



Acibenzolar-S-Methyl Uygulamasının Bazı Ekmeklik Buğdaylarda Kök ve Kökboğazı Çürüklüğü Hastalığı (*F. culmorum*) Üzerine Etkileri

Hakan HEKIMHAN^{1*}

Nuh BOYRAZ²

¹Biyolojik Mücadele Araştırma İstasyonu, Adana, Türkiye

²Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Konya, Türkiye

*Sorumlu yazar

Geliş Tarihi : 30 Mart 2012

E-posta: hakanhekimhan@hotmail.com

Kabul Tarihi : 15 Mayıs 2012

Özet

Bu çalışmada ekmeklik buğdaylarda (*Triticum aestivum* L.) salisilik asitin bir analogu olan bitki aktivatörü acibenzolar-S-methyl (ASM)'in kök ve kökboğazı çürüklüğüne sebep olan *F. culmorum*'un gelişimine etkisini araştırmak amaçlanmıştır. Çalışma sera koşullarında deneme kasalarında 8 ekmeklik buğday çeşidi ile 0.24 ve 0.48 g/l ASM dozları kullanılarak 2007-2008 yılında yürütülmüştür. *F. culmorum* 1x10⁶ yoğunluğunda toprağa inokule edilmiş, ASM ise bitkiler kardeşlenme döneminde iken yapraklardan uygulanmıştır. ASM'nin 0.48 g/l dozu fitotoksik etkiden dolayı değerlendirilememiştir. Hastalık şiddeti, bitki boyu, bitkide başak sayısı, başak boyu ve kök uzunluğu değerleri yönünden istatistikî olarak bütün uygulamalar % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. ASM uygulaması ile hastalık şiddetinde ortalama % 21.81 oranında görülen düşüşün yanında; bitki boyunda % 23.36, başak sayısında % 48.31, başak boyunda % 24.31 ve kök uzunluğunda ise % 7 oranında bir azalma da görülmüştür. Denemede kullanılan çeşitlerin hastalık şiddeti yönünden ASM uygulamasına tepkileri farklı olmuştur. ASM uygulaması ile hastalık şiddetinde Ceyhan-99 çeşidinde % 11.42, Karacabey'de % 13.43, Beşköprü'de % 15.36, Hanlı'da % 21.14, Adana-99'da % 21.49, Pandas'da % 23.77, Seri-82'de % 26.65, Bandırma çeşidinde ise % 37.22 oranında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. ASM buğdaylarda kökçürüklüğü hastalıklarının kontrolünde sistemik kazandırılmış dayanıklılık yolu ile yeni yaklaşımlar sağlayabilir fakat pratikte kullanımı için fitotoksik etkisinden dolayı üzerinde çalışılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Triticum aestivum* L., *Fusarium culmorum*, Acibenzolar-S-methyl

The Effects of Acibenzolar-S-methyl Application on Root and Foot Rot Disease (*F. culmorum*) on the Some Bread Wheat Varieties

Abstract

In this study, the effect of plant activator acibenzolar-S-methyl (ASM), an analog of salicylic acid, on the development of *F. culmorum* caused root and foot rot disease on the some bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties was aimed to investigate. This study was carried out using 0.24 and 0.48 g/l ASM dosages on 8 bread wheat varieties in the trial boxes under greenhouse circumstances in 2007-2008. *F. culmorum* was inoculated to the soil at the concentration of 1x10⁶, and ASM was applied to the leaves when the plants in tillering period. The dosage of 0.48 g/l ASM couldn't be evaluated because of phytotoxic effect. All applications were found significant statistically at the level of 1% in terms of the disease intensity, the plant height, the number of spike on a plant, the spike height, and the root height. After ASM application, along with the averagely 21.81% decrease in disease intensity; in proportions to 23.36% at the plant height, 48.31% at the number of spikes, 28.31% at the spikes height, and 7% the root height decreasing occurred. Reactions of the wheat varieties used in this study to ASM application differentiated from each other in terms of the disease intensity. With the ASM application, decreases in proportions to 11.42% at Ceyhan-99, 13.43% at Karacabey, 15.36% at Beşköprü, 21.14% at Hanlı, 21.49% at Adana-99, 23.77% at Pandas, 26.65% at Seri-82, and 37.22% at Bandırma varieties happened in the disease intensity. ASM can provide new approaches about the control of root and foot rot disease through systemic acquired resistance, but it needs to be studied more because of its phytotoxic effect for using in practice.

