

Hatice KAVAK
Atilla Levent TUNA
Hasan Sungur CİVELEK

Tarımbor ((Na₂B₈O₁₃.4(H₂O))) Gübresinin Sera Koşullarında *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera:Gelechiidae)'ya İnsektisit Etkisi ile Domates Bitkisinin Fizyolojisi ve Biyokimyası Üzerindeki Etkilerinin Saptanması¹

Effects of Tarımbor ((Na₂B₈O₁₃.4(H₂O))) Fertiliser against *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) and Biochemistry and Physiology of Tomato Plants under Greenhouse Conditions

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Fakültesi,
Biyoloji Bölümü, 48000, Muğla / Türkiye
sorumlu yazar: tuna@mu.edu.tr

¹ Bu makale ilk yazarın yüksek lisans tez çalışmasının sonuçlarından derlenmiştir.

Alınış (Received): 29.09.2016

Kabul tarihi (Accepted): 23.01.2017

Anahtar Sözcükler:

Domates galerigüvesi, tarımbor, *Tuta absoluta*, stres, antioksidatif sistem

Key Words:

Tomato leaf miner, tarımbor, *Tuta absoluta*, stress, antioxidative system

ÖZET

Türkiye'de, örtüaltı domates üretiminde önemli bir yöre olan Muğla ili Ortaca ilçesinde, 2014 Şubat-Mayıs ayları arasında gerçekleştirilen bu çalışmada Tarımbor (Na₂B₈O₁₃.4(H₂O)) gübresinin Domates galerigüvesi (*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)) üzerindeki etkisi ile domateste bitki fizyolojisi ve biyokimyası üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Ayrıca, Tarımbor'un domateste bitki fizyolojisi ve biyokimyası üzerindeki etkisinin saptanması amacıyla yapraklarda bor, klorofil, karotenoid, prolin, FRAP, CAT, SOD, MDA (lipid peroksidasyonu) analizleri gerçekleştirilmiştir. Tarımbor gübresinin beş farklı konsantrasyonu (10, 20, 30, 40, 50 g/da) beş tekrürlü olarak denenmiştir. Değerlendirmeler sonucunda genel olarak Tarımbor gübresinin uygulanan en yüksek konsantrasyonu (TB5) pozitif kontrol olarak kullanılan Spinosad etken maddesi ile büyük ölçüde aynı grupta yer alarak domates galerigüvesi mücadelesinde Spinosad'a yakın bir etki göstermiştir. Tarımbor'un en yüksek konsantrasyonunda bile domates bitkisi yapraklarında belirlenen Bor kapsamı toksik değerlere ulaşmamıştır. Ayrıca, Tarımbor konsantrasyonundaki artışa paralel olarak, yapraklarda lipit peroksidasyon oranının arttığı, bitki antioksidatif sisteminin uyarıldığı ve antioksidatif enzim aktiviteleri ile prolin kapsamlarının yükseldiği saptanmıştır.

ABSTRACT

In this study which was carried out in Ortaca (Muğla), important region for tomato production in the greenhouses, the insecticide effects of Tarımbor fertiliser against tomato leafminer (*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)), and its effect on physiology and biochemistry of tomato plants were evaluated between February-May in 2014. In this purpose Tarımbor fertiliser were applied as 5 different concentrations (10, 20, 30, 40 and 50 g/da) and 5 recurrences. Also, in order to determine the effects of Tarımbor on tomato physiology and biochemistry; boron, chlorophyll, carotenoids, proline, FRAP, CAT, SOD, MDA (lipid peroxidation) determination were made. Highest concentration of Tarımbor (TB5) fertiliser took part in same group with positive control generally (Spinosad active ingredient) as statistically. As a result, Tarımbor fertiliser showed close effect to Spinosad to control of *Tuta absoluta* at the TB5 dose. There was no detrimental effects of Tarımbor even at the highest concentrations in the tomato plant leaves. Increased lipid peroxidation rate in the leaves, stimulated antioxidative system of plant and increased proline content with the antioxidative enzyme activities was also determined with the increase in Tarımbor applications.

GİRİŞ

Örtüaltında yetiştirilen ve Türkiye için önemli ihracat ürünlerinden birisi olan domates 2014 yılı TÜİK verilerine göre örtüaltında üretilen meyve ve sebzeler içerisinde yaklaşık 3.300.000 ton üretim ile ilk sırada yer almakta ve örtüaltında üretilen sebzelerin % 61'ini domates oluşturmaktadır. Türkiye' de toplam örtüaltı alanları 2014 yılı itibarı ile 650 bin dekara ulaşmıştır. Bu alanın 300 bin dekarı plastik sera, 156 bin dekarı alçak tünel, 113 bin dekarı yüksek tünel ve 81 bin dekarı ise cam sera alanlarından oluşmaktadır (TÜİK, 2014).

Tarımsal ürün yetiştiriciliği sürecinde, ürün kayıplarına neden olan pek çok zararlı ve hastalık etmeni vardır. Ülkemizde domates yetiştiriciliğini olumsuz yönde etkileyebilecek 77'nin üzerinde zararlı tür saptanmış olup, son yıllarda bu türlere bir yenisini daha ilave olmuştur. Domates galerigüvesi, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), 2009 yılında ülkemize bulaşarak domates yetiştiriciliğinin yoğun olduğu illerde ekonomik öneme sahip bir zararlı konumuna gelmiştir (Kılıç, 2010; Karabüyük ve ark., 2011).

Domates bitkisinin tüm toprak üstü organları ile beslenebilen Domates galerigüvesi larvası, mücadele edilmediği takdirde bitkide %100 zarara yol açmaktadır. Zararlı genellikle olgunlaşmamış meyveleri tercih eder ve meyveye genellikle çanak yaprak kısmından giriş yapar. Meyvede galeriler açarak beslenen larva hastalık etmenlerinin gelişmesine de yol açar. Bu şekilde çürümeye başlayan meyvelerin hem işleme hem de piyasa değerini kaybettiği bildirilmektedir (Estay, 2000). *T. absoluta*'nın en önemli zararı ise bitkinin büyüme noktalarında, çiçeklerinde ve yeni oluşan meyvelerinde beslenmesi yoluyla bitkinin gelişimini hızlı bir şekilde durdurmasıdır. Yumurtalar açıldıktan sonra ilk dönem larvalar, yapraklara, gövdeye veya domates meyvelerine girerek geniş galeriler açar ve bu galerilerin içinde bıraktıkları yoğun siyah pislikler oldukça belirgindir (EPPO, 2005).

Yoğun ilaçlama yapılmasına rağmen, domates meyvelerinin %5-27'sinde zarar görüldüğü bildirilmektedir (Franca, 1993; Braz, 2000; Lietti ve ark., 2005). Zararlıya karşı kimyasal mücadelenin tek başına yetersiz olduğu durumlarda, etkili ve sürdürülebilir mücadele yöntemlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur (Öztemiz, 2012).

