



Effectiveness of Copper Compounds Against Bean Common Bacterial Blight Disease

Metin Balçık^{1,a}, Kubilay Kurtuluş Baştaş^{2,b,*}

¹Vento Agricultural Company, 42060 Konya, Turkey

²Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Selçuk University, 42031 Konya, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 27/12/2020 Accepted : 13/09/2021</p> <p>Keywords: Bean Copper compound <i>Xanthomonas</i> Eco-friendly Organic</p>	<p>Common bacterial blight (CBB) caused by <i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i> is the most destructive bacterial disease affecting all bean varieties in production areas. In this study, the effectiveness of different copper preparations against CBB disease on dry beans of Alberto variety, which are widely grown in Konya and Afyonkarahisar provinces with different climatic characteristics, were investigated. In field conditions, after 5-week-old bean plants were inoculated with a bacterial suspension of 10^8 CFU mL⁻¹ of high virulent <i>Xap</i> k133 isolate, and subsequently twice every with 5 days intervals after inoculation, copper hydroxide, copper sulphate pentahydrate, copper oxychloride + copper hydroxide and copper oxychloride were applied at the doses recommended by the manufacturers. Disease severity (%) and disease score were evaluated using the 0-9 scale, and the effectiveness of the chemicals was compared with the control plants sprayed with water and determined with the help of the Abbott formula. According to the statistical data obtained, the most effective copper compound was determined by the application of copper oxychloride with 42.59-47.25% efficiency rates, copper sulphate pentahydrate had the lowest efficiency with about 7.69-12.96%. In addition to the negative effects of excessive use of copper in agriculture on the environment and human health, copper-resistant strains develops in bacterial pathogens. In order to determine the most effective copper compounds against CBB disease in dry beans in our country, the effectiveness of used as common compounds have been investigated for the first time and an organic and environmentally friendly sustainable bean production is revealed by using less copper.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(9): 1735-1743, 2021

Fasulye Bakteriyel Adi Yanıklık Hastalığına Karşı Farklı Bakırlı Bileşiklerin Etkililiği

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 27/12/2020 Kabul : 13/09/2021</p> <p>Anahtar Kelimeler: Fasulye Bakırlı bileşikler <i>Xanthomonas</i> Çevre dostu Organik</p>	<p><i>Xanthomonas axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>'nin neden olduğu bakteriyel adi yanıklık (CBB), üretim alanlarında tüm fasulye çeşitlerini etkileyen en tahripkâr bakteriyel hastalıktır. Bu çalışmada, farklı iklim özelliklerine sahip Konya ve Afyonkarahisar illerinde yaygın olarak yetiştirilen Alberto çeşidi kuru fasulye üzerinde CBB hastalığına karşı farklı bakırlı preparatların etkililiği araştırılmıştır. Tarla koşullarında 5 haftalık fasulye bitkileri, yüksek virulent <i>Xap</i> k133 izolatının 10^8 hücre mL⁻¹ konsantrasyonundaki bakteri süspansiyonu ile inokule edilmişler ve inokulasyonlardan sonra 5'er gün arayla 2 kez üretici firmalar tarafından önerilen dozlarda bakır hidroksit, bakır sülfat pentahidrat, bakır oksiklorür + bakır hidroksit ve bakır oksiklorür uygulanmıştır. Hastalık şiddeti (%) ve hastalık skoru, 0-9 skalası kullanılarak değerlendirilmiş ve kimyasalların etkililikleri su püskürtülen kontrol bitkileri ile mukayese edilerek Abbott formülü yardımıyla belirlenmiştir. Elde edilen istatistikî verilere göre, en etkili bakırlı preparat %42,59–47,25 etkililik oranlarıyla bakır oksiklorür uygulaması ile tespit edilmiş, bakır sülfat pentahidrat ise %7,69–12,96 oranları ile en düşük etkililiğe sahip olmuştur. Tarımda aşırı miktarda bakır kullanımının çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin yanı sıra bakteriyel patojenlerde bakıra dirençli ırklar gelişmektedir. Ülkemizde kuru fasulyede CBB hastalığına karşı en etkili bakırlı preparatın belirlenmesi amacıyla yaygın kullanılan preparatların etkililiği ilk kez araştırılmıştır ve elde edilen bulgular ile daha az bakır kullanılarak organik ve çevre dostu sürdürülebilir bir fasulye üretimi yapılabileceği düşünülmektedir.</p>

^a metinbalcik10@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0003-1646-3177>

^b kbastas@selcuk.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-2367-1849>



Giriş

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), yemeklik dane baklagiller arasında çeşitlilik bakımından en zengini olup yüksek protein içeriği ve insan beslenmesindeki önemi nedeniyle tercih edilen ve yüksek tüketime sahip bitkisel ürünlerden biridir (Sat, 1997). Ülkemizde üretimi yapılan fasulyelerin büyük çoğunluğu *Phaseolus vulgaris* türü içerisinde yer almaktadır (Anonim, 2008). Yetiştirilme koşullarına ve çeşide bağlı olarak kuru fasulyelerin protein oranları %17–35 arasında değişim göstermekte ve fosfor, demir, B1 vitamini ve diyet lifi bakımından da oldukça zengin bir kaynaktır (Robinson, 1987; Steel ve ark., 1995; Saikia ve ark., 1999; Njintang ve ark., 2001; Anonim, 2007).

Dünyada toplam 126 ülkede yetiştiriciliği yapılan kuru fasulye, Asya ve Amerika kıtasında son 10 yılda %12 artış göstererek 29 milyon hektar düzeyine ulaşmıştır. Üretimde ise verimlilikten dolayı 5 milyon ton ile Myanmar ilk sırada yer almaktadır ve bunu sırasıyla Hindistan (4 milyon ton), Brezilya (2,6 milyon ton) izlemektedir (Anonim, 2018). Türkiye’de 2017 yılı üretim döneminde 89,8 bin hektardan 235 bin ton kuru fasulye alınmış olup, bunun %65,2’si İç Anadolu Bölgesi’nden elde edilmiştir. Konya ili kuru fasulye üretim miktarı 70 bin ton olup, tek başına Türkiye üretiminin %30’unu karşılamıştır (Anonim, 2018a).

Fasulye bitkisinin verim ve kalitesini olumsuz etkileyen, en önemli bakteriyel hastalıklardan birisi olan *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*’nin neden olduğu bakteriyel adi yanıklık hastalığı, fasulye üretimi yapılan tüm ülkelerde görülebilmektedir (Singh ve Munoz, 1999; Hsieh ve ark., 2005). Etmen, daha çok ılık ve nemli koşullarda enfeksiyon yaparken 28°C civarında sıcaklıkta epidemiy oluşturmaktadır (Hall, 1994). Hastalığın ana konukçusu *Phaseolus vulgaris* olmakla birlikte *P. lunatus*, *Vigna aconitifolia* ve *V. radiata* dahil diğer baklagil türleri doğal olarak enfekte edilmektedir (Bradbury, 1986). Tek bir bitkinin inokulum kaynağı olarak çevresinde 8 m²’den daha fazla alanı bulaştırabileceği ve böylece etmenin 1/10.000 oranındaki enfeksiyonlarının bile şiddetli epidemiy meydana getirebilmesi için yeterli olabileceği düşünülmektedir (Burkholder, 1930; Zaumayer ve Thomas, 1957). Etmen için primer enfeksiyon kaynağı enfekteli tohumlar ve bitki artıkları olup, sekonder enfeksiyonlar ise yağmur damlları, rüzgâr, böcekler ve yağmurlama sulama ile olmaktadır.

Bitki tohumları ile taşındığı belirlenen ilk bakteriyel patojen *X. a. pv. phaseoli*’nin 15 yıl fasulye tohumlarında canlılığını sürdürdüğü belirlenmiştir (Agarwal ve Sinclair, 1997). Patojen, yoğun enfeksiyonlarda %15-54 oranlarında ürün kayıplarına sebep olabilmektedir (Wallen ve Jackson, 1975; Yoshi ve ark., 1976; Hagedorn ve Inglis, 1986; Saettler, 1994; Opio ve ark., 1996; Singh ve Munoz, 1999; Harikrishnan ve ark., 2006).

