

Bazı Armut çeşit ve Genotiplerinin Ateş Yanıklığı Hastalığına Duyarlılık Durumlarının
Kimyasal Analizlerle Belirlenmesi

Ahmet Kürşat Ölmez

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

(Ocak) 2022

*Determination of Fire Blight Susceptibility of Some Pear Varieties and Genotypes by
Chemical Analysis*

Ahmet Kürşat Ölmez

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Horticulture

(January) 2022

Bazı Armut Çeşit ve Genotiplerinin Ateş Yanıklığı Hastalığına Duyarlılık Durumlarının
Kimyasal Analizlerle Belirlenmesi

Ahmet Kürşat Ölmez

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof. Dr. Yasemin Evrenosoğlu

İkinci Danışman: Doç. Dr. Elif Mine Öncü Kaya

Bu tez çalışması Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP)
Komisyonu tarafından kabul edilen ‘‘202023A101’’ no’lu proje çerçevesinde desteklenmiştir.

(Ocak) 2022

ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Yasemin Evrenosoğlu danışmanlığında hazırlamış olduğum “Bazı Armut Çeşit ve Genotiplerinin Ateş Yanıklığı Hastalığına Duyarlılık Durumlarının Kimyasal Analizlerle Belirlenmesi” başlıklı YÜKSEK LİSANS tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 10/01/2022

Ahmet Kürşat Ölmez

İmza

ÖZET

Dünya armut üretimi yaklaşık 19 milyon tonun üzerinde olup bunun yaklaşık %50'si Çin'de üretilmektedir. Bu ülkeyi sırası ile ABD, İtalya, İspanya, Arjantin, Güney Kore, Türkiye, Japonya, Güney Afrika ve Hollanda izlemektedir. Armutta verimi en çok etkileyen hastalık ateş yanıklığıdır. Hastalığa dayanımda çeşide ait farklı biyokimyasal özelliklerle beraber fenolik maddelerin etkin olduğu bilinmektedir.

Ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı genotipler ve duyarlı çeşitlerde bazı kimyasal analizlerle dayanım durumlarının karşılaştırılması amacı ile yapılan çalışmada, SÇKM (%) oranı, ortalama pH değeri, toplam fenol değeri, kateşin ve arbutin miktarları dayanıklı genotiplerde duyarlı çeşitlere göre yüksek olurken; titre edilebilir asitlik miktarı, toplam flavonoid ve klorogenik asit miktarı duyarlı çeşitlerde yüksek olmuştur. Toplam fenol, toplam flavonoid, klorogenik asit, kateşin ve arbutin miktarları bakımından II-14-37 numaralı genotipin, tüm çeşit ve genotiplerden önemli ölçüde yüksek bir değere sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Armut, *Erwinia amylovora*, Genotip, HPLC, Fenolik bileşikler

SUMMARY

World pear production is over 19 million tons, about 50% of which is produced in China. This country is followed by the USA, Italy, Spain, Argentina, South Korea, Turkey, Japan, South Africa and the Netherlands, respectively. The disease that most affects the yield of pears is fire blight. It is known that phenolic substances, together with different biochemical properties of the variety, are effective in resistance to disease.

In the study conducted with the aim of comparing the resistance status of fire blight resistant genotypes and susceptible cultivars with some chemical analyzes, while the SSC (%), average pH value, total phenol value, catechin and arbutin amounts were higher in resistant genotypes compared to susceptible cultivars; titratable acidity, total flavonoid and chlorogenic acid content were high in susceptible cultivars. It was determined that genotype II-14-37 had a significantly higher value than all cultivars and genotypes in terms of total phenol, total flavonoid, chlorogenic acid, catechin and arbutin amounts.

Keywords: Pear, *Erwinia amylovora*, Genotype, HPLC, Phenolic compounds,

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	vi
SUMMARY	vii
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1.GİRİŞ ve AMAÇ	1
2.LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	7
3.MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1.Materyal.....	17
3.2.Yöntem.....	20
3.2.1. Çeşit ve genotiplerde ateş yanıklığı hastalığına duyarlılık düzeyinin belirlenmesi	20
3.2.2. Biyokimyasal Analizler.....	21
3.2.2.1. <u>Suda Çözünabilir Kuru Madde Miktarı</u>	21
3.2.2.2. <u>pH Tayini</u>	21
3.2.2.3. <u>Titre Edilebilir Asitlik</u>	21
3.2.2.4. <u>C Vitamini Analizi</u>	22
3.2.2.5. <u>Antioksidatif Kapasite</u>	23
3.2.2.6. <u>Toplam Fenolik Madde Kapsamı</u>	24

3.2.2.7. <u>Toplam Flavonoid Tayini</u>	24
3.2.2.8. <u>Fenolik Bileşik Tayini</u>	24
4.BULGULAR ve TARTIŞMA	28
4.1.Çeşit ve Genotiplerde Ateş Yanıklığı Hastalığına Duyarlılık Düzeyi.....	28
4.2. Çeşit ve Genotiplere ait Kimyasal Analizler.....	29

İÇİNDEKİLER (devam)

	Sayfa
5.SONUÇ ve ÖNERİLER	39
KAYNAKLAR DİZİNİ	40

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
1.1. Sürgünde ateş yanıklığı enfeksiyonu (a), Hastalık sonucu oluşan akıntı (b).....	4
1.2. Armudun taze sürgünlerinde çoban değneği şeklinde kararmalar taze sürgünün sürgünün kıvrılması.....	4
3.1. Serada melez bitkiler.....	18
3.2. Akça çeşidi.....	18
3.3. Santa Maria çeşidi.....	19
3.4. Meyve sularında titrasyon sonrası renk değişimi.....	22
3.5. Meyve sularında C vitamini analizi sonrası renk değişimi.....	23
3.6. Meyve sularından antioksidatif kapasite analizi.....	23
3.7. Meyve sularında toplam fenolik madde analizi.....	24
3.8. Deneylede kullanılan HPLC cihazı.....	25
3.9. Bitki yapraklarının kimyasal analizler için kesilmesi (a), şişelenmiş örneklerin filtre edilmesi (b).....	25

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
1.1. Dünyada ve önemli yetiştirici ülkelerde armut üretim miktarı(ton).....	2
3.1. Ateş Yanıklığına Hassas ve Dayanıklı Ebeveynler.....	17
3.2. Suni inokulasyona göre duyarlılık değerlendirilmesi	21
3.3. Klorojenik asit ve kateşin için belirlenen optimum HPLC koşulları.....	26
3.4. Arbutin için belirlenen optimum HPLC koşulları.....	27
4.1. Tüm Çeşit ve Genotiplerde Yüzde Yanıklık ve Duyarlılık Grupları.....	28
4.2. Dayanıklı ve Duyarlı Çeşit ve Genotiplere Ait Yanıklık Ortalaması ve Grubu.....	29
4.3. Ateş Yanıklığı Hastalığına Dayanıklı ve Duyarlı Çeşit ve Genotiplere Ait Meyve Suyu Örneklerinde SÇKM (%) Miktarı.....	30
4.4 Ateş Yanıklığı Hastalığına Dayanıklı ve Duyarlı Çeşit ve Genotiplere Ait Meyve Suyu Örneklerinde pH Değerleri.....	30
4.5. Ateş Yanıklığı Hastalığına Dayanıklı ve Duyarlı Çeşit ve Genotiplere Ait Meyve Suyu Örneklerinde Titre Edilebilir Asitlik (mg/100 ml) Miktarı.....	31
4.6. Ateş Yanıklığı Hastalığına Dayanıklı ve Duyarlı Çeşit ve Genotiplere Ait Meyve Suyu Örneklerinde C Vitamini (mg/100 ml) Miktarı.....	31
4.7. Ateş Yanıklığı Hastalığına Dayanıklı ve Duyarlı Çeşit ve Genotiplere Ait Meyve Suyu Örneklerinde Antioksidan Kapasite (% inhibisyon) Miktarı.....	32
4.8. Ateş Yanıklığı Hastalığına Dayanıklı ve Duyarlı Çeşit ve Genotiplere Ait Meyve Suyu Örneklerinde Toplam Fenol (mg gallik asit/L) Miktarı.....	32
4.9. Ateş Yanıklığı Hastalığına Dayanıklı ve Duyarlı Çeşit ve Genotiplere Ait	

Yaş Yaprak Örneklerinde Toplam Flavonoid (mg kateşin/L) Miktarı.....	33
4.10. Ateş Yanıklığı Hastalığına Dayanıklı ve Duyarlı Çeşit ve Genotiplere Ait Yaş Yaprak Örneklerinde Klorogenik Asit (mg/L) Miktarı.....	34
4.11. Ateş Yanıklığı Hastalığına Dayanıklı ve Duyarlı Çeşit ve Genotiplere Ait Yaş Yaprak Örneklerinde Kateşin (mg/L) Miktarı.....	34
4.12. Ateş Yanıklığı Hastalığına Dayanıklı ve Duyarlı Çeşit ve Genotiplere Ait Yaş Yaprak Örneklerinde Arbutin (mg/L) Miktarı.....	35

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
%	Yüzde
cm	Santimetre
°C	Santigrat derece
pH	Asitlik derecesi
Ca	Kalsiyum
OH	Hidroksil grubu
mg	Miligram
mL	Mililitre

Kisaltmalar

<u>Kisaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
UV	Ultraviyole
TLC	İnce tabaka kromatografisi
HPLC	Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
FAO	Food and Agriculture Organization (Gıda ve Tarım Örgütü)

SÇKM

Suda Çözünür Kuru Madde



1.GİRİŞ ve AMAÇ

Yumuşak çekirdekli meyveler grubunda olan armut (*Pyrus communis L.*) botanik açıdan Rosales takımı, Rosaceae familyası, *Pyrus* cinsi içerisinde yer alan meyve türüdür (Sobiczewski vd.,1997). Türkiye’de neredeyse tüm yörelerde armut yetiştirilmektedir.