Insektisit olarak bor ve türevleri kalsiyum, magnezyum, bakır ve fosfor gibi besin elementlerin metabolizmasını etkiler. Besindeki bor türevleri hızlı ve tam olarak absorbe edilir. Besinle alınan bor minerali ya alınır alınmaz ya da absorpsiyondan hemen sonra borik asite (H_3BO_3) dönüştürülür. Borik asit karbohidratlar, nükleotidler ve vitaminler ile kompleks oluşturarak bu besinsel moleküllerin yeterli derecede alınmasını önler. Borik asitin fizyolojik olarak en önemli özelliği metabolize

olmadan vucuttan dışarı atılmasıdır. Borik asit elementer borun bir türevidir. Borik asit kuş, balık, sucul omurgasızlar ile biyolojik kontrol ajanı olan yararlı böceklerle ve memelilere karşı toksik etkisi yoktur. Ancak, böceklerin orta bağırsağına zarar verdiğinden besin alınmasını ve alınan besinin sindirilmesini önleyerek böceğin ölmesine sebep olur. Ayrıca borik asitin zararlılarla mücadelede kullanılmasının diğer nedeni kısırlaştırıcı etkisinden dolayı böceğin çoğalmasını önlemesidir (Büyükgüzel ve Büyükgüzel, 2004).

Bitkiler yaşamları sürecinde birçok stres faktörü ile karşılaşmaktadır. Bu stres faktörlerinin bitkiler üzerindeki etkileri, genellikle eş zamanlı meydana gelmektedir. Bitkilerde stres kaynağı olan abiyotik stres faktörleri; düşük sıcaklık, tuzluluk, kuraklık, su baskını, sıcaklık, radyasyon, kimyasallar ve kirletici maddeler (ağır metaller, pestisitler ve aerosoller), oksidatif stres (reaktif oksijen türleri, ozon), rüzgâr (rüzgârdaki tuz ve toz partikülleri) ve toprağın besin elementlerinden yoksun olması gibi faktörleri kapsamaktadır (Yağmur, 2008).

Biyotik stres faktörleri ise patojenler (virüsler, bakteriler ve funguslar), hayvanlar (böcekler, akarlar, kemirgenler), bitkiler (parazit bitkiler, allelopati) ve çeşitli antropogenik aktivitelerdir. Bütün bu stres faktörleri bitkiler için bir tehlike olup dünya çapında ürün verimliliğini kısıtlamaktadır. Dünya genelinde bitkisel üretimde ürün kaybının başlıca nedeni abiyotik strestir ve önemli tarımsal ürünlerin ortalama üretimini yaklaşık %50 azaltarak tarım endüstrisinin geleceğini tehdit etmektedir (Yağmur, 2008).

Stres altındaki bitkilerde artan düzeylerde sentezlenen reaktif oksijen türleri hücrelere zarar vermekte, özellikle yavaşlama sürecine giren fotosentezin etkinliği daha da sınırlanmaktadır. Sentezlenen serbest oksijen radikalleri, protein, membran lipitleri ve nükleik asitler ile klorofil gibi hücre komponentlerini de bozmaktadır (Fridovich, 1986). Stres altındaki canlıların genelinde olduğu gibi bitkilerde de stres karşısında serbest oksijen radikallerini zararsız bileşiklere dönüştüren antioksidant enzim aktiviteleri yüksek olduğunda, o bitkiler oksidatif zararlanmaya karşı daha dayanıklı olmaktadır (Mehdy, 1994). Bitkideki kloroplastlar, toksik oksijen türevlerine karşı antioksidatif savunma sistemlerine sahip olup, bu antioksidantların başında vitamin E, vitamin C, glutasyon ve karotenoidler (beta-karoten ve zeaxanthin) gelmektedir. Süperoksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz (GR), peroksidaz (POX), katalaz (CAT) gibi enzimler serbest oksijen radikallerinin yok edilmesinde en etkin antioksidatif enzimler olarak bilinmektedirler (Çakmak ve ark., 1993; Çakmak, 1994).

Tarımbor bileşiğinin (Disodyum oktaborat tetrahidrat ($Na_2B_8O_{13} \cdot 4H_2O$)) standart pestisit dozlarının serada denenerek, ülkemizin son derece zengin olduğu bor

kaynaklarının tarımsal üretimdeki zararlı kontrolünde aynı kükürt ve bakır gibi, alternatif doğal insektisit olarak kullanılabilirliğini saptamak önemli bir tarımsal gelişme olacaktır. Bu çalışmanın amacı, önerilen konsantrasyonlarda ve uygun zamanda gerçekleştirilen Tarımbor uygulamalarının bitkiyi bor stresine sokmaksızın ve bitki fizyolojik ve biyokimyasal parametrelerini olumsuz etkilemeksizin *T.absoluta* mücadelesinde kullanılabilirliğinin araştırılmasına yöneliktir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma 2014 Şubat-Mayıs ayları arasında örtüaltı domates üretiminde önemli bir yöre olan Muğla ili Ortaca ilçesinde yürütülmüştür. Çalışmanın ana materyalini Domates galerigüvesi (*Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)) ve *Lycopersicon esculentum* cv. Manyla F1 çeşidi domates bitkisi oluşturmuştur.

Sera ve Laboratuvar Çalışmaları

Domates bitkisi dikimi Ocak-2014 tarihinde üretici tarafından gerçekleştirilmiştir. Denemeler 2014 Şubat-Mayıs aylarında Muğla ili Ortaca ilçesinde bir üretici serasında gerçekleştirilmiştir.

Serada rastgele 100 bitki kontrol edilerek, çiçek, sap, meyve, sürgün ve gövdede yumurta ve larva aranmış, 100 bitkiden 10'u larva veya yumurta ile bulaşık bulunduğu uygulama yapılmıştır. Denemeler 5 tekerrürlü ve her tekerrür parseli 25 m² olacak şekilde hazırlanmış olup, her parsel toplam 90 bitki içermektedir. Parseller arasında kullanılan insektisit ve Tarımbor dozlarının etkilerinin birbiriyle karışmasını önlemek için aralarında birer parsel emniyet şeridi olarak bırakılmıştır (Anonim, 2012).

Ayrıca zararlıya karşı ruhsatlı Spinosad (25 ml/da) (Laser, Dow Agro Sciences) pozitif kontrol olarak kullanılmıştır. Kontrol olarak bitkilere sadece su uygulanmıştır. Böylece Tarımbor, pestisit ve kimyasal bileşik uygulanmayan kontrol parselleri arasında karşılaştırmalı sonuçlar elde edilmiştir. Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuş, 5 kez uygulama tekrarlanmış ve sonuçlar kaydedilmiştir.

İlk uygulamadan önce her parselin 10 bitkisinden 20'şer adet yaprak örneği alınmış ve uygulama öncesi (T+0) sayımları için laboratuvara getirilmiştir. Daha sonra ilk uygulamayı takiben insektisit etki denemelerinde kullanılan standart deneme metodları'na göre (Anonim, 2012) 3. 7. ve 14. günlerde (T+3, T+7, T+14) her parselden 20'şer adet yaprak örneği alınarak canlı larva sayımları Stereo binoküler mikroskop altında yapılmış ve galeri görülen örnekler kültür kavanozlarına alınmıştır.

Çalışmada BOREN (Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü) öncülüğünde geliştirilen bir borlu gübre olan Tarımbor (TB) bileşiğinin söz konusu zararlıya karşı 10, 20, 30, 40 ve 50 g/da'lık dozları bitkilerin yapraklarına pülverizatör ile uygulanmıştır (Civelek ve Dursun,2013).