Key Words: *Triticum aestivum* L., *Fusarium culmorum*, Acibenzolar-S-methyl

GİRİŞ

Dünya piyasalarına çıkarılmış ve en çok çalışılmış bitki aktivatöründen biri S-methyl 1,2,3-benzothiadiazole-7-carbothioate yapısındaki acibenzolar-S-methyl'dir (Roberts and Hutson, 1999). Fungusit Dayanıklılık Çalışması Komitesi (FRAC)

tarafından benzothiadiazole (BTH) grubu kapsamına alınmıştır [1]. Acibenzolar-S-methyl (ASM) ülkemizde metalaxyl-M (mefenoxam) ile karışım halinde 1999 yılında ruhsatlanmıştır. ASM buğday, pirinç, muz, tütün ve sebzelere birçok hastalığı sistemik kazandırılmış dayanıklılık (SAR) yolu ile engellemektedir [2].

Buğdayda tek uygulama ile bitkileri sezon boyunca küllemeden koruyabildiği bildirilmektedir [3]. Yapılmış bir diğer çalışmaya göre ise hıyarda küllemeyi önleyemediği kaydedilmektedir [4]. Elmalarda da savunmayla ilgili içeriklerin artırılmasını sağlayarak sistemik dayanıklılığı kazanılmasını desteklediği ateş yanıklığının kontrolünde yeni yaklaşımlar sağlayabileceği belirtilmektedir [5].

Marul Mildiyösü (*Bremia lactucae* Regel) hastalık etmenine karşı en etkili uygulamanın Actigard ve sonrasında hastalığın çıkışıyla birlikte Aliette uygulaması kombinasyonu ile elde edildiği ortaya konulmuş ve bu uygulamanın hastalık oluşumunu %69,9 oranında azalttığını saptamıştır [6]. Saksı denemelerinde ASM antraknoz ve hiyar yaprak leke hastalığı ve Japon armudu pas hastalığı üzerinde etkili bir şekilde kontrol sağlamış fakat hıyarda *Fusarium çürüklüğü* üzerinde etki göstermemiştir. Tarla denemelerinde ise japon armudu üzerindeki leke ve pas hastalıkları baskılanmıştır [7].

Biberlerde, *Phytophthora capsici*'ye karşı dayanıklılığı uyararak korunma sağlayabilmektedir (Matheron, 2002). Acibenzolar-S-methyl'in yapı taşı olan benzothiadiazole'ün soya fasulyesine yapılan 3-4 uygulaması ile, *Sclerotinia sclerotiorum* % 20-70 oranında azalmış, verim yükselmiştir. Özellikle hastalığa duyarlı çeşitlerde etkililik da belirgin olarak görülmüştür. Soya bitkilerinde fitotoksik etki gözlenmemiştir [8]. Domateslerde *Clavibacter michiganensis* sub. sp. *michiganensis*'in şiddetini %76 oranında düşürebildiği bildirilmiştir [9,10]. Yine domates bitkilerinde bakteriyel leke (*Xanthomonas axanopodis* pv. *vesicatoria*) ve bakteriyel benek (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) hastalıklarına karşı acibenzolar-S-methyl gerek yapraklarda gerekse meyvelerde etkili olmuş, yaprak ve meyvelerdeki leke yoğunluğu azalmıştır. Ancak verimi etkilemediği gibi, fidelerin kuru ağırlığını da azaltmıştır [11].

Acibenzolar-S-methyl'in ayçiçeğinde pas enfeksiyonuna karşı dayanıklılığın teşviki için uygulanması ile enfeksiyonun ortaya çıkmadığı veya püstül genişliğinin veya konukçu hücredeki nekrozun azaldığı belirtilmektedir [12]. Brassica spp. tohumlarına değişik dozlarda emdirilen ASM tüm dozlarında mildiyö hastalığını ve patojenin sporulasyonunu önemli derecede etkilemiştir. Çökerten etmeni *Rhizoctonia solani*'ye etkisi ise dozla ilişkili olmuştur [13].

Acibenzolar-S-methyl'e batırılan kavun meyvaları depo koşullarında *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Rhizopus* spp. ve *Trichoderma* spp. enfeksiyonlarından belli oranlarda korunmuştur [14]. Çilek bitkilerine 0,25 ve 2.0 mg/ml dozlarda püskürtülen acibenzolar-S-methyl, 5C'deki depolarda *Botrytis cinera* enfeksiyonlarını 2 gün geciktirerek meyvaların depo ömrünü % 15-20 oranında uzatmıştır [15]. Tohumları ASM ile uygulanan börülce [*Vigna unguiculata* (L)Walp.] fidelerinde *Colletotrichum destructivum* 'un doku penetrasyonu önemli derecede azalmış ve başlangıçta enfekteli olan epidermal hücreler uygulama ile hipokotil ve yapraklardaki hücrelerarası enfeksiyon

kistleri de aynı şekilde kısıtlanmıştır. Hastalık gelişiminin yıkıcı necrotrophic fazı bu hücrelerdeki hipersensitiv (aşırı duyarlık) tepki ile etkili bir şekilde bloke edilmiş, dolayısı ile fide çökertenine karşı fideleri korumuş ve fidelerin ASM ile dokuların dayanıklılık oluşumunu değiştirmekten ziyade erken savunma tepkisini etkili hale getirerek korunduğu izlenimini uyandırmıştır [16].

