

BİBERDE (*Capsicum annuum* L.) SALİSİLİK ASİT UYGULAMALARININ KÖK–UR NEMATODU (*Meloidogyne incognita*)’NA VE BAZI BÜYÜME PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ¹

Onur DURA²İbrahim SÖNMEZ³Kutay Coşkun YILDIRIM²

ÖZET

Bu çalışma, Salisilik asit uygulamasının (SA) farklı konsantrasyonlarında (3 mM/bitki, 6 mM/bitki ve 9 mM/bitki) yapraktan ve topraktan uygulanarak Yalova Çorbacı 12 biber (*Capsicum annuum* L.) çeşidinde zararlı olan Kök–ur nematodlarına karşı etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Deneme, Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsüne ait iklim odasında saksı denemesi şeklinde tesadüf parselleri deneme desenine göre 8 karakter ve 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, topraktan 9 mM/bitki SA uygulaması kontrol grubu ile kıyaslandığında daha düşük ur skala değerine ($2.80 < 5.40$) ve toprakta daha düşük oranda (%38.18) 2. dönem Kök–ur nematodu larvasına rastlanılmıştır. Bitki boyu, yaprak sayısı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı gibi bitki büyüme parametreleri açısından da topraktan 9 mM/bitki salisilik asit uygulamalarındaki biber bitkilerinin kontrol bitkilerine oranla daha iyi bir gelişime sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Capsicum annuum* L., *Meloidogyne* spp., SA, uyarılmış dayanıklılık

ABSTRACT

EFFECTS OF SALICYLIC ACID APPLICATIONS ON ROOT–KNOT NEMATODES (*Meloidogyne incognita*) AND SOME GROWTH PARAMETERS IN PEPPER (*Capsicum annuum* L.)

This study was conducted to determine the effect of salicylic acid application (SA) in different concentrations (3 mM/plant, 6 mM/plant and 9 mM/plant) from leaf and soil application against root–knot nematode pests in Yalova Çorbacı 12 pepper cultivar (*Capsicum annuum* L.). Trial was established according to randomized block parcel design with five replicates and eight characters in the Atatürk Central Horticultural Research of climate chamber. According to the obtained results, 9 mM soil SA compared with control group was found lower gall index value ($2.80 < 5.40$) and soil applications showed lower rate (38.18%) in 2nd stage root–knot nematodes larvae. The pepper plants in 9 mM of soil salicylic acid application treatments observed better growth than the positive control pepper plants in terms of some plant growth parameters such as plant height, number of leaves, fresh root weight, and root dry weight.

Keywords: *Capsicum annuum* L., *Meloidogyne* spp., salicylic acid, induced resistance

¹ Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: Nisan 2016

² Zir. Yük. Müh., Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova

³ Dr., Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova

GİRİŞ

Biber (*Capsicum annuum* L.) Solanacea familyasının *Capsicum* cinsine mensup ılık iklimlerde tek yıllık, tropik iklimlerde ise çok yıllık kültür bitkisi olarak bilinir. Her tür grubu içerisinde şekil ve renk bakımından değişik tipler gösteren biber çeşitlerinin yer aldığı bildirilmektedir [5].

Biber taze olarak tüketilebildiği gibi kızartılarak, közlenerek, pişirilerek, doldurularak (dolma), salça, turşu, acı sos, ketçap yapımında, tarhana, sucuk, pastırma yapımında, çocuk mamaları, yeşil zeytinlerin içinde, bazı peynirlere renk ve tat vermek amacıyla, kurutularak, dondurulmuş gıda, toz ve pul biber, boya ve ilaç sanayi olmak üzere geniş bir alanda kullanılmaktadır [5].

Yıllık 27 milyon ton sebze üretimi gerçekleştiren Türkiye; Çin, Hindistan ve ABD'den sonra dünyanın en çok sebze üreten dördüncü ülkesidir. Üretim bazı yörelerde eski sistemlerle yapılmasına rağmen pek çok sebze türünün üretiminde ise dünyada ilk beş ülke arasına girmektedir [2].

Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) 2014 yılı verilerine göre Türkiye'de 31.343 hektar alanda 2.2 milyon ton biber (salçalık, dolmalık ve yeşil) üretilmiştir. 2005–2014 döneminde üretim alanı %4.12 oranında azalmasına rağmen, sivri biber üretimi %21.93 oranında artmıştır. Sivri biber üretimi açısından en önemli bölgeler; Akdeniz (%53.81), Ege (%14.69), Batı Karadeniz (%9.56) ve Doğu Marmara (%9.40) bölgeleridir [18].

Biber yetiştiriciliğinde hastalık, zararlı ve yabancı otların yanı sıra Kök–ür nematodları (*Meloidogyne* spp.) da ürün miktarını olumsuz yönde etkilemektedir. Kök–ür nematodları bitkilerin köklerinde beslenir köklerde ırlanmaya neden olarak su ve besin elementlerinin alınmasını engeller. Dünya genelinde Kök–ür nematodlarının 4 türü (*Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949; *M. hapla* Chitwood, 1949; *M. incognita* (Kofoid ve White, 1919) Chitwood, 1949 ve *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949) yaygın olarak bulunmaktadır [17].