Hastalık belirtileri öncelikle yapraklarda ıslak görünümlü alanlar şeklinde başlar, daha sonra bunlar genişleyerek nekrotik alanlar ve etraflarında limon sarısı ince bir hale oluşumu gözlenir. Meyvedeki belirtiler, genellikle dairesel, hafif çökük ve koyu kırmızı-kahve renkte olup, etrafında kiremit kırmızısı renginde sınır oluşur. Meyvelerin gelişme dönemine bağlı olarak meydana gelen lezyonların şekli ve büyüklüğü değişmekte,

yüksek nemli şartlar altında lezyonlar açık sarı bakteriyel eksudat ile kaplanmaktadır. Gövdelerdeki lezyonlar koyu kırmızı olup, lezyonlar kuşak gibi gövdeyi sararak gövde kırılmalarına neden olabilir. Patojen, tohum kabuğu ya da hilumda bulunmakta ve beyaz renkli fasulye tohumlarında sarımsı kahverenkli lekelemelere neden olmaktadır. Şiddetli enfeksiyonlarda tohumlar büzüşmekte, düşük çimlenme özelliği göstermektedir (Soylu ve Şahin, 2019).

Etmenin mücadelesinde bakırlı bileşikler ve streptomisin bir ölçüde başarı sağlayabilmektedir (Öztürk, 2014). Araştırmalar sonucu streptomisin insan ve çevre sağlığı açısından olumsuz etkileri, meyvede toksik kalıntılardan endişelenilmesi, antibiyotige dayanıklı bakteriyel ırkların oluşumu ve faydalı bakterilere karşı olumsuz etkileri nedeni ile uygulamalar sınırlandırılmıştır. Ayrıca antibiyotiklerin belirtilen bu özellikleri sebebiyle ülkemizde ve dünyanın birçok ülkesinde kullanımı yasaklanmıştır (Saygılı ve ark., 2008).

Dünya genelinde hastalığın mevcut kimyasal mücadele programları içerisinde farklı özellikli bakırlı preparatlar kullanılmaktadır. Bakırlı preparatlara kısa sürede dayanıklılık kazanımı ve bu nedenle etkililiklerini kaybetmeleri, faydalı bakterilere olan zararları ve fitotoksinite gibi önemli birçok soruna neden olmaları açısından hastalığa karşı bakırlı bileşiklerin etkili olanlarının az sayıda kullanılmaları önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada, fasulyede önemli kayıplara neden olan bakteriyel adi yanıklık hastalığının mücadelesi için farklı iklimsel özelliklere sahip iki ilde ve tarla koşullarında etkili bakırlı preparatın belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece ekonomik ve az sayıda ilaçlamayla ekolojik dengeye en az zararlı bakırlı uygulamaların, üretici ve tüm faydalanıcılara maksimum fayda sağlaması hedeflenmiştir.

Materyal ve Metot

Deneme Materyali

Konya’nın Çumra ilçesine bağlı Fethiye mahallesinde ve Afyonkarahisar’ın Sandıklı ilçesine bağlı Hırka mahallesinde bulunan üretici tarlalarında gerçekleştirilen çalışmada, İç Anadolu bölgesinde yaygın ekimi yapılan Alberto çeşidi kuru fasulye tohumları kullanılmıştır. Alberto çeşidi, vejetasyon süresi 110–120 gün, bitki boyu 60-70 cm, yarı sarılcı, sülüklü, bakla açılması olmayan, çiçek rengi beyaz, dermason tipinde, bakla şekli düz ucu kıvrık, dekara verimi 280-300 kg olan bir kuru fasulye çeşididir (Altunkaynak, 2018).

Denemelerde kullanılan *X. a. pv. phaseoli* (*Xap* k133) izolatu Selçuk Üniv. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Moleküler Bakteriyoloji Laboratuvarı Kültür Koleksiyonundan ve referans izolat (*Xap* 35) Prof. Dr. Recep Kotan, Atatürk Üniversitesi ‘den temin edilmiştir. *Xap* k135 izolatu, 2014 yılında Konya ili fasulye ekiliş alanlarından elde edilmiş ve Osdaghive ark. (2009)’ e göre yapılan patojenisite testlerinde, hassas kuru fasulye çeşidi Aras 98 üzerinde %84 oranında virülensliğe sahip olduğu belirlenmiştir.

Denemelere konu olan ve fasulye ekiliş alanlarında yaygın olarak kullanılan farklı bakırlı preparatların içerikleri, uygulama dozları ve uygulama şekli Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemelerde kullanılan bakırlı bileşikler, formülasyon tipleri, uygulama şekli ve kullanım dozları (100 L su)
Table 1. Copper compounds used in the trials, formulation types, application methods and used doses

Kimyasal	İçerik	Formülasyon	Uygulama	Doz
Bakır Sülfat Pentahidrat	65.82 g / L MBE*	SC	Yaprak	200 ml
Bakır Hidroksit	%53.8 (%35 MBE)	WG	Yaprak	200 g
Bakır Oksiklorür	700 g / L MBE	SC	Yaprak	200 ml
Bakır Hidroksit + Bakır Oksiklorür	%14 bakır hidroksit+%14 bakır oksiklorür	WG	Yaprak	200 g

*MBE: metalik bakıra eşdeğer

Denemelerin Yürütüldüğü Farklı Lokasyonlara Ait İklim Verileri

Farklı iklim özelliklerine sahip olan Konya'nın Çumra ve Afyonkarahisar'ın Sandıklı ilçelerine ait 2 lokasyonun meteorolojik verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilmiştir (Çizelge 2).

Deneme Deseni ve Toprak Analizleri

Denemeler, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Her blok 5 parselden oluşmuş bu parsellerin 4'ünde bakırlı bileşikler kullanılırken, kontrol parselde saf su kullanılmıştır. Parseller, 250 cm en ve 300 cm uzunlukta olmak üzere 7.50 m² alana sahip olmuşlardır. Alberto çeşidi kuru fasulye tohumları 4 cm ekim derinliğine ekilmişler (26.05.2018), her parselde 5'er sıra ve sıralararası 50 cm, sıra üzeri 10 cm olarak dizayn edilmiştir. Parseller arası 50 cm ve bloklar arası 200 cm ve parsellerdeki bitki sayısı ortalama olarak 180 adet olmuştur. Kenar etkilerini ortadan kaldırmak için parsellerin ortasındaki 100'er bitki değerlendirilmiştir.

Çalışmamızın yürütüldüğü Konya ili Çumra ilçesi ve Afyon ili Sandıklı ilçesine ait tarlaların toprak analizleri,

AK-KO Tarımsal Analiz Laboratuvarına yaptırılmıştır. Konya ili Çumra ilçesinde denemelerin yürütüldüğü tarlaların toprağı kumlu-tınlı bir bünyeye sahip olup, organik madde içeriğı düşük (%1,73) seviyededir. Kireç bakımından yüksek düzeyde olan toprak (%37,43), alkali karakterde (pH = 7,93) olup, tuzluluk (%0,02) düzeyi çok düşüktür. Afyon ili Sandıklı ilçesinde denemelerin yürütüldüğü tarlaların toprağı kumlu-tınlı bir bünyeye sahip olup, organik madde içeriğı düşük (%1,45) seviyededir. Kireç bakımından yüksek düzeyde olan toprak (%35,78), alkali karakterde (pH = 7,96) olup, tuzluluk (%0,02) düzeyi çok düşüktür. Her iki toprakta mevcut bulunan besin elementleri içerikleri Çizelge 3'de verilmiş olup toprak, fosfor, demir, çinko ve mangan açısından zayıf içerikli olduğu görülmüştür. Ayrıca denemelerin kurulduğu her iki ilde arazi toprağına homojen şekilde DAP gübresi (15 kg/da) atılmıştır. Bitkilerin ihtiyacına bağlı olarak toplam 5 defa sulama ve bitkilerin ilk gelişme dönemlerinde yabancı otlarla mücadele etmek ve toprağın havalanmasını sağlamak amacıyla 2 defa çapalama işlemi yapılmıştır.

