1} 'dir) :

MDA: $(\text{Abs}_{523} - \text{Abs}_{600}) \times \text{Ekstrakt hacmi (ml)} / \epsilon \times \text{Örnek miktarı}$

3.2.5.7. Glutasyon miktarının belirlenmesi

Glutasyon ekstraksiyonu

Glutasyon ekstraksiyon işlemi Ellman (1959) ile akmak ve Marschener (1992)'ın literatürde belirtilen yöntemine dayandırılmıştır ve bu yöntem domates yapraklarına uyarlanmıştır.

Derin dondurucuda -80°C 'de saklanan örneklerden her bir tekerrür için 500 mg yaprak 5 ml ekstraksiyon tamponu içerisinde seramik havan kullanılarak yapraklar parçalanıncaya kadar öğütülmüştür. Tüm aşamalar 4°C 'de gerçekleştirilmiştir. Glutasyon ekstraksiyon tamponu 100 ml %5 5 gr metafosforik asit kullanılarak hazırlanmıştır. Karışım 2 ml'lik santrifüj tüpüne alınarak 20.000 g'de 20 dk $+4^{\circ}\text{C}$ 'de santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi bittikten sonra tüplerin üst kısmındaki sıvı aktivite belirlenmesinde kullanılmıştır. Dipte kalan tortu kısım ise atılmıştır. Glutasyon aktivitesinin belirlenmesinde $\text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{HPO}_4$ (pH 7,4) + EDTA (Ek 2) solüsyonları karıştırılarak hazırlanmıştır.

Aktivite ölçümleri 412 nm absorbans değerleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler için kuvarz spektrofotometre küveti kullanılmıştır. Aktivite Ölçümleri için örnekler önce vortekslenmiş ve 20 dk. oda sıcaklığında bekletilmiştir.

Kör okuma için reaksiyonda kullanılan tüm çözeltiler aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

3000µl Askorbat Tamponu + 500µl DTNB + 0µl Örnek

Örneklerin enzim aktivitesini belirlemek için reaksiyonda yer alan bileşen miktarları ise aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

2500µl Askorbat Tamponu + 500µl DTNB + 500µl Örnek

Glutasyon miktarının hesaplanması

Total GSH miktarı elde edilen absorbans değerlerinin standart GSH grafiği ile derişim değerlerine dönüştürülmesiyle spektrofotometrik olarak belirlenmektedir. Glutasyon miktarının hesaplanmasında seyreltilmiş metafosforik asit (%6) içinde 1 µM stok GSH çözeltisi hazırlanarak standart eğri grafiği elde edilmiştir. Grafikten elde edilen formül ($y = 0,05x - 0,0394$ $R^2 = 0,9944$) kullanılarak örneklerin glutasyon miktarı belirlenmiştir.

3.2.5.8. Askorbik asit miktarının belirlenmesi

Askorbik asit ekstraksiyonu

Askorbik asit ekstraksiyon işlemi Law ve ark. (1983)'in literatürde belirtilen yöntemine dayandırılmıştır ve bu yöntem domates yapraklarına uyarlanmıştır.

Derin dondurucuda -80°C 'de saklanan örneklerden her bir tekerrür için 500 mg yaprak 5 ml ekstraksiyon tamponu içerisinde seramik havan kullanılarak yapraklar parçalanıncaya kadar öğütülmüştür. Tüm aşamalar 4°C 'de gerçekleştirilmiştir. askorbik asit ekstraksiyon tamponu 100 ml %5 5 gr metafosforik asit kullanılarak hazırlanmıştır. Karışım 2 ml'lik santrifüj tüpüne alınarak 20.000 g'de 20 dk. $+4^{\circ}\text{C}$ 'de santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi bittikten sonra tüplerin üst kısmındaki sıvı aktivite belirlenmesinde kullanılmıştır. Dipte kalan tortu kısım ise atılmıştır. Askorbik asit aktivitesinin belirlenmesinde $\text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{HPO}_4 + \text{EDTA}$ (pH 7,4), TCA, Ortofosforik asit, 2,2'-bipyrrole, %3 FeCl_3 , DTT, %0,5 NEM (Ek 3) solüsyonları karıştırılarak hazırlanmıştır.

Aktivite ölçümleri 525 nm absorbans değerleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler için kuvarz spektrofotometre küveti kullanılmıştır. Aktivite ölçümleri için örnekler önce 37°C 'de 1 saat su banyosunda bekletilmiştir.

Kör okuma için reaksiyonda kullanılan çözeltiler askorbik asit (AsA) ve toplam askorbik asit (Toplam AsA) olarak aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

700µl Tampon + 200µl dH ₂ O ₂ + 0µl Örnek

700µl Tampon + 100µl DTT + 100 µl NEM + 0µl Örnek

Örneklerin enzim aktivitesini belirlemek için reaksiyonda yer alan bileşen miktarları AsA ve toplam AsA olarak aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

500µl Tampon + 100µl DTT (15dk. beklet) + 100µl NEM + 200µl Örnek

500µl Tampon + 200µl Saf su + 200µl Örnek

Ortak kullanılacak çözeltiler

400µl TCA + 400µl Ortofosforik asit + 400µl 2,2'-Bipyrrole + 200µl FeCl₃

Askorbik asit miktarının hesaplanması

L(+) askorbik asit kullanılarak 0-100 µg/ml aralığında okumalar yapılmıştır. Toplam AsA'dan indirgenmiş askorbik asit çıkarılarak okside olmuş askorbik asit düzeyi bulunmuştur. 0,010 g/L (+) askorbik asit tartılıp 1 ml %5 metafosforik asitte çözülerek standart grafiği hazırlanmıştır. Standartlar toplam AsA ve indirgenmiş askorbik asit için ayrı ayrı hazırlanmıştır.

3.2.5.9. Katalaz aktivitesinin belirlenmesi

Katalaz ekstraksiyonu

Katalaz (CAT) ekstraksiyon işlemi Lester ve ark. (2004)'nın literatürde belirtilen yöntemine dayandırılmıştır ve bu yöntem domates yapraklarına uygulanmıştır.

Derin dondurucuda -80°C'de saklanan örneklerden her bir tekrür için 1500 mg yaprak ve 5 ml ekstraksiyon tamponu içerisinde, seramik havan kullanılarak yapraklar parçalanıncaya kadar öğütülmüştür. Tüm aşamalar 4°C'de gerçekleştirilmiştir. CAT

ekstraksiyon tamponu 100 ml 50 μ M KPO_4 solüsyonu (pH 7,0), 100 ml 1 μ M EDTA ve 100 ml %1 PVP karıştırılarak hazırlanmıştır. Bu tampon 2 ml'lik santrifüj tüpüne alınarak 20.000 g'de 20 dk. +4⁰C'de santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi bittikten sonra tüplerin üst kısmındaki sıvı aktivite belirlenmesinde kullanılmıştır. Dipte kalan tortu kısım ise atılmıştır. CAT aktivitesinin belirlenmesinde $KH_2PO_4 + K_2HPO_4$ fosfat tamponu (pH 7,0), 10 μ l H_2O_2 (Ek 4) solüsyonları karıştırılarak hazırlanmıştır.

Aktivite ölçümleri 240 nm absorbans değerleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler için kuvarz spektrofotometre küveti kullanılmıştır. Aktivite ölçümleri için 10 μ l H_2O_2 konulup köpürene kadar çalkalandıktan sonra ölçülmüş ve 3dk sonra tekrar edilmiştir.

Kör okuma için reaksiyonda kullanılan tüm çözeltiler aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

2990 μ l Fosfat Tamponu + 10 μ l H_2O_2 + 0 μ l Örnek

Örneklerin CAT aktivitesini belirlemek için reaksiyonda yer alan bileşen miktarları ise aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

2930 μ l Fosfat Tamponu + 10 μ l H_2O_2 + 60 μ L Örnek

CAT aktivitesi için örneklerdeki toplam protein miktarı Bradford (1976)'a göre hazırlanarak 20 dk. karanlıkta bekletilmiştir ve spektrofotometrede 595nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar Excel programı kullanılarak hesaplanmıştır.

Kör okuma için reaksiyonda kullanılan tüm çözeltiler aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

2400 μ l d H_2O_2 + 600 μ l Bradford

Örneklerin CAT aktivitesini belirlemek için reaksiyonda yer alan bileşen miktarları ise aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

2100µl dH₂O₂ + 600µl Bradford + 300µl Örnek

Katalaz aktivitesinin hesaplanması

CAT aktivitesi aşağıdaki formüle göre total protein içeriğine oranlanarak U/mg protein olarak belirlenmiştir (Ekstraksiyon katsayısı 40 mmol/L.cm'dır).

CAT Aktivitesi: $[(\Delta\text{Abs} \times V_{\text{toplaml}}) / \epsilon \times t \times V_{\text{enzim}} \times l] / \text{TP}$

ϵ : 40 mmol/L.cm

V_{toplaml} : Toplam hacim (3ml)

V_{enzim} : Reaksiyona konulan enzim hacmi (0.1 ml)

t: Reaksiyonun gerçekleştiği süre (3 dk.)

l: Küvete ait ışık yolu (1 cm)

TP: Total protein miktarı (mg protein)

3.2.5.10. Askorbat peroksidaz aktivitesinin belirlenmesi

Askorbat peroksidaz ekstraksiyonu

Askorbat Peroksidaz (APOX) ekstraksiyon işlemi Lester ve ark.(2004)'nin literatürde belirtilen yöntemine dayandırılmıştır ve bu yöntem domates yapraklarına uygulanmıştır.

Derin dondurucuda -80°C'de saklanan örneklerden her bir tekerrür için 1500 mg yaprak ve 5 ml ekstraksiyon tamponu içerisinde, seramik havan kullanılarak yapraklar parçalanıncaya kadar öğütülmüştür. Tüm aşamalar 4°C'de gerçekleştirilmiştir. APOX ekstraksiyon tamponu 100 ml 50 µM K-PO₄ solüsyonu (pH 7,0), 100 ml 1 µM EDTA + 0,088065 gr askorbik asit ve 100 ml %1 PVP karıştırılarak hazırlanmıştır. Karışım 2 ml'lik santrifüj tüpüne alınarak 20.000 g'de 20 dk. +4°C'de santrifüj edilmiştir. Santrifüj

işlemi bittikten sonra tüplerin üst kısmındaki sıvı aktivite belirlenmesinde kullanılmıştır. Dipte kalan tortu kısım ise atılmıştır. APOX aktivitesinin belirlenmesinde KH_2PO_4 + K_2HPO_4 fosfat tamponu (pH 7,0), 300 μl H_2O_2 , 60 μl askorbik asit (Ek 5) solüsyonları karıştırılarak hazırlanmıştır.

Aktivite ölçümleri 290 nm absorbans değerleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler için kuvarz spektrofotometre küveti kullanılmıştır. Ölçümler için 10 μl H_2O_2 konulup köpürene kadar çalkalandıktan sonra ölçülmüş ve 3dk sonra tekrar edilmiştir.

Kör okuma için reaksiyonda kullanılan tüm çözeltiler aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

2640 μl Fosfat Tamponu + 300 μl H_2O_2 + 60 μl Askorbik asit + 0 μl Örnek

Örneklerin aktivitesini belirlemek için reaksiyonda yer alan bileşen miktarları ise aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

2580 μl Fosfat Tamponu + 300 μl H_2O_2 + 60 μl Askorbik asit + 60 μl Örnek

Askorbat peroksidaz aktivitesinin hesaplanması

APOX aktivitesi aşağıdaki formüle göre total protein içeriğine oranlanarak U/mg protein olarak belirlenmiştir (Ekstraksiyon katsayısı $2.8 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ dir).

APOX aktivitesi: $[(\Delta\text{Abs} \times V_{\text{toplam}}) / \epsilon \times t \times V_{\text{enzim}} \times I] / \text{TP}$

ϵ : $2.8 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

V_{toplam} : Toplam hacim (3 mL)

V_{enzim} : Reaksiyona konulan enzim hacmi (1 mL)

t: Reaksiyonun gerçekleştiği süre (3 dk.)

l: Küvete ait ışık yolu (1 cm)

TP: Total protein miktarı (mg protein)

3.2.5.11. Süperoksit dismutaz aktivitesinin belirlenmesi

Süperoksit dismutaz ekstraksiyonu

Süperoksit dismutaz (SOD) ekstraksiyon işlemi Beuchamp ve Fridovich (1971)'in literatürde belirtilen yöntemine dayandırılmıştır ve bu yöntem domates yapraklarına uyarlanmıştır.

Derin dondurucuda -80°C 'de saklanan örneklerden her bir tekerrür için 1500 mg yaprak ve 5 ml ekstraksiyon tamponu içerisinde, seramik havan kullanılarak yapraklar parçalanıncaya kadar öğütülmüştür. Tüm aşamalar 4°C 'de gerçekleştirilmiştir. SOD ekstraksiyon tamponu 100 ml $50\ \mu\text{M}$ K- PO_4 Solüsyonu (pH 7,0), 100 ml $1\ \mu\text{M}$ EDTA ve 100 ml %1 PVP karıştırılarak hazırlanmıştır. Karışım 2 ml'lik santrifüj tüpüne alınarak 20.000 g'de 20 dk. $+4^{\circ}\text{C}$ 'de santrifüj edilmiştir. Santrifüj işlemi bittikten sonra tüplerin üst kısmındaki sıvı aktivite belirlenmesinde kullanılmıştır. Dipte kalan tortu kısım ise atılmıştır. SOD aktivitesinin belirlenmesinde $\text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{HPO}_4$ fosfat tamponu (pH 7,8), NBT + metionin + EDTA ve riboflavin (Ek 6) solüsyonları karıştırılarak hazırlanmıştır.

Aktivite ölçümleri 560 nm absorbans değerleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler için kuvarz spektrofotometre küveti kullanılmıştır. Numuneler beyaz ışık veren 25 watt ampül altında iklim dolabında 10 dk. bekletilmiştir. Reaksiyon başlaması için riboflavin en son eklenmiştir.

Kör okuma için reaksiyonda kullanılan tüm çözeltiler aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

2940 μl Tampon + 60 μl Riboflavin + 0 μl Örnek

Örneklerin aktivitesini belirlemek için reaksiyonda yer alan bileşen miktarları ise aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

2890µl Tampon + 60µl Riboflavin + 50µl Örnek

Süperoksit dismutaz aktivitesinin hesaplanması

% inhibisyon değerlerinin hesaplaması için kaydedilmiştir. Hesaplama aşağıdaki formüle göre yapılmıştır;

$$\% \text{ inhibisyon} = (\text{Kontrolün Abs.} - \text{Örneğin Abs.}) \times 100 / \text{Kontrolün Abs.}$$

Örneklerdeki SOD konsantrasyonlarının belirlenmesi için SOD standartları hazırlanmıştır. Standartların hazırlanmasında sığır eritrositlerinden elde edilmiş bir SOD kiti (SOD S7446, Sigma-Aldrich, USA) kullanılmış ve bir standart grafiği elde edilmiştir. Grafikten elde edilen formül ($y = 14,82x - 23,285$ $R^2 = 0,9834$) kullanılarak SOD konsantrasyonları bilinmeyen uygulamaların enzim konsantrasyonları belirlenmiştir. Elde edilen ünite değerleri, total protein içeriğine oranlanmış ve enzim aktivitesi U/mg protein olarak belirlenmiştir.

3.2.6. İstatistiksel analizler

Deneme ‘‘Tasadüf Parselleri Deneme Desenine’’ göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmadan elde edilen tüm sonuçlar ‘‘JMP’’ programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Kombinasyon ortalamalarının farklılıkları, $p < 0,05$ düzeyinde ‘‘Tukey’’ testi ile ortaya konmuştur.

4. BULGULAR

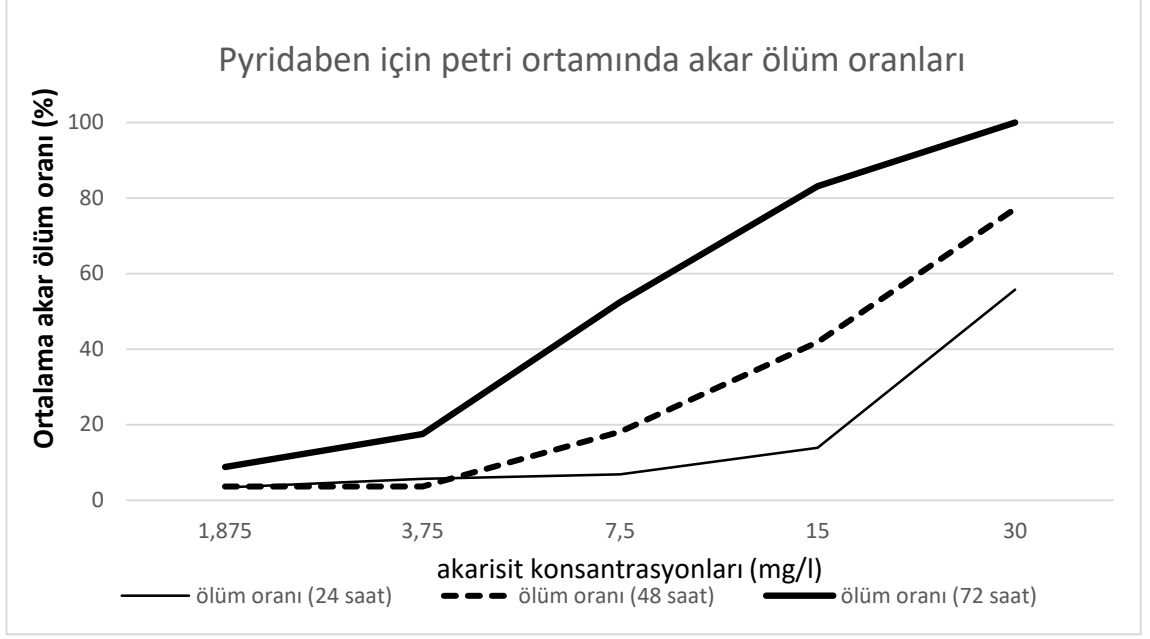
4.1. *Invitro* ortamda akarisitlerin *Aculops lycopersi*'ye toksik etkisi

Munger hücreleri ortamında uygulanan akarisitlerin zamana bağlı olarak akar ölüm oranları Şekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'de verilmiştir. Pyridaben için 24 saatteki doz-ölüm oranları incelendiğinde 1,875 mg/L'den 15 mg/L'ye kadar ölüm oranında artış görülmemiştir. Ölüm oranı 30 mg/L'de %55,68'e ulaşmıştır. 48. saatte ölüm oranı 3,75 mg/L'de artış göstermiştir. Bu oran 30 mg/L'de %77,11'e çıkmıştır. 72. saatten sonra ölümler aniden düşük dozlarda görülmeye başlamıştır. 72. saatteki doz cevabı lineer bir eğri şeklinde yükselmiştir ve 30mg/L'de %100 etkiye ulaşmıştır (Şekil 4.1).

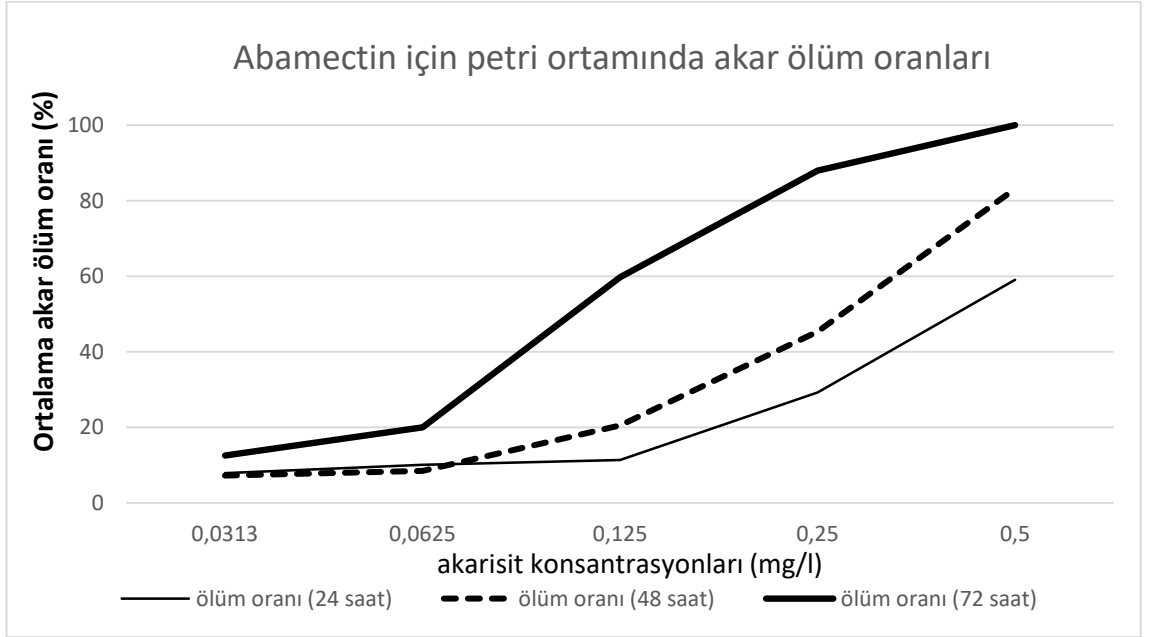
Abamectin için 24 saatteki doz-ölüm oranında 0,25 mg/L'ye kadar artış görülmemiştir. 48. saatte 0,125 mg/L 'de artış göstermeye başlamış ve 0,5 mg/L'de %83,11'e yükselmiştir. 72 saat sonra ölümler aniden düşük dozlarda görülmeye başlamıştır. 0,5 mg/L'de en yüksek ölüm oranına ulaşarak %100 etkiye ulaşmıştır (Şekil 4.2).

Spiromesifen için 24 saatteki doz-ölüm cevabı 50 mg/L'ye kadar sabit kalırken 48. saate 50 mg/L'den sonra ölüm oranı hızla artış göstermiş ve 200 mg/L'de %45,35 oranına ulaşmıştır. Ölüm oranının 72. saatte 200 mg/L'de %67,07'ye ulaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca 96. saatte doz-ölüm cevabı diğerlerine oranla 25 mg/L'de de %48'in üzerinde ölümlerle sonuçlanmıştır. Lineer bir eğri şeklinde yükselmeye devam etmiştir. 96. saate 200 mg/L'de %82.5 düzeyinde ölüm oranı belirlenmiştir (Şekil 4.3).

