

## **DOMATESİN BAKTERİYEL HASTALIKLARININ KONTROLÜNDE BİTKİ AKTİVATÖRLERİ VE BAKTERİSİTLERİN ETKİLERİ**

**N. Ülkü KARABAY**

**Ege Üniversitesi  
Fen Fakültesi Biyoloji  
Bölümü Bornova-  
İzmir/TURKEY**

**Hüseyin TÜRKÜSAY**

**Ege Üniversitesi  
Ziraat Fakültesi Bitki  
Koruma Bölümü Bornova-  
İzmir/TURKEY**

**Cüneyt AKI**

**Ege Üniversitesi  
Fen Fakültesi Biyoloji  
Bölümü Bornova-  
İzmir/TURKEY**

**Necip TOSUN**

**Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi  
Bitki Koruma Bölümü  
Bornova-İzmir/TURKEY**

**İsmail TÜRKAN**

**Ege Üniversitesi Fen Fakültesi  
Biyoloji Bölümü  
Bornova-İzmir/TURKEY**

**ÖZ:** Bu çalışmada, kullanılan kimyasal kontrol yöntemlerine, sistemik uyarılmış dayanıklılık olarak (SAR) bitki aktivatörlerinin entegre edilmesi ve sonuçta daha az kimyasalla kabul edilebilir etkililik elde edilmesi amaçlanmıştır. Muhtemelen konukçu dayanıklılığındaki artışı gösteren spesifik peroksidaz enzim aktivitesindeki değişimler, tek tek ve kombine edilmiş uygulamalardan sonra domates fidesi yapraklarından analiz edilmiştir. Domatesin gerek bakteriyel benek (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) ve gerekse bakteriyel leke (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) hastalıklarına karşı söz konusu bileşiklerin etkililik testleri serada, kontrollü koşullar altında, saksı denemeleri ile gerçekleştirilmiştir. Bu bileşiklerin yüksek etkililiği ile artan peroksidaz enzim aktivitesi arasındaki olası ilişkiler, karşılaştırmalı olarak SPSS 8.0 for Windows, programı ile değerlendirilmiştir. Bakteriyel benek (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) ve bakteriyel leke (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) hastalıklarının kontrolü için en iyi etkililik ve en yüksek spesifik enzim aktivitesi sırasıyla % 78 ve % 140 ve % 70 ve % 122 oran ile Cupracol uygulamalarından elde edilmiştir. Diğer sonuçlar ise uygun bakterisit ve fungusitler ile SAR uyarıcılarının kombine uygulamaları sonucunda karşılaştırılabilir etkililiğin pratikte kabul edilebilirliğini ve uygulanabilirliğini göstermektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Domates, bitki aktivatörü, cupracol, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, peroksidaz.

## **THE EFFECTS OF PLANT ACTIVATORS AND BACTERICIDES ON THE CONTROL OF BACTERIAL DISEASES ON TOMATO**

**ABSTRACT:** In this study, we aimed to integrated plant activators as systemic acquired resistance (SAR) in to available chemical control measures, consequently to get comparable efficacy with less chemical. Variations in the activity of specific peroxidase enzyme that likely represent the enhancement of host resistance were analyzed from the leaves of tomato seedlings after individual and

combined applications. The efficacy tests of the compounds against the major diseases of tomato were conducted with pot experiments under controlled conditions in greenhouse. Possible correlations between higher efficacy of the compound in question and increased specific enzyme activity were evaluated with SPSS 8.0 for Windows. The highest efficacy for the control of both bacterial spot (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) and bacterial speck (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*), and the highest specific enzyme activities were obtained from Cupracol applications with about 78% and 140%, and 70% and 122%, respectively. The results have revealed that comparable efficacies with combined applications of SAR inducers with suitable bactericides and fungicides could be likely acceptable and applicable in practice.

**Keywords:** Tomato, plant activators, cupracol, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*, peroxidase.

## GİRİŞ

Ülkemiz için ekonomik öneme sahip olan gerek sanayi gerekse tarla ve sera domates yetiştiriciliğinde bitki hastalıkları önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır. Domates Bakteriyel Benek Hastalığı *P. syringae* pv. *tomato* (Okabe, 1933) bitkinin tüm toprak üstü organlarında belirti oluşturarak önce fidelerde yaprak ve sap kısmında görülür, zaman zaman tüm fidelerin kurumasına yol açar. Tarla döneminde çiçek sap ve meyvelerde de belirti oluşturur. Enfeksiyon ya tohum kaynaklı bulaşmalardan ya da bir önceki üründen tarlada kalan hastalıklı bitki artıklarından sağlıklı fidelerin enfeksiyonu şeklinde başlar. Böylece hastalık etmeni bulaşık fideler aracılığıyla tarlaya aktarılır ve koşullar bakterinin gelişmesine uygun olduğunda epidemilere yol açar. Toprak üstündeki hastalıklı kalıntılardan bitkiye giriş yarıllardan olur. Aynı zamanda sıcak ve nemli havalarda bitki turgor halindeyken bakteri stomalardan giriş yaparak gelişir ve tipik semptomlarını oluşturur. Etmen 13-28 °C arasında ve yüksek nemde gelişip yayılır ve bitkiler gelişmelerinin erken devresinde enfekte olmuşsa ortalama % 75, mevsim sonunda enfekte olmuşsa yaklaşık % 5' lik bir ürün kaybına neden olur. Yağmur ve rüzgar hastalığın kolayca bir bitkiden diğerine yayılmasına yol açar. Domateste bakteriyel leke hastalığı *X. campestris* pv. *vesicatoria* etmeni ise domatesin tüm topraküstü organlarında lekeler oluşturur. Yaprak, yaprak sapı, çiçek ve meyvede oluşturduğu lekeler *P. syringae* pv. *tomato*'nun oluşturduğu lekelerden daha büyüktür. Çok sayıda leke yaprağın tamamen kurumasına neden olur. Hastalık erken devrede çıktığında fidelerin ve genç bitkilerin kavrulmasına yol açar. Etmen tohumla ya da bitkiden bitkiye yağmur, rüzgar, böcekler ve mekanik yollarla taşınır. Özellikle fırtınalı yağmurlar, hastalığın hızla yayılmasına neden olur. Bakteri, hastalıklı bitki artıklarında ve toprakta 2-3 yıl yaşayabilir. Üreticiler bu hastalıkların kontrolü için yoğun miktarda pestisit kullanmaktadır. Bu durum gerek ürünlerde kalıntı sorununun yaşanmasına gerekse çevre kirliliğine yol açmaktadır.

