

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BAZI PATLİCAN ÇEŞİTLERİNİN ANTIOKSİDAN SAVUNMA
SİSTEMİ ÜZERİNE CANAVAR OTU (*PHELIPANCHE RAMOSA* (L.)
POMEL) PARAZİTİNİN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Hülya Nur GÖRKEM

Biyoloji Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: **11/07/2011**

Tez Danışmanı

Yrd. Doç. Dr. Okan ACAR

ÇANAKKALE

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Hülya Nur GÖRKEM tarafından **Yrd. Doç. Dr. Okan ACAR** yönetiminde hazırlanan **BAZI PATLİCAN ÇEŞİTLERİNİN ANTIOKSİDAN SAVUNMA SİSTEMİ ÜZERİNE CANAVAR OTU (*Phelipanche ramosa* (L.) Pomel) PARAZİTİNİN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Okan ACAR

Danışman

Doç. Dr. Levent ŞIK

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Cüneyt AKI

Jüri Üyesi

Sıra No:

Tez savunma Tarihi: 11/07/2011

Prof. Dr. İsmet KAYA

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Hazırlanan bu Yüksek Lisans Tezi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi BAP tarafından 2010/188 no'lu projeden desteklenmiştir.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Hülya Nur GÖRKEM

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen, her türlü problemin üstesinden gelmemde bana yardımcı olan ve olumlu yönlendirmeleriyle yanımda olan danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Okan ACAR'a, deneysel çalışmalarımın her safhasında yanımda olan, fikirleriyle bana yol gösteren, beni sabırla dinleyen ve bugünlere gelmemde büyük katkıları olan Dr. Sefer DEMİRBAŞ' a, laboratuvar çalışmalarımda benden yardımlarını esirgemeyen yüksek lisans arkadaşlarım Burçin ŞEN ve Buket KESER'e ve laboratuvarlarında bulunan spektrofotometre cihazının kullanılmasındaki yardımlarından dolayı Ç.O.M.Ü Kimya Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Nurettin ŞAHİNER, Sultan BÜTÜN ve Nanobilim ve Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'ndeki herkese tekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisansım boyunca her zaman yanımda olan ve sıkıntılarımı paylaşan Buket KESER, Gökhan KUŞÇU, Müge ÇETİN, Onur ESEN, Nihan AKINCI, Rıza AKGÜL'e ve kilometrelerce uzakta da olsalar bana her zaman güç veren, yardımlarını benden esirgemeyen Seda DEMİRCİ, Koray DUYDUK ve Ertaç VURAL'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca emek ve destekleri ile beni ayakta tutan, bana inanan ve varlıklarından güç aldığım annem Hakiye GÖRKEM' e, babam İbrahim GÖRKEM' e, ablam Hilal GÖRKEM' e, dedem Recep HATİPOĞLU'na, tüm bunların yanında benimle hayatı paylaşan, zor günlerimde sıkıntılara ortak olan ablam Ayşe GÖRKEM'e ve varlıklarıyla hayatıma anlam katan Rengin ve Recai'ye en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bu araştırmada Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından BAP 2010/188 nolu proje ile desteklenmiştir. Bu nedenle adı geçen kuruluşa teşekkür ederim.

Hülya Nur GÖRKEM

SİMGELER VE KISALTMALAR

- $^1\text{O}_2$: Singlet Oksijen
- APX : Askorbat peroksidaz
- CAT : Katalaz
- DHAR : Dehidroaskorbat redüktaz
- E.C. : Uluslar arası Enzim komisyonu
- GPX : Glutasyon Peroksidaz
- GR : Glutasyon redüktaz
- GR 24 : Strigol' ün sentetik analogu
- GSH : Glutasyon
- GSSG : Glutasyon disülfid
- H_2O_2 : Hidrojen Peroksit
- HO^\cdot : Hidroksil Radikalleri
- HR : Aşırı duyarlılık
- MDA : Lipit peroksidasyon
- MDHAR : Monodehidroaskorbat Redüktaz
- $\text{O}_2^{\cdot-}$: Süperoksit Radikali
- POX : Peroksidaz
- PQ : Paraquat
- PR : Patojenlerle ilgili proteinler
- PS : Fotosistem
- ROT : Reaktif oksijen türleri
- SOD : Süperoksit dismütaz

ÖZET

BAZI PATLICAN ÇEŞİTLERİNİN ANTIOKSİDAN SAVUNMA SİSTEMİ ÜZERİNE CANAVAR OTU (*PHELIPANCHE RAMOSA* (L.) POMEL) PARAZİTİNİN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Hülya Nur GÖRKEM

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Okan ACAR

11/07/2011, 88

Bu çalışmada Çanakkale (Türkiye)' de tarımı yapılan 2 patlıcan varyetesi (*Solanum melongena* L. cv. Kemer ve *S. melongena* cv. Pala - 49) kullanılmıştır. Canavar otu paraziti ile bu patlıcan varyeteleri arasındaki etkileşimde yapraklarda ve köklerde antioksidan enzim aktivitelerindeki değişimler (SOD, POX, APX, GR, CAT), lipid peroksidasyon ve pigment miktarı araştırılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre, Pala-49 çeşidi özellikle kök dokusunda Kemer çeşidine kıyasla antioksidan enzimler temelinde daha etkili bir savunmaya sahip bulunmuştur. Bu iki çeşidin yaprak dokuları karşılaştırıldığında, Kemer çeşidinin lipid peroksidasyondan daha iyi korunduğu görülmekle birlikte, Pala-49 çeşidinin askorbat-glutasyon döngüsü enzimlerince iyi bir korumaya sahip olduğu da göze çarpmaktadır. Bu veriler ışığında, Pala-49 çeşidinin antioksidatif enzimler temelinde Kemer çeşidinden belirgin şekilde ayrıldığı ve canavar otu problemine karşı Kemer çeşidine kıyasla daha dayanıklı olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Phelipanche ramosa*, *Solanum melongena*, canavar otu, antioksidan enzimler, lipid peroksidasyon.

ABSTRACT

EFFECTS OF BROOMRAPE (*PHELIPANCHE RAMOSA* (L.) POMEL) ON ANTIOXIDANT DEFENCE SYSTEM IN SOME EGGPLANT VARIETIES

Hülya Nur GÖRKEM

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Science and Engineering

Chair for Biology Thesis of Master of Science

Advisor: Assistant Prof. Dr. Okan ACAR

11/07/2011, 88

In this study was carried out, 2 eggplant varieties cultivated in Çanakkale (Türkiye) (*Solanum melongena* L. cv. Kemer and *Solanum melongena* L. cv. Pala - 49). In this investigation were determined the changes in antioxidant enzyme activities (SOD, POX, APX, GR, and CAT), lipid peroxidation levels and the amount of pigment on root and leaf tissues of eggplant varieties which have putative resistant mechanisms against broomrape

As a result, cv. Pala-49 was established effective defense system based on antioxidant enzyme system than cv. Kemer, especially in root tissues. When compared to leaf tissues of these cultivars, cv. Pala-49 showed good protection via ascorbate–glutathion cycle against lipid peroxidation in contrast with better protection in cv Kemer. In consideration of these data, cv. Pala-49 was prominently differentiated from cv. Kemer based on the antioxidative enzymes and was more resistant against broomrape (*P. ramosa* (L.) Pomel) problem compared to cv. Kemer.

Keywords: *Phelipanche ramosa*, *Solanum melongena*, broomrape, antioxidant enzymes, lipid peroxidation.

İÇİNDEKİLER	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT.....	vii
BÖLÜM 1-GİRİŞ.....	1
1.1. Patlıcan (<i>Solanum melongena</i> L.).....	1
1.2. <i>Phelipanche</i> spp. (Canavar otu)	3
1.2.1. Canavar Otu Bitkisinin Biyolojisi.....	3
1.2.2. Yaşam Döngüsü	8
1.2.3. Mücadelesi	10
1.2.4. Çimlenme Uyarıcıları	11
1.3. Bitki Parazit Etkileşimi	14
1.4. Serbest Radikaller ve Antioksidatif Savunma Sistemi.....	17
BÖLÜM 2 - ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	27
BÖLÜM 3- MATERYAL VE YÖNTEM.....	32
3.1. Bitki Materyali.....	32
3.2. Yöntem.....	33
3.2.1. <i>Phelipanche ramosa</i> (L.) Pomel ve patlıcan bitkilerinin su	
kültüründe yetiştirilmesi.....	33
3.2.2. Antioksidan aktivitelerin belirlenmesi.....	35
3.2.3. Uygulama	36
BÖLÜM 4- ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	38
4.1. Pigment İçeriği.....	38
4.1.1. Klorofil a	38
4.1.2. Klorofil b	40
4.1.3. Toplam klorofil	42
4.1.4. Karotenoid	44
4.2. Toplam Protein İçeriklerinin Hesaplanması	46

4.3. <i>Phelipanche ramosa</i> (L.) Pomel Bitkisi Uygulamasına Bağlı Olarak <i>Solanum melongena</i> L. Bitkilerinde Meydana Gelen MDA Miktarındaki Değişimler	50
4.4. <i>Phelipanche ramosa</i> (L.) Pomel Bitkisi Uygulamasına Bağlı Olarak <i>Solanum melongena</i> L. Bitkilerinde Meydana Gelen Spesifik SOD Aktivitesindeki Değişimler	54
4.5. <i>Phelipanche ramosa</i> (L.) Pomel Bitkisi Uygulamasına Bağlı Olarak <i>Solanum melongena</i> L. Bitkilerinde Meydana Gelen Spesifik POX Aktivitesindeki Değişimler	58
4.6. <i>Phelipanche ramosa</i> (L.) Pomel Bitkisi Uygulamasına Bağlı Olarak <i>Solanum melongena</i> L. Bitkilerinde Meydana Gelen Spesifik APX Aktivitesindeki Değişimler	62
4.7. <i>Phelipanche ramosa</i> (L.) Pomel Bitkisi Uygulamasına Bağlı Olarak <i>Solanum melongena</i> L. Bitkilerinde Meydana Gelen GR Aktivitesindeki Değişimler	66
4.8. <i>Phelipanche ramosa</i> (L.) Pomel Bitkisi Uygulamasına Bağlı Olarak <i>Solanum melongena</i> L. Bitkilerinde Meydana Gelen CAT Aktivitesindeki Değişimler ...	70
4.9. İstatistiksel Bulgular	74
BÖLÜM 5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	76
5.1. Kök Dokusu Antioksidan Savunma Sistemi	76
5.2. Yaprak Dokusu Antioksidan Savunma Sistemi	77
KAYNAKLAR	80
Çizelgeler	I
Şekiller.....	III
Özgeçmiş.....	V

BÖLÜM 1**GİRİŞ****1.1. Patlıcan (*Solanum melongena* L.)**

Patlıcan bitkisi sistematik kategori olarak Solanaceae familyasının *Solanum* cinsine dahildir. Ilık iklimlerde tek yıllık özelliği gösterirken, tropik iklimlerde ufak bir ağaç şeklinde büyüyen çok yıllık bir kültür bitkisidir (Şeniz ve ark, 1995; Tunçer, 2007; Topçu ve Boyacı, 2008). Türkiye’ de en çok yetiştirilen ve tüketilen patlıcan çeşitleri; Kemer, Halkapınar, Bostan, Kirmastı, Yalova-49 ve Gönen’ dir (Altınok, 2006).

Patlıcan bitkisinin (*Solanum melongena* L.) anavatanı Hindistan olup, aynı zamanda İndo-Burma orijinli bir bitki olarak da tanımlanmaktadır (Boyacı, 2008; Tunçer, 2007). İkinci derecedeki gen merkezinin de Çin olduğu yönünde kayıtlar bulunmaktadır ve Araplar tarafından önce Akdeniz havzasına getirildiği, oradan İspanya’ya geçtiği, Türkler tarafından Balkanlar üzerinden Avrupa’ya yayıldığı düşünülmektedir. Patlıcanın Anadolu’ya 16. yüzyılın sonlarında ve 17. yüzyılın başlarında girdiği Zhukowsky tarafından bildirilmektedir (Tunçer, 2007).

Patlıcanın insan sağlığındaki yerinin vitamin ve mineral içeriği bakımından diğer sebze türlerinden küçümsenmeyecek düzeyde olduğu bilinmektedir (Boyacı, 2008; Topçu ve Boyacı, 2008). 100 g taze patlıcan; 24 kaloridir ve 1,1 g protein; 5,5 g karbonhidrat; 0 kolesterol; 2 g yağ; 1 g lif; 37 mg fosfor; 15 mg kalsiyum; 1 mg demir: 1 mg sodyum; 15 mg potasyum: 30 IU A vitamini; 0,05 mg B1 vitamini; 0,04 mg B2 vitamini; 0,05 mg B3 vitamini; 0,081 mg B6 vitamini ve 5 mg C vitamini içermektedir (Kömürcü, 2006). Çok sayıda patlıcan türü ilaç olarak eskiden beri kullanılmaktadır. Özellikle Hindistan’da diyabet, bronşit, astım, yangılı idrar yapma (dysuria), dizanteri gibi hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır. Ayrıca kandaki kolestrol oranını da azalttığı bilinmektedir (Boyacı, 2008).

Sağlıklı yaşam idealinin gündemdeki yerini alması, diğer sebzelerde olduğu gibi patlıcan tüketimini ve üretimini de arttırmaktadır (Keskin ve Tunalıoğlu, 2004; Topçu ve Boyacı, 2008). Üretim açısından patlıcan, Solanaceae familyası içerisinde patates ve domatesten sonra dünyada üçüncü sırada yer alan önemli bir sebzedir (Anonymous 2005; Altınok, 2006; Tunçer, 2007; Boyacı, 2008). Patlıcan, Asya ve Avrupa’da önemli bir bitkisel üründür. İlk olarak Çin, Hindistan ve Tayland’ da kültüre alınmıştır. Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri’nde yetiştirilmesine rağmen, tarımsal üretimin önemli bir yüzdesini oluşturmamaktadır (Van Eck ve Snyder, 2006).

Dünya patlıcan üretimi yaklaşık 30 milyon ton civarındadır. Türkiye, ortalama 970.000 ton/yıl patlıcan üretimiyle Çin ve Hindistan'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır. Bu üretimin yaklaşık 200.000 tonu Doğu Akdeniz Bölgesi'nden elde edilmektedir. Bu Bölgede, Mersin ilinde yaklaşık 1.800 ha alanda 58.000 ton üretim, Adana ilinde ise, yaklaşık 600 ha alanda 11.000 ton üretim gerçekleştirilmektedir (Anonymous 2005; Altınok, 2006; Tunçer, 2007). 2000-2009 yılları arasında Türkiye'de patlıcan üretimi (bin ton) çizelge 1' de verilmiştir (Keskin ve Tunahıoğlu, 2004; TUİK, 20011). Patlıcan Türkiye için önemli bir sebze türüdür. Başlangıçta serada alternatif tür olarak yetiştirilmekte iken bugün örtü altı yetiştiriciliğinde domates, hıyar ve biberden sonra dördüncü sırada yer almaktadır. Ayrıca ürün fiyatı açısından diğer sebzeler arasında en istikrarlı olan türdür (Topçu ve Boyacı, 2008).

Çizelge 1. 2000-2009 yılları arasında Türkiye' de patlıcan üretimi (bin ton) (Keskin ve Tunahıoğlu, 2004; TUİK, 20011)

YILLAR	TÜRKİYEDEKİ ÜRETİM (1000 ton)
2000	924.000
2001	945.000
2002	955.000
2003	935.000
2004	900.000
2005	930.000
2006	924.165
2007	863.737
2008	813.686
2009	816.134

Çağımıza damgasını vuran ve tüm biyolojik konularda geniş olanaklar sağlayan biyoteknolojinin önemli dallarından birisi olan bitki doku kültürü teknikleri, bitki ıslahçılarına büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Solanaceae familyasından domates ve patlıcanda transgenik çeşitler geliştirilmektedir (Sayılır ve Özzambak, 2005).

1.2. *Phelipanche* spp. (Canavar otu)**1.2.1. Canavar Otu Bitkisinin Biyolojisi**

Dünya çapında yayılış gösteren canavar otu bitkileri, daha önceleri *Orobanche* genusu altında toplanırken, son yapılan çalışmalarda dört seksiyon altında toplanmıştır: (1) sect. *Orobanche* (=sect. *Osproleon* Wallr.), (2) sect. *Trionyhon* Wallr. (Eski Dünya Canavar Otları), (3) sect. *Gymnocaulis* Nutt., (4)sect. *Myzorrhiza* (Philippi) Beck. (Yeni Dünya Canavar Otları). Eski dünya canavar otları *Orobanche* ve *Phelipanche* olarak iki genusta isimlendirilmiştir. Buna göre, *O. ramosa* bitkisi *P. ramosa* (L.) Pomel ve *O. aegyptiaca* bitkisi ise *P. aegyptiaca* (Pers.) Pomel olarak değiştirilmiştir (Demirbaş, 2011).

Canavar otu tohumları mikroskobik, oval biçimde ve yaklaşık olarak 0,3 x 0,2 mm büyüklüğündedir. Tohumların optimum çimlenme sıcaklığı 20 - 25 °C'dir. Canavar otunun çimlenip, toprak yüzeyine çıkışına kadar olan süre 30 - 60 gündür, hayat devresinin toprak altı safhasında karbonhidrat birikir, büyüme yavaş olur. Biriken bu karbonhidrat sürgün uzamasını sağlar ve toprak altından yüzeye çıkışlar başlar. Toprak yüzeyine çıkan sürgünler çok kısa sürede çiçeklenir ve sürgün gelişimi hızlanır. Meyve 0,5-2 cm 'lik kapsül şeklindedir ve her kapsülde 1.000-5.000 tohum bulunmaktadır. Her bitkide 40-100 kapsül oluşmaktadır (Demirkan, 2005; Öztürk, 2006). Tohum sayısının yüksek olmasından dolayı canavar otları, çok geniş alanlara yayılabilir (Winston, 2003) ve tohumları toprakta 20 yıla kadar canlılığını sürdürebilmektedir (Demirkan, 2005; Öztürk, 2006).

Canavar otu bitkisi, taze olarak hasat edildiğinde tohumların tamamen canlılıklarını yitirdikleri tespit edilmiştir. Tohumların depolandığı ilk 5 yıl içerisinde canlılığının sadece % 10 oranında azaldığı, 9 yılın sonucunda ise bu oranın % 50'ye ulaştığı rapor edilmiştir. Eğer tohumlar yüksek sıcaklık ve nemde bekletilirse canlılıklarının azalacağı belirtilmektedir (Şentürk, 2007).



Şekil 1. *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel bitkisi ve kapsülü (Orjinal).

Canavar otu, tamamen klorofilden yoksun zorunlu tam kök parazitidir (holoparazit). Özümleme kabiliyeti olmaması dolayısıyla üzerinde yaşadığı geniş yapraklı bitkileri su, mineraller ve karbon kaynağı olarak kullanarak konukçu bitkide hasara neden olur (Jacobsohn ve ark., 1980; Giray ve Nemli, 1983; Vieira ve ark., 2003; Abbas ve ark., 2008; Takagi ve ark., 2009). Holoparazit bitkilerin fotosentezle ilgili genleri ya inaktiftir ya da plastid genomlarından elimine olmuştur ve bu nedenle fotosentetik yeteneklerini kaybetmişlerdir (Okazawa ve ark., 2005; Takagi ve ark., 2009). Bundan dolayı plastidler, kloroplastları oluşturamaz ve bitkiler ışığı asla fotosentez için kullanamazlar. Holoparazit bitkiler ışığı, fizyolojik ve morfolojik olarak çevresel sinyalleri düzenlemede ve bu sinyal sisteminin bazı bölümleri de çimlenme ve çiçeklenme için kullanırlar (Okazawa ve ark., 2005).

Su, mineral ve organik bileşiklerin parazit bitki tarafından kullanımı, bir çok ekonomik bitkide önemli verim kayıplarına neden olmaktadır (Görür, 2004; Castillejo ve ark., 2009) ve dünya çapında milyarlarca insanın geçimini etkilemektedir (Abang ve ark., 2007). Verim kaybı, enfekte olan bitki ve enfeksiyon seviyesine bağlı olarak % 5-100

arasında değişmektedir (Dhanapal ve ark., 1996; Thomas ve ark., 1998; Abang ve ark., 2007). Çevresel faktörler, canavar otu - konukçu ilişkisine etki etmektedir (Dhanapal ve ark., 1996). Birçok canavar otu türü, Avrupa’da (Müller-Stöver ve ark., 2008), Fransa’da (Veronesi ve ark., 2007; Müller-Stöver ve ark., 2008), Lübnan’da (Haidar ve Sidahmed, 2006), Orta doğu, Rusya, Ukrayna ve Çin’ de (Pérez-Vich ve ark., 2004) önemli zarar oluşturmakta ve bu nedenle ekonomik önem taşımaktadır (Dhanapal ve ark., 1996). Canavar otu bitkileri çoğunlukla Fabaceae, Solanaceae, Brassicaceae, Asteraceae, Apiaceae, Cucurbitaceae ve diğer dikotil familyalarının üyelerine zarar verir ve genellikle monokotillerde etkin değildir (Hershenhorn ve ark., 1996; Matusova ve ark., 2005; Lins ve ark., 2006). Canavar otu türleri ve konukçu bitkileri çizelge 2’ de verilmiştir (Hershenhorn ve ark., 1996; Pérez-Vich ve ark., 2004; Matusova ve ark., 2005; Gonzalez-Verdejo ve ark., 2006; Haidar ve Sidahmed, 2006; Lins ve ark., 2006; Abang ve ark., 2007; Müller-Stöver ve ark., 2008).

Çizelge 2. Canavar otu türleri ve konukçu bitkileri (Hershenhorn ve ark., 1996; Pérez-Vich ve ark., 2004; Matusova ve ark., 2005; Gonzalez-Verdejo ve ark., 2006; Haidar ve Sidahmed, 2006; Lins ve ark., 2006; Abang ve ark., 2007; Müller-Stöver ve ark., 2008)

Konukçu Bitkiler	Canavar otu türü
Tütün (<i>Nicotiana tabacum</i> L.)	<i>O. crenata</i>
Domates (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill)	<i>P. ramosa</i>
Patates (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	<i>P. aegyptiaca</i>
Bakla (<i>Vicia faba</i> L.)	<i>O. cernua</i>
Mercimek (<i>Lens culinaris</i> Medick)	<i>O. cumana</i>
Nohut (<i>Cicer arietinum</i> L.)	<i>O. minor</i>
Ayçiçeği (<i>Helianthus annuus</i> L.)	<i>O. foetida</i>
Patlıcan (<i>Solanum melongena</i> L.)	
Lahana (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> L.f.)	<i>P. ramosa</i>
Kereviz (<i>Apium graveolens</i> L.)	<i>P. aegyptiaca</i>
Karpuz (<i>Citrullus lanatus</i> Thunb.)	
Kavun (<i>Cucumis melo</i> L.)	
Hint keneviri (<i>Cannabis sativa</i> L.)	
Kolza (<i>Brassica napus</i> L.)	<i>P. ramosa</i>



Şekil 2. Domates köküne yapışmış *P. ramosa* (L.) Pomel paraziti (Orjinal).



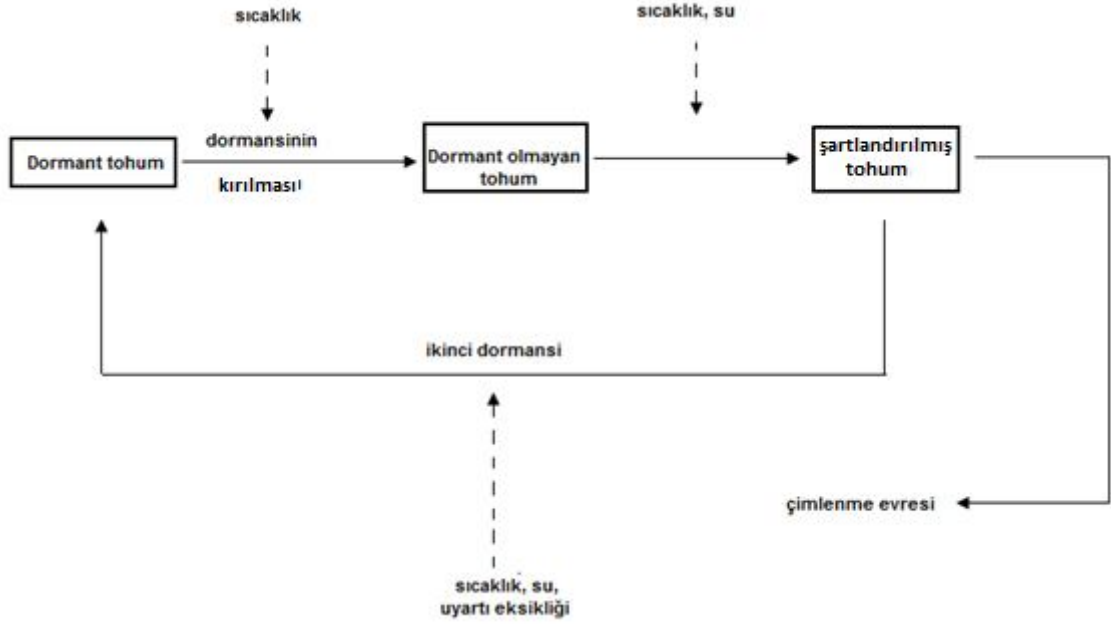
Şekil 3. Patlıcan köküne yapışmış *P. ramosa* (L.) Pomel paraziti (Orjinal).

1.2.2. Yaşam Döngüsü

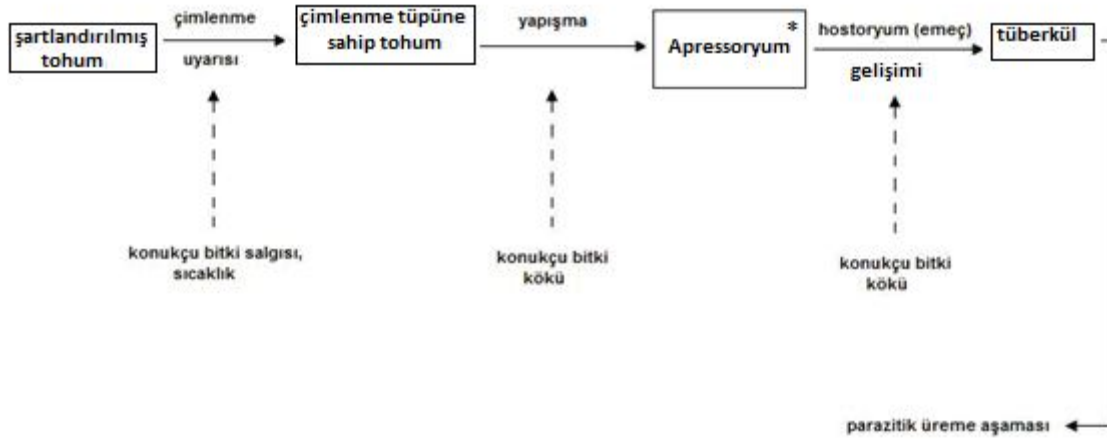
Canavar otunun çimlenmesi, yeterli sıcaklık ve nem koşullarında konukçu kökünden salgılanan özel kimyasal sinyaller tarafından uyarılır, bu uyarı canavar otu tohumunda konukçu köke bağlanan ve enfektif organ olan hostoryuma farklılaşan küçük bir radikula geliştirir (Öztürk, 2006; Şentürk, 2007; Castillejo ve ark., 2009). Canavar otu, selüloz, hemiselüloz, pektinolitik enzimler, peroksidaz (POX) ve proteazları içeren salgılanmış enzimler vasıtasıyla mekaniksel etki, enzimatik parçalama ve/veya konukçu hücre duvarlarını değiştirerek konukçu dokularına penetre olur. Bu enzimler, konukçu hücre duvarlarını ve özellikle orta lameli dayanıksız hale getirebilir ve böylece parazit hücrelerin konukçu kökünde ilerlemesi kolaylaşır (Veronesi ve ark., 2007). Konukçu doku penetrasyonu ve damar sistemine bağlandığı yerde sarımsı renkte bir tüberkül veya nodül meydana gelir, bu tüberkül zamanla kalınlaşarak 0,5-2,5 cm kadar olur ve yumruyu oluşturur. Bu yumru üzerinde tomurcuklar ve kökçükler meydana gelir. Gelişmesi devam ederken esas sürgün oluşur. *P. ramosa* türünde bu sürgün dallanabilir. Canavar otu türlerinin toprakaltı safhasında karbonat sürgün uzamasını sağlar ve toprak altından yüzeye çıkışlar başlar. Oluşan bu sürgün, karbonhidrat birikimi sonucu uzamakta ve toprak altından yüzeye çıkmaktadır. Toprak yüzeyine çıkan sürgünler kısa sürede çiçeklenerek meyve oluşturmaktadır (Öztürk, 2006; Şentürk, 2007; Castillejo ve ark., 2009).

Çimlenen canavar otu tohumları ancak 2-3 mm çevresindeki konukçu köklerini parazitleyebilir. Daha uzak mesafede çimlenen tohumlar, konukçusunu bulamazsa ölürlür. Canavar otu türleri hostoryumlarıyla konukçusuna tek bir noktadan giriş yapar, *P. ramosa* ise birçok noktadan konukçusuna giriş yapar (Şentürk, 2007). Hostoryumların büyüklüğü 0,5-1,7 mm renkleri ise beyaz-sarı ile kırmızı-kahverengi arasındadır (Öztürk, 2006).

Canavar otunun yaşam döngüsü 3 aşamadan oluşur; tohum aşaması, çimlenme aşaması ve parazitik aşama/ bitkinin tohum oluşturduğu safha (Şekil 4, 5, 6) (Dhanapal ve ark., 1996).



Şekil 4. Canavar otunun yaşam döngüsünde tohum aşamasında adımlar ve süreçler (Dhanapal ve ark., 1996).



* : Turgor basıncı kullanarak konukçunun köküne bir kazık gibi büyüüp giren, hızlı bir enfeksiyondaki düzleştirilmiş, hif benzeri baskı organı.

Şekil 5. Canavar otunun yaşam döngüsünde çimlenme aşamasında adımlar ve süreçler (Dhanapal ve ark., 1996).



Şekil 6. Canavar otunun yaşam döngüsünde parazitik üreme aşamasında adımlar ve süreçler (Dhanapal ve ark., 1996).

1.2.3. Mücadelesi

Parazit bitkiler, birçok kırsal topluluğun gıda güvenliği için büyük tehdit oluşturur (Goldwasser ve ark., 2000; Vieira ve ark., 2003). Canavar otu, Avrupa’ daki (Müller-Stöver ve ark., 2008), Afrika ve Asya’nın ılık ve kurak alanlarındaki, Doğu’nun yarı kurak ve sıcak bölgelerindeki ve Akdeniz ülkelerindeki (Dhanapal ve ark., 1996) birkaç büyük tarım alanında (ayçiçeği, tütün, domates ve bakla) önemli tarım zararlılarından birisidir. İstilas, Akdeniz ikliminin hakim olduğu ülkelerde yinelenen bir problemdir (Goldwasser ve ark., 2000; Vieira ve ark., 2003).

Yabancı otlar içerisinde özellikle canavar otu yıllar geçtikçe daha büyük bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Canavar otuyla mücadele üç nedenden dolayı zordur:

- i. Canavar otu bitkilerinin çok sayıda tohum üretirler.
- ii. Çok küçük olan bu tohumların toprak altında çimlenmeden uzun süre saklı kalabilirler.
- iii. Bulaşık topraklar, tarım alet ve makineleri, bitki materyalleri, çiftlik hayvanları, sulama (yağmurlama ve aşırı sulama) ve rüzgar ile çok kolay yayılabilirler.

Tam parazit bir yabancı ot olup konukçusu ile çok sıkı ilişkisinden dolayı birçok kültür bitkisinde ne yazık ki bu yabancı ota karşı ekonomik ve etkili bir kontrol yöntemi geliştirilememiştir. Canavar otuna karşı kontrol yöntemlerinin yetersiz kalışı, her geçen gün tarımsal alanlarda bunların önemini göstermektedir. Canavar otları ile ilgili sorunun boyutu yurdumuzun bazı bölgelerinde belirlenmiş olmasına rağmen, birçok bölgesinde ise henüz bilinmemektedir (Demirkan, 2005; Aksoy 2010).

Canavar otu kontrolü için birçok mücadele yöntem bulunmakla birlikte, bu yöntemler pahalı ya da etkisiz olabilmekte; bazen çevreye zarar verebildikleri gibi bazen de özel donanım gerektirebilmektedirler. Başarılı parazitlik; tohum çimlenmesi, bağlantı,

konukçu kökünün penetrasyonu ve damar bağlantılarının kurulmasını içeren çok aşamalı bir süreçtir. Bu durum gelişimsel sinyalleri tanımlamada, parazit ve konukçu arasındaki genetik durumların düzenlemesini içerir. Parazit otlara karşı mücadelede yeni stratejileri geliştirmek için konukçu-parazit birlikteliğiyle ilgili genlerin daha iyi anlaşılması gerekir. Fakat, parazit bitkiler ve konukçuları arasındaki etkileşimlere ilişkin genetik çalışmalar, fizyolojik ve biyokimyasal araştırmaların gerisinde kalmıştır (Goldwasser ve ark., 2000).

Uygulanabilirliğinin kolay olması, kısa sürede sonuç vermesi gibi nedenlerden dolayı canavar otu mücadelesi üzerine yapılan çalışmaların büyük bir bölümünü kimyasal savaşım çalışmaları oluşturmaktadır (Demirkan, 2005). Fakat parazit ve konukçunun her ikisinin de çiçekli bitki olması, canavar otunun kimyasal kontrol metodlarının uygulanabilirliğini zorlaştırmaktadır. Aslında, ürün ne olursa olsun, geliştirilmiş kontrol metodlarının hiçbiri tümüyle başarılı değildir. Bundan dolayı, canavar otunun yer altı gelişiminin erken safhalarında daha seçici ve aktif olan yeni kontrol metodları geliştirilmelidir. Sonuç olarak, konukçu-parazit etkileşimi ile ilgili olan mekanizmalarında daha iyi anlaşılmasına ihtiyaç vardır (Vieira ve ark., 2003).

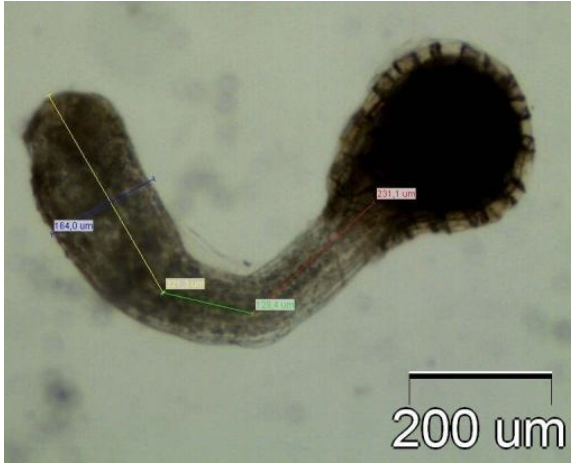
Bitki atıklarının toprağa karıştırılmasıyla yabancı otlarda çimlenme ve gelişmenin kontrole oranla daha yavaş ve az meydana geldiği belirlenmiştir. Toprağa çeşitli bitki atıklarının karıştırılmasıyla allelopatik kimyasallar toprağa karışır ve toprağın organik maddesi artması da parazitik yabancı otlarda çimlenme ve gelişmeye engel olmaktadır (Öztürk ve Demirkan, 2010).