Tarımbor ve Spinosad uygulamalarının domates bitkisi üzerinde oluşturacağı etkileri saptamak amacıyla bitkinin yaşam periyodundaki her gelişme dönemini temsil edebilecek şekilde, ikinci, dördüncü ve son uygulamalardan sonraki 3. günlerde olmak üzere yaprak örnekleri alınmış ve derin dondurucu içerisinde laboratuvara getirilerek analizler yapılmaya kadar -22 °C'de muhafaza edilmiştir. Bitki yaprak analizi için alınan örnekler ön hazırlıkları yapıldıktan sonra 70 °C derecede etüvde kurutulmuş ve öğütülmüştür. Bor içeriği Azomethine-H spektrofotometrik yöntemle göre 550°C'de bitki örneklerinin yakılmasıyla elde edilen kuru külden tespit edilmiştir (Ryan ve ark., 2001).Domates bitkisinin yapraklarında klorofil ve karotenoid kapsamı (Strain ve Svec, 1966), prolin (Bates ve ark., 1973), süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesi, Fridovich (1986), katalaz (CAT) aktivitesi, Aebi (1984), FRAP (ferric reducing antioxidant power; ferik iyon indirgeme antioksidan kapasitesi), (Benzieve Strain, 1996), lipid peroksidasyon (malondialdehit; MDA olarak), Madhava Rao ve Sresty (2000)'e göre belirlenmiştir.

Veri Analizi

Çalışmada yapraktaki canlı larva üzerinden yüzdesiz Abbott formülüne [Yüzdesiz Abbott formülü % etki=(ilaçsızda canlı-ilaçlıda canlı / ilaçsızda canlı) x100, (Koçak ve ark.,2008)] göre Tarımbor'un söz konusu zararlı üzerindeki etkileri hesaplanmış, SPSS (14) istatistik programı kullanılarak etki sonuçlarına Duncan testi uygulanmıştır. Ayrıca, Tarımbor'un bitki fizyolojisi ve biyokimyası üzerindeki etkilerini belirlemek için SPSS (14) software paket programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi ve Duncan testi ile ortalamalar karşılaştırılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Tarımbor'un *Tuta absoluta* Üzerindeki Etkisi

Zararlının larva sayım sonuçlarına göre hesaplanan etki değerlerine ait analiz sonuçları Çizelge 1 ve 2' de verilmiştir.

Çizelge 1 incelendiğinde, analiz sonuçlarına göre (P<0.05); birinci uygulamanın 7. gününde TB5 (Tarımbor gübresinin beşinci dozu) dozu spinosad ile yakın etkide çıkmış olup, istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. İkinci uygulamanın 7. ve 14. Günlerinde de TB5 dozu spinosad ile aynı grupta yer almıştır. Üçüncü uygulamanın 3. 7. ve 14. günlerinde Tarım borun bütün dozları düşük etki göstererek pozitif şahit ilaç spinosad ile farklı grupta yer almıştır. Çizelge 2 incelendiğinde, dördüncü uygulamanın 7. gününde TB5 dozu spinosad'a yakın etki göstermiş olup istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Beşinci uygulamanın 3. 7. ve 14. günlerinde Tarımbor'un bütün dozları düşük etki göstererek pozitif şahit ilaç spinosad ile farklı istatistiksel değer aralığında yer almıştır.

Çizelge 1. Birinci, ikinci ve üçüncü uygulamaya ait canlı larvalar üzerinden yapılan % etki değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları**Table 1.** Statistical analysis results of the impact value of first, second and third applications (from the living larvae)

Uygulamalar	1. Uygulama			2. Uygulama			3. Uygulama		
	3. gün	7. gün	14. gün	3. gün	7. gün	14. gün	3. gün	7. gün	14. gün
Tarımbor 10 g/da	31.27 ± 2.60 a	35.51 ± 5.53 a	20.44 ± 3.25 a	26.86 ± 2.71 a	32.34 ± 2.94 a	30.99 ± 2.36 a	47.78 ± 2.15 a	47.79 ± 2.59 a	45.57 ± 2.82 a
Tarımbor 20 g/da	34.42 ± 3.58 a	40.42 ± 5.06 a	27.26 ± 4.15 a	34.15 ± 1.49 a	49.23 ± 2.10 b	40.62 ± 3.46 a	54.69 ± 2.58 ab	56.74 ± 2.12 ab	49.23 ± 2.83 a
Tarımbor 30 g/da	39.29 ± 2.29 ab	47.18 ± 2.92 ab	39.19 ± 3.75 b	34.35 ± 1.67 a	51.09 ± 2.49 b	44.14 ± 3.29 ab	53.43 ± 2.49 ab	56.82 ± 2.76 ab	52.19 ± 2.62 a
Tarımbor 40 g/da	44.04 ± 2.94 b	57.93 ± 2.60 bc	42.46 ± 2.13 b	37.40 ± 1.27 ab	55.06 ± 2.43 b	48.33 ± 3.03 ab	54.97 ± 2.45 ab	59.28 ± 2.50 b	58.14 ± 2.63 a
Tarımbor 50 g/da	55.52 ± 3.47 c	61.41 ± 1.29 cd	57.96 ± 5.03 c	50.73 ± 2.60 b	62.17 ± 2.76 bc	60.14 ± 3.28 bc	58.68 ± 2.40 b	59.37 ± 2.69 b	60.47 ± 1.42 a
Spinosad 25 ml/da	72.59 ± 2.68 d	71.12 ± 4.24 d	80.87 ± 4.20 d	81.85 ± 1.53 c	76.05 ± 2.81 c	72.14 ± 3.72 c	74.09 ± 2.05 c	81.99 ± 2.00 c	84.00 ± 2.69 b

*Aynı sütundaki ortalamaları takip eden farklı küçük harfler, ortalamaların istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğunu gösterir (AnovaP<0.05, Duncan testi).

Çizelge 2. Dördüncü ve beşinci uygulamaya ait % etki değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları**Table 2.** Statistical analysis results of the impact value (%) of fourth and fifth applications (from the living larvae)

Uygulamalar	4. Uygulama			5. Uygulama		
	3. gün	7. gün	14. gün	3. gün	7. gün	14. gün
Tarımbor 10 g/da	31.08 ± 2.69 a	35.33 ± 3.27 a	20.55 ± 2.27 a	38.69 ± 1.69 a	43.97 ± 2.06 a	44.04 ± 2.33 a
Tarımbor 20 g/da	33.22 ± 3.36 ab	40.24 ± 3.79 a	25.81 ± 3.92 ab	40.77 ± 2.32 a	44.99 ± 2.97 a	45.28 ± 2.74 a
Tarımbor 30 g/da	38.55 ± 2.35 ab	46.40 ± 3.02 ab	38.23 ± 2.24 bc	42.33 ± 2.54 ab	44.99 ± 1.61 a	48.56 ± 2.90 a
Tarımbor 40 g/da	44.97 ± 1.65 bc	57.55 ± 3.31 bc	43.10 ± 1.94 cd	47.63 ± 1.79 ab	47.83 ± 3.05 a	49.80 ± 2.60 a
Tarımbor 50 g/da	55.91 ± 2.09 c	61.36 ± 2.86 cd	58.11 ± 2.62 d	51.86 ± 1.59 b	51.35 ± 3.18 a	53.01 ± 2.86 a
Spinosad 25 ml/da	70.83 ± 2.79 d	70.85 ± 3.45 d	80.04 ± 3.02 e	77.47 ± 1.48 c	80.85 ± 2.71 b	84.70 ± 1.74 b

*Aynı sütundaki ortalamaları takip eden farklı küçük harfler, ortalamaların istatistiksel olarak önemli derecede farklı olduğunu gösterir (AnovaP<0.05, Duncan testi).