Patojenler bitkileri enfekte edebilmek için uygun bir saldırı stratejisi geliştirmişlerdir. Buna karşılık olarak bitkilerde de yaygın bir savunma mekanizması oluşturulmaktadır. Bitkilerin biyotik ve abiyotik bir etmene maruz kalmaları sonucu, bitkide sentezlenerek biriken küçük molekül ağırlığına sahip antimikrobiyal bileşiklere fitoaleksinin adı verilmektedir. Bitkilerin sahip oldukları tek savunma mekanizması fitoaleksinin yolu ile olmamaktadır. Bitkiler yayılan mikroorganizmaları, lignin tipi bileşikler, kalloz, silikon, selüloz, patojene bağlı olarak oluşan proteinler de kullanılan korunma mekanizmalarını oluşturur (Lagrimni ve ark., 1993). Membran reseptörleri ile elisitör moleküller arasındaki ilişki oldukça karmaşık yapıda olan bir tepki vererek gen transkripsiyonu ile sonlanan bir seri olaya öncülük eder. Elisitörlerin meydana getirdiği bir tepki de hücre zarının geçirgenliğinde kalsiyum iyonlarına, protonlara, potasyum iyonlarına ve klorin iyonlarına karşı meydana gelen değişimdir.

Bitkilerde savunma mekanizmasında görev alan çeşitli enzimler sentezlenmekte ve gerekli durumlarda bitkiyi korumaktadır. Strese tepki olarak serbest elektron ve buna bağlı olarak da serbest radikal düzeylerinde belirgin bir artış meydana gelmektedir. Bu enzimlerden savunma mekanizmasının işleyişinde etkin olarak yer alan öncül enzim Peroksidaz'dır. Peroksidaz [EC 1.11.1.7] bitkilerin potansiyel patojenlere karşı savunma reaksiyonlarında rol oynamaktadır. Peroksidaz bitkilerin çoğunda kloroplastlarda sentezlenmektedir (Malolepsa and Urbanek, 1994). Peroksidaz bitkilerde sinnamil grubunun lignine polimerizasyonunu katalizlenmesini sağlar. Lignin hücre çeperinin ana bileşenidir ve bitki dokularına mekanik destek sağlar, bunun yanı sıra ksilemden de bulunur ve patojen saldırılara karşı bitkileri korumakta önemli bir rol oynar (Lagrimni ve ark., 1993). Peroksidaz ayrıca hücre çeperlerinin süberizasyonunu, fenolik polimerlerin birikimini sağlamaktadır (Sherf ve ark., 1993).

Bu çalışmada bitki aktivatörleri yardımıyla domatesin önemli bakteriyel hastalıklarına karşı etkililiğin artırılması, antimikrobiyal kimyasalların gerek biyopreparatlar gerekse bitki aktivatörleriyle kombine edilerek, uyarılan bitki savunma mekanizması enzimlerinde meydana gelen değişikliklerin saptanması ve daha az pestisit ile daha fazla hastalık kontrolünün sağlanması, kontrollü koşullarda en etkili bulunan uygulamaların tarla koşullarında denenerek pratiğe aktarılma olanaklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL VE METOT

Çalışmada materyal olarak seralarda ticari olarak yetiştiriciliği yapılan domates (*Lycopersicon esculentum* L.) fideleri kullanılmıştır. Fideler serada kontrollü koşullar altında ( $25\pm 2$  °C ve 8/16 fotoperiyod) yetiştirilmiş ve 3-4 haftalık fideciklere gerekli uygulamalar yapılmıştır. *In vivo* denemeler, tesadüf parselleri deseni uyarınca, her saksıda 3 bitki olmak üzere, 5 tekrarlı ve kontrol ile birlikte 7 farklı kombinasyon olarak kurulmuştur (Karman, 1971). Saksılar arasında bulaşmaların engellenmesi ve hastalık çıkışını kolaylaştırma amacıyla, saksılar nemlendirilmiş polietilen torbalarla örtülmüştür. Bitki aktivatörlerinin tek başlarına ve antimikrobiyal kimyasallarla birlikte kombine edilerek hazırlanan ilaçlama programı uygulanmıştır. Sera denemelerinde kullanılan preparatlar ve özellikleri Çizelge 1’de görülmektedir.