Canavar otu için bilinen kontrol yöntemleri, el ile ot mücadelesi, ürün rotasyonu, ekim zamanı ayarlama, toprak besin ayarı, tütsüleme, solarizasyon, herbisit kullanımı, dayanıklı bitki çeşitlerinin seçimi ve ıslahı, tuzak kullanımı ve biyolojik ajanların kullanımınıdır (Abang ve ark., 2007). Ancak bu savaşım yöntemlerinin bazılarının uygulanması zor, bazılarının ise ekonomik değildir. Ayrıca canavar otuna karşı etkili ilaçlar bulunmamakta ve etkili olan bazı kimyasallar ise konukçusu olan kültür bitkilerine de fitotoksik olması sebebiyle kimyasal savaşımında kullanılamamaktadır. Bu nedenle canavar otu mücadelesinde yeni alternatif savaşım yöntemleri geliştirilmeye çalışılmaktadır (Öztürk, 2006).

1.2.4. Çimlenme Uyarıcıları

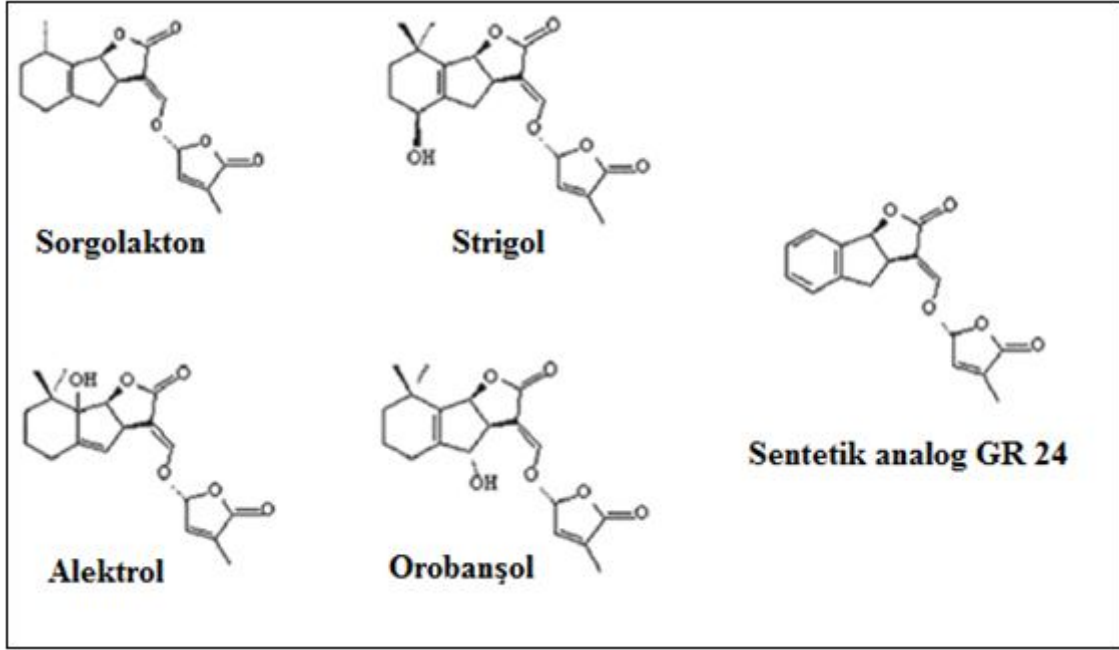
Toprakta bulunan canavar otu tohumları, konukçu bitkiden gelen kimyasal uyarıcı maddenin etkisiyle çimlenirler (Görür, 2004). **Strigolakton** adı verilen bu kimyasal uyarıcılar konukçuların köklerinden salındığı zaman parazitik bitkilerin çimlenmelerini

teşvik eden terpenoid laktonlardır (Goulet ve Klee, 2010) ve canavar otu tohumlarının çimlenmesini teşvik ederler (Yoneyama ve ark., 2009). Allelokimyasal grubuna dahil olup strigol, sorgolakton, alektrol ve orobaşol olarak dört farklı formu mevcuttur (Şekil 8) (Denev ve ark., 2007). Sentetik olarak üretildiklerinde, doğal olarak bitkiler tarafından salınan kimyasallarla aynı işlevi görmektedir (Demirbaş, 2006). Johnson ve ark. tarafından, ilk defa 1976 yılında strigolakton analoglarının sentezi ile ilgili yapılan bir çalışmada, bunlara GR (growth regulator, çimlenme uyarıcıları) bileşikleri denilmiştir. Bunlar GR24, GR28, GR7, GR5'tir ve bu bileşikler dihidroparteneloid olarak adlandırılmaktadır (Pérez-de-Luque ve ark., 2000). Bu bileşiklerden en yüksek çimlendirme potansiyeline sahip olan GR24'tür. GR24'ün yüksek miktarlarda kullanımı maliyetlidir ve geniş çapta kullanılmasına engel teşkil etmektedir (Demirbaş, 2006).



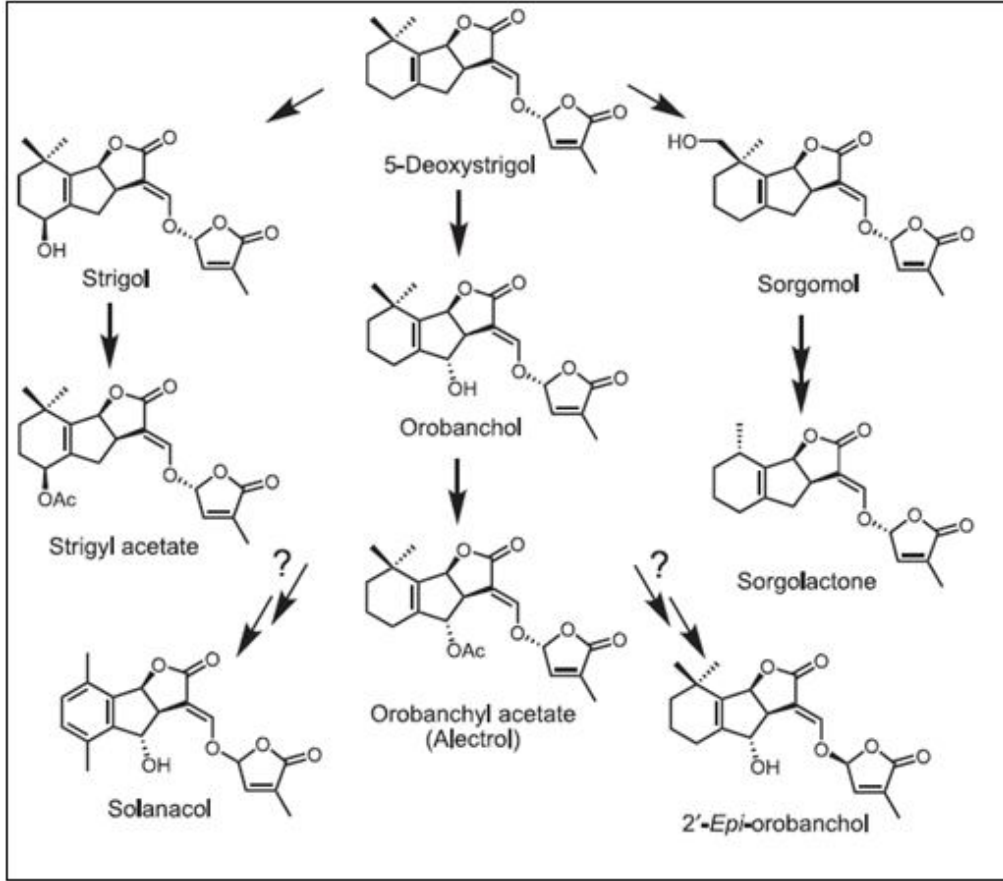
Şekil 7. GR 24 uygulanarak çimlenen *P. ramosa* (L.) Pomel bitkisi (Orijinal).

En başarılı paraziter strateji, kimyasal kullanılarak konukçu bitkinin yaşam döngüsü ile parazitlerin erken gelişim evrelerinin uyumlu çalışmasıdır. Canavar otu tohumları, konukçu bitkilerin köklerinden yayılan strigolaktonların belirli bir konsantrasyonu ortamda mevcut değil ise, tercih edilen çevresel koşullarında bile kendi çimlenme programını iptal etme yeteneğindedir ve bu kimyasal bileşiklerin çok düşük konsantrasyonlarına (10^{-7} - 10^{-15}) bile yanıt verirler. Optimum koşulların altında veya üstündeki konsantrasyonlar tohum çimlenmesini engelleyebilir. Yapılan çalışmalarda, *Orobancha minor* tohumları için 2 çimlenme uyarıcısı; alektrol ve orobaşol izole edilmiştir (Denev ve ark., 2007).



Şekil 8. Canavar otu için çimlenme uyarıcıları (Denev ve ark., 2007).

Bitki kök eksüstasyonlarında bugüne kadar 9 tane doğal strogolakton saptanmıştır. Bitkilerde strogolakton biyosentezinin metabolik yolu Şekil 9’ da gösterilmiştir. Lopez-Raez’in çalışmasında, domates strigolaktonlarının (orobancol ve solanacol) karotenoidlerden biyosentetik olarak türediği gösterilmiştir. Bu nedenle büyük olasılıkla bitki aleminde karotenoid kökenli strigolaktonlar olağandır (Kohki ve Hayashi, 2008).



Şekil 9. Bitkilerde strogolakton biyosentezinin metabolik yolu (Kohki ve Hayashi, 2008).

Birbirinden farklı doğal çimlenme uyarıcıları, parazitlerin konukçularından izole edilmiştir. İlginç şekilde sadece konukçu bitkilerde değil aynı zamanda arbusküler mikroviral mantarların konukçusu olmayan *Arabidopsis* sp., beyaz acı bakla, *Menispermum dauricum* ve *Stephania sepharantha* gibi konukçu olmayan türlerde de strigolaktonlar üretilmektedir. Son bulgular strigolaktonların bitkiler aleminde yaygın şekilde bulunabileceğine ve kök dallanmasına neden olan yeni bir fitohormon sınıfı olarak gizli bir işlevine işaret etmektedir (Yoneyama ve ark., 2009; Macias ve ark., 2009).

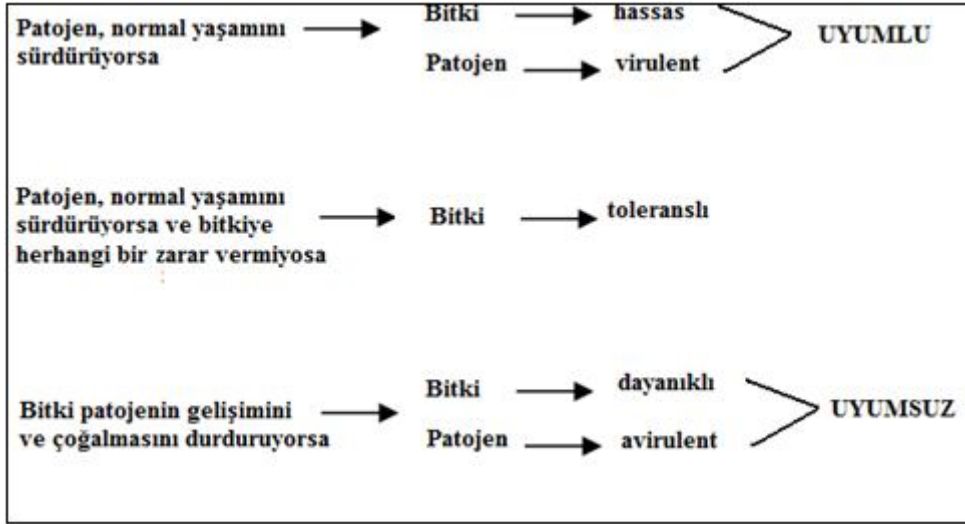
1.3. Bitki Parazit Etkileşimi

Bitkiler, içinde buldukları çevreyi tanıma ve o ortama adapte olma işlevini çeşitli moleküler ve fizyolojik olaylar sayesinde gerçekleştirirler. Aynı zamanda içersinde buldukları ortamı diğer canlılarla (patojen ve simbiyontlar) paylaşmak ve hatta onlarla bazen rekabet etmek zorunda kalırlar (Tör, 1998). Bitkiler yaşadıkları ortamda birçok organizma ile etkileşim içerisindedir ve bu etkileşimlerin bazıları yararlı olabileceği gibi bazıları da zararlı olabilir. Bu olayların büyük bir kısmı toprak altında gerçekleştiği için kolayca gözlenemez (Bülgener, 1998).

Parazitlik gezegenimizdeki en eski yaşam biçimlerinden biridir. Parazitler; bitkiler, hayvanlar, mikroorganizmalar dahil tüm canlıların yaşamına katılabilirler (Över ve Aksoy, 2006). Parazit organizmalar, prokaryot ve ökaryotik organizmaların en büyük nesillerinde serbest yaşayan atalarından evrimleşmiştir. Parazitik bitki evriminin esas hipotezi, parazitik olmayan bitkilerden evrimleşmiş parazitizmdir. Parazitik bitki evrimi modeli 3 şekilde açıklanabilir: (1) hostoryumun fakültatif hemiparazit yoluyla kazanımı için ototroflardan değişimi; (2) Konukçu kaynakları ve konukçu seleksiyonu sonucu ıslahta güvenin artması; (3) ototrofa özgü gen kodlamalarının kaybı (Yoder ve ark., 2009).

Yaklaşık olarak 19 angiosperm familyasından 4.500 tür, diğer bitkilerde parazit yaşayabilmektedir. Parazit bitkiler, konukçu kaynaklarına duydukları ihtiyaca göre çeşitlilik gösterirler. Böyle bitkilerin yaklaşık % 10'u zorunlu parazittir ve bunlar **holoparazitik** olarak adlandırılırlar. Holoparazitlerin fotosentez yetenekleri yoktur ve besin için tamamen konukçusuna bağımlıdırlar. Çoğu parazit bitki ise **hemiparazit** ve besin ihtiyaçlarının çok az bir kısmını da olsa kendileri üretebilmektedirler. Bütün hemiparazit bitkilerin fotosentez kabiliyetleri olmasına rağmen, fotosentetik verimleri yeterli olmadığı için konukçu kaynaklarına ihtiyaç duyarlar. *Orobanche*, *Rafflesia* ve *Hydnora* türleri fotosentez yeteneğinden yoksundurlar ve yaşamlarının bütün evrelerinde konukçularına bağımlıdırlar (Yoder ve ark., 2009).

Parazit ve patojen terimleri aralarındaki temel fark, parazitin başarılı olabilmesi için konukçuda yaşayabilmesi ve orada çoğalması yeterli iken, patojen konukçuda yaşayabilme ve çoğalmasının yanında konukçuya zarar verip hastalık meydana getirir. Bir başka deyişle patojenin mutlaka parazit olması gerekirken, parazitin patojen olması gerekmemektedir. Bir etmen belirgin çevre koşulları altında bir bitkinin patojeni olurken, bir başka çevrede aynı bitkinin patojeni olamamaktadır. Bu da konukçu-patojen ilişkilerini anlamada sınırlama meydana getirmektedir. Buna benzer bir başka taraflı yaklaşım da “dayanıklılık” terminolojisinde görülmektedir. Patojen konukçuda normal yaşamını sürdürüyorsa bitkiye hassas, patojene virulent ve aralarındaki ilişkiye ise uyumlu denir. Patojen, bitkide herhangi bir zarar meydana getirmiyor fakat normal yaşamını devam ettiriyor ve bitkiyi istila ederek çoğalmasını sürdürüyorsa o bitki o patojene toleranslı olarak ifade edilir. Ancak, bitki bu patojenin gelişme ve çoğalmasını çeşitli nedenlerle tamamıyla durduruyor ise bu bitki genel anlamıyla dayanıklı, patojen avirulent ve dayanıklı bitki ile patojen arasındaki ilişki de uyumsuz olarak kabul edilir (Şekil 10) (Tör, 1998; Türk 2006).



Şekil 10. Bitki ve patojen arasındaki ilişki (Tör, 1998; Türk 2006).

Bitkiler patojen saldırılarından kendilerini korumak için birçok savunma mekanizmasına sahiptir. Bu savunma mekanizmaları bazı patojenler için caydırıcı bir rol oynamasına karşın bazı patojenler için etkisiz kalması sonucu hastalıklar ortaya çıkmaktadır (Koç ve Üstün, 2008). Bitkiler kendilerini patojenlerden koruma yolları olarak çeşitli engeller geliştirmişlerdir. Bunlardan bazıları; mumsu tabaka ve lignin birikmesi olan hücre duvarları gibi fiziksel engellerdir. Böyle bir savunma mekanizması, genelde bütün patojen türlere karşı etkilidir (Tör, 1998).

Bitkiler içerisinde buldukları ortamlarda biyotik ve abiyotik etmenler tarafından devamlı şekilde uyarılırlar. Bu uyarıcılar hücre membranında bulunan reseptörler tarafından alınarak sinyal iletişimi yoluyla hücre içerisindeki gerekli yerlere iletilirler. Alınan bu sinyallere göre de bitkide bir tepki oluşur. Söz konusu durum konukçu-patojen ilişkileri açısından incelendiğinde, patojenlerin avr genlerinin ürünleri, konukçunun R geninin proteini tarafından tanınmaktadır. Daha sonra bu R genleri, fosforilasyon yoluyla diğer genleri harekete geçirerek bitkideki tepki ve savunma mekanizmasını aktif hale getirmektedir. Sonuçta da bitki hücresi, programlanmış hücre ölümü (apoptosis) ile hem kendisini hem de kendisine saldıran patojeni öldürmektedir (Tör, 1998).

Patojenlere karşı bitkilerin vermiş olduğu hızlı yanıtlar şu şekilde gerçekleşir:

- Kallos sentez öncüllerinin aktivasyonu,
- sitosolik Ca^{+2} miktarında artış,
- oksidatif patlama sırasında hidrojen peroksit (H_2O_2)'in birikimi.

Doğrudan antimikrobiyal etkiyle değil, aynı zamanda hücre duvarı proteinlerinin ve olası polimerlerinin oksidatif çapraz bağlanması sonucu hipersensitif hücre ölümleri

gerçekleşir. Daha sonra ki savunma yanıtları ise, fitoaleksinlerin biyosentezi, lignin polimerlerinin ve patojenle ilişkili (PR) proteinlerin birikimidir (Demirbaş, 2006). PR proteinleri bitkilerde patojen enfeksiyonu sonucu veya buna benzer stres koşullarında sentezlenen proteinlerdir. Sistemik direnç oluşturmaktadırlar. PR proteinleri patojenin saldırısını, yayılmasını, çok yönlülüğünü sınırlandırmakta ve yaralanma, incinme, yüksek osmotik basınç gibi diğer stres koşullarında da oluşmaktadırlar. Fitoaleksinler lokal yanıtların başlıca antimikrobiyal bileşikleriyken, PR proteinleri hem lokal hem de sistemik direnç sürecinde meydana gelmektedirler (Koç ve Üstün, 2008).

Bitkiler, farklı patojenlerle mücadele etmektedirler ve patojenlere direnmek için, genellikle bitki savunma yanıtları olarak, savunma mekanizmaları veya yanıtlarının bir dizisini aktive edebilirler. Bitki savunma yanıtlarının indüklemesinde ilk adım, elisitör olarak bilinen patojen türevli moleküllerin tanınmasıdır. Aşağı yönlü sinyal aktarımının basamakları, bu elisitörlerin tanınması ile aktive olmaya başlar (Raho ve ark., 2010). Savunma mekanizması, patojende bulunan avirulans (avr) gen ürünleri tarafından uyarılır. Bitkilerde bulunan karşılık direnç (R) gen ürünleri olan R proteinleri, patojen avr gen ürünlerinin algılanmasını ve direnç oluşumunu sağlamaktadır. R genleri ile oluşturulan savunma tepkisi (aynı zamanda gen-için-gen direnci), saldırı bölgesinde bulunan hücrelerde hızla nekrozların (hipersensitif tepki veya HR) ortaya çıkmasına neden olarak patojen o bölgede etkin şekilde sınırlandırılır (Yıldız Aktaş ve Güven, 2005).

Bitkilerde dayanıklılık mekanizmalarının saptanması, konukçu ve patojen arasında ilk karşılaşma esnasında nasıl bir etkileşim olduğu, neden bazı ekotiplerin hastalık etmenlerinin bazı izolatlarına karşı çok hassasken, diğerlerine karşı yüksek oranda dayanıklılık gösterdiği ile ilgili soruları cevaplamak amacıyla çok sayıda çalışma yapılmıştır. Ancak, dayanıklılığı sağlayan mekanizma veya mekanizmalar hala tam olarak aydınlatılamamıştır (Türk, 2006).

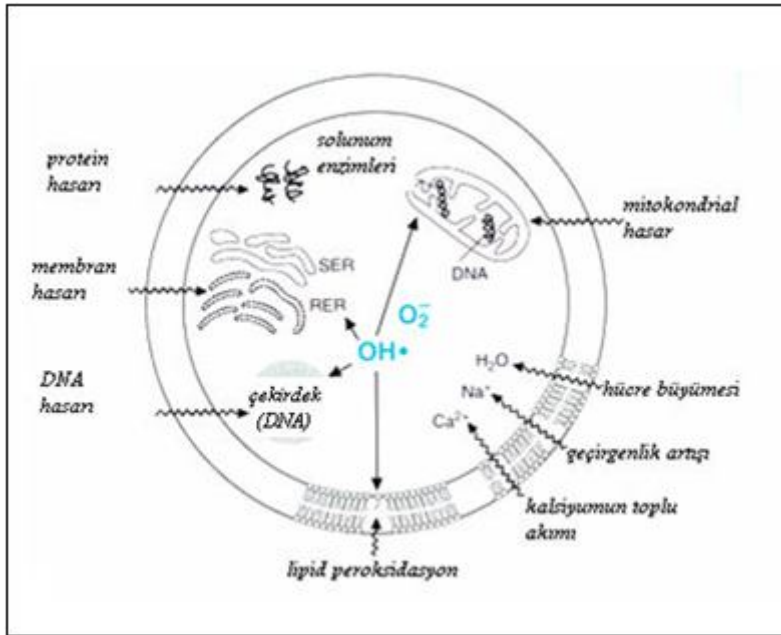
1.4. Serbest Radikaller ve Antioksidatif Savunma Sistemi

Serbest radikal, atomik ya da moleküler yapılarda çiftlenmemiş tek elektron bölümlerine verilen isimdir. Başka moleküller ile çok kolayca elektron alışverişine girebilen bu moleküllere **oksidan moleküller** veya **reaktif oksijen türleri (ROT)** denmektedir. Bu radikaller, hücredeki diğer moleküllerle kolayca etkileşime girerek oksidatif stres meydana getirirler ve normal hücresel metabolizma sırasında oluşabildiği gibi, çeşitli dış etkenler aracılığı ile de meydana gelebilir. Oksidatif stres, organizmadaki prooksidan ve antioksidan dengenin bozulması olarak tanımlanmaktadır. Radikaller;

lipidler, proteinler ve nükleik asitler gibi temel hücrel bileşenlerde hasara yol açabilme özelliğine sahiptir (Tekeli ve Sezgin, 2007). Bitkilerde ROT' nin üretimi ve süpürülmesi arasındaki dengeyi yüksek ışık, kuraklık, düşük sıcaklık, yüksek sıcaklık ve mekaniksel stres gibi birçok abiyotik stres faktörü etkileyebilmektedir (Apel ve Hirt, 2004).

Oksijenin bir elektron alarak indirgenmesi sonucu süperoksit radikali ($O_2^{\cdot-}$), süperoksitin bir elektron alması sonucu ise peroksit oluşur. Peroksit molekülü de 2 hidrojen atomu ile birleşerek H_2O_2 meydana getirir. Ancak biyolojik sistemlerde H_2O_2 ' in asıl üretimi $O_2^{\cdot-}$ dismutasyonu ile olur. İki süperoksit molekülü iki proton alarak H_2O_2 ve moleküler oksijeni oluştururlar. H_2O_2 bir serbest radikal olmadığı halde, ROT içine girer ve serbest radikal biyokimyasında önemli bir rol oynar. Reaksiyon sonucu radikal olmayan ürünler oluştuğu için dismutasyon reaksiyonu olarak da bilinir (Bilge, 2010).

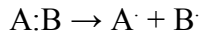
Serbest radikaller yaşam için gereklidir ve elektron transferi, enerji üretimi ve pek çok diğer metabolik işlevde temel oluşturur. Ama zincir reaksiyonu kontrolsüz bir davranış gösterirse hücrede hasarlara neden olabilirler. Normal koşullar altında bu serbest radikallerin yıkımı ve üretimi bitki hücresi içinde düzenlenmektedir. Buna rağmen çevresel stresler (yüksek ışık yoğunluğu, herbisitler, patojen saldırılar, kuraklık, tuzluluk, hava kirliliği vs.) sonucunda, serbest radikaller ile antioksidan sistemin aktivitesi arasında denge bozulmakta ve protein denaturasyonu, lipid peroksidasyonu, DNA mutasyonları gibi oksidatif hasarlar meydana gelmektedir (Koç ve Üstün, 2008). Serbest radikallerin hücreye etkileri şekil 11' de verilmiştir (Aktürk, 2010).



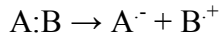
Şekil 11. Serbest radikallerin hücreye etkileri (Aktürk, 2010).

Serbest radikaller başlıca 3 temel mekanizma ile oluşurlar (Özdemir, 2010).

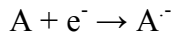
1. Kovalent bağların homolitik kırılması: Yüksek enerjili elektromanyetik dalgalar ve yüksek sıcaklık kimyasal bağların kırılmasına neden olur. Kırılma sırasında bağ yapısındaki iki elektronun her biri ayrı ayrı atomlar üzerinde kalıyorsa, bu tür kırılmaya homolitik kırılma denir ve bu durumda her iki atom üzerinde de paylaşılmamış elektron kalır.



2. Normal bir molekülün elektron kaybetmesi veya bir molekülün heterolitik bölünme: Heterolitik bölünme olarak adlandırılır. Kovalent bağı oluşturan her iki elektron atomların birinde kalır ve iyonlar meydana gelir.



3. Normal bir moleküle elektron transferi: Radikal özelliği taşımayan bir moleküle, bir elektron transferi ile dış orbitalinde paylaşılmamış elektron taşıyor hale gelirse, bu indirgenme radikal oluşumuna neden olur.

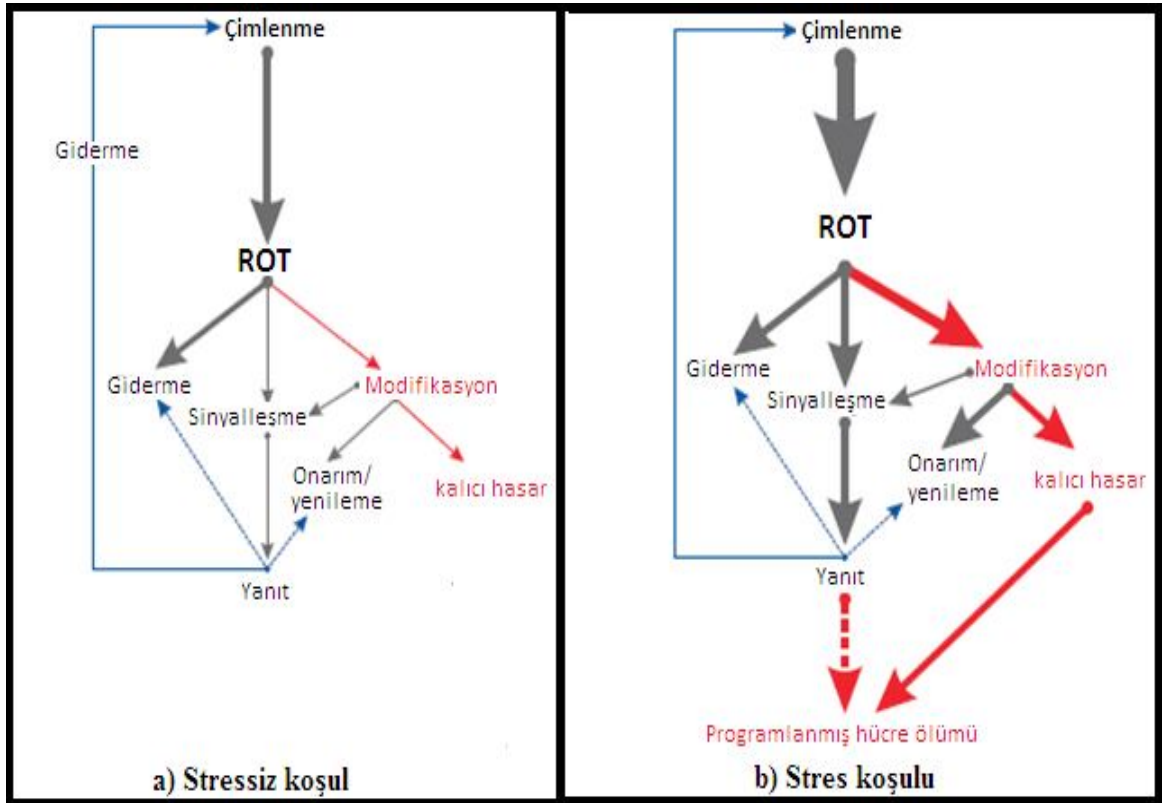


Doğal metabolik yollarla oluşan serbest radikaller, radikal parçalayan antioksidan sistemler ile ortadan kaldırılmaktadır. Ancak çeşitli nedenlerle ROT' nin artması ve antioksidan mekanizmaların yetersiz kalması sonucu '**oksidatif stres**' meydana gelmektedir (Atmaca ve Aksoy, 2009). Oksidatif stres, organizmadaki pro-oksidan ve anti-oksidan dengenin bozulması olarak da tanımlanmaktadır (Tekeli ve Sezgin, 2007).

Aerobik metabolizma tarafından oksijen reaktivitesinin kullanılması, biyolojik bileşiklerden kimyasal enerji elde edilmesinde aerobik organizmalar için büyük bir avantaj sağlar. Fakat kimyasal yapısı nedeniyle moleküler oksijen, genellikle tek değerlikli azaltma yollarını takip eder. Kısmen indirgenmiş oksijen ara maddeleri, yan ürün olarak birçok metabolik reaksiyonda üretilir ve ROT olarak bilinirler. ROT, peroksidatif zincir reaksiyonlarını tetikleyerek ve hücresel bileşenlerde oksidatif hasara yol açarak biyolojik moleküllerin tüm ana sınıflarını oksidize edebilir. Bu oksidatif stres sonuçta hücre ölümüne neden olabilir. Ancak, ROT gen ifadesi, hücre döngüsü, programlanmış hücre ölümü, HR ve yaşlanmanın düzenlenmesi gibi birçok önemli hücresel fonksiyonları yerine getirmektedir (Teixeira ve ark., 2005).

Oksijen, bitkiler için son derece önemlidir. Moleküler oksijenin (O_2) suya (H_2O) indirgenmesi, yüksek bitkilerin enerji kaynağını oluşturmaktadır. Oksijenin indirgenmediği durumlarda DNA, protein ve lipid gibi biyolojik molekülleri oksidize edebilen ROT oluşmaktadır (Acar ve ark., 2009). Plazma zarları ve hücre duvarlarında ROT oluşumu tamamen açık olmasına rağmen hücre duvarları metabolizmanın ve aynı zamanda oksijen aktivasyonunun aktif bölgeleridir. (Baykal, 2006).

ROT, hem stres olan hem de olmayan hücrelerde üretir (Alscher ve ark., 2002; Apel ve Hirt, 2004). ROT' nin üretimi, uzaklaştırılması, modifikasyonları, sinyalleşme ve bitki hücrelerine stressiz ve stres koşullarında verdiği zarar arasındaki ilişkiler şekil 12' de verilmiştir (Moller ve ark., 2007).



Şekil 12. Reaktif oksijen türlerinin üretimi, uzaklaştırılması, modifikasyonları, sinyalleşme ve bitki hücrelerine a) stressiz ve b) stres koşullarında verdiği zarar arasındaki ilişkiler (Moller ve ark., 2007).

Bitkilerde sürekli olarak ROT' nin üretildiği yerler kloroplastlar, mitokondri ve peroksizomlardır. Üretim ve taşıma kesinlikle ROT kontrolünde olmalıdır (Apel ve Hirt, 2004). Yeşil bitki kısımlarının ışık alan bölgelerinde ana ROT üreticileri, kloroplastlar ve peroksizomlardır. Yeşil olmayan veya karanlıkta bulunan bitki parçalarının ana ROT

üreticisi ise mitokondridir. Kloroplastlar yan ürün olarak fotosistem II' de (PSII), $^1\text{O}_2$ (singlet oksijen, genellikle kloroplastlarda oluşan yüksek enerji seviyesinde bulunan reaktif oksijen türü) ve fotosistem I (PS I)' de hem radikal hem de anyon bir ROT olan süperoksit (O_2^-) üretirler (Moller ve ark., 2007).

Stres, biyotik ve abiyotik faktörlerin birlikte ya da ayrı ayrı olarak fizyolojik ve biyokimyasal değişimleri meydana getirmesi veya organizmada hasar oluşturma kapasitesi olarak tanımlanabilir. Başka bir deyişle, büyüme, gelişme ve üretim için genetik potansiyelin ifadesini olumsuz şekilde etkileyen herhangi bir çevresel faktörü veya bunların etkileşimlerini içermektedir (Akgül, 2010). Biyotik ve abiyotik stres sırasında, canlı hücrelerin birçok yerinde ROT oluşturulur. O_2^- , H_2O_2 , hidroksil radikalleri (HO \cdot) ve $^1\text{O}_2$ gibi ROT' nin üretimi aerobik metabolizmanın kaçınılmaz sonucudur (Moller ve ark., 2007). ROT' nden kaynaklanan hücre ölümü, membran lipid peroksidasyonu, protein oksidasyonu, enzim engellenmesi ve DNA ile RNA hasarı gibi oksidatif süreçlerden kaynaklanabilir. ROT' nin artan seviyeleri, programlanmış hücre ölümünü aktive edebilir. Apoptotik olmayan genler vasıtasıyla tütün bitkisinde paraquat ile uyarılma sonucunda, oksidatif stresin engellenmesinin programlanmış hücre ölümü ile gerçekleştiği gözlenmiştir (Mittler, 2002).