Çizelge 2. Denemenin yapıldığı Konya ili Çumra ilçesi ve Afyon ili Sandıklı ilçesi için 2018 yılına ait meteorolojik veriler (Anonim, 2018b).

Table 2. Meteorological data for Çumra district of Konya province and Sandıklı district of Afyon province where the trials were conducted in 2018 year (Anonymous, 2018b).

Parametre	Aylar*											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Çumra / KONYA												
Ortalama Nispi Nem (%)	77,2	63,8	49,8	42,2	53,6	47,3	37,9	35,6	37,9	59,7	72,2	86,9
Ortalama Maksimum Nispi Nem (%)	88,0	83,6	74,2	68,9	80,0	73,7	61,8	58,1	60,2	83,0	91,3	99,0
Ortalama Minimum Nispi Nem (%)	57,3	34,9	24,1	18,7	23,3	21,3	17,8	15,9	18,2	29,6	46,1	66,4
Ortalama Sıcaklık (°C)	1,9	6,5	10,9	14,3	17,7	21,1	24,4	23,8	19,9	13,6	7,8	3,4
Maksimum Sıcaklık (°C)	13,6	19,5	25,0	27,8	30,3	34,2	34,9	35,9	34,5	27,2	21,1	14,6
Minimum Sıcaklık (°C)	-1,6	1,3	4,4	6,7	11,1	14,0	17,2	16,0	12,4	6,8	2,7	0,0
Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	6,6	13,5	18,4	22,1	25,6	28,9	32,0	31,8	28,3	22,0	14,3	8,1
Ortalama Minimum Sıcaklık (°C)	-1,6	1,3	4,4	6,7	11,1	14,0	17,2	16,0	12,4	6,8	2,7	0,0
Toplam Yağış (mm=kg÷m ²) OMGİ	73,2	14,0	50,4	9,0	52,0	68,2	10,2	0,6	1,2	37,8	27,2	99,2
Sandıklı / AFYON												
Ortalama Nispi Nem (%)	78,9	76,0	67,9	59,3	69,5	67,2	56,1	55,3	52,9	67,7	73,3	85,7
Ortalama Maksimum Nispi Nem (%)	99,0	99,0	97,0	97,0	99,0	100,0	98,0	97,0	97,0	97,0	98,0	99,0
Ortalama Minimum Nispi Nem (%)	32,0	17,0	16,0	13,0	18,0	13,0	15,0	14,0	11,0	14,0	12,0	31,0
Ortalama Sıcaklık (°C)	3,1	5,5	8,6	12,3	15,4	18,5	22,2	22,6	18,6	12,8	7,4	2,5
Maksimum Sıcaklık (°C)	13,9	17,6	21,4	27,1	30,0	32,3	33,3	35,9	34,0	26,7	24,6	13,6
Minimum Sıcaklık (°C)	-7,3	-5,9	-2,6	-3,0	1,8	6,0	9,9	8,3	5,1	-2,2	-5,4	-10,6
Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	8,8	11,6	15,4	22,1	24,4	27,3	30,8	31,5	27,8	22,3	14,8	7,1
Ortalama Minimum Sıcaklık (°C)	-2,3	0,2	2,7	2,6	7,7	10,4	13,2	13,6	9,5	5,2	1,3	-1,1
Toplam Yağış (mm=kg÷m ²) OMGİ	41,5	35,3	75,1	7,7	95,7	109,4	29,1	56,0	5,8	51,7	35,5	75,5

*1: Ocak, 2: Şubat, 3: Mart, 4: Nisan, 5: Mayıs, 6: Haziran, 7: Temmuz, 8: Ağustos, 9: Eylül, 10: Ekim, 11: Kasım, 12: Aralık

Çizelge 3. Denemelerin yürütüldüğü arazilerin toprak özellikleri; A. Konya ili Çumra ilçesi, B. Afyon ili Sandıklı ilçesi
Table 3. Soil properties of the land where the trials were conducted; A. Çumra district of Konya province, B. Sandıklı district of Afyon province

Analizin Yapıldığı Yer: Ak-Ko Tarımsal Analiz Lab.						
İl-İlçe		Konya-Çumra		Afyon-Sandıklı		
Köy-Mahalle		Fethiye Mahallesi		Hırka Mahallesi		
ALAN (Da)		100 Da		100 Da		
Ekilecek Bitki		Fasulye		Fasulye		
Rapor Tarihi		05.02.2018		13.03.2018		
Analiz Adı	Birimi	Metot	Sonuçlar	Yorumlar	Sonuçlar	Yorumlar
Ph	-	Saturasyon	7,93	H. Alkali	7,96	H. Alkali
EC	mmhos/cm	Saturasyon	0,75		0,73	
Kireç	% CaCO ₃	Scheibler	37,43	Çok Fazla	35,78	Çok Fazla
Organik Madde	% O. M.	Walkley-Black	1,73	Az	1,45	Az
Bünye	%	Saturasyon	38,40	Kumlu-Tınlı	40,69	Tınlı
Toplam Tuz	% Tuz	Saturasyon	0,02	Tuzsuz	0,02	Tuzsuz
Fosfor (P ₂ O ₅)	kg/da	Olsen	3,75	Az	5,20	Az
Potasyum (K ₂ O)	kg/da	A.Asetat	44,89	Yeterli	49,745	Yeterli
Kalsiyum	mg/kg	A.Asetat	3947,50	Fazla	4145,50	Fazla
Magnezyum	mg/kg	A.Asetat	243,80	Yeterli	254,23	Yeterli
Sodyum	mg/kg	A.Asetat	-	-	-	-
Demir	mg/kg	DTPA	0,81	Az	0,92	Az
Çinko	mg/kg	DTPA	0,26	Az	0,22	Az
Mangan	mg/kg	DTPA	1,43	Az	5,06	Az
Bakır	mg/kg	DTPA	0,45	Yeterli	0,43	Yeterli

Patojenin İnokulasyonu

Virüent Xap k133 kodlu *X. a. pv. phaseoli* izolatu, Nutrient Agar (NA, Merck) besiyerinde geliştirilen 48 saatlik taze kültürlerden hazırlanan bakteriyel süspansiyonlar spektrometrede 10⁸ hücre ml⁻¹ (OD: 660 nm, 0.15, Eppendorph Biophometer plus) konsantrasyonda hazırlandıktan sonra 5 haftalık fasulye bitkilerine (20-25 cm boyda ve 8-10 yapraklı) basınçlı el pülverizatörü ile püskürtme yöntemi ile inokule edilmiştir. Kontrol bitkileri için steril saf su kullanılmıştır (Dursun ve ark., 2002; Osdaghi ve ark., 2009).

Bakırlı Preparatların Uygulanması

Konya'nın Çumra ilçesine bağlı Fethiye mahallesindeki ve Afyonkarahisar'ın Sandıklı ilçesine bağlı Hırka mahallesindeki tarlalardaki bakteri inokulasyondan 5 gün sonra ilk ilaçlamalar (Bakır Sülfat Pentahidrat, Bakır Hidroksit, Bakır Oksiklorür, Bakır Hidroksit + Bakır Oksiklorür) ve bundan 7 gün sonra ikinci ilaçlamalar basınçlı sırt pülverizatörü ile gerçekleştirilmiştir.