Çizelge 1. Uygulanan preparatlar ve özellikleri.

Table 1. Applied preparates and characteristics.

Adı Name	Aktif madde ve oranı Active ingredients and rate	Firması Company	Kullanım amacı Aim of application	Doz (100 L su) Doses (100 L water)
Bion	50 WG, acibenzolar-s-methyl	Syngenta	Bitki aktivatörü	10 g/ha
Cupracol	SC, bakır oksiklorit (500 g/L)	Syngenta	Fungisit + Bakterisit	200 mL
Crop-Set	EC, <i>Lactobacillus acidophilus</i> + bitki ekstraktı	Seres (Improcrop)	Bio stimulatör	60 mL

*In vivo* testlerde Çizelge 2’de görülen kombinasyonlar kullanılmıştır. Uygulamalarda, bitkilerin tüm toprak üstü kısımlarının yeterince ıslatılmasına özen gösterilmiştir. Uygulamalar, el pülverizatörü ile yapılmış, önceden yapılan kalibrasyonlara göre, uygulamalarda her saksıya eşit miktarda (50 mL) ilaçlı su püskürtülmüştür.

Çizelge 2. Kombinasyon grupları ve patojenler.

Table 2. Combination groups and pathogens.

Grup no Group number	Kombinasyon grupları Combination groups
1	Kontrol
2	Bion + <i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i>
3	Crop-Set + <i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i>
4	Cupracol + <i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i>
5	Bion + <i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> + Cupracol
6	Bion + <i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i> + Crop-set
7	Bion + <i>X. campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>
8	Crop-Set + <i>X. campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>
9	Cupracol + <i>X. campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i>
10	Bion + <i>X. campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i> + Cupracol
11	Bion + <i>X. campestris</i> pv. <i>vesicatoria</i> + Crop-set

### Bakteriyal etkililik analizi

Stok kültürlerden alınmış 48 saatlik *P. syringae* pv. *tomato* ve *X. campestris* pv. *vesicatoria* bakterileri  $10^8$  cfu/ml yoğunluğunda süspansiyon haline getirilmiştir. Elde edilen süspansiyonlar 8-10 yapraklı domates bitkilerine el pülverizatörü yardımıyla püskürtülmüştür. Daha sonra bitkiler % 80-90 oranında nem sağlayabilmek amacıyla nemlendirilmiş polietilen torbalar içerisine yerleştirilmiştir. İnokulasyondan 5 gün sonra torbalar açılmış ve inokulasyondan 10 gün sonra değerlendirmeler, her bir bileşik yaprakta leke sayımı yapılarak gerçekleştirilmiştir. Analizlerde, SPSS 8.0 for Windows İstatistik Programında Varyans Analizi (ANOVA) kullanılmıştır.

### Ekstraksiyon ve enzim analizi

İlk dozun püskürtülmesini takiben sonraki 2 doz 7'şer gün ara ile püskürtmüştür. Tüm uygulamalar bitirildikten sonra bitkilerin yaprakları kesilerek, sıvı azot içerisinde dondurulup enzim ve protein içeriklerinin kaybolması engellenmiş ve tüm örnekler 24 saat süre ile + 4°C'de liofilizatörde tutularak su içeriklerinin uzaklaştırılması sağlanmıştır. Daha sonra yapraklar Waren blender yardımı ile toz haline getirilmiş ve 0,2 g yaprak 2 mL soğuk sodyum fosfat tamponu (0,05 M, pH 6,5) içerisinde homojenize edilmiştir. (0,05 M, pH 6,5), homojenatlar 20000 g'de, 4 °C'de 15 dakika santrifüjlenmiş ve her örneğin protein konsantrasyonları Bradford (1976)'un yöntemine uygun olarak BSA standardı kullanılarak saptanmıştır. Aynı homojenatlardan peroksidaz enziminin tayini için faydalanılmıştır. Peroksidaz aktivitesinin spektrofotometrik ölçümlerinde Kanner ve Kinsella (1983)'nın metodu kullanılmıştır. Kombinasyon grupları arasındaki farklılığı değerlendirmek amacıyla

yapılan istatistiksel analizlerde, SPSS 8,0 for Windows İstatistik Programında Varyans Analizi (ANOVA) kullanılmıştır.