Antioksidan metabolizma, hücre redoks homeostazisini korumak ve ROT' nin tehlikeli etkilerine karşı hücreleri korumak için gelişmiştir. Stresli çevre koşullarında ROT üretimi ve birikiminin artışı bitki korunması önemli bir role sahiptir. Enzimatik ve enzimatik olmayan bileşenlerin her ikisi de, ROT detoksifikasyon ve hasar onarımını kapsayan çeşitli reaksiyonlara katılır. Birçok antioksidan enzim farklı hücrelerde hücre redoks dengesini korumak için ortaklaşa hareket ederler (Teixeira ve ark., 2005). Normal fizyolojik koşullar altında, moleküler oksijenin indirgenmesi ile hücrede ROT üretilir ve çevresel stres koşullarının artışı üretimi artırır (İncedere Uysal, 2007).

Bitkilerde tohum oluşumu, çimlenme ve çimlenme sonrası fide büyümesi, iyi düzenlenmiş süreçlerdir. Bu süreçler yüksek hücrelerde metabolik aktivite ve ROT' nin üretimini içermektedir (Mylona ve ark., 2007). Bitkiler, ROT' lerine karşı çok iyi gelişmiş bir savunma sistemine sahiptirler. Bu sistem ROT' nin sınırlandırılması ve oluşumunu içine aldığı kadar bunların ortadan kaldırılmasını da başlatmaktadır. Bununla birlikte, stres koşullarında ROT oluşumunda artış ortaya çıktığında bitkiler savunma sistemindeki enzimatik veya enzimatik antioksidan yolları artırma ile bunları ortadan kaldırma şeklinde yanıt vermektedirler (Alscher ve ark., 2002).

Antioksidanlar etkilerini başlıca iki şekilde gösterirler (Özdemir, 2010);

1. Serbest radikal oluşumunun önlenmesi:
 - a. Başlatıcı reaktif türevleri uzaklaştırıcı etki
 - b. Oksijeni uzaklaştırıcı veya konsantrasyonunu azaltıcı etki
 - c. Katalitik metal iyonlarını uzaklaştırıcı etki
2. Oluşan serbest radikallerin etkisiz hale getirilmesi:
 - a. Toplayıcı (*scavenging*) etki: ROT'ları etkileyerek onları tutma veya çok daha az reaktif başka bir moleküle çevirme (Enzimler)
 - b. Bastırıcı (*quencher*) etki: ROT'ları ile etkileşip onlara bir proton ekleyerek aktivite kaybına neden olma veya inaktif sekle dönüştürme olayına bastırıcı etki denir (Flavonoidler, vitaminler).
 - c. Onarıcı (*repair*) etki

Stres koşulları altında hücreleri korumak ve ROT seviyelerini kontrol altında tutabilmek için bitki dokuları ROT' ni ortadan kaldıran çeşitli antioksidan enzimleri (SOD, CAT, GR, Peroksidaz, Askorbat Peroksidaz) ve düşük moleküler ağırlığa sahip antioksidanları (Askorbat, Glutasyon, Fenolik Bileşikler, Tokoferoller vs.) içermektedirler (Blokhina, 2000).

Bütün organizmalar yaşamlarını sürdürmek için hastalık ve elverişsiz ortam koşullarına uyum sağlamak zorundadırlar. Bu ortam koşullarında bitkiler, hayvanlar ve ilkel organizmalar eşit olarak etkilenirler. Homolitik tepkimelerde oluşan radikaller hücrenin ilgili bölümlerine, dokulara, sonunda da organizmaya ve populusyona zarar verir. Bu nedenle genellikle ROT' ni oluşturan bu tepkimelerde içsel artış, antioksidanlar tarafından ya da dışsal destekleyici kimyasallarla dengelenebilir (Elstner ve ark., 1999). Antioksidan maddeler, çoğunlukla polifenolik yapıdadırlar ve neredeyse tüm bitki türlerinde bulunmaktadır. Bu antioksidan maddelerin en önemlileri; tokoferoller, flavonoidler, karotenoidler ve askorbik asittir (Tekeli ve Sezgin, 2007).

Stres altındaki bitkide artan düzeylerde sentezlenen serbest radikaller hücrelere zarar vermekte, özellikle yavaşlama sürecine giren fotosentezin etkinliğini daha da sınırlandırmaktadır. Oluşan ROT, protein membran lipitleri ve nükleik asitler ile klorofil gibi hücre bileşenlerini de bozmaktadır. Bitkilerde stres karşısında oluşan ROT' ni zararsız bileşiklere dönüştüren antioksidan miktarları ve antioksidan enzim aktiviteleri yüksek olduğunda, o bitkiler oksidatif zararlanmaya karşı daha dayanıklı olmaktadır. Bitkideki kloroplastlar, toksik oksijen türevlerine karşı antioksidatif savunma sistemlerine sahip

olup, bu antioksidanların başında E vitamini, C vitamini (askorbat), glutatyon ve karotenoidler (β -karoten ve zeaksantin) gelmektedir. Süperoksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz (GR), katalaz (CAT) gibi enzimler ROT' ların yok edilmesinde en etkin antioksidatif enzimler olarak bilinmektedirler (Yaşar ve ark., 2008). Antioksidan enzimlerin, ROT' nin yapımıyla doğrudan ilgili olduğu veya diğerler reaksiyonları katalizlediği bilinmektedir. Bundan dolayı, antioksidanlar ve antioksidan enzimler kontrolsüz oksidasyonun basamaklarını engellemekte görevlidirler. Karakterize edilen antioksidan enzimlerin sınıflandırılması çizelge 3' de listelenmiştir (Noctor ve Foyer, 1998). Enzimatik ve enzimatik olmayan bileşenlerin her ikisi de, ROT detoksifikasyon ve hasar onarımını kapsayan çeşitli reaksiyonlara katılırlar. Birçok antioksidan enzim farklı hücrelerde hücre redoks dengesini korumak için ortaklaşa hareket eder (Teixeira ve ark., 2005). Enzimler normal şartlar altında ROT' ni indirgemede yeterli olur fakat üretimin daha fazla artmasıyla, indirgenme tamamlanamaz ve sonuçta lipitler, proteinler, DNA, klorofil biyomoleküllerin oksidasyonu ya da reaktif oksijen türlerinin gereğinden fazla yığılmasıyla hücre ölümleri gerçekleşebilir (İncedere Uysal, 2007).

Çizelge 3. Başlıca antioksidan enzimler (Noctor ve Foyer, 1998)

Enzim	Kısaltmalar	EC numarası
Süperoksit dismutaz	SOD	1.15.1.1
Askorbat peroksidaz	APX	1.11.1.11
Monodehidroaskorbat redüktaz	MDHAR	1.6.5.4
Dehidroaskorbat redüktaz	DHAR	1.8.5.1
Glutatyon redüktaz	GR	1.6.4.2
Katalaz	CAT	1.11.1.6
Glutatyon Peroksidaz	GPX	1.11.1.9

Bir hücre içinde SOD enzimi, ROT'ne karşı savunmanın ilk hattını oluşturmaktadırlar. O_2^- , bir elektron taşıma zincirinin bulunduğu herhangi bir yerde üretilmektedir ve bundan dolayı O_2 aktivasyonu, içinde mitokondriler, kloroplastlar, glioksizomlar, peroksizomlar, apoplast ve sitosolün bulunduğu hücrenin farklı bölümlerinde görülebilmektedir. O_2^- oluşumu hücrenin tüm kısımlarında

gerçekleşebilirken kloroplastlar, mitokondriler ve peroksizomlar ROT 'ların en önemli üreticileri olarak düşünülmektedirler (Alscher ve ark., 2002).

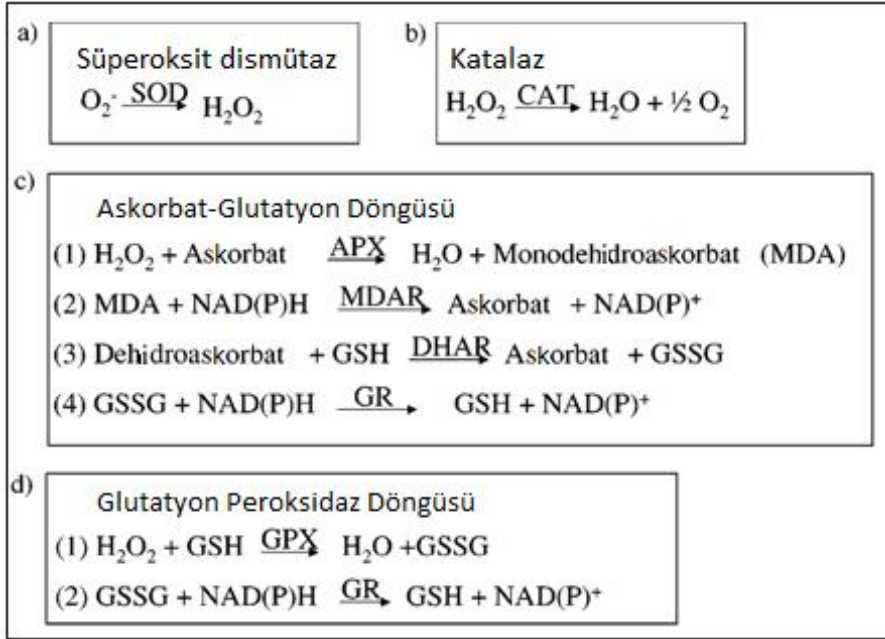
$O_2^{\cdot-}$ ve H_2O_2 'in verimli bir şekilde yıkılması için çeşitli antioksidan enzimlerin aktivasyonu gerekmektedir. Bitki hücrelerinde meydana gelen $O_2^{\cdot-}$ radikali, SOD tarafından H_2O_2 'e dönüştürülmektedir. Fotosentezin thiol-düzenleyici enzimlerle bağlantılı olması ve H_2O_2 'in, thiol gruplarını hızlı bir şekilde okside edebilen güçlü bir oksidan olması nedeniyle kloroplastta birikmesine izin verilmemelidir (Noctor ve Foyer, 1998).

$O_2^{\cdot-}$ radikalinin ana kaynağının mitokondri olduğu düşünülmektedir. Çünkü mitokondride oksijene her seferinde sadece bir elektron transfer edilebilmesinden dolayı, elektron transferi sırasında $O_2^{\cdot-}$ oluşumu kaçınılmazdır. $O_2^{\cdot-}$ radikali, dismutasyon reaksiyonu ile bir başka reaktif oksijen türü olan H_2O_2 'i oluşturur. H_2O_2 ise reaktivitesi yüksek olan OH' radikali oluşturma potansiyeline sahiptir. Mitokondride yaşla beraber istikrarlı bir şekilde $O_2^{\cdot-}$ ve H_2O_2 üretim hızı da artar (Takım, 2010). $O_2^{\cdot-}$ ve OH' sitoplazma, mitokondri, nükleus ve endoplazmik retikulum membranlarında lipid peroksidasyonunu başlatır. Membranlarda lipid peroksidasyonu meydana gelmesi sonucu membran geçirgenliği artar. Serbest radikallerin etkisiyle proteinlerdeki sistein sülfhidril grupları ve diğer aminoasit kalıntıları okside olarak yıkılır, nükleer ve mitokondriyal DNA okside olur (Aktürk, 2010).

SOD, süperoksit radikalini hidrojen peroksite dönüştürür (Şekil 13 a). CAT, hidrojen peroksiti suya dönüştürür (Şekil 13 b). Hidrojen peroksit, aynı zamanda askorbat-glutasyon döngüsü tarafından da suya dönüştürülür. APX tarafından katalizlenen ilk reaksiyonda indirgen madde askorbattır. Askorbat, monodehidroaskorbat (MDA)'ya yükseltgenir. MDA redüktaz (MDAR), NAD(P)H yardımıyla MDA'yı askorbata indirger. Dehidroaskorbat (DHA), MDA tarafından kendiliğinden üretilir ve GSSH'a yükseltgenen GSH yardımıyla DHA redüktaz (DHAR) tarafından askorbata indirgenebilir. Döngü, glutasyon redüktazın, GSSH'ı indirgen madde NAD(P)H ile GSH'a dönüştürmesiyle sonlanır (Şekil 13 c). GPX döngüsü, GSH'den eşdeğerliklileri kullanarak hidrojen peroksiti suya dönüştürür. Yükseltgenen GSSG, GR ve indirgen madde NAD(P)H tarafından tekrar GSH'ya dönüştürülür (Şekil 13 d) (Apel ve Hirt, 2004).

Çizelge 4. Bitkilerde ROT oluşumu, lokalizasyonu ve uzaklaştırılması (Mittler, 2002)

	Mekanizma	Lokalizasyon	ROT
Oluşum (ürün)	Fotosentez ET ve PSI-II	Kloroplast	$O_2^{\cdot-}$
	Solunum ET	Mitokondri	$O_2^{\cdot-}$
	Glikolat Oksidaz	Peroksizom	H_2O_2
	NADPH oksidaz	Plazma Membranı	$O_2^{\cdot-}$
	Yag asidi β - oksidasyonu	Peroksizom	H_2O_2
	Oksalat Oksidaz	Apoplast	H_2O_2
	Ksantin Oksidaz	Peroksizom	$O_2^{\cdot-}$
	Peroksidaz, Mn ve NADH	Hücre Duvarı	$H_2O_2, O_2^{\cdot-}$
	Amino oksidaz	Apoplast	H_2O_2
Parçalama	Süperoksit dismutaz	Kloroplast, Sitozol, mitokondri, Apoplast	$O_2^{\cdot-}$
	Askorbat peroksidaz	Kloroplast, Sitozol, mitokondri, Apoplast	H_2O_2
	Katalaz	Peroksizom	H_2O_2
	Glutasyon Peroksidaz	Sitozol	$H_2O_2, ROOH$
	Peroksidaz	Hücre duvarı, Sitozol, Vakuol	H_2O_2
	Askorbik Asit	Kloroplast, Sitozol, mitokondri, Apoplast	$H_2O_2, O_2^{\cdot-}$
	Glutasyon	Kloroplast, Sitozol, mitokondri, Apoplast	H_2O_2
	α -Tokoferol	Membranlar	$ROOH, O_2^{\cdot-}$
	Karetenoidler	Kloroplast	$O_2^{\cdot-}$
Uzaklaştırma	Anatomik adaptasyonlar	Yaprak, epidermis	$O_2^{\cdot-}, H_2O_2, O_2^{\cdot-}$
	C_4 veya CAM metabolizması	Kloroplast, Sitozol, Vakuol	$O_2^{\cdot-}, H_2O_2$
	Kloroplast hareketi	Sitozol	$O_2^{\cdot-}, H_2O_2, O_2^{\cdot-}$
	Fotosentez baskılanması	Kloroplast	$O_2^{\cdot-}, H_2O_2$
	Fotosistem ve anten ayarlanması	Kloroplast	$O_2^{\cdot-}, O_2^{\cdot-}$
	Alternatif oksidazlar	Kloroplast ve Mitokondri	$O_2^{\cdot-}$



Şekil 13. SOD, CAT, askorbat-glutatyon döngüsü ve glutatyon peroksidaz (GPX) döngüsü tarafından enzimatik ROS temizlenmesinin yöntemi (Apel ve Hirt, 2004).

BÖLÜM 2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Doke (1985), oksidatif patlamayı ilk olarak rapor etmiş ve *Phytophthora infestans* 'nın virülans olmayan türleri ile patates yumru dokusunu aşılamanın ardından SOD'un hızlıca H₂O₂' e dönüştürüldüğünü ispat etmiştir. Aynı patojenin bir virülans türü, O₂⁻ üretiminde hata oluşmasına neden olur. O₂⁻ üretimi daha sonra, virülant olmayan bakteri, mantar ve virüsleri kapsayan bitki patojen etkileşimlerinin geniş bir bölümünde tanımlanmıştır (Apel ve Hirt, 2004).

Antonova ve Ter Borg (1996), canavar otunun enfekte ettiği ayçiçeği fidelerinde peroksidaz aktivitelerini araştırmışlardır. Buna göre, enfeksiyonla peroksidaz aktiviteleri arasında pozitif bir ilişki vardır.

Elstner ve ark. (1999), bütün organizmalar, hastalıklara ve elverişsiz ortam koşullarına karşı uyum sağlamak zorundadırlar. Bu durumdan bitkiler, hayvanlar ve ilkel organizmalar eşit olarak etkilenirler. Homolitik tepkimelerde oluşan radikaller, hücrenin ilgili bölümlerine, dokulara, organizmaya ve popülasyona zarar verir. Bu tepkimeler sonucunda ROT oluşur ve içsel artışlar antioksidanlar tarafından ya da dışarıdan gelen destekleyici kimyasallarla dengelenebilirler.

Alscher ve ark. (2002), metil viologen ve DCMU uygulanmış Arabidopsis bitkilerinde, 2. ve 3. Fe SOD aktivite bantlarını gözlemelerine rağmen, uygulama gruplarının immunoblotlarının hiçbirinde ikinci bir bant gözlenmemiştir. Protein seviyelerindeki yükselişe rağmen kontrol gruplarının her ikisinde protein miktarları yükselmiştir. Bu yükseliş, oksidatif stres uygulamasının bir sonucu değildir.

Demirkan (2005), domatesin önemli sorunlarından olan canavarotu (*P. ramosa* (L.) Pomel)' na karşı bazı bitki parçalarının allelopatik etkileri ile ilgili araştırmasında; 2 ay bekletilen ceviz, karnabahar, lahana, tesbih ağacı, zakkum bitkilerinin belirli dozlarının canavar otu çıkışını arttırdığını saptamıştır. Demirkan, bu nedenle test edilen bitkilerin 1 ve 3 ay bekletilmesi sonucu canavar otu gelişiminin azalacağı kanısına varmıştır.

Demirbaş ve Acar (2008), *O. cumana* Wallr. parazitine duyarlı olduğu bilinen ISERA, toplam SOD miktarları dikkate alındığında kısa süreli antioksidatif yanıt oluşturduğu fakat POX ile desteklenmediği gözlenmiştir. Toleranslı olduğu bilinen PIONEER 4223 çeşidi, SOD ve POX aktivitesinin anlamlı antioksidatif yanıtlar oluşturmuştur. İlaçla dayanıklı olduğu bilinen SANAY çeşidi ise, ilaç uygulaması yapılmadan kullanıldığında SOD aktiviteleri anlamsız değişimler gösterirken POX

aktivitesi kontrole kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Ancak her iki antioksidatif enzim için kontrole kıyasla anlamlı artışlar saptanmamıştır. Sonuç olarak, SANAY çeşidinin ISERA çeşidine benzer şekilde *O. cumana* Wallr. parazitine duyarlı olduğu ve PIONEER 4223 çeşidinin bu iki türe kıyasla daha dayanıklı olarak saptanmasında antioksidatif enzimlerin seçici bir kriter olabileceği vurgulanmıştır.

Altınok (2006), farklı patlıcan çeşitlerinin *Fusarium solgunluğuna* reaksiyonunu belirlemede inokulasyonlarda virulensliği yüksek Fom 10 izolatını kullanmıştır. Faselis F1, İrena F1, Pala, Kemer ve Adana Topağı çeşitlerinin *Fusarium solgunluğuna* tepkileri, yaprak ve vasküler renklenme simptomlarına göre değerlendirilmiştir. İstatistiksel analizler sonucunda, *Fusarium solgunluğuna* en duyarlı çeşidin “Pala” patlıcan çeşidi olduğu saptanmıştır. Bu çeşitlerin vasküler renklenme simptomlarının, yaprak simptomlarından daha spesifik sonuç verdiği belirlenmiştir. Yaprak simptomlarına göre Faselis F1, İrena F1, Kemer ve Adana Topağı patlıcan çeşitleri ortalama hastalık indeksi değerleriyle aynı grupta yer alırken, vasküler renklenme simptomlarına göre İrena F1 ve Kemer çeşitleri ayrı bir grup oluşturmuştur.

Gökmen (2006), 137 farklı domates genotipinin düşük sıcaklıklardaki kuru madde verim kapasitesi belirlenmiştir. Soğuk etkinliklerine göre seçilen duyarlı ve dayanıklı genotiplerde, strese maruz kalma sonucu antioksidan bileşiklerin ve enzimlerin rolü araştırılmıştır. Sürekli düşük sıcaklık uygulamasına en çok aktive olan enzimin % 44 artış ile SOD olduğu belirlenmiştir. SOD enzimini % 15 artış ile APX, % 19 azalış ile GR ve % 23 azalış ile CAT’ın izlediği rapor edilmiştir. Antioksidan bileşikler düşük sıcaklıkta önemli oranda artmıştır. Bitkinin yaşlı yapraklarında klorofil azalması, soğuk etkinliği düşük genotiplerde daha fazla miktarlarda olmuştur.

Yaşar ve ark. (2006), tuz koşullara hassas ve toleranslı genotiplerin MDA ve iyon içeriklerindeki farklılıkları belirlemek için 2 toleranslı (Mardin Kızıltepe (MK) ve Burdur Bucak (BB)) ve 2 hassas (Artvin Hopa (AH) ve Giresun (G)) lokal Türk patlıcan varyetelerini kullanmışlardır. Diğer türlerde olduğu gibi tuz stresi, lipid peroksidasyonu ölçüt alındığında oksidatif strese neden olmuştur. Lipid hasarın fazlalığı toleranslı olan MK ve BB genotiplerinde daha düşüktür. Kontrol gruplarında toleranslı olan BB genotipi ve hassas olan G genotipi arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Fakat kontrol gruplarında toleranslı olan MK genotipinin MDA içeriği, hassas olan AH genotipinden daha yüksektir.

Tuz uygulamalarında ise toleranslı olan genotiplerdeki MDA içeriğinin duyarlı genotiplerdeki MDA içeriğinden daha az olduğu saptanmıştır.

İncedere Uysal (2007), alüminyum (Al) çözeltilerinin 2, 5, 8, 10 mM konsantrasyonlarının buğdayda çimlenme yüzdesini önemli oranda etkilemediği, kök uzamasını inhibe ettiği, kuru ve taze ağırlığını azalttığı ve lipid peroksidasyonunu arttırdığı belirlenmiştir. Al' un oluşturduğu oksidatif strese karşı bitkide, SOD, CAT, GPX' de belirgin bir artış, APX aktivitesinde ise düşüş gözlemlenmiştir. Al konsantrasyonu artışıyla, hücre ölümünün de arttığı belirlenmiştir. Her konsantrasyona 5 mM SA eklenmesiyle Al' un toksik etkisi azalmış, kök uzamasında, taze ve kuru ağırlıkta artış, lipid peroksidasyonda düşüş, SOD, CAT, GPX aktivitelerinde azalma, APX aktivitesinde ise artış belirlenmiştir. Al' un buğdayda toksik etkilere sebep olduğu ve SA'nın Al'in toksik etkilerini belirgin bir şekilde azalttığı ortaya konmuştur.

Gunes ve ark. (2008), silisyum (Si) elementinin etkilerinin kuraklık şartlarında yetişen 12 ayçiçeği çeşidinde sürgün ve kök büyümesinde gelişme, yaprağın oransal su içeriği (RWC), stoma direnç (SR), lipid peroksidasyon (MDA), membran geçirgenliği (MP), prolin ve H₂O₂ birikimi, enzimatik olmayan antioksidan aktivitesi, SOD, CAT ve APX aktiviteleri incelenmiştir. Silisyum uygulanan toprak, 12 ayçiçeği çeşidinden 6'sında kuraklığın istenmeyen etkilerini ortadan kaldırdı. Kuraklık stresi altında bütün çeşitlerde SR, H₂O₂, prolin ve MDA içeklerinde artış gözlemlendi. Si uygulaması, RWC' yi artırarak önemli ölçüde membran hasarını azalttığı belirlenmiş. CAT aktivitesi kuraklık stresinde önemli ölçüde azalmış fakat Si ilavesi CAT aktivitesini artırmıştır. Ayçiçeği çeşitlerinin SOD ve APX aktiviteleri, kuraklık ile artmış ve Si ilavesi ile azalmıştır. Ayçiçeği çeşitlerinin enzimatik olmayan antioksidan aktiviteleri, kuraklık stresi altında Si ile artmıştır. Sonuçta, Si ilavesine yanıt olarak ayçiçeği çeşitleri genetik varyasyon göstermesine rağmen, membran hasarının önlenmesiyle kuraklık stresi etkisinden korunabilmişlerdir.

Abbes ve ark. (2008), Tunus' ta, yirmi ürün çeşidinde, canavar otu tohumlarının çimlenme ve gelişime etkileri *in vitro* koşullarda test edilmiştir. Petride çimlendirilen *O. foetida* tohumları fiğ, yonca, mercimek, nohut ve bakla bitkilerinde tüberkül geliştirmişlerdir. Bu parazitlerin tohumları çemen, keten, aspir, ekmeklik buğday, fasulye ve bezelye varlığında ise tüberkül gelişimi olmadan çimlenmişlerdir. Diğer yandan *O. crenata* tohumları aspir, yarfıstığı, fiğ, mercimek, nohut, bezelye ve bakla bitkilerinde tüber gelişimi gösteriyorken çemen, keten, domates, ayçiçeği, mısır, yulaf, ekmeklik ve makarnalık buğday, yonca ve fasulye bitkilerinde ise tüber gelişimi gözlenmemiştir. *O. foetida* parazitin enfekte olduğu alanlarda fasulye, bezelye, keten ve çemen otu

kullanımları ve *O. crenata* ile enfekte olmuş alanlarda ise fasulyesi, keten, yonca, buğday ve yulaf kullanılarak bu canavarotu tohum bankasının azalabileceği ileri sürülmüştür.

Yaşar ve ark. (2008), tuz stresinin karpuz (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) yapraklarındaki antioksidatif enzim aktiviteleri üzerine etkisini belirlemek için tuza duyarlı Golden Crown F1, Crimson Sweet ile tuza toleranslı Diyarbakır ve Midyat yerel genotiplerinin fideleri kontrollü iklim odasında su kültüründe test edilmişlerdir. Araştırmacılar, 4-5 yapraklı fidelere 10 gün süreyle gerçekleştirilen 100 mM NaCl uygulamasının tuza toleranslı genotiplerin SOD, CAT, APX ve GR enzim aktivitelerini duyarlı olanlara göre çok fazla arttırdığını saptamışlardır. Buna göre; Midyat yerel genotipi SOD, CAT ve GR enzim aktiviteleri; Diyarbakır genotipi ise APX enzim aktivitesi bakımından diğerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca kontroldeki (0 mM NaCl) Midyat yerel genotipi fidelerinin yaprak SOD, APX ve GR enzim aktivitelerinin, tuzlu ortamda kültüre alınan duyarlı genotiplerden fazla olması dikkat çekmiştir. Sonuçta, antioksidan enzim aktivitelerinin tuza tolerans üzerinde etkili olduğu; tuzlu koşullarda kültüre alınan karpuz genotiplerinin antioksidatif enzim sistemlerini duyarlı çeşitlere göre çok daha aktif kullandıkları belirlenmiştir.

Acar ve ark. (2009), Türkiye’ de tarımı yapılan bazı domates çeşitleri üzerine canavar otunun etkileri incelenmiş ve enfeksiyona karşı dayanıklılığın enzimik antioksidan savunma sistemi yanıtlarıyla sıkı ilişkili olduğu rapor edilmiştir.

Öztürk ve Demirkan (2010), bazı bitki yapraklarının patatesten sorun olan canavar otuna allelopatik etkilerinin belirlenmesini amaçlamışlar ve ekimden önce bakla, fiğ ve zakkumun toprağa karıştırılarak *Phelipanche* spp. mücadelesinde kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

Longo ve ark. (2010), *P. ramosa*’nın sera domates meyvelerinin meyve renginde, kuru ağırlıkta, mezokarp kalınlığında, meyve sertliğinde, titrasyon asitliğinde, askorbik asit miktarında, kabonat miktarında, indirgenmiş şeker içeriğinde ve suda çözünür kuru madde miktarında azalış gözlemlenirken, meyve başına düşen tohum sayısının arttığı belirlenmiştir.

Ozkur ve ark. (2009), kuraklık stresine maruz kalan *Capparis ovata* bitkisinde PEG uygulamasıyla yaratılan kuraklık etkisinin 14 gün sonunda gövde taze ve kuru ağırlıklarında azalmaya neden olduğunu, RWC ve fotosentetik etkenliğin (F-v/F-m) ise azaldığını saptamışlardır. SOD, CAT ve POX enzimlerinin artan aktiviteleri stresli fidelere çok yüksek bulunmuştur. GR aktivitesi PEG uygulamasının 14. günü sonunda

artarken APX aktiviteleri daima artış göstermiştir. Araştırmacılar, *C. ovata*' da artan kuraklık toleransının yüksek düzeydeki kuraklık stresi altındaki antioksidan sistemin işlevi sonucu oksidatif zarardan korumayla ilişki olduğunu rapor etmişlerdir.

Shao-Hang ve ark. (2011), bir hıyar çeşidinde 1 saat 101M PQ ile ön işlem sonrası bu bitkileri 48 saat 100mM NaCl' ye maruz bıraktıklarında, kontrol bitkilere kıyasla ön işlem uygulanmış hıyar bitkilerinin yapraklarında tuz stresinin, antioksidan enzim aktivitelerini (örneğin SOD, APX, GR), H₂O₂, O₂⁻) ve MDA seviyelerini yükselttiği gözlemlenmiştir. Tuz koşulları altında PQ ön uygulaması, antioksidan savunma artışıyla ilişkili olan H₂O₂, O₂⁻ ve MDA'da azalışa neden olarak oksidatif stresi engellemiştir. Düşük konsantrasyonda, PQ ön uygulaması, hıyar bitkilerinde antioksidan mekanizmaların artışıyla tuza bağlı oksidatif hasarı azaltabildiği ileri sürülmüştür.

Aydın (2010), Çanakkale (Türkiye)'de tarımı yapılan bazı biber çeşitleri ile *Phelipanche aegyptiaca* (Pers.) Pomel etkileşiminde kök ve yaprak dokularında antioksidan enzim aktivitelerindeki değişimler (SOD, POX, APX, GR, CAT), lipid peroksidasyon, pigment miktarı ve büyüme parametreleri dikkate alındığında, diğer çeşitlere kıyasla Demre sivrisi ve 11B-14 çeşitlerinde daha iyi antioksidan savunma yanıtı oluşturduklarını belirlemiştir.

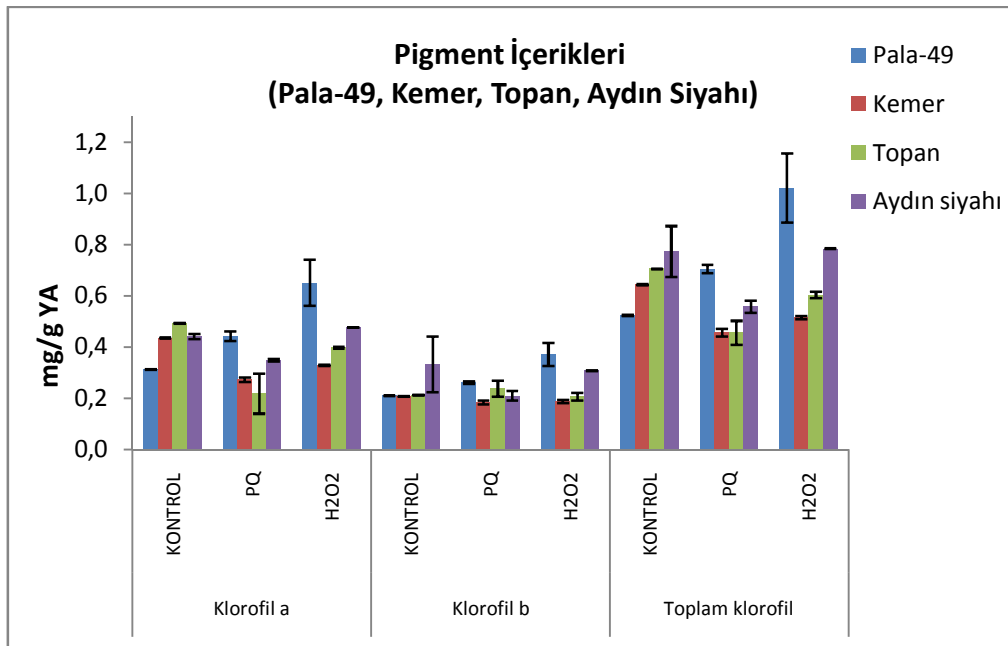
Fu ve ark. (2010), dört farklı tuz konsantrasyonunda (0.57, 1.0, 2.0, and 3.0 g NaCl (kg soil)⁻¹) patlıcan bitkisi üzerine *Pseudomonas sp.* DW1' in etkisini değerlendirdikleri çalışmada; tuz stresi altında çimlenme yüzdelерinin *Pseudomonas* ile inoküle tohumlarda olmayanlara göre yüksek olduğunu, *Pseudomonas sp.* DW1 ile inoküle patlıcan bitkileri patlıcan gelişiminin tuzluluk nedeniyle negatif etkilendiği bitkilere kıyasla anlamlı şekilde daha fazla büyüdüğünü, ayrıca tuzlulukla SOD aktivitelerinin azalması ve POX aktivitelerinin artmasına karşın inoküle *Pseudomonas sp.* DW1' in patlıcan yapraklarındaki SOD aktivitesi etkisini arttırdığını saptamışlardır. Araştırmacılar, sonuçta tuz stresi etkisinin azaltılması için antioksidant enzim aktivitelerindeki artışı bir mekanizma olarak kabul etmişler ve özellikle tuz stresi altında büyüyen bitkiler için *Rhizobacterium sp.* ile yönlendirilen bitki büyümesinin kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Bitki Materyali

Çanakkale 'de yetiştirilen 4 patlıcan çeşidine (*Solanum melongena* L. cv Kemer, *S. melongena* L. cv Pala – 49, *Solanum melongena* L. cv Topan ve *Solanum melongena* L. cv Aydın Siyahı) PQ ve H₂O₂ testi uygulanmıştır. PQ ve H₂O₂, bitki yapraklarında klorofilin yıkımına bağlı olarak (klorozis), bitkilerin oksiradikalleri temizlemede duyarlılık-dayanıklılığını belirlemek amacıyla kullanılmıştır (Şekil 14). PQ, bipyridinium herbisit türüdür ve fotosistem I tarafından indirgenerek güneş ışığı altında O₂ elektron transferi ile O₂⁻ üretimi ile sonuçlanarak yeniden yükseltgenir. PQ uygulanan bitkilerin, su içeriği ve protein düzeylerinde anlamlı düşüş gözlemlendiği ve bununla birlikte, genellikle yapraklarda antioksidan enzimleri indüklediği bilinmektedir (Shao-Hang ve Zhong-Jing, 2011). Bipyridinium herbisitleri kloroplast tillakoid membranlarına bağlanabilmekte ve O₂'nin sürekli oluşumu bir elektron zincirinde oksijene elektron transferiyle meydana gelebilir. Sonuç olarak NADP⁺ indirgenemeyebilir ve karbon fiksasyonu son erer (Alscher ve ark., 2002). Uygulama sonucunda bitki yaprak dokularının pigment içerikleri Arnon (1949)'un yöntemine göre yapılmıştır. Yapılan pigment analizi sonucunda en hassas çeşidin Kemer ve en toleranslı çeşidin de Pala-49 olduğu saptanmıştır.