Tarımbor dozlarının Domates galerigüvesi larvası üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde, kullanılan bütün Tarımbor dozları arasında TB5 (50 g/da) dozunun diğerlerine göre etkili olduğu görülmektedir (P<0.05). Özellikle 1. 2. ve 4. uygulamalarda TB5 dozunun yeterli etkiyi göstererek spinosad ile aynı istatistiksel değer aralıklarında olduğu görülmüştür. Civelek ve Dursun (2013) yaptıkları çalışmanın iki yıllık sonuçları ışığında, seralarda domates üretiminde borlu bileşiklerden Tarımbor dozlarının kırmızı örümcek, galeri sineği ve Domates galerigüvesi gibi zararlıların kontrolünde etkili olduğunu saptamışlardır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular da bu literatürü destekler niteliktedir.

Tarımbor'un Bitki Fizyolojisi Üzerine Etkileri Biyokimyasal Analiz Bulguları

Domates bitkisi yapraklarının bor kapsamı, klorofil ve karotenoid kapsamları, prolin miktarı, lipid peroksidasyonu, FRAP içeriği ile süperoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) enzim aktivitelerine ait analiz bulguları 3 dönem örnekleme temsil edecek şekilde Çizelge 3, 4, 5 ve 6'da sunulmuştur.

Çizelge 3. Tarımbor ve Spinosad uygulamalarının domates bitkisi yapraklarındaki Bor kapsamı üzerine etkisi

Table 3. The effects on boron content in the leaves of tomato plants of Spinosad applications and Tarımbor fertiliser

Uygulamalar	Bor (ppm)		
	1.Örnekleme	2.Örnekleme	3.Örnekleme
Kontrol	6.12 ± 0.00 e	14.63 ± 0.46 e	18.88 ± 0.61 e
Tarımbor 1	14.36 ± 0.00 d	15.78 ± 0.09 e	26.41 ± 0.23 d
Tarımbor 2	19.68 ± 2.76 cd	18.88 ± 0.76 d	28.46 ± 0.30 c
Tarımbor 3	23.76 ± 0.169 c	23.49 ± 0.38 c	33.33 ± 0.38 b
Tarımbor 4	35.37 ± 0.46 b	27.12 ± 0.15 b	33.78 ± 0.76 b
Tarımbor 5	44.50 ± 4.68 a	32.53 ± 0.38 a	35.19 ± 0.38 a
Spinosad	13.12 ± 0.23 d	22.69 ± 0.53 c	20.21 ± 0.30 e

*Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (p<0.05).

Bitkilerin yapraklarındaki bor kapsamları değerlendirildiğinde yaprakların Bor içeriği kontrol grubunda tüm Tarımbor uygulama dozlarından daha düşük bulunmuştur. TB uygulama dozları artırıldıkça, bitki yapraklarında belirlenen bor kapsamı da her üç dönemde aynı eğilimi göstererek artış kaydetmiştir. Spinosad uygulaması ile yaprakların bor içerikleri ılımlı bir şekilde yükselmiştir. Bor kapsamları 1. örneklemede; en düşük 6.12 ppm ile kontrol grubunda ve en yüksek

44.5ppm ile TB5 grubunda, 2. örneklemede; en düşük 14.63 ppm ile kontrol grubunda ve en yüksek 32.53 ppm ile TB5 grubunda, 3. örneklemede ise en düşük 18.88 ppm ile kontrol grubunda ve en yüksek 35.19 ppm ile TB5 grubunda belirlenmiştir. Domates bitkisi için bor referans düzeyleri 40-80 ppm arası olduğu

dikkate alındığında (Yıldıztekin, 2012), tüm TB ve spinosad uygulamalarına bağlı olarak üç örnekleme döneminde de bitkide bor toksisitesi gelişmediğini söylemek mümkündür. Gelişme dönemi içerisinde yapılan fizyolojik gözlemlerde de bitkide bor toksisitesine bağlı herhangi bir belirtiyeye rastlanmamıştır.

Çizelge 4. Tarımbor ve Spinosad uygulamalarının domates bitkisi yapraklarının bazı biyokimyasal parametreleri üzerine etkileri (1. örnekleme)

Table 4. The effects on some biochemical parameters in the leaves of tomato plants of Spinosad applications and Tarımbor fertiliser (first sampling)

Uygulamalar	Klorofil a (mg/kg YA)	Klorofil b (mg/kg YA)	Toplam Klorofil (mg/kg YA)	Karotenoid (mg/kg YA)	Prolin (µmol/g)	MDA (nmol ⁻¹ YA)	CAT (Unit CAT/mg YA)	FRAP (µmolTrolox eşdeğeri/g yaş ağırlık)	SOD (Unit SOD/mg protein)
Kontrol	1827.53 ± 4.75 a	928.80 ± 4.81 a	2541.45 ± 3.33 a	39.05 ± 0.14 a	2.07 ± 0.05 b	0.37 ± 0.01 a	2.59 ± 0.30 a	403.71 ± 8.42 a	59.00 ± 0.72 b
Tarımbor 1	1812.50 ± 5.89 a	888.20 ± 6.68 a	2661.80 ± 7.36 a	34.15 ± 0.31 bc	2.11 ± 0.00 a	0.42 ± 0.02 a	2.60 ± 0.16 a	407.68 ± 12.37 a	60.87 ± 2.52 b
Tarımbor 2	1811.80 ± 4.60 a	797.65 ± 8.20 a	2606.40 ± 2.24 a	34.40 ± 0.23 b	2.24 ± 0.04 a	0.43 ± 0.01 a	2.69 ± 0.27 a	418.52 ± 9.96 a	72.12 ± 3.24 a
Tarımbor 3	1774.21 ± 3.27 a	794.60 ± 8.06 a	2457.40 ± 5.43 a	33.60 ± 0.11 cd	2.27 ± 0.15 a	0.49 ± 0.09 a	2.98 ± 0.37 a	432.39 ± 15.06 a	72.12 ± 1.69 a
Tarımbor 4	1773.65 ± 3.71 a	723.05 ± 9.82 a	2498.60 ± 1.88 a	33.10 ± 0.17 de	2.29 ± 0.08 a	0.52 ± 0.01 a	2.99 ± 0.19 a	434.25 ± 7.93 a	73.37 ± 1.80 a
Tarımbor 5	1734.06 ± 7.51 ab	671.05 ± 6.63 a	2436.30 ± 2.25 a	31.75 ± 0.14 f	2.63 ± 0.18 a	0.54 ± 0.08 a	3.22 ± 0.40 a	435.91 ± 12.42 a	75.87 ± 1.08 a
Spinosad	1638.55 ± 5.95 b	767.20 ± 7.03 a	2741.30 ± 2.92 a	32.65 ± 0.14 e	2.25 ± 0.04 a	0.39 ± 0.15 a	3.01 ± 0.59 a	423.00 ± 6.64 a	59.83 ± 0.83 b

*Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (p<0.05).