Kök–ür nematodlarının sebzelerde çok önemli verim kayıplarına neden oldukları ve bu kayıpların domateslerde %42–54, biberde

%30–45, patlıcanlarda %30–60 ve kavunlarda %18–33 oranlarında olduğu belirtilmektedir [13].

Nematodlarla mücadelede genellikle diğer mücadele yöntemlerine göre etkinliği daha fazla olduğundan dolayı kimyasal savaş tercih edilmektedir. Mücadelede çok geniş etkili fümigantlar veya nematisitler kullanılmaktadır. Fakat fumigant ve nematisitlerin çevre, doğal yaşam ve insan sağlığına olumsuz etkileri bulunmaktadır. Uygulamaların son derece pahalı ve zor olması, kimyasalların taban suyuna karışma tehlikesi kimyasal mücadelenin uygulanabilirliğini azaltmaktadır. Nematodlara karşı kullanılan nematisitlerin insan ve çevre sağlığına son derece zararlı oldukları ortaya konulmuştur [3, 9]. Bu nedenle nematodlarla mücadelede, doğal düşmanlardan yararlanılarak yapılan biyolojik mücadele ve özellikle bitkilerde hastalık ve zararlılara karşı uyarılmış dayanıklılığın teşvik edilmesi (induced resistance) konusunda çok sayıda araştırma yapılmaktadır [15].

Bitkilerde hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığın teşvik edilmesinde UV, etilen, salisilik asit (SA), aminobutirik asit izomerleri gibi abiyotik uyarıcılar ve patojen olmayan ırklar gibi biyotik uyarıcılar yaygın olarak kullanılmaktadır [4]. Salisilik asidin, bitkilerde patojenlere karşı sistemik kazanılmış direnci uyarması, nitrat redüktaz aktivitesini artırması ve hücreler arasında yığılarak çeşitli fitoaleksinlerin salgılanmasını teşvik etmesinden dolayıdır. Bu fenolik bileşik son yıllarda bitki büyüme düzenleyicisi olarak da nitelendirilmektedir [19]. Bitki hastalık ve zararlılarına karşı alternatif mücadele açısından ümit var sonuçlar veren salisilik asit ve yapısal olarak salisilik asit türevi olan bileşiklerin bitki patojenlerine karşı engelleme ve azaltma etkisi uzun zamandan beri araştırılmaktadır [4]. Salisilik asit ve salisilik asit türevlerinin bitkilerde dayanıklılık mekanizmasını harekete geçirebilen geniş bir etki yelpazesi bulunmaktadır. Söz konusu etki mekanizması, bitki bünyesindeki patojen girişini engellemek için fiziksel bariyer oluşumu, bitkide patojenite ile ilgili proteinlerin aktif hale geçmesi, fitoaleksin oluşumu veya hipersensitif reaksiyon şeklinde ortaya çıkmaktadır [6]. Dünya genelindeki çalışmalar incelendiğinde bitki aktivatörlerinden biri olan salisilik asit uygulamalarının en çok domates bitkisinde

denendiği, buna karşılık biber bitkisinde ise kök-ur nematodlarına karşı mücadelede salisilik asit kullanımı ile ilgili fazla bir bilimsel yayına rastlanılmaması bu çalışmanın planlanmasındaki ana düşünce temelini oluşturmuştur.

Yukarıda bahsi geçen bilgiler ışığı altında bu çalışma ile değişik konsantrasyonda salisilik asit (3 mM/bitki, 6 mM/bitki ve 9 mM/bitki) uygulamalarının biber (Yalova Çorbacı 12 çeşidi) bitkisinde Kök-ur nematodu (*Meloidogyne incognita*)'na karşı etkilerinin araştırılması hedeflenmiştir. Bitkiler Kök-ur nematodu saldırısına maruz kaldıklarında eğer dışardan daha önce salisilik asit veya salisilik asit türevi bir bileşik uygulanmışsa, uyarılmış dayanıklılık mekanizması (SAR) ile kökleri vasıtasıyla katalaz, peroksidaz (POX) ve hidrojen peroksit (H₂O₂) gibi fitoaleksinler salgılayarak nematod zararını tolere etmeye çalışmaktadırlar [14].

MATERYAL ve METOT

Materyal

Çalışmanın ana materyalini; Yalova çorbacı 12 biber çeşidine ait bitkiler, "Rio Grande" hassas domates çeşidi kullanılarak saf kültürden elde edilen Kök-ur nematodu (*Meloidogyne incognita*) ile bulaşık domates urlu kökleri, salisilik asit (Sigma Aldric 27301 %99.5 saflıkta), viyol, torf, toprak ve plastik saksılar oluşturmuştur.