Altınok [17], patlıcanda *Fusarium* solgunluğuna karşı dayanıklılığın uyarılması çalışmalarında ise, Acibenzolar-S-methyl (ASM) ve patlıcanda patojen olmayan *Fusarium* türünün (FOM) hastalık gelişimine etkiliklerini saksı denemeleriyle belirlemiştir. FOM uygulandıktan 72 saat sonra patojen uygulamasının, kontrole göre hastalık oluşumunu önlemede % 75.47, ASM uygulamasının ise, % 67.60 oranında etki gösterdiği saptanmıştır. ASM ve FOM uygulanan bu bitkilerde, lignifikasyonun yoğunluğunda ve dağılımında da farklılıklar belirlenmiştir. Patojene karşı bitki hücre duvarını güçlendiren lignin, Hipersensitif Reaksiyon (HR) göstererek ölmüş hücreler ile bu hücrelerin etrafında bulunan ksilem demetlerinde karakteristik olarak gözlenmiştir. Arazi denemelerinde, FOM uygulaması hastalığın önlenmesinde % 50.61, ASM uygulaması ise % 37.65 oranında etkili olmuştur. FOM uygulamasının hastalığın baskılanmasında ASM uygulamasından daha etkin olduğu, hem saksı hem de arazi denemeleriyle belirlenmiştir.

Genelde olumlu etkileri saptanmış olan acibenzolar-S-methyl fitotoksite açısından dikkatli kullanılmalıdır [18]. Çünkü tütünde [19] domates fidelerinde [11] ve biberde fitotoksik etkiler oluşturduğu bildirilmiştir [20].

Yürütülen bu çalışmada buğdaylarda kök ve kökboğazı çürüküğüne neden olan *Fusarium culmorum* etmeninin oluşturduğu hastalık şiddeti üzerine ASM uygulamasının sera koşullarında etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde sera koşullarında yürütülen denemede kullanılan acibenzolar-s-methyl (C8H6N2O2S2) Actigard 50WG (EPA Reg. No. 100-922/Syngenta Crop Protection), aktif içeriği acibenzolar-s-methyl (1,2,3-benzothiadiazole-7-thiocarboxylic acid-s-methyl-ester) olup bir bitki aktivatörüdür. Aktif içerik ağırlığının %50'si acibenzolar-s-methyl olup yarılanma ömrü 16 gündür. Trakya Bölgesi buğday ekiliş alanlarından 2006 yılında izole edilen 20 adet *Fusarium culmorum* izolatu içerisinde hassas çeşit Pehlivan-98 kullanılarak yürütülen patojenite testlemelerinde virülensliği yüksek olarak bulunan *Fusarium culmorum* izolatu hastalık etmeni olarak kullanılmış [21] ve denemede 8 buğday çeşidi (Pandas, Hanlı, Seri-82, Adana-99, Bandırma, Karacabey, Beşköprü, Ceyhan-99) yer almıştır.

Araştırma tesadüf bloklarında bölünen bölünmüş parseller deneme deseninde yürütülmüştür. Acibenzolar-S-methyl'in 1 lt suya 0.24 ve 0.48 g dozları [9] bitkilere kardeşlenme döneminde yaprak yüzeyi tamamen ıslanacak şekilde yapraktan püskürtme

yoluyla uygulanmıştır. Kontrol olarak inokulesiz ve ASM uygulamasız işlemlere yer verilmiştir. Daha sonra bitkiler hasada gelince hastalık şiddeti (%), kök uzunluğu (cm), kılçık hariç bitki boyu (cm) ve başak boyu (cm) verileri alınarak elde edilen tekerrürlü değerler JMP 0.5 istatistik programında ayrı ayrı varyans analizine tabi tutulmuş ve en küçük önemli farkları (EÖF) hesaplanarak gruplar arasındaki değerler ortaya konulmuştur.