Çizelge 5. Tarımbor ve Spinosad uygulamalarının domates bitkisi yapraklarının bazı biyokimyasal parametreleri üzerine etkileri (2. örnekleme)

Table 5. The effects on some biochemical parameters in the leaves of tomato plants of Spinosad applications and Tarımbor fertiliser (second sampling)

Uygulamalar	Klorofil a (mg/kg YA)	Klorofil b (mg/kg YA)	Toplam Klorofil (mg/kg YA)	Karotenoid (mg/kg YA)	Prolin (µmol/g)	MDA (nmol ⁻¹ YA)	CAT (Unit CAT/mg YA)	FRAP (µmolTrolox eşdeğeri/g yaş ağırlık)	SOD (Unit SOD/mg protein)
Kontrol	1850.70 ± 6.97 a	845.85 ± 5.72 a	2696.50 ± 3.72 a	36.90 ± 0.04 a	2.30 ± 0.00 d	0.43 ± 0.01 c	3.81 ± 0.79 b	441.75 ± 6.53 a	69.66 ± 1.60 d
Tarımbor 1	1789.45 ± 3.65 ab	784.40 ± 6.87 ab	2575.60 ± 5.39 ab	34.15 ± 0.02 b	2.49 ± 0.00 cd	0.44 ± 0.01 c	5.24 ± 0.37 ab	470.50 ± 4.28 a	74.67 ± 1.92 c
Tarımbor 2	1709.85 ± 3.52 bc	723.75 ± 5.86 ab	2573.85 ± 6.52 ab	30.15 ± 0.08 e	2.59 ± 0.05 bc	0.48 ± 0.01 bc	5.72 ± 0.66 ab	473.00 ± 6.45 a	79.66 ± 0.96 b
Tarımbor 3	1647.15 ± 2.09 cd	752.25 ± 7.24 ab	2433.50 ± 6.33 abc	31.70 ± 0.05 d	2.75 ± 0.01 ab	0.54 ± 0.01 ab	5.88 ± 0.60 ab	473.00 ± 6.45 a	79.11 ± 1.92 b
Tarımbor 4	1607.60 ± 9.34 cd	763.35 ± 5.76 ab	2410.50 ± 3.67 bc	30.60 ± 0.00 e	2.79 ± 0.05 a	0.58 ± 0.03 a	6.54 ± 0.84 a	495.08 ± 7.94 a	83.00 ± 1.60 ab
Tarımbor 5	1571.95 ± 1.76 d	646.75 ± 8.67 b	2359.80 ± 6.61 bc	30.15 ± 0.14 e	2.80 ± 0.07 a	0.59 ± 0.02 a	6.71 ± 0.82 a	499.66 ± 2.56 a	84.11 ± 1.60 a
Spinosad	1732.20 ± 3.50 abc	843.40 ± 7.41 a	2218.70 ± 4.43 c	32.60 ± 0.18 c	2.34 ± 0.12 d	0.44 ± 0.04 c	4.99 ± 0.39 ab	451.33 ± 6.12 a	70.78 ± 1.60 cd

*Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (p<0.05).

Çizelge 6. Tarımbor ve Spinosad uygulamalarının domates bitkisi yapraklarının bazı biyokimyasal parametreleri üzerine etkileri (3. örnekleme)

Table 6. The effects on some biochemical parameters in the leaves of tomato plants of Spinosad applications and Tarımbor fertiliser (third sampling)

Uygulamalar	Klorofil a (mg/kg YA)	Klorofil b (mg/kg YA)	Toplam Klorofil (mg/kg YA)	Karotenoid (mg/kg YA)	Prolin (µmol/g)	MDA (nmol ⁻¹ YA)	CAT (Unit CAT/mg YA)	FRAP (µmolTrolox eşdeğeri/g YA)	SOD (Unit SOD/mg protein)
Kontrol	1822.70 ± 8.54 a	816.85 ± 3.89 a	2715.10 ± 3.01 a	31.10 ± 0.17 a	2.66 ± 0.04 b	0.45 ± 0.00 d	4.99 ± 0.57 a	537.16 ± 5.04 a	84.67 ± 0.64 d
Tarımbor 1	1704.10 ± 8.19 ab	757.75 ± 5.52 ab	2520.95 ± 4.09 abc	28.80 ± 0.05 b	3.08 ± 0.61 ab	0.54 ± 0.00 a	5.88 ± 1.09 a	564.25 ± 2.16 a	102.44 ± 5.77 bc
Tarımbor 2	1664.05 ± 9.74 abc	734.30 ± 6.02 ab	2346.75 ± 2.03 abcd	28.90 ± 0.00 b	3.16 ± 0.13 ab	0.58 ± 0.00 c	6.84 ± 0.99 a	569.25 ± 3.60 a	104.29 ± 7.06 bc
Tarımbor 3	1467.40 ± 8.32 bc	642.40 ± 2.65 ab	2176.75 ± 3.29 bcd	25.15 ± 0.14 c	3.45 ± 0.72 ab	0.64 ± 0.02 c	7.05 ± 1.09 a	580.91 ± 9.74 a	104.11 ± 6.73 bc
Tarımbor 4	1429.85 ± 4.57 c	621.75 ± 7.78 b	2089.20 ± 5.56 cd	21.50 ± 0.28 d	3.46 ± 0.03 ab	0.67 ± 0.03 b	7.32 ± 1.68 a	587.58 ± 5.12 a	114.66 ± 1.92 b
Tarımbor 5	1418.95 ± 9.44 c	600.35 ± 5.16 b	2030.20 ± 2.41 d	21.25 ± 0.08 d	4.27 ± 0.04 a	0.72 ± 0.01 a	7.69 ± 1.47 a	601.75 ± 2.01 a	145.40 ± 8.73 a
Spinosad	1612.45 ± 3.98 abc	723.55 ± 1.87 ab	2587.60 ± 6.10 ab	30.65 ± 0.20 a	4.62 ± 0.74 a	0.49 ± 0.01 d	5.56 ± 0.25 a	565.08 ± 2.52 a	93.55 ± 2.56 cd

*Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (p<0.05).

Tarımda bor mineralleri bitki gelişmesini artırmak veya önlemek için, biyolojik gelişim ve kontrol kimyasallarında kullanılmaktadır. Bor mineralleri küflenmeyi önlemek amacıyla, suni gübre üretiminde, bakterisit ve fungusit olarak kullanılabilir. Bor, sodyum klorat ve bromosol gibi bileşiklerle yabancı otların yok edilmesi veya toprağın bitki yetiştirme ortamı olarak stabilize edilmesi gereken durumlarda da kullanılmaktadır. Ayrıca, suda eriyebilen sodyum pentaborat veya disodyum extaborattan mahsulün

üzerine püskürtülmek suretiyle faydalanılmaktadır (Demirtaş, 2006). Bor bitki besleme amacıyla da tarımda sıkça kullanılan bir mikro besin elementidir. Gülümser ve ark., (2005), bor gübrelemesinin (% 66'lık solubor) fasulye tanesinin bor içeriğine, çimlenme oranına, 1000-tane ağırlığına ve tane verimine önemli düzeyde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Klorofile ait analiz sonuçları irdelendiğinde, TB uygulamalarına bağlı olarak özellikle 3. örnekleme döneminde yaprak klorofil kapsamındaki düşük

belirgindir. Klorofil kapsamlarındaki düşüşler, 1. örnekleme döneminde kontrole göre istatistiksel olarak önemli bulunmazken, 2. örnekleme döneminde; klorofil a miktarı, TB2, TB3, TB4, TB5 dozlarında, klorofil b miktarı, TB5 dozunda, toplam klorofil miktarı, TB3, TB4, TB5 dozlarında kontrole göre önemli, 3. örnekleme döneminde ise; klorofil a miktarı, TB2, TB3, TB4, TB5 dozlarında, klorofil b miktarı, TB4 ve TB5 dozlarında, toplam klorofil miktarı ise bütün TB dozlarında kontrole kıyasla istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Çizelge 4,5,6).