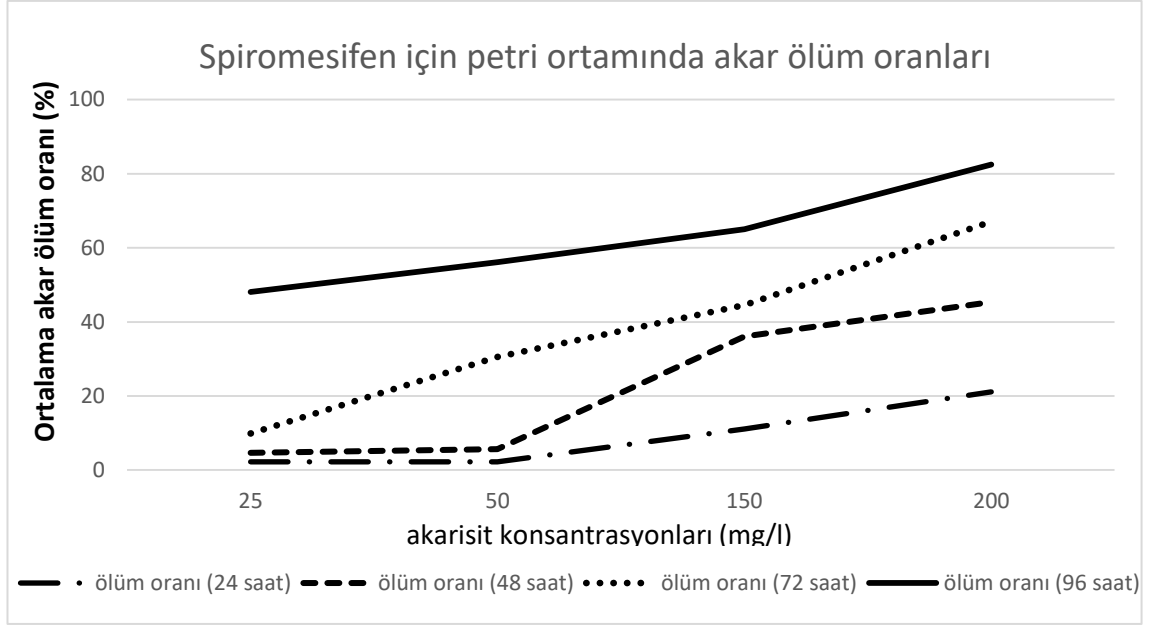
Acequinocyl için 24. saatteki doz cevabı 125 mg/L'den sonra artış göstermiştir. 48. saatte bu oran 250 mg/L'de %51,16'ya kadar yükselmiştir. 72 saat sonra ölümler 48. saate oranla 125 mg/L'de 5,4 kat artarak %30,58 seviyelerine ulaşmıştır. 96. saatte %91,25 değeri ile en yüksek doz-ölüm oranına ulaştığı tespit edilmiştir (Şekil 4.4).



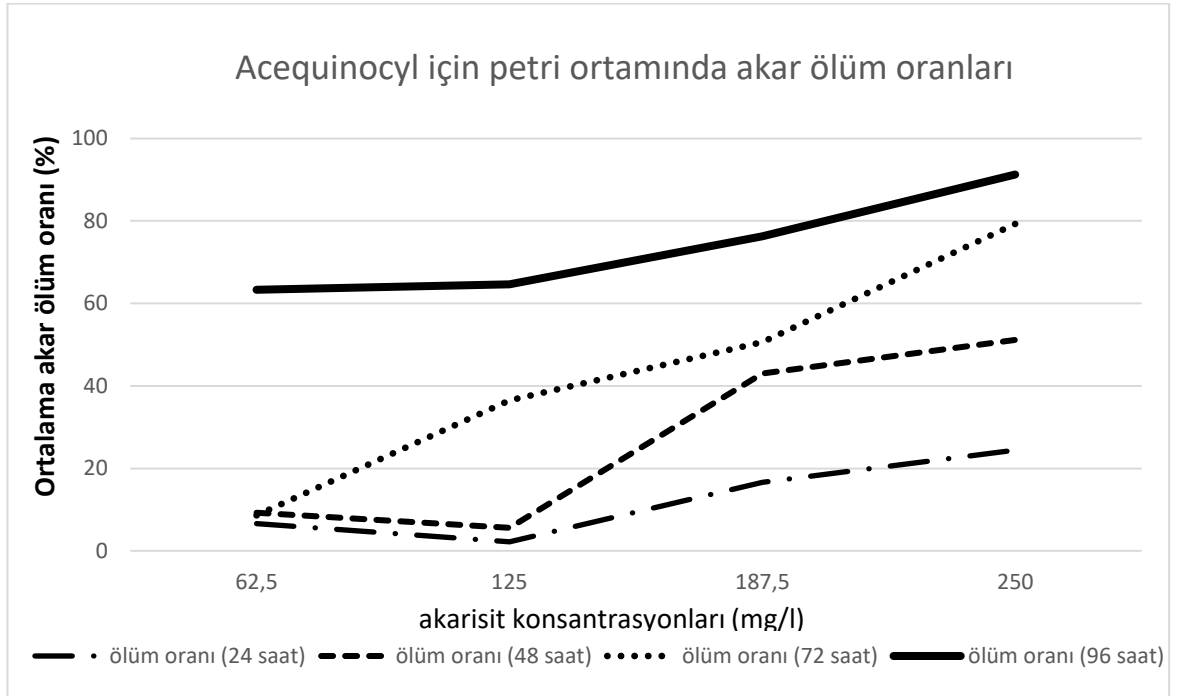
Şekil 4.1. *Aculops lycopersici*'ye uygulanan pyridaben'in ortalama akar ölüm oranı ve akarisit konsantrasyonları



Şekil 4.2. *Aculops lycopersici*'ye uygulanan abamectin'in ortalama akar ölüm oranı ve akarisit konsantrasyonları



Şekil 4.3. *Aculops lycopersici*'ye uygulanan spiromesifen'in ortalama akar ölüm oranı ve akarisit konsantrasyonları



Şekil 4.4. *Aculops lycopersici*'ye uygulanan acequinocyl'in ortalama akar ölüm oranı ve akarisit konsantrasyonları

Çizelge 4.1’de *A. lycopersici*’nin probit analizi sonuçlarına göre 4 akarisit in istatistiki sonuçları ve lethal doz değerleri gösterilmiştir. Kontakt ve mide zehri etkili olan, klorid kanalı aktivatörü abamectin etken maddesinin LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerinin 24 saat sonundaki verileri sırasıyla 0,41 ve 0,75 mg/L, 48 saat sonuçları 0,28 ve 0,55 mg/L, 72 saat sonuçları 0,11 ve 0,23 mg/L olarak belirlenmiştir. Türkiye’deki ruhsatlı arazi dozu 4,5 mg/L olan abamectin’in laboratuvar sonuçlarına göre 72. saatteki 0,5 ppm dozu popülasyonun %99’unu öldürmüştür. Pyridaben etken maddesi solunum zehri etki mekanizmasına sahip olmasına rağmen çok zehirli olduğundan dolayı çok düşük dozlarda 24 saatte bile yüksek ölüm oranları göstermiştir. LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerinin 24 saat sonundaki verileri sırasıyla 26,80 ve 45,41 mg/L, 48 saat sonuçları 18,27 ve 34,40 mg/L, 72 saat sonuçları 7,64 ve 15,75 mg/L olarak tespit edilmiştir. Türkiye’deki ruhsatlı arazi dozu 150 mg/L olan pyridaben’in laboratuvar sonuçlarına göre 72. saatteki 30 ppm dozu tarla dozunun altında sonuç vermiştir.

Lipid biyosentezi engelleyicisi, kontakt etkili akarisit aktif maddesi olan spiromesifen’in LC₅₀ ve LC₉₀ değerlerinin 24 saat sonundaki verileri sırasıyla 298,66 ve 456,26 mg/L, 48 saat sonuçları 198,00 ve 347,91 mg/L, 72 saat sonuçları 135,7 ve 301,53 mg/L, 96 saat sonuçları 60,14 ve 233,75 mg/L olarak belirlenmiştir. Bir diğer solunum zehri olan acequinocyl etken maddesinin mitokondriyal kompleks III elektron transfer engelleyicisi olduğu bilinmektedir. LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri 24 saat sonuçlarına göre sırasıyla 354,02 ve 551,89 mg/L, 48 saat sonuçları 234,80 ve 402,25 mg/L, 72 saat sonuçları 160,20 ve 308,84 mg/L, 96 saat sonuçları 73,19 ve 222,80 mg/L olarak belirlenmiştir ve 24 saat LC₅₀ sonucu tarla dozunun üstünde olmuştur.

Tüm LC₅₀ ve LC₉₀ etken maddelerin değeri birlikte incelendiğinde, abamectin ve pyridaben’in düşük dozlarının bile *A. lycopersici*’ye çok yüksek düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan acequinocyl ve spiromesifen dozları *A. lycopersici*’ye önerilen tarla dozundan daha yüksek dozda etkili olmuştur.

Çizelge 4.1. *A. lycopersici*'ye akarisitlerin toksisite değerleri ve probit analizi sonuçları

Etken Madde	Önerilen Tarla Dozu (a.i. mg/L)*	n (Birey Sayısı)	Doz Adedi	Zaman	Kontrol Grubu Ölüm Oranı (%)**	Eğim ± SH	LC ₅₀ (a.i. mg/L)	95 % Güven Aralığı		LC ₉₀ (a.i. mg/L)	95 % Güven Aralığı		X ²	Olasılık
								En Düşük	En Yüksek		En Düşük	En Yüksek		
Abamectin	4,5	450	5	24	3,33	3,785±0,369	0,41	0,37	0,47	0,75	0,66	0,88	8,49	0,93
Abamectin	4,5	450	5	48	4,44	4,637±0,386	0,28	0,25	0,31	0,55	0,49	0,63	6,78	0,97
Abamectin	4,5	450	5	72	7,77	10,164±0,885	0,11	0,09	0,12	0,23	0,21	0,27	9,10	0,90
Pyridaben	150	450	5	24	3,33	0,069±0,007	26,80	24,07	30,40	45,41	40,21	52,81	7,98	0,94
Pyridaben	150	450	5	48	4,44	0,077±0,006	18,27	16,42	20,50	34,90	31,26	39,81	7,10	0,97
Pyridaben	150	450	5	72	7,77	0,158±0,014	7,64	6,78	8,81	15,75	14,09	18,01	6,04	0,98
Spiromesifen	120	360	4	24	0,00	0,008±0,001	298,66	253,11	388,89	456,26	371,85	630,80	4,41	0,98
Spiromesifen	120	360	4	48	3,33	0,009±0,001	198,00	176,60	227,82	347,91	303,23	416,59	5,39	0,96
Spiromesifen	120	360	4	72	10	0,008±0,001	135,7	118,54	156,90	301,53	261,95	361,20	9,03	0,77
Spiromesifen	120	360	4	96	12,22	0,007±0,001	60,14	21,20	91,61	233,75	180,27	355,81	36,6	0,00
Acequinocyl	195	360	4	24	0,00	0,006±0,001	354,02	302,00	457,26	551,89	450,84	760,92	9,94	0,69
Acequinocyl	195	360	4	48	3,33	0,008±0,001	234,80	206,93	277,61	402,25	342,45	509,34	18,45	0,14
Acequinocyl	195	360	4	72	10	0,009±0,001	160,20	145,12	176,89	308,84	278,68	351,19	5,96	0,94
Acequinocyl	195	360	4	96	12,22	0,009±0,001	73,19	38,46	99,49	222,80	186,33	286,58	31,22	0,003

* a.i Aktif maddeye göre

** Her ilaç için ayrı bir şekilde denenmiş olan kontrol grubu ölüm oranları

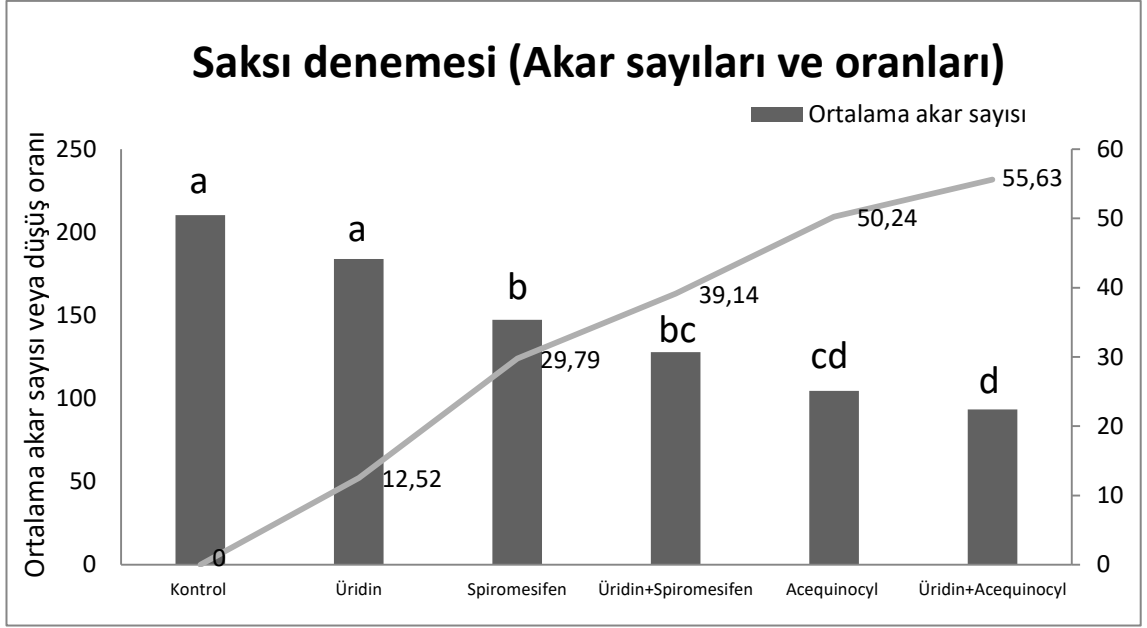
4.2. Saksı koşullarında üridin, akarisit ve üridin+akarisit kombinasyonlarının *Aculops lycopersici*'ye etkisi

Ü, S ve A muamelelerinin akar sayısına olan etkileri Şekil 4.5'de verilmiştir ve muameleler arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($F_{5,12}=86,84$; $P<0,01$). Kontrol grubundaki akar sayısı tüm muamelelerden yüksek bulunmuştur. Ancak K+ ve Ü popülasyonları arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. Bunu yüksekten düşüğe sırasıyla 147,6 akarla S, 128 akarla Ü+S, 104,6 akarla A, 93,3 akarla Ü+A takip etmiştir. S ve Ü+S, Ü+S ve A muamelelerinde akar popülasyonları arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. Aynı şekilde A ve Ü+A'nın akar popülasyonları arasında bir farklılık bulunmamıştır.

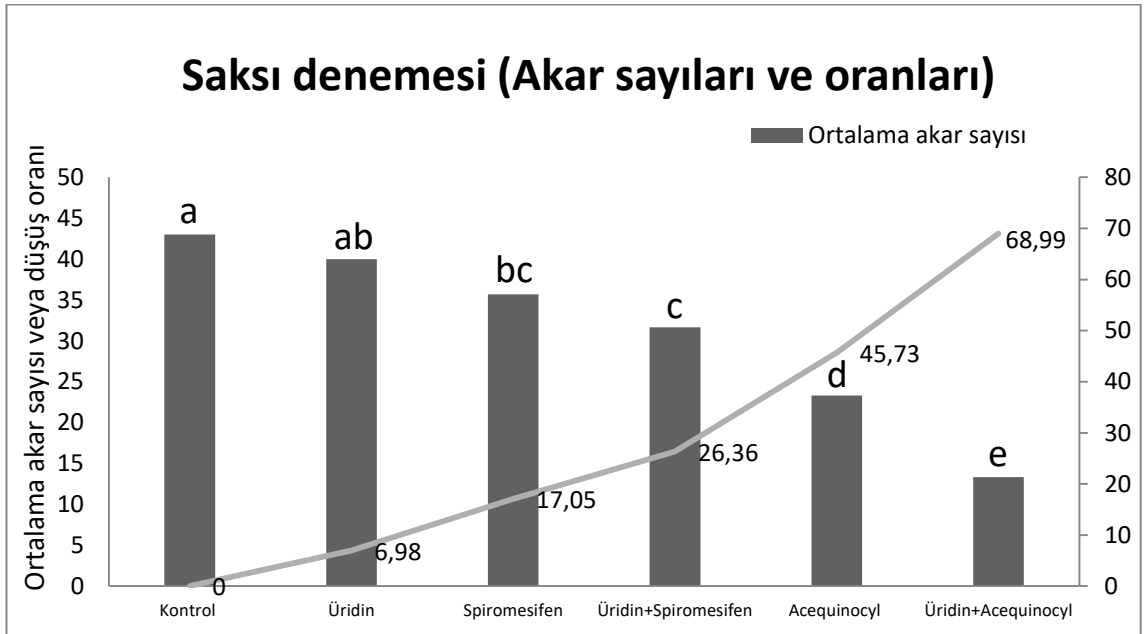
Ü, S ve A muamelelerinin 1 hafta sonraki sayım sonucu Şekil 4.6'da verilmiştir. Muamelelerin akar sayısına olan etkileri istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($F_{5,12}=145,08$; $P<0,01$). K+ grubundaki ortalama akar sayısı üridine göre daha yüksek görülmüştür. Ancak K+ ve Ü popülasyonlarındaki fark önemli bulunmamıştır. Bunu yüksekten düşüğe sırasıyla 35,6 akarla S, 31,6 akarla Ü+S, 23,3 akarla A, 13,3 akarla Ü+A takip etmiştir. S ve Ü+S muamelelerinde akar popülasyonları arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır.

Ü, AB ve P muamelelerinin akar sayısına olan etkileri Şekil 4.7'de verilmiştir. Karşılaştırmalar arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($F_{5,12}=136,69$; $P<0,01$). K+ grubundaki akar sayısı tüm muamelelerden yüksek bulunmuştur. Bunu yüksekten düşüğe sırasıyla 380,6 akarla Ü, 350,6 akarla P, 339 akarla Ü+P, 295,5 akarla AB ve 255,3 akarla Ü+AB takip etmiştir. P ve Ü+P muamelelerinde akar popülasyonları arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır.

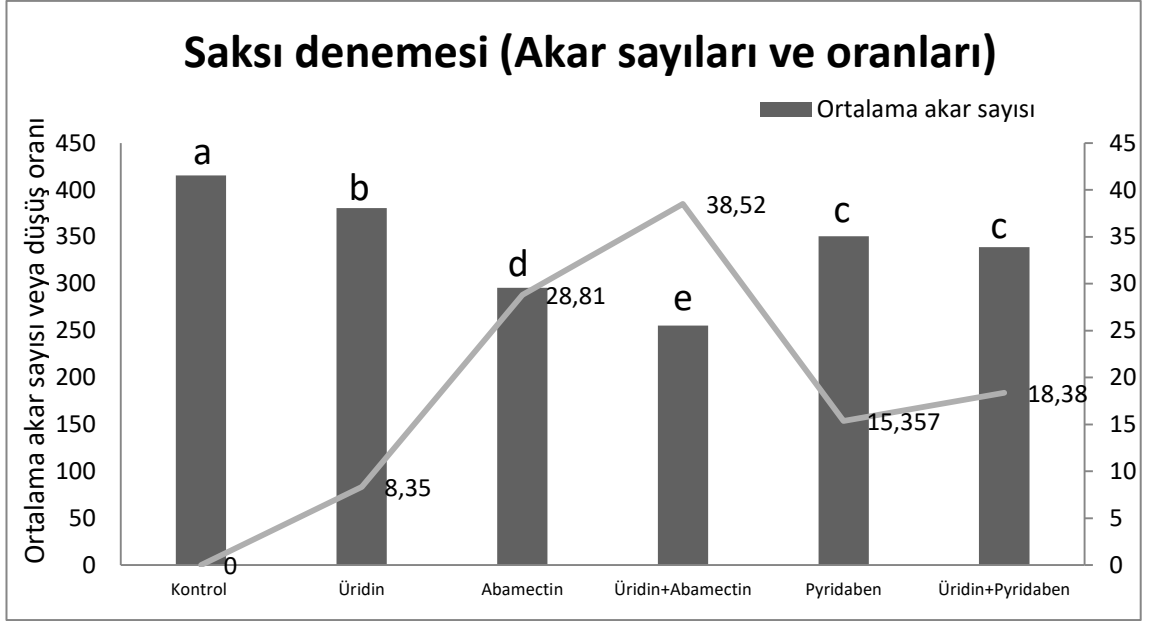
Ü, AB ve P muamelelerinin 1 hafta sonraki sayım sonucu Şekil 4.8'de verilmiştir. Muamelelerin akar sayısına olan etkileri istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($F_{5,12}=145,08$; $P<0,01$). K+ grubundaki akar sayısı tüm muamelelerden yüksek bulunmuştur. Bunu yüksekten düşüğe sırasıyla 127,3 akarla Ü, 101 akarla P, 78,3 akarla Ü+P, 58,3 akarla AB ve 48,3 akarla Ü+AB takip etmiştir. P ve Ü+P muamelelerinde akar popülasyonları arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. Aynı şekilde Ü+P ve AB'in akar popülasyonları arasında bir farklılık bulunmamıştır.