Armut, bugün dünyada elma kültürünün yayıldığı hemen her yerde yetiştirilmektedir. Ancak, armut elmalara göre, sıcağa ve kurağa karşı daha az hassasiyet gösterdiğinden Akdeniz’in sıcak iklimli bölgelerinde de ekonomik olarak yetiştirilebilmektedir. Anadolu, armudun hem gen merkezi oluşu hem de hemen her yerinde armut yetiştiriciliğine uygun iklim ve toprak koşullarının bulunması nedeniyle armudun ülkemizde geniş bir üretim potansiyeli vardır (Güngör, 2019). Ancak, armut üretimi elma üretimi kadar hızlı bir gelişme gösterememiş olup, bunun en önemli sebebi, bu türün ateş yanıklığı ve pisillidia başta olmak üzere birçok hastalık ve zararlıya hassasiyet göstermesi ve bu durumun da çok fazla pestisit kullanımına sebebiyet vermesi olarak belirtilebilir.

Armutun; Çin, Orta Asya, Kafkasya ve Batı Asya olmak üzere üç gen merkezi bulunmaktadır. Birçok meyvenin anavatanı durumunda olan Türkiye, armudun da gen merkezi arasında yer almaktadır (Erdoğan vd., 2007). Kafkasya ve Batı Asya bölgesinde bulunan ülkemizde yetişen 20 kadar armut türünden ticari değeri en önemli olan armut çeşitlerinin çoğunu içinde barındıran *P. communis* yani Avrupa armududur. Bu çeşidin dışında gen merkezi konumunda bulunduğumuz *P. salicifolia* ve *P. elaeagrifolia* türleri de önem taşımaktadır.

Armut yetiştiriciliğinin dünyadaki üretim miktarları (ton) Çizelge 1.1’de belirtilmiştir. Armut yetiştiriciliği üretim miktarlarına göre 2020 yılında dünya armut üretim miktarı 23.109.219 ton olup, ülkeler içinden ilk sırada Çin, 16.000.000 ton ile yer almıştır. Ülkemiz 545.569 ton armut üretimi ile beşinci sırada bulunmaktadır (FAO, 2021).

Türkiye 2020 istatistik verilerine göre, 5.056.672 ton yumuşak çekirdekli meyve üretimi ile meyve yetiştiriciliği içerisinde payı büyük olmakla birlikte; armut yetiştiriciliği 545.569 ton üretim ve % 10.79’lik bir payla önemli bir yer tutmaktadır (TÜİK, 2021).

Çizelge1.1 Dünyada ve önemli yetiştirici ülkelerde armut üretim miktarı (FAO, 2021)

ÜRETİM (TON)				
ÜLKE	2016	2017	2018	2020
Dünya	27.345.930	23.848.483	23.733.772	23.109.219
Çin	19.388.063	16.410.000	16.078.000	16.000.000
İtalya	738.770	772.578	716.821	619.470
ABD	905.605	680.842	730.740	609.628
Arjantin	701.928	517.754	565.697	600.000
Türkiye	472.250	503.004	519.451	545.569
Güney Afrika	399.000	416.215	397.555	431.000
Hollanda	433.105	330.000	402.000	400.000
Belçika	374.000	301.818	369.506	392.590
İspanya	366.131	360.957	332.319	323.730
Hindistan	331.550	346.000	318.000	306.000

Avrupa grubu armut çeşitleri (*Pyrus communis*) ülkemizde daha fazla yetiştiriciliği yapılan çeşit olmakla birlikte, daha az yetiştiriciliği yapılan Asya grubu armut çeşitleri ile birlikte yetiştirilmeye başlanmıştır. Kültür armut çeşitleri, türler arası doğal melezler, yapay melezler, türler arası melezler, mutant veya rastgele melezler yoluyla elde edilmiştir (Özçağran vd., 2011). Yumuşak çekirdekli meyvelerin verimini olumsuz yönde etkileyebilecek ve verimde bir düşüşe neden olabilecek birçok hastalık ve böcek zararlıları bulunmaktadır. En önemlileri arasında elma kara lekesi (*Venturia inaequalis* (Cooke) Wint) armut kara lekesi (*Venturia pirina* Aderh.), elma küllemesi (*Podosphaera leucotricha* Salm.), bakteriyel kanser (*Pseudomonas syringae* pv. *Syringae* van Hall) ve ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora*) bulunmaktadır (Mirik, 2000).

Yapılan bir araştırmaya göre, ateş yanıklığı ve solgunluk hastalığının nedeni, Enterobacteriaceae'ye ait bir Gram-negatif, fakültatif anaerobik, kısa çubuk şekilli ve çok yıllık flagellum bakterileri olan mikroccoccus amiloliquefaciens'tir. Bakteriler en iyi in-vitro olarak 45-250 °C termal ölçüm noktası ile 21-28 °C ve pH 6.0-7.5'te büyürler. E. amylovora bakterisi, "ooze" adı verilen bir bakteri akıntısı ve dallar, meyveler ve ağaç kabuğu gibi çeşitli bitki dokularında damlacıklar halinde "strand" adı verilen bir bakteri zinciri oluşturur. Akıntıdaki bakteriler genellikle toksiktir ve patojenliklerini 2 yıl veya daha fazla korurlar. Bakteriyel lifler çok güçlü, sert ve olumsuz çevresel koşullara karşı dirençlidir (van der Zwet ve Keil, 1979).

Erwinia amylovora adlı ve ateş yanıklığı hastalığına sebep olan bakteri, *Rosaceae* familyasındaki 39 farklı cins ve 128 türe ait bitkide hastalık etmeni olmaktadır (Beer ve Opgenorth, 1976). Konukçu olduğu meyveler arasında; armut, ayva, elma, Trabzon hurması, yeni dünya, ahlat ve muşmula olmakla birlikte diğer bitki türleri arasında ateş diken, üz, akdiken, dağ muşmulası gibi orman, park ve süs bitkileri grubundan bitkiler de bu hastalık etmeninin konukçuları arasındadır.

E. amylovora'nın neden olduğu ateş yanıklığı hastalığı, yumuşak çekirdekli meyveleri (armut, elma, ayva ve yenedünya gibi) arasında en eski, en ciddi ve yıkıcı hastalıktır. Hastalığın ilk olarak 1780'de New York'taki Hudson Vadisi'nin dağlarındaki elma, armut ve ayvalarda ortaya çıktığı bildirilmiştir. Bu tarihten bu yana, hastalık 1900'lerin başına kadar Kuzey Amerika kıtasında bulunmaktadır (Öztürk vd., 2011).

Ateş yanıklığı hastalığı yaklaşık 250 yıl kadar geçmişi bulunmakta ve ilk olarak 1780 yılında New York eyaletinde tespit edilmiştir. İlk etapta Kuzey Amerika ile sınırlı kalan hastalık, günümüzde Dünyanın armut yetiştirilen bölgelerin tamamına yakın kısmında yaygındır. 1840'ta Kanada, 1843'te Meksika'ya ulaşan hastalık, Avrupa'da ilk defa İngiltere'de 1957 yılında görülmüştür. 1965 yılında Hollanda'nın kıyı bölgelerine yayılmış ve bu tarihten itibaren Kuzey Batı Avrupa'nın tüm ülkelerinde ortaya çıkmıştır. İlerleyen yıllarda hastalığın yayılımı, Kıbrıs, İsrail, Türkiye, Lübnan, Yunanistan, Bulgaristan, İtalya ülkeleri ile devam etmiştir (Mertoğlu, 2016).

Ateş yanıklığı, bazı önemli armut, ayva ve elma çeşitlerinde, çiçek tomurcukları, sürgünler, büyük bitkiler ve bazen de tüm ağaçların ölmesine neden olur. Gövde, boğaz ve köklerdeki enfeksiyonlar ağaçların kısa sürede ölmesine neden olabilir (Şekil 1.1.a).

Hastalık ilk olarak çiçeklerde ve çiçek demetlerinde belirti gösterir. Hastalıklı çiçekler soluklaşır ve kahverengi veya siyaha dönüşür. Nemli havalarda ve sabahın erken saatlerinde, bakteriler etkilenen bölgeden akar ve hava kurudukça kuruyarak kahverengileşir (Şekil 1.1.b). Taze tomurcuklar hasta olduklarında siyaha döner ve uçları bir çoban asası şeklinde geriye doğru bükülür (Şekil 1.2). Hastalık dallarda ve gövdelerde yanıklığa neden olur. Bu kısımlarda, kabuğun içi çöker ve kahverengi olur (Peil vd., 2009).



Şekil 1.1. Sürgünde ateş yanıklığı enfeksiyonu (a) Hastalık sonucu oluşan akıntı (b).



Şekil 1.2. Armudun taze sürgünlerinde çoban değneği şeklinde kararmalar taze sürgünün kıvrılması.

Ateş yanıklığı patojeni bakteri, bahçe aletleri, meyveler veya aşuların gözlerinden yayılabilir. Budama aletleri solgunluğu hastalıklı dallardan sağlıklı dallara yaymada en önemli rolü oynar. Budama sonrası kanserli dallar ve gövdeler dezenfekte edilmezse, budama makası ve testereleri bakterilerin diğer dalları ve ağaçları kolayca enfekte etmesine neden olabilir. Aşı ile temas eden eller, kıyafetler, ayakkabılar ve hatta bahçe aletlerinin tekerlekleri yayılmasında rol oynayabilir (Gök, 2016).