Ayrıca toplam karotenoid içeriğinde ise tüm TB dozlarıyla beraber düşüş görülmeyle beraber, kontrole oranla en fazla düşüş 3. örnekleme döneminde TB5 dozunda görülmüştür. Bu sonuçlara göre her 3 örnekleme döneminde de yaprakların fotosentetik pigment kapsamı en fazla TB5 konsantrasyonuna tepki göstermiştir.

Wanget ve ark.,(2011), yapmış oldukları bir çalışmada, bor stresi altında armut yapraklarındaki fotosentetik pigment miktarlarında önemli bir azalma tespit etmişlerdir. Yine aynı çalışmada, bor stresine maruz kalmış bitkilerde kontrol grubuna göre yaprakların klorofil a,b, karotenoid miktarları ile klorofil a/b oranında azalış olduğunu rapor etmişlerdir.

Bu çalışmanın sonucunda elde edilen veriler ile literatür arasında benzer bulgular mevcuttur. Bu çalışmada da artan TB dozları bitkide hafif bir strese neden olmuş ve buna bağlı olarak fotosentetik parametrelerin etkilenmesiyle beraber yaprakların klorofil kapsamları da ılımlı azalma göstermiştir. Ayrıca, stres koşullarında bitki klorofil miktarının azalması klorofil parçalayan klorofilaz enziminin aktivite artışına bağlı olarak da açıklanabilir (Rao and Rao, 1981).

Verilere göre toplam prolin parametresinde kontrole göre en yüksek artış 3. örneklemede pozitif kontrol olarak kullanılan spinosad uygulamasında görülmüştür. 1. 2. ve 3. örnekleme dönemlerinde hem Tarımbor ve hem de spinosad uygulamalarının prolin içeriği üzerine etkisi önemlidir. Spinosad ve Tarımbor uygulamalarının kontrole göre prolin içeriğini yükselttiği saptanmıştır. Birinci örneklemede, bütün Tarımbor dozları ve spinosad uygulaması prolin kapsamını kontrole göre istatistiksel olarak önemli ölçüde artırırken, ikinci örneklemede TB2, TB3, TB4 ve TB5 dozları, üçüncü örneklemede ise TB5 dozu ile spinosad uygulamasının prolin miktarında önemli bir artışa neden olduğu görülmüştür. Yaprak prolin kapsamı tüm dönemlerde TB uygulamaları ile de artış göstermekle beraber, bu durumun bitki antioksidatif sisteminin regülasyonunu yansıttığı ve bitki dokularını yabancı madde olarak görülen bora karşı stresten

korumak adına uyarılan bir mekanizmanın sonucu olduğu düşünülmektedir ($P<0,05$) (Çizelge 4,5,6).

Marul bitkilerinde bor toksitesi ve tuz stresinin etkilerini antioksidatif sistem ve zar geçirgenliği üzerine etkilerini araştıran bir çalışmada, bor toksitesinin hem tuzsuz hem de tuzlu koşullarda prolin birikimini teşvik ettiği ve bitkide strese karşı regülasyonu sağladığı saptanmıştır (Eraslan ve ark., 2007). Bayat ve ark., (2014), çalışmalarında dışsal prolin uygulamasının kabak bitkisinde strese karşı toleransın artmasında olumlu etki yaptığı, bu etkiyi antioksidatif enzim sistemini harekete geçirerek pekiştirdiğini rapor etmişlerdir.

Lipid peroksidasyonu (LPO) kapsamlarında ise kontrole göre en çok artış 3. örneklemede TB5 dozunda görülmüştür. Tarımbor'un artan konsantrasyonlarının lipid peroksidasyonunu artırdığı net olarak tespit edilmiştir. LPO, her 3 uygulamada da en yüksek artış TB5 konsantrasyonunda göstermiştir. Spinosad uygulamalarının da LPO içeriği üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Birinci örneklemede, Tarımbor dozları ve spinosad uygulamalarında kontrole göre istatistiksel olarak önemli bir fark görülmezken, ikinci örneklemede TB3, TB4 ve TB5 dozları, üçüncü örneklemede ise TB1, TB2, TB3, TB4 ve TB5 dozlarında LPO kapsamı bakımından istatistiksel olarak önemli artış görülmüştür. LPO kapsamındaki artış, abiyotik stres altında bulunan bitkinin gösterdiği bir tepkisel mekanizmanın sonucudur. Bitki sağlığı açısından istenmeyen bir durumu yansıtır. Ancak LPO oranındaki artışa paralel olarak antioksidatif sistemin de uyarılması eş zamanlı olarak gerçekleşip enzimatik veya enzimatik olmayan antioksidantların ve prolin benzeri ozmoregülatörlerin miktarlarındaki artışlar meydana geldiğinde, doku zararı minimuma indirilebilmektedir. Bu çalışmada uygulanan konsantrasyonlarda Tarımbor'un, yukarıda sözü edilen mekanizmayı uyarması nedeniyle bitki metabolizmasında herhangi bir olumsuz etkisi görülmemiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4,5,6).

Main ve ark., (2001) abiyotik strese maruz kalmış yarfıstığı bitkisinde prolin üretiminin artan malondialdehit kapsamına bağlı olarak gelişen membran lipidlerinin peroksidatif hasar derecesini minimize ettiğini ve bitkide strese direnci artırdığını bildirmişlerdir. Cervilla ve ark.(2007), sera domatesi yetiştiriciliğinde farklı domates çeşitlerine 0.05 (kontrol), 0.5 ve 2 mM bor uygulamışlar ve bor artışına paralel olarak LPO oranı yükselirken, bitki antioksidatif sisteminin de uyarıldığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada Tarımbor ve spinosad uygulamalarının SOD enzim aktivitesi üzerine olan etkisi önemli bulunmuştur. Tarımbor uygulamalarının kontrole göre SOD enzim aktivitesini yükselttiği izlenmiştir. Birinci

örneklemede, TB2, TB3, TB4 ve TB5 dozlarında, ikinci ve üçüncü örneklemede ise Tarımbor'un bütün dozlarında SOD enzim aktivitesinde kontrole göre istatistiksel olarak önemli bir artış görülmüştür. Özellikle 3. örneklemede TB4 ve TB5 uygulamalarında SOD enzim aktivitesindeki artış diğer uygulamalara göre daha belirgindir. TB5 uygulaması 3. dönemde tüm dönemlerin en yüksek oranda SOD enzim aktivitesinin üretilmesine neden olmuştur. Ancak yine bu dönemde (3. dönem) TB5 uygulamasıyla LPO oranı da tüm dönemlerin en yüksek değerine ulaşmıştır. Bu durumun yukarıda açıklanan mekanizmanın bir gereği olduğu düşünülmektedir ($P<0,05$) (Çizelge 4,5,6).