Metot

Deneme, Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Bitki Sağlığı Bölümüne ait olan iklim odasında tesadüf parselleri deneme desenine göre 8 karakter (salisilik asidin 3 farklı konsantrasyonunun (3 mM/bitki, 6 mM/bitki ve 9 mM/bitki) yapraktan ve topraktan uygulanması, negatif ve pozitif kontrol uygulamaları) ve her bir saksı bir tekerrür olacak şekilde, 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Viyollerde yetiştirilen biber fideleri 11 cm çapında plastik saksılara 20.11.2015 tarihinde kasım ayında dikilmiştir. Bitkilerin yetiştirildiği toprak yapısı; %80 kum, %5 mil ve %15 toprak olacak şekilde hazırlanmış ve deneme öncesi otoklavda 1 saat 121°C sıcaklıkta tutularak dezenfekte edilmiştir.

Deneme 25±1°C sıcaklık ve %60±10 nem, 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık koşullarının sağlandığı iklim odasında yürütülmüştür. Denemede kullanılan Kök-ur nematodu (*M. incognita*) üretimi nematoda hassas olduğu bilinen "Rio Grande" sanayi domatesi çeşidinde yapılmıştır. Saf kültürden elde edilen urlu domates bitki kökleri bulaştırma işleminde kullanılmıştır. Deneme, biber fideleri 2-4 yapraklı dönemde, yaklaşık 10 cm boyuna ulaştıklarında kurulmuştur. Biber fidelerinin kök bölgesi yanına açılan 2 cm toprak derinliğine her bir saksıya negatif kontrol hariç olmak üzere 10 g urlu kök inokulasyonu yapılmıştır. İnokulasyon aşamasında ve İnokulasyondan 1 hafta sonra salisilik asit konsantrasyon dozları hazırlanarak her bir bitkiye 3 mM, 6 mM ve 9 mM (sırasıyla; 0.412 g, 0.824 g ve 1.236 g salisilik asit tartılarak 1 litre su içinde çözülmüştür) olacak şekilde topraktan ve yapraktan olmak üzere birer hafta arayla iki kez uygulanmıştır.

Denemenin değerlendirilmesi

Deneme süresince her bir uygulama karakterine ait olan biber bitkilerinin her hafta birer kez boyları şerit metre yardımıyla ölçülmüş ve yaprakları sayılmıştır. Deneme sonunda, 15.01.2016 tarihinde, uygulamaların nematodlar üzerindeki etkinliğini belirlemek için her tekerrüre ait olan biber bitkileri dikkatlice sökülüş ve kök kısımları kesilerek ayrı ayrı polietilen torbalara konup Nematoloji laboratuvarına getirilmiştir. Getirilen köklerin her biri musluk suyunda yıkanarak üzerlerinde bulunan toprakların uzaklaştırılması sağlanmıştır. Yıkanan kökler oda sıcaklığında 30 dakika bekletildikten sonra tartılarak kök yaş ağırlıkları ölçülmüştür. Bu kökler daha sonra etüv içinde 65°C sıcaklıkta ortalama 48 saat tutularak kurutulmuştur. Etüvden çıkartılan her bir kök ayrı ayrı tartılarak kök kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Salisilik asit uygulamalarının nematodlar üzerindeki etkinliğini belirlemek için köklerdeki ur miktarı Zeck (1971) skalasına göre saptanmıştır [20]. Deneme sonunda her bir saksıdan alınan toprak örneklerinden ikinci dönem Kök-ur nematodu larva sayıları "Geliştirilmiş Baermann Huni Yöntemi" kullanılarak analiz edilmiştir [8].

BULGULAR VE TARTIŞMA

Köklerdeki ur oluşum miktarı

Yapılan uygulamaların biber bitkilerinin köklerindeki ur oluşumuna olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla, elde edilen değerlere tekerrürler esas alınarak JMP 8.0 istatistiksel paket programı yardımıyla varyans analizi

uygulanmıştır. Kontrole göre uygulamaların biber köklerindeki ur oluşumlarına % etkileri Abbott formülü [1] ile değerlendirilmiş ve uygulamaların etkileri Çizelge 1 ve Şekil 1'de verilmiştir.

Salisilik asit uygulamaları içinde en düşük ur oluşumu değerleri topraktan 9 mM/bitki (2.80), yaprakтан 9 mM/bitki (3.20) ve topraktan 6 mM/bitki (3.60) uygulamalarında görülmüştür (Çizelge 1).