İnokulum ve İnokulasyon

F.culmorum'un toprak inokulasyonunda kullanılan buğday inokulumu için; tek spor kültürü *Fusarium culmorum* PDA ortamında sporulasyonun uyarılması amacıyla siyah ışık floresan lamba takılmış [22] inkübatörde $24\pm 2^{\circ}\text{C}$ ' de 1 hafta inkübe edilmiştir. Bir kg Pehlivan ekmeçlik buğday çeşidi tohumu saf suda bir gece bekletip suyu süzölmüş ve 1 litrelik erlenler içerisine 1/3 oranında doldurulmuştur. Erlenler 121°C 'de 20 dk ve birbirini takip eden 3 gün otoklav edilerek soğutulmuştur. Daha sonra petri kaplarında gelişen *Fusarium culmorum* kültürü küçük parçalar halinde kesilerek bir erlene bir petri gelecek şekilde içine atılıp, çalkalayarak her tarafına bulaştırılmış, 25°C de 12 saat karanlık 12 saat ışıklı ortamda yaklaşık 4 hafta buğday tohumu tamamen fungusla kaplanana kadar bekletilmiştir. Gelişme tamamlandıktan sonra erlenler iyice çalkalanıp fanlı bir etüvde 30°C de 24 saat kurutulup laboratuvar tipi değirmende un haline getirilmiş, steril sert plastik kavanozlara alınıp kullanılıncaya kadar 4°C 'de muhafaza edilmiştir [23].

Denemede kullanılan tohumlar ekimden önce yüzey dezenfeksiyonuna tabi tutulmuş, yüzey dezenfeksiyonu için tohumlar 5 dakika steril saf suda bekletilerek % 75'lik etil alkolde 30 saniye ve %0.5'lik NaOCl de 1 dakika süreyle muamele edilmiştir. Daha sonra iki defa steril saf suda yıkanarak laminer kabinde kurutulmuş ve steril kaplara alınmıştır [24]. İnokulasyon için hazırlanan *F.culmorum* buğday inokulumu; 5 cm çapında ve 25 cm uzunluğundaki kullanılan plastik deneme tüplerine her tüpe 0.24 g (1×10^6 spor/ml⁻¹) olacak şekilde 15 cm toprak üzerine tohum ekimi yapılarak, 2-3 cm üzerine konulan toprağın üzerine verilmiş ve tekrar 2-3 cm toprak ilave edilerek uygulanmıştır [23]. Çalışma her çeşitten her uygulamada 9 bitki yer alacak şekilde 3 tekerrürlü olarak yürütölmüştür. Daha sonra kasalar plastik sera içerisinde ince yıkanmış kumla 15-20 cm kalınlığında kumlanan bir alana tüplerin alt kısmı iyice kuma temas edecek şekilde yerleştirilmiştir. Sulama bitkilerin ihtiyacına göre hortumla sulama şeklinde yapılmıştır.

Hastalık Şiddetinin Hesaplanması

Bitkiler olgunlaştıktan sonra (Zadoks 75; Feekes 11) her bitkinin ana sapında 0-7 skalası kullanılarak Aktaş ve Bora [25]'ya göre de hastalığın değerlendirilmesi yapılmıştır. Hastalık şiddetinin hesaplanması harfler her skala değerindeki toplam bitki sap sayısını ifade etmek üzere (0 (A) = sağlam, 1 (B) = Az sararma, kök ve kökboğazı sararmış, 3 (C) = Orta derecede sararma,

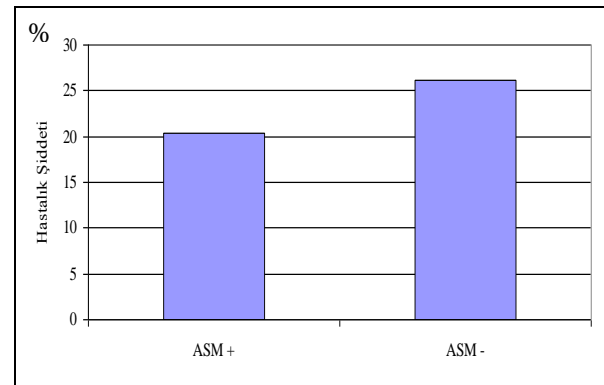
kahverengileşme birinci yaprak kınına kadar ilerlemiş 5 (D) = Şiddetli sararma, kök ve kökboğazı kahverengi ve yapraklarda lekeler var, 7 (E) = Bitki ölmüş) şeklinde yapılmıştır. Kök ve kök boğazındaki hastalık lezyonları incelenerek skala değerine işlenmiş ve aşağıda verilen formüle göre % hastalık şiddetleri hesaplanmıştır (N=toplam sap sayısı).

$$\text{Hastalık Şiddeti} = \frac{\{(0xA)+(1xB)+(3xC)+(5xD)+(7xE)\}}{(7xN)} \times 100$$