Cervilla ve ark., (2007) yaptıkları çalışmada sera domatesi yetiştiriciliğinde dayanıklı çeşitte hem orta, hem de yüksek dozlarda bor uygulanmasıyla SOD aktivitesinin arttığını, hassas çeşitte ise orta düzeydeki bor toksitesinde SOD miktarında artış, yüksek düzeydeki bor toksitesinde ise SOD miktarında azalış izlendiğini bildirmişlerdir.

CAT enzim aktivitelerinde de SOD örneğine benzer bir eğilim izlenmektedir. Tarımbor uygulamalarının kontrole kıyasla CAT enzim aktivitesini 2. ve 3. örnekleme dönemlerinde yükselttiği izlenmiştir. Her 2 dönemde de özellikle TB4 ve TB5 uygulamalarının, CAT enzim aktivitesini daha fazla artırdığı tespit edilmiştir (Çizelge 4,5,6).

Kaya ve ark., (2009), yapmış oldukları çalışmada, yüksek bor konsantrasyonunda (2 ve 4 mg/L) yetişen domates bitkilerinde SOD ve CAT enzimlerinin aktivitelerinin arttığını bildirmişlerdir. Karabal ve ark.

(2003), bor toksitesine maruz kalmış marul bitkilerinde, Güneş ve ark. (2006), asmada, Ardiç (2006) ise nohut bitkisinde SOD ve CAT enzim aktivite artışlarını rapor etmişlerdir.

Bu çalışmada Tarımbor ve spinosad uygulamalarının FRAP değerleri üzerinde önemli bir etkisi bulunmamıştır. Fakat Tarımbor uygulamalarının kontrole kıyasla FRAP değerlerini ılımlı oranlarda yükselttiği, fakat bu artışın üç örnekleme döneminde de istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur (Çizelge 4,5,6).

Molassiotis ve ark. (2006), yaptıkları çalışmada bor toksitesi artışına bağlı olarak yapraklarda ve gövdede FRAP değerinin yükseldiğini bildirmişlerdir. Benzer sonuçlar Cervilla ve ark.(2007)'nin domateste yaptıkları çalışmada izlenmiştir. Bu açıdan elde edilen sonuçlar söz konusu literatür ile uyum içerisinde.

Çizelge 7'de Tarımbor ve spinosad uygulamaları yapılan domates bitkisi yapraklarının Prolin, LPO, CAT ve SOD enzim aktivitelerinde, 1. 2. ve 3. örnekleme döneminde kontrol grubuna göre % artış oranları verilmiştir. Bu sonuçlara göre Tarımbor uygulamalarındaki artışa paralel olarak LPO aktivitesinde de artış görülmüş ancak, antioksidatif sistemin uyarılmasına bağlı olarak, antioksidatif enzim aktivitelerinde de görülen artışlar bitkinin savunma sisteminin devreye girdiğini ve bitkinin bor stresine girmeksizin yükselen Tarımbor konsantrasyonları ile mücadele edebildiğinin bir kanıtı olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 7. Tarımbor ve Spinosad uygulamalarının domates bitkisi yapraklarının Prolin, MDA, CAT ve SOD aktiviteleri üzerinde kontrole göre % artış oranları

Table 7. Increasing rates (%) compared to the control on activities of SOD, CAT, LPO and Proline in the leaves of tomato plants of Spinosad applications and Tarımbor fertiliser

Uygulamalar	1. örnekleme				2. örnekleme				3. örnekleme			
	MDA	Prolin	CAT	SOD	MDA	Prolin	CAT	SOD	MDA	Prolin	CAT	SOD
Tarımbor 1	12.00	2.42	0.39	3.19	1.46	8.26	37.53	7.18	19.48	15.79	17.84	20.99
Tarımbor 2	16.89	8.21	3.86	22.25	12.43	12.61	50.13	14.35	26.45	18.80	37.27	23.18
Tarımbor 3	32.27	9.66	15.44	22.25	25.40	19.57	51.33	13.55	40.77	29.70	41.28	22.96
Tarımbor 4	39.20	11.11	15.44	24.37	35.00	21.74	71.65	19.13	46.80	30.45	46.69	35.43
Tarımbor 5	45.42	27.05	24.32	28.61	36.91	21.74	76.38	20.73	58.65	60.90	54.31	71.74
Spinosad	5.78	8.70	16.60	1.41	3.22	1.74	31.23	1.59	7.85	73.68	11.42	10.50

SONUÇ

Çalışmanın sonuçları itibariyle, sera çalışmalarında kullanılan Tarımbor dozlarının Domates galerigüvesi larvası üzerindeki etkisi değerlendirildiğinde, kullanılan bütün Tarımbor dozları arasında TB5 (50 g/da) dozunun diğerlerine göre daha etkili olduğu görülmektedir. Kullanılan TB5 dozunun yeterli etkiyi göstererek 1. 2. ve

4. uygulamalarda pozitif kontrol spinosad ile yaklaşık aynı istatistiksel değer aralıklarında olduğu görülmüştür. Tarımbor'un uygun dozlarda, bitki fizyolojisi ve biyokimyası üzerinde olumsuz bir etki yapmaması ve Tarımbor'un tüm dozlarında bitki bor kapsamının toksik sınırlara ulaşmamış olması çalışmanın önemli sonuçlarından. Tarımbor'un prolin ve LPO

üretimini uyararak bitki antioksidatif sistemini aktive etmesi de bitkinin olası stresten etkilenmesinin önüne geçmiştir.

Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda yapılan Tarımbor uygulamalarının, önerilen konsantrasyonlarda ve uygun zamanda kullanılmasının, bitkiyi bor stresine sokmadan ve bitkinin fizyo-biyokimyasal parametre-