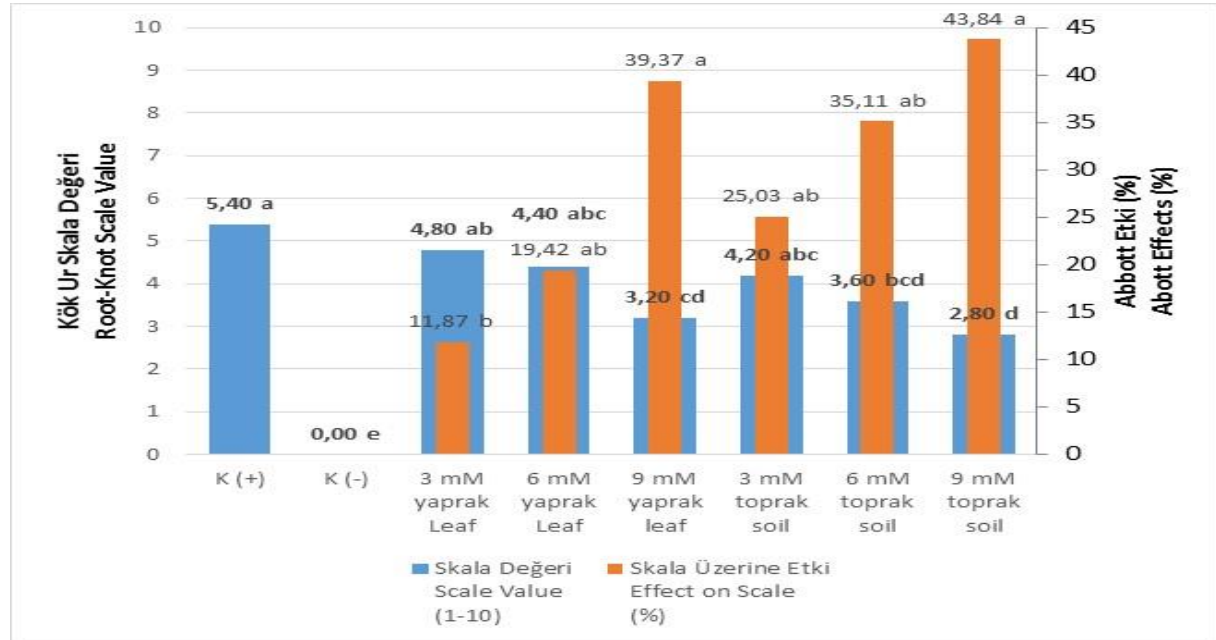
Çizelge 1. Salisilik asit uygulamalarının kök-ur nematodu skala (1–10) değerine etkisi

Table 1. The effect of root-knot scale values of salicylic acid application

Uygulamalar Applications	Skala değeri (1–10) Scale value	Skala değerine uygulama etkisi (%) Application effect of scale value
Kontrol (+) Control (+)	5.40 a	0.00
Kontrol (-) Control (-)	0.00 e	0.00
3 mM yaprak Leaf	4.80 ab	11.87 b
6 mM yaprak Leaf	4.40 abc	19.42 ab
9 mM yaprak Leaf	3.20 cd	39.37 a
3 mM toprak Soil	4.20 abc	25.03 ab
6 mM toprak Soil	3.60 bcd	35.11 ab
9 mM toprak Soil	2.80 d	43.84 a
CV (%)	3.70	25.00

^aAynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farkı ifade etmektedir (p<0.05)

^bDifferent letters in the same column refers to statistical difference (p<0.05)



Şekil 1. Uygulamalar sonunda biber bitkilerinin köklerinde *Meloidogyne incognita*'nın oluşturduğu ur oluşum oranları [X] ve uygulamaların kontrol (K)'e göre etkisi (%)

Figure 1. Gall formation rates [X] induced by "Meloidogyne incognita" in roots of pepper as a result of applications and the application effects (%) according to control

Çizelge 1 ve Şekil 1 birlikte incelendiğinde, Biber bitkilerinin köklerindeki ırlanma miktarının, deneme karakterleri içinde en yüksek kontrol deneme karakterinde (5.40) görülmüş ve istatistiki olarak ilk gurubu oluşturmuştur. En düşük skala değeri ise topraktan 9 mM/bitki (2.80) uygulama karakterinde görülmüş ve bunu sırasıyla yaprakтан 9 mM/bitki (3.20) ve topraktan 6 mM/bitki uygulamaları izleyerek aynı istatistiksel grup içinde yer almışlardır. İstatistiksel analiz sonucunda topraktan 9 mm/bitki salisilik asit uygulanmasının ur oluşumunu baskılama açısından en etkili uygulama olduğu kanaatine varılmıştır.

Yapılan SA uygulamalarının biber bitkisinde kök ur nematodu skala değerleri üzerine etkileri Abbott formülü ile incelenmiştir. En yüksek etkiye topraktan yapılan 9 mM/bitki (%43.84) uygulama ile ulaşılmıştır. En düşük etki ise yaprakтан 3 mM/bitki uygulamasından elde edilmiştir (%11.87).