BULGULAR VE TARTIŞMA

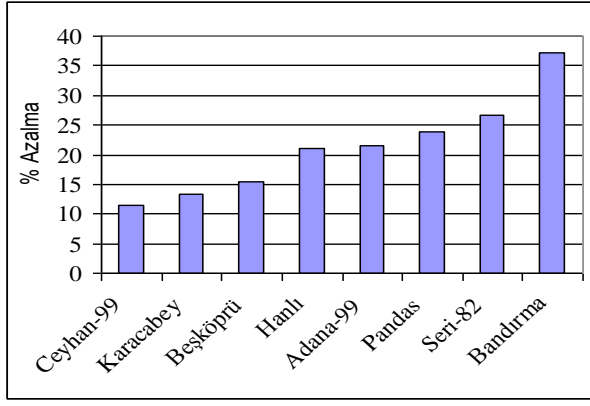
Bu çalışma ile buğday bitkisinde kök ve kökboğazı hastalık etmenlerinden *F. culmorum*'a karşı bitki aktivatörü acibenzolar-s-methyl (ASM)'nin patojenisite üzerine etkisi incelenmiştir. Denemede hastalık şiddeti (%), kılçıklar hariç bitki boyu (cm) ve başak boyu (cm), kök uzunluğu (cm) verileri alınarak değerlendirilmiştir. ASM'nin 0.48 g/l uygulanan dozunda bitkiler sapa kalkmamış, çayırlaşarak başak oluşturmamış ve daha sonra kurumuşlardır. Bu sebeple 0.48 g/l dozu denemede fitotoksik etkiden dolayı değerlendirilememiş, 0.24 g/l dozunda deneme değerlendirilmiştir.

Çalışmada hastalık şiddeti yönünden istatistikî olarak bütün uygulamalar % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Çeşitlerin hastalık şiddetleri arasında % 1 seviyesinde önem bulunmuştur. Çeşitlerin hastalık etmenine karşı tepkimeleri ortalama olarak %21.22 ile %25.72 arasında değişmiştir. ASM uygulaması ve ASM'in ikili ve üçlü interaksiyonları da istatistikî olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Ortalama olarak kontrolde hastalık şiddeti %26.13 iken ASM uygulaması ile %20.43'e düşmüştür (Şekil 1). ASM uygulamasının ortalama olarak hastalık şiddetinde meydana getirdiği negatif yönlü değişim % 21.81'dir.



Şekil 1. ASM'in uygulamalı ve uygulamasız şartlarında ortalama hastalık şiddeti (%) ve hastalık şiddetinde meydana gelen % azalma oranı

Çeşitlerin hastalık şiddeti yönünden ASM uygulamasına tepkileri arasında da farklılık ortaya çıkmıştır. Ceyhan-99 çeşidinde %11.42, Karacabey'de %13.43, Beşköprü'de %15.36, Hanlı'da %21.14, Adana-99'da %21.49, Pandas'da %23.77, Seri-82'de %26.65, Bandırma çeşidinde ise %37.22 oranında



Şekil 2. ASM uygulaması ile değişik buğday çeşitlerinde *Fusarium culmorum* etmeninden kaynaklanan hastalık şiddetindeki % azalma oranları

negatif yönlü değişim, yani hastalık şiddetinde azalma meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 2).

F.culmorum'un uygulamasız şartlarında hastalık meydana gelmemesi nedeniyle ASM'in *F.culmorum* ile ikili (ASM x *F.culmorum*) ve üçlü (ASM x *F.culmorum* x Çeşit) interaksiyonları da önemli bulunmuştur.

Bitki boyu, bitkide başak sayısı, başak boyu ve kök uzunluğu değerleri yönünden de istatistiki olarak bütün uygulamalar % 1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Çizelge 1 incelendiğinde ASM uygulamasının hastalık şiddetinde %21.81 oranında bir düşmeye sebep olmasının yanında; bitki boyunda %23.36, başak sayısında %48.31, başak boyunda %24.31 ve kök uzunluğunda ise %7 oranında bir azalmaya da sebep olduğu görülecektir.

Yapılan korelasyon analizi sonucunda elde edilen korelasyon katsayıları, eşlendirilmiş korelasyonlar ve istatistiksel önemlilik düzeyleri Çizelge 2'de verilmiştir. İncelenen özellikler arasındaki korelasyon ilişkileri %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Başak sayısı ve başak uzunluğu ile bitki boyu arasında, başak uzunluğu ile başak sayısı arasında pozitif yönlü bir korelasyon tespit edilmiştir. Başak sayısının ve başak uzunluğunun artışı ile bitki boyunda, başak uzunluğunun artışı ile başak sayısında artış olduğu saptanmıştır. Diğer yandan bitki boyu, başak sayısı, başak uzunluğu ve kök uzunluğu ile hastalık şiddeti arasında negatif yönlü bir korelasyon saptanmıştır. Yani bitki boyu, başak sayısı, başak uzunluğu ve kök uzunluğundaki artış ile hastalık şiddetinde azalma gözlenmektedir.