Bu hastalığa karşı alınabilecek kültürel önlemler, fidan üretiminde sağlıklı tohumların ve aşı gözlerinin kullanımı, ağır hasta ağaçların çıkarılması ve yakılması olarak listelenmiştir. Bu hastalıkla savaşmak için, üreticilerin özellikle çiçeklenme döneminde bahçeyi sürekli olarak takip etmeleri ve hastalıklı buketleri, tomurcukları ve dalları enfeksiyon noktasının en az 30-40 cm altında kesmeleri gerekir. Budama aletleri dezenfeksiyon için %10 ağartıcıya batırılmalı, büyük dalları budanırken ve aşı macunu ile kapatılmalı, budama alanında %10 ağartıcı kullanılmalıdır (Anonim, 2011).

Bu hastalıkla mücadelede kimyasal yöntemler başarılı değildir, ancak streptomisin ve bakır bileşikleri kullanılarak bu hastalığın oranı yavaşlatılabilir. Birçok ülke gibi ülkemizde streptomisin tarafından üretilen antibiyotik kullanımı yasaktır. Birçok ülkede, birçok bakır bileşiği lisanslı değildir. Prohexanone-Ca gibi antibiyotik uyarıcı bileşikler ve Bacillus subtilis'in biyolojik kontrol ürünleri beklenen başarıyı elde edememiştir (Peil vd., 2009). Ateş yanıklığına karşı savaşmada, meyve ıslahı ve dolayısı ile ateş yanıklığına dayanıklı yeni çeşitlerin geliştirilmesinin çok önemli olduğu belirtilebilir, çünkü diğer mücadele yöntemleri meyvelere zarar veren diğer hastalıklara kıyasla zor ve düşük başarı oranına sahiptir.

Türkiye armut yetiştiriciliği alanları ateş yanıklığının yayılımı için uygun iklime sahiptir. Ayrıca, Türkiye'de yetiştirilen armut çeşitlerinin bu hastalığa yatkın olduğu bilinmektedir. Birçok ülkede ateş yanıklığına dayanıklı ve mükemmel özelliklere sahip türleri elde etmek için ıslah projeleri başlatılmış ve uygulanmıştır (Evrenosoğlu vd., 2011; Öztürk vd., 2011).

Bitkiler, herhangi bir dış hasarı savunmak veya taşımak için çeşitli biyokimyasal maddeleri sentezler. Bunlardan biri de sekonder metabolit denilen fenolik bileşiklerdir (Burns vd., 2001). Bu bileşikler bitkinin kökler, dallar, tomurcuklar, odunsu dokular, yapraklar, yaprak sapı, floem, dişi organlar ve polen gibi farklı kısımlarında bulunur. Fenollerin, büyüme ve gelişme (Feucht & Nachit, 1976), tanımlama (Martelock ve diğerleri, 1994), aşı uyuşması (Treutter vd., 1990) ve kallus kültüründe kök oluşumu (Gaspar vd., 1992) için etkili oldukları bildirilmiştir. Bu maddelerin ayrıca, bitkilerde hastalığa dayanıklılığa cevap vermede önemli fonksiyonları da bulunduğu bilinmektedir.

Hastalığın seyri, öncelikle, çeşitlerde mevcut dayanıklılıkla kontrol edilebilmektedir. Dayanıklılıkta en önemli göstergelerden biri ise çeşidin kimyasal profili olup, özellikle, farklı çeşitlerin içeriğinde bulunan fenolik maddelerin miktarının belirlenmesi de önem taşımaktadır.

Bu çalışmada farklı gruplardaki armut çeşitlerinin ateş yanıklığına dayanım açısından kimyasal içerikleri araştırılarak çeşitler arasında duyarlılık durumlarının bu yönüyle karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu sayede, bazı kimyasal analizlerin çeşitlerin erken dönemde seçiminde kullanılıp kullanılmayacağı da araştırılmıştır.



2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Yumuşak çekirdekli meyveler grubunda yetiştiriciliği önemli derecede etkileyen ve verim kaybına sebep olan zararlılar ve hastalıklar bulunmaktadır. Zararlılar hakkında en önemliler, armut yaprak emicisi, armut göz kurdu ve elma iç kurdudur. Hastalıkları bakımından ise ateş yanıklığı, monilya ve kara lekedir. Meyve ağacında tamamen kayba neden olan ve yüksek verim kaybına yol açan hastalık ise ateş yanıklığıdır.

Armut ülkemizde uzun yıllar kapama bahçeler halinde değil, dağınık popülasyon halindeki ahlat veya yabani armutlara aşılansarak yetiştirilmiştir. Bu durum, armudun anavatanlarından biri olan ülkemizde çeşit zenginliğinin korunmasında yararlı olmuş ancak, bakım işlemlerindeki düzensizlik nedeniyle ağaçların sağlıklı gelişmemeleri, yeterli ve kaliteli ürün vermemelerine yol açmıştır. Bu olumsuzluklara *Erwinia amylovora* (Burill) Winslow vd. bakterisinin neden olduğu ateş yanıklığı hastalığı da katılmış ve birçok bölgede armut ağaçları kurumaya başlamıştır. Bu hastalığın verdiği büyük zarardan dolayı üretimimizde azalma sürecine girilmiştir. Bunu önlemek için ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı çeşitlerin kullanımı ve farklı mücadele yöntemleri oldukça önem kazanmıştır (Butar, 2014).

Dünyada birçok ekonomik kayba neden olan hastalık ateş yanıklığıdır. Örneğin, Amerika Birleşik Devletler'ine bağlı olan Kings Conty'de 43.700'a kadar ulaşan armut bitkisi iki yıl kadar sürede tamamen kayba sebep olmuştur. Kaliforniya'da bir vadisindeki ateş yanıklığı hastalığı sebebiyle armut bitkilerinin %95'i sökülmüştür. 1936 yılında maliyeti 4.000.000 doları aşan Amerika Birleşik Devletleri'nde toplam armut üretimi %14 oranında azalmasıyla gerçekleşmiştir. Dünyada bu kayıplara 1975 yılında Hollanda'da 2.000.000'u aşan kayıplar ve 1976 yılında ise ABD'nin Kaliforniya eyaletinde yalnızca armut üretiminde 47.000.000 dolarlık kayıplara sebep olduğu bildirilmektedir (van der Zwet ve Keil, 1979; van der Zwet ve Beer, 1995).

Dünyanın armut yetiştiriciliği yapılan bölgelerinde bugün yoğun şekilde ateş yanıklığı hastalığı görülmektedir. Ülkemizde ilk 1985 yılında Afyon'un Sultandağı ilçesinde hastalık görülmüş ve 1987'de Burdur ve Isparta illerinde saptanmıştır (Öktem ve Benlioğlu, 1988).

Ülkemizde ateş yanıklığına karşı yok etme çalışmaları ve izolasyon yöntemleri denenmesine rağmen birçok bölgemizde yayılmıştır (Karahan, 2013). Hava olaylarının

etkileriyle *E. amylovora* hastalığının yayılımı artarak kimyasal mücadeleler yetersiz kalmaktadır. Kimyasal mücadelenin tek başına etkili olmamasından dolayı dünyadaki araştırmacılar epidemiyolojik araştırmalara yönelmiş ve hastalığı tahmin etmek amacıyla erken önlem modelleri ve daha farklı tahminler geliştirmişlerdir (Smith, 1996 ve 1999; Thomson ve diğerleri 1982; Mills, 1955; Billing, 1980; Billing, 1992; Billing, 1996; Zoller ve Sisevich, 1979; Steiner, 1989a ve b; Steiner ve Lightner, 1996).

Ateş yanıklığı hastalığının armutta ortaya çıkışı büyüme döneminde çevre koşullarına ve çeşide bağlı olarak farklılıklar göstermektedir. Çiçek açma döneminde ağaçlarda ateş yanıklığı enfeksiyonu nedeniyle meyve oluşumunda azalma olmasıyla birlikte, meyve dallarında zararlanma görülünce ertesi sene verimin düşüşüne neden olacağı ifade edilmiştir. Buna ek olarak, ince dal yanıklığı gelecek sezonda meyve dallarının oluşumuna engel olmaktadır. Elma çeşitlerinin bazılarında görülen ince dal ve sürgünlerin yanması, çoğunlukla ana dalların ve gövdenin ölmesi şeklinde ilerlemeler bazı elma çeşitlerinde de görülmektedir (Peil vd., 2009).

Erken ilkbaharda ılık ve nemli havalarda, hastalığın ilk belirtileri genellikle çiçeklerde görülür (Yılmaz ve Aysan, 2009). Çiçekler ıslanmış gibi görünür, sonra çabucak solar, kahverengiden siyaha döner ve düşer veya ağaca asılır. Bu semptomlar hemen aynı topuz üzerindeki diğer yapraklara veya yakındaki dallardaki yapraklara yayılır. Ana damarlar ve yaprakların kenarları boyunca kahverengi ve siyah lekeler görülür, kararma ilerledikçe yapraklar kıvrılır ve yanan tomurcuklara aşağı yönde asılı kalır. Genellikle, elmalardaki yapraklar kahverengiye dönerken armutlardaki yapraklar da kahverengiden siyaha doğru değişir (Harmanda vd., 2021).