lerini olumsuz etkilemeden *T. absoluta*'nın kontrolünde kısmen etkili olabileceği belirlenmiştir. Uygun bor dozları kullanılarak zararlılar üzerinde yapılacak orta ve uzun vadeli çalışmalarla, önemli bir çevre kirliliği kaynağı olabilecek konumda bulunan sentetik insektisit kullanımının da azaltılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aebi, H. 1984. Oxygen radicals in biological systems B. isolation, purification, characterization, and assay of antioxidant enzymes catalase in vitro. *Methods in Enzymology*, 105:121-126.
- Anonim, 2012. Sebze Zararlıları Standart İlaç Deneme Metodları, Domates Güvesi Standart İlaç Deneme Metodu, T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.
- Ardıç, M. 2006. Bor toksitesinin nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkisinde bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerindeki etkileri, Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji A.B.D., Eskişehir, 83s.
- Bates, L.S., R.P. Waldren and I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39: 205-207.
- Bayat, R.A., Ş. Kuşvuran, Ş. Ellialtıoğlu ve A.S. Üstün. 2014. Tuz stresi altındaki genç kabak (*Cucurbita pepo* L. ve *C. moschata*) bitkilerine uygulanan prolinin, antioksidatif enzim aktiviteleri üzerine etkisi. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Science*, 1(1): 25-33.
- Benzie, I.F.F. and J.J. Strain. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1): 70-76.
- Büyükgüzel, K. ve E. Büyükgüzel. 2004. İnsan çevre ve tarım açısından borik asitinin zararlı böceklerin ve diğer artropodların mücadelesindeki önemi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Avrupa Birliği 6. Çerçeve Programı Kapsamında II. Bor Çalıştayı, Zonguldak.
- Braz, J. 2000. Initial studies of mating disruption of the tomato moth, *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) using synthetic sex pheromone. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 11(6): 621-628.
- Cervilla, L.M., B. Blasco, J.J. Ríos, L. Romero and J.M. Ruiz. 2007. Oxidative stress and antioxidants in tomato (*Solanum lycopersicum*) plants subjected to boron toxicity. *Annals of Botany*, 100(4): 747-756.
- Civelek, H.S. ve O. Dursun. 2013. Örtüaltı yetiştiriciliğinde bazı zararlılar üzerinde bor içeren bazı bileşiklerin insektisit özelliklerinin araştırılması. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 3(3): 141-149.
- Çakmak, İ. 1994. Activity of ascorbate-dependent H₂O₂ scavenging enzymes and leaf chlorosis are enhanced in magnesium and potassium deficient leaves but not in phosphorus deficient leaves. *Journal of Experimental Botany*, 45: 1259-1266.
- Çakmak, İ., D. Strbac and H. Marschner. 1993. Activities of hydrogen peroxide-scavenging enzymes in germinating wheat seeds. *Journal of Experimental Botany*, 44 (258): 127-132.
- Demirtaş, A. 2006. Bor bileşikleri ve tarımda kullanımı. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 37 (1), 111-115.
- E.P.P.O. 2005. EPPO Datasheets on Quarantine Pests: *Tuta absoluta*. EPPO Bulletin 35:434-435. <http://www.eppo.org>, (Erişim tarihi: 12.08.2016).
- Estay, P. 2000. Polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) [www document] URL <http://alerce.inia.cl/docs/Informativos/Informativo09.pdf> (Erişim tarihi: 15.08.2016)
- Eraslan, F., A. İnal, O. Savaş Türk ve A. Güneş. 2007. Changes in antioxidant system and membrane damage of lettuce in response to salinity and boron toxicity. *Scientia Horticulturae*, 114(1): 5-10.
- Franca, F.H. 1993. Por quanto tempo conseguiremos conviver com a traca-do-tomateiro? *Horticultura Brasileira*, 11:176-178.
- Fridovich, L. 1986. Biological effect of superoxide radical. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 247: 1-11.
- Gülümser, A., M.S. Odabaş ve Y. Özturan. 2005. Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) yaprak ve topraktan uygulanan farklı bor dozlarının verim ve verim unsurlarına etkisi. *Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 18(2), 163-168.
- Güneş, A., G. Söylemezoğlu, A. İnal, E.G. Bağcı, S. Çoban ve O. Şahin. 2006. Antioxidant and stomatal response of grapevine (*Vitis vinifera* L.) to boron toxicity. *Scientia Horticulturae*, 110: 279-284.
- Jain, M., G. Mathur, S. Koul and N.B. Sarin. 2001. Ameliorative effects of proline on salt stress-induced lipid peroxidation in cell lines of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *Plant Cell Report*, 20:463-468.
- Karabal, E., M. Yücel ve H.A. Öktem. 2003. Antioxidant responses of tolerant and sensitive barley cultivars to boron toxicity. *Plant Science*, 164: 925-933.
- Karabüyük, F., M. Portakaldalı ve M.R. Ulusoy. 2011. Doğu Akdeniz Bölgesi sebze alanlarında domates yaprak galeri güvesi (*Tuta absoluta* (Meyrick))'nin yayılışı ve konukçuları, Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri (28-30 Haziran 2011, Kahramanmaraş), 554s.
- Kaya, C., A.L. Tuna, M. Dikilitaş, M. Ashraf, S. Köşkeroğlu ve M. Güneri. 2009. Supplementary phosphorus can alleviate boron toxicity in tomato. *Scientia Horticulturae*, 121: 284-288.
- Kılıç, T. 2010. First record of *Tuta absoluta* in Turkey. *Phytoparasitica*, 38(3): 243-244.
- Koçak, E., M. Kodan ve N. Babaroğlu. 2008. Bazı insektisitlerin Kimil (*Aelia rostrata* Boh., Het.: Pentatomidae) yumurta parazitoiti *Trisolcus rufiventris* Mayr (Hymenoptera: Scelionidae)'e etkileri üzerine araştırmalar. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(2): 52-59.
- Lietti, M.M.M., E. Botto and R.A. Alzogaray. 2005. Insecticide resistance in Argentine Populations of *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology*, 34(1):113-119.
- Madhava Rao, K.V. and T.V.S. Sresty. 2000. Antioxidative parameters in these edlings of pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh) in response to Zn and Ni stresses. *Plant Science*, 157 (1): 113-128.
- Mehdy, M. 1994. Active oxygen species in plant defense against pathogens. *Plant Physiology*, 105: 467-472.
- Molassiotis, A., T. Sotiropoulos, G. Tanou, G. Diamantidis and I. Therios. 2006. Boron-induced oxidative damage and antioxidant and nucleolytic responses in shoot tips culture of the apple root

- stock (*Malus domestica* Borkh). Environmental and Experimental Botany, 56: 54-62.
- Öztemiz, S. 2012. Domates güvesi [(*Tuta absoluta* Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae)] ve biyolojik mücadelesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi, 15 (4): 47-57.
- Padem, H., H. Ünlü ve F.M. Ecevit. 2005. Göller Bölgesi'ne uygun üstün verim ve teknolojik özelliklere sahip domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) çeşitlerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Isparta, 9 (2): 55-63.
- Rao, G.G. and G.R. Rao. 1981. Pigment composition and chlorophyllase activity in *Pigeon pea* (*Cajanus indicus* Spreng.) and gingelly (*Sesamum indicum* L.) under NaCl salinity. Indian Journal of Experimental Biology, 19: 768-770.
- Ryan, J., G. Estefan, and A. Rashid. 2001. Soil and Plant Analysis Lab. Manual. in. El-Begaty. A. (Ed.). International Center For Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). Aleppo, Syria, pp. 137-138.
- Strain, H.H. and W.A. Svec. 1966. Extraction, separation, estimation and isolation of chlorophylls, 21-66, Bernon, V.P., Seely, G.R. (editors), In The Chlorophylls Academic Press, New York, 21-66.
- TÜİK, Örtü altı üretim istatistikleri. 2014. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. Erişim: Ağustos 2015.
- Wang, J.Z., S.T. Tao, K.J. Qi, J. Wu, H.Q. Wu and S.L. Zhang. 2011. Changes in photosynthetic properties and antioxidative system of pear leaves to boron toxicity, African Journal of Biotechnology, 10(85): 19693-19700.
- Yağmur, Y. 2008. Farklı asma (*Vitis vinifera* L.) çeşitlerinin kuraklık stresine karşı bazı fizyolojik ve biyokimyasal tolerans parametrelerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv., Fen Bilimler Enstitüsü, Botanik A.B.D., İzmir, 108s.
- Yıldıztekin, M. 2012. Bazı bor bileşiklerinin ve yaygın kullanılan pestisitlerin domates bitkisinin (*L. esculentum*) fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması, Doktora Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 143 s.