## SONUÇLAR

### Etkililik sonuçları

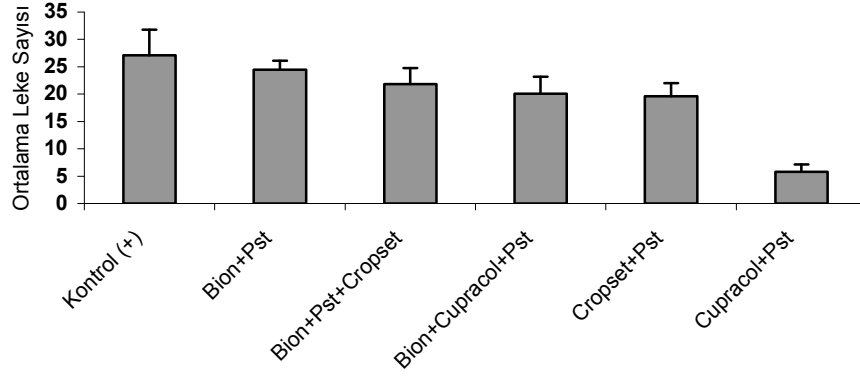
Bakteriyel benek hastalığına karşı etkililik sonuçları Çizelge 3 ve Şekil 1’de görülmektedir. Uygulamalarda yapraklarda etmen tarafından oluşturulan ortalama leke sayısı dikkate alınarak yapılan değerlendirmede 3 farklı grup oluşmaktadır. Yapılan analiz sonucunda % 99 olasılıkla birbirinden farklılık gösteren uygulamalar Çizelge 3’de farklı harflerle gösterilmiştir. Buna göre Bion + *Pst* dışında, Bion + *Pst* + Crop-Set (% 19,6); Bion + Cupracol + *Pst* (% 25,8) ve Crop-Set + *Pst* (% 27,7) uygulamaları arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunamamış ve tüm bu uygulamalar aynı grupta yer almıştır. Bu denemede *P. syringae* pv. *tomato*’ya karşı en iyi etkiyi Cupracol (% 78,6) ilacı göstermiştir.

Çizelge 3. Bakteriyel benek sonuçları (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*).

Table 3. Results of bacterial spot (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*).

Uygulama adı Name of application	Ortalama benek sayısı Mean of spot number	Gruplar Groups	% etki Efficacy %
Kontrol (+)	27.1	A	-
Bion + <i>Pst</i>	24.5	AB	9.6
Bion + <i>Pst</i> + Crop-Set	21.8	AB	19.6
Bion + <i>Pst</i> + Cupracol	20.1	AB	25.8
Crop-Set + <i>Pst</i>	19.6	AB	27.7
Cupracol + <i>Pst</i>	5.8	B	78.6

Duncan’s multiple range test p<0.05



Şekil 1. *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* ortalama benek sonuçlarının grafiksel gösterimi.

Figure 1. Figure is showing mean of spot results of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*.

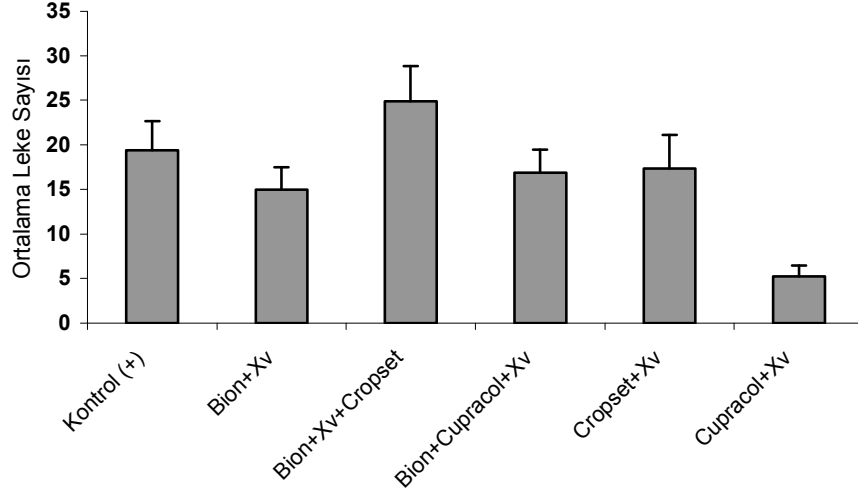
Bakteriyel benek hastalığına karşı etkililik sonuçları Çizelge 4 ve Şekil 2’de görülmektedir. Uygulamalar arasında 3 farklı grup ortaya çıkmaktadır. Bunlar arasında; Bunlar arasında; Bion + Xcv + Crop-Set uygulamasının hastalığı azaltıcı yönde bir etkisi saptanamamıştır. Denenen preparatlar arasında *Xanthomonas campestris vesicatoria*’ya karşı en etkili olanı % 70,0 etkililik oranıyla Cupracol olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Bakteriyel leke sonuçları (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*).

Table 4. Results of bacterial speck (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*).

Uygulama adı Name of application	Ortalama leke sayısı Mean of speck number	Gruplar Groups	% etki Efficacy %
Bion + Xcv + Crop-Set	24,9	A	-28,43
Kontrol (+)	19,4	AB	-
Crop-Set + Xcv	17,4	AB	10,5
Bion + Xcv + Cupracol	16,9	AB	13,0
Bion + Xcv	14,9	AB	23,0
Cupracol + Xcv	5,8	B	70,0

Duncan’s multiple range test p<0.05



Şekil 2. *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* ortalama leke sonuçlarının grafiksel gösterimi.

Figure 2. Figure is showing mean of speck results of *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*.