Patojenin re-izolasyonu ve Tanısı

Hastalık belirtisi gösteren ve kontrol fasulye bitkilerinden izolasyonlar Yeast Dextrose Calcium Carbonat Agar (YDCA) besiyeri kullanılarak yapıldıktan sonra, etmenin tanısı biyokimyasal [Gram reaksiyon testi, King B besiyerinde fluoressan pigment üretimi, MXP besiyerinde gelişim, katalaz testi, levan oluşumu, oksidaz, esculin hidrolizi, 35°C'de gelişim, cystein'den hidrojen sülfid (H₂S) oluşumu, tütünde aşırı duyarlılık (Hipersensitif Reaksiyon, HR)] testleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca etmene spesifik X4e ve X4c primerleri kullanılarak PCR testi ile tanı desteklenmiştir. PCR testinde, DNA çoğaltmak amacıyla kullanılan termocyclers cihazında,

94°C'de 3 dk (1 döngü), 94°C'de 1 dk, 65°C'de 1 dk ve 72°C'de 2 dk (35 döngü), 72°C'de 5 dk (1 döngü) protokolü uygulanmış, elde edilen amplifiye ürünler %1,5'lük agaroz jelde elektroforez yöntemi ile ayrıştırılarak transilluminatörde (Vilber Lourmat) bant varlığı görüntülenmiş ve Biolab, Quantity One Imaging and Analysis PDQest 2-D Gel Analysis Software (User Guide for Version 4.1 Windows) programında değerlendirilmiştir (Audy ve ark., 1994; Sambrook ve ark., 1989; Schaad ve ark., 2001).

Hastalık Değerlendirmesi

Fasulye bitkilerinin bakteri inokulasyonundan sonra, simptom gelişiminin durduğu 30. günde oluşan hastalık simptomları ve hastalık şiddeti skoru 0-9 skalasına (0= Leke yok, 1= %1, 2=%2-5, 3=%6-10, 4=%11-15, 5=%16-30, 6=%31-50, 7=%51-75, 8=%76-85, 9=%>85, Ararsa ve ark., 2018) göre değerlendirilmiş, yüzde hastalık şiddeti Townsend ve Heuberger (1943) formülü kullanılarak belirlenmiştir. Buna göre;

$$\text{Hastalık Şiddeti (\%)} = \frac{\sum (n \times V / Z \times N) \times 100}{N}$$

n : skalada farklı hastalık derecesine giren bitki sayısı,
V : skala değeri, Z: en yüksek skala değeri,
N : gözlem yapılan toplam bitki sayısı

Denemede kullanılan kimyasalların etkililiği aşağıda verilen Abbott formülüne (Abbott, 1925) göre belirlenmiştir.

$$\text{Kimyasalların Etkililiği (\%)} = \frac{(K - M / K) \times 100}{K}$$

K = Kontrol bitkilerdeki hastalık şiddeti (%),
M = Uygulama yapılan bitkilerdeki hastalık şiddeti (%)

İstatistiksel Analizler

Çalışmada elde edilen veriler SAS 9.1.3 ve Minitab 16 ile varyans analizine (ANOVA) tabi tutularak Tukey çoklu karşılaştırma testi ile uygulamalar arasındaki farklılıklar $P \leq 0,01$ seviyesinde önemli düzeyde belirlenmiştir.

Araştırma Sonuçları

Konya'nın Çumra ilçesine bağlı Fethiye mahallesinde ve Afyonkarahisar'ın Sandıklı ilçesine bağlı Hırka mahallesinde üretici tarlalarında gerçekleştirilen çalışmada, Alberto kuru fasulye çeşidinde, bakteriyel adi yanıklık hastalığına neden olan *X. a. pv. phaseoli* etmenine karşı 4 farklı bakırlı ticari preparatın etkililikleri değerlendirilmiştir.

Denemelerde, bakır sülfat pentahidrat, bakır hidroksit + bakır oksiklorür, bakır hidroksit, bakır oksiklorür

uygulamaları hastalık şiddetini azaltmada, Konya ili Çumra ilçesinde sırasıyla %12,96, 31,48, 40,74 ve 42,59 ve Afyon ili Sandıklı ilçesinde ise sırasıyla %7,69, 36,26, 43,96 ve 47,25 oranlarında etkililiğe sahip olmuşlardır (Çizelge 4 ve Şekil 3).

İki farklı iklim özelliklerine sahip lokasyonda yüzde hastalık şiddeti bakımından paralellik gösteren sonuçlar fasulyede *X. a. pv. phaseoli*'ye karşı en etkili bakırlı preparatın, bakır oksiklorür olduğunu göstermiştir.

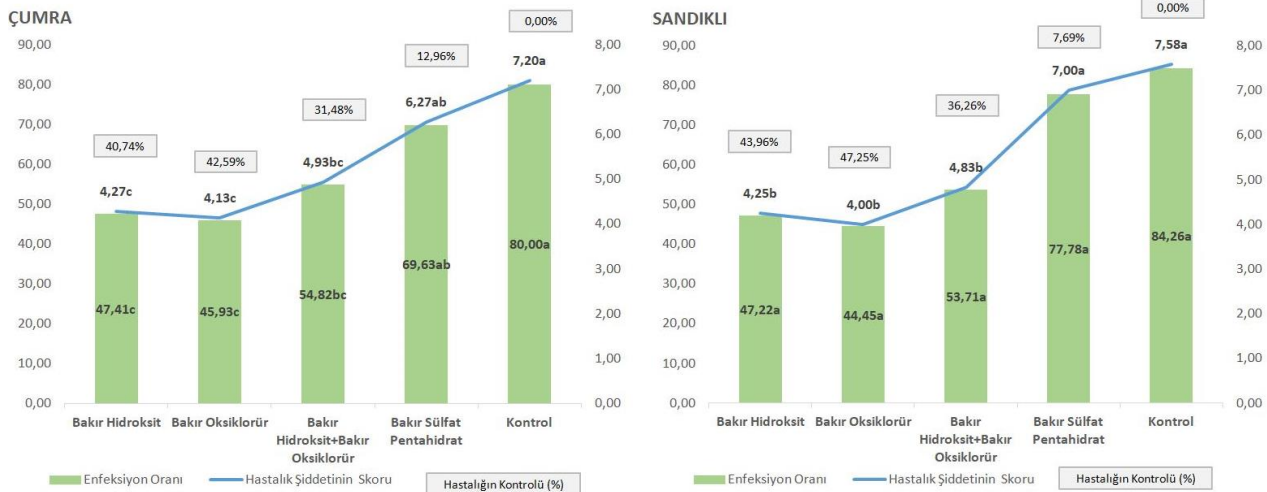
Toprak özellikleri birbirine çok yakın olan iki farklı bölgede iklimsel duruma bağlı olarak hastalık şiddetlerinde ve kimyasalların etkililik düzeylerinde farklılıklar belirlenmiştir. Ancak her iki bölgede de hastalığa karşı etkili kimyasalın değişmediği tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre; bakır sülfat pentahidrat formülasyonu tüm denemelerde en düşük etkiye sahip olmuştur.

Çizelge 4. Konya İli Çumra İlçesi ve Afyon İli Sandıklı İlçesinde bakteriyel adi yanıklık hastalığına karşı farklı bakırlı bileşikler uygulanmış cv. Alberto kuru fasulye bitkilerinde hastalık şiddet skoru, enfeksiyon oranı ve kimyasalların etkililiği

Table 4. Disease severity score, infection rate and effectiveness of the chemicals in cv. Alberto dry bean plants treated by different copper compounds against common bacterial blight disease in Çumra District of Konya Province and Sandıklı District of Afyon Province

İl	Uygulamalar	Hastalık Şiddetinin Skoru	Enfeksiyon Oranı	Kimyasalın Etkililiği (%)
Konya	Bakır Hidroksit	4,27 ^c	47,41 ^c	40,74
	Bakır Oksiklorür	4,13 ^c	45,93 ^c	42,59
	Bakır Hidroksit+Bakır oksiklorür	4,93 ^{bc}	54,82 ^{bc}	31,48
	Bakır Sülfat Pentahidrat	6,27 ^{ab}	69,63 ^{ab}	12,96
	Kontrol	7,2 ^a	80,00 ^a	--
Afyon	Bakır Hidroksit	4,25 ^b	47,22 ^b	43,96
	Bakır Oksiklorür	4 ^b	44,45 ^b	47,25
	Bakır Hidroksit+Bakır Oksiklorür	4,83 ^b	53,71 ^b	36,26
	Bakır Sülfat Pentahidrat	7,00 ^a	77,78 ^a	7,69
	Kontrol	7,58 ^a	84,26 ^a	--

*Bir sütunda aynı harfle verilen ortalamalar, Duncan'ın Çoklu Aralık Testine göre $P \leq 0,01$ 'te birbirinden önemli ölçüde farklı değildir.