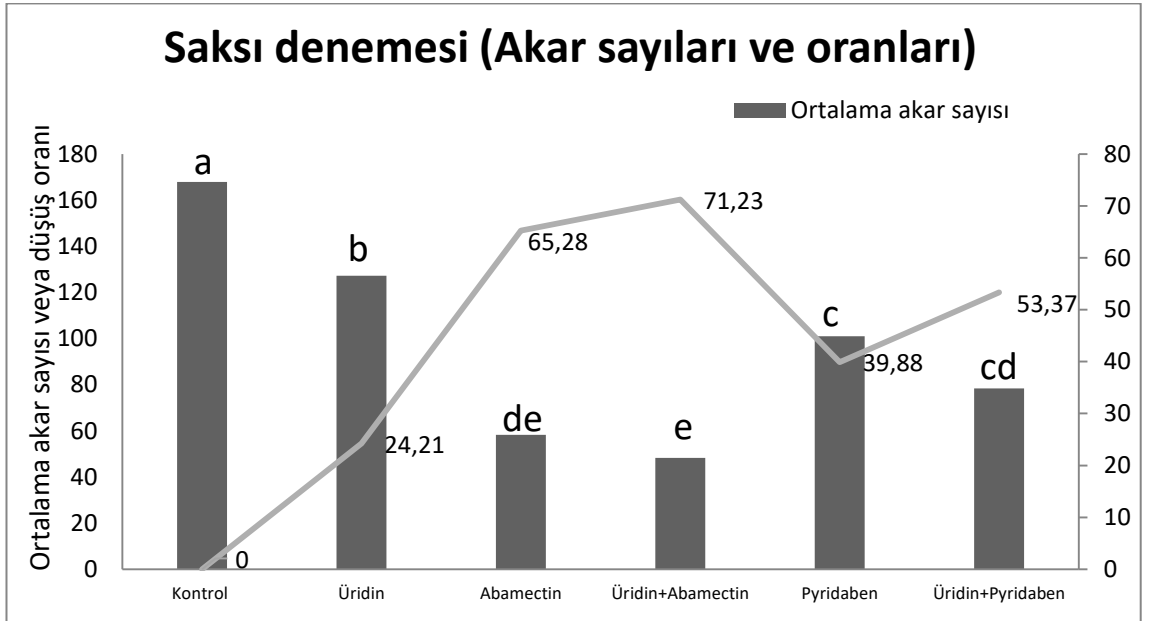
Şekil 4.5. *Aculops lycopersici*'ye uygulanan akarisitlerin ertesi gün ortalama akar sayısı ve düşüş oranlarına etkileri (Farklı harfler post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)



Şekil 4.6. *Aculops lycopersici*'ye uygulanan akarisitlerin 1 hafta sonraki ortalama akar sayısı ve düşüş oranlarına etkileri (Farklı harfler post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)



Şekil 4.7. *Aculops lycopersici*'ye uygulanan akarisitlerin ertesi gün ortalama akar sayısı ve düşüş oranlarına etkileri (Farklı harfler post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)



Şekil 4.8. *Aculops lycopersici*'ye uygulanan akarisitlerin 1 hafta sonraki ortalama akar sayısı ve düşüş oranlarına etkileri (Farklı harfler post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)

4.3. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının fizyolojik parametrelere etkileri

4.3.1. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının bitki boyu, boğum sayısı, boğum arası mesafesi, klorofil miktarı, yaprak oransal su kapsamı (YOSK) ve turgor kaybı (TK)'na etkileri

Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının bitki boyu üzerine etkileri istatistiki anlamda önemli ($F_{5,12}=7,12; P<0,01$) bulunmuştur (Şekil 4.9). En uzun boylu bitkiler Ü (63,33 cm) muamelelerinde ve en kısa boylu bitkiler ise A (41,33 cm) ve S (44,00 cm) muamelelerinde gözlemlenmiştir. Üridin+akarisit ile kombine edilen bitki boyları sadece akarisit uygulananlara göre artmıştır. Bu sonuçlar bitki boyu üzerine akarlar kadar akarisitlerinde olumsuz etki yarattığını göstermektedir. Bu olumsuz etkiyi üridin tersine çevirmiştir.

Farklı muamelelerin bitki boğum sayısına olan etkileri Şekil 4.10'da verilmiştir ve muameleler arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($F_{5,12}=3,93; P<0,01$). Üridin (12,67 adet) grubundaki boğum sayısı kontrole (10,33 adet) göre daha yüksek görülmüştür. Bunu Ü+S (11,33 adet) takip etmiştir. Ü+A (10,33 adet) ve K+ (10,33 adet) eşit bulunmuştur, sırayla S (9,67 adet), A (9 adet) olarak devam etmiştir. İlaç kullanılması veya kullanılmaması boy ve boğum açısından önemli bir farklılık göstermemiştir.

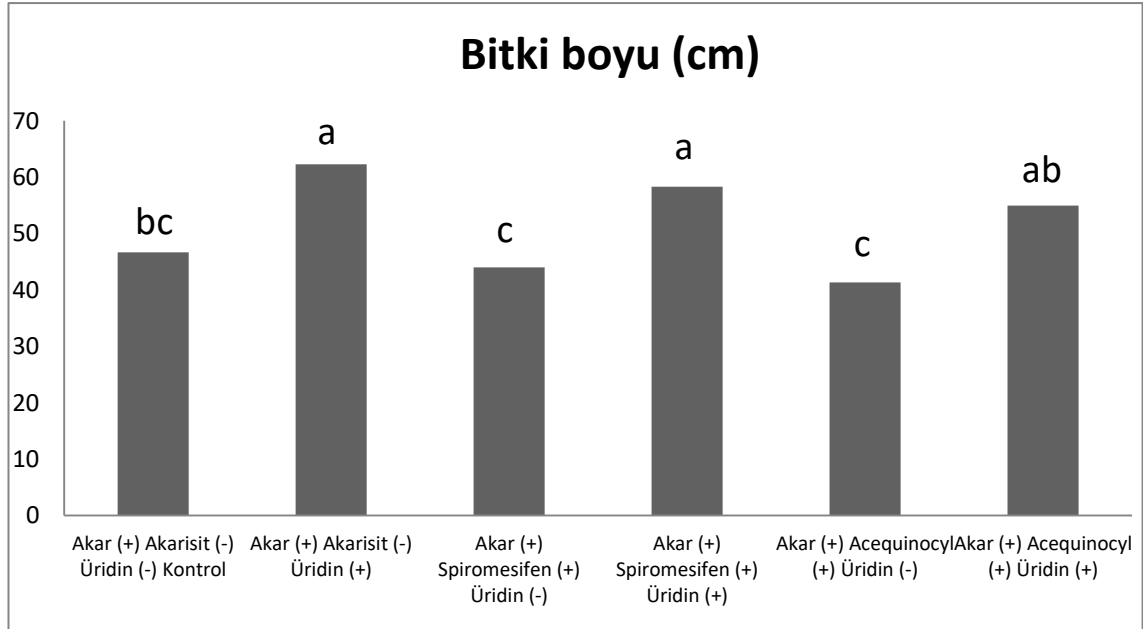
Şekil 4.11 incelendiğinde muamelelerin bitki boğum arası mesafesine olan etkileri istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur ($F_{5,12}=2,19; P=0,12$). Boğum arası mesafe incelendiğinde Ü muamele grubunda ortalama 4,92 cm iken bu değer K+ grubu bitkilerde ortalama 4,53 cm olarak tespit edilmiştir.

Klorofil miktarı açısından muameleler arasındaki farklılıklar Şekil 4.12'de verilmiştir. Farklılıklar alt yapraklar ve üst yapraklar olarak ayrılmıştır. Alt yapraklarda klorofil miktarı istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($F_{5,30}=11,86; P<0,01$). Üridin (29,11 mg/g YA) uygulamasında klorofil miktarında önemli bir düşüş görülmüştür. İlaç uygulaması klorofil miktarını önemli düzeyde arttırmıştır. Klorofil miktarını en fazla arttıran ilacın A (36,53 mg/g YA) olduğu gözlemlenmiştir. Üst yapraklarda fark istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($F_{5,30}=11,34; P<0,01$). Üridin eklenmesi alt yapraklarla

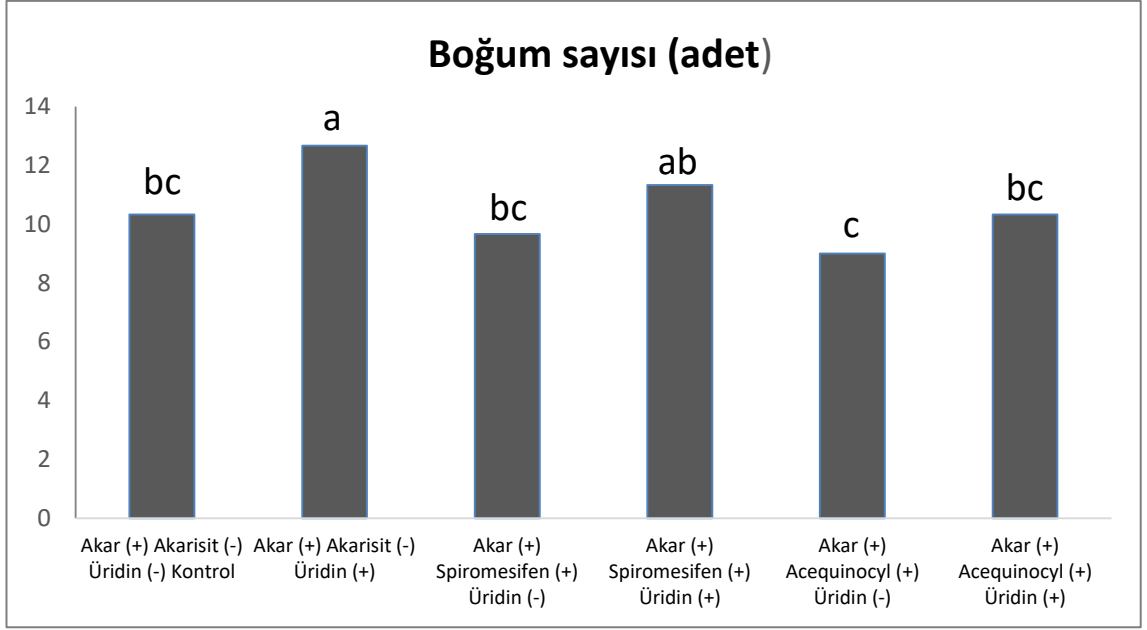
benzer olarak klorofil miktarını düşürmüştür. Ancak A (43,93 mg/g YA) ile Ü+A (43,43 mg/g YA) kombinasyonu incelendiğinde klorofil miktarının önemli seviyede değişmediği tespit edilmiştir.

Yaprak oransal su kapsamı açısından muameleler arası fark Şekil 4.13’de verilmiştir. Tabloya göre alt yapraklardaki muameleler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($F_{5,48}=2,12$; $P<0,01$). Alt yapraklarda en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri %76,02 ile Ü+A, en düşük yaprak oransal su içeriği %61,48 değeri ile K+ olmuştur, Üst yapraklar incelendiğinde muameleler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($F_{5,48}=1,52$; $P=0,20$). Değerlerin en yüksek %78,12 ile Ü+A, en düşük %68,07 değeri ile K+ olduğu tespit edilmiştir.

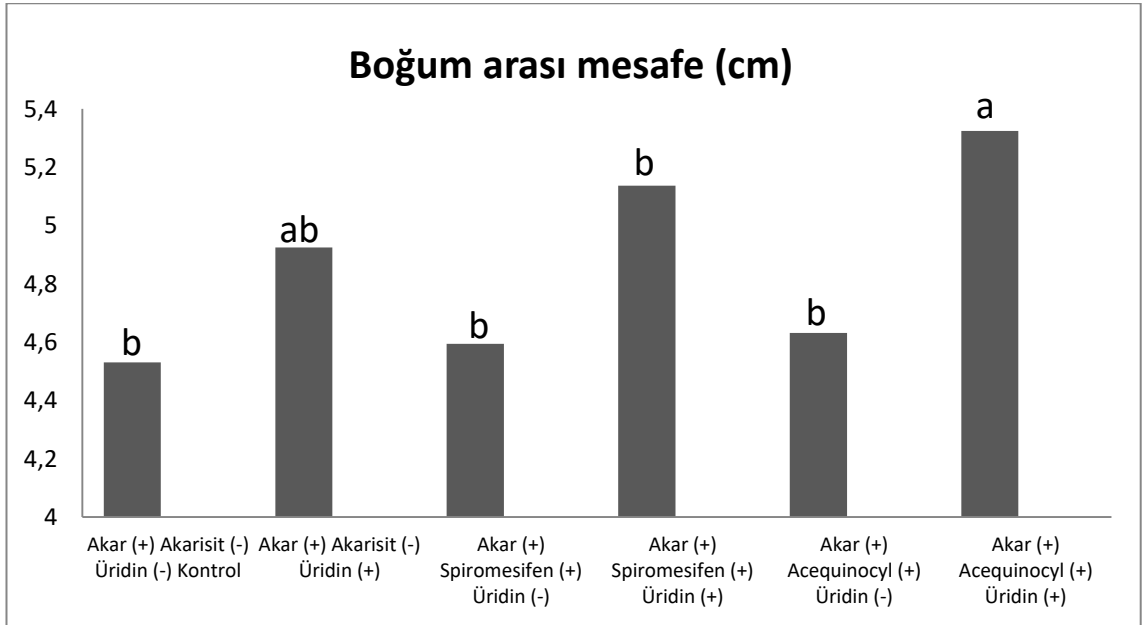
Farklı muamelelere bağlı olarak elde edilen sonuçlar alt yapraklarda turgor kaybı üzerine önemli etkilerinin olduğu saptanmış ve sonuçlar Şekil 4.14’de verilmiştir ($F_{5,48}=2,10$; $P<0,01$) Muameleler arasındaki fark alt yapraklarda K+ %35,99 ve Ü+A %22,20 arasında değişmiştir. Üst yapraklar incelendiğinde muameleler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($F_{5,48}=1,48$; $P=0,21$). Değerlerin %29,03 K+ ve %19,92 Ü+A arasında değiştiği tespit edilmiştir.



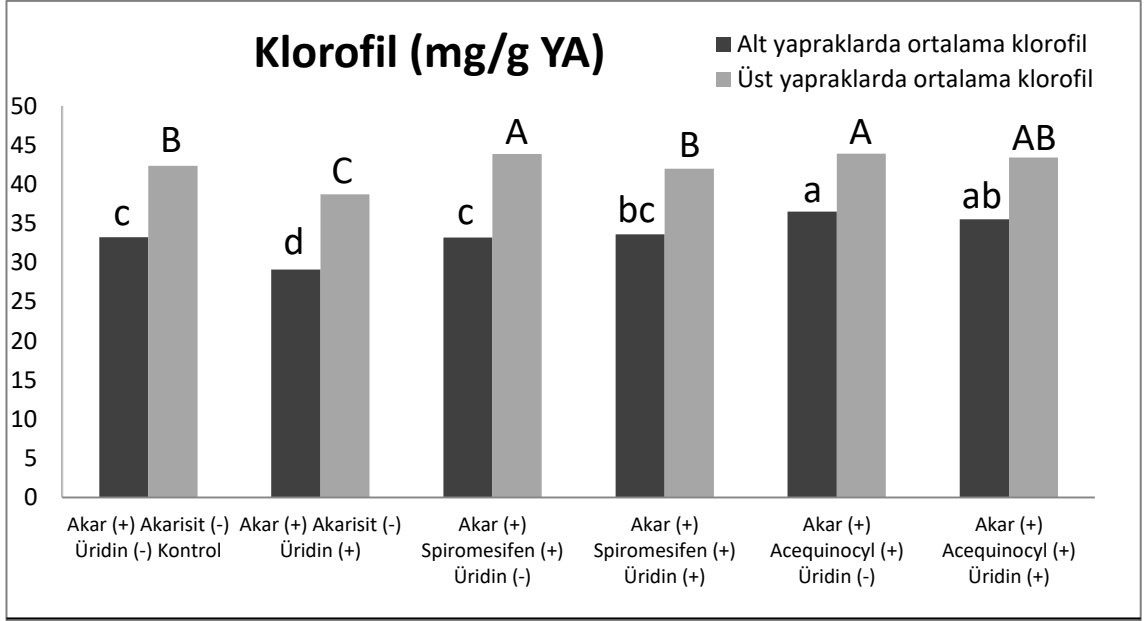
Şekil 4.9. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının bitki boyuna etkileri (Farklı harfler post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p<0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)



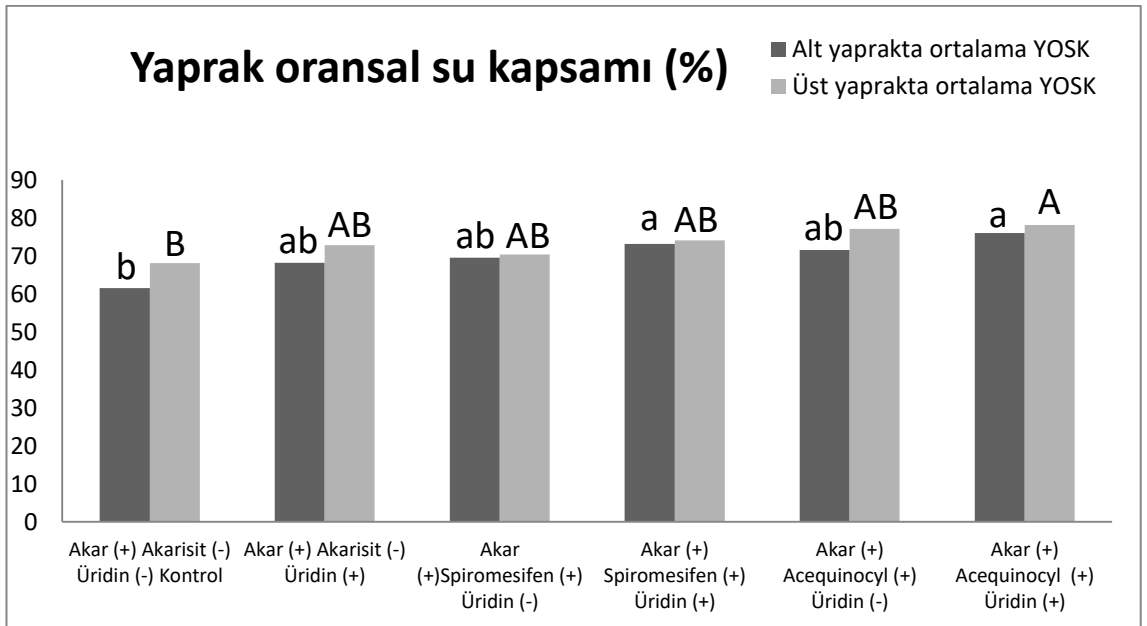
Şekil 4.10. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının boğum sayısına etkileri (Farklı harfler post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)



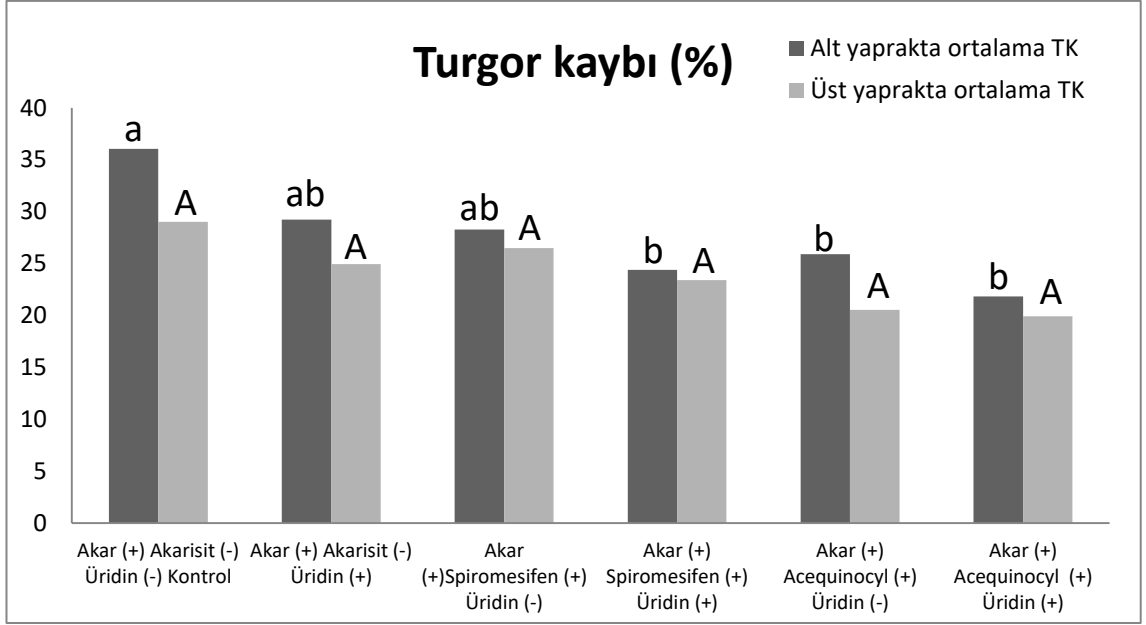
Şekil 4.11. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının boğum arası mesafesine etkileri



Şekil 4.12. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının klorofil miktarına etkileri. (Farklı küçük harfler (alt yapraklar için) ve büyük harfler (üst yapraklar için) post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)



Şekil 4.13. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının yaprak oransal su kapsamına etkileri (Farklı küçük harfler (alt yapraklar için) post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)



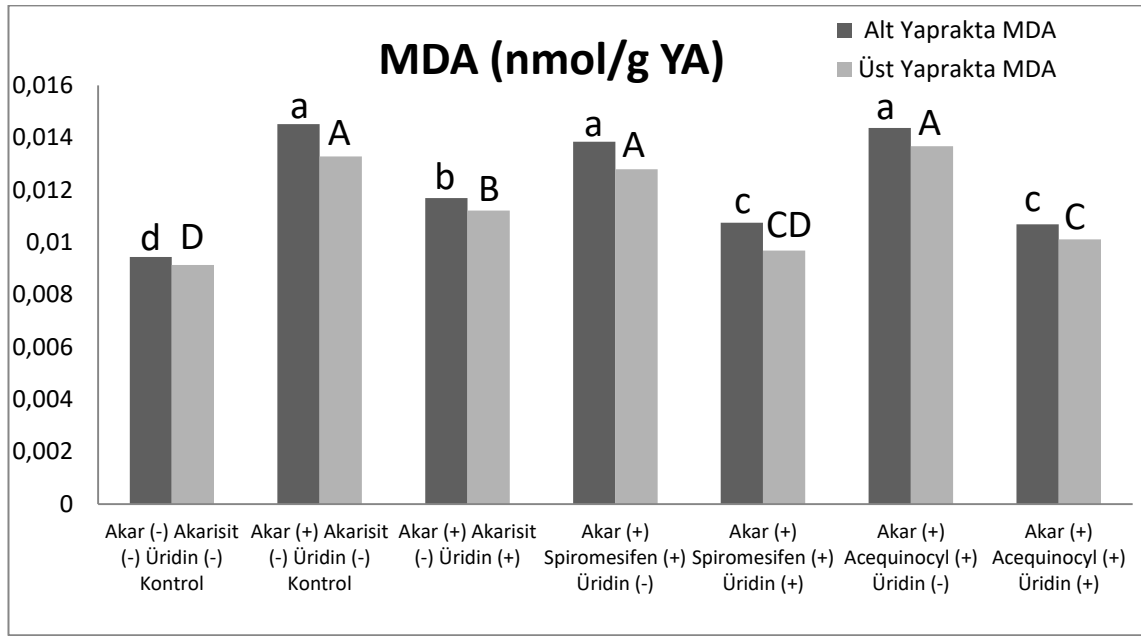
Şekil 4.14. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının turgor kaybına etkileri (Farklı küçük harfler (alt yapraklar için) post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)

4.3.2. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının malondialdehit, glutatyon, askorbik asit, katalaz, askorbat peroksidaz ve süperoksit dismutaz analizlerine etkileri

Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının domates yaprağında malondialdehit (MDA) miktarında meydana gelen değişimler Şekil 4.20'de yer almaktadır.