#### Total protein ve enzim sonuçları

Bakteriyel benek hastalığına karşı, total protein bakımından Bion+Cupracol uygulanmış grup kontrole göre önemli fark göstermekle birlikte Bion ve Bion+Crop-Set uygulanmış gruplarla önemli bir fark göstermemektedir. Peroksidaz enzimi için en iyi aktivite, tek başına Cupracol ve Crop-Set uygulanan gruplarda gözlenmiştir. Total protein ve peroksidaz enzimi bakımından tüm gruplar kontrol grubu ile karşılaştırıldıklarında  $p < 0,05$  seviyesinde istatistiksel açıdan önemli farklılık göstermektedir (Çizelge 5 ve Şekil 3).

Çizelge 5. Total protein ve peroksidaz sonuçları (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*).



Table 5. Results of total protein and peroxidase (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*).

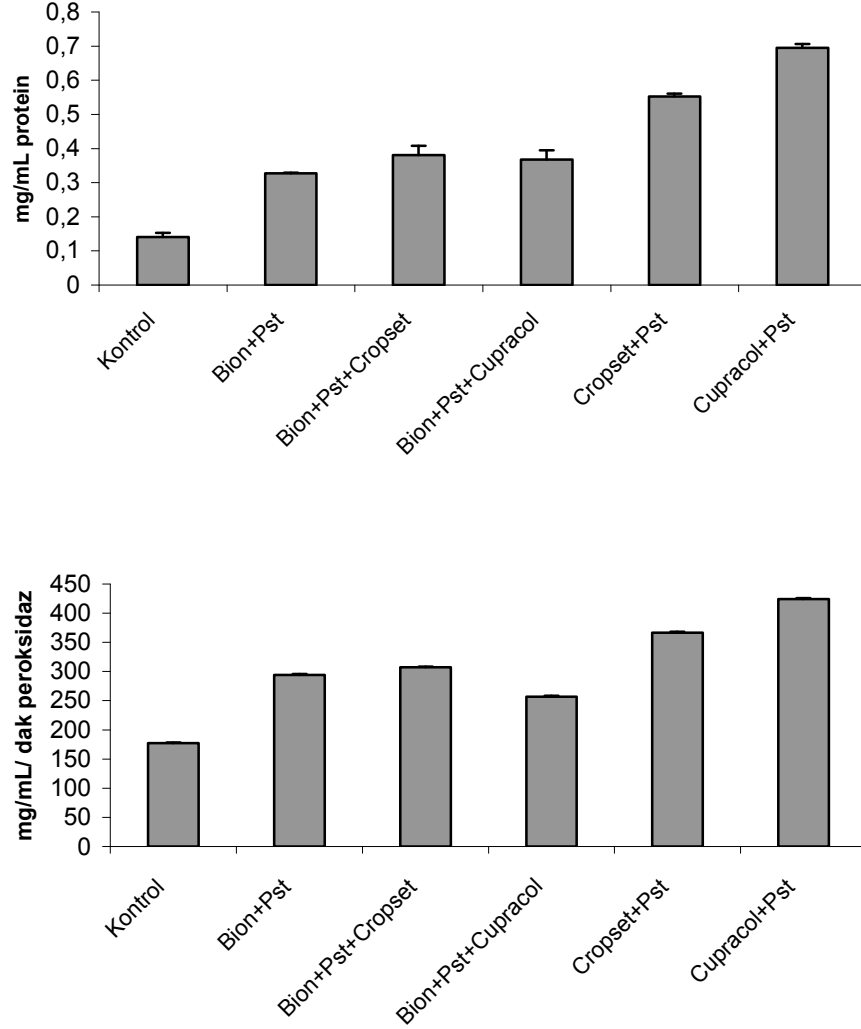
Grup Group	No Number	mg/mL protein (Ort. $\pm$ SS) mg/mL protein (Mean $\pm$ SD)	mg/ ml/ dak enzim (Ort. $\pm$ SS) mg/ ml/ min enzyme (Mean $\pm$ SD)
Kontrol	5	0,141 $\pm$ 0,026	177,0 $\pm$ 2,55
Bion + <i>Pst</i>	5	0,327 $\pm$ 0,003*	294,4 $\pm$ 3,05*
Bion + <i>Pst</i> + Crop-Set	5	0,381 $\pm$ 0,060*	307,4 $\pm$ 2,61*
Bion + <i>Pst</i> + Cupracol	5	0,368 $\pm$ 0,059*	257,0 $\pm$ 3,16*
Crop-Set + <i>Pst</i>	5	0,552 $\pm$ 0,019*	366,6 $\pm$ 3,51*
Cupracol + <i>Pst</i>	5	0,695 $\pm$ 0,025*	424,4 $\pm$ 2,88*

\*  $\alpha$  0.05 seviyesinde istatistiksel olarak önemli (significant at  $\alpha$  0.05).

Bakteriyal leke hastalığına karşı total protein bakımından Bion + Cupracol, Bion + Crop-Set ve yalnızca Crop-Set uygulanmış gruplarla önemli bir fark göstermemektedir. Bakteriyal leke hastalığı için peroksidaz enzimi için en iyi aktivite, tek başına Cupracol uygulanan grupta gözlenmiştir. Uygulanan kombinasyonlardan ise Bion+Crop-Set'in etkili olduğu ve Bion+Cupracol'un önemli derecede etkili olmadığı tespit edilmiştir. Total Protein ve peroksidaz enzimi bakımından tüm gruplar kontrol grubu ile karşılaştırıldıklarında  $p < 0,05$  seviyesinde istatistiksel açıdan önemli farklılık göstermektedir (Çizelge 6 ve Şekil 4).