Bu sonuçlara benzer olarak, Hindistan'da yürütülen bir çalışmada Ruby domates çeşidinde Kök-ur nematodlarına karşı salisilik asidin 25-50 µg/ml dozunda yaprakтан ve topraktan uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda topraktan 50 µg/ml salisilik asit uygulanmasının kontrol karakterlerine göre köklerdeki ur oluşum miktarını %50 oranında azalttığı tespit edilmiştir [7].

İran'da yürütülen bir çalışmada domates bitkisinde zararlı olan kök-ur nematodlarına karşı entomopatojen fungus *Trichoderma harzianum* BI ile birlikte salisilik asidin 5 mM dozunda yaprakтан ve topraktan uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda topraktan 5mM salisilik asit ve *Trichoderma harzianum* BI (10^6 konidi/ml) dozunda birlikte uygulanması domates bitkisinin köklerindeki ırlanma oranını baskılayarak kök-ur nematodu *M. javanica* yumurta açılımını %84 oranında azalttığı tespit edilmiştir [12].

Topraktaki Kök-ur nematodu (*M. incognita*) 2. dönem larva sayıları

Yapılan uygulamaların biber bitkilerinin saksı toprağındaki Kök-ur nematodu (*M. incognita*) 2. dönem larva sayılarına etkilerinin belirlenmesi amacıyla, çalışmada elde edilen değerlere varyans analizi uygulanmış ve % etkiler Abbott formülü ile hesaplanmıştır. Uygulamaların biber bitkilerinin saksı toprağındaki 2. dönem larva sayılarına etkileri Çizelge 2 ve Şekil 2'de verilmiştir. Uygulamalar içinde en düşük Kök-ur nematodu larva sayıları topraktan 9 mM/bitki (68 adet), yaprakтан 9 mM/bitki (72 adet) ve yaprakтан 6 mM/bitki (80 adet) uygulama karakterlerinde görülmüştür.

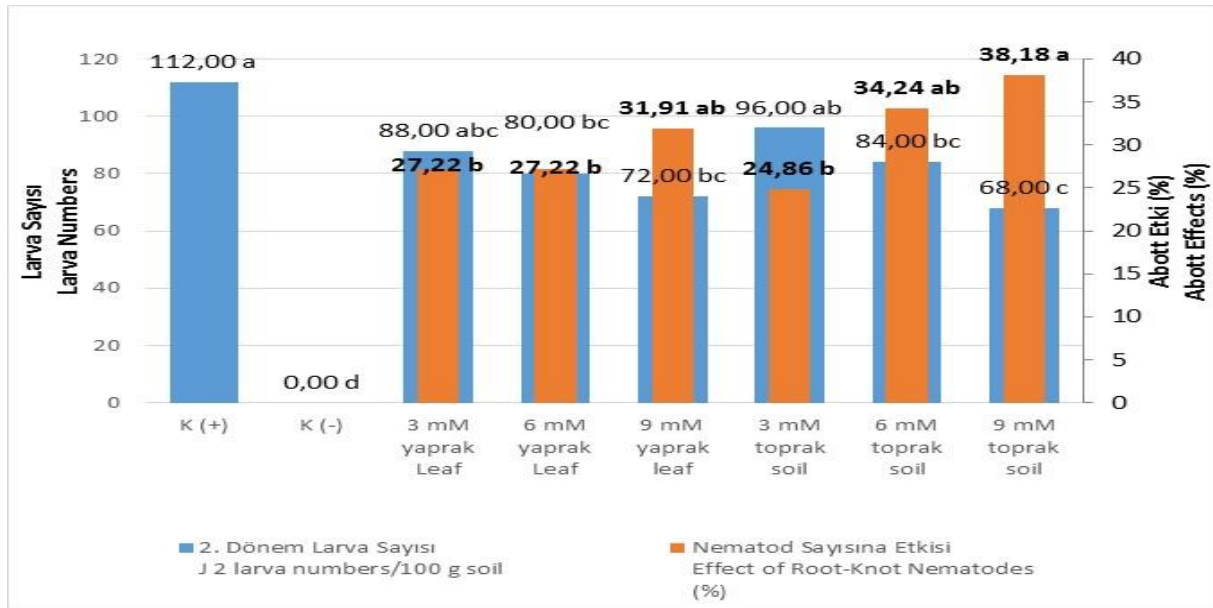
Çizelge 2. Salisilik asit uygulamalarının biber bitkisinde bazı büyüme parametreleri üzerine etkisi

Table 2. Effects of salicylic acid application on some growth parameters of pepper plants