İstatistiksel analiz sonuçları değerlendirildiğinde alt yapraklardaki muameleler arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($F_{6,14}=50,29$; $P < 0,01$). En yüksek MDA miktarı 0,0145 nmol/g YA ile akar uygulaması yapılan K+ grubu bitkilerinde belirlenmiştir. Bunu sırasıyla 0,0143 nmol/g YA A, 0,0138 nmol/g YA S, 0,0117 nmol/g YA Ü, 0,0107 nmol/g YA Ü+S, 0,0106 nmol/g YA Ü+A grupları takip etmiş olup, en düşük MDA miktarı K- bitkilerinde (0,0094 nmol/g YA) tespit edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde akarisit kombinasyonlarına üridin eklenmesi MDA miktarında düşüş sağlamıştır. Üst yapraklardaki muamele grupları incelendiğinde fark alt yapraklardaki gibi önemli bulunmuştur ($F_{6,14}=36,56$; $P < 0,01$). Muameleler arasındaki fark şekil 4.4.1'de net bir şekilde görülmüştür. Üst yapraklarda farklı olarak en yüksek MDA

miktarı 0,0136 nmol/g YA ile A'de görülmüştür. Ardından 0,0132 nmol/g YA ile K+ gelmiştir. Değerler 0,0136 nmol/g YA ile 0,0091 nmol/g YA arasında değişmiştir. A (0,0136 nmol/g YA) grubunda artış gösteren MDA miktarı hiçbir muamele yapılmayan K- (0,0091 nmol/g YA) grubunda ani bir düşüş göstermiştir. Bu değerler Ü+S (0,0096 nmol/g YA) ve Ü+A (0,0101 nmol/g YA) muamelelerinde istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

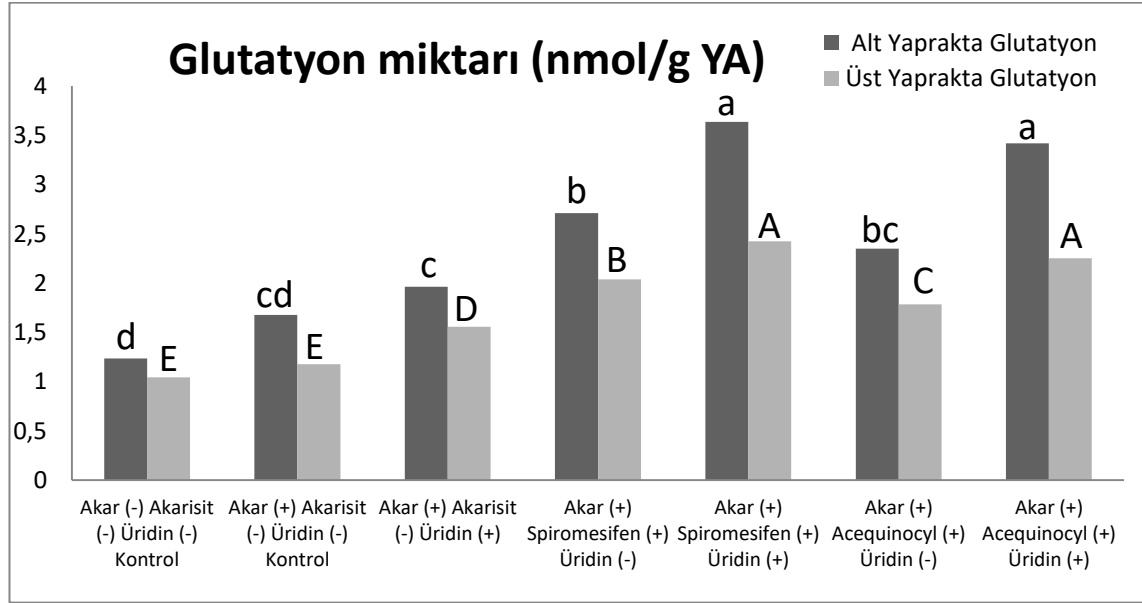


Şekil 4.20. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının MDA miktarında meydana getirdiği değişimler (Farklı küçük harfler (alt yapraklar için) ve büyük harfler (üst yapraklar için) post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)

Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının domates yaprağında glutasyon miktarında meydana gelen değişimler Şekil 4.18'da yer almaktadır.

İstatistiksel analiz sonuçları değerlendirildiğinde alt yapraklardaki muameleler arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($F_{6,14} = 15,62$; $P < 0,01$). En yüksek glutasyon miktarı 3,63 mol/g YA ile üridin uygulaması yapılan Ü+S grubu bitkilerinde belirlenmiştir. Bunu sırasıyla 3,41 mol/g YA Ü+A, 2,71 mol/g YA S, 2,35 mol/g YA A, 1,96 nmol/g YA Ü, 1,67 mol/g YA ile K+ grupları takip etmiş olup, en düşük glutasyon miktarı K- bitkilerinde (1,23 mol/g YA) tespit edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde akarisit uygulanan kombinasyonlara üridin eklenmesi glutasyon miktarında artışa neden olmuştur. Üst yapraklardaki muamele grupları incelendiğinde

fark alt yapraklardaki gibi önemli bulunmuştur ($F_{6,14}=67,867$; $P<0,01$). Üst yapraklarda farklı olarak en yüksek glutatyon miktarı 2,42 mol/g YA ile Ü+S'de görülmüştür. Ardından 2,25 mol/g YA ile Ü+A gelmiştir. Değerler 2,42 mol/g YA ile 1,04 mol/g YA arasında değişmiştir. Ü+S grubunda artış gösteren glutatyon miktarı hiçbir muamele yapılmayan K- grubunda ani bir düşüş göstermiştir.

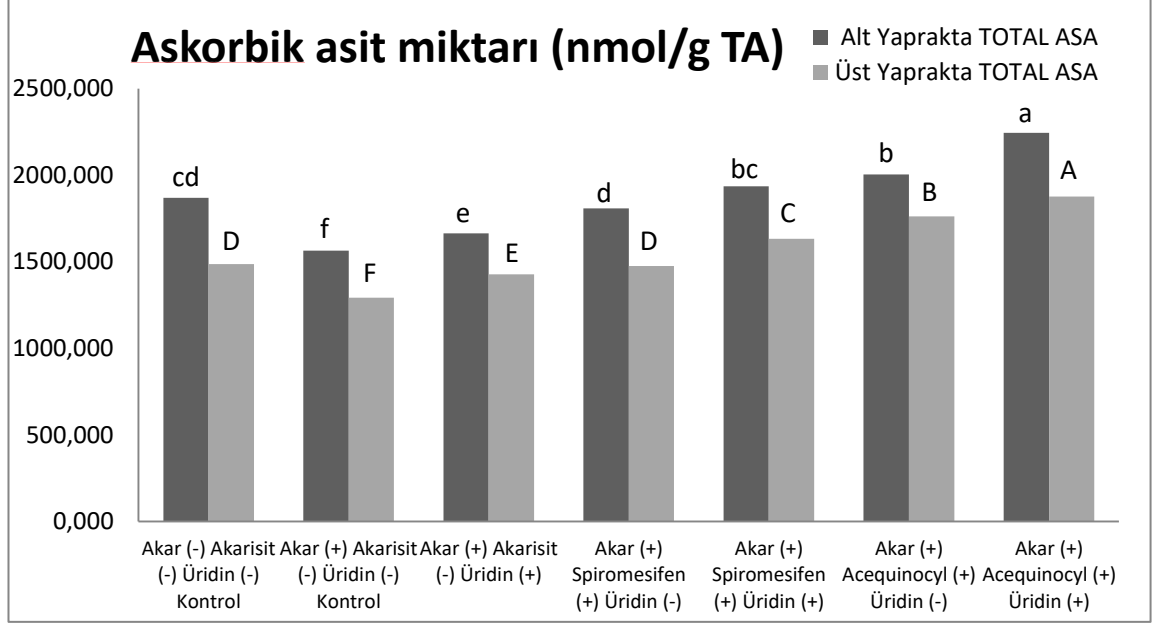


Şekil 4.18. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının glutatyon miktarında meydana getirdiği değişimler (Farklı küçük harfler (alt yapraklar için) ve büyük harfler (üst yapraklar için) post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p<0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)

Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının domates yaprağında askorbik asit miktarında (AsA) meydana gelen değişimler Şekil 4.19'de yer almaktadır.

Toplam AsA'nın istatistiksel analiz sonuçları değerlendirildiğinde alt yapraklardaki muameleler arasındaki fark istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($F_{6,14}=59,74$; $P<0,01$). En yüksek AsA miktarı 2245,64 mol/g TA ile Ü+A'de, en düşük AsA miktarı ise 1564,16 mol/g TA ile K+'da tespit edilmiştir. Domates bitkisinin alt bölgesindeki yapraklarında AsA miktarı, akarazitlerin üridinle kombine edildiği kombinasyonlarda artmıştır. Üst yapraklardaki muamele grupları incelendiğinde AsA miktarı açısından fark alt yapraktaki gibi önemli bulunmuştur ($F_{6,14}=83,16$; $P<0,01$). En yüksek AsA miktarı 2061,71 mol/g TA ile Ü+A ölçülmüştür. Bunu sırasıyla 1883,59 mol/g TA ile A, 1784,86

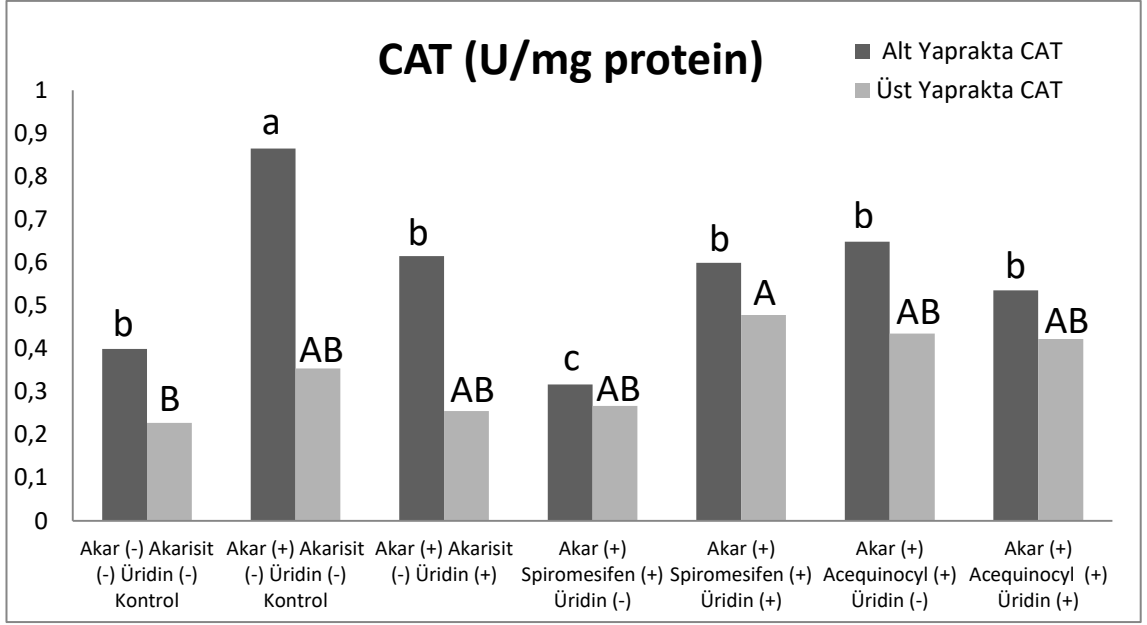
mol/g TA Ü+S mol/g TA, 1678,38 mol/g TA ile K-, 1641,59 mol/g TA ile S, 1546,73 mol/g TA ile Ü, 1428,63 mol/g TA ile K+ takip etmiştir.



Şekil 4.19. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının askorbik asit miktarında meydana getirdiği değişimler (Farklı küçük harfler (alt yapraklar için) ve büyük harfler (üst yapraklar için) post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)

Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının domates yaprağında katalaz (CAT) aktivitesinde meydana gelen değişimler Şekil 4.15'de yer almaktadır.

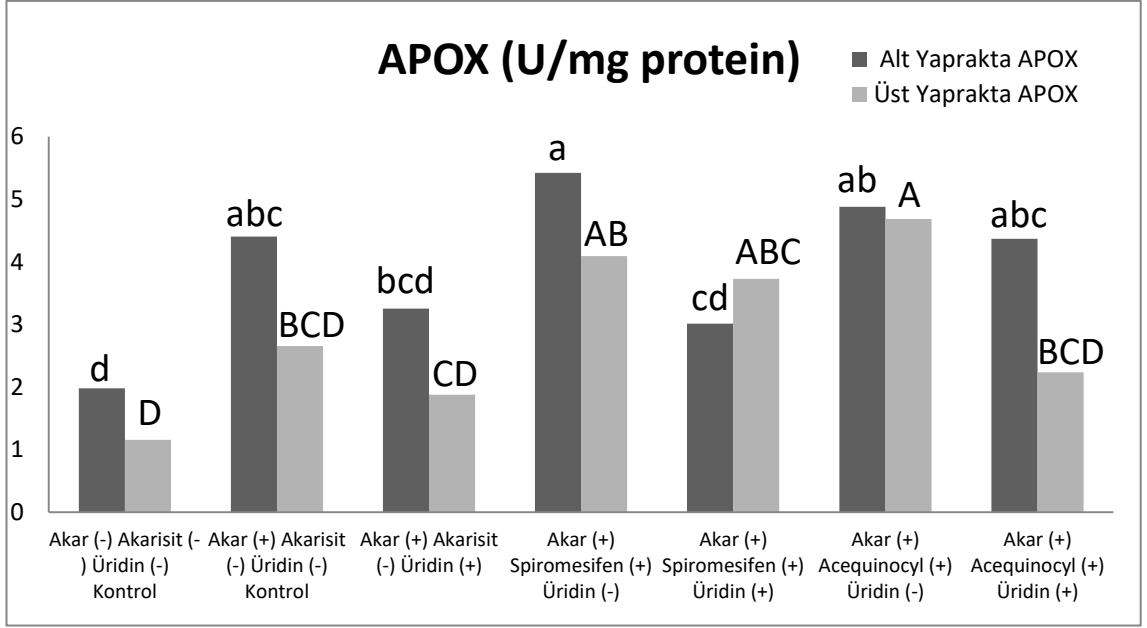
Sonuçlar değerlendirildiğinde muameleler arasında anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($F_{6,14}=11,76$; $P < 0,01$). Kombinasyonlar hiçbir muamele yapılmayan K- (0,39 U/mg protein) grubuyla kıyaslandığında en yüksek CAT aktivitesi üridin uygulanmayan K+ (0,86 U/mg protein) grubunda tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla A (0,64 U/mg protein), Ü (0,61 U/mg protein), Ü+S (0,59 U/mg protein), Ü+A (0,53 U/mg protein), S (0,31 U/mg protein) takip etmiştir. Üst yapraklardaki muamele grupları incelendiğinde alt yapraklardaki muamelelere kıyasla farkın istatistiksel anlamda önemsiz olduğu görülmüştür ($F_{6,14}=1,89$; $P=0,15$). CAT aktivite değerlerinin 0,47 U/mg protein (Ü+P) ile 0,22 U/mg protein (K-) arasında değiştiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.15. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının CAT aktivitesinde meydana getirdiği değişimler (Farklı küçük harfler (alt yapraklar için) post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)

Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının domates yaprağında askorbat peroxidaz (APOX) aktivitesinde meydana gelen değişimler Şekil 4.16'da yer almaktadır.

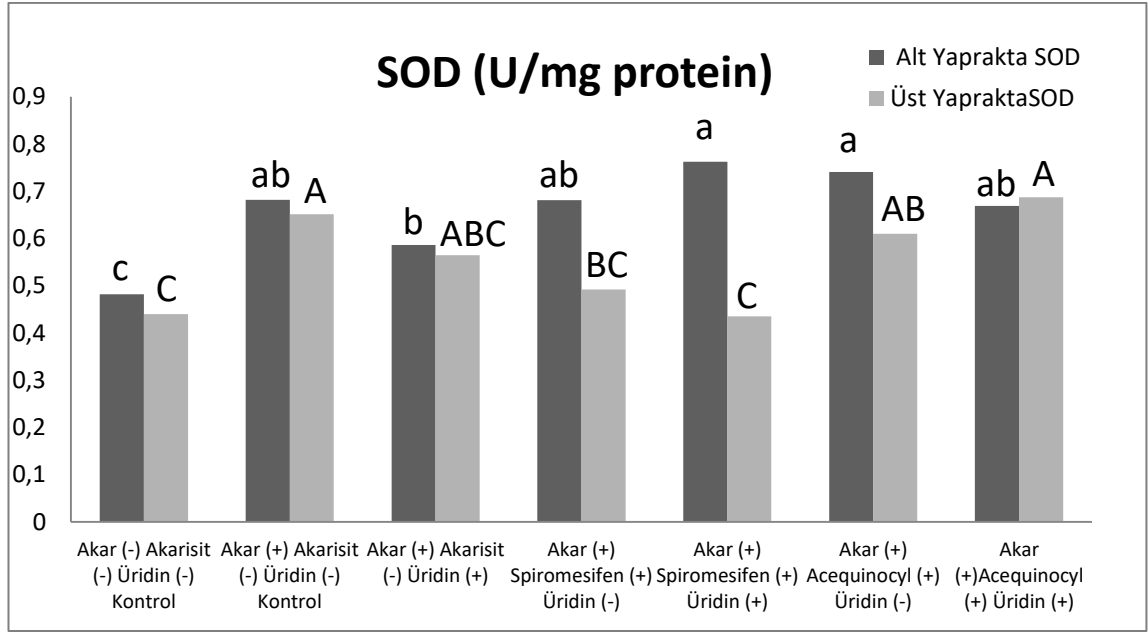
Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde alt yapraklarda muameleler arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($F_{6,14}=5,07$; $P < 0,01$). APOX aktivitesinde değerler en yüksek S bitkisinde (5,42 U/mg protein), en düşük hiçbir muamele yapılmayan K- bitkisinde (1,98 U/mg protein) tespit edilmiştir. Tüm muamele gruplarında üridin eklenmesi APOX aktivitesini düşürmüştür. Üst yapraklardaki muamele grupları arasındaki fark incelendiğinde alt yapraklardaki gibi önemli bulunmuştur ($F_{6,14}=4,40$; $P < 0,01$). Üst yapraklarda farklı olarak en yüksek APOX aktivitesi 4,68 U/mg protein ile A'de görülmüştür. Bunu 4,09 U/mg protein ile S, 3,72 U/mg protein ile Ü+S, 2,65 U/mg protein ile K+, 2,23 U/mg protein ile Ü+A, 1,87 U/mg protein ile Ü, 1,15 U/mg protein ile K- takip etmiştir.



Şekil 4.16. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının APOX aktivitesinde meydana getirdiği değişimler (Farklı küçük harfler (alt yapraklar için) ve büyük harfler (üst yapraklar için) post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)

Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının domates yaprağında süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinde meydana gelen değişimler Şekil 4.17'de yer almaktadır.

Sonuçlar değerlendirildiğinde muameleler arasında istatistiksel anlam ifade edecek derecede farklılık olduğu tespit edilmiştir ($F_{6,14}=5,83$; $P < 0,01$). SOD aktivite sonuçları değerlendirildiğinde en düşük aktiviteye 0,48 U/mg protein ile K- grubunda rastlanmıştır. Diğer muamele grupları incelendiğinde K+ (0,68 U/mg protein), S (0,68 U/mg protein), gruplarının aktivitelerinin eşit olduğu ve bunu en yüksek aktiviteyle Ü+S (0,76 U/mg protein) A (0,74 U/mg protein), Ü+A (0,66 U/mg protein) ve Ü (0,58 U/mg protein)'in takip ettiği görülmüştür. Üst yapraklardaki muamele grupları incelendiğinde fark alt yapraklardaki gibi önemli bulunmuştur ($F_{6,14}=2,78$; $P < 0,01$). Üst yapraklarda farklı olarak en yüksek SOD aktivitesi 0,68 U/mg protein ile Ü+A'de görülmüştür. Bunu 0,65 U/mg protein ile K+, 0,61 U/mg protein ile A, 0,56 U/mg protein ile Ü, 0,49 U/mg protein ile Ü+S, 0,44 U/mg protein ile K-, 0,43 U/mg protein ile S takip etmiştir.