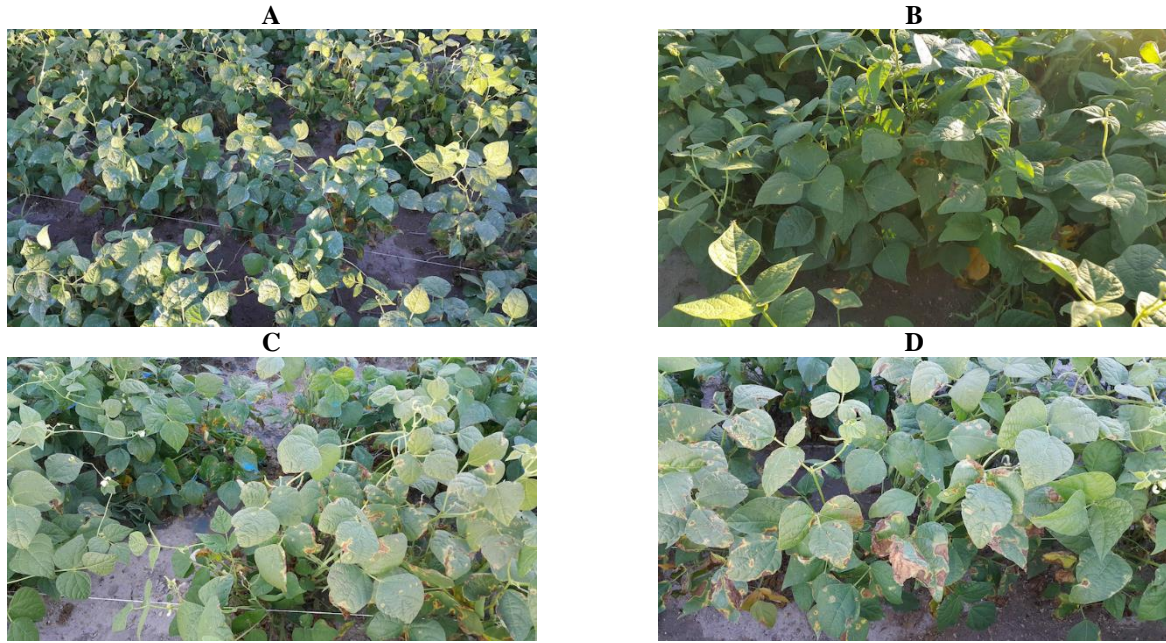


A

B

Şekil 1. Farklı bakırlı bileşiklerin fasulye bakteriyel adi yanıklık hastalığına karşı kullanımları ile elde edilen hastalık şiddetleri, hastalık skorları ve kimyasalların etkililiği A. Konya ili Çumra ilçesine ait elde edilen veriler, B. Afyon ili Sandıklı ilçesine ait elde edilen veriler

Figure 1. The disease severity, disease scores and the effectiveness of the chemicals obtained by the use of different copper compounds against common bacterial blight disease A. Data obtained from Çumra district of Konya, B. Data obtained from Sandıklı district of Afyon province



Şekil 2. Fasulye bakteriyel adi yanıklık hastalığına karşı kullanılan bakırlı bileşiklerin uygulamaları ile bakteriyel inokulasyondan sonra 30. günde belirlenen makroskobik belirtiler, A. Bakır oksiklorür uygulaması, B. Bakır hidroksit uygulaması, C. Bakır oksiklorür+Bakır hidroksit uygulaması, D. Kontrol bitkiler (sadece *X. a. pv. phaseoli* inokule edilen)

Figure 2. Macroscopic symptoms determined with the application of copper compounds used against bean bacterial common blight disease at 30th days after bacterial inoculation, A. Copper oxychloride application, B. Copper hydroxide application, C. Copper oxychloride+Copper hydroxide application, D. Control plants (only *X. a. pv. phaseoli* inoculated)

Çizelge 5. Enfeksiyon sonrası re-izolasyonu yapılan *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* izolatlarının tanısı
Table 5. Diagnosis of *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* isolates re-isolated after infection

Testler	Referans izolat (Xap 35)	Re-izolasyon sonucu elde edilen izolatlar
Gram reaksiyon	-	-
King B besiyerinde fluoresan pigment üretimi	-	-
MXP besiyerinde gelişim	+	+
Oksidaz reaksiyonu	-	-
Esculin hidrolizi	+	+
Katalaz reaksiyonu	+	+
35 °C'de gelişim	+	+
Cystein'den H ₂ S oluşumu	+	+
Tütünde HR	+	+
PCR (X4c ve X4e primeleri ile 730 bp fragment oluşumu)	+	+

Alberto çeşidine ait fasulye bitkilerinde oluşan nekrotik lekelerin oluşumundan sonra ve hastalık değerlendirmelerinden önce hastalığın *X. a. pv. phaseoli* tarafından oluştuğunu doğrulamak ve Koch postülatlarını yerine getirmek amacıyla tekrar bakteriyel izolasyonlar yapılmıştır. Audy ve ark. (1994) ve Schaad ve ark. (2001)'e göre yapılan izolasyon ve tanılama testleri sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir. Buna göre, uygulama yapılan ve kontrol bitkilerde görülen hastalık belirtilerinin nedeni etmen *X. a. pv. phaseoli* olarak tanımlanmıştır.

Tartışma

Fasulyede üretim kalitesini olumsuz etkileyen en önemli bakteriyel hastalıklardan biri olan *X. a. pv. phaseoli*'nin neden olduğu bakteriyel adi yanıklık hastalığı fasulye üretimi yapılan bütün ülkelerde görülebilmekte ve önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Hsieh ve ark., 2005).

Hastalığın, Kanada'da 1971-1972 yılları arasında %38 verim kaybına neden olduğu (Wallen ve Jackson, 1975), Yoshi ve ark., (1976)'nın yaptıkları çalışmada, doğal olarak enfekteli alanlarda hastalığın %22 oranında zarar oluşturduğu ve Meksika'da iki farklı lokasyonda yapılan bir çalışmada ise hastalığın %37 yoğunlukta olduğu, yoğun yağışlardan sonrada hastalık yoğunluğunda ve şiddetinde artış meydana geldiği belirlenmiştir (Diaz-Plaza ve ark., 1991). Pedroza ve ark. (1994) yoğun enfeksiyonlarda yaklaşık olarak %53'lik hastalık şiddeti ve %20 ürün kaybı meydana geldiği saptamışlardır. Ito ve ark. (1997), Sao Paulo'da fasulyenin yoğun olarak yetiştirildiği alanlarda yapmış olduğu çalışmalarda toplanan fasulye örneklerinin %5,3-30,6 arasında etmen ile bulaşık olduğunu saptamışlardır. Harikrishnan ve ark., (2006), Kuzey Dakota Bölgesi'nde 2003-2005 yılları arasında yaptıkları surveylerde 250 kuru fasulye tarlasının tamamının *X. a. pv. phaseoli* ile bulaşık olduğunu ve 3 yıllık ortalamalar

sonucunda toplanan örneklerin %54'ünün *X. a. pv. phaseoli* ile bulaşık olduğunu bildirmişlerdir. Güney Afrika'da tohumluk üretimi yapılan 682 ve ticari amaçlı üretim yapılan 81 tarlada yapılan hastalık sürveyi çalışmalarında; bakteriyel adi yaprak yanıklığı hastalığının tohumluk ve ticari amaçlı tarlalarda sırasıyla %83 ve %85 oranlarında bulunduğu tespit edilmiştir (Fourie, 2002). Fasulyenin en önemli baklagil bitkisi olduğu Etiyopya ve Kenya gibi ülkelerde verimde meydana gelen azalmanın en önemli nedeninin *X. a. pv. phaseoli* olduğu ve hastalığın yaklaşık olarak %10-75 arasında ürün kaybına neden olduğu bildirilmiştir (Girma ve Naguta, 1995; Makini, 1995). Uganda'da yapılan bir çalışmada ise hastalığın %40 düzeylerinde verim kaybına neden olduğu ve hastalık şiddetindeki her %1'lik artışın verimde %3,4-11,5 arasında azalmaya neden olduğu saptanmıştır (Opio ve ark., 1993). Bazı araştırmacılar, dünya genelinde bakteriyel adi yanıklık hastalığı ile fasulye veriminin %10-45 oranlarında azaldığını bildirmişlerdir (Hagedorn ve Inglis, 1986; Saettler, 1994).