Ateş yanıklığında uçtan aşağı doğru, sürgünler genelde direkt olarak solmaktadırlar. Ateş yanıklığı sebebiyle bu sürgünlerin kabukları kahverengiden siyaha döner ve önce yumuşakken daha sonra çökme olup sertleşirler. Sürgünlerin olan uçlarının çoban değneği ya da kanca gibi bir forma dönüşmesi ve yaprakların siyah bir renk alarak sürgünlerde asılı durması tipik karakteristik hastalık semptomudur (van der Zwet ve Keil, 1979).

Yan dallarda, meyve topuzları ve uç dallardan aşağı doğru ilerleyen semptomlar gelişir. Burada büyük yanıkların kahverengi alanları (kanser) gözlenebilir. Enfekte ince dalların etrafındaki dalların kabuğu önce sulu görünür, sonra kararır ve kurur. Kanseri genişlediğinde, enfekte olan dal canlılığını kaybeder (Maden, 1989). Enfeksiyon çoğunlukla meyvede sap

kısından görülmeye başlamaktadır. Büyüyen meyveler sulu bir görünüp kazanıp daha sonra kahverengileşme olup, pörsüyüp, mumyalaşmaktave kararmaya başlamaktadır. Ateş yanıklığından zarar görmüş ve ölmüş meyveler ağaçta birkaç ay asılı kalabilmektedir (Maden, 1989; Fahy ve Hayward, 1983). Hasat sonrasında dahi paketlenmiş olan meyvelerde hastalık etmeni bulunabilmektedir (van der Zwet ve Keil, 1979). Ağaçta köke kadar yayılabilen ateş yanıklığı hastalığının bakterileri ağacın tamamen kuruması ve ölümüne sebep olabilmektedir. Taze yapraklardaki kurumalar, ufak meyvelerde görülen ateş yanıklığı hastalığı monilya hastalığını anımsatmaktadır (Karaca, 1977). Ağaçtaki görünümü ağacın yangın sonrasındaki haline benzerlik gösterip, bu görünümünden dolayı adına ateş yanıklığı hastalığı ismi verilmiştir (Çınar ve Pala, 1988).

Ağacın dallarında ve gövdede bir önceki seneden kalan içe doğru çökmüş ateş yanıklığı semptomları belirgin kanserli alanların dış kısımlardaki kabuk dokusunda bakteri kışı geçirebilmektedir. Ateş yanıklığı hastalığı etmeni bakteri çevresel ve doğal şartlar dışında budama aletleriyle ağaçtan ağaca yayılabilmektedir (Anonim, 2008).

Yapılan bazı çalışmalar, patojenleri iletebilen 77 böcek türü olduğunu göstermiştir. Bazı durumlarda bakteri, kanser akışından sıçrayan yağmur damlaları tarafından da taşınabilir. Bakteri akıntısı kurduğunda, üstte bakteri filamentleri oluşturacaklar. Yağmurun dolaylı etkileri çiçeklerdeki nektarla ilgilidir. Kuru hava koşullarında çiçekteki nektar çok yoğundur ve bakteri üremez. Bununla birlikte, yağmurun etkisi altında bu nektar seyreltilecek ve böylece bakteri üremesini ve enfeksiyonu teşvik edecektir. *E. amylovora* tarafından üretilen bakteri filamentleri rüzgar yardımıyla uzun mesafelere yayılabilir, taşınabilir. Bakteri filamentleri rüzgar ile bulutlara erişebilir ve daha uzak mesafelere yağmurun etkisiyle taşınarak konukçusuna bulaşabildiği belirlenmiştir. Nektarda *Erwinia amylovora* bakterisi hızla çoğalır ve çiçek dokusuna nüfuz eder. Bakteriler çiçekten çiçek sapına ve oradan da meyve topuzunun kabuğuna hareket eder. Topuzlarla yayılan enfeksiyon tüm çiçek, yaprak ve meyvelerin ölümüne neden olur (Gök, 2016).

Yumuşak çekirdekli meyveler içerisinde ateş yanıklığı hastalığının ülkemizde en çok zarar verdiği meyve türü olan armuttur. Çeşitli araştırmalar başka türlerde de yapılmaktadır. Tokgönül (1991), Doğu Akdeniz Bölgesi'nde 1990 yılında Mayıs-Ekim aylarının dönemlerinde ateş yanıklığı hastalığının ayva, yenedünya ve elma bahçelerinde yaygınlığı üzerine anket çalışması yapmıştır. Ateş yanıklığı hastalık belirtileri görülen ağaçlardan patojeni ayırıştırılarak etmeni, *E.amylovora* olarak tanılamıştır.

2007 yılında Konya Ereğli ve Halkapınar yörelerinde yapılan bir çalışmada, M9 anaçlarına aşıl原因 Summerret, Fuji, Gala, Granny Smith ve Breaburn elma ağaçlarında *Erwinia amylovora* bakterisinin neden olduğu ateş yanıklığının tespit edildiği ve hastalığın aynı yıl içinde epidemiye neden olduğu saptanmıştır (Yılmaz ve Aysan, 2009).

Ateş yanıklığı ile ilgili hasta ağaçların yanık sürgünlerinin budanması bilinen eski mücadele yöntemidir. Bu hastalığa karşı ilk savaş, şiddetli enfeksiyon gösteren bitkilerin yok edilmesiyle başlamıştır. 1950'lerde antibiyotiklerin keşfiyle birlikte insanlar farklı antibiyotik türlerini denemişlerdir. Sülfat kadar etkisi bulunan streptomisin ve *Erwinia herbicola* tespit edilmiş fakat çevre ve insanların sağlığı açısından etkisi ve patojenlerin direnci nedeniyle antibiyotikler bırakılmış ve birçok antimikrobiyal kimyasal kullanılmıştır. Bunlar arasında öne çıkan kimyasallar fluokset alüminyum, bakır bileşikleri, mancozeb + bakır, mancozeb + bakır vb. *Pseudomonas fluorescens* ve *Pantoea sphaericus* gibi faktörler başarılı biyolojik kontrol ajanları olarak kabul edilmiştir. Son yıllarda, araştırma sonuçları, bitki savunma sistemlerini etkinleştirmek için kimyasal maddelerin kullanımına odaklanmıştır. Konukçu-patojen etkileşimlerine veya bitkilerin genetik yapısını moleküler düzeyde anlamaya dayalı araştırmalar giderek daha önemli hale gelmiştir (Karacif, 2012).

Ülkemizin Güney Bölgesi'nde bulunan armut 139 bakteri izolatu toplanmış ve ateş yanıklığı hastalığına karşı etkili olanların %49 oranında olduğunu tespit etmişlerdir. İki izolat ile *in vivo* çiçeklerde yanıklığın %50 oranında önüne geçilmiştir. Bu izolatların, ateş yanıklığı hastalığının önüne geçilmesinde *Erwinia herbicola* ve Streptomisin sülfat kadar etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir ve yine aynı çalışmada, budamanın ve bakırlı bileşiklerin etkileri araştırılmıştır. Santa Maria çeşidinden kurulu fidanlıklarda beyaz tomurcuklanma sürecinde ilaçlama başlatılmış ve aynı anda dallar enfeksiyonlu bölgelerin 15-20 cm. altından budanmıştır. Bakır ilaçlarının yalnız etkisi %31 oranındayken, yalnız başına budamanın etkisi %62 tespit edilmiştir. Bu etkilerin ikili kombin olarak kullanımı sonucunda etkisi %70'e çıkmıştır (Aysan vd., 1999).

Ateş yanıklığı ile mücadelede en başarılı yöntemin, çeşitte mevcut dayanıklılıktan yararlanmak olduğu bilinmektedir. Bu amaçla başlatılan melezleme çalışmaları, hastalığa dirençli çeşitlerin geliştirilmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemidir. *Pyrus calleryana*, *P. pyrifolia* gibi doğu armutları ve *P. ussuriensis* ateş yanıklığına direnç genlerini taşır. Bu amaçla, hastalığa dirençli türler kullanılarak çeşitli melezler elde edilmiş ve yüksek kaliteli *P.*

communis ile melezlenerek hastalığa dayanıklı ve yüksek kaliteli çeşitler elde edilmeye çalışılmıştır (Layne ve Quamme, 1975).

Dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi, potansiyel olarak en umut verici hastalık kontrol stratejisi olarak görülmektedir. Yarı dayanıklı çeşitler piyasada var olup, meyve kalitesi mevcut çeşitlerin yerini alabilecek kadar iyi değildir. Ateş yanıklığının ekonomik önemine ve konuyla ilgili ıslah çalışmalarına rağmen elma ıslah programındaki gibi yüksek kalitede dayanıklı çeşitler yetiştirmek mümkün olamamıştır (Laurens, 1999).

Klasik ıslah yöntemi, gençlik kısırlığı döneminin uzun sürmesi ve dayanıklı genlerin biraraya getirilmesi sürecinin pahalı olması sebebiyle zaman alan bir süreçtir. Hastalığa dayanıklı türler küçük meyveli, ticari kalitesi düşük ve yabancı türlerdir. Pazarlanabilir meyve elde etmek ve yabancı türlerin olumsuz meyve özelliklerinin çoğunu ortadan kaldırılması için yüksek kaliteli çeşitlerle çok sayıda geri melezlemeler gerekmektedir. Genetik mühendisliği gibi biyoteknolojik stratejiler, bu zorlukların üstesinden gelmek için heyecan verici araçlar sağlamaktadır (Peil vd., 2009).