Şekil 4.17. Acequinocyl, spiromesifen ve üridin kombinasyonlarının SOD aktivitesinde meydana getirdiği değişimler (Farklı küçük harfler (alt yapraklar için) ve büyük harfler (üst yapraklar için) post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)

4.4. Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının fizyolojik parametrelere etkileri

4.4.1. Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının bitki boyu, boğum sayısı, boğum arası mesafesi, klorofil miktarı, yaprak oransal su kapsamı (YOSK) ve turgor kaybı (TK)'na etkileri

Farklı muamelelerin bitki boyuna etkileri Şekil 4.21'de verilmiştir ve muameleler arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($F_{5,12} = 2,58$; $P < 0,01$). Üridin (81,66 cm) grubundaki bitkilerin boyları kontrole (61,00 cm) göre daha yüksek görülmüştür. Bunu Ü+AB (67,33 cm) takip etmiştir. Ü+P (61,00 cm) ve K+ (61,00 cm) eşit bulunmuştur sırayla P (53,00 cm), AB (48,66 cm) olarak devam etmiştir. Bu sonuçlar bitki boğum sayısı üzerine akarlar kadar akarisitlerinde olumsuz etki yarattığını göstermektedir. Üridin eklemesiyle bu olumsuz etki tersine çevrilmiştir.

Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının bitki boğum sayısı üzerine etkileri istatistiki anlamda önemsiz ($F_{5,12} = 0,75$; $P = 0,60$) bulunmuştur (Şekil 4.22). Boğum sayısı en yüksek bitkiler Ü (11,33 adet) muamelelerinde ve boğum sayısı en düşük bitkiler

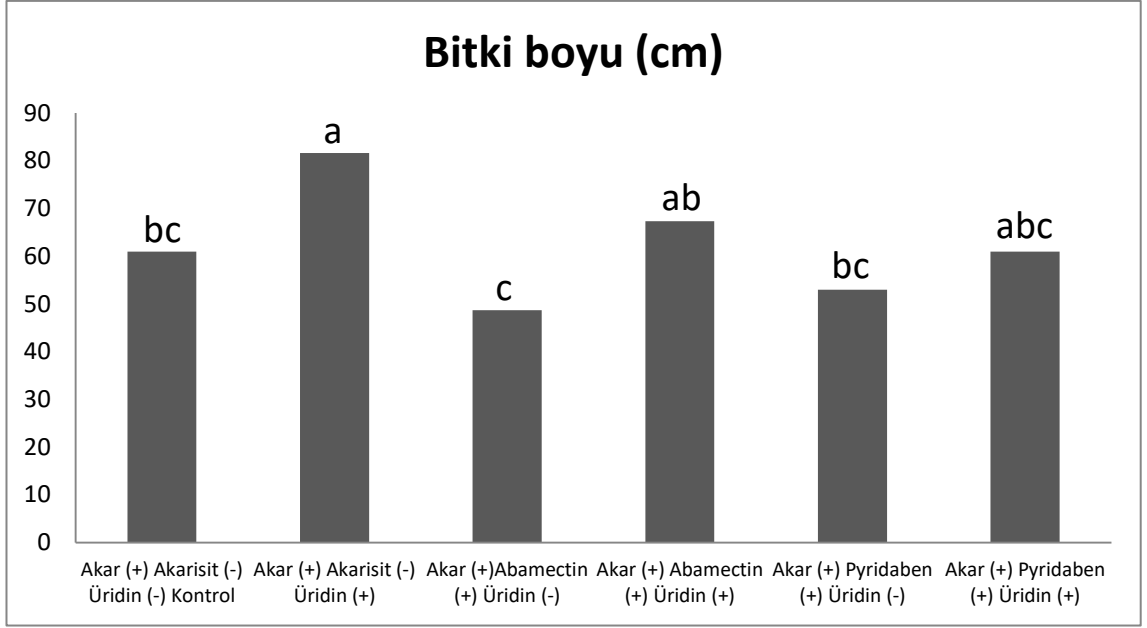
ise AB (9,33 adet) ve P (9 adet) muamelelerinde gözlemlenmiştir. Her iki üridin+akarisit ile kombine edildiğinde bitki boğum sayısı sadece akarisit uygulananlara göre artmıştır. İlaç kullanılması veya kullanılmaması boy ve boğum açısından önemli bir farklılık göstermemiştir.

Farklı muamelelere bağlı olarak elde edilen sonuçların bitki boğum arası mesafesine önemli bir etkisi olmadığı saptanmış ve sonuçlar Şekil 4.23’de verilmiştir ($F 5,12=0,55$; $P=0,73$). Boğum arası mesafe incelendiğinde Ü muamele grubunda ortalama 6,01 cm iken bu değer K+ grubu bitkilerde ortalama 5,63 cm olarak tespit edilmiştir.

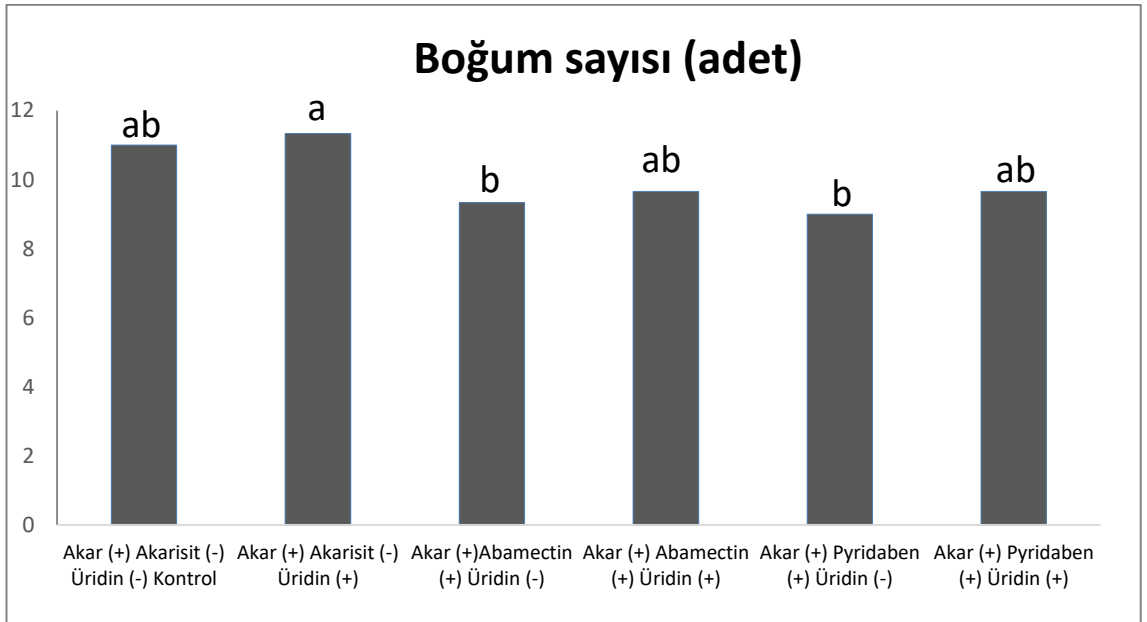
Klorofil miktarı açısından muameleler arasındaki farklılıklar alt yapraklar ve üst yapraklar olarak ayrılmıştır ve bu sonuçlar Şekil 4.24’de verilmiştir. Alt yapraklarda klorofil miktarı istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($F 5,30=2,3096$; $P<0,01$). Üridin (36,90 mg/g YA) uygulamasında klorofil miktarında önemli bir düşüş görülmüştür. İlaç uygulaması klorofil miktarını önemli düzeyde arttırmıştır. Klorofil miktarını en fazla arttıran ilacın P (37,18 mg/g YA) olduğu gözlemlenmiştir. Üst yapraklarda fark istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($F 5,30=4,51$; $P<0,01$). Üridin eklenmesi alt yapraklarla benzer olarak klorofil miktarını düşürmüştür. Ancak P (44,80 mg/g YA) ile Ü+P (44,85 mg/g YA) kombinasyonu incelendiğinde klorofil miktarının önemli seviyede değişmediği tespit edilmiştir.

Yaprak oransal su kapsamı açısından muameleler arası fark Şekil 4.25’de verilmiştir. Tabloya göre alt ve üst yapraklarda muameleler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($F 5,48=6,30$; $P<0,01$) ($F 5,48=4,21$; $P<0,01$). Alt yapraklarda en yüksek yaprak oransal su içeriği değeri % 70,05 ile Ü+AB, en düşük yaprak oransal su içeriği % 56,28 değeri ile K+ olmuştur, bunu üst yapraklarda da % 71,36 ile Ü+AB, % 58,51 değeri ile K+ takip etmiştir.

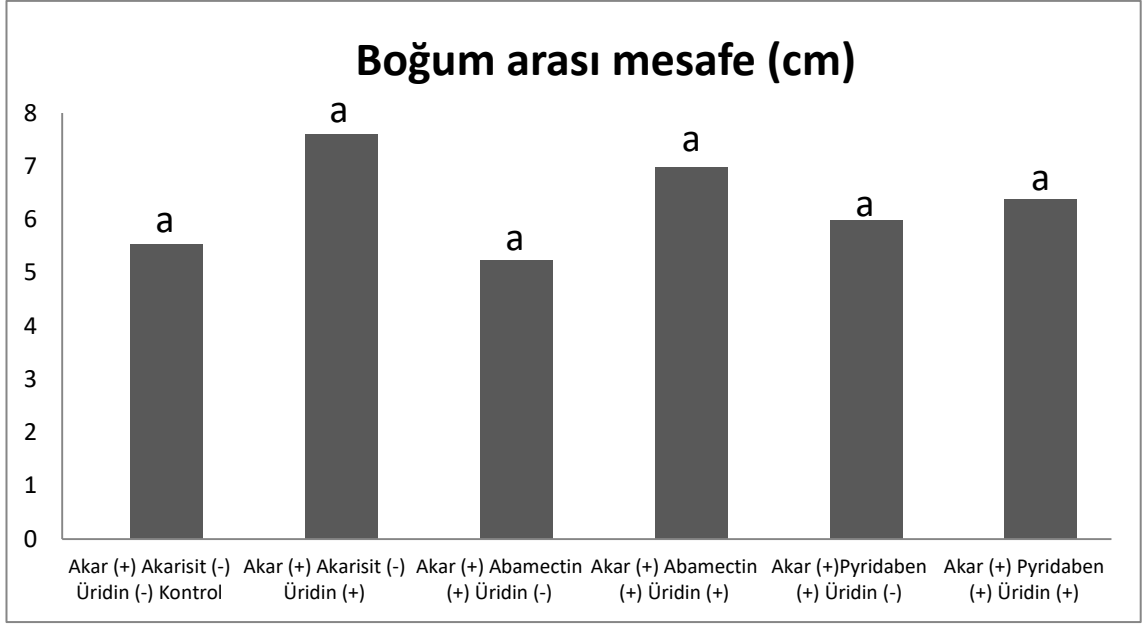
Şekil 4.26 incelendiğinde muamelelerin alt ve üst yapraklardaki turgor kaybı üzerine etkileri istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($F 5,48=5,77$; $P<0,01$) ($F 5,48=4,24$; $P<0,01$). Muameleler arasındaki fark alt yapraklarda K+ %39,41 ve Ü+AB %27,21 arasında değişmiştir. Bu oran üst yapraklarda %38,23 K+ ve Ü+AB %26,14 olmuştur.



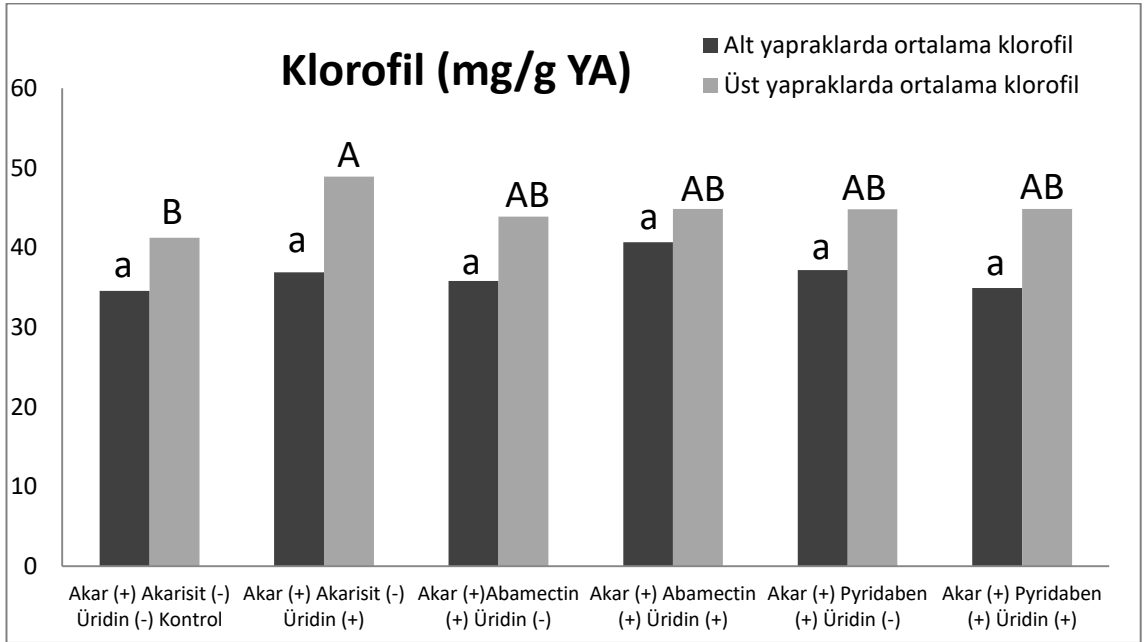
Şekil 4.21. Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının bitki boyuna etkileri (Farklı harfler post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)



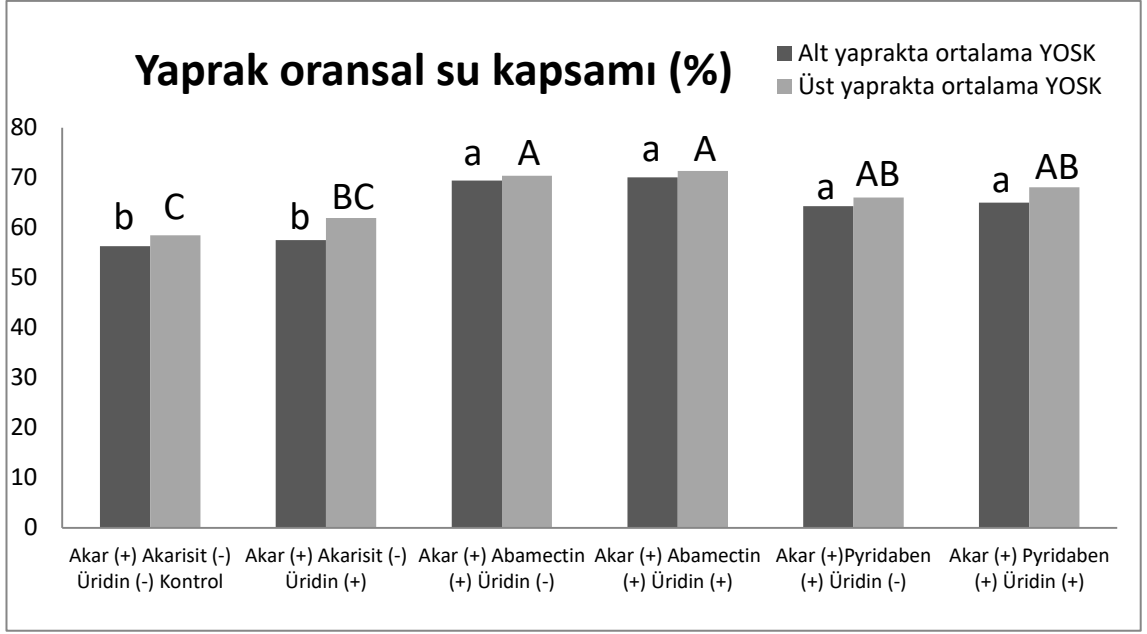
Şekil 4.22. Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının boğum sayısına etkileri



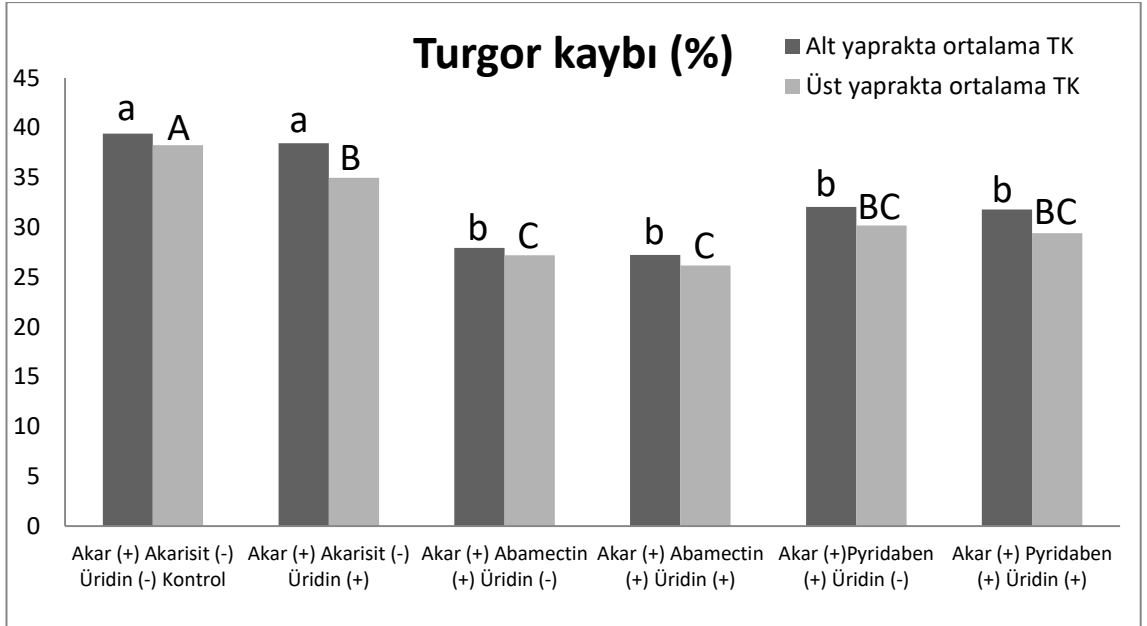
Şekil 4.23. Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının boğum arası mesafesine etkileri



Şekil 4.24. Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının klorofil miktarına etkileri (Farklı küçük harfler (alt yapraklar için) ve büyük harfler (üst yapraklar için) post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)



Şekil 4.25. Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının yaprak oransal su kapsamına etkileri (Farklı küçük harfler (alt yapraklar için) ve büyük harfler (üst yapraklar için) post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)

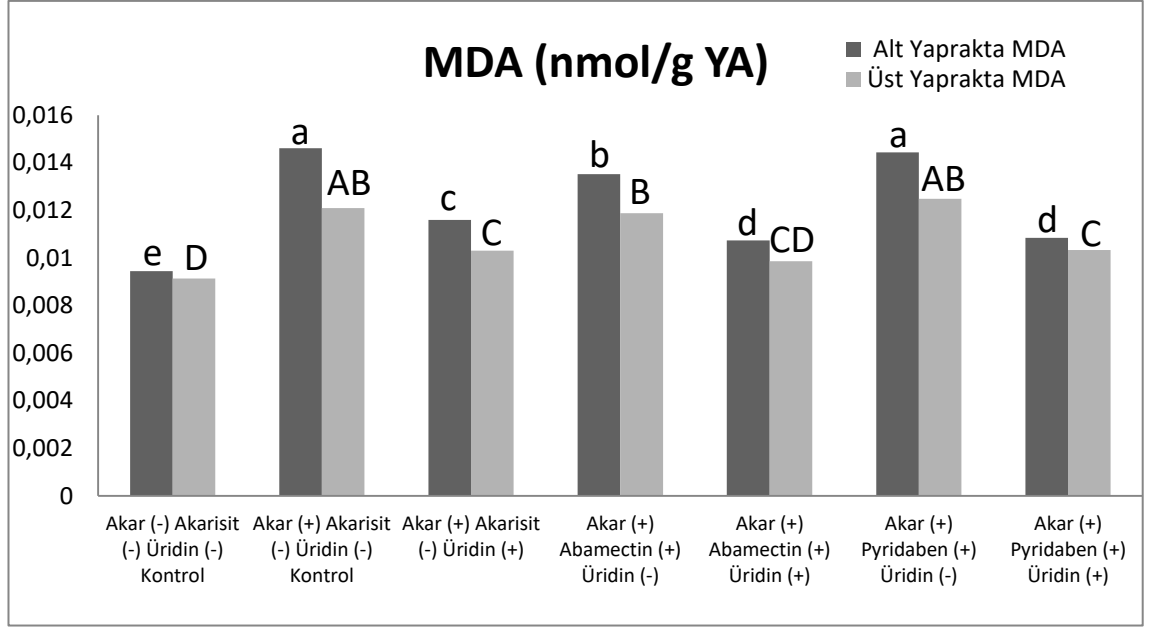


Şekil 4.26. Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının turgor kaybına etkileri (Farklı küçük harfler (alt yapraklar için) ve büyük harfler (üst yapraklar için) post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)

4.4.2. Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının malondialdehit, glutatyon, askorbik asit, katalaz, askorbat peroksidaz ve süperoksit dismutaz analizlerine etkileri

Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının domates yaprağında malondialdehit (MDA) miktarında meydana gelen değişimler Şekil 4.32’de yer almaktadır.