Uygulama	Bitki boyu Plant height (cm)	Yaprak sayısı (adet) Leaves number (numbers)	Yaş kök ağırlığı Fresh root weight (g)	Kuru kök ağırlığı Dry root weight (g)	Skala (1-10)	Nematod (adet/100 g toprak) Root-knot nematodes (numbers/100 g soil)	Skala değerine uygulama etkisi Application effect of scale value (%)	Nematod sayısına uygulama etkisi Application effect of root-knot nematodes (%)
Kontrol (+) Control (+)	29.80 e	17.80 d	1.91 e	0.20 g	5.40 a	112.00 a		
Kontrol (-) Control (-)	35.40 d	20.00 c	2.31 de	0.62 f	0.00 e	0.00 d		
3 mM yaprak Leaf	37.00 cd	21.60 bc	2.79 cd	1.00 e	4.80 ab	88.00 abc	11.87 b	27.22 b
6 mM yaprak Leaf	39.20 bc	23.40 a	3.20 c	1.16 cd	4.40 abc	80.00 bc	19.42 ab	27.22 b
9 mM yaprak Leaf	40.80 ab	22.80 ab	4.04 b	1.36 ab	3.20 cd	72.00 bc	39.37 a	31.91 ab
3 mM toprak Soil	41.20 ab	22.40 ab	3.20 c	1.04 de	4.20 abc	96.00 ab	25.03 ab	24.86 b
6 mM toprak Soil	40.80 ab	23.00 ab	3.71 b	1.26 bc	3.60 bcd	84.00 bc	35.11 ab	34.24 ab
9 mM toprak Soil	43.60 a	23.80 a	4.66 a	1.43 a	2.80 d	68.00 c	43.84 a	38.18 a
CV (%)	4.00	3.80	7.60	7.20	3.70	7.40	25.00	6.90

^aAynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farkı ifade etmektedir (p<0.05)

^bDifferent letters in the same column refers to statistical difference (p<0.05)



Şekil 2. Yapılan uygulamalar ardından topraktaki *M. incognita* 2. dönem larva sayıları (adet/100 g) [X], uygulamaların kontrol (K)'e göre azaltıcı etkisi (%)
 Figure 2. Following the applications "*M. incognita*" 2nd stage larvae numbers in the soil (number/100 g) [X], decreasing effect of compared to control (K) applications (%)

Şekil 2 incelendiğinde, en yüksek nematod popülasyon yoğunluğu kontrol uygulamasında (112 adet) görülmüştür. En az nematod yoğunluğuna ise topraktan 9 mM/bitki uygulamasında (68 adet) saptanmıştır. İstatiksel açıdan incelediğimizde topraktan 9 mM/bitki uygulaması en iyi sonucu vermiştir. Sonuç olarak Kök-ür nematodunu baskılama açısından topraktan 9 mM/bitki salisilik asit uygulaması tercih edilebilir bir uygulama olarak ortaya çıkmaktadır.

Hindistan'da yürütülen bir çalışmada bamyada zarar oluşturan Kök-ür nematodu (*M. incognita*) ve *Rotylenchus reniformis* bitki paraziti nematodlarına karşı topraktan 100 µg/ml dozunda salisilik asit uygulanmıştır. Çalışma sonucunda topraktaki 2. dönem Kök-ür nematodu popülasyonunda ve topraktaki yumurta kümesi sayısında önemli düzeyde bir azalma tespit edilmiştir [16].

İspanya'da yürütülen bir çalışmada domates bitkisinde zararlı olan kök-ür nematodlarına karşı salisilik asidin farklı uygulamalarının etkileri araştırılmıştır. Salisilik asidin farklı konsantrasyonlarında domates tohumlarına ve fide aşamasındaki domates bitkileri toprağına uygulamalarının *M. javanica*'ya etkileri incelenmiştir. 50 µM salisilik asit domates tohumuna uygulaması kök-ür nematodu yumurta

açılımını %95 oranında azalmıştır. Toprakdan 50 µM salisilik asit uygulaması ise kök-ür nematodu popülasyonunu %78 oranında azaltmıştır [10].

Uygulamaların nematod popülasyon yoğunluğu üzerine % etkileri Abott formülü ile incelenmiştir (Şekil 2). Şekil 2 incelendiğinde en yüksek etkinin %38.18 ile topraktan 9 mM/biber uygulamasından alındığı görülmektedir. Bu uygulamayı topraktan 6 mM/biber ve yaprakdan 9 mM/biber uygulamaları takip etmiştir (sırasıyla; %34.24 ve %31.91).

Uygulamaların bazı bitki gelişim parametreleri üzerine etkileri

Yapılan uygulamaların biber bitkilerinin bazı bitki gelişim parametreleri bitki boyu, yaprak sayısı, yaş kök ağırlığı ve kuru kök ağırlığı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, çalışmada elde edilen değerlere tekerrürler esas alınarak Varyans analizi uygulanmıştır. Uygulamaların biber bitkilerin bitki boyu, yaprak sayısı, yaş kök ağırlığı ve kuru kök ağırlığı değerlerine etkileri Çizelge 2, Şekil 3 ve Şekil 4'de verilmiştir. Uygulamalar içinde en yüksek bitki boyu ve yaprak sayısı değeri topraktan 9 mM/bitki (43.60–23.80) uygulama karakterinde gözlenmiş ve istatistiksel açıdan farklı bir grup oluşturmuştur. Toprakdan 3 mM/bitki (41.20–22.40) ve 6