Hastalıkla mücadelede, doğal populasyondaki genetik varyabiliteden yararlanarak dayanıklı çeşit ve tiplerin belirlenmesi şeklinde gerçekleştirilen seleksiyon ıslahı, genetik kaynak zenginliği olan bölgelerde etkin biçimde kullanılan bir ıslah yöntemidir. Bu amaca yönelik olarak, Ege Bölgesi'nde İzmir, Aydın, Manisa, Denizli, Çanakkale ve Balıkesir illerinde lokal armut çeşitlerinde yapılan seleksiyonda, arazi gözlemleri sonuçlarına göre belirlenen toplam 64 çeşidin duyarlılık düzeyine göre dağılımında, 6 çeşidin çok duyarlı, 29 çeşidin duyarlı, 15 çeşidin orta duyarlı, 8 çeşidin az duyarlı ve 6 çeşidin ise çok az duyarlı olduğu gözlenmiştir. Buna göre, Batı Anadolu Bölgesi'ndeki armut çeşitlerinin büyük bir çoğunluğunun hastalığa duyarlılık düzeyinin yüksek, ancak %10'luk grubun ise duyarlılık düzeyinin daha düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca, arazi koşullarında, büyük taca sahip, geç olgunlaşan çeşitlerin daha dayanıklı; obur dallar ile genç ve kuvvetli gelişen sürgünlerin ise çok duyarlı olduğu tespit edilmiştir (Hepaksoy vd., 1999).

Hastalığa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesinde melezleme ıslahı da çok kullanılan bir ıslah metodudur. İngiltere'de East Malling Araştırma Enstitüsünde, melezlemeler yapılarak, bazı dayanıklı melez bireyler elde edilmiştir. Bu programın temeli, ateş yanıklığı enfeksiyonunun en önemli giriş noktası olan ikincil çiçekleri oluşturmaya az eğilimli veya eğilimsiz ebeveynleri melezlemede kullanarak, ateş yanıklığından korunmaktır. Dayanıklılık

konusundaki diğer bir görüş ise, *P.ussuriensis* x *P.communis* melezlerinin, yüksek kaliteli *P.communis* çeşitleri ile geriye melezlenmesi şeklindedir (Layne ve Quamme, 1975).

Islah çalışmaları sonucu elde edilmiş ‘AC Harrow Delicious’ ve HW606 armut çeşitlerinin, ‘Williams’ ve ‘Dr. Jules Guyot’ ile karşılaştırıldığında, ateş yanıklığına karşı geliştirilmiş toleransa sahip olduğu bildirilmektedir. ‘AC Harrow Delicious’, iri, sarı renkli ve erken-orta mevsimde olgunlaşan, kaliteli, taze tüketime ve işlemeye uygun bir çeşittir. HW606 çeşidi ise, ‘Williams’dan daha küçük ve geçici bir çeşittir (Hunter ve Layne, 2004).

ISF-FO armut ıslah programından seçilen üç tip ve 4 çeşit ateş yanıklığına duyarlılık düzeyi bakımından testlenmiş ve dayanıklı ve hassas kontroller olarak seçilen ‘Harrow Sweet’ ve ‘Doyenné du Comice’ ile karşılaştırılmıştır. Seçilen üç tip, Fransa’da invivo koşullardaki inokulasyon testlerinde de dayanıklı ya da tolerant olarak belirlenmiştir. Sera denemelerinde dokuz *E. amylovora* ırkı ile inokulasyon yapılmıştır. İnokulasyondan 1 ay sonra, enfekte sürgün sayısı ve nekrozun uzunluğu belirlenmiştir. İncelenen yedi genotipte, enfekte sürgün sayısı %30-%100, ortalama nekroz uzunluğu ise 5-37 cm arasında değişim göstermiştir. Coscia x Dr. Guyot melezi olan tipin, Harrow Sweet ile karşılaştırıldığında, ortalama nekroz uzunluğu açısından mükemmel bir tolerans profili sergilediği dikkat çekmektedir. İki hassas çeşidin melezlenmesinden elde edilen bireyde ortaya çıkan bu durum, armutta ateş yanıklığına dayanım genlerinin resesif olduğu hipotezini doğrulamaktadır (Rosati et.al., 2002).

Armutta ateş yanıklığına dayanıklılıkla ilgili diğer bir ıslah programı, Thibault ve Lezec (1990) tarafından başlatılmıştır. Dayanıklı ebeveynler olarak ‘Harrow Sweet’, ‘US309’ ve ‘Michigan 437’, yüksek meyve kaliteli çeşitler olarak ise ‘Williams’ ve ‘Pierre Corneille’ kullanılmış ve birçok melezleme yapılmıştır. Ebeveynler, çok geniş bir çaprazlama deseninde melezlenmiştir. Melez bireylerin dayanıklılık durumunun değerlendirilmesi için, çöğürler 20-30 cm uzunluğa ulaştığında, referans *E. amylovora* ırkı ile inokule edilmiştir. Melezler, inokulasyondan 3 hafta sonra, gövdedeki nekroz durumuna göre sınıflandırılmıştır (Durel et. al., 2004).

Ateş yanıklığına dayanıklı ‘Harrow Sweet’ ve US 309 çeşitleri, hassas Passe Crassane ve Abbé Fétel ile melezlenmiş ve elde edilen melez bireyler *E. amylovora*’nın lokal ırkı ile inokule edilmiştir. Araştırmada, kontrol olarak dayanıklı ‘Old Home’ çeşidi kullanılmıştır (Dondini et. al., 2002).

Macaristan'da armutta ateş yanıklığı ile ilgili araştırma programları, 1999 yılında ticari çeşitlerin dayanım durumunun belirlenmesi çalışmasıyla başlamıştır. Macaristanda görülen *E. amylovora* ırkları karışımından inokulum elde edilmiştir. Konukçu tepkileri sürgünlerde, çiçekler ve meyvelerde belirlenmiştir. Testlenen 30 armut çeşidinin % 50'si hassas, % 30'u orta hassas, % 10'u ise az hassas grupta yer aldığı tespit edilmiştir (Hevesi et. al., 2004).

Melezleme ve serbest dölllenme sonucu geliştirilen armut çeşitlerinin *E. amylovora*'ya duyarlılık düzeyi birçok çalışmada testlenerek belirlenmiştir (Bergamaschi et.al., 2006).

Armutlarda, *Erwinia amylovoranın* E2002a ırkı ile yapılan inokulasyon sonucu ateş yanıklığına duyarlılığın belirlenmesinde, nekrozlu kısım uzunluğunun, toplam sürgün uzunluğuna, yüzde olarak oranı kullanılmıştır. *Pyrus ussuriensis* Maxim. 'Prairie Gem' toplam sürgünde %1 lezyonlu kısım oranı ile yüksek derecede dayanıma sahip olarak saptanmıştır. *Pyrus calleryana* Decne. 'Bradford' %50 lezyon oranı ile orta derecede dayanıklı bulunurken, *P. calleryana* 'Chanticleer' ise %31 lezyon oranı ile diğerine göre daha dayanıklı olarak tespit edilmiştir. 9 *Pyrus taxa*'sı da %100 lezyon oranı ile aşırı hassas bulunmuştur (Bell et. al., 2004).

HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) günümüzde birçok alanda vazgeçilmez bir araç olarak kabul edilmekte ve çeşitli organik, inorganik ve biyolojik numunelerdeki türleri ayırmak ve tayin etmek için kullanılmaktadır (Anonim, 2019a). HPLC bir sıvıda çözülmüş bileşenlerin, bir kolon içerisinde bulunan genellikle katı bir destek üzerindeki sabit faz ile değişik etkileşimlere girmesi, kolon içinde değişik hızlarla hareket etmeleri sonucu, farklı zamanlarda bileşenlerin kolonu terk ederek birbirlerinden ayrılması temeline dayanır. HPLC, genellikle ayırma mekanizmasına veya durgun fazın tipine göre sınıflandırılır. Bunlar arasında dağılma ya da sıvı-sıvı kromatografi, adsorpsiyon ya da katı-sıvı kromatografi, iyon-değişimi kromatografi, boyut ayırıcı kromatografi, afinite kromatografi ve kiral kromatografiyi sayabiliriz. HPLC, analitik ayırma teknikleri amacı ile en yaygın kullanılan cihazdır. Yaygın kullanılma sebepleri duyarlılığı, kantitatif tayinlere kolaylıkla uyarlanabilir olması, uçucu olmayan veya sıcaklıkla kolayca bozunabilen bileşiklerin ayrılmasına uygunluğudur. En önemlisi ise sanayinin birçok bilim dalının ve toplumun birinci derecede ilgilendiği maddelere geniş bir şekilde uygulanabilirliğidir. Bu tip bileşiklere örnek olarak aminoasitler, proteinler, nükleik asitler, karbonhidratlar, ilaçlar ve pestisitler verilebilir. HPLC ünitesi: Degasser, pompa, autosampler, kolon ve dedektör olmak üzere dört kısımdan oluşmaktadır (Anonim, 2019b).

HPLC analizleri sonucunda belirlenen pek çok fenolik bileşiğin miktarının dayanıklı ve duyarlı çeşitlerde farklı bulunduğuna dair çalışmalar bulunmaktadır. Armut çeşitlerinin yaprak fenolik bileşik içeriğinin yüksek basınçlı sıvı kromatografisi yöntemi ile analizleri sonucunda, hastalıklara dayanımda önemli rolleri bulunan klorojenik asit ve arbutin olmak üzere iki madde tanımlanmıştır (Evrenosoğlu, 2002).