Şekil 14. Paraquat ve H₂O₂ ile Duyarlılık-Dayanıklılık Testi Uygulama Sonuçları

3.2. Yöntem

3.2.1. *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel ve patlıcan bitkilerinin su kültüründe yetiştirilmesi

Yapılan çalışmanın bitki yetiştirme düzeneği Labrousse ve ark. (2004)'e göre yapılmıştır. Buna göre ilk aşama patlıcan tohumlarının yüzey sterilizasyonudur. Patlıcan tohumları % 20'lik sodyum hipoklorit çözeltisi içerisinde 10 dakika bırakılmış ve daha sonra tohumlar 3 kez 5 dakika süreyle saf sudan geçirilmiştir. Yüzey sterilizasyonu işleminden sonra patlıcan tohumları içerisinde perlit bulunan kaplara ekilmiştir ($27\pm 1/25\pm 1$ °C, gündüz/gece). Ekim işleminden 18 gün sonra patlıcan fideleri kökleri saf su ile yıkandıktan sonra plastik kare petri kaplarına (120x120x17 mm, Greiner) uygun şekilde yerleştirilmişlerdir. Patlıcan fideleri bundan sonra Hoagland Besin çözeltisi (% 100) (Steward, 1983) içeren plastik kaplara yerleştirilerek bir hafta süresince yetiştirilmiştir ($27\pm 1/25\pm 1$ °C, gündüz/gece, 16/8 saatlik fotoperiyot).



Şekil 15. Perlit içerisinde gelişen patlıcan fideleri.

Phelipanche ramosa (L.) Pomel tohumları yüzey sterilizasyonu için ependorf tüplerinde 2 dakika %70'lik etil alkolle muamele edilmiş, sonra %6'lık çamaşır suyuyla 10 dakika elde karıştırılmış ve ardından tohumlar 3 kez 5'er dakika steril saf su ile yıkanmıştır. Tohumlarının çimlenebilmesi için daha önceden nemlendirilmiş filtre kağıdı içeren steril petri kaplarına alınmış ve 25 °C ye ayarlanmış büyüme kabini içerisinde

alüminyum folyo ile kaplanmış bir şekilde bir hafta bırakılmıştır. Bir haftanın sonunda çimlenme uyarıcı olarak kullanılan 1ppm'lik 1 ml GR-24 petri kaplarına ilave edilmiştir.

Dört gün sonra çimlenen *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel tohumları, patlıcan bitkisinin 3. yaprakları çıkmaya başladığında patlıcan fidelerinin köklerine yerleştirilmiş ve bu durum deneme sonuna kadar korunmuştur ($27\pm 1/25\pm 1$ °C, gündüz/gece °C gündüz/gece, 16/8 saatlik fotoperiyot). Hoagland besin çözeltisi haftada bir, bitki başına 200 mL olmak koşuluyla değiştirilmiştir.

Penetrasyon işleminden sonraki 0, 3 ve 6. saatlerde fidelerin yapraklarından ve köklerinden örnekleme yapılmıştır. Örnekler alimünyum folyoya sarılarak -26 °C' de özütlemenin gerçekleşeceği zamana kadar saklanmıştır.



Şekil 16. Su kültürüne alınmış patlıcan fideleri.



Şekil 17. *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel diskleri köklere yerleştirilmiş patlıcan fidesi.

3.2.2. Antioksidan aktivitelerin belirlenmesi

3.2.2.1. Pigment içeriğinin belirlenmesi

Pigment içerikleri Arnon (1949)'un yöntemine göre yapılmıştır. Buna göre, bitkilerin yapraklarından alınan 0,5 g'lık materyal, %80'lik aseton içerisinde homojenize edilerek numuneden alınan spektrofotometrik okumalar aracılığıyla yönteme uygun olarak hesaplanmıştır.

3.2.2.2. Toplam protein analizi

Patlıcan yapraklarının toplam protein içeriği Bradford (1976)'a göre gerçekleştirilmiştir.

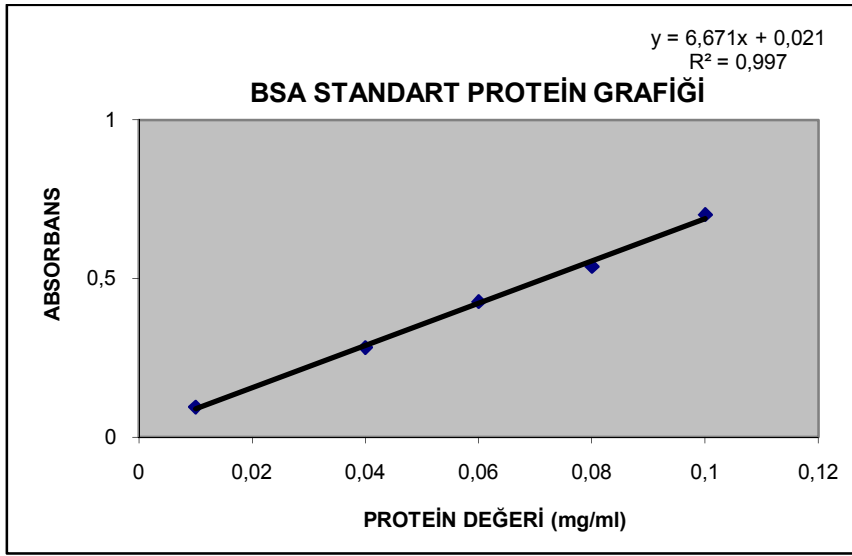
3.2.2.2.1. Reaktif hazırlanması

50mg Coomassie Brilliant Blue G-250, 25 mL % 95'lik etanolde çözülür. Daha sonra 50 mL orto fosforik asit eklenir. Son hacim saf suyla 500 mL'ye tamamlanır. Çözelti filtre kağıdı ile süzülerek kullanıma hazırlanmış olur.

3.2.2.2.2 Protein standardının hazırlanması

Stok çözelti Bovine Serum Albumin (BSA)'den hazırlanır. Bu amaçla % 50 seyreltilmiş 2 mg/mL'lik stok ampul BSA'dan 0,01 mg/mL, 0,02 mg/mL, 0,04 mg/mL, 0,08 mg/mL ve 0,10 mg/mL alınarak deney tüplerine aktarılır. Hacim 100 µL oluncaya kadar sodyum fosfat tamponu ilave edilir. Deney tüplerinin üzerine 5'er mL Coomassie Brilliant Blue G-250 eklenir. Karışım vortekslendikten 5 dakika sonra spektrofotometrede 595 nm'de köre karşı okunur. Okunan absorbans değerlerinden protein standart grafiği

oluşturulur. Örneklere ait toplam protein miktarı, yapılan spektrofotometre okumalarının sonuçları yardımıyla oluşturulan standart grafik üzerinden hesaplanır.



Şekil 18. Protein standardı grafiği.

3.2.3. Uygulama

100 µl supernatant ve 5 ml reaktif ile karıştırılır. Karışım vortekslendikten 5 dakika sonra ortaya çıkan renk köre karşı 595 nm’de spektrofotometrede okunur.

3.2.3.1 Süperoksit dismutaz (SOD; E.C. 1.15.1.1) aktivitesinin belirlenmesi

SOD aktivitesinin belirlenmesi Beauchamp ve Fridovich (1971) ve Giannipolities ve Ries, (1977)’e göre gerçekleştirilmiştir.

Hazırlanan örnekler oda sıcaklığında $300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ışık yoğunluğunda 10 dk süreyle ışıklandırılmıştır. Ölçümler 560 nm’de Shimadzu UV 1600 marka spektrofotometrede gerçekleştirilmiştir. 1 U SOD; 1mg proteinde ortaya çıkan foto redüksiyonun % 50 indirgenmesi olarak saptanmıştır.

3.2.3.2 Peroksidaz (POX; E.C. 1.11.1.7) aktivitesinin belirlenmesi

Peroksidaz aktivitesinin Kanner ve Kinsella (1983)’ya göre gerçekleştirilmiştir. Buna göre, kinetik reaksiyonunun analizi için spektrofotometre’de 300 nm’de 120 sn. süreyle ölçüm yapılır. Bu süre içerisinde her 10 saniyede bir alınan absorbans değerleri arasında en büyük farkı gösteren aralık belirlenir. Veriler arasında elde edilen en büyük fark mg protein düzeyine çevrilerek $\Delta\text{OD}/300\text{nm}/\text{dk}/\text{mg}$ protein birimi olarak verilir. Ölçümler, T80 + UV/VIS marka spektrofotometrede yapılmıştır.

3.2.3.3. Askorbat peroksidaz (APX; EC 1.11.1.11) aktivitesinin belirlenmesi

APX aktivitesinin belirlenmesi Nakano ve Asada (1981)'ya göre gerçekleştirilmiştir. Yönetimin temeli; örnekteki enzim tarafından okside edilen askorbatın 290 nm'deki absorbansından oluşan azalmanın spektrofotometreden belirlenmesiyle yapılmıştır. 1 enzim ünitesi, dakikada okside olan 1 $\mu\text{mol ml}^{-1}$ askorbat miktarıdır. Spesifik enzim aktivitesi, enzim ünitesi $\text{mg protein}^{-1} \text{ g yaş ağırlık}^{-1}$ olarak belirtilir. Veriler arasında elde edilen en büyük fark $\text{mg protein düzeyine çevrilerek } \Delta\text{OD}/290\text{nm}/\text{dk}/\text{mg protein birimi}$ olarak verilir. Ölçümler, T80 + UV/VIS marka spektrofotometrede yapılmıştır.

3.2.3.4. Glutasyon redüktaz (GR; EC 1.6.4.2) aktivitesinin belirlenmesi

GR aktivitesi, Foyer ve Halliwell (1976)'in yöntemine uygun olarak belirlenmiştir. NADPH varlığında okside glutasyon miktarındaki azalma 3 dakika süre ile 340 nm'deki absorbans azalmasından yola çıkılarak hesaplanılmıştır. 1 enzim ünitesi, dakikada okside olan glutasyon ($\mu\text{mol ml}^{-1}$) miktarıdır. Spesifik enzim aktivitesi, enzim ünitesi $\text{mg protein}^{-1} \text{ g yaş ağırlık}^{-1}$ olarak belirtilmiştir. Ölçümler, T80 + UV/VIS marka spektrofotometrede yapılmıştır.

3.2.3.5. Katalaz analizi (CAT; E.C 1.11.1.6) aktivitesinin belirlenmesi

Enziminin aktivitesi, Bergmeyer, (1970) metoduna göre belirlenmiştir. Katalaz miktarındaki azalma 3 dakika süre ile 240 nm'deki absorbans azalmasından yola çıkılarak hesaplanılmıştır. Veriler arasında elde edilen en büyük fark $\text{mg protein düzeyine çevrilerek } \Delta\text{OD}/240\text{nm}/\text{dk}/\text{mg protein birimi}$ olarak verilir. Ölçümler, T80 + UV/VIS marka spektrofotometrede yapılmıştır.

3.2.3.6. Lipid peroksidasyon miktarının belirlenmesi

Lipid peroksidasyonunun son ürünü olan malondialdehit seviyesinin ölçülmesi ile lipid peroksidasyon derecesi belirlenmektedir (Madhava ve Sresty, 2000). 600 nm ve 532 nm'deki absorbans değerleri ve bu değerlere bağlı olarak bilgisayar tarafından oluşturulan grafik kaydedilir. Elde edilen absorbans değerleri arasında en büyük farkı gösteren aralık belirlenir. Ölçümler Shimadzu UV 1600 marka spektrofotometrede yapılmıştır.

**BÖLÜM 4
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA****4.1. Pigment İçeriği****4.1.1. Klorofil a**

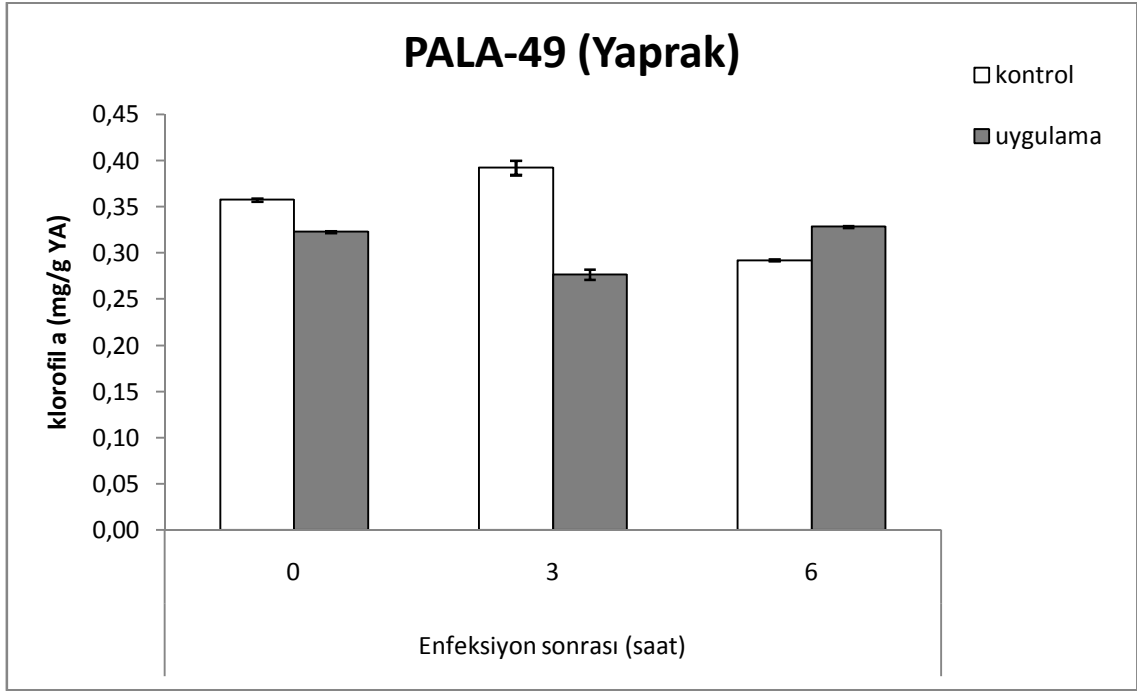
Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait klorofil a içeriklerinde belirlenen değişimler Çizelge 5, Şekil 19 ve 20’ da verilmiştir.

Klorofil a miktarları kontrol bitkilerine kıyasla Pala-49 çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) %10, 3.saatte %29 oranında azalış ve 6.saat sonunda % 12 oranında artış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

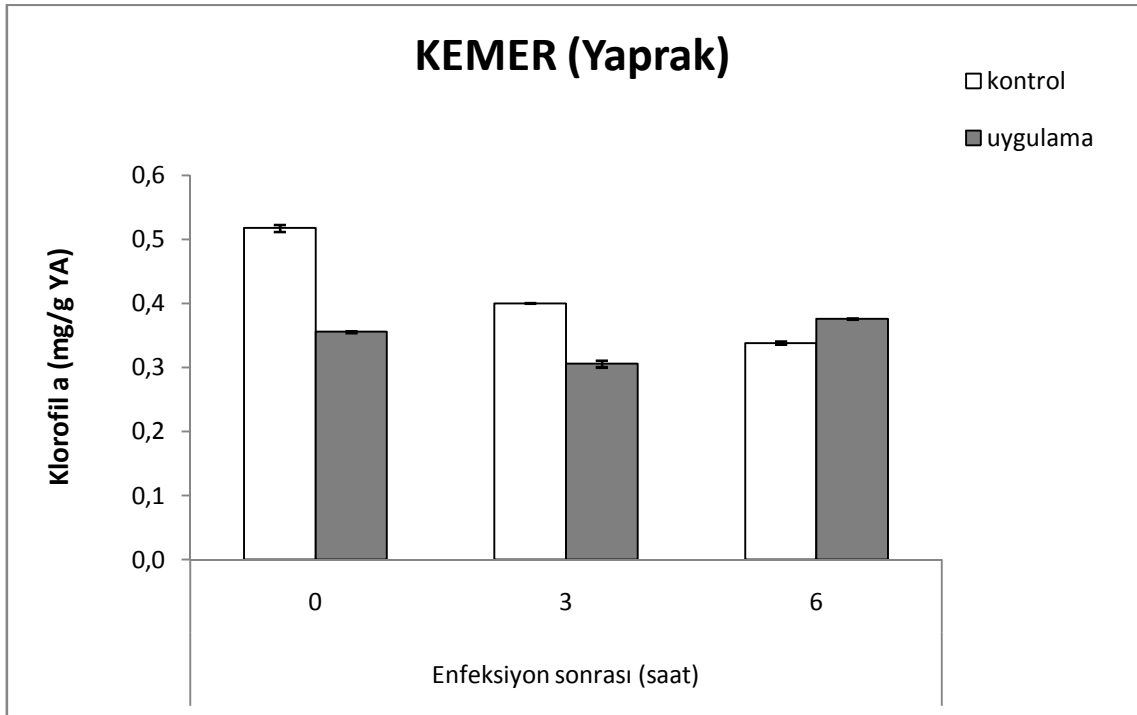
Klorofil a miktarları kontrol bitkilerine kıyasla Kemer çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) %31, 3.saatte % 24 oranında azalış ve 6.saat sonunda % 11 oranında artış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 5. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait köklerin penetrasyonundan sonraki Klorofil a’ ya ait değerler (mg/g YA) (K: Kontrol, U: Uygulama)

ÇEŞİT	GRUP	0. saat	3. saat	6. saat
Pala-49	K	0,3575±0,0017	0,3924±0,0079	0,2920±0,0010
	U	0,3228±0,0009	0,2767±0,0054	0,3284±0,0011
Kemer	K	0,5177±0,0056	0,4004±0,0006	0,3382±0,0023
	U	0,3559±0,0013	0,3060±0,0054	0,3760±0,0007



Şekil 19. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin Klorofil a miktarı (mg/g YA).



Şekil 20. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin Klorofil a miktarı (mg/g YA).

4.1.2. Klorofil b

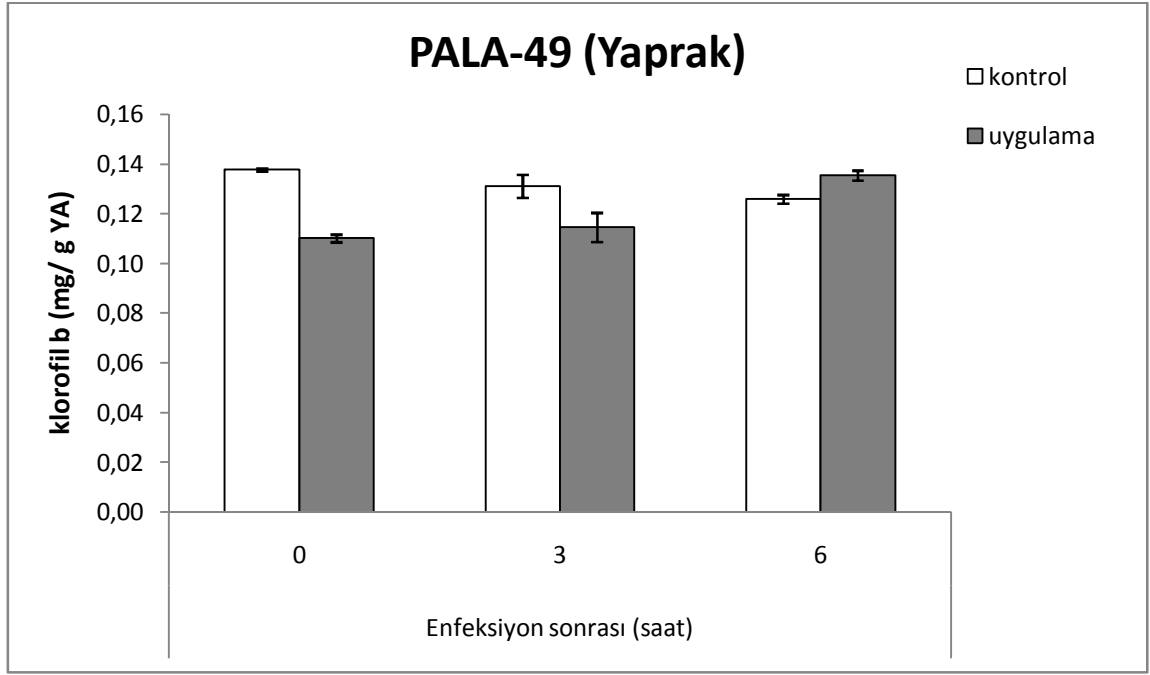
Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait klorofil a içeriklerinde belirlenen değişimler Çizelge 6, Şekil 21 ve 22’ de verilmiştir

Klorofil b miktarları kontrol bitkilerine kıyasla Pala-49 çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) % 20, 3.saatte % 12 oranında azalış ve 6.saat sonunda % 9 oranında artış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

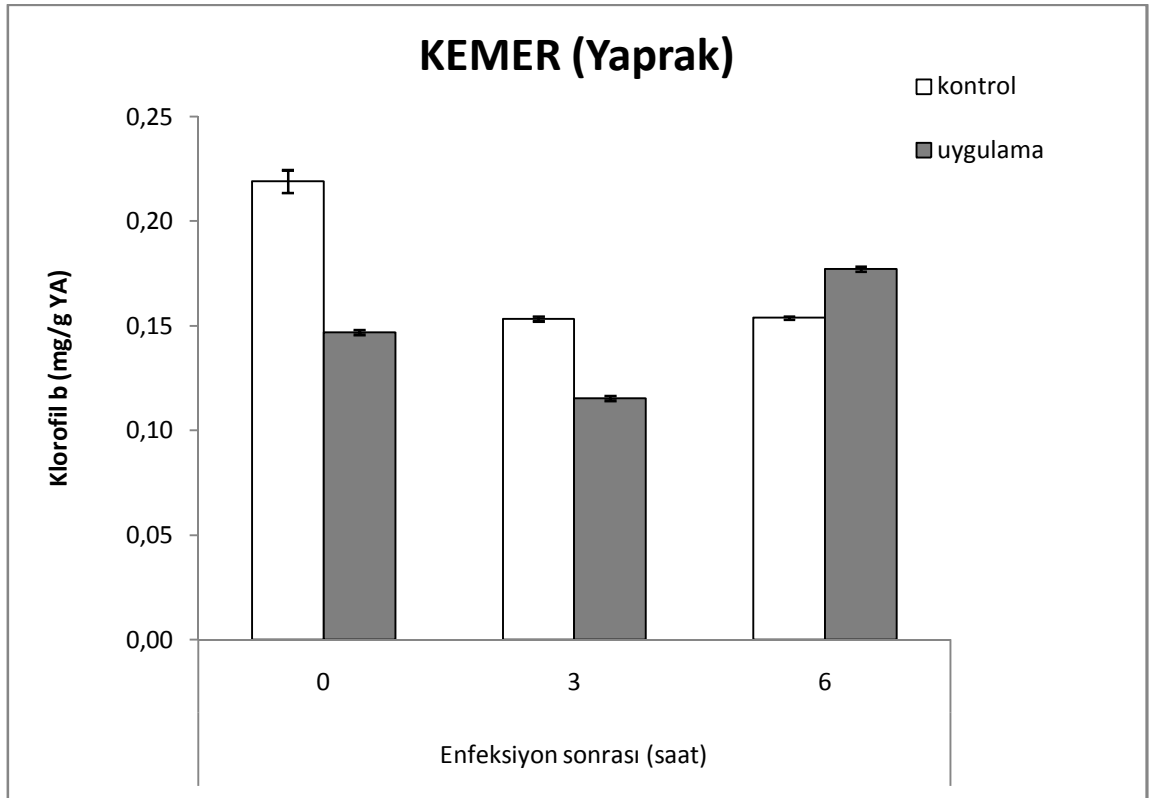
Klorofil b miktarları kontrol bitkilerine kıyasla Kemer çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) % 33, 3.saatte % 25 oranında azalış ve 6.saat sonunda % 15 oranında artış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 6. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait köklerin penetrasyonundan sonraki Klorofil b’ ye ait değerler (mg/g YA) (K: Kontrol, U: Uygulama)

ÇEŞİT	GRUP	0. saat	3. saat	6. saat
Pala-49	K	0,1378±0,0006	0,1312±0,0047	0,1260±,0017
	U	0,1102±0,0015	0,1146±0,0059	0,1355±,0020
Kemer	K	0,2191±0,0054	0,1534±0,0011	0,1538±0,0009
	U	0,1470±0,0012	0,1154±0,0011	0,1771±0,0012



Şekil 21. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin Klorofil b miktarı (mg/g YA).



Şekil 22. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin Klorofil b miktarı (mg/g YA).

4.1.3. Toplam klorofil

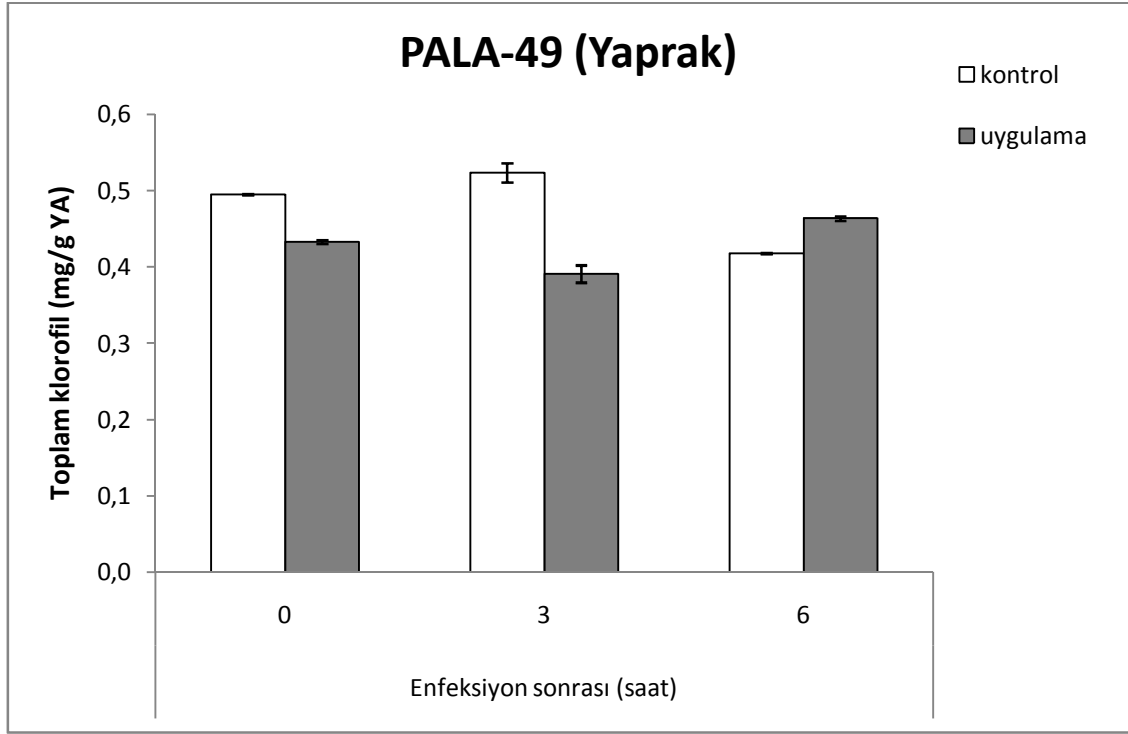
Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait toplam klorofil içeriklerinde belirlenen değişimler Çizelge 7, Şekil 23 ve 24’ de verilmiştir.

Toplam klorofil miktarları kontrol bitkilerine kıyasla Pala-49 çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) %12, 3.saatte % 25 oranında azalış ve 6.saat sonunda % 11 oranında artış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

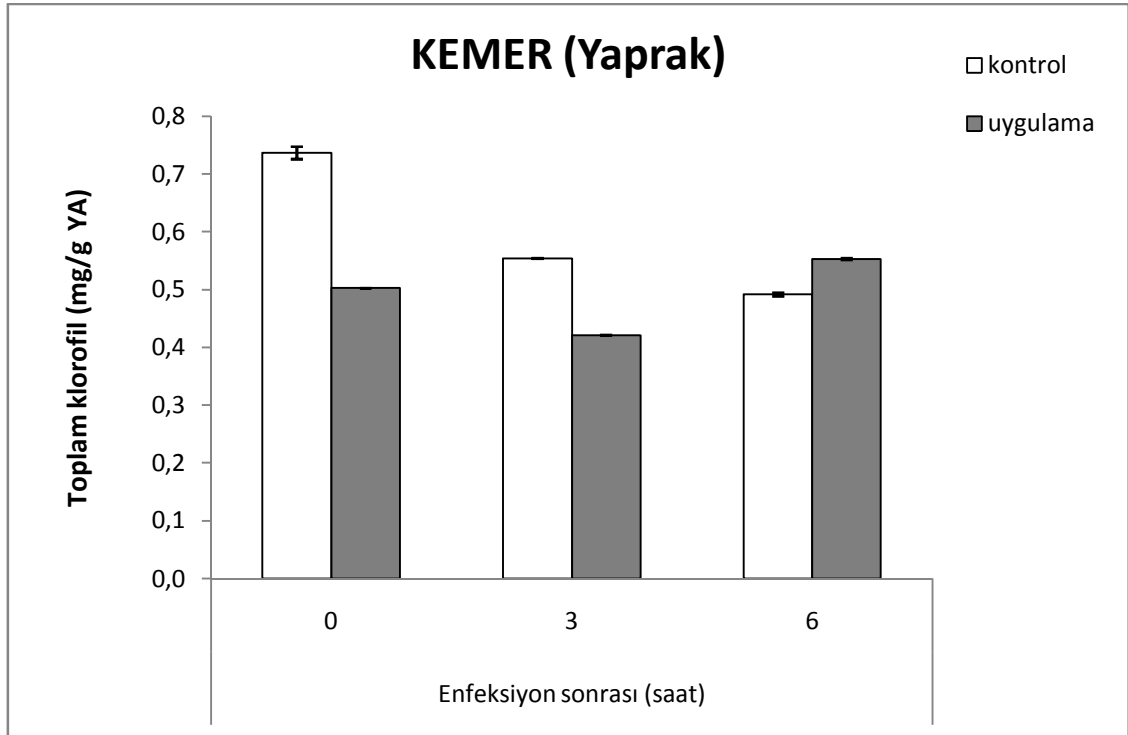
Toplam klorofil miktarları kontrol bitkilerine kıyasla Kemer çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) % 32, 3.saatte % 24 oranında azalış ve 6.saat sonunda % 12 oranında artış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 7. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait köklerin penetrasyonundan sonraki Toplam Klorofil’ e ait değerler (mg/g YA) (K: Kontrol, U: Uygulama)

ÇEŞİT	GRUP	0. saat	3. saat	6. saat
Pala-49	K	0,4952±0,0010	0,5235±0,0127	0,4178±0,0008
	U	0,4329±0,0024	0,3912±0,0113	0,4637±0,0031
Kemer	K	0,7366±0,0110	0,5536±0,0005	0,4918±0,0032
	U	0,5028±0,0001	0,4212±0,0005	0,5529±0,0018



Şekil 23. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin Toplam Klorofil miktarı (mg/g YA).



Şekil 24. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin Toplam Klorofil miktarı (mg/g YA).

4.1.4. Karotenoid

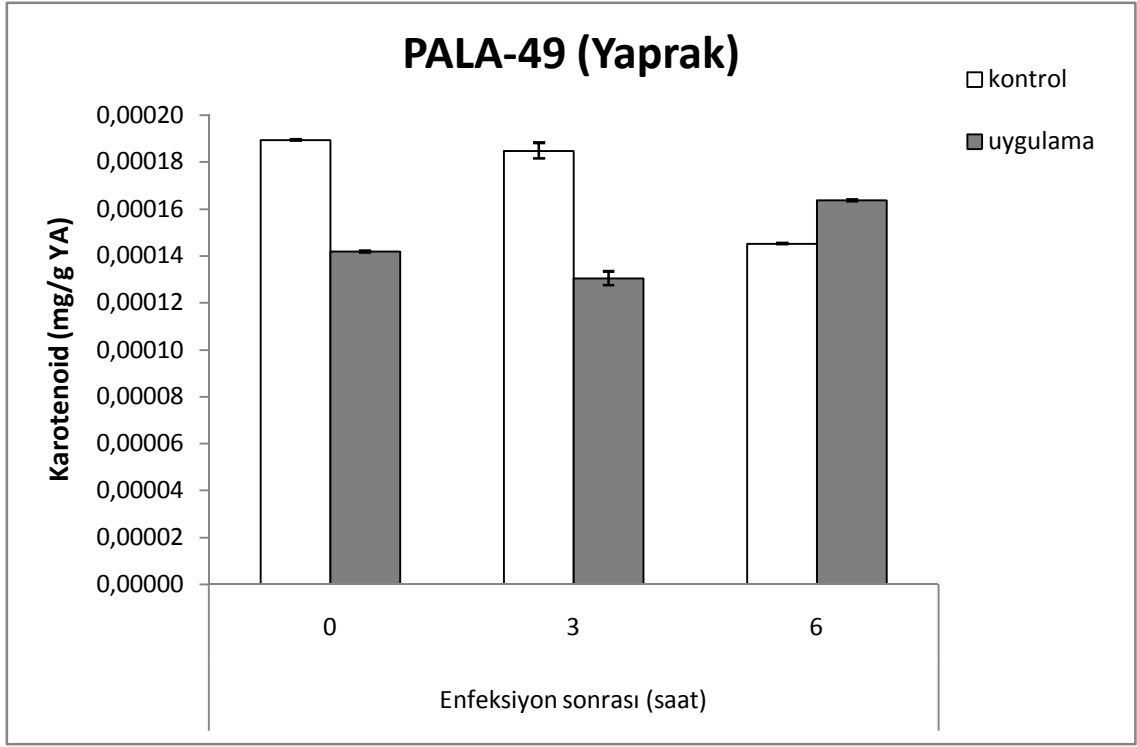
Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait toplam klorofil içeriklerinde belirlenen değişimler Çizelge 8, Şekil 25 ve 26’ de verilmiştir.