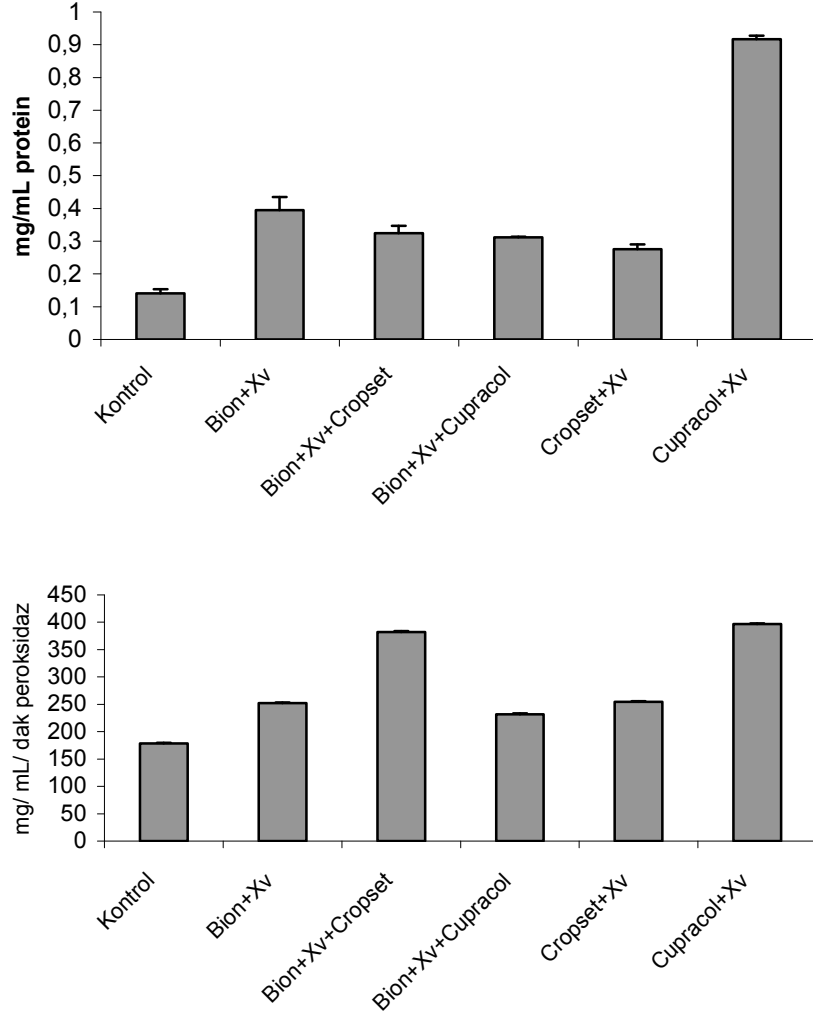
Çizelge 6. Total protein ve peroksidaz sonuçları (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*).Table 6. Results of total protein and peroxidase (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*).

Grup Group	No Number	mg/mL protein (Ort. $\pm$ SS) mg/mL protein (Mean $\pm$ SD)	mg/ ml/ dak enzim (Ort. $\pm$ SS) mg/ ml/ min enzyme (Mean $\pm$ SD)
Kontrol	5	0,141 $\pm$ 0,026	178,4 $\pm$ 3,05
Bion + <i>Xcv</i>	5	0,395 $\pm$ 0,089	352,2 $\pm$ 2,77
Bion + <i>Xcv</i> + Crop-Set	5	0,325 $\pm$ 0,048	382,2 $\pm$ 3,83
Bion + <i>Xcv</i> + Cupracol	5	0,312 $\pm$ 0,005	231,8 $\pm$ 3,27
Crop-Set + <i>Xcv</i>	5	0,276 $\pm$ 0,031	254,6 $\pm$ 2,61
Cupracol + <i>Xcv</i>	5	0,917 $\pm$ 0,024	396,6 $\pm$ 2,88



Şekil 3. *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* total protein ve peroksidaz sonuçlarının grafiksel gösterimi.

Figure 3. Figure is showing results of total protein and peroxidase of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*.



Şekil 4. *Xanthomonas campestris* pv.vesicatoria total protein ve peroksidaz sonuçlarının grafiksel gösterimi.

Figure 4. Figure is showing results of total protein and peroxidase of *Xanthomonas campestris* pv.vesicatoria.

## TARTIŞMA

Günümüze dek tarımsal üretimde bitki hastalıklarına karşı 6 ana korunma yöntemi kullanılmaktaydı. Bunlardan en etkilileri, dayanıklı çeşit, doğru gübreleme ve uygun yetiştirme tekniklerinin seçimi gibi kültürel, biyolojik ve karantina vb. yöntemler ve bir diğeri ise fungusitlerin kullanımı ile hastalıkların önlenmesiydi. Bitki korumada yeni bir yaklaşım ise, bitki aktivatörleri ile ekimden hasata kadar bitki sağlığının aktif hale getirilmesidir (Imoto and Yagishata, 1971; Karman, 1971; Agrios, 1996). Patojenler bitkiye saldırdığı zaman, bitki, hücre duvarı ve mum tabakasının varlığı gibi ya önceden oluşmuş engeller yoluyla, ya infeksiyon bölgesinde hızlı hücre ölümleri ile sınırlanmış savunma bölgesi oluşturarak ya da “sistemik olarak aktive edilmiş dayanıklılık” diğeri bir ifade ile “uyarılmış dayanıklılık” kısaca “SAR” savunma mekanizması ile karşı koymak durumundadır.