Çizelge 1. Bazı buğday çeşitlerinde ASM uygulamasının *Fusarium culmorum*'un neden olduğu kökçürüklüğü hastalık şiddeti ve bazı bitkisel özellikler üzerinde meydana getirdiği değişim oranları (%)

Çeşitler	Hastalık Şiddeti	Bitki Boyu	Bitkide Başak Sayısı	Başak Boyu	Kök Uzunluğu
Pandas	-24	-26	-48	-24	-16
Hanlı	-22	-21	-9	-21	-4
Seri-82	-27	-19	-50	-20	-8
Adana-99	-21	-40	-64	-36	-6
Bandırma	-37	-31	-62	-34	-9
Karacabey	-13	-18	-40	-28	-7
Beşköprü	-15	-12	-38	-27	-6
Ceyhan-99	-11	-15	-48	-8	-3
Ortalama	-22	-23	-48	-24	-7

Çizelge 2. Bazı buğday çeşitlerinde ASM uygulamasının *Fusarium culmorum*'un neden olduğu kökçürüklüğü hastalık şiddeti çalışması neticesi eşlendirilmiş korelasyonlar ve istatistiksel önemlilik düzeyleri

Etkilenen	Etkileyen	Korelasyon Katsayısı	Örnek Sayısı	Önemlilik	Korelasyon grafiği
Bitki Boyu	Hast. Şid.	-0.4075	96	0.0000	
Başak Say.	Hast. Şid.	-0.4014	96	0.0001	
Başak Say.	Bitki Boyu	0.7847	96	0.0000	
Başak Uz.	Hast. Şid.	-0.3567	96	0.0004	
Başak Uz.	Bitki Boyu	0.8625	96	0.0000	
Başak Uz.	Başak Say.	0.7703	96	0.0000	
Kök Uz.	Hast. Şid.	-0.6351	96	0.0000	
Kök Uz.	Bitki Boyu	0.5131	96	0.0000	
Kök Uz.	Başak Say.	0.6046	96	0.0000	
Kök Uz.	Başak Uz.	0.5712	96	0.0000	

SONUÇ

Çalışmamızda ASM uygulaması ile hastalık şiddetindeki değişim ile birlikte yukarıda belirtilen bazı fitotoksik etkilerden; bitki boyunda kısılma, başak sayısında azalma, başak boyunda kısılma ve kök uzunluğunda kısılma gibi verimi etkileyecek bazı fitotoksik sonuçlar da ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.8). Bunlar gibi arzu edilmeyen durumların ortaya çıkmasında sebep ise acibenzolar -s- methyl' in muhtemel mekanizmasının, bitkilerde dayanıklılığın göstergesi olarak bilinen peroxidase, chitinase enzimlerinin aktivitelerini değiştirmek olduğu düşünülebilir [9]. Bu düşünüşün doğrulanmış bir sonucudur ki acibenzolar-s-methyl uygulanmış bitkilerde peroxidase, glutathion peroxidase enzimlerinin aktivitelerinin arttığı gösterilmiştir [10]. Peroxidase'ların yanı sıra β -1.3 gluconase'ların da aktivite edildiği ve özellikle β -1.3 gluconase'ların sistemik olmaları nedeni ile uygulama yapılmamış kısımlara da taşınarak koruyuculuk özelliklerini sürdürdükleri saptanmıştır [5]. Çalışkan [26] bitki aktivatörleri uygulanan bitkilerde teşvik edilmiş dayanıklılıktan dolayı meydana gelen Lignin sentezi ile H₂O₂ birikiminin varlığını saptamıştır. Kanolada acibenzolar-s-methyl uygulamasının BnPR-1 ve BnPR-2 yi de içeren patogenesis ile ilişkili genlerin birikimine ve yüksek düzeyde kotlanmasına yol açtığı da bildirilmiştir [27].

ASM uygulaması ile hastalık şiddetinde meydana gelen azalma yönünden denemeye alınan çeşitler Bandırma > Seri-82 > Pandas > Adana-99 > Hanlı > Beşköprü > Karacabey > Ceyhan-99 olarak sıralanmıştır. İncelenen bütün özellikler için çeşit faktöründen kaynaklanan farklılıkların istatistikî olarak önemli bulunması; çeşitler arasındaki varyasyonun değişebildiğini, çeşitlerin ASM uygulamasına karşı farklı reaksiyonlar gösterdiklerini ortaya çıkarmaktadır.