Karotenoid miktarları kontrol bitkilerine kıyasla Pala-49 çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) %25, 3.saatte %29 oranında azalış ve 6.saat sonunda % 12 oranında artış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

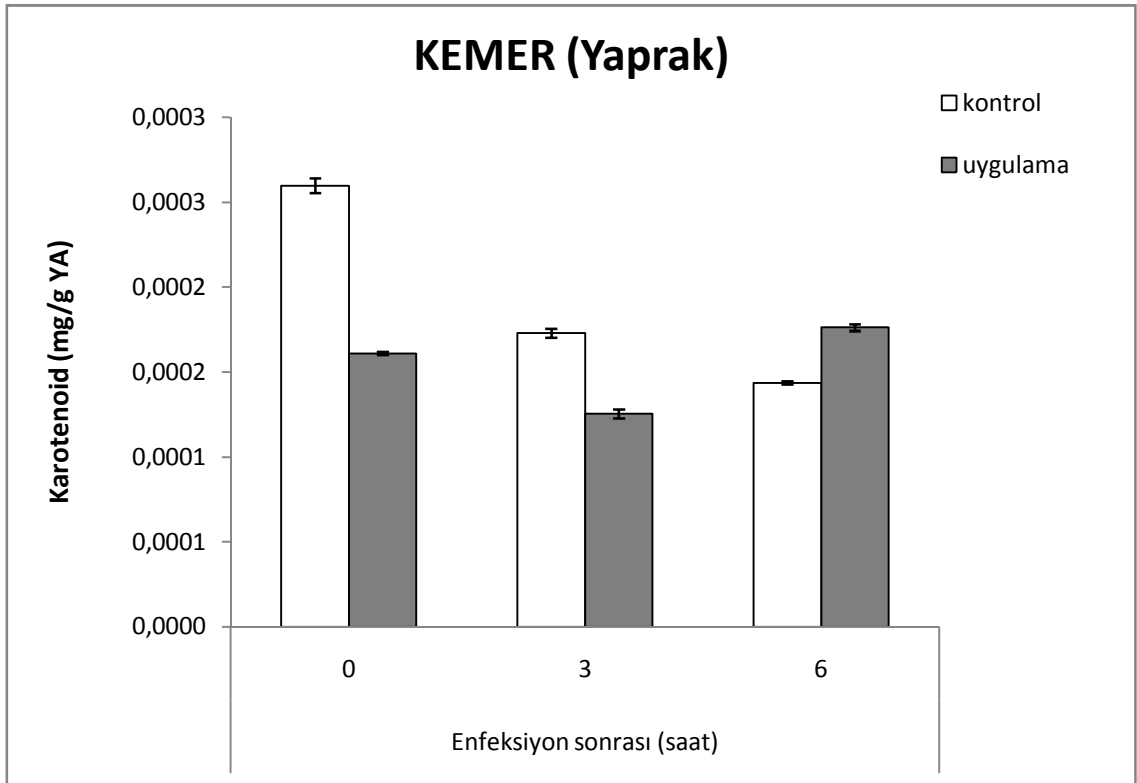
Karotenoid miktarları kontrol bitkilerine kıyasla Kemer çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) % 38, 3.saatte % 27 oranında azalış ve 6.saat sonunda % 23 oranında artış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 8. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait köklerin penetrasyonundan sonraki Karotenoid’ e ait değerler (mg/g YA) (K: Kontrol, U: Uygulama)

ÇEŞİT	GRUP	0. saat	3. saat	6. saat
Pala-49	K	0,0002±0,0000	0,0002±0,0000	0,0001±0,0000
	U	0,0001±0,0000	0,0001±0,0000	0,0002±0,0000
Kemer	K	0,0003±0,0000	0,0002±0,0000	0,0001±0,0000
	U	0,0002±0,0000	0,0001±0,0000	0,0002±0,0000



Şekil 25. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin Karotenoid miktarı (mg/g YA).



Şekil 26. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin Karotenoid miktarı (mg/g YA).

4.2. Toplam Protein İçeriklerinin Hesaplanması

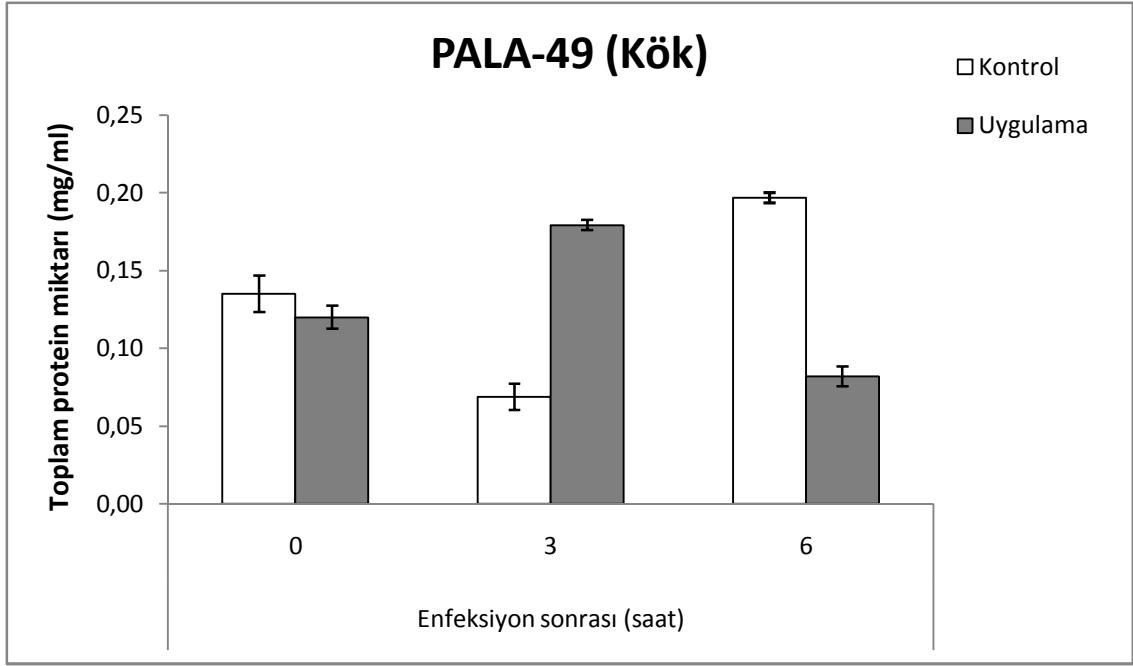
Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait kök toplam protein içeriklerinde belirlenen değişimler Çizelge 9, Şekil 27 ve 28’ de verilmiştir.

Pala-49 çeşidinde kök toplam protein miktarları kontrol bitkilerine kıyasla köklere penetrasyon anında (0.saat) anlamlı bir değişim yokken, 3.saatte 1,5 katlık anlamlı bir artış ve 6.saat sonunda % 58 oranında anlamlı bir azalış gözlenmiştir.

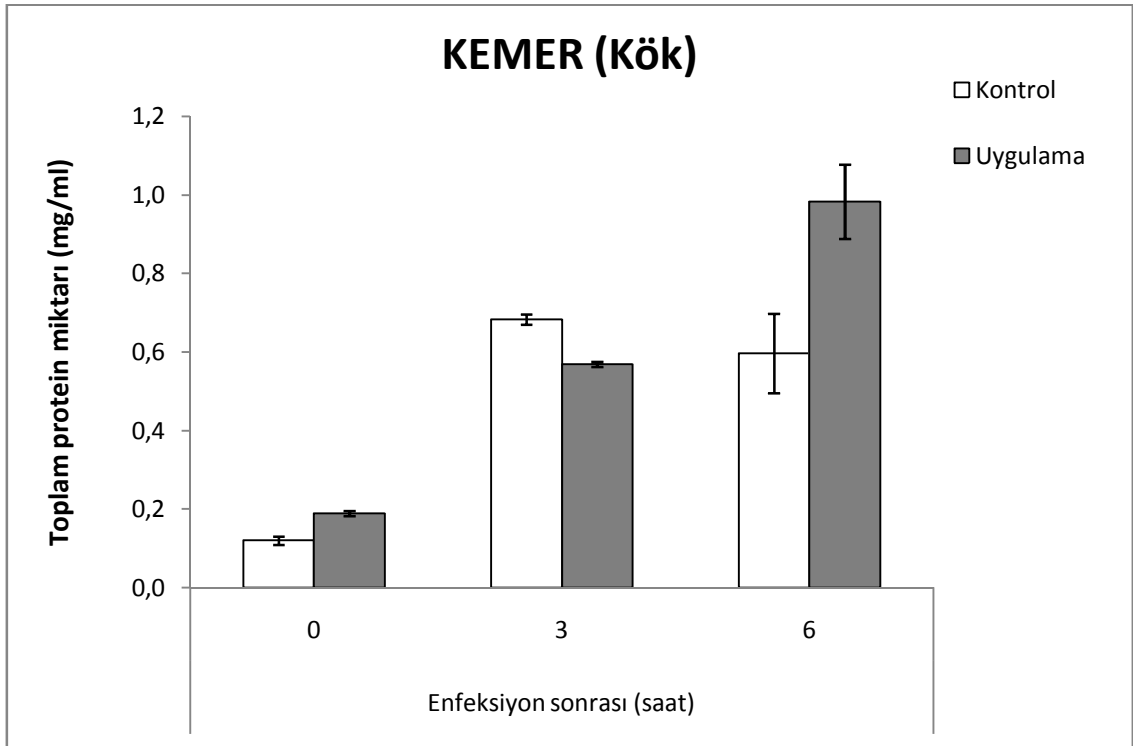
Kemer çeşidinde kök toplam protein miktarları kontrol bitkilerine kıyasla köklere penetrasyon anında (0.saat) % 58 oranında ve 6.saatte %83 oranında anlamlı artış gözlemlenir.

Çizelge 9. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait köklerin penetrasyon sonrasındaki köklerdeki toplam protein içeriklerine ait bilgiler (mg/ml) (K: Kontrol, U: Uygulama)

ÇEŞİT	GRUP	0. saat	3. saat	6. saat
Pala-49	K	0,1352±0,0118	0,0688±0,0086	0,1968±0,0033
	U	0,1200±0,0073	0,1793±0,0032	0,0820±0,0063
Kemer	K	0,1200±0,0103	0,4396±0,0132	0,5968±0,1015
	U	0,1890±0,0067	0,5459±0,0060	1,0901±0,0946



Şekil 27. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki toplam protein içeriği (mg/ml).



Şekil 28. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki toplam protein içeriği (mg/ml).

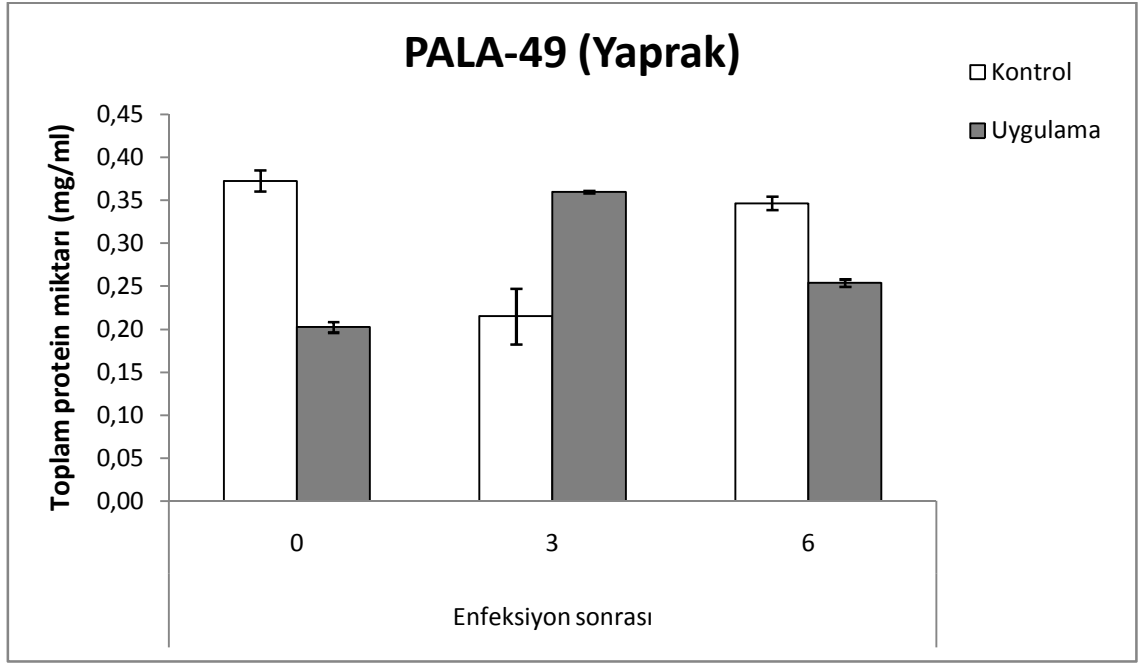
Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait yaprak toplam protein içeriklerinde belirlenen değişimler Çizelge 10, Şekil 29 ve 30’ da verilmiştir.

Pala-49 çeşidinde yaprak toplam protein miktarları kontrol bitkilerine kıyasla köklere penetrasyon anında (0.saat) %65 oranında azalış, 3.saatte % 71 oranında artış ve 6.saat sonunda % 22 oranında azalış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

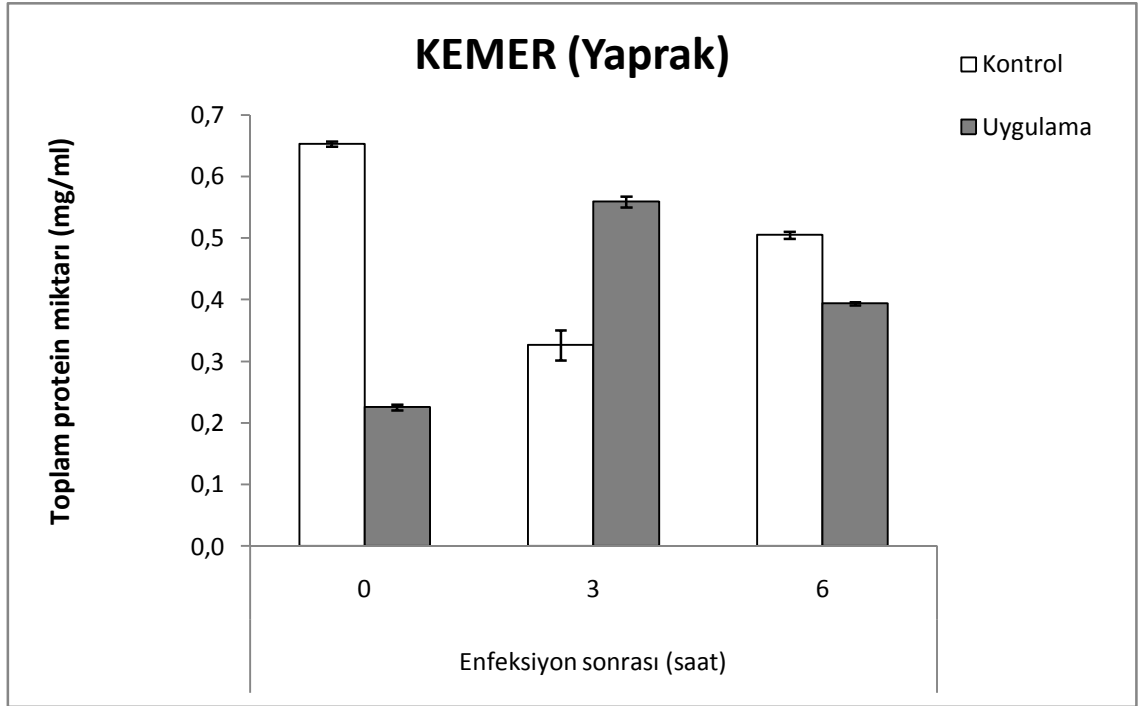
Kemer çeşidinde yaprak toplam protein miktarları kontrol bitkilerine kıyasla köklere penetrasyon anında (0.saat) % 65 oranında bir azalış, 3. saatte % 71 oranında azalış ve 6.saatte % 48 oranında azalış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 10. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait köklerin penetrasyon sonrasındaki yapraklardaki toplam protein içeriklerine ait bilgiler (mg/g Yaş ağırlık) (K: Kontrol, U: Uygulama)

ÇEŞİT	GRUP	0. saat	3. saat	6. saat
Pala-49	K	0,3728±0,0124	0,2150±0,0324	0,3467±0,0077
	U	0,2025±0,0062	0,3599±0,0017	0,2539±0,0042
Kemer	K	0,6534±0,0043	0,3268±0,0246	0,5051±0,0059
	U	0,2259±0,0045	0,5593±0,0085	0,3942±0,0026



Şekil 29. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki toplam protein içeriği (mg/ml).



Şekil 30. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki toplam protein içeriği (mg/ml).

4.3. *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel Bitkisi Uygulamasına Bağlı Olarak *Solanum melongena* L. Bitkilerinde Meydana Gelen MDA Miktarındaki Değişimler

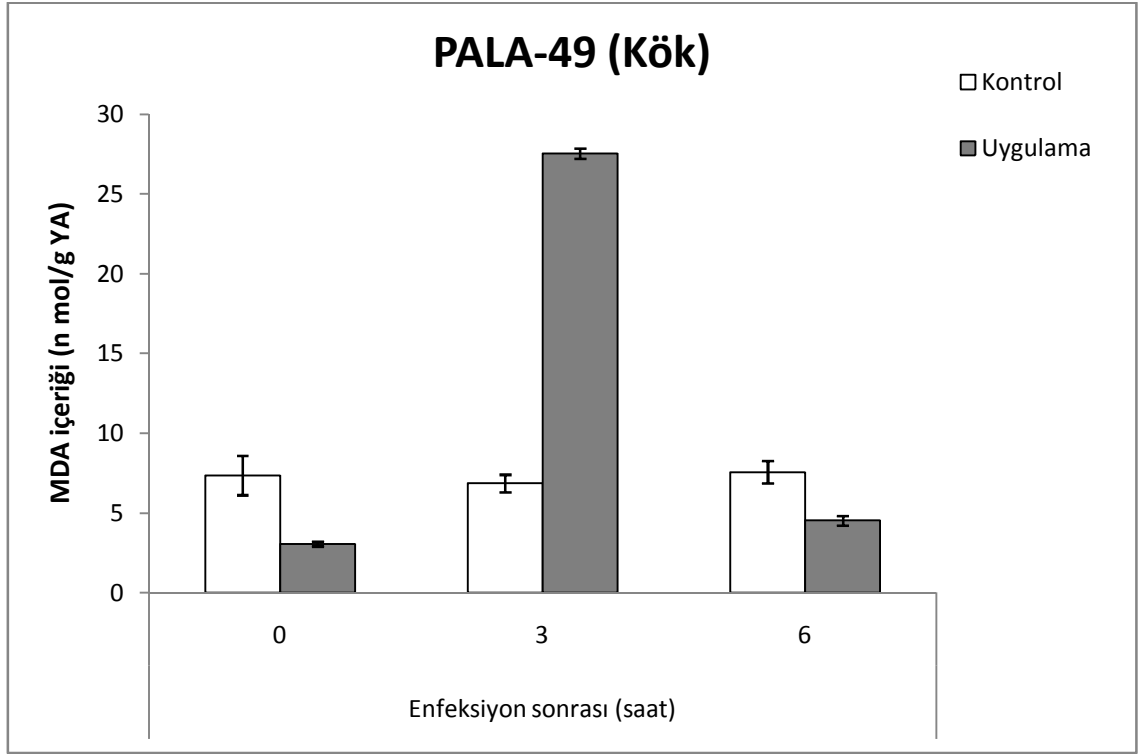
Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait kök dokularındaki toplam MDA içeriklerinde belirlenen değişimler Çizelge 11, Şekil 31 ve 32’ da verilmiştir.

Kök MDA miktarları kontrol bitkilerine kıyasla Pala-49 çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) % 58 oranında azalış, 3.saatte 3 kat artış ve 6.saat sonunda % 40 oranında azalış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

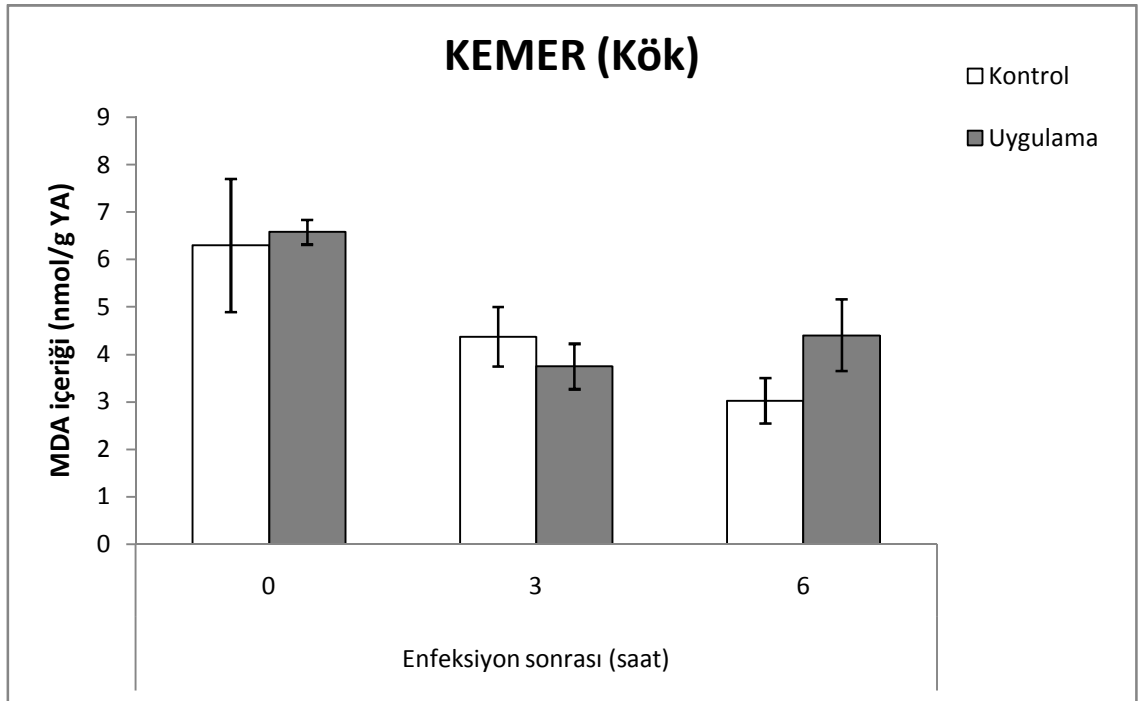
Kök MDA miktarları kontrol bitkilerine kıyasla Kemer çeşidinde yalnızca 6. Saatte % 46 oranında anlamlı bir artış gözlenmiştir.

Çizelge 11. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası köklerdeki MDA içeriklerine ait bilgiler (nmol/g YA) (K: Kontrol, U: Uygulama)

ÇEŞİT	GRUP	0. saat	3. saat	6. saat
Pala-49	K	7,3500±1,2300	6,8500±0,5600	7,5700±0,7000
	U	3,0600±0,1500	27,5500±0,3200	4,5200±0,3100
Kemer	K	6,2970±1,4055	4,3773±0,6306	3,0276±0,4801
	U	6,5805±0,2611	3,7464±0,4791	4,4055±0,7564



Şekil 31. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki MDA miktarı (n mol/g YA).



Şekil 32. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki MDA miktarı (n mol/g YA).

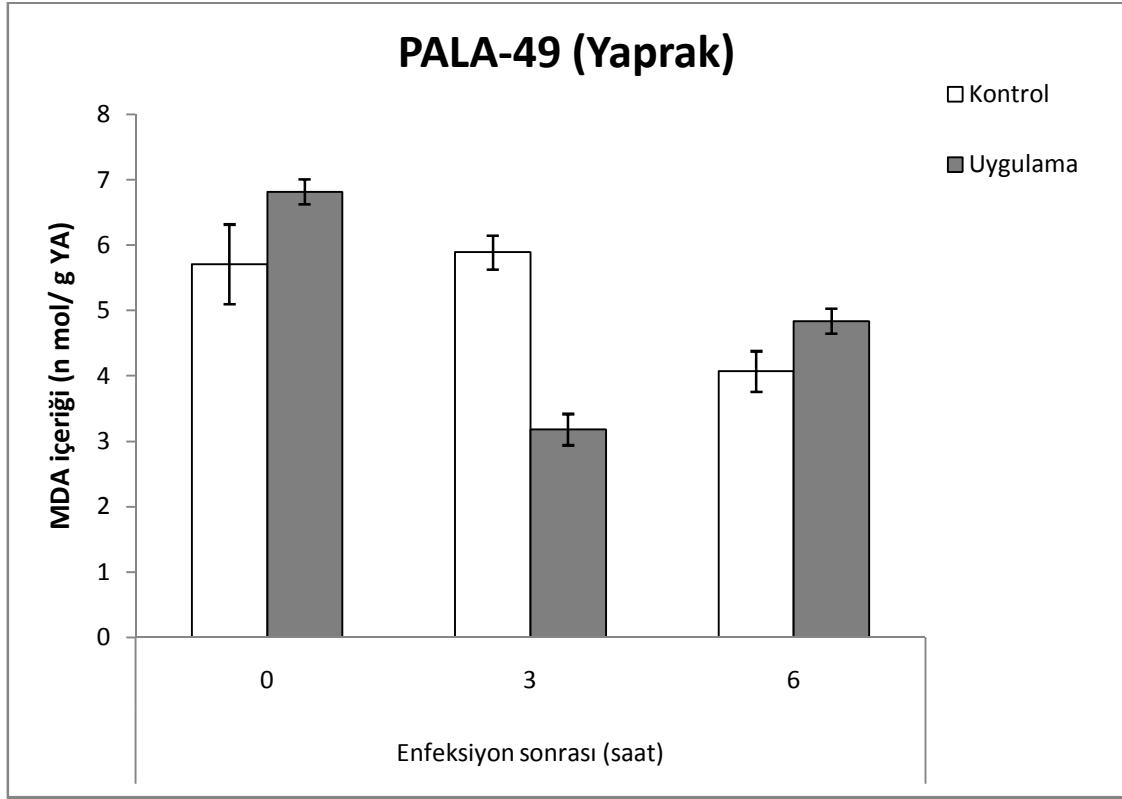
Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait yaprak dokularındaki toplam MDA içeriklerinde belirlenen değişimler Çizelge 12, Şekil 33 ve 34’ de verilmiştir.

Yaprak MDA miktarları kontrol bitkilerine kıyasla Pala-49 çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) % 19 oranında artış, 3.saatte % 46 oranında azalış ve 6.saat sonunda % 19 oranında artış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

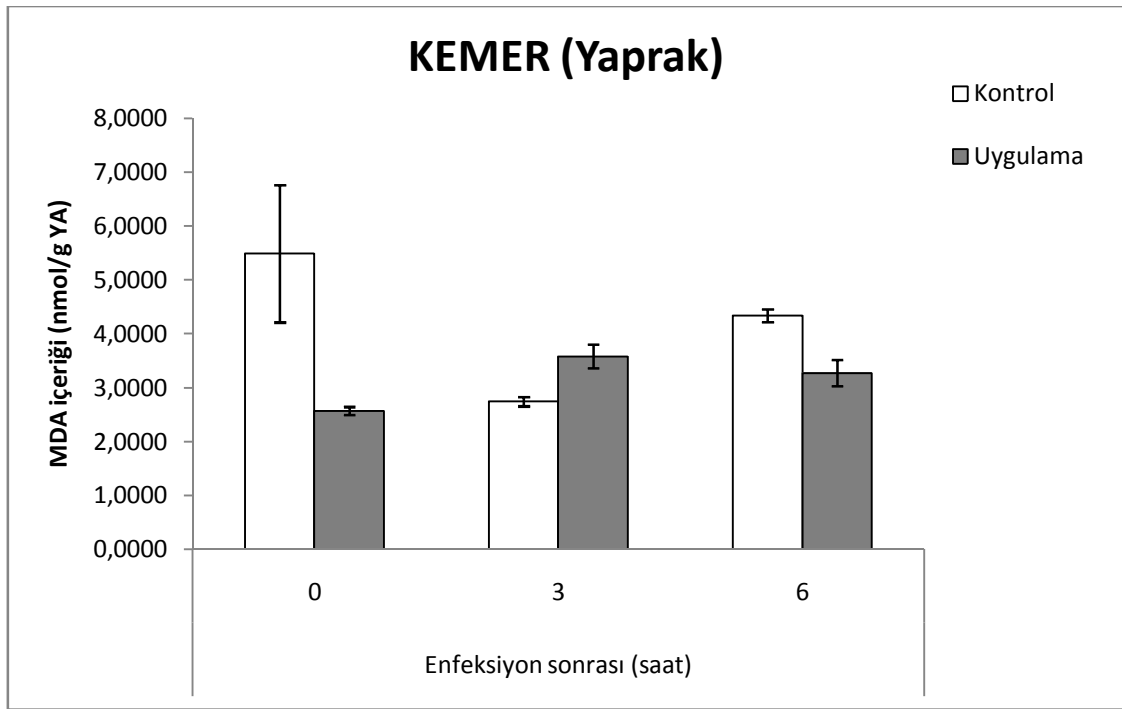
Yaprak MDA miktarları kontrol bitkilerine kıyasla Kemer çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) % 35 oranında azalış, 3.saatte % 30 oranında artış ve 6.saat sonunda % 25 oranında azalış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 12. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası yapraklarındaki MDA içeriklerine ait bilgiler (nmol/g YA) (K: Kontrol, U: Uygulama)

ÇEŞİT	GRUP	0. saat	3. saat	6. saat
Pala-49	K	5,7100±0,6100	5,8900±0,2600	4,0700±0,3100
	U	6,8200±0,1900	3,1800±0,2400	4,8400±0,1900
Kemer	K	5,4861±1,2719	2,7459±0,0883	4,3377±0,1205
	U	2,5731±0,0731	3,5827±0,2189	3,2731±0,2456



Şekil 33. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki MDA miktarı (n mol/g YA).



Şekil 34. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki MDA miktarı (n mol/g YA).

4.4. *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel Bitkisi Uygulamasına Bağlı Olarak *Solanum melongena* L. Bitkilerinde Meydana Gelen Spesifik SOD Aktivitelerindeki Değişimler

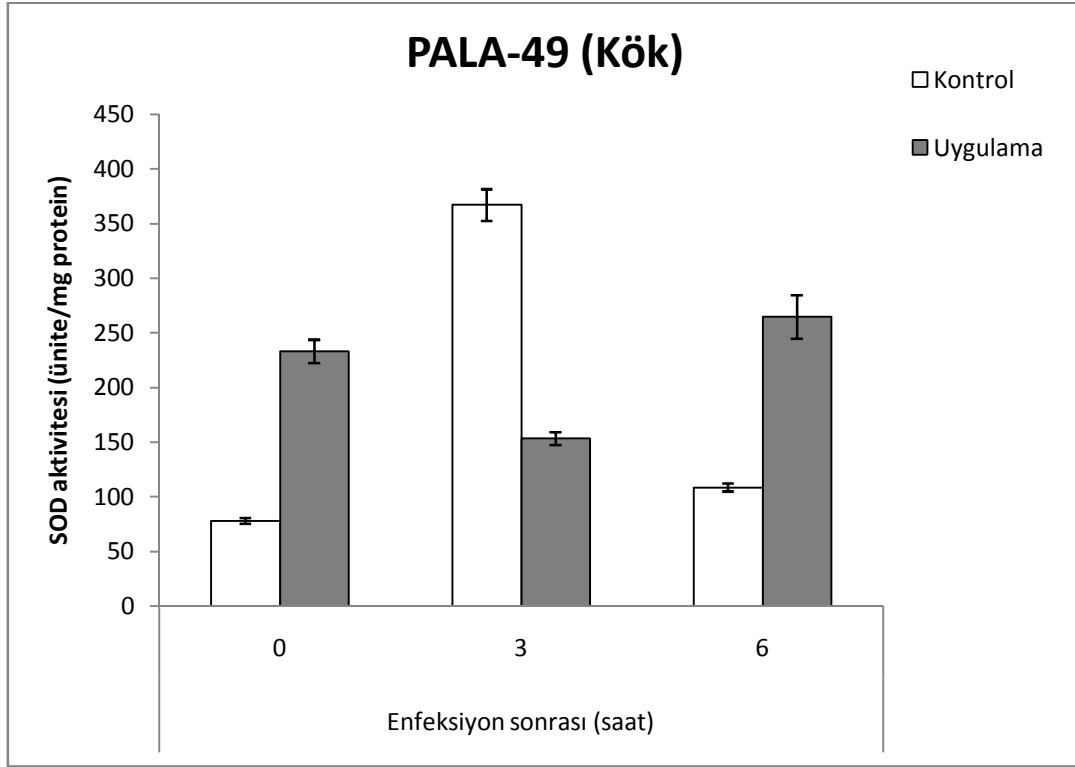
Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait kök dokularında toplam SOD aktiviteleri belirlenen değişimler Çizelge 13, Şekil 35 ve 36' de verilmiştir.

Kök SOD aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Pala-49 çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) 2 kat artış, 3.saatte % 58 oranında azalış ve 6.saat sonunda 1,5 kat artış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

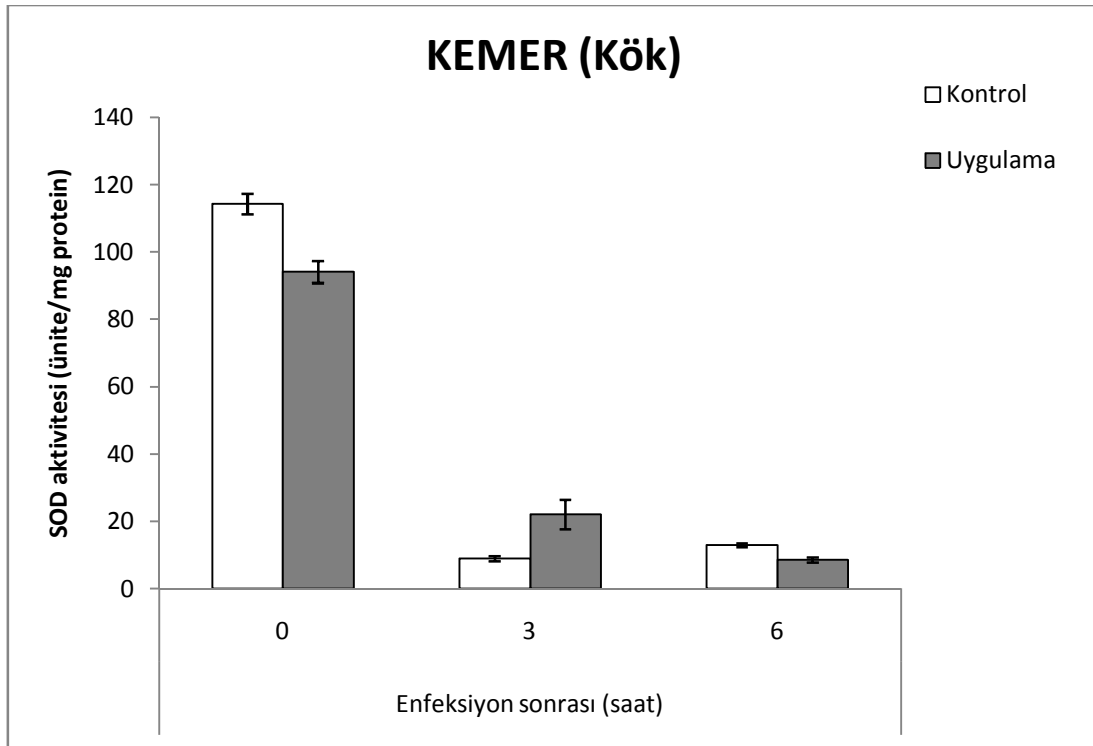
Kök SOD aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Kemer çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) %18 oranında azalış, 3.saatte 1,5 kata artış ve 6.saat sonunda % 34 oranında azalış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 13. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası kök dokularındaki spesifik SOD aktivitelerine ait bilgiler (ünite/mg protein) (K: Kontrol, U: Uygulama)

ÇEŞİT	GRUP	0. saat	3. saat	6. saat
Pala-49	K	77,9300±2,6400	367,1300±14,5600	108,6900±3,6000
	U	233,2200±10,7900	153,3900±5,9200	264,8200±19,9700
Kemer	K	114,2537±3,0009	8,9065±0,7401	12,9887±0,0580
	U	94,0698±3,2696	22,0636±4,3366	8,5916±0,7127



Şekil 35. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki spesifik SOD aktivitesi (ünite/mg protein).