Doğada oluşan bu sistemi iyileştirmek ve pratiğe aktarmak için geliştirilen bitki aktivatörleri, bitkideki doğal savunma mekanizması SAR’ı aktive ederek bitkiye korunması için yardımcı olmaktadır. Bitki korumada devrim niteliğindeki bitki aktivatörleri sadece yeni bir etki mekanizması ile yeni bir kimyasal değil aynı zamanda yeni bir teknolojidir ve tarımsal savaşta halen kullanılan yöntemlere tamamlayıcı olarak rol oynamaktadır. Bitki aktivatörlerinin eşsiz özelliklerinden birisi ise, herhangi bir koruyucu kimyasal ile kontrol edilemeyen, örneğin tahıllarda külleme, tütünde mavi küf ve domateste bakteriyel hastalıklar gibi birbirleriyle ilişkili olmayan patosistemlerde çalışmasıdır. İlk bitki aktivatörü, 245 704 kod numaralı bileşiktir. Ülkemizde bitki aktivatörü olarak tek preparat Tega Bion 44 WG (Acibenzolar-S-Methyl+Metalaxyl-M) ismi ile karışım olarak tütünde mildiyö (*Peronospora tabacina*) hastalığına karşı ruhsatlıdır ve bu çalışmamızda kullanılmıştır.

Sistemik olarak aktive edilmiş dayanıklılığın ortaya çıkmasında bazı hastalık oluşumu ile ilişkili (PR) proteinlerin birikimi, domates, hıyar, tütün gibi dikotil bitkilerde çeşitli biyokimyasal çalışmalarla saptanmıştır. Bu PR proteinleri hücreler arasında örneğin patojenin hücreye saldırmadan önce gelişme eğilimi olan alanlarda hakim olarak birikir. Bazı PR proteinleri, fungal veya bakteriyel hücre duvarını bozabilen enzimler olan  $\beta$ -1,3 glukanaazlar ve kitinaazlar olarak karakterize edilmişlerdir (Aiba, 1992; Hirano and Nagano, 1998).

Etkili olmakla birlikte doğal olarak uyarılmış SAR, tarla koşullarında bazı önemli olumsuzluklara sahiptir. Bunlardan ilki, SAR’dan önce gelişen hastalık devam eder ve ilk zarar oluşur. İkinci dezavantaj ise, doğal SAR tüm tarlada uniform olarak değil çok az oluşur. Bitki aktivatörleri ise doğru uygulama zamanları ile beklenen

hastalık gelişiminden önce bitki savunmasını aktive etmekte, sadece tek bitkiyi değil tüm tarlayı aktive etmekte, değişik ürünlerde bir çok patojene karşı uzun süreli koruma sağlamaktadır.

Bitki aktivatörü bitki savunma mekanizmasını aktif hale getirdiğinde, bitki patojen saldırılarına karşı başarılı bir biçimde korunmaya başlar. Ancak fungus ve bakterilere karşı doğrudan etkisi yoktur. Uygulama zamanı çok önem taşımaktadır. Bitki aktivatörleri kullanıldıktan yaklaşık 7 gün sonra tüm savunma mekanizması tam olarak aktive olmaktadır. Bitki aktivatörleri sadece koruma sağladığı ve varolan infeksiyonları kontrol edemediği için, mutlaka hastalık oluşmadan önce uygulanması gerekmektedir. Bitki aktivatörlerini uygulama penceresinin dışında kullanmak da zayıf bir koruma sağlayacaktır. Ayrıca, uygulama sırasında bitkide artan bir hastalık düzeyinin olması da daha düşük bir korumanın gerçekleşmesine neden olacaktır (Anonymous, 1999).

Çalışmamıza dahil edilen ve ülkemizde bitki situmülatorü olarak kullanılan preparat olan Crop-Set' in etki mekanizması salisilik asitin etki mekanizmasına benzemektedir. Crop-Set özetle varolan besin maddelerinden daha iyi yararlanmasını sağlamak için bitkiyi situmule ederek ve hastalıklara ve çevresel strese karşı bitki toleransını oluşturarak ürünün verimini ve kalitesini iyileştirmek amacıyla üretilmiştir. Kök gelişim hızlandırıcıları, vitaminler ve bitki ekstratları ile şelatlanmış gerekli elementler ve bitki reaksiyonunu situmule etmek ve uyarılmış sistemik dayanıklılık (ISR) için maya fermentasyon ekstraktlarını birleştiren doğal bir üründür. Bazı bitki koruma ilaçları ile birlikte kullanıldığında ISR ürünleri fungusitlerin aktiviteilerini iyileştirir, insektisitlerin etkililiğini artırır ve pestisit dayanıklılığının oluşumunun azaltılmasına yardım eder. Crop-Set, kök sistemi ve halum oluşumunu arttırarak ve ürünü patojen saldırılarından daha iyi korumak için ürünü stimule ederek, 3 köklü fosfat maddeleri, salisilik asit ve oxolate'a benzer bir ürün reaksiyonu oluşturmaktadır. Birçok fungusit ile uyumlu olmasına karşın tank karışımlarından önce test edilmelidir. Ayrıca bu ürün yaprak kutikula penetrasyonunu arttıran bitki ekstraktları içeren etkili bir surfaktanttır (Anonymous, 1998).