Ülkemizde Kahveci ve Maden (1994), tarafından yapılan izolasyon çalışmalarında, Ankara, Artvin, Bursa ve Karadeniz bölgesinde *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaeolicola*, Adana, Amasya, Ankara, Antakya, Denizli, İzmir, Samsun, Uşak ve Tokat'ta ise *X. a.pv. phaseoli*'nin zarar oluşturduğu belirlenmiştir. Ege Bölgesi bakla, bezelye, fasulye ve börülce ekim alanlarında sorun olan bakteriyel hastalıkların belirlenmesi amacıyla 1985-1986 yıllarında yapılan bir survey çalışmasında fasulyede özellikle Balıkesir ilinde önemli oranda *P. s. pv. phaolicola* ve *X. a.pv. phaseoli* enfeksiyonları saptanmıştır (Demir ve Gündoğdu, 1994).

X. a. pv. phaseoli bitkilerde düşük sıcaklıklara göre 28 °C'de daha şiddetli enfeksiyon oluşturmaktadır (Goss, 1940; Mack ve Wallen, 1974; Patel ve Walker, 1963). Denemelerimizin gerçekleştirildiği, Konya-Çumra ve Afyonkarahisar-Sandıklı lokasyonlarında hastalık çıkışı kontrollerde hemen hemen aynı düzeyde gerçekleşmiştir (kontrollerde: Çumra; %80, Sandıklı; %84). İklimsel veriler incelendiğinde (Çizelge 3) hastalık çıkışı açısından aylık sıcaklık ortalamalarının yeterli düzeyde olmadığı görülmektedir. Ancak günlük sıcaklık değerleri ile enfeksiyonun gerçekleştiği Sandıklı ilçesinde yeterli nem düzeyine ulaşılrken Çumra ilçesinde ise yağmurlama sulamanın hastalığı teşvik ettiği düşünülmektedir.

Hastalığın mücadelesinde farklı yaklaşımlar denenmiş olup birçok uygulamanın farklı olumsuz etkileri ile karşılaşmıştır. Reynolds ve ark. (1987), açık hava fumigasyon sistemi olarak kullanılan kükürt dioksidi (SO₂) tarla koşullarında *X. a. pv. phaseoli* ile enfekte edilen fasulyelere 3 aylık gelişim periyodu boyunca 0-1 ppm (2650 g/m) dozunda haftada 2-3 kez 3 saatlik süreyle uygulamışlardır. Bu uygulamanın hastalığı yüksek oranda engellediğini fakat verimde azalmaya neden olduğunu belirlemişlerdir. Weller ve Saettler (1976), *X. a. pv. phaseoli* ve *X. a. pv. phaseoli* var. *fuscans* ile inokule edilen Navy fasulyesinin yapraklarına bakır hidroksid (%56) ve potasyum (hydroxymethyl) methylthiocarbamate (%40) uygulamış ve her iki kimyasalın da saksı denemelerindeki enfeksiyonların önemli derecede engellenmediğini ve buna bağlı olarak verimde herhangi bir artış meydana gelmediğini bildirmişlerdir.

Kısa süreli uygulamalarda bazı bitki fungal hastalıklarına karşı etkili ve başarılı sonuçlar alınmasına karşın, bakırlı preparatların bitki patojeni bakterilere düzenli olarak kullanılması halinde, patojenin kimyasallara karşı dayanıklılık kazanması muhtemeldir (Sobieczewski ve ark., 1991). Hastalığa karşı kullanılan bakırlı preparatların ve antibiyotiklerin, etmede dayanıklılık oluşumuna ve aynı zamanda bitkide fitotoksisteye sebep olmaları, etkili kimyasalların belirlenmesi için çalışmaların devam etmesine neden olmaktadır (Saygılı ve ark., 2008). Liang ve ark. (1992), 3 farklı antibiyotigi (streptomycin, tetracycline ve chlorotetracycline) polietilen glikol (PEG) ve gliserol ile süspansiyon halinde hazırlayarak *X. a. pv. phaseoli* ile enfekteli fasulye tohumlarına uygulamışlar ve antibiyotiklerin tohum içerisine taşınmasında PEG solüsyonun gliserol solüsyonundan daha etkili olduğunu saptamışlardır. PEG solüsyonu içerisinde, tetracycline ve chlorotetracycline uygulamasının patojeni önemli derecede engellediğini fakat fitotoksik etkiye neden olduğunu, streptomisin uygulamasının ise bakterinin internal popülasyonunu eradike etmekte başarısız olduğunu ve diğer iki antibiyotik gibi yine fitotoksisteye neden olduğunu saptamışlardır.

Hastalığın kimyasal mücadelesi genellikle tohumlara antibiyotik uygulaması, yaprakların antibiyotik ve diğer kimyasallarla ilaçlanması ve özellikle son yıllarda kullanımı artan ve bitkilerde sistemik kazanılmış dayanıklılığın uyarılmasını sağlayan bazı kimyasallarla ilaçlama şeklindedir (Bozkurt, 2009; Öztürk, 2014). Antibiyotik kullanımının yasaklandığı ya da kısıtlandığı ülkelerde fasulye bakteriyel hastalıkları ile mücadelede yaygın olarak bakırlı preparatlar kullanılmaktadır. Bazı bakır oranı yüksek preparatların kullanımının fitotoksik etkiye sahip olmalarının yanı sıra hastalıkları önlemedeki başarıları da düşük düzeydedir. Ayrıca birçok çalışmada, antibiyotiklere ve bakırlı preparatlara karşı dayanıklılık oluşumu rapor edilmektedir. Bu durumda insan ve çevre sağlığının korunması açısından bitki, insan ve çevre sağlığı açısından en düşük zarar oranına sahip olması ile birlikte bitki bakteriyel hastalıklarına karşı en başarılı olan çeşidinin seçilmesi en doğru yaklaşım olacaktır. Ayrıca hastalıkların mücadelesinde en etkili bakırlı preparatın en az düzeyde kullanımı patojende dayanıklılık sorununu azaltmada da son derece önemli bir strateji olarak düşünülmelidir.

Bakırlı preparatların uygulanması üreticiler açısından hastalık belirtileri görülür görülmez yapılmaktadır. Çalışmamızda uygulama koşullarına yakın olması düşüncesiyle ilk ilaçlamalar bakteriyel inokulasyonlardan 5 gün sonra, 2. ilaçlamalar ise bu tarihten 7 gün sonra yapılmıştır. İlaçlamalarda kullanılan bakırlı preparatlar üretici firmaların önerdiği dozlarda uygulanmıştır. Fasulye yapraklarına spreyleme yoluyla uygulanan bakırlı preparatlar, iki farklı lokasyonda kontrol bitkilere kıyasla bakteriyel adi yanıklık hastalığının şiddetini benzer şekilde, Çumra'da %12-42, Sandıklı'da %7-47 oranlarında azaltmıştır (Çizelge 4). Elde edilen sonuçlar, günümüze kadar bakırlı preparatların kullanımından elde edilen başarılarla doğru orantılı olmuş ancak yine de hastalığın mücadelesi için yeterli olmayacağı görüşü oluşmuştur.