Şekil 36. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki spesifik SOD aktivitesi (ünite/mg protein).

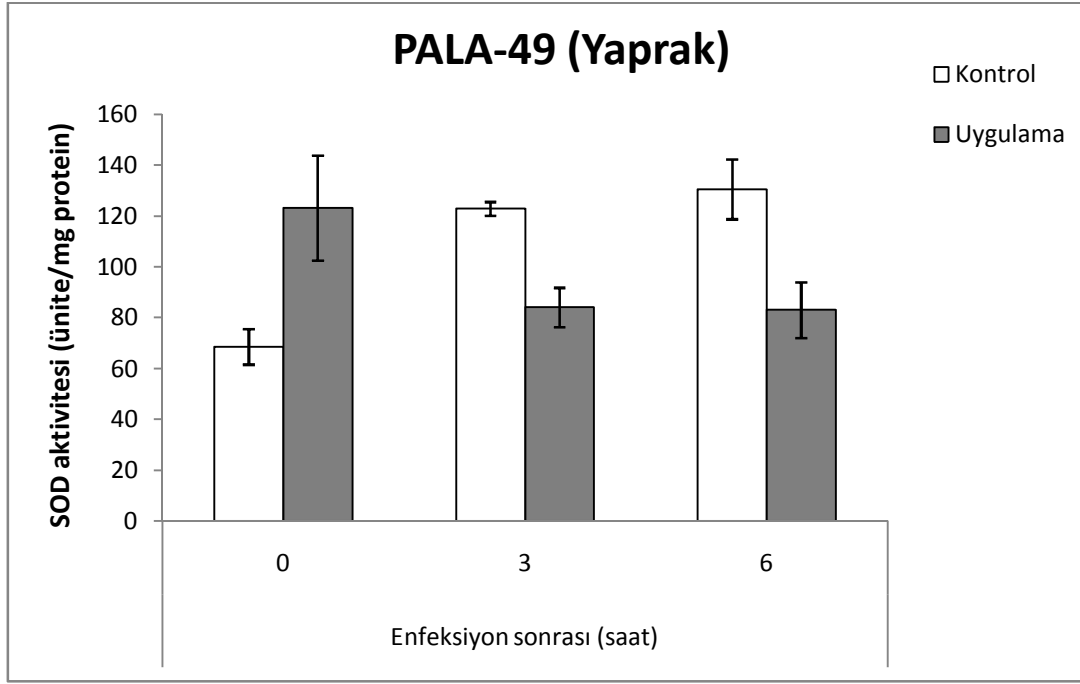
Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait yaprak dokularında toplam SOD aktiviteleri belirlenen değişimler Çizelge 14, Şekil 37 ve 38’ de verilmiştir.

Yaprak SOD aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Pala-49 çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) %80 oranında artış, 3.saatte % 32 oranında azalış ve 6.saat sonunda % 36 oranında azalış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

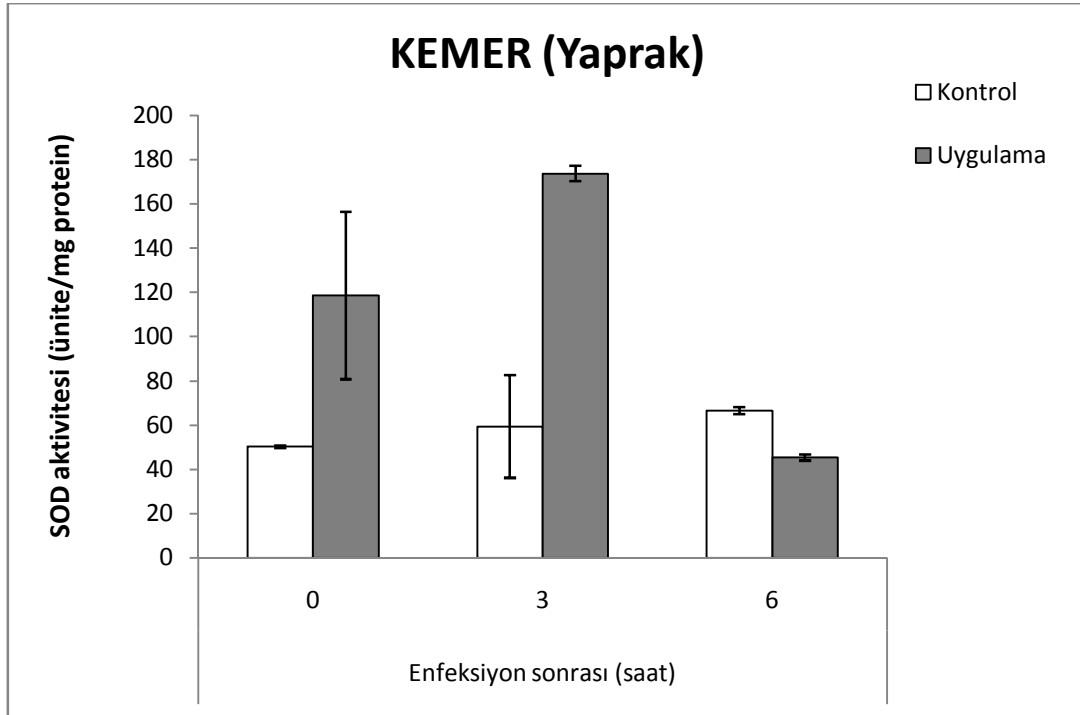
Yaprak SOD aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Kemer çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) 1,3 kat, 3.saatte ise 2 kat artış gösterirken 6.saat sonunda % 32 oranında azalış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 14. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası yaprak dokularındaki spesifik SOD aktivitelerine ait bilgiler (ünite/mg protein) (K: Kontrol, U: Uygulama)

ÇEŞİT	GRUP	0. saat	3. saat	6. saat
Pala-49	K	68,6200±6,9600	122,9000±2,7200	130,5900±11,7800
	U	123,3000±20,6300	84,1000±7,7600	83,1000±10,9100
Kemer	K	50,2737±0,5484	59,3451±23,1925	66,6046±1,5444
	U	118,5637±37,8476	173,7056±3,4663	45,3504±1,3510



Şekil 37. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki spesifik SOD aktivitesi (ünite/mg protein).



Şekil 38. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki spesifik SOD aktivitesi(ünite/mgprotein).

4.5. *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel Bitkisi Uygulamasına Bağlı Olarak *Solanum melongena* L. Bitkilerinde Meydana Gelen Spesifik POX Aktivitesindeki Değişimler

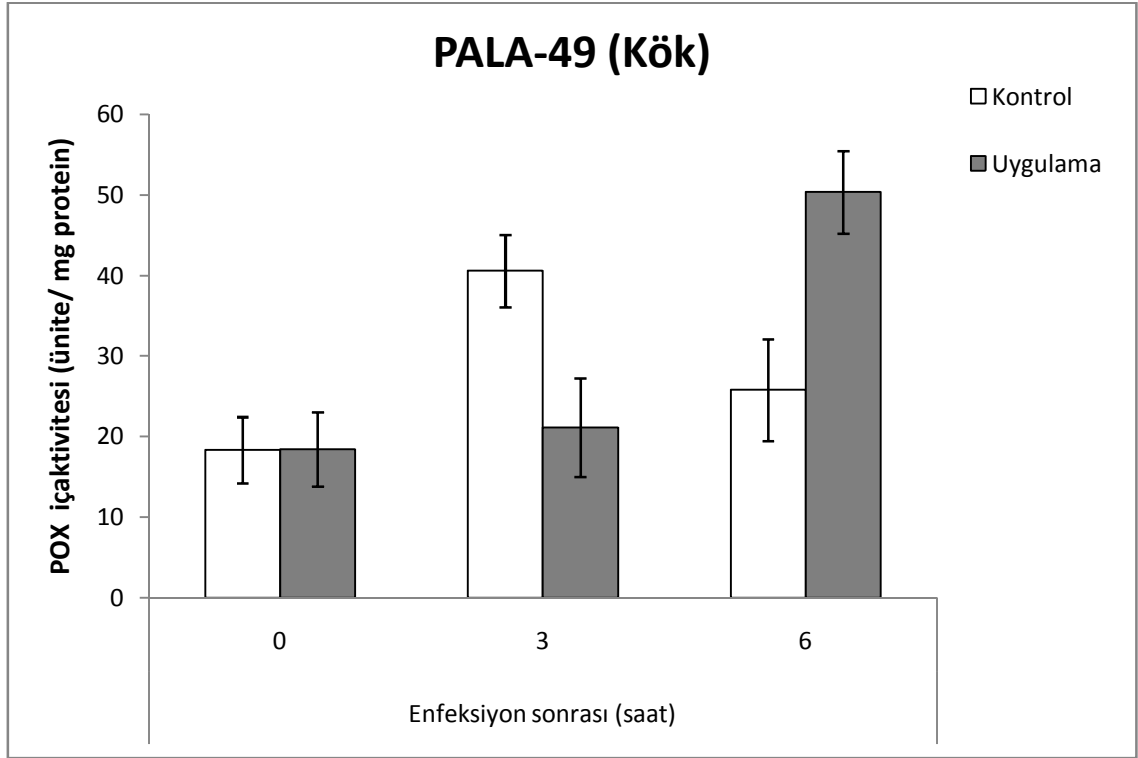
Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait köklerdeki spesifik POX aktivitesinde belirlenen değişimler Çizelge 15, Şekil 39 ve 40' de verilmiştir.

Kök POX aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Pala-49 çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmezken, 3.saatte % 48 oranında anlamlı bir azalış ve 6.saat sonunda % 95 oranında anlamlı bir artış gözlenmiştir.

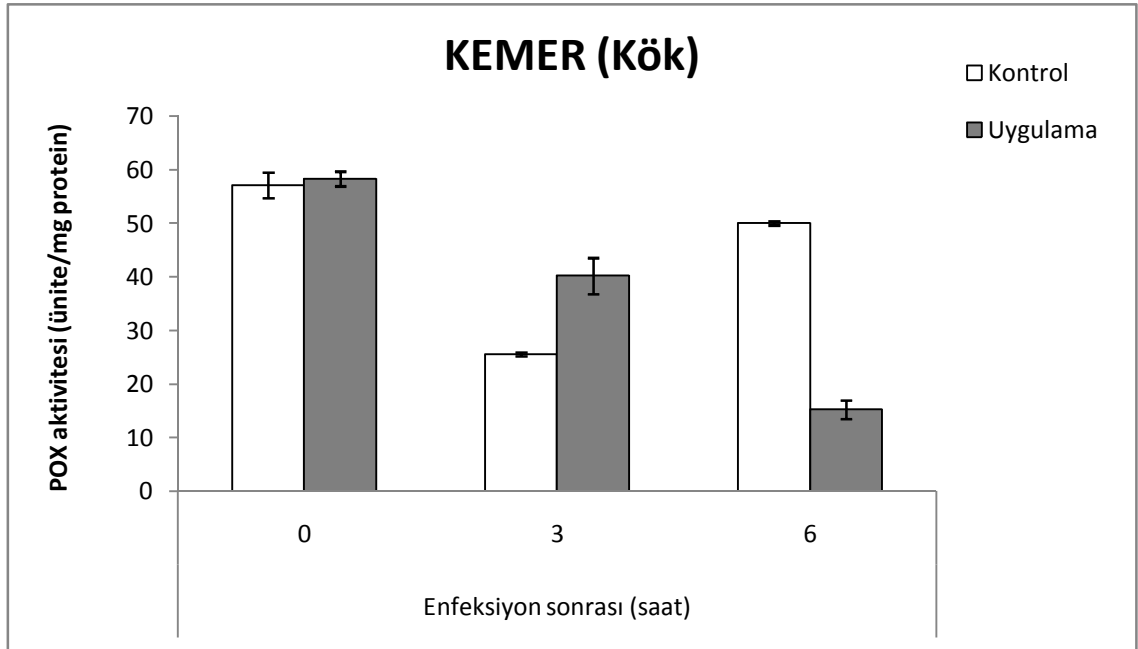
Kök POX aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Kemer çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) istatistiksel olarak anlamlı bir değişim gözlenmezken, 3.saatte % 57 oranında anlamlı bir artış ve 6.saat sonunda % 69 oranında anlamlı bir azalış gözlenmiştir.

Çizelge 15. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası köklerdeki spesifik POX aktivitelere ait bilgiler (ünite/mg protein) (K: Kontrol, U: Uygulama)

ÇEŞİT	GRUP	0. saat	3. saat	6. saat
Pala-49	K	18,3400±4,1200	40,5700±4,5100	25,8000±6,3000
	U	18,4500±4,6000	21,1500±6,1000	50,3600±5,1300
Kemer	K	57,0945±2,3723	25,6105±0,03640	50,0236±0,3593
	U	58,3225±1,3697	40,2268±3,3440	15,2687±1,7505



Şekil 39. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki spesifik POX aktivitesi (ünite/mg protein).



Şekil 40. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki spesifik POX aktivitesi (ünite/mg protein).

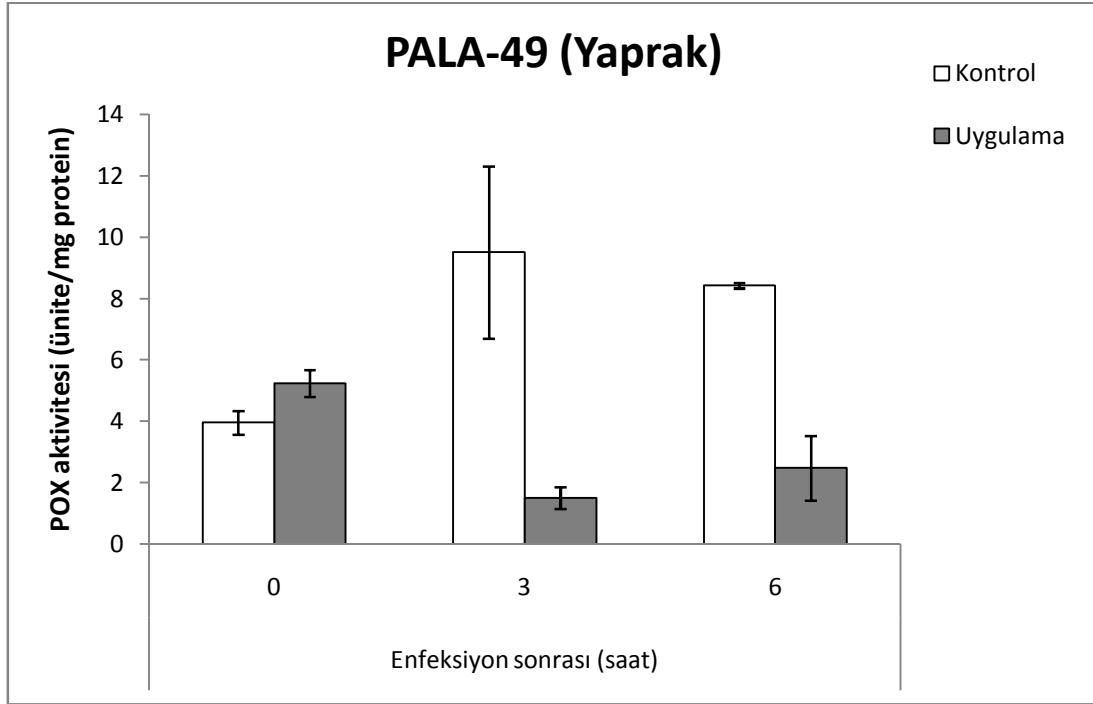
Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait yapraklardaki spesifik POX aktivitesinde belirlenen değişimler Çizelge 16, Şekil 41 ve 42’ de verilmiştir.

Yaprak POX aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Pala-49 çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) %32 oranında artış, 3.saatte % 84 oranında azalış ve 6.saat sonunda % 71 oranında azalış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

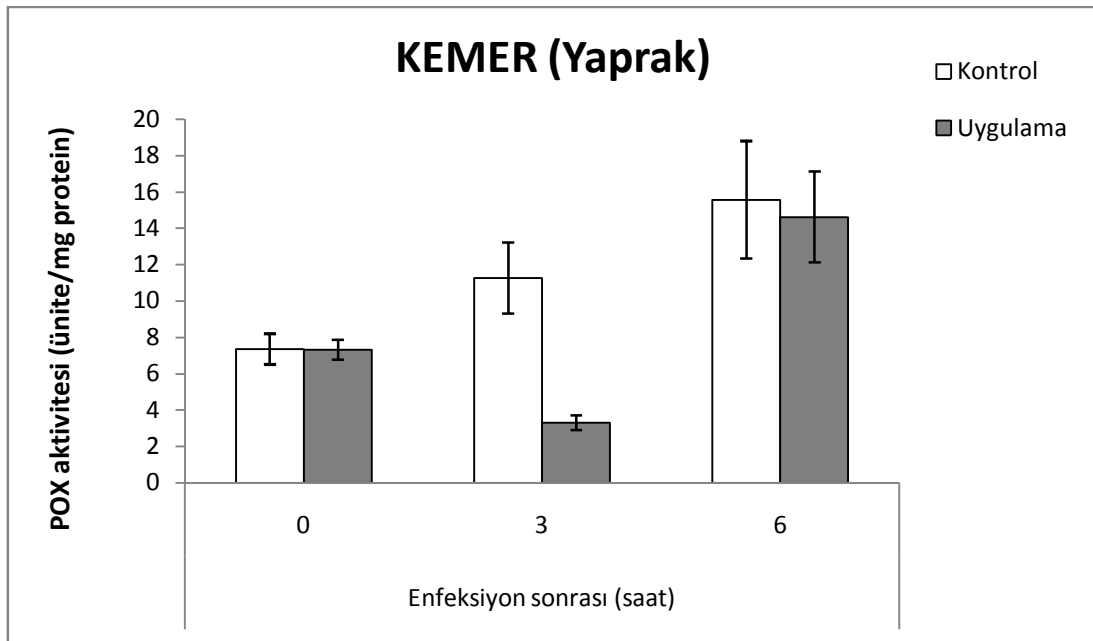
Yaprak POX aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Kemer çeşidinde yalnızca 3. Saatte %71 oranında anlamlı bir azalış gözlenmiştir.

Çizelge 16. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası yapraklardaki spesifik POX aktivitelere ait bilgiler (ünite/mg protein) (K: Kontrol, U: Uygulama)

ÇEŞİT	GRUP	0. saat	3. saat	6. saat
Pala-49	K	3,9600±0,3900	9,5100±2,8000	8,4300±0,0900
	U	5,2400±0,4400	1,5100±0,3500	2,4800±1,0500
Kemer	K	7,3560±0,8439	11,2681±1,9654	15,5645±3,2357
	U	7,3187±0,5454	3,3115±0,3973	14,6209±2,4960



Şekil 41. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki spesifik POX aktivitesi (ünite/mg protein).



Şekil 42. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki spesifik POX aktivitesi (ünite/mg protein).

4.6. *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel Bitkisi Uygulamasına Bağlı Olarak *Solanum melongena* L. Bitkilerinde Meydana Gelen Spesifik APX Aktivitelerindeki Değişimler

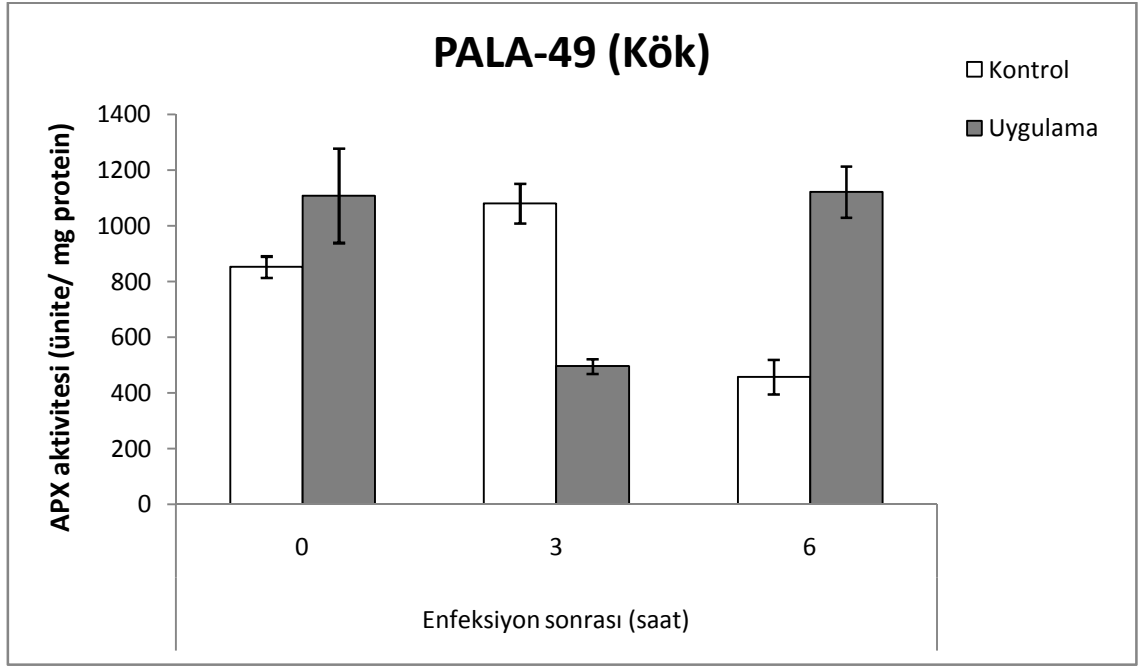
Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait kök dokularındaki APX aktivitelerinde belirlenen değişimler Çizelge 17, Şekil 43 ve 44' de verilmiştir.

Kök APX aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Pala-49 çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) % 30 oranında artış, 3.saatte % 54 oranında azalış ve 6.saat sonunda 1,5 katlık bir artış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

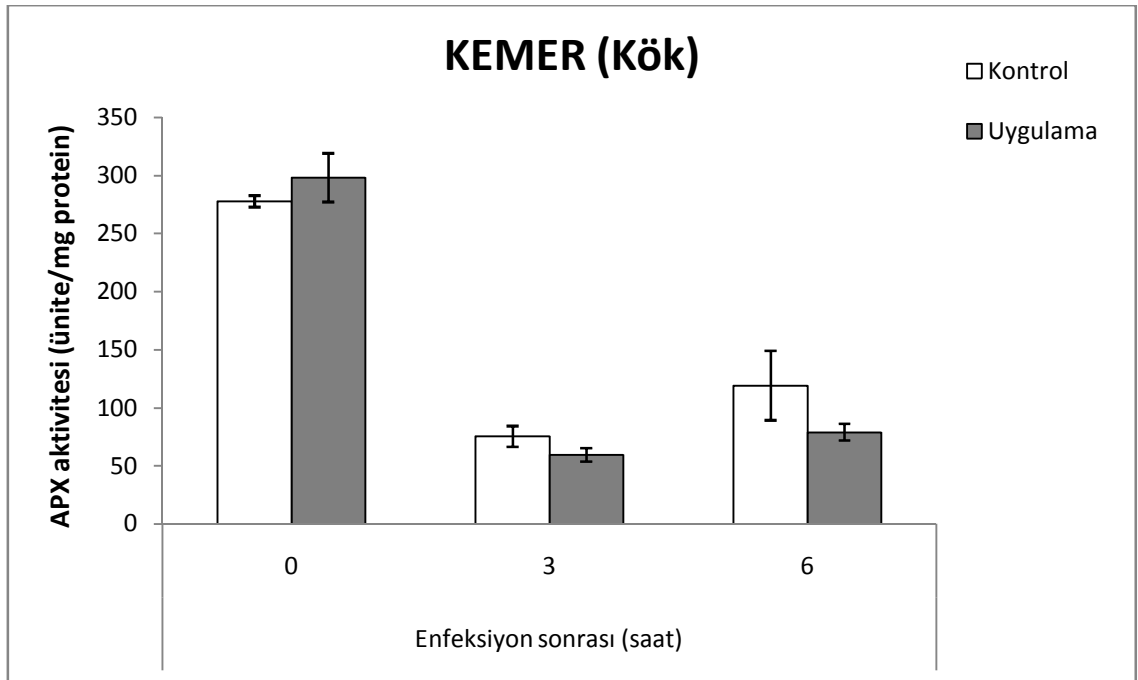
Kök APX aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Kemer çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) anlamlı bir değişim gözlenmemiş, 3.saatte % 21 oranında ve 6.saat sonunda % 34 oranında anlamlı azalışlar gözlenmiştir.

Çizelge 17. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait köklerin penetrasyon sonrası köklerdeki spesifik APX aktivitelerine ait bilgiler (ünite/mg protein) (K: Kontrol, U: Uygulama)

ÇEŞİT	GRUP	0. saat	3. saat	6. Saat
Pala-49	K	852,1900±38,9600	1080,8400±71,4800	458,1500±62,6300
	U	1108,3200±169,2000	496,3800±26,3400	1121,7600±91,5300
Kemer	K	277,7778±4,9603	75,3190±9,0595	119,1873±29,9256
	U	298,1439±20,9698	59,6599±5,8276	79,0702±7,0204



Şekil 43. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki APX aktivitesi (ünite/mg protein).



Şekil 44. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki APX aktivitesi (ünite/mg protein).

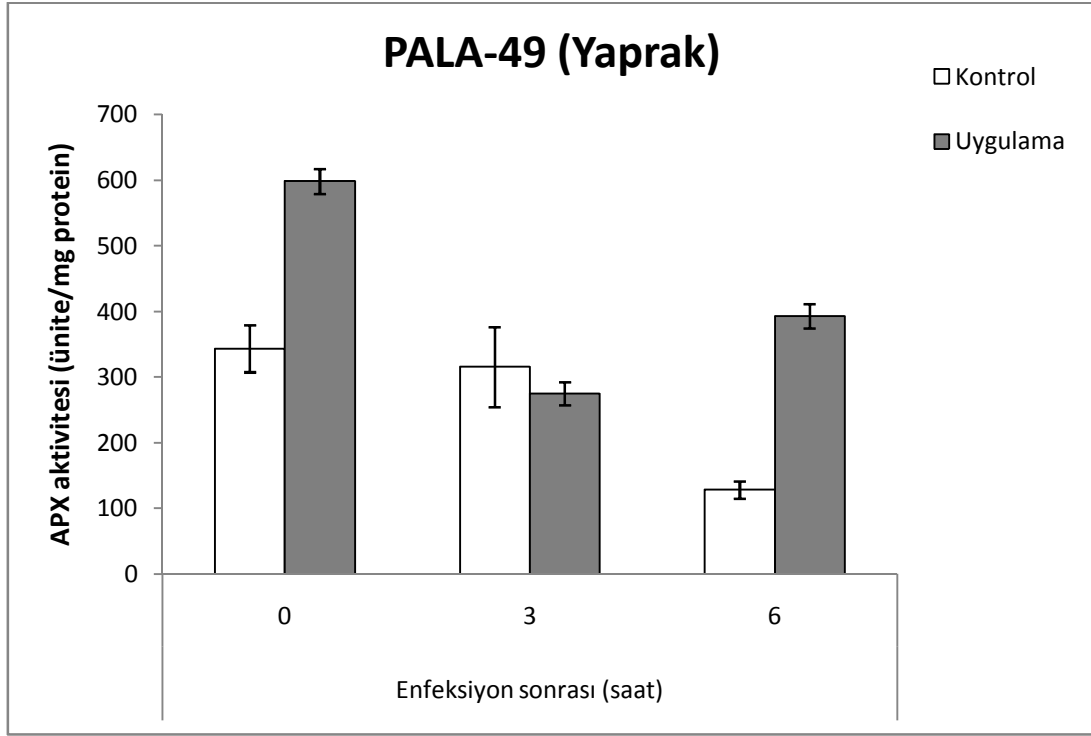
Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait yaprak dokularındaki APX aktivitelerinde belirlenen değişimler Çizelge 18, Şekil 45 ve 46’ de verilmiştir.

Yaprak APX aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Pala-49 çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) % 74 ve 6.saat sonunda 2 katlık anlamlı artışlar gözlenirken, 3. saatte istatistiksel olarak anlamlı bir değişim olmamıştır.

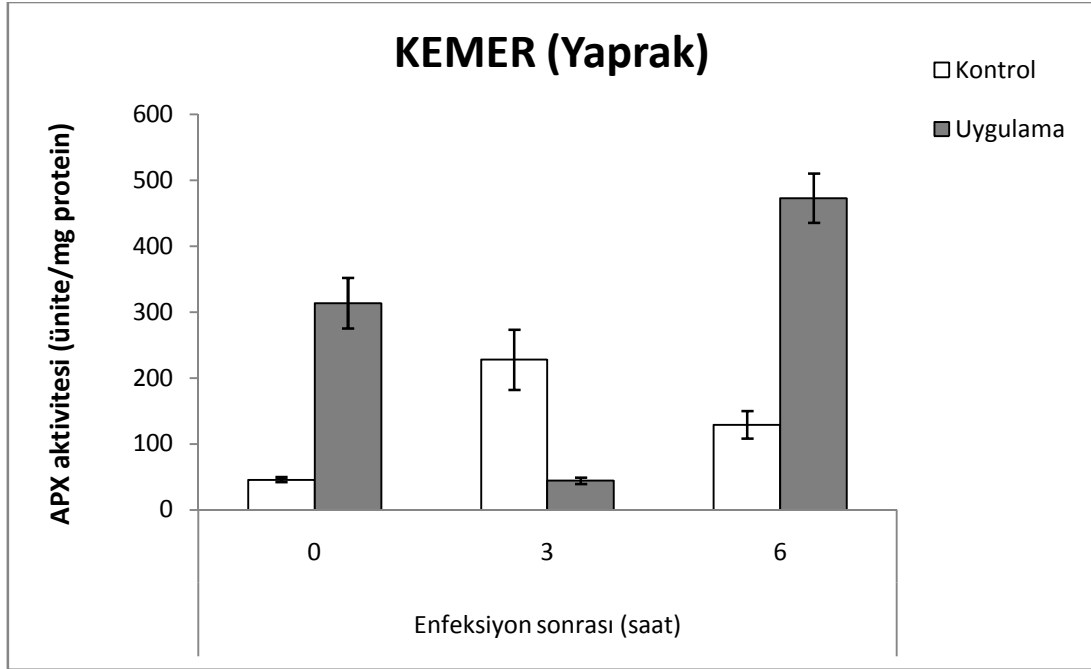
Yaprak APX aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Kemer çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) 5,8 katlık bir artış, 3. saatte %81 oranında azalış ve 6.saat sonunda 2,7 katlık anlamlı artışlar gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 18. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait yaprakların penetrasyon sonrası yapraklardaki spesifik APX aktivitelerine ait bilgiler (ünite/mg protein) (K: Kontrol, U: Uygulama)

ÇEŞİT	GRUP	0. saat	3. saat	6. saat
Pala-49	K	343,2600±35,6900	315,5600±60,9000	128,4200±13,2700
	U	598,1800±18,8000	275,2100±17,6100	392,7200±18,7900
Kemer	K	45,9137±3,6096	227,6768±45,5354	129,0409±21,1110
	U	313,5606±38,6361	44,2730±4,8257	473,1302±37,5175



Şekil 45. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki APX aktivitesi (ünite/mg protein).



Şekil 46. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki APX aktivitesi (ünite/mg protein).

4.7. *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel Bitkisi Uygulamasına Bağlı Olarak *Solanum melongena* L. Bitkilerinde Meydana Gelen GR Aktivitesindeki Değişimler

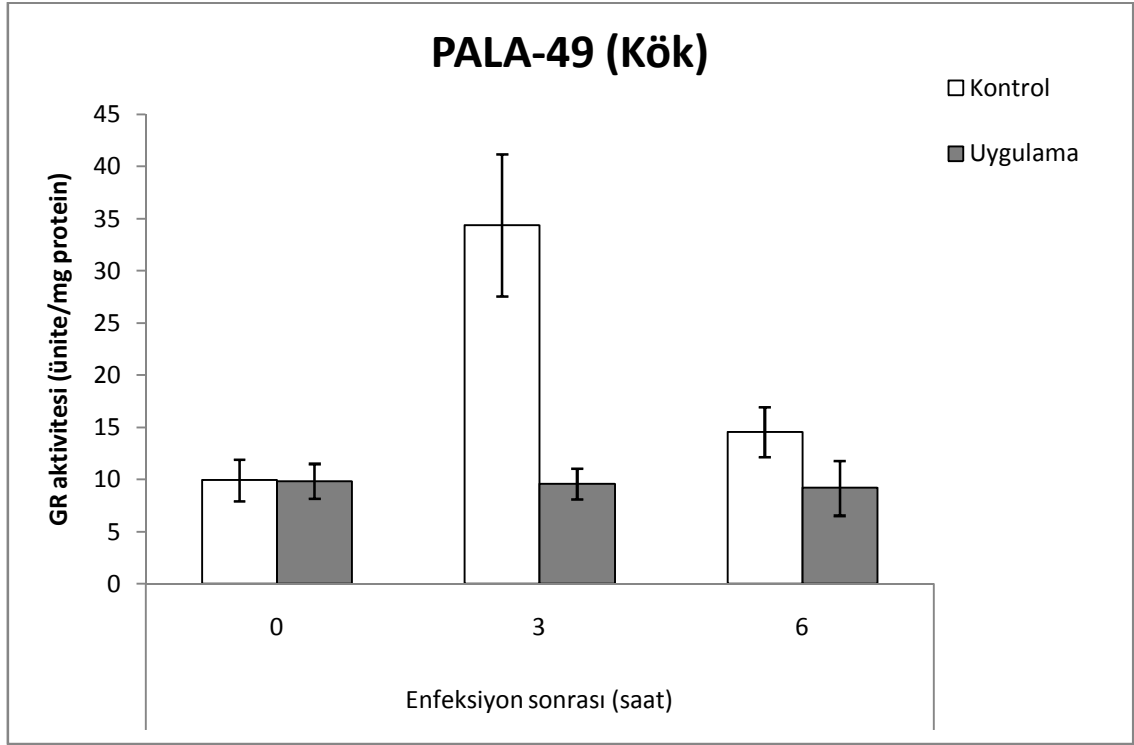
Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait köklerdeki GR aktivitesinde belirlenen değişimler Çizelge 19, Şekil 47 ve 48’ de verilmiştir.

Kök GR aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Pala-49 çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) anlamlı bir değişim gözlenmezken, 3.saatte % 72 oranında ve 6.saat sonunda % 95 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir azalış gözlenmiştir.