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar topluca değerlendirildiğinde, bitki aktivatörlerinin bakterisit ve fungusitler ile karışım halinde veya dönüşümlü uygulandıklarında etki yüzdelerinin arttığını ve muhtemelen etki süresinin de uzayabileceğini söyleyebiliriz. Fungisitler fungusa direkt olarak etki ettiğinden hastalıklara karşı daha iyi bir kontrol sağlamaktadır. Aynı ayrı kullanıldıklarında ise, bitki aktivatörleri fungusitlerden önce atılmalıdır. Bitki aktivatörlerinin diğer bir avantajı ise, uygulamadan sonra yeni gelişen tüm yeni bitki kısımlarının da

hastalıklardan korunmasıdır. Sonuç olarak yeni gelişen yapraklar hastalıklara daha az duyarlıdır ve bu yüzden daha sağlıklıdır.

*P. syringae* pv. *tomato* için hastalık etkililik değerlendirmesinde Bion dışında, Bion + Crop-Set (% 19,6); Bion + Cupracol (% 25,8) ve Crop-Set (% 27,7) uygulamaları arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunamamış ve tüm bu uygulamalar aynı grupta yer almıştır. Bu denemede *P. syringae* pv. *tomato*'ya karşı en iyi etkiyi Cupracol (% 78,6) ilacı göstermiştir. Bion + Crop-Set uygulamasının hastalığı azaltıcı yönde bir etkisi saptanamamıştır. *X. campestris* pv. *vesicatoria* için en etkili preparat % 70.0 etkililik oranıyla Cupracol olarak tespit edilmiştir. Bion + Crop-Set uygulamasının hastalığı azaltıcı yönde bir etkisi saptanamamış, fakat tek başına kullanılan Bion'un (% 60,5) uygulamanın başarılı sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Yapılan uygulamalar sonucunda *P. syringae* pv. *tomato* ve *X. campestris* pv. *vesicatoria* bakterileri ile enfekte edilmiş olan bitkilerde savunma tepkisinin bir göstergesi olarak spesifik peroksidaz enzim aktivitesi kontrol grubuna oranla Cupracol uygulamasında sırasıyla % 140 ve % 122, Crop-Set uygulamasında % 107, Bion uygulamasında % 66 ve % 97 artış göstermiştir. Uygulanan kombinasyonlardan en etkili olanları *P. syringae* pv. *tomato* için Bion+Crop-Set % 74 ve *X. campestris* pv. *vesicatoria* için ise Bion+Crop-Set % 114 olarak saptanmıştır. Bitkinin savunma mekanizmasını harekete geçirerek daha az pestisit ile daha fazla etkinin pratikte de elde edilebilmesi için, ümitvar bulunan bu uygulamaların doğal koşullarda da denenmesinin yararlı olacağı kanısındayız.

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Agrios, G. N. 1996. Plant Pathology. Fourth Edition. Academic Press.
- Aiba, S. 1992. A Convenient assay for chitinase that uses partially N-acetylated chitosans as substrates. Carbonhydrate Research, 230: 373-376.
- Anonymous. 1998. Improcrop Ltd. News. Second Edition Vol. 2, June.
- Anonymous. 1999. The Plant Activator. Novartis.
- Bradford, M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry 72: 248-254.
- Hirano, S. and N. Nagano. 1998. Effect of chitosan, petic acid, lysozyme and chitinase on the growth of several phytopathogens. Agric. Biol. Chem. 53: 3065-3066.

- Imoto, T. and K. Yagishata. 1971. A simple activity measurement of lysozyme. *Agricultural Biological Chemistry*, Vol.35 (7): 1154-1156.
- Kanner, J. and J. E. Kinsella. 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. 12 nd. edn. Churchill Livingstone, Edinburgh, London, New York.
- Karman, M. 1971. Bitki koruma araştırmalarında genel bilgiler, denemelerin kuruluşu ve değerlendirme esasları. *Zir. Muc.ve Zir. Kar. Gnl. Mcd.'lugu Yayınları*.
- Lagrimni, L. M., J. Vaughn, W. A. Erb, and S. A. Miller. 1993. Peroxidase over production in tomato: wound induced polyphenol deposition and disease resistance. *Hort.Sci.* 28: 218-221.
- Maleopsa, U. and U. Urbanek. 1994. Changes in peroxidase activity in bean suspension cultures after *Botrytis cinerea* elicitor treatment. *J. of Phytopathology.* 141: 314-322.
- Okabe, C. 1933. Bacterium tomato. *Journal of the Society for Tropical Agriculture, Formosa*, 5: 26-36.
- Sherf, B. A., A. M. Bajar, and P. E. Kollattukudy. 1993. Abolution of an inducible highly anionic peroxidase activity in transgenic tomato. *Plant Physiology.* 101: 201-208.