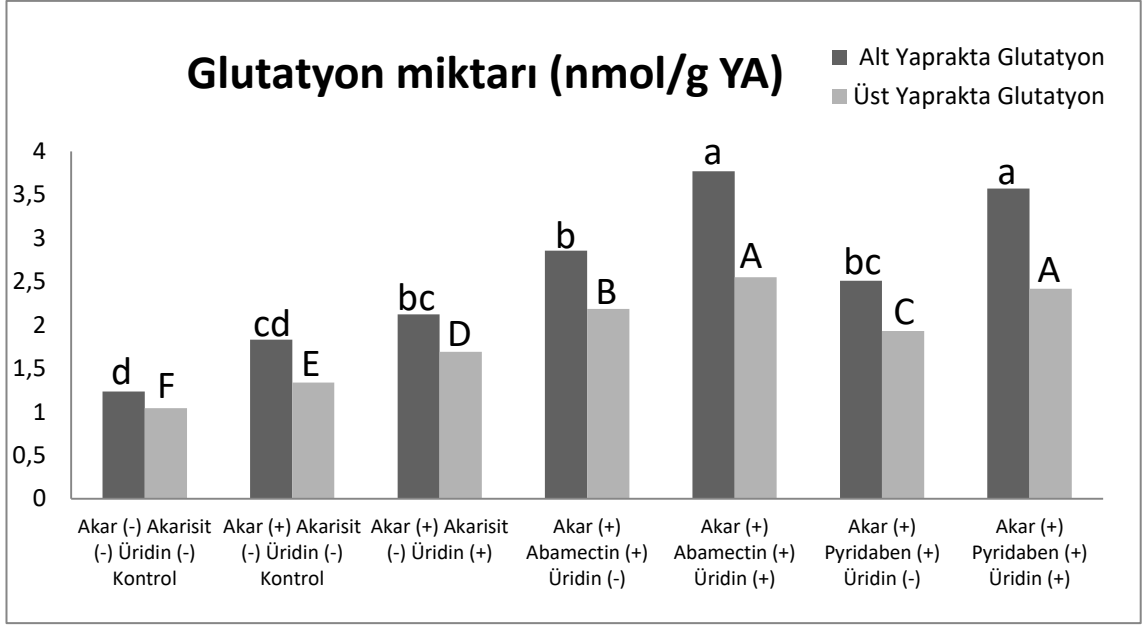
İstatistiksel analiz sonuçları değerlendirildiğinde alt yapraklardaki muameleler arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($F_{6,14}=81,82$; $P<0,01$). En yüksek MDA miktarı 0,0146 nmol/g YA ile akar uygulaması yapılan K grubu bitkilerinde belirlenmiştir. Bunu sırasıyla 0,0144 nmol/g YA P, 0,0135 nmol/g YA AB, 0,0116 nmol/g YA Ü, 0,0108 nmol/g YA Ü+P, 0,0107 nmol/g YA Ü+AB grupları takip etmiş olup, en düşük MDA miktarı K- bitkilerinde (0,0094 nmol/g YA) tespit edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde akarisit kombinasyonlarına üridin eklenmesi MDA miktarında düşüş sağlamıştır. Üst yapraklardaki muamele grupları incelendiğinde fark alt yapraklardaki gibi önemli bulunmuştur ($F_{6,14}=39,86$; $P<0,01$). Muameleler arasındaki fark Şekil 4.6.1’de net bir şekilde görülmüştür. Üst yapraklarda farklı olarak en yüksek MDA miktarı 0,0124 nmol/g YA ile P’de görülmüştür. Ardından 0,0118 nmol/g YA ile AB gelmiştir. Değerler 0,0124 nmol/g YA ile 0,0091 nmol/g YA arasında değişmiştir. P grubunda artış gösteren MDA miktarı hiçbir muamele yapılmayan K- grubunda ani bir düşüş göstermiştir.



Şekil 4.32. Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının MDA aktivitesinde meydana getirdiği değişimler (Farklı küçük harfler (alt yapraklar için) ve büyük harfler (üst yapraklar için) post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)

Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının domates yaprağında glutatyon miktarında meydana gelen değişimler Şekil 4.30'de yer almaktadır.

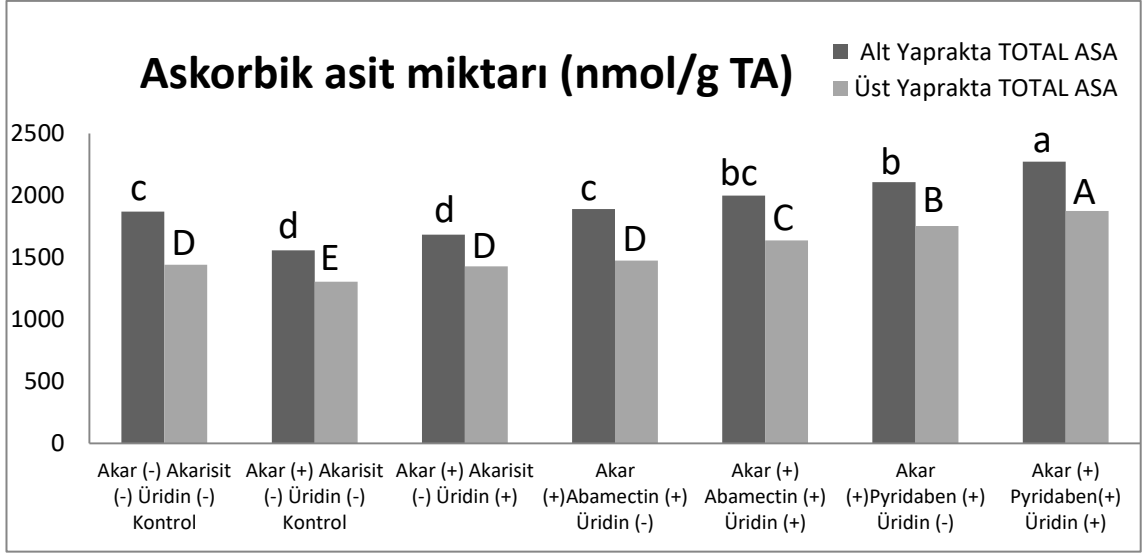
İstatistiksel analiz sonuçları değerlendirildiğinde alt yapraklardaki muameleler arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($F_{6,14}=15,51$; $P < 0,01$). En yüksek glutatyon miktarı 3,72 mol/g YA ile üridin uygulaması yapılan Ü+AB grubu bitkilerinde belirlenmiştir. Bunu sırasıyla 3,57 mol/g YA Ü+P, 2,85 mol/g YA AB, 2,51 mol/g YA P, 2,12 mol/g YA Ü, 1,83 mol/g YA K+ grupları takip etmiş olup, en düşük glutatyon miktarı K- bitkilerinde (1,23 mol/g YA) tespit edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde akarisit uygulanan kombinasyonlara üridin eklenmesi glutatyon miktarında artışa neden olmuştur. Üst yapraklardaki muamele grupları incelendiğinde fark alt yapraklardaki gibi önemli bulunmuştur ($F_{6,14}=86,08$; $P < 0,01$). Üst yapraklarda benzer olarak en yüksek glutatyon miktarı 2,55 mol/g YA ile Ü+AB'de görülmüştür. Ardından 2,41 mol/g YA ile Ü+P gelmiştir. Ü+AB grubunda artış gösteren glutatyon miktarı hiçbir muamele yapılmayan K- grubunda ani bir düşüş göstermiştir. Değerler 2,55 mol/g YA ile 1,04 mol/g YA arasında değişmiştir.



Şekil 4.30. Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının glutasyon miktarında meydana getirdiği değişimler (Farklı küçük harfler (alt yapraklar için) ve büyük harfler (üst yapraklar için) post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)

Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının domates yaprağında askorbik asit miktarında meydana gelen değişimler Şekil 4.31'de yer almaktadır.

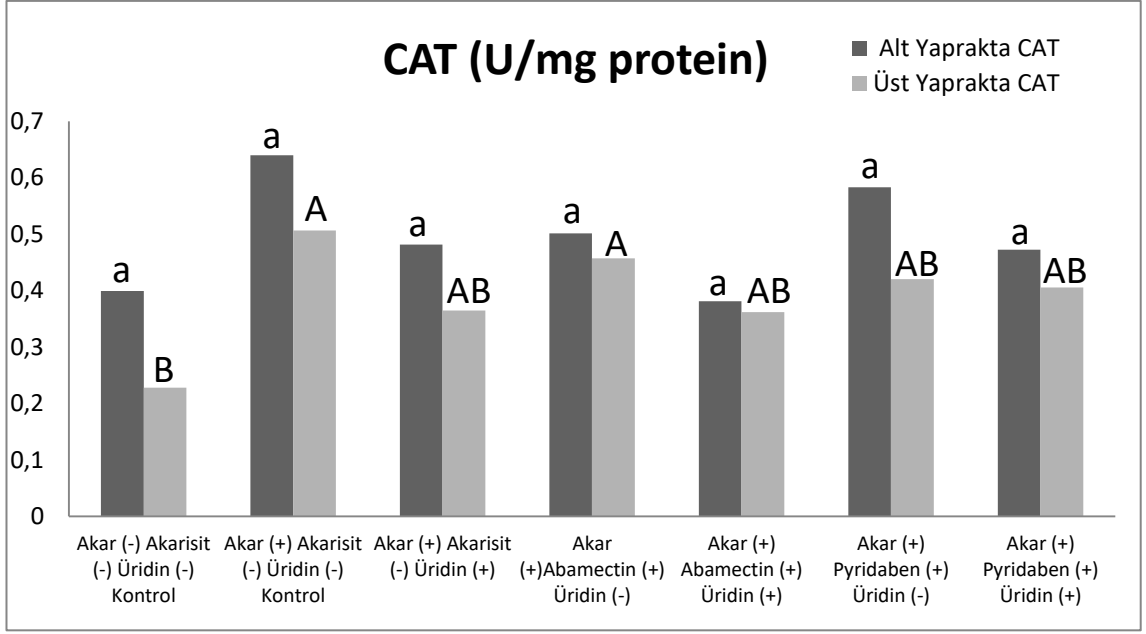
Toplam AsA'nın istatistiksel analiz sonuçları değerlendirildiğinde alt yapraklardaki muameleler arasındaki fark istatistiki anlamda önemli bulunmuştur ($F_{6,14}=32,84$; $P < 0,01$). En yüksek AsA miktarı 2272,74 mol/g TA ile Ü+P'de, en düşük AsA miktarı ise 1556,41 mol/g TA ile K+'da tespit edilmiştir. Domates bitkisinin alt bölgesindeki yapraklarında AsA miktarı, akarazitlerin üridinle kombine edildiği kombinasyonlarda artmıştır. Üst yapraklardaki muamele grupları incelendiğinde AsA miktarı açısından fark alt yapraktaki gibi önemli bulunmuştur ($F_{6,14}=62,28$; $P < 0,01$). En yüksek AsA miktarı 1873,92 mol/g TA ile Ü+P görülmüştür. Bu sırayı 1753,89 mol/g TA ile P, 1637,72 mol/g TA Ü+AB, 1475,1 mol/g TA ile AB, 1442,09 mol/g TA ile K-, 1428,63 mol/g TA ile Ü, 1304,73 mol/g TA ile K+ takip etmiştir.



Şekil 4.31. Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının askorbik asit miktarında meydana getirdiği değişimler (Farklı küçük harfler (alt yapraklar için) ve büyük harfler (üst yapraklar için) post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)

Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının domates yaprağında katalaz (CAT) aktivitesinde meydana gelen değişimler Şekil 4.27'de yer almaktadır.

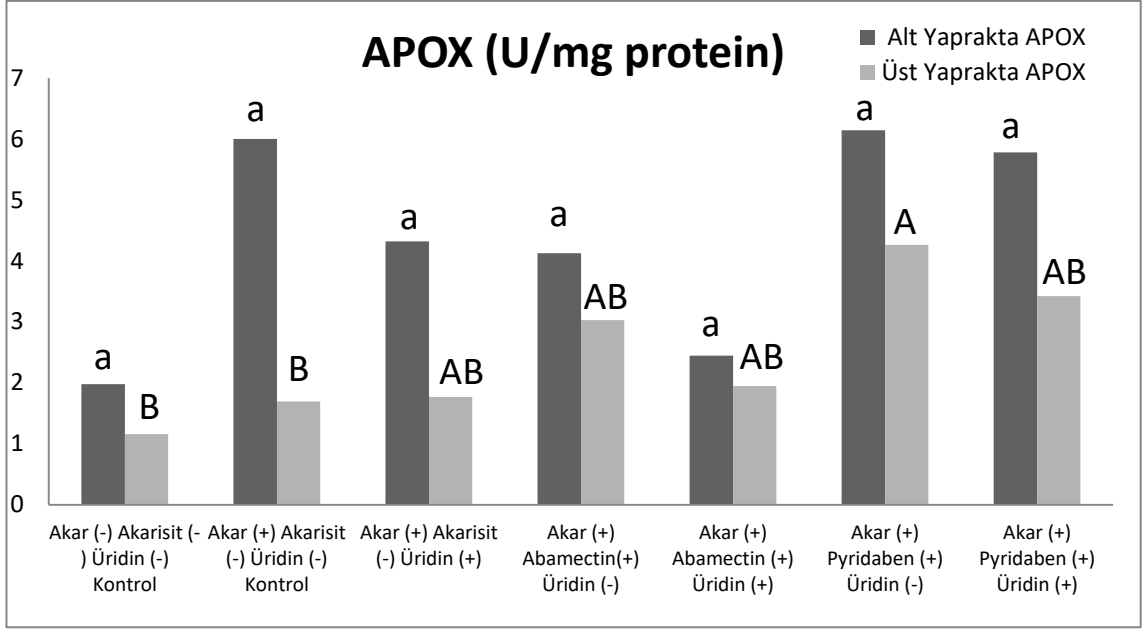
Sonuçlar değerlendirildiğinde muameleler arasında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($F_{6,14}=0,80$; $P=0,58$). Kombinasyonlar hiçbir muamele yapılmayan K- (0,39 U/mg protein) grubuyla kıyaslandığında en yüksek CAT aktivitesi üridin uygulanmayan K+ (0,64 U/mg protein) grubunda tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla P (0,58 U/mg protein), AB (0,50 U/mg protein), Ü (0,48 U/mg protein), Ü+P (0,47 U/mg protein), Ü+AB (0,40 U/mg protein) takip etmiştir. Üst yapraklardaki muamele grupları incelendiğinde farkın alt yapraklardaki gibi istatistiksel anlamda önemsiz olduğu görülmüştür ($F_{6,14}=1,84$; $P=0,16$). CAT aktivite değerlerinin 0,50 U/mg protein (K+) ile 0,22 U/mg protein (K-) arasında değiştiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.27. Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının CAT aktivitesinde meydana getirdiği değişimler

Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının domates yaprağında askorbat perokidaz (APOX) aktivitesinde meydana gelen değişimler Şekil 4.28’de yer almaktadır.

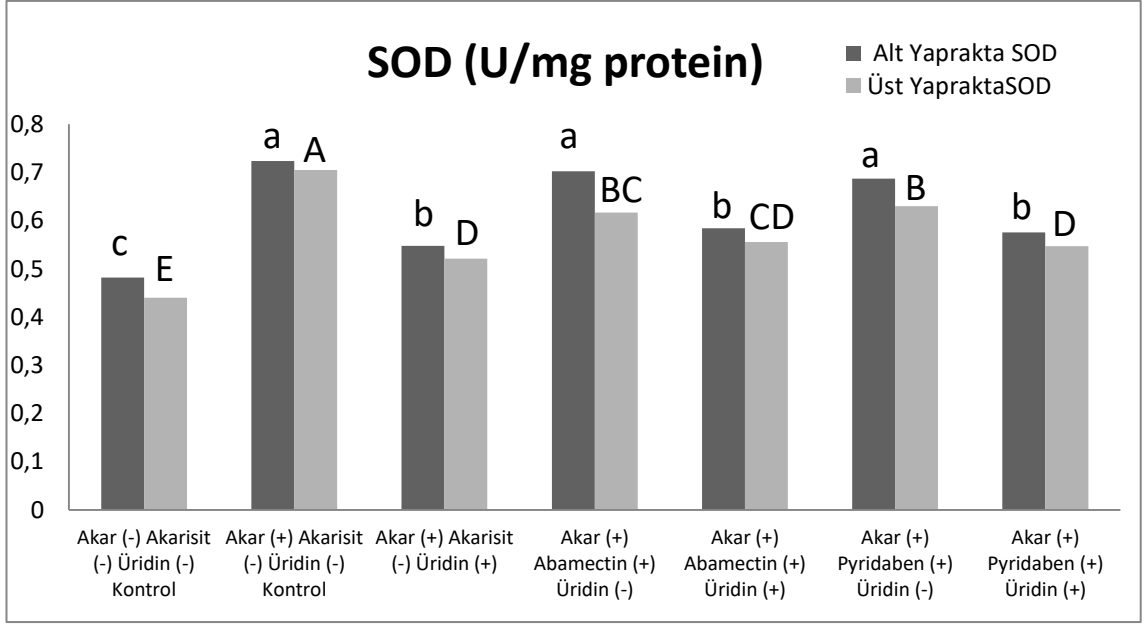
Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde alt yapraklardaki muameleler arasındaki fark istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur ($F_{6,14}=1,77$; $P=0,17$). APOX aktivitesinde değerler en yüksek P bitkisinde (6,14 U/mg protein), en düşük hiçbir muamele yapılmayan K- bitkisinde (1,98 U/mg protein) tespit edilmiştir. Genel olarak incelendiğinde muamele gruplarına üridin eklenmesi APOX aktivitesini düşürmüştür. Üst yapraklardaki muamele grupları arasındaki fark incelendiğinde alt yapraklardaki gibi önemsiz bulunmuştur ($F_{6,14}=2,16$; $P=0,10$). Üst yapraklarda alt yapraklardaki gibi en yüksek APOX aktivitesi 4,26 U/mg protein ile P’de görülmüştür. Bunu 3,42 U/mg protein ile Ü+P, 3,02 U/mg protein ile AB, 1,94 U/mg protein ile Ü+AB, 1,76 U/mg protein ile Ü, 1,69 U/mg protein ile K+, 1,15 U/mg protein ile K- takip etmiştir.



Şekil 4.28. Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının APOX aktivitesinde meydana getirdiği değişimler

Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının domates yaprağında süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinde meydana gelen değişimler Şekil 4.29'da yer almaktadır.

Sonuçlar değerlendirildiğinde muameleler arasında istatistiksel anlam ifade edecek derecede fark olduğu tespit edilmiştir ($F_{6,14}=20,07$; $P<0,01$). SOD aktivite sonuçları değerlendirildiğinde en düşük aktiviteye 0,48 U/mg protein ile K- grubunda rastlanmıştır. Diğer muamele grupları incelendiğinde üridin uygulanan Ü+AB (0,58 U/mg protein), Ü+P (0,57 U/mg protein) gruplarının uygulanmayan AB (0,70 U/mg protein), P (0,68 U/mg protein) muamele gruplarına kıyasla daha düşük aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Üst yapraklardaki muamele grupları incelendiğinde fark alt yapraklardaki gibi önemli bulunmuştur ($F_{6,14}=16,51$; $P<0,01$). Üst yapraklarda farklı olarak en yüksek SOD aktivitesi 0,70 U/mg protein ile K+'de görülmüştür. Bunu 0,63 U/mg protein ile P ve Ü+S, 0,61 U/mg protein ile AB, 0,55 U/mg protein ile Ü+AB, 0,54 U/mg protein ile Ü+P, 0,52 U/mg protein ile Ü, 0,44 U/mg protein ile K- takip etmiştir.



Şekil 4.29. Abamectin, pyridaben ve üridin kombinasyonlarının SOD aktivitesinde meydana getirdiği değişimler (Farklı küçük harfler (alt yapraklar için) ve büyük harfler (üst yapraklar için) post hoc Tukey testi ile uygulamalara bağlı olarak $p < 0,05$ 'te önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Günümüzde giderek etkisini gösteren dünya çapında iklim değışikliği nedeniyle bitki zararlı popülasyonlarındaki kontrolsüz artış, üreticiler tarafından bilinçsiz pestisit kullanımı, zararlıların pestisitlere zaman içinde direnç kazanmaları, insan sağlığına ve çevreye yönelik riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu nedenlerle bu riskleri azaltacak veya en aza indiren düzeylere yönelik yeni yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu anlamda zararlı kontrol tekniklerinin dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi ve ardından zararlı popülasyonlarının gelişimini engelleyen daha az pestisit kullanımını içerecek yeni teknolojilerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada kontrollü koşullarda yetiştirilen ve domates pas akarı bulaştırılan domates bitkilerinin (*Solanum lycopersicum* L. 2274) yarı tarla dozlarında 4 farklı akarisit uygulamaları (abamectin, acequinocyl, pyridaben ve spiromesifen) ve bu uygulamaların üridin molekülü ile kombinasyonlarının akar popülasyonu, bitki büyüme-gelişmesi ve ayrıca bitkideki çeşitli fizyolojik parametreler üzerine etkilerinin ortaya konması amaçlanmıştır. Akarisitlerin üridin ile kombinasyonundan oluşan bir tedavinin, bitkilerin büyüme ve gelişmesini ve fizyolojisini olumsuz etkilemeden akarisit etkinliğini artırmak için iyi bir strateji olup olmadığını değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Elbert ve ark. (2005) bu çalışmada kullanılan akarisitlerden biri olan spiromesfen'in domateste *A. lycopersici*'ye en etkili madde olduğunu tespit etmişlerdir. Van Leeuwen ve ark. (2010), acequinocyl'in henüz gal ve pas akarlarına karşı sonuçlarının bilinmediği ve bu maddenin çok yeni bir bileşik olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Diğer yandan laboratuvar koşullarında acequinocyl ve spiromesifen kimyasalları *A. lycopersici*'ye diğer akar zararlılarına önerilen tarla dozlarından daha az miktarda etki göstermiştir. Bazı çalışmalarda abamectin'in domates pas akarına karşı çok zehirli olduğu tespit edilmiştir (Royalty ve Perring 1987, Silva ve ark. 1988, Arbabi 2013, Spasova ve ark. 2014). Mevcut çalışmada benzer olarak pyridaben ve abamectin'in diğer iki akarisite oranla 24. saatte bile %60 oranında akar ölümü gösterdikleri tespit edilmiştir. Bu oran 72. saatte %100'e kadar yükselmiştir. Diğer kimyasallara oranla yarı tarla dozunda daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda kullanılan 4 kimyasal yarı tarla dozunda en az %80 oranında akar ölümü göstermiştir. Saksı koşullarındaki sonuçlar değerlendirildiğinde, üridin kombinasyonlarının sadece akarisit uygulananlara göre daha

olumlu sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Kimyasalların çoğu üridin ile birlikte kullanıldığında pas akarı zararının etkilerinin daha da azaldığı, akar ölüm oranlarında artış sağladığı görülmüştür. Bu anlamda değerlendirildiğinde, üridin molekülü akarisitlerin etkinliğini artırmıştır. Bitki patojeni akarlar karşı kullanılan akaristilerin primidin grubundan bir molekülle kombinasyonunu içeren herhangi bir çalışma mevcut değildir. Öte yandan, insektisitler ile mineral yağın ile kombine edildiği çalışmalar uzun yıllardır yapılmaktadır. Ancak bu uygulamaların bitkilerde fitotoksiteye neden olabilmesi, periyodisiteyi artırması, meyvelerde şeker birikimini azaltması, verimi düşürmesi gibi olumsuz etkileri nedeniyle mineral yağın kullanımını sınırlandırıcı etkenler olarak görülmektedir (Beattie ve ark. 2002). Başka bir çalışmada, Pietropaoli ve Formato (2021), bal arısına (*Apis mellifera*) saldıran dış parazit bir akar olan *Varroa destructor*'a karşı kullanılan çeşitli akarisitlerin iki organik asitle (formik ve oksalik) kombine ederek akarisit etkinliğinin artırıldığını göstermişlerdir.