Kök uzunluğundaki azalmada ASM uygulaması istatistiksel olarak önemli bulunmakla beraber esas etken *F. culmorum* uygulamasıdır. *F. culmorum* uygulanmayan bitkilerdeki ortalama kök uzunluğu 15.49 cm iken uygulama yapılan bitkilerdeki ortalama kök uzunluğu 12.99 cm olarak tespit edilmiştir. Etmenin varlığı durumunda kök uzunluğundaki azalma % 16.72' dir. ASM uygulamasında kök uzunluğundaki değişim ise %7'dir. *F. culmorum* etmeni nedeni ile kök uzunluğunda meydana gelen azalma oranı ASM uygulamasından kaynaklanan azalmanın 2.39 katıdır.

Sonuç olarak, acibenzolar-s-methyl uygulaması buğdaylarda *F. culmorum*'un sebep olduğu kökçürüklüğü hastalığının şiddetini sistemik kazandırılmış dayanıklılık (SAR) yolu ile düşürmektedir. ASM savunmayla ilgili içeriklerin artırılmasını sağlayarak sistemik dayanıklılığın kazanılmasını desteklemektedir. Bu kimyasal buğdaylarda kökçürüklüğü hastalıklarının kontrolünde yeni yaklaşımlar sağlayabilir fakat pratikte kullanımı için fitotoksik etkisinden dolayı üzerinde çalışılması gerekmektedir [5] Savunma mekanizması için

salgılanan enzimlerde meydana gelen artış bitki tarafından üretilen enerji ve bazı maddelerin ve salguların tüketiminin artmasına sebep olduğundan bitki habitüsünde bir gerilemeye neden olmaktadır. Bu yüzden genelde olumlu etkileri saptanmış olan acibenzolar-s-methyl'in fitotoksik etkisini azaltacak veya ortadan kaldıracak değişik uygulamalar yönüyle üzerinde çalışılmalıdır [18].

Teşekkür

Bu araştırma doktora tez çalışmasından alınmış, Selçuk Üniversitesi Bitkisel Araştırmalar Proje Koordinatörlüğü (BAP) ve Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Kuck, K.H., and Gisi, U. 2007. FRAC mode of action classification and resistance risk of fungicides. In:Kramer, W. and Schirmer, u., eds., Modern Crop Protection Compounds, 2: 415-432, Weinheim.
- [2] Roberts T, Hutson D, eds. 1999. Metabolic Pathways of Agrochemicals, Part 2. Insecticides and Fungicides. Cambridge, UK:Royal Society of Chemistry.
- [3] Görlach, J. Volrath, S., Knauf-Beiter, G., Hengy, G., Beckhove, U., Kohel, K.H., Oostendorp, S., Staub, T., Ward, E., Kessman, H., and Ryals.J. 1996. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activates gene expression and disease resistance in wheat. Plant Cell, 8: 629-643.
- [4] Wurms, K., Labbe, C., Benhamou, N., and Belanger, R.R. 1999. Effects of Milsana and Benzothiadiazole on the ultrastructure of powdery mildew houstoria on cucumber. Phytopathology, 89: 728-736.
- [5] Brisset, M., Cesborn, N., Thomson, S.V., and Paulin, J.P. 2000. Acibenzolar-S-methyl Induces the Accumulation of Defense-related Enzymes in Apple and Protects from Fire Blight. European Journal of Plant Pathology, 106:529-536.
- [6] Karamanlı, A., Altınok, H.H., Erkilic, A., 2004. Acibenzolar-S-Methyl ve Salisilik Asit Uygulamalarının Marul Mildiyösü (*Bremia lactucae* Regel) Hastalık Gelişimine Etkisi. Türkiye 1. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, 8-10 Eylül 2004, sayfa 163, Samsun.
- [7] Ishii, H., Tomita, Y., Horio, T., Narusaka, Y., Nakazawa, Y., Nishimura, K., and Iwamoto, S. 1999. Induced Resistance of Acibenzolar-S-methyl (CGA 245704) to Cucumber and Japanese Pear Diseases. European Journal of Plant Pathology, 105: 77-85.
- [8] Dann, E., Diers, B., Byrun, J., and Hammerschmidt, 1998. Effect of treating soybean with 2,6-dichloroisonicotinic acid (INA) and benzothiadiazole (BTH) on seed yields and the level of disease caused by *Sclerotinia sclerotiorum* in field and greenhouse. Eur.J.Plant Path., 104: 271-278.
- [9] Baysal, Ö., Soylu, E.M. and Soylu, S. 2003. Induction of defense-related enzymes and resistance by

the plant activator acibenzolar-S-methyl in tomato seedlings against bacterial canker caused by *Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*. Plant Pathology, 52: 747-753.

[10] Soylu, S., Baysal, Ö., and Soylu, E.M. 2003. Induction of disease resistance by the plant activator, acibenzolar-S-methyl (ASM), against bacterial canker (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) in tomato seedlings. Plant Sci., 165:1069-1075.