Pyrus communis L. (armut)'un kimyasal profilinin incelendiği bir çalışmada, arbutin, kaempferol, quercetin, fredielin, isoquercitrin, steroller, ursolik asit, astragalin, sorbitol, phloridzin gibi farklı bileşiklerin bitkinin çeşitli yerlerinde tespit edildiği belirtilmiştir (İbrahim ve Hammoudi, 2020). Çalışmaya göre, armut az miktarda yağ ve protein içermesine rağmen vitamin (C, E ve B kompleksi) içerikleri yüksektir (Öztürk vd., 2011). Bu bitkinin çiçek tomurcuğu, genç meyve, yaprak tomurcuğu, meyve kabuğu ve eti gibi farklı doku ve organları çeşitli fenolik bileşikler içeriğine sahiptir (Öztürk vd., 2011; Cui vd., 2005; Lin ve Harnly, 2008). Armuttaki başlıca fenolik bileşikler, epikateşin, arbutin ve klorojenik asittir (Spanos ve Wrolstad, 1990; Oleszek vd., 1994) ve bunlar meyve ve ürünlerinde renklendirici faktör olarak (Amiot vd., 1995) veya antioksidanlar olarak görev yapmaktadır (Leontowicz vd., 2002).

Armut ekstraktında HPLC ile fenolik bileşikler (klorojenik asit, arbutin, epikateşin, kateşin, p-kumarik asit, kafeik asit, rutinrihidrat ve rutinhidrat) tespit edilmiştir (Öztürk vd., 2011).

Armutta *Valsa pyri*'nin neden olduğu bir mantar gövde hastalığına karşı fenolik bileşiklerin HPLC yolu ile belirlendiği bir çalışmada, fenolik bileşikler ile *V. pyri*'ye dayanım seviyesi arasındaki ilişkiyi araştırmak için, 8 çeşit *Pyrus bretschneideri*'den alınan gövdelerin korteks ve floemindeki fenolik bileşiklerin içeriği tek tek belirlenmiştir. Çeşitler arasında tüm bileşiklerin seviyelerinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Korelasyon analizi, arbutin ve gallik asit seviyeleri ile kanser direnci derecesi arasında ters bir korelasyon ortaya çıkarmıştır. Sonuç, bu fenolik bileşiklerin *V. pyri* enfeksiyonuna karşı etkili olduğunu düşündürmüştür. Bu veriler, *V. pyri*'ye dayanım gösteren *P. bretschneideri* çeşitlerinin ıslah açısından değerli olabileceğini ortaya koymuştur (Pu vd., 2018).

Bir diğer araştırmada, elma yapraklarındaki fenolik bileşiklerin içeriği ve türü, ateş yanıklığına karşı potansiyel direnç belirteçleri olarak analiz edilmiştir. Fenolik asit ve flavonoid miktarları, *E. amylovora* ile iki çeşidin yapraklarının inokulasyonundan önce ve sonra

belirlenmiştir. Bu çeşitlerden 'Enterprise' hastalığa yüksek dirençli ve 'Idared' ise yüksek derecede duyarlıdır. Her iki çeşitte de temel fenolik seviyeleri benzer bulunmuş, ancak inokulasyonu takiben dayanıklı olanda daha hızlı ve daha belirgin değişiklikler gözlenmiştir. Çeşitler arasındaki fark, bileşiklerin içeriği ve glikozitlerinden serbest fenollerin salınma hızı ile ilgilidir. Doku yaşı ile ilgili olarak, "Idared" in genç yapraklarında 15 fenolik maddeden sekizinin seviyeleri "Enterprise"a göre önemli ölçüde daha yüksek olmuştur. Daha yaşlı yapraklarda farklılıklar dört bileşik ile sınırlı bulunmuştur. Patojene karşı in vitro olarak test edilen 13 fenolik aktivitesinde, gallik asit, floroglusinol, hidrokinon ve floretinin bakteri büyümesini baskıladığı ortaya konmuştur. Gallik asit, floroglusinol ve hidrokinonun sulu çözeltileri de armut meyvesi dilimlerinde hastalık gelişimini önemli ölçüde sınırlanmış, ancak sadece hidrokinon koruyucu aktivitesini daha uzun süre korumuştur. Ayrıca elma sürgünlerinde hastalık yayılmasını önlemede çok yüksek etkinlik göstermiştir (Skłodowska vd., 2018).

Elmanın yaprağı, temel fenolik madde olarak floridzin glikozitini içerir. İncelenen tüm mevcut *Malus* türlerinde, az miktarlarda rastlanan aglikon floretin ve quersetin, iz miktarlarda klorojenik asit ve epikateşin ile birlikte mevcuttur. Asit ve epikateşin ise izleriyle birlikte mevcuttur. Buna karşılık armut yaprağı, üç önemli fenolik madde içerir: klorojenik ve izoklorojenik asitler ile arbutin glikoziti. Bunlar yanında, yapraklarda, az miktarda kateşin, epikateşin, flavonol glikozitler ve hidrokinon ve arbutinin aglikonu da bulunur. Floridzin ve arbutinin glikozitleri, dağılımlarında oldukça spesifik durum göstermektedir; Elma ve armut türlerinin ve çeşitlerinin kromatografisi ile incelendiği geniş bir araştırma ile tüm elmalarda floridzin bulunurken, armutta floridzin bulunamamıştır ve aksine arbutin ise tüm armutlarda bulunurken elmalarda bulunmamıştır (Williams, 1955).

Ahudududa, *D. applanata* infeksiyonunu izleyen dönemde, sağlıklı materyal ekstraktlarının HPLC yöntemi ile analizinde, toplam fenol içeriği, dayanıklı çeşitte (Latham) duyarlı çeşide (M. Promise) göre daha yüksek düzeyde bulunmuştur ve bazı dayanıklı ve orta derecede dayanıklı melezlerin kromatogramlarında duyarlı melezlerde bulunmayan pikler tespit edilmiştir (Kozłowska ve Krzywanski, 1994).

Mısırlı ve arkadaşları (2001), suni inokulasyondan sonra dayanıklı görünümdeki melez bademlerde katehin ve kuersetin içeriğinin, duyarlılara göre yüksek olduğunu bulmuştur.

Ateş yanıklığına neden olan *E. amylovora* bakterisine karşı dayanıklılığa olan etkilerini incelemek amacıyla elma (*Malus x domestica*) yapraklarında mevcut fenolik maddelerden dihidrokalkonlar grubuna dahil, floridzin, trilobatin ve sieboldin içerikleri saptanmıştır. Ateş yanıklığına duyarlı olan iki elma genotipi arasındaki melezlemeler sonucunda elde edilen bireylerde, hastalığa dayanımda belirleyici rol oynayan bu fenolik bileşikler RP-HPLC-DAD yöntemleri ile araştırılmıştır. Başlıca dehidrokalkonlarla ilgili olarak, tek başına phlorodzin veya phloridzin, trilobatin ve seiboldin kombinasyonu içeriği bakımından melezlerin ebeveynlerde mevcut profili gösterdiği bulunmuştur. Bakteriler tarafından tetiklenen oksidatif patlamaya müdahale edebilecek güçlü bir antioksidan aktiviteye rağmen, sieboldin, yaprak ekstraktında yüksek miktarda etken antioksidan kapasiteye sahip olmasına rağmen, hastalığa direnç sağlayamamıştır. Melezlerde birkaç hidroksisinamik asit ve flavonol tanımlanmış, ancak profiller çok benzer bulunmuştur. Bununla birlikte, birkaç flavonolün konsantrasyonu, trilobatin ve sieboldin içeren genotiplerdeki direnç ile pozitif yönde ilişkili görülmüştür. Ek olarak, yüksek etken bir antioksidan aktivite, bakteriyel yayılmayı bloke etmek için yeterli olmayabilir (Bernoville vd., 2011).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Tez projesinde materyal olarak, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme bahçesi bünyesinde bulunan armut parselindeki 3 adet ateş yanıklığına hassas kültür çeşidi, 3 adet hastalığa dayanıklı kültür çeşidi, 3 adet yerli armut tipi kullanılması planlanmıştır. Kullanılacak armut çeşitleri, Akça, Santa Maria, Williams (hassas kültür çeşitleri), Magness, Kieffer, Moonglow (dayanıklı kültür çeşitleri), Taş, Güz ve Ankara (yerli armut tipleri) olarak belirlenmiştir. Ancak, Çizelge 3.1’de izlenen sürgün inokulasyon sonuçlarındaki tutarsızlık nedeni ile, materyal aşağıdaki şekilde güncellenmiştir.

Yürütülen çalışmada, ateş yanıklığına hassas armut çeşitleri ve bazı çeşitlerin kontrollü melezleme kombinasyonlarından elde edilen ve *E. amylovora* ile testlenmiş dayanıklı armut genotipleri (Çizelge 3.1) materyal olarak kullanılmıştır. Melez genotipler TÜBİTAK TOVAG 1060719 nolu proje kapsamında elde edilmiştir.