Paulin ve Lachaud (1984), ham armut dilimlerinde bakır sülfatın diğer bakır formlarına göre çok daha etkisiz olduğunu ancak tersine doğa koşullarında ise bakır sülfat

formunun testlenen diğer bakır formlarına göre daha başarılı olduğunu belirlemiştir. Bu bileşiğin, bakır hidroksit ve bakır oksiklorüre göre daha az etkili görülmesinin nedenlerinden birinin de denemede yer alan dozların pratikte kullanılanların altında olduğu kanısına varılmıştır. Opio (1990), *X. a. pv. phaseoli*'nin kontrolü üzerine yaptığı çalışmada 5 L suda çözdüğü bakır sülfat (2,5 g), bakır oksit (2,0 g), bakır karbonat (2,5 g), bakır klorür (3 g) ve streptomisin sülfat (%5) bileşiğini 2 haftalık yapraklara uygulamış gelişen hastalık şiddetini 1-9 skalasına göre değerlendirmiştir. Tüm uygulamaların kontrole göre hastalık şiddetini düşürdüğünü, en yüksek verimin ise bakır karbonat ve bakır sülfat uygulamasında elde edildiğini tespit etmiştir.

Bu çalışmada, farklı bakırlı preparatların yaprak uygulamalarının, bakteriyel adi yanıklık hastalığının mücadelesinde kontrollere göre istatistiki olarak önemli ölçüde ($P \leq 0,01$) hastalık şiddetlerinin azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4). İç Anadolu Bölgesi iklimsel koşullarında ve iki lokasyonda (Konya ve Afyon) yapılan çalışmalarda alınan en başarılı sonuçlar bakır oksiklorür ve en düşük etkililik ise bakır sülfat pentahidrat uygulamaları ile elde edilmiştir. Bu durumun farklı ticari formülasyonlar ve farklı bölgelerde farklı bakteriyel izolatların kullanımı ile araştırılması gerekmektedir. Ayrıca bakırlı preparatların, bakteriyel patojenler ve konukçu bitkiler arasındaki etkileşiminin moleküler düzeyde araştırılması gerekmektedir.

Birçok bitkide farklı hastalıklara karşı kullanılan ve genellikle diğer bakırlı preparatlara göre daha başarılı sonuçlar elde edilen bakır hidroksit uygulamaları çalışmamızda ikinci derecede etkili olarak belirlenmiştir. Bu kimyasalın arazi koşullarında daha yoğun kullanımından dolayı hem çalışmamızın konusu olan fasulye bakteriyel adi yanıklık etmeninde hemde diğer birçok bakteriyel patojende direnç sorununun olduğu düşünülmektedir. Bakır hidroksidin daha az ya da hiç kullanılmadığı alanlarda da çalışmaların yapılması faydalı olacaktır. Ayrıca bakır hidroksit + bakır oksiklorür uygulamalarının diğerlerine göre başarısının düşük olması ise formülasyon içerisindeki oranlarının düşük olmasına ve bu iki bileşiğin beraber kullanımlarında, Maneb+Bakır uygulamalarında görülen, sinerjistik bir etkinin oluşmadığı düşünülmüştür.

Campo ve ark. (2009), bakırlı preparatların yapraklardaki bakteriyel popülasyonu azalttığı, arazi koşullarında çok sayıda uygulamalarla hastalık kontrolünde başarı sağlanabileceğini, yağmurlu ve rüzgarlı havalarda bakırlı preparatların etkililiğini azalttığını bildirmişlerdir. Çalışmalarımızda kullanılan preparatlar sabahın erken saatlerinde, yağmursuz ve rüzgarsız günlerde yapılmıştır. Çoklu uygulamaların yaratacağı fitotoksik etkiden korunabilmek amacıyla 2 kez uygulama yapılmıştır. Ayrıca aynı araştırmacılar çoklu bakır kullanımı ile bakteriyel popülasyonlarda horizontal transfer yoluyla dayanıklılık oluşumundan bahsetmişler uzun süreli ve çok sayıda bakır kullanımının dezavantajlarına dikkat çekmişlerdir.

Bakırlı preparatların kullanımı hastalığı önemli ölçüde azalttığı ve yayılmasını engellediği bizim çalışmamızda da tespit edilmiştir. Bu sebeple kültürel ve kimyasal mücadele entegre bir şekilde uygulandığı takdirde hastalık şiddeti ve oranını önemli ölçüde azaltacaktır.

Ülkemizde fasulye üretimi yapılan alanlarda gerek fungal gerekse bakteriyel etmenlere karşı yoğun olarak bakırlı preparatlar tercih edilmektedir. İç Anadolu Bölgesinde yaptığımız çalışmada genel olarak fasulye ekim tarihi iklim ve yağışlara göre değişmekte olup, en uygun zaman 1-15 Mayıs'tır. Bu dönemde yapılan fasulye ekimlerinde ise hastalık etmeni Haziran sonu kısmen bazı yerlerde görülmekte, Temmuz aylarında ise yoğun olarak görülmektedir. Bu nedenledir ki hastalık etmeninin görüldüğü üretim alanlarında bitkinin erken döneminde yapılacak olan kimyasal mücadelede, iki kez bakır hidroksit veya bakır oksiklorür uygulamaları ile etmenin bakır dayanıklılığı azalırken hastalık da önemli oranda engellenebilecektir.

Bu araştırma sonuçları kuru fasulyede, *X. a. pv. phaseoli*'ye karşı farklı bakırlı preparatların arazi koşullarında etkililiğini ortaya koyan ilk bulgular olup hastalıkla mücadele programlarına yön verici olması açısından önemli olabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Abbott WS. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. econ. Entomol.*, 18(2):265-267.
- Agarwal VK, Sinclair JB. 1997. Principles of seed pathology, 2.ed. Boca Raton: CRC, 538.
- Altunkaynak AÖ. 2018. Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) farklı azot dozlarının ve bakteri aşılmasının tane verimi ve verim özellikleri üzerine etkileri. Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri ABD Yüksek Lisans Tezi, 44s.
- Anonim, 2007. <http://www.tugem.gov.tr/tugemweb/bitksuretgelproje.html>.
- Anonim, 2008. www.alata.gov.tr
- Anonim, 2018. www.fao.org/statistics
- Anonim, 2018a. Kuru fasulye, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler>
- Anonim, 2018b. Meteoroloji 8. Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen yayınlanmamış veriler.
- Ararsa L, Getachew A. 2018. Evaluation of Integrated Management of Common Bacterial Blight of Common Bean in Central Rift Valley of Ethiopia, *American Journal of Phytomedicine and Clinical Therapeutics*, 6:1-3.
- Audy P, Laroche A, Saindon G, Huang HC, Gilbertson RL. 1994. Detection of the bean common blight bacteria, *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and *X. c. pv. phaseoli* var. *fuscans*, using the polymerase chain reaction. *Phytopathology*, 84(10):1185-1192.
- Bozkurt Aİ. 2009. Fasulye Bakteriyel Yanıklık Hastalığına (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) Karşı Antagonist Bakterilerle Mücadele Olanakları, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 1-80.
- Bradbury JF. 1986. Guide to plant pathogenic bacteria. CAB International, Wallingford, UK,
- Bruehl G. W., 1987. Soilborne Plant Pathogens, Macmillan Publishing Compan, London, 326.
- Burkholder WH. 1930. The bacterial diseases of the bean; a comparative study. *Memoirs, Cornell University Agriculture Experiment Station*, 127: 1-88.
- Campo R, Russi P, Mara H, Peyrou M. 2009. *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* enters the VBNC state after copper treatment and retains its virulence. *FEMS Microbiol Lett* 298: 143-148.
- Demir G, Gündoğdu M. 1994. Bacterial diseases of food legumes in Aegean Region of Türkiye and effectivity of some seed treatments against bean halo blight. *J. Turk. Phytopath.*, 23: 57-66.
- Diaz Plaza R., Teliz Ortiz D, Munoz OA. 1991, Effect of diseases on bean grown under rainfed conditions at Mixteca poblana, *Revista Mexicana de Fitopatologia*, 9(1):21-30.