Bununla birlikte, üridin eklene tüm kombinasyonların bitki boyunda kontrole göre uzama tespit edilmiştir. Boğum sayısı ve boğum arası uzunluğunda ise, acequinocyl ve spiromesifen'in kullanıldığı üridin kombinasyonlarında belirgin artış tespit edilirken, abamectin ve pyridaben'in kullanıldığı üridin kombinasyonlarında değişim gözlenmemiştir. İlginç bir şekilde, pyridaben etken maddesi hariç diğer üç akarisit tek başına kullanılması bitki büyümesini sınırlandırmıştır. Akarisitlerin üridin ile kombinasyonunda ise *A. lycopersici* zararlısının saldırısı sırasında bitkiler büyümeye devam etmişlerdir. Cansev ve ark. (2015, 2020), çeşitli bitki türlerinde normal ve stres koşullarında üridin uygulamalarının bitki büyüme gelişmesini tetiklediğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bu durumun üridinin UMP-glikoz aracılığıyla karbonhidrat sentezine dâhil olmasından dolayı kaynaklanabileceğini düşünmektedirler. Ancak, akar zararlısına karşı akarisit ve üridin molekülünün kombine edilerek yapılan uygulamada bitki büyümesi ile ilgili bu bulgular ilk defa gösterilmiştir.

Aculops lycopersici popülasyonunun domateslerin daha çok alt ve orta yaprak gruplarında yoğun halde bulunduğu bilinmektedir (Hıncal ve ark. 2002). Dolayısıyla zararlı popülasyon yoğunluğuna göre bitkinin alt ve üst kısmında zarar da farklı olacağı için, bitkilerde çeşitli fizyolojik ölçümler ve antioksidatif sistemde yer alan metabolitler ve enzimler alt yaprak ve üst yaprak grubunda analiz edilmiştir. Acequinocyl ve

spiromesifen kimyasalları ve üridin ile kombinasyonlarında alt ve üst yaprak grubunda klorofil miktarı kontrol grubuna göre yüksektir. Diğer iki ilaç grubunda (abamectin, pyridaben) ise, alt yaprak grubunda klorofil miktarında fark gözlenmezken üst yaprak grubu klorofil miktarı yükselmiştir. Kırmızı örümceklere göre daha kısa stilelere (yaklaşık 10 ila 15 µm uzunluğunda) sahip iğne şeklinde ağız parçalarıyla *A. lycopersici* domates bitkilerinin yaprak, gövde ve meyve yüzeyinden beslenerek üst ve alt epidermise zarar verir ve bütün bitkinin kaybına neden olabilir (Pfaf ve ark. 2020). Epidermal hücrelerin yok edildiği yerlerde, aynı zamanda muhtemelen akarların beslenmeleri sırasında kloroplastlara verilen mekanik hasarlar nedeniyle yapraklarda klorofil içeriğinde düşüşler gerçekleşmektedir (Landeros ve ark. 2004). Van de Vrie ve ark. (1972), *Panonychus ulmi* (Koch) ile enfekte olduktan sonra elma yapraklarında klorofil içeriğinin azaldığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde *A. lycopersici* ile enfekte olan domates yapraklarında (Juan ve ark. 2006) ve *Tetranychus urticae* ile enfekte olan gül yapraklarında klorofil içeriği azalmıştır (Landeros ve ark. 2004). Çalışmada, akarisit ve üridin kombinasyonlarının klorofil içeriğini artırması, uygulamalara bağlı olarak akar popülasyonundaki düşüşler nedeniyle, zararlının daha az zarar yaptığının bir göstergesi olduğuna işaret etmektedir. Çalışmada kontrole göre akarisit ve üridin kombinasyonlarına ait gruplarda YOSK daha yüksek ve TK daha düşük düzeydedir. Başka bir değişle domates pas akarına karşı yapılan uygulamalar yaprak su kapsamını korumuştur. Uygulamalar kendi içerisinde değerlendirildiğinde, üridin molekülünün Acequinocyl ile kombinasyonu bu parametre bakımından en iyi sonucu göstermiştir. Yapraklardaki yüksek pas akar yoğunluğu, epidermal hücrelerin bozulmasından kaynaklanan (DeAngelis ve ark. 1982), stomaların daha uzun süre açık kalmasına neden olur ve yaprak oransal su kapsamının düşmesine ve su kaybına yol açmaktadır (Landeros ve ark. 2004). Benzer şekilde *A. schlechtendali* bulaştırılmış elma yapraklarında stomaların kısmen açık olduğu ve koruyucu hücrelerin turgorunu kaybettiği bildirilmiştir. Araştırmacılar bu yapraklar için epidermal ve süngerimsi parankima hücrelerinin kurummasını rapor etmişlerdir (Duso ve ark. 2009). Sadece akar uygulanan bitkilerden elde edilen sonuçlara benzer olarak, domates bitkisinde domates pas akarının yaprakta su kaybına neden olmasından dolayı kuruduğu, renginin açıldığı ve gelişme geriliğine neden olduğu birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Royalty ve Perring 1989, Kamau ve ark. 1992, Celar ve Valic 2003, Kawai ve Haque 2004, Choi ve ark. 2012, Lokender ve ark. 2015).

Bitkilerde stres koşulları altında, hücre zarında doymamış yağ asitlerinden hidrojenin ayrılması sonucu lipid radikallerinin peroksidasyonunun son ürünü olarak malondialdehit (MDA) oluşmaktadır (Mishra ve ark. 2006). MDA miktarı, hücre zar hasarının göstergesi olarak en çok çalışılan oksidatif stres belirteçidir (Fayez ve Bazaid 2014, Jungklang ve ark. 2017). Bu çalışmada herhangi bir uygulama yapılmayan negatif kontrol grubuna göre akar uygulanan grupta MDA içeriği artmıştır. Ayrıca 4 farklı akarisit tek başına kullanılması da bitkilerde MDA miktarını önemli seviyede artırmıştır. Bu bulgular, akarın yarattığı stres gibi akarisitlerin de domates bitkisinde hücresel stres oluşturduğuna işaret etmektedir. Öte yandan, bu akarisitlerin üridin molekülü ile kombinasyonlarında MDA miktarı negatif kontrol seviyelerine yakın olarak tespit edilmiştir. Dolayısıyla, akarisitlerin üridin ile birlikte kullanımı akarisitlerin tek başına oluşturduğu olumsuz etkiyi tersine çevirmiştir. Literatür incelendiğinde, genel olarak akarisitlerin hayvansal organizmalar üzerindeki stres etkileri incelenmiş olup (Junguo ve ark. 2014, Abdel-Daim ve ark. 2018, Gur ve ark. 2022); kullanılan akarisitler arasından sadece abamectin'in yüksek dozlarda kullanılması ile domates yapraklarında ve soğan köklerinde MDA içeriğini artırdığına dair bir çalışmaya rastlanmıştır (Yıldıztekin ve ark. 2015, Kalefetoğlu, 2021). Oysa çalışmamızda kullanılan akarisit dozları yüksek seviyelerde olmamalarına rağmen MDA miktarını yükseltmiştir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, akarisitlerin bitkiler üzerindeki etkilerin fizyolojik, histokimyasal ve moleküler düzeyde daha ayrıntılı çalışılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlara göre, glutatyon miktarı negatif kontrole göre tüm uygulamalarda artmış ancak en belirgin artışların üridin+akarisit kombinasyonlarında olduğu tespit edilmiştir. Toplam askorbik asit miktarındaki en belirgin yükseliş de akarisitlerin üridin ile birlikte kullanıldığı uygulamalarda belirlenmiştir. Çalışmada incelenen diğer parametrelerden olan Glutatyon (GSH), hücrelerde serbest radikal temizleyici görevi gören bir antioksidandır, aynı zamanda askorbat-glutatyon döngüsünde indirgenmiş askorbik asit oluşturarak antioksidan savunma sisteminde önemli rol oynadığı kabul edilmektedir (Townsend ve ark. 2003). Bununla birlikte, bitkilerde bulunan antioksidanlar arasında askorbik asit en bol olanıdır ve çeşitli fizyolojik rollere sahiptir. Askorbik asit, süperoksit, hidroksil radikalleri ve singlet oksijeni doğrudan temizlemeye ek olarak askorbat peroksidaz için bir substrattır (Farouk ve Osman 2012). Askorbik asidin, fotopigmentleri ve fotosentetik aparatları oksidatif

stresin olumsuz etkilerinden koruduğu ve stabilize ettiği bildirilmiştir. Yapraklardaki askorbik asit miktarı ile bitkinin stres faktörlerine tolerans düzeyi arasında bir ilişki olduğu görölmüştür. Örneğin yapraklarında yüksek düzeyde askorbik asit bulunan tütün ve kavak bitkilerinin daha az oksidatif stres hasarına uğradığı bildirilmiştir (Aono ve ark. 1993). Chen ve diğerleri (2007), bitkiyi biyotik ve abiyotik streslerden kaynaklanan oksidatif hasardan koruyan antioksidan sistemi sürdürmek için yüksek düzeyde endojen askorbat gerekli olduğunu ileri sürmektedir. Mevcut araştırma sonuçlarına göre, üridin molekölü akar istilasını sırasında bitkinin antioksidan metabolizmasını tetikleyerek bitkilerin strese karşı savunma mekanizmasını güçlendirmiştir.

Süperoksit dismutaz (SOD) antioksidatif savunma sisteminin ilk basamağında yer alan ve serbest radikalleri hidrojen peroksit ve oksijen moleküllerine dönüştürerek etkisiz hale getiren önemli bir enzimdir (Michalak 2006). Bitki dokularında biyotik ve abiyotik stres faktörleri altında artan SOD aktivitesinin, stres toleransının gelişimi için önemli olduğu görölmüştür. Dut, nohut, domates ve mısır gibi bitki türlerinde tuz uygulamasına bağlı olarak artan SOD aktivitesi bildirilmiştir (Doğru 2014, Harinasut ve ark. 2003, Kukreja ve ark. 2005, Gapinska ve ark. 2008). Aynı zamanda, CAT aktivitesi, SOD'dan oluşan H₂O₂'yi su ve oksijene dönüştürerek işleme katılmaktadır (Upadhyay ve Panda 2009). Bununla birlikte, CAT aktivitesinin, farklı abiyotik stresler altında değişik eğilimler gösterdiği bildirilmektedir (Hasanuzzaman ve Fujita 2011). Çalışmada, akar istilasına maruz kalan tüm gruplarda SOD aktivitesi artmış, gruplar kendi içerisinde değerlendirildiğinde spiromesifen hariç diğer 3 akarisit uygulamasında üridin ile kombinasyonlarda SOD aktivitesi daha düşük düzeylerde belirlenmiştir. CAT aktivitesi açasından değerlendirildiğinde, negatif kontrol bitkilerine göre, uygulamalarda enzim aktivitesi yükselmiş olmakla birlikte, uygulama grupları açasından belirgin farklılıklar oluşmamıştır. APOX aktivitesi ise SOD aktivitesine benzer olarak -abamectin pyridaben'in alt yaprak gurubu hariç- üridin ile kombinasyonlarda daha düşük olarak ölçölmüştür. Bu sonuçlar, SOD ve APOX enzimlerinin domateste bulunan enzimatik antioksidatif savunma sistemine CAT enzimine göre daha aktif katıldığını göstermektedir. Aynı zamanda, MDA sonuçlarına göre oksidatif stres belirlenen akarisit gruplarındaki muhtemelen ROS'lara karşı geliştirilen bir savunma için antioksidan enzimlerin katkı sunduğu söylenebilir.

Sonuç olarak, domates pas akarı bulaştırılan domates bitkilerinin yarı tarla dozlarında 4 farklı akarisit uygulamaları ve bu uygulamaların üridin molekülü ile kombinasyonlarının akar popülasyonuna ve bitki fizyolojisi üzerine önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde genel olarak bütün muamelelerde üridin+akarisit uygulamaları bitki büyüme gelişmesini olumlu etkilemiş ayrıca stres parametrelerini de hafifletmiştir. Akar ve akarisitlerin yarattığı olumsuz etkiyi üridinin tersine çevirdiği belirlenmiştir. İncelenen akarisitler içerisinde, abamectin sonuçlarının daha tutarlı olduğu tespit edilmiştir. Akarisitlerin yarı dozlarının üridin ile kombine edilerek kullanılabilme potansiyelinin gösterilmesi bu çalışmanın en önemli çıktısını oluşturmaktadır. Böylelikle daha az kimyasal kullanımı nedeniyle canlı sağlığının korunmasına ve sürdürülebilir çevreye katkı sunulabilecek, aynı zamanda ekonomik girdi maliyetinin düşürülmesi söz konusu olacaktır. Üridin molekülünün akarisitlerle gösterdiği bu güçlü sinerjik etkinin mekanizmasına yönelik ayrıntılı fizyolojik ve moleküler çalışmaların yapılması, tarımsal mücadelede yeni yaklaşımların oluşturulmasına önemli katkılar sunacaktır.

KAYNAKLAR

- Abbott, W.S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267
- Abdel-Daim, M.M., Abdellatif, S.A. (2018). Attenuating effects of caffeic acid phenethyl ester and betaine on abamectin-induced hepatotoxicity and nephrotoxicity. *Environ Sci Pollut Res* 25, 15909–15917. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1786-8>
- Abou-Awad, B.A. (1979). On the tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Masse) (Acari, Eriophyidae) in Egypt. *Anzeiger fürSchädlingkunde Pflanzenschutz Umweltschutz*, 52(10): 153-156.
- Abou-Awad, B.A., El-Banhawy, E.M. (1985). Susceptibility of the tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae), in Egypt to methamidophos, pyridaphenthion, cypermethrin, dicofol and fenarimol, *Experimental & Applied Acarology*, 1(1): 11-15.
- Anjum, S.A., Xie, X., Wang, L. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress, *African Journal of Agricultural Research*, 6, 2026-2032.
- Anonim. (2008). Tokat Tarım İl Müdürlüğü. www.tokattarim.gov.tr. Access. Erişim:14 Mayıs 2008.
- Anonim. (2009). <http://www.nationmaster.com/encyclopedia/List-of-countries-bytomato-production>. Access 20
- Anonim. (2014). Yaş meyve ve sebze sektörü raporları, İhracat Genel Müdürlüğü Tarım Ürünleri Dairesi Başkanlığı, [www.ekonomi.gov.tr], Erişim Tarihi: 23.06.2015.
- Anonim (2019). 2019 yılı bitki koruma ürünleri ve hammaddelerinin istatistiki bilgileri. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, [https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30892&tipi=] Erişim Tarihi: 30.01.2019
- Aono, M., Kubo, A., Saji, H., Tanaka, K., Kondo, N. (1993). “Enhanced tolerance to photooxidative stress of transgenic *Nicotiana tabacum* with high chloroplastic glutathione reductase activity”, *Plant Cell Physiol.*, 34, 129-135.
- Arbabi, M., Baradaran P., Jaliani N., Khani M. (2013). Study and comparing effects of different GC-mite doses in control of *Tetranychus urticae* and *Aculops lycopersici* in Greenhouses of Tehran province. Project report.
- Atanasov, N.D. (1995). Integrated control of mites on tomatoes. *In I International Symposium on Solanacea for Fresh Market*, 412: 546-550.
- Aysan, E., Kumral, N.A. (2018). The tritrophic relationships among tomato varieties, tomato rust mite and its predators. *Acarologia*, 2018, 58(S): 5-17.
- Baradan-Anakari, P., Daneshvar, H. (1992). Studies on the biology and chemical control of tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae), in Varamin. *Applied Entomology and Phytopathology*, 59(1-2): 25-27.

- Beattie G.A.C., Watson D.M., Stevens M.L., Rae D.J., Spooner-Hart R.N. (2002). Spray Oils Beyond, Sustainable Disease and Management. *Published by University Western Sydney*.
- Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Stryer, L. (2002). Biochemistry. 5th Edition. *W. H. Freeman Publishing*, New York.
- Beuchamp, C., Fridovich, I. (1971). Superoxide dismutase; improved assays and an assay applicable to acrylamide gels, *Anal. Biochem*, 44: 276-287.
- Bradford, M.M. (1976). Protein-Boya Bağlanma Prensipli Kullanarak Proteinin Mikrogram Miktarlarının Kantifikasyonu için Hızlı ve Hassas Bir Yöntem. *Analitik Biyokimya*, 72, 248-254. [http://dx.doi.org/10.1016/0003-2697\(76\)90527-3](http://dx.doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3).
- Can, M., Çobanoğlu, S. (2004). Antalya ili Kumluca yöresinde sebze üretimi yapılan plastik ve cam seralarda bulunan akar (acarina) türlerinin tanımı, konukçuları ve yoğunluklarının belirlenmesi üzerine araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Bölümü, Antalya.
- Cansev A. , Gülen H., Ergin S., Kesici M., Cansev M. (2020). Pirimidin bileşiklerinin bitkilerin stres toleransını arttırmada kullanımı. *Patent, BÖLÜM A İnsan İhtiyaçları*, Buluşun Tescil No: TR 2014 01995 B , İlk Tescil, 2020, Tescil Edildi
- Cansev A. , Gülen H., Ergin S., Kesici M., Cansev M. (2015). Üridinin bitkilerin büyüme ve gelişiminde kullanımı. *TPE Patent, BÖLÜM A İnsan İhtiyaçları*, Buluşun Tescil No: TR 2013 02102 B , İlk Tescil, 2015, Tescil Edildi.
- Celar, F., Valic, N. (2003). Tomato russet mite (*Aculops lycopersici*) (Tryon, 1917) (*Eriophyidae*) in Slovenia. Anthology of Papers 6th Slovenian Conference on Plant Protection, Zreče, *Slovenian*, 489-492.
- Cermelli, L.M., Doreste, S.E., Balen, L.V. (1982). *Aculops lycopersici* (Masse, 1937) (Acari, Eriophyidae) a new pest of tomato crops in Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela*, 12(3/4): 227-234.
- Chandler, D., Davidson, G., Pell, J.K., Ball, B.V., Shaw, K., Sunderland, K.D. (2000). Fungal biocontrol of Acari. *Biocontrol Science and Technology*, 10(4): 357-384.
- Chen K.M., Gong H.J., Wang S.M., Zhang C.L. (2007). Antioxidant defence system in *Phragmites communis* Trin. ecotypes. *Biologia Plantarum* 51(4): 754-758.
- Cheremushkina, N.P., Aramov, N.K.H., Makarenkova, A.A., Golyshin, N.M. (1991). The rust mite of tomato, *Zashchita Rastenii*, 11: 44-45.
- Choi, Y.S., Nam, Y.G., Whang, I.S., Park, H.H., Kim, H.H., Park, D.G. (2012). Occurrence monitoring and population growth of tomato russet mite, *Aculops lycopersici* Masse (Acari: Eriophyidae) using green label sticker. *Korean Journal of Applied Entomology*, 51(4): 405-410.
- Costilla, M.A. (1991). The mite *Aculops lycopersici* (Masse, 1937) (Acari: Eriophyidae) responsible for tomato russet in the North East of Argentina. *Revista Industrial y Agrícola de Tucuman*, 68(1/2): 83-90.

- Costilla, M.A., Barberis, E.G. (1990). Importance and control of the mite *Aculops lycopersici* causing spotted wilt of tomato. *Avance Agroindustrial*, 11(41): 8.
- Çakmak, I., Marschner, H. (1992). Magnesium Deficiency and High Light Intensity Enhance Activities of Superoxide Dismutase, Ascorbate Peroxidase and Glutathione Reductase in Bean Leaves. *Plant Physiology*, 98: 1222-1227.
- De Angelis, J.D., K.C. Larson, R.E. Berry, and G.W. Krantz. (1982). Effects of spider mite injury on transpiration and leaf water status in peppermint. *Environ. Entomol.* 11:975–978
- De, A. (2014). Worldwide pesticides use. In: Targeted delivery of pesticides using biodegradable polymeric nanoparticles (Bose, R., Kumar, A., Mazumder, S. Eds), *Springer Briefs in Molecular Science*, pp 5-6.
- Doğru, A. (2014). “Farklı mısır genotiplerinde tuz stresinin antioksidant sistem üzerindeki etkileri”, 22. *Ulusal Biyoloji Kongresi 2014*, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 430.
- Durmuşoğlu, E. (1990). Manisa İlinde Sanayi Domateslerinde Görülen Zararlılar ve Yoğunlukları Üzerinde İncelemeler, *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, s.15-50, İzmir.
- Duso, C., Castagnoli, M., Simoni, S. et al. (2010). The impact of eriophyoids on crops: recent issues on *Aculus schlechtendali*, *Calepitrimerus vitis* and *Aculops lycopersici*. *Exp Appl Acarol* 51, 151–168. <https://doi.org/10.1007/s10493-009-9300-0>
- Elbert, A., Bruck E., Melgarejo J., Schnorbach H.J., Sone S. (2005). Field development of Oberon for whitefly and mite control in vegetables, cotton, corn, strawberries, ornamentals and tea. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 58: 441-468.
- Ellman, G. L. (1959). Tissue sulphhydryl groups. *Arch. Biochem. Biophys.* 82: 70-77.
- Erkan, S., Karsavuran, Y., Gümüş, M., Öncüler, C. (1998). Ege Bölgesi’nde Sanayi Domatesi Üretim Alanlarında Sorun Olan Bitki Koruma Etmenleri, *Ege Bölgesi I. Tarım Kongresi 7-11 Eylül 1998*, 373-376 s., Aydın.
- FAO. (2022). Statistic Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/statistics/en/> Son erişim tarihi: 19 Haziran 2018.
- Farouk, S., Osman, M.A. (2012). Alleviation of oxidative stress induced by spider mite invasion through application of elicitors in bean plants, *Egyptian Journal of Biology*, Vol. 14, pp 1-13
- Fayez, A. K., Bazaid, A. S., (2014) Improving drought and salinity tolerance in barley by application of salicylic acid and potassium nitrate, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 13,45–55.
- Finney, D.J. (1971). Probit analysis (3rd ed.) London: *Cambridge University Press*.