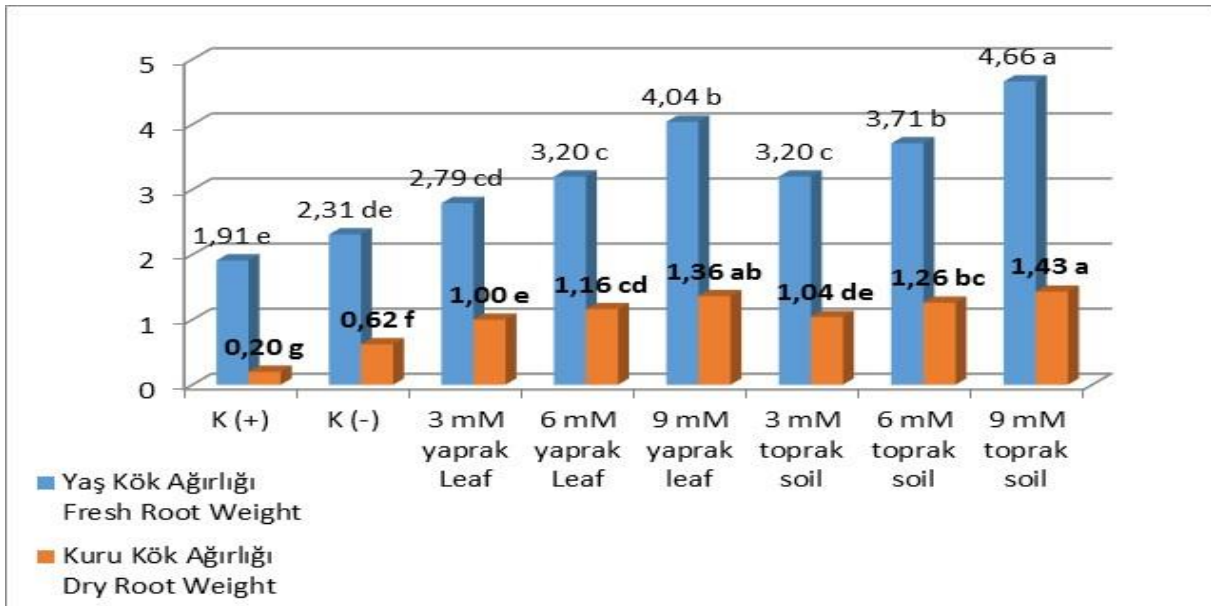
mM/bitki (40.80–23.00) ile yapraktan 9 mM/bitki (40.80–22.80) uygulama karakterleri istatistiksel açıdan ise aynı grupta yer almışlardır. Yapılan istatistiksel değerlendirme sonuçlarına göre bitki boyu ve yaprak sayısı değerleri açısından topraktan 9 mM/bitki uygulama karakteri kontrol karakterine göre artışa neden olmuştur. Uygulamalar içinde en yüksek yaş kök ağırlığı ve kuru kök ağırlığı değeri topraktan 9 mM/bitki (4.66–1.43) uygulama karakterinde gözlenmiş ve

istatistiksel açıdan farklı bir grup oluşturmuş ve kontrol karakterine göre yaş kök ağırlığı ile kuru kök ağırlığı değerlerinde artışa neden olmuştur.

Bu sonuçlara benzer olarak Ruby domates çeşidinde Kök–ur nematodlarına karşı uygulanan dışsal salisilik asit uygulamaları domates bitkisinde sürgün, bitki boyu, yaprak sayısında artışa ve aynı zamanda kök kalınlaşmasına neden olmuş ve nematod zararını azaltmıştır [11].



Şekil 3. Uygulamaların bir sonucu olarak oluşan bitki boyu ve yaprak sayısı değerleri
Figure 3. As a result of applications occurring plant height and leaf number values



Şekil 4. Uygulamaların bir sonucu olarak oluşan yaş kök ve kuru kök ağırlığı değerleri
Figure 4. As a result of applications occurring wet roots and root dry weight values