- Dursun A, Dönmez MF, Şahin F. 2002. Identification of resistance to common bacterial blight disease on bean genotypes grown in Turkey. *European Journal of Plant Pathology* 108: 811-813.
- Fourie D. 2002. Distribution and severity of bacterial diseases on dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in South Africa. *Journal of Phytopathology*, 150: 220-226. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1439-0434.2002.00745.x>
- Girma T, Negatu D. 1995. Haricot bean: its importance, production and research in Ethiopia. Breeding for disease resistance with emphasis on durability. Proceedings of a regional workshop for eastern, central and southern Africa, held at Njoro, Kenya, October 2-6, 245-250.
- Goss RW. 1940. The relation of temperature to common and halo blight of beans, *Phytopathology*, 30: 258-264.
- Hagedorn DJ, Inglis DA. 1986. *Handbook Of Bean Disease*, Wisconsin, 28.
- Hall R. 1994. *Compendium of Bean Diseases* (Edt). APS press, The American Phytopathological Society, 73.
- Harikrishnan R, Del Rio LE, Lamppa RS, Padilla R, Zabala F, Gregoire M, Bradley CA. 2006. Occurrence of foliar fungal and bacterial diseases of dry bean in North Dakota, *Plant Health Progress* doi,10. <http://dx.doi.org/10.1094/PHP-2006-0915-01-RS>
- Hsieh TF, Huang HC, Mündel HH, Conner RL, Erickson RS, Balasubramanian PM. 2005. Resistance of common bean (*Phaseolus vulgaris*) to bacterial wilt caused by *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. *Phytopathology* 153: 245-249. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.2005.00963>
- Ito MF, Valarini PJ, Patricio FRA, Sugimori MH. 1997. Detection of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and fungi in bean seeds produced in Sao Paulo State. *Summa Phytopathologica*, 23(2):118-121.
- Kahveci E, Maden S. 1994. Detection of *X. campestris* pv. *phaseoli* and *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* By Bacteriophages. *J. Turk Phytopath.*, 23:79-85.
- Liang LZ, Halloin JM, Saettler AW. 1992. Use of polyethylene glycol and glycerol as carriers of antibiotics for reduction of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in navy bean seeds. *Plant Disease*, 76(9):875-879. DOI : 10.1094/PD-76-0875
- Mack AR., Wallen VR. 1974. Effects of various field levels of soil temperature and soil moisture on the growth of beans infected with bacterial blight, *Canadian Journal of Soil Science*, 54(2): 149-158.
- Makini FW. 1995. Bean production and constraints in Kenya with emphasis on diseases. Breeding for disease resistance with emphasis on durability. Proceedings of a regional workshop for eastern, central and southern Africa, held at Njoro, Kenya, October 2-6, 1994, 104-109.
- Njintang NY, Mbofung, CMF, Waldron, KW. 2001. *In vitro* protein digestibility and physicochemical properties of dry red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Flour: Effect of Processing and Incorporation of Soybean and Cowpea Flour. *J.Agric.Food Chem.* (49):2465-2471.
- Opio AF. 1990. Control of Common Bacterial Blight of Bean in Uganda, *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative*, 33: 41-42.
- Opio AF, Teri JM, Allen DJ. 1993. Studies on seed transmission of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in common beans in Uganda. *African Crop Science Journal*, 1(1):59-67.
- Opio AF, Allen DJ, Teri JM. 1996. pathogenic Variation in *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*, the Causal Agent of Common Bacterial Blight in *Phaseolus* Beans. *Plant Pathology*, 45: 1126-1133. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.1996.d01-187.x>
- Osdaghi E, Alizadeh A, Shams-Bakhsh M, Reza Lak M. 2009. Evaluation of common bean lines for their reaction to the common bacterial blight pathogen. *Phytopathologia Mediterranea* 48(3):461-468.
- Öztürk M. 2014. Samsun İli Fasulye Alanlarında Enfeksiyon Oluşturan Bakteriyel Etmenlerin Belirlenmesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans tezi.
- Patel PN, Walker JC. 1963. Changes in free amino acid and amide content of resistant and susceptible beans after infection with halo blight organism. *Phytopathology*, 53(5): 522.
- Paulin JP, Lachaud G. 1984. Comparison of the efficiency of some chemicals in preventing fireblight blossom infections. *Acta Horticulturae*, 151:209-214. DOI: 10.17660/ActaHortic.1984.151.27
- Pedroza SA, Teliz OD, Torre AL, Campbell CL. 1994. Varieties and cultural practices as management tools for multiple diseases on beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in Puebla, Mexico. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 12(2):146-154.
- Reynolds KL, Zanelli M, Laurence JA. 1987. Effects of sulfur dioxide exposure on the development of common blight in field-grown red kidney beans. *Phytopathology*, 77(2):331-334.
- Robinson DS. 1987. *Food biochemistry and nutritional value*, ISBN: 0-582-49506-7, USA p138-160.
- Saettler AW. 1994. Bacterial Brown Spot, Halo Blight and Common Bacterial Blight in *Compendium of Bean Diseases* (Hall, R., Edt). APS Pres, The American Phytopathological Society, 73.
- Saikia P, Sarkar CR, Borua I. 1999. Chemical Compositional Factors and of Cooking on Nutritional Quality of Rice Bean. *Food Chemistry* 67: 347-352.
- Sambrook J, Fritsch EF, Maniatis T. 1989. *Molecular cloning: a laboratory manual*, Cold Spring Harbor Laboratory press. NY, US: Cold Spring Harbor.
- Sat, I.G., 1997. Şeker ve Yunus-90 Çesidi Kuru Fasulyelerin Genel Bileşimleri ve Gaz Oluşturan Faktörlerinin Giderilmesi İmkanları, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Saygılı H, Şahin F, Aysan Y. 2008. Bitki Bakteri Hastalıkları. *Meta Basım*, İzmir, 61-68: 177-178.
- Schaad NW, Jones JB, Chun W. 2001. Laboratory guide for the identification of plant pathogenic bacteria. Ed. 3, American Phytopathological Society (APS Press), 1-15.
- Singh SP, Munoz CG. 1999. Resistance to Common Bacterial Blight Among *Phaseolus* Species and Common Bean Improvement. *Crop Science*, 39: 80-89. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1999.0011183X003900010013x>
- Sobieczewski P, Chiou CS, Jones AL. 1991. Streptomycin-resistant epiphytic bacteria with homologous DNA for streptomycin resistance in Michigan Apple orchards. *Plant Dis.*, 75:1110-1113.
- Soylu S, Şahin F. 2019. Bitki Bakteri Hastalıkları. Yayın No: 2.08-025-028 / B-I, Toprak Ofset Matbaacılık, Tekirdağ, 239-242.
- Steel CJ, Sgarbieri VC, Jackix MH. 1995. Use of Extrusion Technology to Overcome Undesirable Properties of Hard-to-cook Dry Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Agric. Food Chem.* 43:2487-2492.
- Townsend GR, Heuberger JW. 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Disease Reporter*, 27: 340-343.
- Wallen VR, Jackson HR. 1975. Model for yield loss determination of bacterial blight of field beans utilizing aerial infrared photography combined with field plot studies, *Phytopathology*, 65(9):942-948. DOI : 10.1094/Phyto-65-942
- Weller DM, Saettler AW. 1976. Chemical control of common and fuscous bacterial blights in Michigan Navy (pea) beans, *Plant Disease Reporter*, 60(9):793-797.
- Yoshi K, Galvez GE, Alvarez-Ayala G. 1976. Estimation of yield losses in beans caused by common blight. Proceedings of the American Phytopathological Society, 3:298-299.
- Zaumayer WJ, Thomas HR. 1957. A monographic study of bean diseases and methods for their control. Technical bulletin US department of agriculture, 868:65-74.