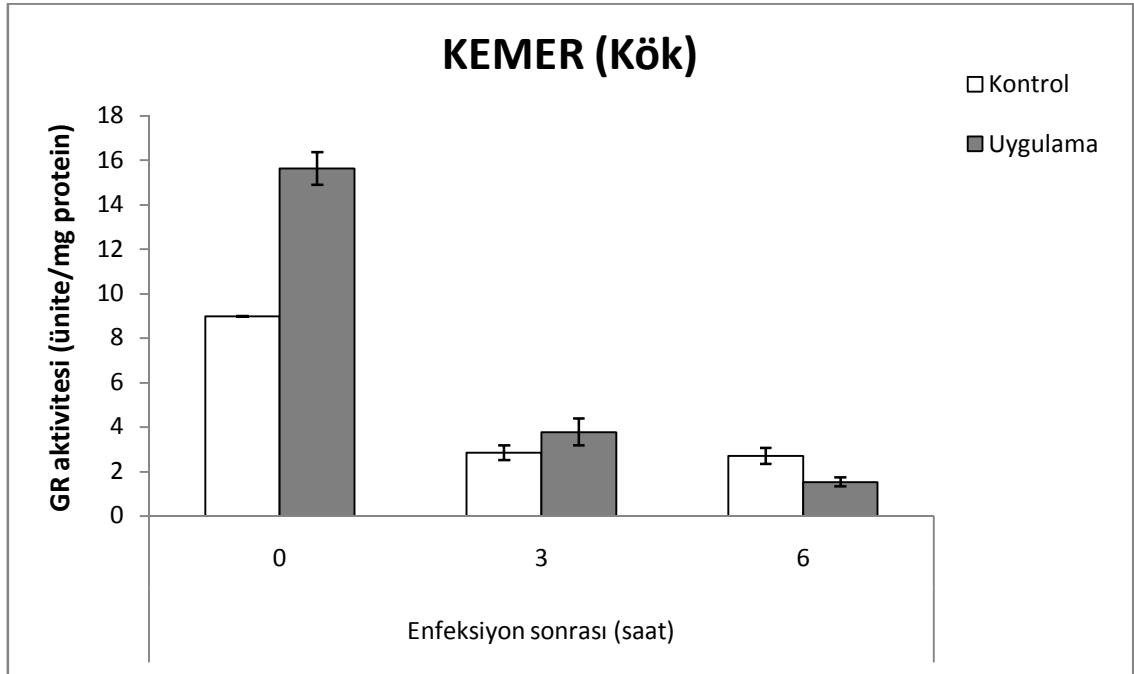
Kök GR aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Kemer çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) %74 oranında artış, 3.saatte % 33 oranında bir artış ve 6.saat sonunda % 43 oranında bir azalış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 19. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası köklerdeki GR aktivitesine ait bilgiler (ünite/mg protein) (K: Kontrol, U: Uygulama)

ÇEŞİT	GRUP	0. saat	3. saat	6. saat
Pala-49	K	9,9400±1,9900	34,3600±6,8100	14,5700±2,4100
	U	9,8500±1,6800	9,6000±1,4700	9,1800±2,6200
Kemer	K	8,9737±0,0114	2,8448±0,3265	2,7026±0,3678
	U	15,6454±0,7345	3,7815±0,5979	1,5323±0,2048



Şekil 47. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerdeki GR aktivitesi (ünite/mg protein).



Şekil 48. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerdeki GR aktivitesi (ünite/mg protein).

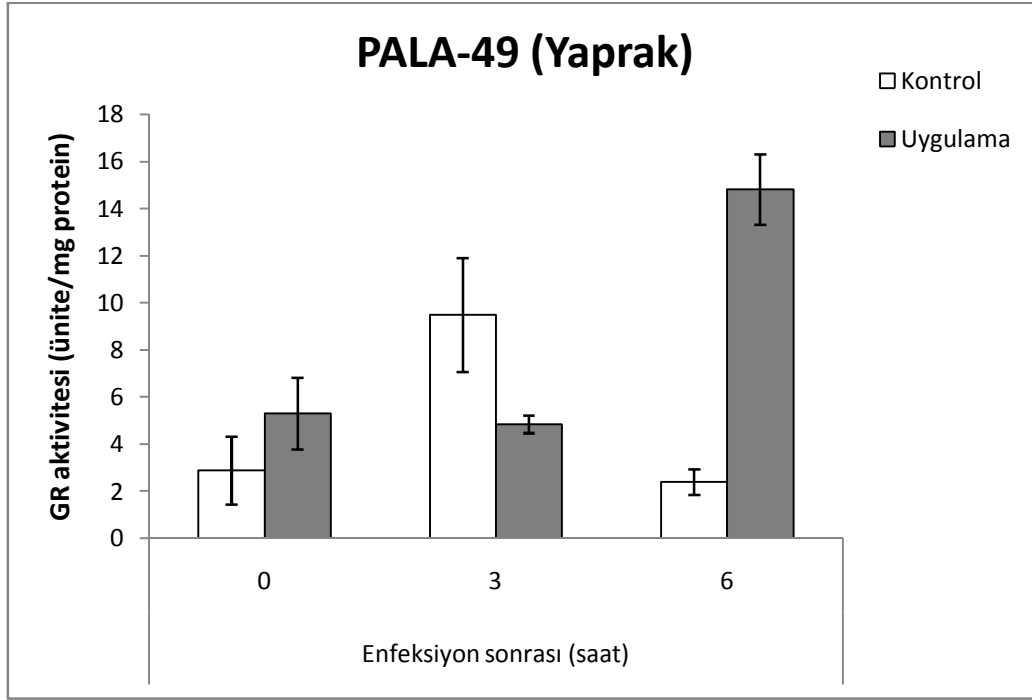
Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait yapraklardaki GR aktivitesinde belirlenen değişimler Çizelge 20, Şekil 49 ve 50’ da verilmiştir.

Yaprak GR aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Pala-49 çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) anlamlı bir değişim gözlenmezken, 3.saatte % 49 oranında istatistiksel olarak anlamlı bir azalış ve 6.saat sonunda 5 katlık istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmiştir.

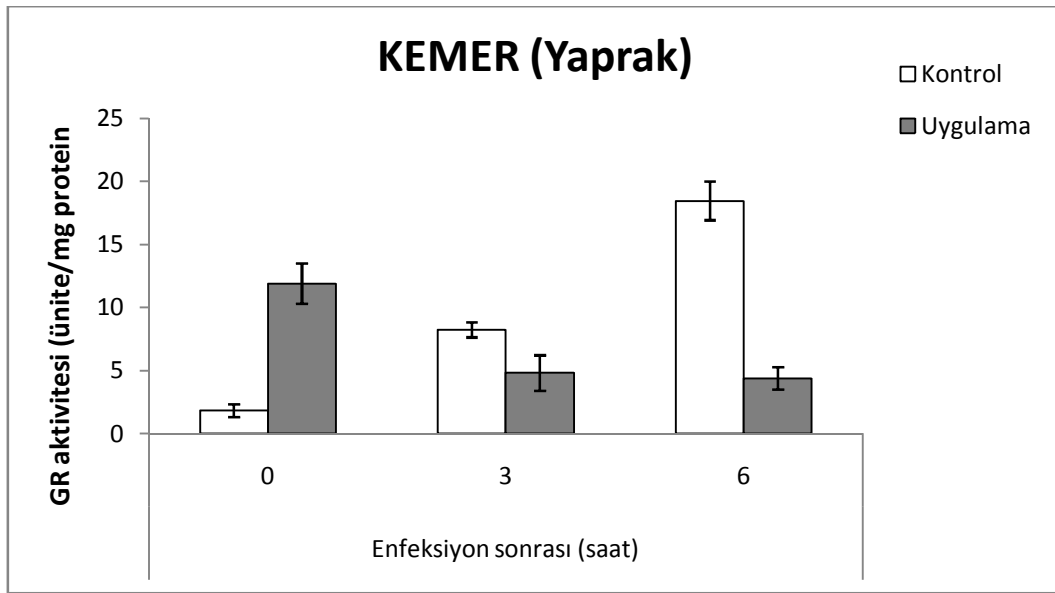
Yaprak GR aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Kemer çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) 5,5 kat bir artış, 3.saatte % 42 azalış ve 6.saat sonunda % 76 oranında bir artış gözlenmiştir. Gözlenen değişimlerin tamamı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 20. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası yapraklardaki GR aktivitesine ait bilgiler (ünite/mg protein) (K: Kontrol, U: Uygulama)

ÇEŞİT	GRUP	0. saat	3. saat	6. saat
Pala-49	K	2,8800±1,4400	9,5000±2,4200	2,4000±0,5500
	U	5,3100±1,5300	4,8500±0,3700	14,8200±1,5000
Kemer	K	1,8102±0,5204	8,2257±0,6007	18,4498±1,5302
	U	11,8998±1,5866	4,8063±1,4013	4,3644±0,8891



Şekil 49. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki GR aktivitesi (ünite/mg protein).



Şekil 50. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki GR aktivitesi (ünite/mg protein).

4.8. *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel Bitkisi Uygulamasına Bağlı Olarak *Solanum melongena* L. Bitkilerinde Meydana Gelen CAT Aktivitesindeki Değişimler

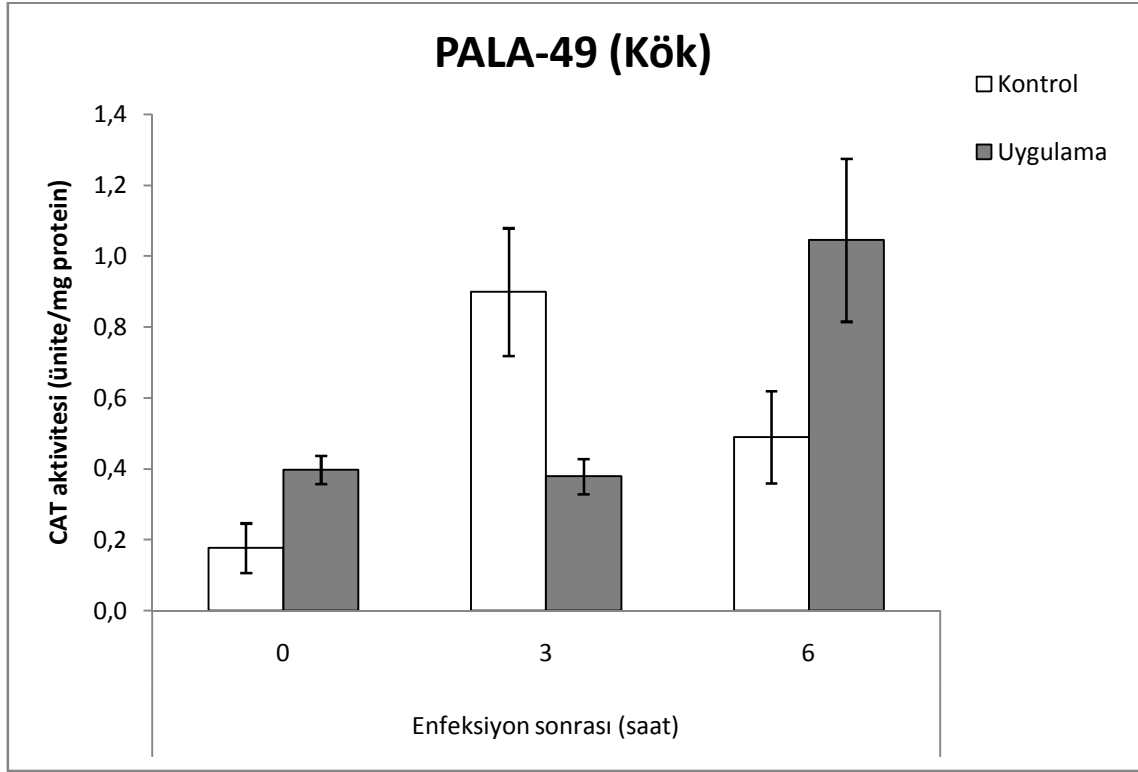
Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait kök dokularındaki CAT aktivitesinde belirlenen değişimler Çizelge 21, Şekil 51 ve 52’ de verilmiştir.

Kök CAT aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Pala-49 çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) 1,2 katlık artış, 3.saatte % 58 oranında azalış ve 6.saat sonunda 1,1 katlık bir artış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

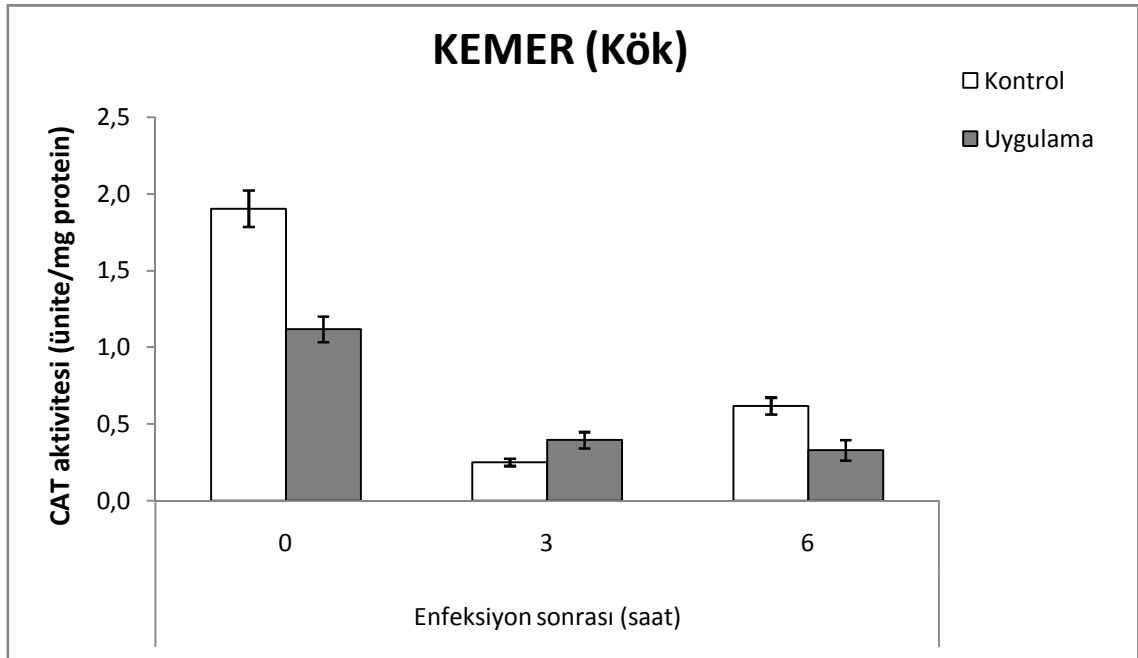
Kök CAT aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Kemer çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) % 41 oranında azalış, 3.saatte % 58 oranında artış ve 6.saat sonunda % 47 oranında azalış gözlenmiştir. Gözlenen bu değişimlerin tümü istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 21. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası köklerdeki CAT aktivitesine ait bilgiler (ünite/mg protein) (K: Kontrol, U: Uygulama)

ÇEŞİT	GRUP	0. saat	3. saat	6. saat
Pala-49	K	0,1762±0,0700	0,8993±0,1800	0,4899±0,1300
	U	0,3967±0,0400	0,3785±0,0500	1,0455±0,2300
Kemer	K	1,9048±0,1191	0,2508±0,0241	0,6176±0,0558
	U	1,1185±0,0839	0,3956±0,0527	0,3286±0,0663



Şekil 51. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerdeki CAT aktivitesi (ünite/mg protein).



Şekil 52. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerdeki CAT aktivitesi (ünite/mg protein).

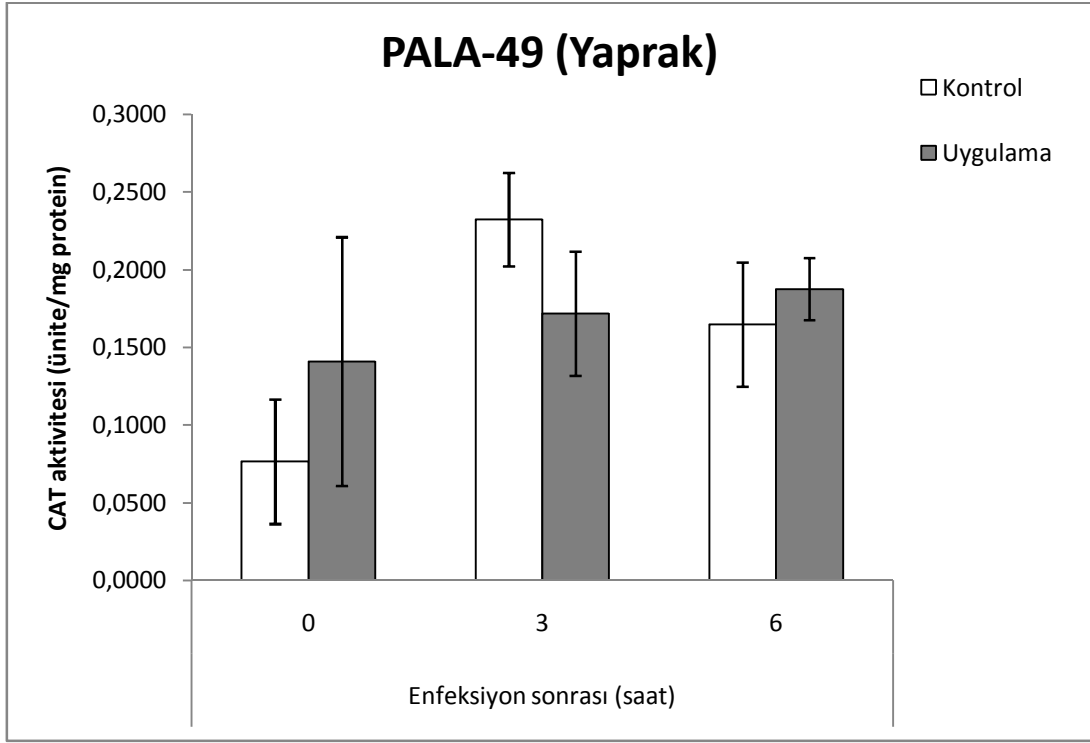
Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait yaprak dokularındaki CAT aktivitesinde belirlenen değişimler Çizelge 22, Şekil 53 ve 54' de verilmiştir.

Yaprak CAT aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Pala-49 çeşidinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişime sahip olmadığı bulunmuştur.

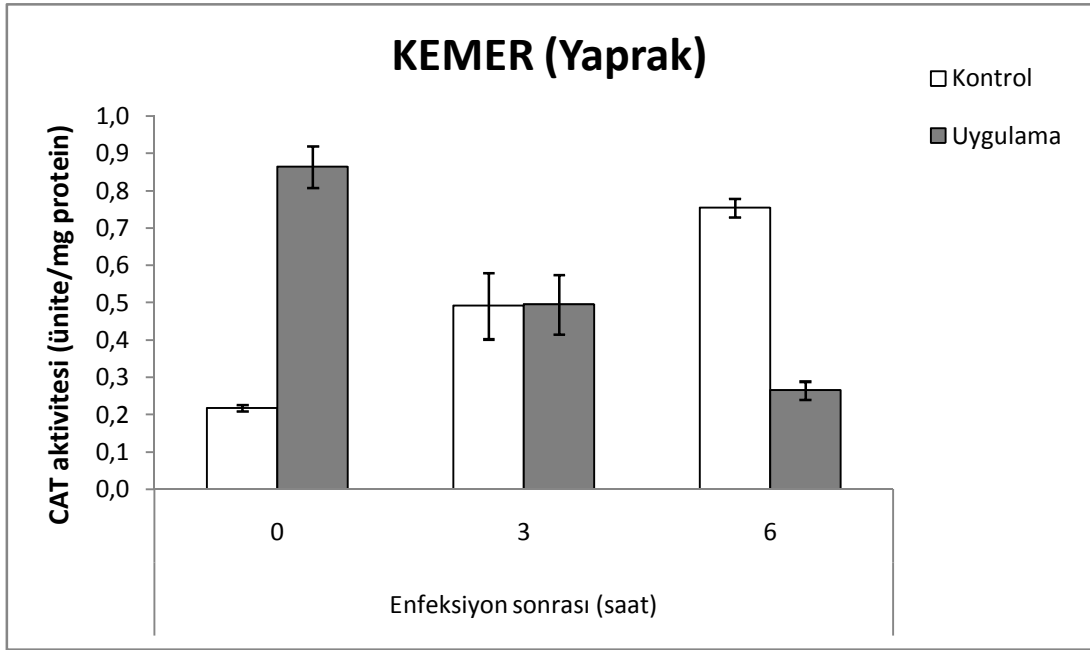
Yaprak CAT aktivitesi kontrol bitkilerine kıyasla Kemer çeşidinde köklere penetrasyon anında (0.saat) 3 katlık anlamlı bir azalış ve 6.saat sonunda % 65 oranında anlamlı bir azalış gözlenmiştir.

Çizelge 22. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası yapraklardaki CAT aktivitesine ait bilgiler (ünite/mg protein) (K: Kontrol, U: Uygulama)

ÇEŞİT	GRUP	0. saat	3. saat	6. saat
Pala-49	K	0,0766±0,0400	0,2325±0,0300	0,1648±0,0400
	U	0,1411±0,0800	0,1720±0,0400	0,1876±0,0200
Kemer	K	0,2186±0,0089	0,4917±0,0888	0,7542±0,0249
	U	0,8643±0,0558	0,4955±0,0798	0,2658±0,0242



Şekil 53. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklardaki CAT aktivitesi (ünite/mg protein).



Şekil 54. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklardaki CAT aktivitesi (ünite/mg protein).

4.9. İstatistiksel Bulgular

S. melongena cv. Pala-49 çeşidi için elde edilen tüm verilerin istatistiksel karşılaştırmaları Çizelge 23’ de, *S. melongena* cv. Kemer çeşidi için çizelge 24’ de verilmiştir.

Çizelge 23. *S. melongena* cv. Pala-49 çeşidinde klorofil a, klorofil b, toplam klorofil, karotenoid, protein, MDA, SOD, POX, APX, GR ve CAT enzim aktivitelerine ait tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları. Rakamlar % 5 seviyesindeki F değerlerini temsil etmektedir.

İncelenen Parametre	Ortalama Kareler	F
Klorofil a	,004	111,608***
Klorofil b	,000	12,882**
Toplam Klorofil	,005	50,468***
Karotenoid	,000	163,609***
Protein (kök)	,001	35,555***
Protein (yaprak)	,010	304,241***
SOD (Kök)	46916,756	89,984***
SOD (Yaprak)	1945,871	6,250**
POX (Kök)	516,108	5,353**
POX (Yaprak)	46,389	8,197***
MDA (Kök)	507,885	177,453***
MDA (Yaprak)	11,932	23,132***
APX (Kök)	377934,635	11,749***
APX (Yaprak)	95797,459	41,234***
GR (Kök)	484,735	8,167
GR (Yaprak)	91,739	9,241***
CAT (Kök)	,391	6,114**
CAT (Yaprak)	,008	1,091 ^{ns}

*** $P<0,001$; ** $P<0,01$; * $P<0,1$; ^{ns} anlamlı değil

Çizelge 24. *S. melongena* cv. Kemer çeşidinde klorofil a, klorofil b, toplam klorofil, karotenoid, protein, MDA, SOD, POX, APX, GR ve CAT enzim aktivitelerine ait tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları. Rakamlar % 5 seviyesindeki F değerlerini temsil etmektedir.

İncelenen Parametre	Ortalama Kareler	F
Klorofil a	,011	832,116***
Klorofil b	,002	204,681***
Toplam Klorofil	,023	507,707***
Karotenoid	,000	332,368***
Protein (kök)	,300	25,035***
Protein (yaprak)	,100	318,269***
SOD (Kök)	4601,287	130,039***
SOD (Yaprak)	5106,924	7,656*
POX (Kök)	941,736	63,093***
POX (Yaprak)	75,914	9,757
MDA (Kök)	11,973	3,118*
MDA (Yaprak)	7,076	7,938***
APX (Kök)	38219,438	37,183***
APX (Yaprak)	105196,917	45,458***
GR (Kök)	122,496	135,738***
GR (Yaprak)	137,170	27,767***
CAT (Kök)	1,380	84,908***
CAT (Yaprak)	,215	22,813***

*** $P < 0,001$; ** $P < 0,01$; * $P < 0,1$; ^{ns} anlamlı değil

BÖLÜM 5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Pala-49 ve Kemer çeşitlerinin her ikisinde de klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid miktarlarında kontrole kıyasla uygulama gruplarında 0. ve 3. saatlerde azalış, 6. saatte ise yükseliş olduğu saptanmıştır. Klorofil içeriğinin azalması fotosentez sırasında kloroplastlarda oluşan ROT' nin yeterince detoksifiye edilemediğini ve sonuçta klorofillerin parçalanmasına ve sentezlerinin inhibisyonuna neden olduğunu belirten çalışmalar bulunmaktadır. Karotenoidler ışığı toplayıcı pigmentlerdir ve stres koşullarında fotosentetik aygıtları koruyucu işlevleri vardır. Ayrıca fotosentetik sistemlerde karotenoidler önemli antioksidan etkiye sahiptirler. Karotenoidler, klorofil moleküllerini koruyucu rol oynarlar (Çekiç, 2004).

Pala-49 çeşidine ait protein miktarları uygulama grubunda kökte 3. saatte artmış, 6. saatte ise azalmıştır, yaprakta ise 0. ve 6. saatlerde azalmasına rağmen 3. saatte artmıştır. Kemer çeşidinde kök toplam protein miktarları kontrol bitkilerine kıyasla uygulama gruplarında 3. ve 6. saatlerde artmıştır. Kemer çeşidinde yaprak toplam protein miktarları kontrol bitkilerine kıyasla kökte 0. ve 6. saatlerde azalmış, 3. saatte ise artmıştır. Antioksidan dengenin serbest radikal tarafına kaymasıyla hücre organelleri ve membrandaki lipid ve protein yapısının bozulduğu, proteinler üzerinde oluşan oksidasyonlar yapı değişimine neden olacağından proteinlerin proteolitik yıkıma uğrayacağı bilinmektedir (Kahya, 2010). Buna göre; Pala-49 çeşidinin hem kök hem yaprak dokusunda deneme sonunda saptanan azalmalar, bu çeşidin karşılaştığı oksidatif zararlar ilişkilendirilebilir. Kemer çeşidi kök dokusunda da benzer durum gerçekleşmesine rağmen, bu çeşidin yaprak dokusunda protein miktarları denem sonunda oksidatif zarardan etkilenmemiş gibi görünmektedir.

5.1. Kök Dokusu Antioksidan Savunma Sistemi

Pala-49 çeşidi uygulama grubunda 0. saatte artan SOD tarafından üretilen H₂O₂'nin detoksifikasyonunda APX ve CAT aktivitelerinin artışıyla oluşan savunma yanıtı 3. saatte gerilemesine rağmen 6. saat sonunda SOD tarafından üretilen H₂O₂'nin detoksifikasyonunda CAT, POX ve APX enzim aktivitelerinde artan seviyeler tekrar saptanmıştır. H₂O₂'nin detoksifikasyonunda GR aktiviteleri değişmeden kalmıştır. SOD tarafından üretilen H₂O₂'in detoksifikasyonu için etkili olan enzimlerden birisi CAT, diğerleri de askorbat-glutasyon döngüsüne katılan GR ve APX' dir (Yaşar ve ark., 2008). Bu durum uygulama grubu bitkilerinde askorbat–glutasyon döngüsünün çalışmadığına ve

bu dokuda CAT aktivitesi ile H₂O₂'nin detoksifikasyonuna işaret ediyor olabilir. Membran lipidleri, stres sonucu hücresel hasar oluşumunda hassas hedeflerdir ve uygulanan strese tolerans ölçüsü olarak kullanılmaktadır (Jain ve ark., 2001). Bu bağlamda, MDA miktarlarıyla birlikte değerlendirildiğinde, oksidatif hasarın 3.saatteki artışı ve 6. saatteki azalışına antioksidan enzimlerin eşlik ettiği anlaşılmaktadır.

Kemer çeşidinin hem uygulama hem de kontrol kök dokularında, ilerleyen zamana bağlı olarak 0. saate kıyasla 6. saat sonunda SOD, APX ve GR aktiviteleri dramatik şekilde azalmıştır. Kademeli olmasına rağmen, 6. saat sonunda özellikle uygulama grubundaki benzer azalışlar POX ve CAT aktivitelerinde de gerçekleşmiştir. Bu enzimlerin kontrol grubundaki aktiviteleri 6. saat sonunda artmıştır. 0., 3. ve 6. saatlerde kontrol gruplarına kıyasla uygulama gruplarının MDA içeriklerinde anlamlı bir değişim bulunmamaktadır. Bununla birlikte, deneme başlangıcı ile sonu arasında MDA miktarının anlamlı şekilde azalıyor olması ilerleyen zamana bağlı olarak bu bitkilerin oksidatif zarardan korunduğuna işaret ediyorsa da, buna eşlik eden bir antioksidatif enzim yanıtı saptanmamıştır.

5.2. Yaprak Dokusu Antioksidan Savunma Sistemi

Pala-49 çeşidi uygulama grubunda, 0. saatte artan SOD ve POX aktiviteleri deneme sonunda azalırken CAT aktivitelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış saptanmamıştır. Bununla birlikte, deneme sonunda hem APX hem de GR aktivitelerinde saptanan artışlar dikkate alındığında, SOD tarafından deneme başlangıcında üretilen H₂O₂'in detoksifikasyonunda askrobat-glutasyon döngüsünün etkili şekilde çalıştığı düşünülebilir. Ancak buradaki temel soru; SOD aktivitelerinin ilerleyen zamana bağlı olarak kontrol bitkilere kıyasla azalıyor olmasına rağmen bu yolağın nasıl bu etkinlikte çalıştığıdır? Bu durum hücre duvarı peroksidazları ve plazma zarlarında bulunan NADPH oksidazlar gibi birçok kaynak aracılığıyla H₂O₂ oluşumu ile açıklanabilir (Neill ve ark., 2002). Halliwell ve Gutleridge (1989), peroksidasyonun hücre zararının işlevselliğini ve bütünlüğünü ciddi derecede etkilediği ve hücre fonksiyonlarının geri dönüşümsüz hasarına neden olduğunu belirtmişlerdir (Nemat Alla ve Hassan, 2005). Bu bağlamda, Pala-49 çeşidi lipid peroksidasyondan korunmakta ve bunu APX ve GR aktiviteleri desteklemektedir. Aynı zamanda MDA miktarları, deneme başlangıcındaki antioksidatif korumanın deneme sonunda oksidatif bir lipit zarara neden olduğuna işaret ediyor olsa da, askrobat–glutasyon döngüsü bu zararı azaltıyor gibi görünmektedir.

Kemer çeşidi uygulama grubunda ilk 3 saatte artan SOD aktivitesinin ürettiği H_2O_2 'in detoksifikasyonu başlangıçta APX, GR ve CAT tarafından başarıyla sağlanmıştır. Ancak, APX hariç, GR ve CAT aktiviteleri ilerleyen zamana bağlı olarak azalmışlardır. POX aktivitesi ise uygulama grubunda deneme sonunda artıyor olmasına karşın kontrole kıyasla bu artışların istatistiksel olarak anlamsız oluşu, H_2O_2 'in detoksifikasyonunda askorbat glutatyon yolağının etkinliğine işaret ediyor olsa da, GR aktiviteleri bu durumu desteklememektedir. Sonuçta, H_2O_2 'in detoksifikasyonunda APX tek başına çalışıyor gibi görünmektedir. Hücre duvarı peroksidazları ve plazma zarlarında bulunan NADPH oksidazlar gibi bir çok kaynak aracılığıyla H_2O_2 ' oluşumu artabildiği ve 1 saatlik sürede O_2^- artmasa bile H_2O_2 'nin yüksek olabildiği rapor edilmiştir (Lin ve ark., 2011). Bu bilgi Kemer çeşidinde APX miktarının neden yüksek olabileceğini açıklamaktadır. Aynı zamanda bu bilgiler MDA miktarlarıyla da uyumludur. Uygulama grubundaki MDA miktarı başlangıçta kontrole kıyasla oksidatif zarardan güçlü bir korunma olduğunu göstermekle birlikte, ilerleyen zaman bağlı olarak bu korumanın azaldığı anlaşılmaktadır. Azalan korumanın, azalan antioksidan enzim aktiviteleriyle paralel olduğu görülmektedir.

Özkur ve ark. (2009)' nın yaptığı çalışmada *Capparis ovata* bitkisinde PEG 6000 uygulaması sonucu artış gösteren APX aktivitesinin, bu bitkinin oksidatif hasara karşı geliştirdiği koruma mekanizmasını ifade ettiği rapor edilmiştir. APX'in indirgediği askorbat MDHAR, DHAR ve GR tarafından katalizlenen bir seri reaksiyonlar ile tekrar okside olur (Halliwell Asada Döngüsü) ve bitkilerde en önemli antioksidan sistemlerden birisidir. Bu koruma, Pala-49 çeşidinde GR aktivitesiyle birlikte askorbat–glutatyon döngüsü sonucu saptanmıştır.

Parazit bitkilerin neden olduğu tarımsal problemlerin çözümünde kalıcı kontrol sağlamak için üç önemli strateji öne çıkarılmıştır (López -Raez ve ark.,2008). Bunlar:

1. Akıllı herbisit uygulamaları,
2. Parazitin tohum üretiminin azaltılması ve
3. Parazitin gelişimini ve/veya büyümesini engelleyen varyetelerin seçimidir.

İlk stratejiye uygun olarak, parazit bitkilerin kontrolünde çeşitli herbisitler, kimyasallar veya nükleik asitlerle doldurulmuş nanokapsüllerin hedefe özel bitki dokularında etkili olacağını öngören nanoteknolojik yaklaşımlar yeni bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır (Pérez-de-Luque ve Rubiales, 2009).

İkinci strateji için hastalıklı canavarotu (*P. aegyptiaca*) başaklarından elde edilen izolatlardan miselyum ve konidyum içeren süspansiyonların kullanılmasıyla, canavarotu ölü başaklarının %33,6–72,7 artırılarak domates bitkileri üzerinde açık bir patojenik etkinin azaltılması verilebilir (Ghannam ve ark., 2007).

Bu stratejilerden özellikle sonuncusu için Acar ve ark. (2009) domates varyeteleri arasında canavarotu enfeksiyonuna karşı, antioksidan enzim aktiviteleri temelinde farklılıklar saptamışlardır. Buna göre; araştırmacıların kullandıkları domates varyeteleri içerisinde cv. 8354 diğer iki varyeteye kıyasla canavarotu enfeksiyonuna karşı antioksidan enzim aktivitelerinde daha yüksek artışlara sahip bulunmuştur. Bu veriler, canavarotu enfeksiyonuna karşı dayanıklı varyete seçiminde antioksidan aktivitelerinin seçici bir kriter olabileceğine de işaret etmektedir.