SONUÇ

Salisilik asit bitkiler üzerinde uyarılmış dayanıklılık mekanizmasını tetikleyerek hastalık ve zararlılara karşı belli oranlarda dayanıklılık sağlayabilmektedir. Bu konuda yapılmış birçok çalışma bulunmakla beraber yeni tür ve çeşitler bazında da benzer çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Biber türü ile bu tarz yapılmış çalışmalara pek fazla rastlanılmamıştır. Yapılan çalışma sonucunda topraktan 9 Mm/bitki salisilik asit uygulamasının Kök-ür nematodlarının meydana getirdikleri zarar şiddetini önleme açısından biber bitkisinde uyarılmış dayanıklılık mekanizmasını jasmonik asit yolu ile tetikleyerek zarar miktarını ortalama %40 oranında azaltabileceği ve bazı bitki gelişim parametrelerine olumlu etkiler yapabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca Kök-ür nematodları ile alternatif mücadelede salisilik asit uygulamalarının özellikle fidelik gibi küçük alanlarda belirli periyotlarda sulama suyuyla birlikte verilerek Kök-ür nematodlarına karşı koruma sağlayabileceği aynı zamanda salisilik asit uygulamaların entegre mücadele yöntemleri (IPM) kapsamında ve sürdürülebilir tarımda da kullanılabileceğinin kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Abbott, W. S., 1925. A Method of Computing the Effectiveness of an Insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18:265-267.
2. Anonim, 2013. Türkiye Tarım Sektörü Raporu. http://www.tobb.org.tr/documents/2014/turkiye_tarim_meclisi_sektor_raporu_2013_int.pdf (Erişim Tarihi: 29.05.2014).
3. Conrath, U., O. Thulke, V. Katz, S. Schwindling and A. Kohler, 2001. Priming As a Mechanism in Induced Systemic Resistance of Plants. *European Journal of Plant Pathology* 107:113-119.
4. Durner, J., J. Shah and D. F. Klessing, 1997. Salicylic Acid and Disease Resistance in Plant. *Trends in Plant Science* 2(7):266-274
5. Eşiyok, D., 2012. Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği. *Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir*, s. 279-281.
6. Friedrich, L., K. Lawton, W. Ruess, P. Masner, N. Specker, M. G. Rella, B. Meier, S. Dincher, T. Staub, S. Uknes, J. P. Metraux, H. Kessman and J. Ryals, 1996. A Benzothiadiazole Derivative Induces Systemic Acquired Resistance in Tobacco. *Plant J.* 10: 61-70.
7. Ganguly, A. K., Sirohi, A., Pankaj and V. Singh, 1999. Salicylic Acid Induced Resistance in Tomato against *Meloidogyne incognita* Racel. *Indian Journal of Nematology* 29:182-184.
8. Hooper, D. J., 1986. Handling, Fixing, Staining and Mounting Nematodes. In: Southey, J. F. (ed). *Laboratory Methods for Work with Plant and Soil Nematodes. Her Majesty's Stationery Office, London*, pp:59-80.
9. Molinari, S., 2008. Salicylic Acid as an Elicitor of Resistance to Root Knot Nematodes in Tomato, *Acta Horticulturae* 789:119-126.
10. Moslemi, F., S. Fatemy and F. Bernard, 2016. Inhibitory Effects of Salicylic Acid on *Meloidogyne javanica* Reproduction in Tomato Plants. *Spanish Journal of Agricultural Research* 14(1):e1001-7.
11. Nandi, B., N. C. Sukul and S. P. S. Babu, 2000. Exogenous Salicylic Acid Reduces *Meloidogyne incognita* Infestation of Tomato. *Allelopathy Journal* 7:285-288.
12. Naserinasab, F., N. A. Sahebani and H. R. Etebarian, 2012. The Effects of Combination of Salicylic Acid and *Trichoderma harzianum* BI on Resistance of Tomato against Root-Knot Nematode, *Meloidogyne javanica*. *Agricultural Science and Technology* 25(4):417-425.
13. Netscher, C. and R. A. Sikora, 1990. Nematode Parasites on Vegetables: Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture. 2nd Edition. (Ed: Luc, M., Sikora, R. A., Bridge, J.) *CABI Publishing, UK*, pp: 231-283.
14. Odjakova, M. and C. Hadjiivanova, 2001. The Complexity of Pathogen Defense in Plants. *Bulgarian Journal of Plant Physiology* 27:101-109.
15. Oka, Y., H. Koltai, M. Bar-Eyal, M. Mor, E. Sharon, I. Chet and Y. Spiegel, 2000a. New Strategies for the Control of Plant Parasitic Nematodes. *Pest Management Science* 56:983-988.

- 16.Pankaj and H. K. Sharma, 2003. Relative Sensitivity of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchus reniformis* to Salicylic Acid on Okra. *Indian Journal of Nematology* 33:120-123.
- 17.Sögüt, M. A. ve D. H. Elekçioğlu, 2000. Akdeniz Bölgesi'nde Sebze Alanlarında Bulunan *Meloidogyne Goeldi*, 1892 (Nemata: Heteroderidae) Türlerinin Irklarının Belirlenmesi. *Türk. Entomol. Derg.* 24(1):33-40.
- 18.TÜİK, 2015. Tarımsal Veriler, <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 20 Mayıs 2015).
- 19.Türkyılmaz, B., L. Y. Aktaş ve A. Güven, 2005. *Phaseolus vulgaris* L.'de Salisilik Asit Uyarımlı Bazı Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler *Fırat Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 17:319–326.
- 20.Zeck, W. M., 1971. A Rating Scheme for Field Evaluation of Root–Knot Nematode Infestation. *Pflanzenschutz Nachrichten, Bayer. Published by Farbenfabriken Ag. Leverkusen* 10:141–144.