Çizelge 3.1. Ateş yanıklığına hassas ve dayanıklı ebeveynler

Dayanıklı	Hassas
I-16-18 (Magness x Ankara)	Santa Maria
I-16-17 (Magness x Ankara)	Akça
I-16-28 (Magness x Ankara)	Williams
II-14-37 (Magness x Kieffer)	Ekşi



Şekil 3.1. Serada melez bitkiler

Denemede kullanılan çeşit ve genotiplere ait özellikler aşağıda belirtilmektedir;

Akça: Anavatanı Anadolu'dur. İstanbul Akçası, Dikenli Akça, İstanbul Armudu gibi isimler alır. Ağaçları kuvvetli büyür ve yarı dik gelişir. Meyve kabuğu yeşil, yeme olumunda yeşilimsi sarı renkte ve incedir. Meyveleri küçük, 50-60 g ağırlıkta konik biçimde sap tarafı dar, çiçek çukuru tarafı geniştir. Meyve sapı, meyveyle eğik olarak birleşir. Meyve eti beyaz, az kumlu, orta derecede sulu, az tatlı olup kalitesi orta iyidir. Uygun tozlayıcıları Mustafa Bey, B. Hardy, Passe Crassane çeşitleridir. Hasat temmuz ayında yapılır. Saklama süresi 7-10 gün kadardır (Özçağırın vd., 2011) (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Akça armudu

Santa Maria: Santa Maria armut çeşidi, yaz armudu olarak kabul görür. Çeşit, İtalyan orijindir. Williams ve Coscia melezidir. Ülkemizde çok yaygın olarak üretilmektedir. Güçlü ağaç yapısına sahiptir. Orta kuvvette ve dik gelişir. Meyvesi yazlık çeşitlere nazaran oldukça iri, boyun kısmı uzunca, alt kısma doğru genişler, piramit görüntüsü verir. Ağaç olarak oldukça verimlidir. Meyve kalitesi çok iyi olup, sulu ve lezzetli bir yapıdadır. Meyveler temmuz ayında olgunlaşır. Depolama süresi Ekim ayına kadardır. Orta boy meyveler verir. Meyve kabuk rengi yeşil sarı renkli olup güneş gören yerler pembe kırmızıya çalar. Renklenme ve olgunlaşma homojen gelişir. Et rengi beyazdır. Çeşit BA 29, MC ve OHF 333 ile uyuşma gösterir (Engin, 2011) (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Santa Maria

Williams: İngiltere’de 1770 yılında, tesadüf çöğürü olarak elde edilmiştir ve ateş yanıklığına duyarlı olduğu saptanmıştır. Bartlett ismi ile de bilinmektedir. Meyvesi, aroması ve yumuşak, lezzetli tekstürü ile hem işlemede hem de taze olarak tüketimde aranmaktadır. Kabuğu sarı renkli, meyvesi orta iriliktir. Kendine uyuşmaz bir çeşittir. Eylül sonu-Ekim aylarında olgunlaşır (Anonim, 2006 a; Anonim, 2006 b).

Ekşi: Yerli bir çeşittir. Göksulu, Ekşi sulu, Turşulu adları ile de anılan bu armut çeşidi, Ege Bölgesi’nin hemen her yerinde yetiştirilmektedir. Olgunlaşma başlangıcında çok sulu, gevrek olmasına karşın, aşırı olgunlukta bu özelliği kaybolur. Olgunlukta da koyu yeşil kalır. 15 Ağustos’ta olgunlaşır. Ağaçları kuvvetli gelişir (Saygılı vd., 1999).

I-16-17, I-16-18, I-16-28 ve II-14-37 numaralı genotipler: Her dört genotipte de ana ebeveyn olarak Magness çeşidi kullanılmış olup, Ankara ve Kieffer çeşitleri de tozlayıcı çeşit olarak kullanılmıştır. Genotiplerin her dördü de ateş yanıklığı hastalığına dayanıklılık bakımından en yüksek grupta bulunmaktadır (Evrenosoğlu vd., 2010).

3.2. Yöntem

3.2.1. Çeşit ve genotiplerde ateş yanıklığı hastalığına duyarlılık düzeyinin belirlenmesi

Materyal olarak kullanılan bitkilere ait ikişer fidanda ateş yanıklığına dayanım durumları suni inokulasyonla tespit edilmiştir. Çeşit ve genotiplerin aşılma ve çoğaltılması Ödemiş Bademli Fidancılık ve Tarımsal Kalkınma Kooperatifi, Ödemiş-İzmir’de gerçekleştirilmiştir. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünden, Prof. Dr. Yeşim AYSAN’a ait kültür koleksiyonundan elde edilen izolatların karışımı inokulasyonlarda kullanılmıştır. Ardından, suni inokulasyon uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, King B besi yerinde geliştirilen 48 saatlik bakteri kültüründen, spektrofotometre ile 10^8 h/ml yoğunlukta süspansiyon hazırlanmıştır (Thibault ve Lezec, 1990).

Çeşit ve genotiplerin sürgünleri 15-20 cm uzunlukta iken, uzunluk ölçümü yapılmış ve kaydedilmiş, sürgünün tepe kısmına 26 numaralı şırınga ile bakteri her bir çeşit veya genotipten ikişer bitki olacak şekilde inokule edilmiş ve bu uygulama sıcaklığın 25-30 °C arasında olduğu dönemde yapılmıştır (Quamme vd., 1976). Bitkiler 8 hafta boyunca Ödemiş Bademli Fidancılık ve Tarımsal Kalkınma Kooperatifi’ne ait seralarda bekletilmiş ve bu süre sonunda sürgünlerin Ateş Yanıklığına duyarlılıkları aşağıda gösterilen formüle göre belirlenmiştir (Layne ve Quamme, 1975).

$$\text{Çeşit Duyarlılığı (ÇD Değeri)} = \frac{\text{Enfekteli Kısımın Uzunluğu (cm)} \times 100}{\text{Toplam Sürgün Uzunluğu (cm)}}$$

Sekiz hafta sonunda her bitkide işaretli dalların enfekteli kısmı ölçülerek kaydedilmiş ve her bitki için ÇD değerleri hesaplanmıştır. Değerler Thibault vd. (1987)’nin uyguladığı aşağıda gösterilen tabloya göre uyarlanmış ve bireylerin duyarlılık karakterleri ve sınıfları ortaya konmuştur (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Suni inokulasyona göre duyarlılık değerlendirilmesi (Thibault vd., 1987)

Çeşit Duyarlılık Değeri (ÇD)	% 0–10	% 11–20	% 21–40	% 41–60	% 61–100
Duyarlılık Sınıfı	A	B	C	D	E
Duyarlılık Karakteri	Çok az	Az	Orta	Yüksek	Çok yüksek

3.2.2. Biyokimyasal Analizler

Ateş yanıklığı hastalığına duyarlılık durumları belirlenmiş armut çeşit ve genotiplerinin biyokimyasal durumlarının saptanması amacıyla çeşit ve genotiplere ait meyve sularında SÇKM, pH, titre edilebilir asitlik, C vitamini, antioksidatif kapasite, toplam fenolik madde, yaş yaprak ekstraktlarında ise toplam flavonoid, klorojenik asit, arbutin ve kateşin miktarları belirlenmiştir.

3.2.2.1. Suda çözünebilir kuru madde miktarı

İyi bir süzgeçten geçirilmiş meyve suyundan alınan birkaç damla meyve suyu el refraktometresinin ekranına damlatılmış ve kapatılmıştır. Ekranda okunan değer %SÇKM olarak kaydedilmiştir (Karaçalı, 2002).

3.2.2.2. pH tayini

Tortusuz olarak elde edilmiş meyve suyu bir beher içerisine, pH metrenin elektrot ucu meyve suyu içinde kalacak şekilde koyulmuş ve elektrot daldırılmıştır. Ekranda görülen değer sabit hale geldiğinde kaydedilmiştir (Karaçalı, 2002).

3.2.2.3. Titre edilebilir asitlik

Tortusuz meyve suyundan 10 mL alınmış ve bir beher bardağa konulmuştur. Meyve suyu pH'ı 8.1 oluncaya kadar, beher bardak içerisine 0.1 Normal NaOH (sodyum hidroksit) katılmıştır. Harcanan toplam NaOH miktarı kaydedilir. Daha sonra asit değeri aşağıdaki formülden yararlanılarak belirlenmiştir (Karaçalı, 2002).

Titre edilebilir asitlik değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$\text{Titre Edilebilir Asitlik (mg/100 mL)} = (V.N.E. 1000)/M$$

V: Harcanan NaOH miktarı (mL),

N: NaOH normalitesi (genellikle 0.1 N),

M: Titre edilen örnek miktarı (mL),

E: Gıdadaki etkin, en çok bulunan organik asidin mEq ağırlığı (g) (Malik asit için: 0.067).



Şekil 3.4. Meyve sularında titrasyon sonrası renk değişimi

3.2.2.4. C vitamini analizi

Vitamin C analizinde (askorbik asit) 2 litrelik 0.005 N I₂ (iyot) çözeltisi, %1'lik nişasta çözeltisi ve %10'luk H₂SO₄ çözeltisi hazırlanmıştır. Öncelikle 25 mL saf su ve sırasıyla 5 mL H₂SO₄ çözeltisi ve 5 mL nişasta çözeltisi 10 mL meyve suyu numune üzerine eklenmiştir. Numune içine konulan manyetik karıştırıcı ile çalkalanır iken büret musluğu düzenli bir şekilde açılarak iyot çözeltisiyle lacivert mavi rengine gelene kadar titrasyon yapılmıştır (Şekil 3.5). Numunenin titrasyon işlemi tamamlandıktan sonra birkaç dakika bekletilir ve eski rengine dönebilme durumuna karşı kontrol edildi ve titrasyon tamamlandığı kesinleştiği durumda dijital göstergede kullanılan iyot miktarı kaydedilmiştir (Spinola vd., 2013).