[11] Louws, F.S., Wilson, M., Campbell, H.L., Cuppels, D.A., Jones, J.B., Shoemaker, P.B., Sahin, F., and Miller, S.A. 2001. Field control of bacterial spot and bacterial speck of tomato using a plant activator. Plant Disease, 85:481-488.

[12] Prats, E., Rubiales, D., Jorrián, J. 2002. Acibenzolar-S-methyl-induced resistance to sunflower rust (*Puccinia helianthi*) is associated with an enhancement of coumarins on foliar surface. Physiological and Molecular Plant Pathology, Volume:60, Issue:3, 155-162.

[13] Jensen B.D., latunde-Dada, O., Hudson, D., and Lucas, J.A. 1998. Protection of Brassica seedlings against downy mildew and damping-off by seed treatment with CGA 245704, an activator of systemic acquired resistance. Pesticide Sci., 52:63-69.

[14] Huang, Y., Deverall, B.J., Tang, W.H., Wang, W., and Wu, F.W. 2000. Foliar application of acibenzolar-S-methyl and protection of post harvest Rock Melons and Humi Melons from disease. Eur.J.Plant Pathology, 106: 651-656.

[15] Terry, L.A. and Joyce, D.C. 2000. Suppression of grey mould on strawberry fruit with the chemical plant activator. Integrated Crop Management, 56: 989-992.

[16] Akinwunmi, O.L., Lucas, J.A., 2001. The plant defence activator acibenzolar-S-methyl primes cowpea [*Vigna unguiculata* (L)Walp.] seedlings for rapid induction of resistance. Physiological and Molecular Plant Pathology, Volume:58, Issue:5, 199-208.

[17] Altınok, H.H., 2006. Doğu Akdeniz bölgesi'nde patlıcanda fusarium solgunluğu hastalığı (*Fusarium oxysporum* schlecht. f. sp. *melongenae* Matuo and Ishigami)'nın yaygınlığı, etmenin moleküler karakterizasyonu ve bitkide hastalığa karşı dayanıklılığın uyarılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı. Doktora Tezi, 141s, Adana

[18] Gent, D.H. and Schwartz, H.F. 2005. Management of *Xanthomonas* leaf blight of onion with a plant activator, biological control agent, and copper bactericides. Plant Disease, 89: 631-639.

[19] Cole, D.Z. 1999. The efficacy of acibenzolar-S-methyl, an inducer of systemic acquired resistance against bacterial and fungal diseases of tobacco. Crop Protection, 18: 267-273.

[20] Romero, A.M., Kousik, C.S., and Ritchey, D.F. 2001. Resistance to bacterial spot in bell pepper induced by acibenzolar-S-methyl. Plant Disease, 85: 189-194.

[21] Hekimhan, H., Boyraz, N., 2011. Çeşit tavsiiyelerinde hastalıkların önemi: Buğdaylarda kök ve kökboğazı kökçürüklüğüne neden olan *Fusarium culmorum* örneği. Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi Bildiriler Kitabı-1, 321-326, Samsun

[22] Samson, R. A., Hoekstra E. S., Frisvad, J. S., Filtenborg, O., 2002, Introduction To Food- And Airborne Fungi, 6th Ed., Centraalbureau voor Schimmelcultures, 389 p., Netherlands.

[23] Wallwork, H., Butt, M., Cheong, J.P.E., and Williams, K.J., 2004. Resistance to crown rot in wheat identified through an improved method for screening adult plants. Australian Plant Pathology Society, 33, 1-7.

[24] Gargouri-Kammoun, L., Gargouri, S., Rezgui, S., Trifi, M., Bahri, N., and Hajlaoui, M.R. 2009. Pathogenicity and aggressiveness of *Fusarium* and *Microdochium* on wheat seedlings under controlled conditions. Tunisian Journal of Plant Protection 4: 135-144.

[25] Aktaş, H., Bora, T., 1981. Untersuchungen über die Biologie und Physiologische Variation von auf Mittelanatolischen Gersten vorkommende *Drechslera sorokiniana* und die Reaction der Befallenen Gerstensorten auf den parasiten. J. Turkish Phyt.10(1):1-24.

[26] Çalışkan, A.F., 2007. Kabak Sarı Mozayik Virüsü (*Zucchini Yellow Mosaic Virus*, Zymv)' nün Tanısı ve Bitki Aktivatörleri Kullanılarak Mücadele Olanaklarının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 104 sayfa, Adana

[27] Potlakayala, S.D., Reed, D.W., Covelto, P.S., and Fobert, P.R. 2007. Systemic acquired resistance in Robert and Hutson, 1999 Canolais linked with pathogenesis-related gene expression and requires salicylic acid. Phytopathology, 7:794-802.