Araştırmada elde edilen bu verilerden POX ve SOD için karşılaştırılabilir veri mevcuttur. Buna göre; canavarotu enfeksiyonu nedeniyle ayçiçeğinde POX aktiviteleri artmaktadır (Antonova ve Ter Borg, 1996). Ayrıca, canavarotuna karşı dirençte peroksidaz proteinlerinin kritik bir rol oynadığı vurgulanmıştır (Passardi ve ark., 2007). Ayçiçeğinde canavarotu enfeksiyonunda POX'un yanı sıra SOD aktivitelerindeki artışlar da gösterilmiştir (Demirbas ve Acar, 2008).

Medicago trunculata bitkisinde savunmayla ilişkili genlerin ve fazlasıyla spesifik yanıtın *O. crenata* enfeksiyonuna yanıtta transkripsiyonel değişimlere işaret ettiği saptanmıştır (Die ve ark., 2009). *Lotus japonicus* türün ise lokal gen ifadelerinde ROT detoksifikasyonunda çalışan Lj Oa-141-1 geninin enfeksiyon sonrası 1. günde sabit kalmasına karşın, 2. günde 0,125 kat azaldığı, ancak 2-10. günde 2 – 4 kat arttığı gösterilmiştir (Hiraoka ve ark., 2009). Ayrıca, Letousey ve ark. (2007), glutasyon-S-transferaz'ın 3 cDNA'sının canavarotu penetrasyonunu takiben ilk 2 saatte arttığını bildirilmişlerdir. Bu bilgi askorbat-glutasyon döngüsü için elde edilen verilerle uyumludur.

Sonuç olarak, Pala-49 çeşidi özellikle kök dokusunda Kemer çeşidine kıyasla antioksidan enzimler temelinde daha etkili bir savunmaya sahip bulunmuştur. Bu iki çeşidin yaprak dokuları karşılaştırıldığında, Kemer çeşidinin lipid peroksidasyondan daha iyi korunduğu görülmekle birlikte, Pala-49 çeşidinin askorbat-glutasyon döngüsü enzimlerince daha iyi bir korumaya sahip olduğu da göze çarpmaktadır. Bu veriler ışığında, Pala-49 çeşidinin antioksidatif enzimler temelinde Kemer çeşidinden belirgin şekilde ayrıldığı ve canavar otu problemine karşı Kemer çeşidine kıyasla daha dayanıklı olduğu bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- Abang M., Bayaa B., Abu-Irmaileh B. ve Yahyaoui A., 2007. A Participatory Farming System Approach for Sustainable Broomrape (*Orobanche spp.*) Management in the Near East and North Africa. *Crop Protection*, 26:1723-1732.
- Abbes Z., Kharrat M. ve Chaibi W., 2008. Seed germination and tubercle development of *Orobanche foetida* and *Orobanche crenata* in presence of different plant species. *Tunisian Journal of Plant Protection*, 3:101-109.
- Acar O., Demirbaş S., Aydın B. ve Yıldız V., 2009. Çanakkale İlinde Tarımı Yapılan Simita,8354 ve Rio Grande Domates Çeşitlerinde Orobanş (*Orobanche ramosa* L.) Parazitine Dayanıklılıkta Antioksidan Enzim (SOD, POX, GR, APX, CAT) Seviyelerindeki Değişimlerin ve Lipid Peroksidasyonun Araştırılması. TOVAG 107 O 905, Türkiye.
- Akgül B., 2010. Etiyole Fasülye (*Phaseolus vulgaris* L.) Fidelerinde Antioksidan Enzim Aktivitelerini ve Total Fenolik Bileşiklerin İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı.
- Aksoy E., 2010. Ülkesel Canavarotu (*Orobanche spp.*) Projesi, Proje No: TÜBİTAK 105G080. Adana Ziraat Mücadele Araştırma.
- Aktürk E., 2010. Mührüsüleyman (*Polygonatum orientale*) Bitkisinin İn Vitro Antioksidan Kapasitesinin İncelenmesi ve Bazı Vitamin İçerikleri (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı.
- Alscher R. G., Ertürk N. ve Heath L. S., 2002. Role of Superoxide Dismutases (SODs) in Controlling Oxidative Stress in Plants. *Journal of Experimental Botany*, 372: 1331-1341.
- Altınok H. H., 2006. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Patlıcanda Fusarium Solgunluğu Hastalığı (*Fusarium Oxysporum* Schlecht. F. Sp. *Melongenae* Matuo And Ishigami)'Nın Yaygınlığı, Etmenin Moleküler Karakterizasyonu ve Dayanıklılığın Uyarılması. (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana.
- Anonymous 2005. FAO (Food and Agriculture Organization), FAO Statistics Database.
- Antonova, T. S., TerBorg, S. J., 1996. The role of peroxidase in the resistance of sunflower against *Orobanche cumana* in Russia. *Weed Research*, 36 (2): 113-121.
- Apel, K., Hirt, H., 2004. Reactive Oxygen Species: Metabolism, Oxidative Stress and Signal Transduction. *Plant Biol.*, 55: 373-99.

- Arnon D. I., 1949. Cupper Enzymes in Isolated Chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. *Plant Physiology*, 24:1-15.
- Atmaca E. ve Aksoy A., 2009. Oksidatif DNA Hasarı ve Kromatografik Yöntemlerle Tespit Edilmesi YYU *Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20(2):79-83.
- Aydın B., 2010. Orobaş'ın Çanakkale (Türkiye)' de Tarımı Yapılan Bazı Biber Çeşitlerindeki Antioksidan Enzim Seviyelerinde Neden Olduğu Değişimlerin Araştırılması.(Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Baykal F., 2006. Tuz Stresinin Triticale ve Bazı *Secale* Taksonlarında Süperoksit Dismütaz (SOD;EC 1.15.1.1) ve Peroksidaz (POD; EC 1.11.1.7) Aktiviteleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Beauchamp C., Fridovich I., (1971). Superoxide Dismutase: Improved Assay and Applicable to Acrylamid Gels. *Anal. Biochem.*, 44, 276-287.
- Bergmeyer N., 1970. Methoden Der Enzymatischen Analyse. *In: Vol 1 Akademie Verlag, Berlin*: 636-647.
- Bilge M., 2010. Hemodiyaliz Hastalarında Serbest Radikallerin Organizmaya ve Antioksidan Savunma Sistemleri Üzerine Etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı.Kütahya.
- Blokhina O., 2000. Anoxia and Oxidative Stress: Lipid Peroxidation, Antioxidant Status and Mitochondrial Functions in Plants (Yüksek Lisans Tezi). Department of Biosciences, Division of plant Physiology University of Helsinki.
- Boyacı H. F., 2008. Bilinmeyen Yönleri ile Patlıcan. *Meyve Sebze Dünyası*, 7:56-57.
- Bradford M., 1976. A Rapid and Sensitive Method for the Quantition of Microgram Quantities of Protein Utilizing the Principle of Protein-dye Binding. *Anal. Biochem.*, 72: 248-254.
- Bülgener Ş. K.,1998. Fındık (*Coryllus avellana* L.) ve Kestane (*Castanea sativa* Mill. Yaprak ve Sürgünlerinde Fenolik Madde İçeriklerinin Mevsimsel Değişimleri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(Ek Sayı 5): 1215-1221.
- Castillejo M A., Maldonado A. M., Dumas-Gaudot E., Fernández-Aparicio M., Susín R., Diego R. ve Jorrín J. V., 2009. Differential Expression Proteomics to Investigate Responses and Resistance to *Orobanche crenata* in *Medicago truncatula*. *BMC Genomics*, 10:294.
- Çekiç F. Ö., 2004.Tuz (NaCl) ve Ağır Metal (Kadmiyum) Stresine Bırakılan Domates Bitkisinde Bazı Fizyolojik Parametrelerin ve Antioksidant Savunma Sisteminin

- İncelenmesi.(Y. L. Tezi). Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı.
- Demirbaş S. ve Acar O.,2008. Superoxide Dismutase and Peroxidase Activities from Antioxidative Enzymes in *Helianthus annuus* (L.) Roots During *Orobanche cumana* Wallr. Penetration. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17(8a):1038-1044.
- Demirbaş S., 2006. Bazı Ayçiçeği (*Helianthus Annuus* L.) Varyetelerinde *Orobanche cumana* Wallr.' nin Süperoksit Dismütaz (SOD; E.C.1.15.1.1) ve Peroksidaz (POD; E.C.1.11.1.7) Aktiviteleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Demirbaş S., 2011. *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. Bitkisinde *Phelipanche ramosa* (L.) Pomel Parazitinin ve Tuz Stresinin Neden Olduğu Fizyolojik, Biyokimyasal ve Gen İfadesi Düzeyindeki Değişimlerin Araştırılması (Doktora Tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Demirkan H., 2005. Bazı Bitki Parçalarının *Orobanche Ramosa* L.'nin Gelişimine Olan Allelopatik Etkilerinin Araştırılması, *Ege Üniv. Ziraat. Fak. Dergisi*, 42(3):45-54.
- Denev I., Deneva B. ve Batchvarova R.,2007. The Biosynthetic Origin of Germination Stimulants for *Orobanche ramosa* (L.) in Tobacco and Arabidopsis. *Biotechnol ve Biotechnol*, 21(1):54-57.
- Dhanapal G. N., Struik P. C., Udayakumar M. ve Timmfrmans P. C. J. M., 1996. Management of Broomrape (*Orobanche* spp.). *Agronomy & Crop Science*, 175:335-359.
- Elstner E.F., Hippeli, S. ve Heiser, I., 1999. Activated oxygen and free oxygen radicals in pathology: New insights and analogies between animals and plants. *Plant Physiol. Biochem.*, 37(3): 167-178.
- Foyer C. H. ve Halliwell B., 1976. Presence of Glutathione and Glutathione Reductase in Chloroplasts: A Proposed Role in Ascorbic Acid Metabolism. *Planta*, 133:21-25.
- Fu Q., Liu C.,Ding N., Lin Y. ve Guo B., 2010. Ameliorative Effects of İnoculation with The Plant Growth-promoting Rhizobacterium *Pseudomonas* sp. DW1 on Growth of Eggplant (*Solanum melongena* L.) Seedlings Under Salt Stress. *Agricultural Water Management*, 97: 1994-2000.
- Ghannam I., Barakat R. ve Al-Masri R.,2007. Biological Control of Egyptian Broomrape (*Orobanche aegyptiaca*) using *Fusarium* spp..*Phytopathologia Mediterranea*, 46(2):177-84.

- Giannopolities N., Ries S. K., 1977. Superoxide Dismutase. Occurance in Higher Plants. *Plant Physiol.*, 59:309-314.
- Giray H. ve Nemli Y., 1983. İzmir İlinde Orobanche'in Doğal Düşmanı Olan *Phytomyza orobanchia* Kalt. (Diptera, Agromyzidae) 'nın Morfolojik Karakterleri Kısaca Biyolojisi ve Etkinliği Üzerine Araştırmalar. *Türk. Bit. Kor. Derg.*, 7:183-192.
- Goldwasser Y., Plakhine D. ve Yoder J. I., 2000. *Arabidopsis thaliana* susceptibility to *Orobanche* spp. *Weed Science*, 48:342-346.
- Gonza'lez-Verdejo C. I., Barandiaran X., Moreno M. T., Cubero J. I. ve Pietro A. D., 2006. A Peroxidase Gene Expressed During Early Developmental Stages of The Parasitic Plant *Orobanche ramosa*. *Journal of Experimental Botany*, 57(1): 185-192.
- Goulet C. ve Klee H. J., 2010. Climbing the Branches of the Strigolactones Pathway One Discovery at a Time. *Plant Physiology Vol.*, 154:493-496.
- Gökmen Ö. Ö., 2006. Domateste Soğuk Stresinin Antioksidatif Mekanizmalar Yönünden Araştırılması (Yüksek Lisans Tezi).Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Adana.
- Görür E., 2004. Çanakkale (Türkiye) İli Domates Ekim Alanlarında Zararlı Olan Canavar Otu ve Doğal Düşmanı *Phytomyza orobanchia* Kalt'nın Populasyon Gelişiminin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale (Türkiye) Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma A.B.D, Türkiye.
- Gunes A., Pilbeam J. D., Inal A. ve Coban S., 2008. Influence of Silicon on Sunflower Cultivars under Drought Stress, I: Growth, Antioxidant Mechanisms, and Lipid Peroxidation. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 39: 1885-1903.
- Haidar M., A. ve Sidahmed M. M., 2006. Elemental Sulphur ans Chicken Manure fort he Control of Branched Broomrape (*Orobanche ramosa*). *Crop Protection*, 25: 47-51.
- Hershenhorn J., Goldwasser Y., Plakhine D., Herzlinger G., Golan S., Russo R. ve Kleifeld Y., 1996. Role of Pepper (*Capsicum annuum*) as a Trap and Catch Crop for Control of *Orobanche aegyptiaca* and *O. cernua*. *Weed Science*, 44(4):948-51.
- Hiraoka Y., Ueda H. ve Sugimoto Y.,2009. Molecular Responses of *Lotus japonicus* to Parasitism By The Compatible Species *Orobanche aegyptiaca* and The Incompatible Species *Striga hermonthica*. *J Exp. Bot.*, 60 (2):641-50.
- İncedere Uysal D., 2007. Buğdayda, Kök Büyümesi ve Antioksidatif Enzim Aktivitesi Üzerine Alüminyum Stresinin Etkisi (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı.

- Jacobsohn R., Greenberger A., Katan J., Levi M. ve Alon H.,1980. Control of Egyptian Broomrape (*Orobancha aegyptiaca*) and Other Weeds by Means of Solar Heating of The Soil by Polyethylene Mulching. *Weed Science*,28:312-316.
- Jain M., Mathur G., Koul S. ve Sarin N. B., 2001.Ameliorative Effects of Proline on Salt Stress-Induced Lipid Peroxidation in Cell Lines of Groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Plant Cell Rep*, 20:463–468.
- Kahya Z., 2010. Rosa Damascena' nın Oksidatif Strese Karşı Antioksidan ve Antitoksik Etkilerinin Fibroblast Hücre Kültüründe Değerlendirilmesi (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tıbbi Biyoloji Anabilim Dalı Tıbbi Biyoloji Programı.
- Kanner J. ve Kinsella J. E., 1983. Lipid Deterioration Initiated By Phagocytic-Cells In Muscle Foods - Beta-Carotene Destruction By A Myeloperoxidase Hydrogen-Peroxide Halide System. *J. Agric. Food Chem.*, 31: 370-376.
- Keskin G. ve Tunalıoğlu R., 2004. Patlıcan. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü T.E.A.E. - Bakış, 6.
- Koç E. ve Üstün A. S., 2008. Patojenlere Karşı Bitkilerde Savunma Ve Antioksidanlar. Erciyes Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24 (1-2):82-100.
- Kohki A. ve Hayashi H., 2008. Plastid-Derives Strigolactones Show The Way To Roots for Symbionts and Parasites. *New Phytologist*, 178: 695-698.
- Kömürcü N., 2006. *Patlıcan Yetiştiriciliği*. 11 Mayıs 2010, [http://www.samsun tarim.gov.tr/teknikbilgiler/liftletler/bahce/patlican.pdf](http://www.samsun.tarim.gov.tr/teknikbilgiler/liftletler/bahce/patlican.pdf)
- Labrousse P., Arnaud M.C., Griveau Y., Fer A. ve Thalouarn, P., 2004. Analıysis of Resistance Criteria of Sunflower Recombined İnbred Lines Against *Orobancha cumana* Wallr. *Crop protection*, 23: 407-413.
- Letousey P., Zélicourt A., Dos Santos C.V., Thoiron S., Monteau F., Simier P., Thalouarn P. ve Delavault P., 2007. Molecular Analysis of Resistance Mechanisms to *Orobancha cumana* in Sunflower. *Plant Pathology* 56:536-46.
- Lins R. D., Colquhoun J. B., and Mallory-Smith C. A., 2006. Investigation of Wheat as a Trap Crop for Control of *Orobancha minor*. *Weed Research*, 46, 313-318.
- Longo A. M. G., Lo Monaco A. ve Mauromicale G., 2010. The Effect of *Phelipanche ramosa* İnfecion on the Quality of Tomato Fruit. *Weed Research*, 50:58–66.
- López-R' aez J. A., Matusova R., Cardoso C., Jamil M., Charnikhova T., Kohlen W., Ruyter-Spira C., Verstappena F. ve Bouwmeester H., 2008. Strigolactones:

- Ecological Significance and Use As A Target for Parasitic Plant Control. *Pest Manag. Sci.*, 64:471- 77.
- Macias F. A., Garcia-Diaz M. D., Pérez-de-Luque A., Rubiales D. ve Galindo J. C. G., 2009. New Chemical Clues for Broomrape Sunflower Host-Parasite Interactions: Synthesis of Guaianestrigo-lactones. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, 57:5853-5864.
- Madhava R. K. V. ve Sresty T. V. S., 2000. Antioxidative Parameters in The Seedlings of Pigeonpea (*Cajanus cajan* L. Millspaugh) in Response to Zn and Ni Stresses. *Plant Sci.*, 157: 113-128.
- Matusova R., Rani K., Verstappen F.W. A., Franssen M.C.R., Beale M.H. ve Bouwmeester H.J., 2005. *Plant Physiology*, 139: 920–934.
- Meyvesi için Yetiştirilen Meyveler (b.t.). Haziran 4, 2011, http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=45&ust_id=13.
- Mittler R., 2002. Oxidative Stress, Antioxidants and Stress Tolerance. *Trends in Plant Science*, 9: 405-410.
- Moller I. M., Jensen P. E. ve Hansson A., 2007. Oxidative Modifications to Cellular Components in Plants. *Annual Review of Plant Biology*, 58: 459-481.
- Müller-Stöver D., Kohlschmid E. ve Sauerborn J., 2008. A Novel Strain of *Fusarium oxysporum* from Germany and Its Potential for Biocontrol of *Orobanche ramosa*. *Weed Research*, 49: 175-182.
- Mylona P. V., Polidoros A. N. ve Scandalios J. G., 2007. Antioxidant Gene Responses to ROS-generating Xenobiotics in Developing and Germinated Scutella of Maize. *Journal of Experimental Botany*, 58(6):1301-1312.
- Nakano Y. ve Asada K., 1981 Hydrogen Peroxide is Scavenged by Ascorbate-specific Peroxidase in Spinach Chloroplasts. *Plant and Cell Physiol.*, 22(5), 867-880.
- Nemat Alla M. M. ve Hassan N. M., 2005. Oksidative Stress in Herbicide-treated Broad Bean and Maize Plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 27(4A): 429-438.
- Noctor G. ve Foyer C. H., 1998. Ascorbate and Glutathione: Keeping Active Oxygen Under Contro. *Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 49:249-79.
- Okazawa A., Trakulnaleamsai C., Hiramatsu H., Fukusaki E., Yoneyama K., Takeuchi Y. ve Kobayashi A., 2005. Cloning of A Cryptochrome Homologue from the Holoparasitic Plant *Orobanche minor* Sm. *Plant Physiology and Biochemistry*, 43:499-02.

- Ozkur O., Ozdemir F., Bor M. ve Turkan I., 2009. Physiochemical and Antioxidant Responses of The Perennial Xerophyte *Capparis ovata* Desf. to Drought. *Environmental and Experimental Botany*, 66: 487-492.
- Över L. ve Aksoy Ü., 2006. Parazitler Canlıların Davranışları Üzerine Etkili mi?. *Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 20(2):115-123.
- Özdemir A., 2010. Ratlarda Farklı Çözücülerde Hazırlanarak Verilen *Mentha spicata* Laminaceae Nane ekstreleri ile Kuru Tozunun Kanda, β - Karoten, A,C Vitaminleri, Katalaz, Glutasyon Peroksidaz, Glutasyon Redüktaz, Malondialdehid, Süperoksid Dismütaz Enzimleri ve Total Antioksidan Kapasitesi üzerine Etkilerinin Araştırılması (Doktora Tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Veteriner Biyokimya Anabilim Dalı.
- Öztürk L. ve Demirkan H., 2010. Bazı Bitki Yapraklarının ve Bunların Toprakta Bekleme Sürelerinin Patateste Sorun Olan Canavar Otu [*Phelipanche* spp. (Syn: *Orobanch* spp.)]'na Etkileri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*,47(2):105-112.
- Öztürk L., 2006. Bazı Bitkilerin ve Olgunlaştırma Sürelerinin Patateste Sorun Olan Canavar Otu (*Orobanch* spp.) 'na Etkileri Üzerinde Araştırmalar (Yüksek Lisans Tezi). Ege Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü.
- Passardi F., Cosio C., Penel C. ve Dunand C.,2007. Peroxidases Have More Functions Than A Swiss Army Knife. *Plant Cell Rep.*, 24:255-265.
- Pérez-de-Luque A. ve Rubiales D.,2009. Nanotechnology for Parasitic Plant Control. *Pest Manag. Sci.*,65:540-45.
- Pérez-de-Luque A., Galindo J. C. G., Macias F. A. ve Jorin J., 2000. Sunflower Sesquiterpene Lactone Models Induce *Orobanch cumana* Seed Germination. *Phytochemistry*, 53: 45-50.
- Pérez-Vich B., Aktouch B., Mateos A., Velasco L., Jan C. C., Fernández J., Domínguez J. ve Fernández-Martínez J., 2004. Dominance Relationships for Genes Conferring Resistance to Broomrape (*Orobanch cumana* Wallr.) in Sunflower. *Helia*, 27:183-192.
- Raho N.,Ramirez L., Lanteri L. M., Gonorazky G., Lamattina L., Have A. ve Laxalt A. M., 2010. Phosphatidic Acid Production in Chitosan-elicited Tomato Cells, Via Both Phospholipase D and Phospholipase C/Diacylglycerol Kinase,Requires Nitric Oxide. *Journal of PlantPhysiology*, 168(6):534-9.

- Sayılır A. ve Özzambak E., 2005. Biber Anter Kültüründe Uygun Tomurcuk Büyüklüğü ile Besin Ortamı İçeriklerinin Embriyo Verimine Etkileri Üzerine Bir Araştırma. *Ege Üniv. Ziraat. Fak. Derg.*, 42(3):1-11.
- Shao-Hang L., Zhong-Jing L., Pei-Lei X., Ye-Ying F. ve Ji-Gang B., 2011. Paraquat pre-treatment Increases Activities of Antioxidant Enzymes and Reduces Lipid Peroxidation in Salt-Stressed Cucumber Leaves. *Acta Physiol Plant*, 33:295–304.
- Steward F. C., 1983. *Plant Physiology*, Academic Press, New York and London:797.
- Şeniz V., Özgür M., Sivritepe Ö. ve Özer M. H., 1995. Sebzeçilik. Yayın No: 864, Açık Öğretim Fakültesi Yayın no:458.
- Şentürk A., 2007. Tokat'ta domates yetiştirilen alanlarda sorun olan canavar otu türlerinin (*Orobancha spp.*) ve alternatif konukçularının belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı.
- Takagi K., Okazawa A., Wada Y., Mongkolchaiyaphruek A., Fukusaki E., Yoneyama K., Takeuchi Y. ve Kobayashi A., 2009. Unique Phytochrome Responses of the Holoparasitic Plant *Orobancha minor*. *New Phytologist*, 182(4):965-74.
- Takım K., 2010. Kiraz Yaprağı Ekstraktlarının Antioksidan Kapasitesinin ve Oksidatif DNA Hasarı Üzerine Etkisinin Belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi). İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı.
- Teixeira F. K., Menezes-Benavente L., Galvão V. C ve Margis-Pinheiro M., 2005. Multigene Families Encode the Major Enzymes of Antioxidant Metabolism in *Eucalyptus grandis* L. *Genetics and Molecular Biology*, 28(3): 529-538.
- Tekeli Y. ve Sezgin M., 2007. *Centaurea Carduiformis* (Peygamber Çiçeği)' in Antioksidan Aktivitesinin Belirlenmesi. *SDÜ Fen edebiyat Fakültesi Fen dergisi* (e-dergi), 2(2), 204-209.
- Thomas H., Sauerborn J., Müller-Stöver D., Ziegler A., Bedi J. B. ve Kroschel J., 1998. The Potential of *Fusarium oxysporum* f.sp. *orthoceras* as a Biological Control Agent for *Orobancha cumana* in Sunflower. *Biological Control*, 13:41–48.
- Topçu V. ve Boyacı H. F., 2008. Patlıcan Yetiştiriciliğinin Dünya ve Türkiyedeki Durumu. *Tarımın Sesi*, 20:18-21.
- Tör M., 1998. Bitkilerde Moleküler Konukçu-Patojen İlişkilerindeki Son Gelişmeler. *Turkish Journal of Biology*, 22:271-285.
- Tunçer N., 2007. Patlıcanda Tuza Toleransın Kalıtımı Üzerinde Araştırmalar (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.

- Türk F. M., 2006. Konukçu-Patojen İlişkisinde Model Bir Bitki: *Arabidopsis thaliana*. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(1):123-129.
- Van Eck J., ve Snyder A., 2006. Eggplant (*Solanum melongena* L.). *Methods In Molecular Biology*, 343:439-47.
- Veronesi C., Bonnin E., Calvez S., Thalouarn P. ve Sımier P., 2007. Activity of Secreted Cell Wall-Modifying Enzymes and Expression of Peroxidase-Encoding Gene Following Germination of *Orobanche ramosa*. *Biologia Plantarum*, 51(2):391-394.
- Vieira Dos Santos C., Letousey P., Delavault P. ve Thalouarn P., 2003. Defense Gene Expression Analysis of *Arabidopsis thaliana* Parasitized by *Orobanche ramosa*. *Phytopathology*, 93:451-457.
- Winston E. M., 2003. The Utilization of the *HMG2* İnducible Promoter to Genetically Engineer Parasite Resistance in Tobacco (Doktora tezi). Dissertation Submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Yasar F., Ellialtıođlu S. ve Kusvuran S., 2006. Ion and Lipid Peroxide Content in Sensitive and Tolerant Eggplant Callus Cultured under Salt Stress. *Europ.J.Hort.Sci.*, 71 (4): 169–172.
- Yaşar F., Ellialtıoğlu Ş., Özpıy T. ve Uzal Ö., 2008. Tuz Stresinin Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) Antioksidatif Enzim (SOD, CAT, APX ve GR) Aktivitesi Üzerine Etkisi.Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, *Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, 18(1): 61-65.
- Yıldız Aktaş L. ve Güven A., 2005. Bitki Savunma Sistemlerinde Hormonal Sinyal Moleküller ve Çapraz-İletişimleri. *Journal of Arts and Sciences*, 3.
- Yoder J. I., Gunathilake T. C. ve McClung D.J.,2009. Hemiparasitic Plants: Exploiting Their Host's Inherent Nature to Talk. In: Baluška, F., Ed. *Plant-Environment Interactions*. Springer. 85-100.
- Yoneyama K., Xie X., Yoneyama K., ve Takeuchi Y., 2009. Strigolactones: Structures and Biological Activities. *Society of Chemical Industry*, 65: 467–470.

ÇİZELGELER

Sayfa No

Çizelge 1. 2000-2009 yılları arasında Türkiye’ de patlıcan üretimi	2
Çizelge 2. Canavar otu türleri ve konukçu bitkileri	6
Çizelge 3. Başlıca antioksidan enzimler.....	23
Çizelge 4. Bitkilerde ROT oluşumu, lokalizasyonu ve uzaklaştırılması.....	25
Çizelge 5. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait köklerin penetrasyonundan sonraki Klorofil a’ ya ait değerler.....	38
Çizelge 7. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait köklerin penetrasyonundan sonraki Toplam Klorofil’ e ait değerler	42
Çizelge 8. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait köklerin penetrasyonundan sonraki Karotenoid’ e ait değerler.....	44
Çizelge 9. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait köklerin penetrasyon sonrasındaki köklerdeki toplam protein içeriklerine ait bilgiler.....	46
Çizelge 10. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait köklerin penetrasyon sonrasındaki yapraklardaki toplam protein içeriklerine ait bilgiler.....	48
Çizelge 11. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası köklerdeki MDA içeriklerine ait bilgiler	50
Çizelge 12. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası yapraklarındaki MDA içeriklerine ait bilgiler	52
Çizelge 13. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası kök dokularındaki spesifik SOD aktivitelere ait bilgiler.....	54
Çizelge 14. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası yaprak dokularındaki spesifik SOD aktivitelere ait bilgiler.....	56
Çizelge 15. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası köklerdeki spesifik POX aktivitelere ait bilgiler	58
Çizelge 16. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası yapraklardaki spesifik POX aktivitelere ait bilgiler	60
Çizelge 17. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait köklerin penetrasyon sonrası köklerdeki spesifik APX aktivitelere ait bilgiler	62
Çizelge 18. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait yaprakların penetrasyon sonrası yapraklardaki spesifik APX aktivitelere ait bilgiler	64

Çizelge 19. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası köklerdeki GR aktivitesine ait bilgiler	66
Çizelge 20. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası yapraklardaki GR aktivitesine ait bilgiler.....	68
Çizelge 21. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası köklerdeki CAT aktivitesine ait bilgiler	70
Çizelge 22. Pala-49 ve Kemer çeşitlerine ait bitkilerin penetrasyon sonrası yapraklardaki CAT aktivitesine ait bilgiler	72
Çizelge 23. <i>S. melongena cv.</i> Pala-49 çeşidinde klorofil a, klorofil b, toplam klorofil, karotenoid, protein, MDA, SOD, POX, APX, GR ve CAT enzim aktivitelerine ait tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları.	74
Çizelge 24. <i>S. melongena cv.</i> Kemer çeşidinde klorofil a, klorofil b, toplam klorofil, karotenoid, protein, MDA, SOD, POX, APX, GR ve CAT enzim aktivitelerine ait tek yönlü varyans analizi (ANOVA) sonuçları	75

ŞEKİLLER

Sayfa No

Şekil 1. <i>Phelipanche ramosa</i> (L.) Pomel bitkisi ve kapsülü.....	4
Şekil 2. Domates köküne yapışmış <i>P. ramosa</i> (L.) Pomel paraziti.	7
Şekil 3. Patlıcan köküne yapışmış <i>P. ramosa</i> (L.) Pomel paraziti.	7
Şekil 4. Canavar otunun yaşam döngüsünde tohum aşamasında adımlar ve süreçler.	9
Şekil 5. Canavar otunun yaşam döngüsünde çimlenme aşamasında adımlar ve süreçler.....	9
Şekil 6. Canavar otunun yaşam döngüsünde parazitik üreme aşamasında adımlar ve süreçler.....	10
Şekil 7. GR 24 uygulanarak çimlenen <i>P. ramosa</i> (L.) Pomel bitkisi.....	12
Şekil 8. Canavar otu için çimlenme uyarıcıları.....	13
Şekil 9. Bitkilerde strogolakton biyosentezinin metabolik yolu.....	14
Şekil 10. Bitki ve patojen arasındaki ilişki.....	16
Şekil 11. Serbest radikallerin hücreye etkileri.....	18
Şekil 12. Reaktif oksijen türlerinin üretimi, uzaklaştırılması, modifikasyonları, sinyalleşme ve bitki hücrelerine stressiz ve stres koşullarında verdiği zarar arasındaki ilişkiler.....	20
Şekil 13. SOD, CAT, askorbat-glutatyon döngüsü ve glutatyon peroksidaz (GPX) döngüsü tarafından enzimatik ROS temizlenmesinin yöntemi.....	26
Şekil 14. Paraquat ve H ₂ O ₂ ile Duyarlılık-Dayanıklılık Testi Uygulama Sonuçları.....	32
Şekil 15. Perlit içerisinde gelişen patlıcan fideleri.....	33
Şekil 16. Su kültürüne alınmış patlıcan fideleri.....	34
Şekil 17. <i>Phelipanche ramosa</i> (L.) Pomel diskleri köklere yerleştirilmiş patlıcan fidesi...	35
Şekil 19. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin Klorofil a miktarı.....	39
Şekil 20. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin Klorofil a miktarı.....	39
Şekil 22. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin Klorofil b miktarı.....	41
Şekil 24. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin Toplam Klorofil miktarı.....	43
Şekil 25. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin Karotenoid miktarı.....	45
Şekil 26. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin Karotenoid miktarı.....	45
Şekil 27. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki toplam protein içeriği.....	47
Şekil 28. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki toplam protein içeriği.....	47
Şekil 29. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki toplam protein içeriği	49
Şekil 30. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki toplam protein içeriği..	49

Şekil 31. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki MDA miktarı.....	51
Şekil 33. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki MDA miktarı.....	53
Şekil 34. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki MDA miktarı.....	53
Şekil 35. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki spesifik SOD aktivitesi....	55
Şekil 36. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki spesifik SOD aktivitesi....	55
Şekil 37. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki spesifik SOD aktivitesi	57
Şekil 39. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki spesifik POX aktivitesi... 59	59
Şekil 40. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki spesifik POX aktivitesi....	59
Şekil 41. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki spesifik POX aktivitesi.	61
Şekil 42. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki spesifik POX aktivitesi.	61
Şekil 43. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki APX aktivitesi.....	63
Şekil 44. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerindeki APX aktivitesi.....	63
Şekil 45. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki APX aktivitesi.....	65
Şekil 46. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki APX aktivitesi.....	65
Şekil 47. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerdeki GR aktivitesi.....	67
Şekil 48. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerdeki GR aktivitesi.....	67
Şekil 49. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki GR aktivitesi.....	69
Şekil 50. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklarındaki GR aktivitesi.....	69
Şekil 51. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerdeki CAT aktivitesi.....	71
Şekil 52. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin köklerdeki CAT aktivitesi.....	71
Şekil 53. Pala-49 çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklardaki CAT aktivitesi.....	73
Şekil 54. Kemer çeşidine ait patlıcan bitkilerinin yapraklardaki CAT aktivitesi.....	73

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hülya Nur GÖRKEM

Doğum Yeri : Ulus

Doğum Tarihi : 30.04.1987

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : 2005 – 2009 Çanakkale Onsekizmart Üniversitesi
(Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü)

Yüksek Lisans Öğrenimi : 2009 – 2011 Çanakkale Onsekizmart Üniversitesi
(Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü)

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar - Diğer : -

b) Bildiriler -Ulusal : *Capsicum annuum* L. Bitkisinin Büyüme ve Pigment İçeriğine *Orobanchae aegyptiaca* Pers. Bitkisinin Etkisi. 20.Ulusal Biyoloji Kongresi Denizli (Uluslararası Katılımlı) (Ss: 325-326) 21- 25 Haziran 2010.

c) Katıldığı Projeler : Çanakkale Onsekizmart Üniversitesi BAP tarafından destekli (Proje No: 20010/188) Bazı Patlıcan Çeşitlerinin Antioksidan Savunma Sistemi Üzerine Canavar Otu (*Phelipanche ramosa* (L). Pomel) Parazitinin Etkilerinin İncelenmesi

İLETİŞİM

E-posta Adresi : huyla.nur.hulya@gmail.com