- Gapinska, M., Sklodowska, M., Gabara, B. (2008). "Effect of short- and long-term salinity on the activities of antioxidative enzymes and lipid peroxidation in tomato roots", *Acta Physiol. Plant.*, 30, 11-18.
- Golan, K., Kot, I., Górska-Drabik, E., Jurado, I. G., Kmiec, K., Łagowska, B. (2019). Physiological response of basil plants to twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) infestation. *Journal of economic entomology*, 112(2), 948-956.
- Goldsmith, J. (2004). The Tomato Russet Mite: *Aculops lycopersici* (Masse). Entomology Circular Ministry of Agriculture and Lands Boules Research Station.
- Gur C., Kandemir Ö., Kandemir F.M. (2022). Investigation of the effects of hesperidin administration on abamectin-induced testicular toxicity in rats through oxidative stress, endoplasmic reticulum stress, inflammation, apoptosis, autophagy, and JAK2/STAT3 pathways. *Environmental Toxicology*.2022;37:401–412.
- Günay, A. (2005). Sebze Yetiştiriciliği (Cilt II). İzmir: Meta Basımevi.
- Haque, M.M., Kawai, A. (2002). Population growth of tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Acari: Eriophyidae) and its injury effect on the growth of tomato plants. *Journal of Acarology Society*, 11: 1-10.
- Harinasut, P., Poonsopa, D., Roengmongkol, K., Charoensataporn, R. (2003). "Salinity effects on antioxidant enzymes in mulberry cultivar", *Sci. Asia*, 29, 109-113.
- Hasanuzzaman, M., Hossain, M.A. and Fujita, M. (2011). Selenium-Induced Up-Regulation of the Antioxidant Defense and Methylglyoxal Detoxification System Reduces Salinity-Induced Damage in Rapeseed Seedlings. *Biological Trace Element Research*, 143, 1704-1721.
- Heath, R.L., Packer, L. (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation, *Arch. Biochem. Biophys.*, 125: 189-198.
- Hıncal, P., Yaşarakıncı, N., Çınarlı, İ. (2002). İzmir ilinde Domates pas akarı (*Aculops lycopersici* Massee) (Acarina: Eriophyidae)'nın popülasyon seyri, doğal düşmanları ve kimyasal mücadelesi üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 42(1-4): 9-22.
- Hilker, M., Fatouros, N.E. (2015). Plant Responses to Insect Egg Deposition. *Annual Review Entomology*, 60, 493–515.
- Horvath, E., Pál, M., Szalai, G., Páldi, E., & Janda, T., (2007). Exogenous 4-hydroxybenzoic acid and salicylic acid modulate the effect of short-term drought and freezing stress on wheat plants, *Biologia plantarum*,51(3),480-487.
- Hsu, M. H., Chen, C. C., Lin, K. H., Huang, M. Y., Yang, C. M., Huang, W. D. (2015). Photosynthetic responses of *Jatropha curcas* to spider mite injury. *Photosynthetica*, 53(3), 349-355.
- Jeppson, L.R., Keifer H.H., Baker E.W. (1975). The Tenuipalpidae Berlese: Mites injurious to Economic Plants (1. Baskı). Berkeley, California (USA): *California University Press*.

- Jungklang, J., Saengnil, K., Uthaibutra, J., (2017). Effects of water-deficit stress and paclobutrazol on growth, relative water content, electrolyte leakage, proline content and some antioxidant changes in *Curcuma alismatifolia* Gagnep cv. Chiang Mai Pink, *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24,1505–1512.
- Junguo M., Chune Z., Yao L., Xiaoyu L. (2014). Biochemical responses to the toxicity of the biocide abamectin on the freshwater snail *Physa acuta*, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Volume 101. Pages 31-35, ISSN 0147-6513,
- Kalefetoğlu M. (2021). T. Investigation of cytotoxicity and genotoxicity of abamectin pesticide in *Allium cepa* L.. *Environ Sci Pollut Res* 28, 2391–2399.
- Kamau, A.W. (1977). Effect of eriophyid mite *Aculops lycopersici* Masee (Acarina: Eriophyidae) on tomato. *Kenya Entomologist's Newsletter*, 5: 4.
- Kamau, A.W., Mueke, J.M., Khaemba, B.M. 1992. Resistance of tomato varieties to the tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Masee) (Acarina: Eriophyidae). *Insect. Sci. Appl.*, 13(3): 351-356.
- Karagöz, B., Uslu, H., Pehlivan S., Kasap, İ. (2011). Çanakkale ili domates alanlarında saptanan zararlı ve yararlı akarlar. Çanakkale Tarım Sempozyumu, 10-11 Ocak 2011, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Kawai, A., Haque, M.M. (2004). Population dynamics of tomato russet mite, *Aculops lycopersici* (Masee) and its natural enemy, *Homeopronematus anconai* (Baker). *JARQ (Jpn. Agric. Res. Q.)*, 38(3): 161-166.
- Kay, I.R. (1986). Tomato Russet Mite: A Serious Pest of Tomatoes. *Queensland Agricultural Journal*, 112(5): 231-232.
- Kaya, E. (2015). Spiromesifen etken maddeli bir insektisitinin *Cucumis sativus* L. (hıyar) bitkisi üzerine morfolojik ve anatomik etkileri, Yüksek Lisans Tezi, AÜ Fen Bilimleri Entitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Amasya.
- Kim, D.G., Park, D.G., Kim, S.H., Park, I.S., Choi, S.K. (2002). Morphology, biology and chemical control of tomato russet mite, *Aculops lycopersici* Masee (Acari: Eriophyidae) in Korea. *Korean Journal of Applied Entomology*, 41(4): 255-261.
- Kukreja, S., Nandval, A. S., Kumar, N., Sharma, S. K., Unvi V., Sharma, P. K. (2005).“Plant water status, H₂O₂ scavenging enzymes, ethylene evolution and membrane integrity of *Cicer arietinum* roots as affected by salinity”, *Biol. Plant.*, 49, 305-308.
- Kumral, N.A., Çobanoğlu S., Tiedt L., Ueckermann E. (2014). Domates Pas Akarının Taramalı Elektron Mikroskopuyla Dış Morfolojisi ve Domatesteki Zarar Belirtileri , *Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi*, 3-5 Şubat 2014, Antalya.
- Landeros, J., Guevara, L., Badii, M. et al. (2004). Effect of different densities of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* on CO₂ assimilation, transpiration, and stomatal behaviour in rose leaves. *Exp Appl Acarol* 32, 187–198 <https://doi.org/10.1023/B:APPA.0000021788.07667.6b>

- Law, M.Y., Halliwell, B. (1983). Glutathione and ascorbic acid in spinach (*Spinacia oleracea*) chloroplasts. The effect of hydrogen peroxide and of paraquat. *Biochem. J.* 210 (3): 899–903
- Lester, C., Moller, N., Hammerum, A. (2004). Conjugal Transfer of Aminoglycoside and Macrolide Resistance between *Enterococcus faecium* Isolates in The Intestine of Streptomycin-Treated Mice. *Feems Microbiol. Lett.*, 235:385-391.
- Lokender, K., Sharma, D.C., Sood, A.K. (2015). Infestation and management of russet mite, *Aculops lycopersici* in tomato, *Solanum lycopersicum* under protected environment in north-western India. *Environment and Ecology*, 33(1): 87-90.
- Madanlar, N., Öncüer C. 1994. İzmir'de sera zararlısı olarak *Aculops lycopersici* (Masse) (Acarina, Eriophyidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 18(4): 237-240.
- Mau, R.F.L., Lee S.G. (1994). *Aculops lycopersici* (Masse) Tomato Russet Mite http://www.extento.hawaii.edu/Kbase/Crop/Type/a_lycope.htm Son erişim tarihi: 19 Haziran 2018.
- Michalak, A. (2006). Phenolic Compounds and Their Antioxidant Activity in Plants Growing under Heavy Metal Stress. *Polish J. of Environ. Stud.*, 15(4): 523-530
- Mishra, S., Srivastava, S., Tripathi, R.D., Govindarajan, R., Kuriakose, S.V., Prasad, M.N.V. (2006). Phytochelatin Sythesis and Response of Antioxidants During Cadmium Stres in *Bacopa monnieri* L. *Plant Physiology and Biochemistry*, 44: 25-37.
- Oliveria, C.A.L. de, Sponchiado O.J. (1983). Effect of the application of acaricide, insecticide and fungicide on the mite *Aculops lycopersici* (Masse, 1937) on crops of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 12(2): 213-219.
- Öncüer, C., Karsavuran, Y., Yoldaş Z., Durmuşoğlu, E. (1992). Sanayi domateslerinde görülen zararlılar, yayılış ve bulaşma oranları üzerinde araştırmalar. Türkiye Entomoloji Kongresi, *Entomoloji Derneği Yayınları*, 5: 705-713.
- Park, H.H., Shipp L., Buitenhuis R., Ahn J.J. (2011). Life history parameters of a commercially available *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) fed on cattail (*Typha latifolia*) pollen and tomato russet mite (*Aculops lycopersici*). *Journal of Asia-Pasific Entomology*, 14(4): 497-501.
- Pietropaoli M., ve Formato G. (2021). Formic acid combined with oxalic acid to boost the acaricide efficacy against *Varroa destructor* in *Apis mellifera*. *Journal Of Apicultural Research*, 61 (3), 320-328
- Royalty, R.N., Perring T.M. (1987). Comparative toxicity of acaricides to *Aculops lycopersici* and *Homeopronematus anconai* (Acari: Eriophyidae, Tydeidae). *Journal of Economic Entomology*, 80(2): 348-351.
- Royalty, R.N., Perring, T.M. (1989). Reduction in photosynthesis of tomato leaflets caused by tomato russet mite (Acari: Eriophyidae). *Environ. Entomol.*, 18(2): 256-260.

- Silva, A.L. da, Veloso V.R.S., Silva R.M.C. de, Rocha M.R. da, (1988). Assay for the control of the tomato mite *Aculops lycopersici* (Masse, 1937) (Acari: Eriophyidae) with a new acaricide. *Anais das Escolas de Agronomia e Veterinária (Goiânia)*, 18(1): 29-34.
- Sivritepe, N., Kumral, N. A., Erturk, U., Yerlikaya, C., Kumral, A. (2009). Responses of grapevines to two-spotted spider mite mediated biotic stress. *Journal of Biological Sciences*, 9(4), 311-318.
- Spasova D., Fischv, D., Atanasova, B., Ilievski, M., Georgievski, M. (2014). Effectiveness of some insecticide-acaricide to the eradication of *Aculops lycopersici* m. at tomatoes grown in greenhouses, *Yearbook-Faculty of Agriculture*, 12(1): 93-100.
- Spiers, J.D., Davies, F.T., He, C., Heinz, K.M., Bogran, C.E. and Starman, T.W., (2008). Do insecticides affect plant growth and development. *Greenhouse Grower*, February, Vol:2.
- Şekeroğlu, E., Özgür, A.F. (1984). A new tomato pest in Çukurova, *Aculops lycopersici*. *Türkiye Bitki Koruma Dergisi*, 8: 211-213.
- Tehri, K., Gulati, R., Geroh, M., & Madan, S. (2014). Biochemical responses of cucumber to *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) mediated biotic stress. *Journal of Applied and Natural Science*, 6(2), 687-692.
- Townsend, D.M., Tew, K.D., Tapiero, H. (2003). The importance of glutathione in human disease. *Biomed Pharmacother*, 57(3-4): 145- 155.
- TUIK, 2022. <https://data.tuik.gov.tr/> Son erişim tarihi: 31 Mart 2022.
- Turgut, C. (2007). Hayaller ve Gerçekler Işığında İlaçsız Tarım. *Hasat Bitkisel Üretim*. 22:261
- Upadhyay, R.K., Panda, S.K. (2009). Copper-induced growth inhibition, oxidative stress and ultrastructural alterations in freshly grown water lettuce (*Pistia stratiotes* L.). *C. R. Biologies*, 332: 623-632.
- Uslu, H. (2012). Pas akarı *Aculops lycopersici* (Masse)'nin Çanakkale ili domates alanlarında popülasyon gelişmesi ve predatörlerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma *Yüksek Lisans Tezi*, ÇOMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Uygun, N., Ulusoy, M.R., Başpınar, H. (1998). Sebze Zararlıları (No: 213). Adana, Türkiye: Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Genel Yayınları.
- Van de Vrie M., McMurtry J.A., Huffaker C.B. (1972). Biology, ecology, and pest status and host-plant relations of tetranychids on ecology of tetranychid mites and their natural enemies: a review. *Hilgardia*. 41(13): 343–432.
- 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(1-3): 205-224.

- Wang, M., Wang, D., Yuan, Y., Hong, X. (2008). Development of the tomato russet mite *Aculops lycopersici* (Masse) (Acari: Eriophyidae) on various tomato lines. *Acta Entomol. Sinica*, 51(8): 839-843.
- Xia, X.J., Huang, Y.Y., Wang, L., Huang, L.F., Yu, Y.L., Zhou, Y.H. and Yu, J.Q. (2006). Pesticides-induced depression of photosynthesis was alleviated by 24-epibrassinolide pretreatment in *Cucumis sativus* L., *Pestic. Biochem. Physiol.* 86:42-48.
- Yanar, D., Ecevit, O., Kadioğlu, İ. (2008). Tokat yöresinde domates ekim alanlarında zarar oluşturan domates pas akarı [*Aculops lycopersici* (Masse) (Acari: Eriophyidae)]. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2): 1-5.
- Yaşarakıncı, N., Hıncal, P. (1997). The research on determining the pests and beneficial species and their population densities on the tomato, cucumber, pepper and lettuce glasshouses in Izmir. *Bitki Koruma Bülteni*, 37(1-2): 79-89.
- Yıldıztekin M., Kaya C., Tuna A.L., Ashraf M. (2015). Oxidative stress and antioxidative mechanism in tomato (*Solanum Lycopersicum* L.) plants sprayed with different pesticides. *Pak. J. Bot.*, 47(2): 717-721, 2015.
- Zhang, Z.Q. (2003). Mites of Greenhouses: Identification, *Biology and Control* (1. Baskı), Wallingford, Oxon, UK: CABI Publishing.

EKLER

EK 1 Malondialdehit miktarında kullanılan solüsyonun hazırlanışı

EK 2 Glutasyon miktarında kullanılan solüsyonun hazırlanışı

EK 3 Askorbik asit miktarında kullanılan solüsyonun hazırlanışı

EK 4 Katalaz aktivitesinde kullanılan solüsyonun hazırlanışı

EK 5 Askorbat peroksidaz aktivitesinde kullanılan solüsyonun hazırlanışı

EK 6 Süperoksit dismutaz aktivitesinde kullanılan solüsyonun hazırlanışı

EK 1 Malondialdehit miktarında kullanılan solüsyonun hazırlanışı

- 0,5 gr TBA + 20 ml TCA 100ml

TBA (tiyobarbitürik asit) hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 144,15 g/mol

0,5 gr TBA tartılır.

TCA (trikloroasetik asit) hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 163,39g/mol

20 ml TCA tartılır.

100 ml saf suda çözülür.

EK 2 Glutasyon miktarında kullanılan solüsyonun hazırlanışı

- 40 ml 0,1 M KH_2PO_4 + 60 ml 0,1 M K_2HPO_4 pH 7.4 + 0,146 gr EDTA 200ml

0.1 M KH_2PO_4 (Potasyum fosfat monobazik) hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 136,09 g/mol

4,0827 gr KH_2PO_4 tartılır.

300 ml saf suda çözülür.

K_2HPO_4 (Potasyum fosfat dibazik) hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 174,18 g/mol

5,2254 gr K_2HPO_4 tartılır.

300 ml saf suda çözülür.

EDTA (Etilendiamintetraasetik asit) hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 292,24 g/mol

0,146 gr EDTA tartılır.

EK 3 Askorbik asit miktarında kullanılan solüsyonun hazırlanışı

- 40 ml 0,1 M KH_2PO_4 + 60 ml 0,1 M K_2HPO_4
+ 0,146 gr EDTA pH 7.4 Tampon 200 ml
- 10 gr TCA 100 ml
- 44 ml Ortofosforik asit 100 ml
- 0,49 gr Bipyrrole 100 ml
- %3 FeCl_3
- 0,15 gr DTT 100 ml
- %0,5 N-etilamin

0.1 M KH_2PO_4 (Potasyum fosfat monobazik) hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 136,09 g/mol

4,0827 gr KH_2PO_4 tartılır.

300 ml saf suda çözülür.

K_2HPO_4 (Potasyum fosfat dibazik) hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 174,18 g/mol

5,2254 gr K_2HPO_4 tartılır.

300 ml saf suda çözülür.

EDTA (Etilendiamintetraasetik asit) hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 292,24 g/mol

0,146 gr EDTA tartılır.

TCA (Trikloroasetik asit) hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 163,39 g/mol

10 gr TCA tartılır.

100 ml saf suda çözülür.

Ortofosforik asit hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 98,00 g/mol

44 ml ortofosfiriz tartılır.

100 ml saf suda çözülür.

Bipyrrole hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 132,16 g/mol

0,49 gr bipyrrole tartılır.

100 ml saf suda çözülür.

DTT (ditiyotreitol) hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 154,25 g/mol

0,15 gr DTT tartılır

100 ml saf suda çözülür.

EK 4 Katalaz aktivitesinde kullanılan solüsyonun hazırlanışı

- 39 ml 0,1 M KH_2PO_4 + 61 ml 0,1 M K_2HPO_4 pH 7.0 Fosfat Tamponu 200 ml
- 10 μl H_2O_2

0.1 M KH_2PO_4 (Potasyum fosfat monobazik) hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 136,09 g/mol

4,0827 gr KH_2PO_4 tartılır.

300 ml saf suda çözülür.

K_2HPO_4 (Potasyum fosfat dibazik) hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 174,18 g/mol

5,2254 gr K_2HPO_4 tartılır.

300 ml saf suda çözülür.

EK 5 Askorbat peroksidaz aktivitesinde kullanılan solüsyonun hazırlanışı

- 39 ml 0,1 M KH_2PO_4 + 61 ml 0,1 M K_2HPO_4 pH 7.0 Fosfat Tamponu 200 ml
- 300 μl H_2O_2
- 60 μl askorbik asit

0.1 M KH_2PO_4 (Potasyum fosfat monobazik) hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 136,09 g/mol

4,0827 gr KH_2PO_4 tartılır.

300 ml saf suda çözülür.

K_2HPO_4 (Potasyum fosfat dibazik) hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 174,18 g/mol

5,2254 gr K_2HPO_4 tartılır.

300 ml saf suda çözülür.

Askorbik asit hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 176,12 g/mol

0,088065 gr askorbik asit tartılır.

100 ml saf suda çözülür.

EK 6 Süperoksit dismutaz aktivitesinde kullanılan solüsyonun hazırlanışı

- 9 ml 0,1 M KH_2PO_4 + 91 ml 0,1 M K_2HPO_4 pH 7.8 Fosfat Tamponu 200 ml
- 0,0122 gr NBT + 0,3880 gr metiyonin + 0,0074 gr EDTA 10 ml
- 1000 μM 0,0038 gr riboflavin 100ml

0.1 M KH_2PO_4 (Potasyum fosfat monobazik) hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 136,09 g/mol

4,0827 gr KH_2PO_4 tartılır.

300 ml saf suda çözülür.

K_2HPO_4 (Potasyum fosfat dibazik) hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 174,18 g/mol

5,2254 gr K_2HPO_4 tartılır.

300 ml saf suda çözülür.

NBT (nitroblue tetrazolium klorür) hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 817,64 g/mol

0,0122 gr NBT tartılır.

Metiyonin hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 149,21 g/mol

0,3880 gr metiyonin tartılır.

EDTA (Etilendiamintetraasetik asit) hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 292,24 g/mol

0,0074 gr EDTA tartılır.

Hepsi 10 ml saf suda çözülür.

Riboflavin hazırlanışı:

Molekül ağırlığı: 376,36 g/mol

0,0038 gr riboflavin tartılır.

100 ml saf suda çözülür.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Özge ATAY
Doğum Yeri ve Tarihi : Zonguldak / 20.07.1996
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : M.Ali ve K.Yılmaz Anadolu Lisesi 2013/2015
Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi / Ziraat Fakültesi / Bahçe Bitkileri Bölümü
2016/2019
Yüksek Lisans : Bursa Uludağ Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Bahçe
Bitkileri Anabilim Dalı 2019/2022

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Alaplı Ziraat Organik Fındık A.Ş / Ziraat Mühendisi

İletişim : ozgeatay5@gmail.com

Akademik çalışmalar : Atay, Ö., Kumral N.A., Cansev, A. (2022). *Lycopersicon esculentum* bitkisinde domates pas akarı zararına karşı yeni bir biyostümülanın etkisi. 5. Uluslararası Tarım, Çevre ve Sağlık Kongresi, 19-22 Şubat 2022, Özet Kitabı, s.171.