C vitamini değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır:

$$C \text{ vitamini (mg/100 mL): } 88.07 \times N(I_2) \times V(I_2) / V$$

$N(I_2)$ = İyotun Normalitesi

$V(I_2)$ = Harcanan İyot Hacmi

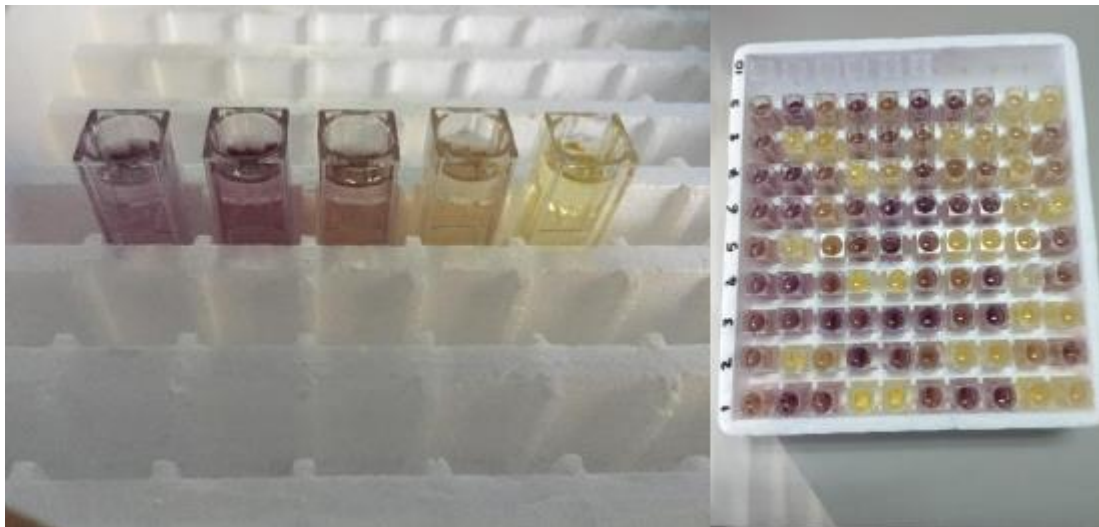
V = Kullanılan Meyve Suyu Hacmi Askorbik asidin eşdeğer ağırlığı = 88.07



Şekil 3.5. Meyve sularında C vitamini analizi sonrası renk değişimi

3.2.2.5. Antioksidatif kapasite

Toplam antioksidatif analizleri için öncelikle meyve suları santrifüj edilmiştir. Toplam fenol miktarının belirlenmesinde, Folin-Ciocalteu yöntemi, Selcuk ve Erkan (2016)'ın belirttiği şekilde yürütülmüştür. Standart eğrinin hazırlanmasında, gallik asit kullanılmış ve sonuçlar mg.GAE L-1 olarak ifade edilmiştir. Antioksidan aktivite analizleri, DPPH yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla öncelikle meyve sularının tamamı karıştırılarak, %50 inhibisyon sağlayan numune konsantrasyonu (IC50), numunenin konsantrasyonlarına karşı inhibisyon yüzdeleri çizilerek hesaplanmıştır. Her örnekten tespit edilen, IC50 değeri kadar örnek alınarak, DPPH radikalini giderme kabiliyetleri, Polat ve ark (2018)'nın belirttiği yöntemle göre tespit edilmiş ve sonuçlar yüzde (%) olarak ifade edilmiştir (Mertoğlu ve Evrenosoğlu, 2019).



Şekil 3.6. Meyve sularında antioksidatif kapasite analizi

3.2.2.6. Toplam fenolik madde kapsamı

Toplam fenolik madde kapsamı Folin Ciocalteu ayracı kullanılarak, kolorimetrik reaksiyon yöntemi ile belirlenmiştir. Metoda göre Analizde Folin C ve NaCO₃ kimyasalları ile muamele edilen armut suyu örnekleri, iki saat ışık almayan ortamda bekletilmiştir. Ardından spektrofotometrede 765 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır (Şekil 3.7). Standart eğri oluşturmak amacıyla gallik asit kullanılmış ve sonuçlar mg gallik asit/ L olarak ifade edilmiştir (Selçuk ve Erkan, 2016).



Şekil 3.7. Meyve sularında toplam fenolik madde analizi

3.2.2.7. Toplam flavonoid tayini

Toplam flavonoid miktarı kateşin standardı kullanılarak belirlenmiştir. Beş farklı kateşin konsantrasyonunda absorbans değerleri okunarak kalibrasyon eğrisi elde edilmiştir. Armut yaş yaprak ekstraktlarında, örneklerin absorbansları 510 nm'de okunmuştur. Aynı işlemler standart olarak kullanılan kateşin için de yapılarak numunelerin flavonoid içerikleri kateşin eşdeğeri olarak hesaplanmıştır (mg kateşin/L) (İçli, 2017).

3.2.2.8. Fenolik bileşik tayini

Fenolik bileşiklerin tayini yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) (Agilent 1100 serisi, Waldbronn, Almanya) cihazı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.8). Bu amaçla öncelikle armut çeşitleri ve genotiplerine ait yaş yaprak örnekleri küçük parçalara ayrıldıktan sonra %96'lık etanol çözeltisi ile ekstrakte edilmiştir (Şekil 3.9).



Şekil 3.8. Deneylerde kullanılan HPLC cihazı



Şekil 3.9. Bitki yapraklarının kimyasal analizler için kesilmesi (a) Şişelenmiş örneklerin filtre edilmesi (b)

Deneylerde DAD dedektörü kullanılmıştır. Ayrımlar, Agilent Zorbax XDB C18 (4,6 μm x 150 mm, 5 μm) kolonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan örnekler, Sartorius (Almanya) 0,45 μm gözenek çapına sahip selüloz asetat şırınga filtrelerinden süzildükten sonra HPLC kolonuna enjekte edilmiştir. Fenolik bileşikler, standartlarından uygun miktarlarda tartılarak metil alkol çözeltisinde hazırlanmıştır. Kalibrasyon çözeltilerinin hazırlanmasında yapılan tüm seyrelmeler için %50 metil alkol kullanılmıştır. Hazırlanan bu standart çözeltiler kullanılabildiği kadar -20°C 'de saklanmıştır. Arbutin için 6 farklı derişimde (3.75×10^{-6} — 3.00×10^{-4} M), kateşin için (1.06×10^{-5} — 4.22×10^{-4} M) ve klorogenik asit (1.83×10^{-6} — 7.33×10^{-5} M) için 5 farklı derişimde çözeltiler ile kalibrasyon eğrileri hazırlanmıştır.

Optimum şartların sağlanması amacı ile fenolik bileşik standartları yardımı ile farklı hareketli faz içerikleri, farklı gradient sistemler ve farklı özellikte HPLC kolonları denenmiştir. HPLC cihazında, akış hızı, enjeksiyon hacmi, dalga boyu ve sıcaklık gibi parametreler değiştirilerek en uygun ayırım sağlanmıştır. Ardından, HPLC ile arbut örneklerindeki klorojenik asit, kateşin ve arbutin miktar tayinleri yapılmıştır. Yapılan optimizasyon çalışmaları sonucu klorojenik asit ile kateşin için ve arbutin için belirlenen en uygun HPLC koşulları sırasıyla Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4’de verilmiştir. Belirlenen optimum HPLC koşullarında yaklaşık olarak arbutin 2,70 dakika, kateşin 10,96 dakika ve klorojenik asit 13,16’ıncı dakikada ayrılmıştır.

Çizelge 3.3. Klorojenik asit ve kateşin için belirlenen optimum HPLC koşulları

Hareketli faz	A (su:metil alkol:formik asit; 88:10:2; h/h/h) B (su:metil alkol:formik asit; 8:90:2; h/h/h)
Kolon sıcaklığı	25°C
Akış hızı	1,0 mL/dk
Enjeksiyon hacmi	20 µL
DAD dedektör dalga boyu	280 nm

Zaman (dk)	A(%)	B(%)
0	100	0
1	100	0
15	85	15
20	55	45
25	55	45
30	55	45
35	0	100
36	100	0
42	100	0

Çizelge 3.4. Arbutin için belirlenen optimum HPLC koşulları

Hareketli faz	A: su:asetonitril:formik asit (93:5:2, v/v) B: su:asetonitril:formik asit (8:90:2, v/v)
Kolon sıcaklığı	25°C
Akış hızı	0,8 mL/dk
Enjeksiyon hacmi	20 µL
DAD dedektör dalga boyu	280 nm

Zaman (dk)	A (%)	B (%)
0	100	0
3	100	0
8	0	100
9	0	100
12	100	0
16	100	0

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Çeşit ve Genotiplerde Ateş Yanıklığı Hastalığına Duyarlılık Düzeyi

İnokulasyonlar sonrası dönemde ebeveyn ve mezlere ait yanıklık oranları, duyarlılık grup ve ortalaması Çizelge 4.1. de görülmektedir. Buna göre, inokulasyonlar arasında tutarsızlık görülen Moonglow, Magness, Kieffer, Taş, Güz ve Ankara çeşitleri biyokimyasal analizlere dahil edilmemiştir. Kalan çeşit ve genotiplerden Akça, Santa Maria, Williams ve Ekşi çeşitleri “E”, 4 adet melez genotip ise “A” grubunda yer almıştır.

Çizelge 4.1. Tüm çeşit ve genotiplerde yüzde yanıklık ve duyarlılık grupları

ÇEŞİT/ GENOTİP	Dal uzunluğu	Yanıklık uzunluğu	Yanıklık oranı (%)	Duyarlılık Grubu	Yanıklık ortalaması	Grup ortalaması
Akça	15	15	100,00	E	100,00	E
Akça	31	31	100,00	E		
Ekşi	30	30	100,00	E	100,00	E
Ekşi	26	26	100,00	E		
Williams	25	25	100,00	E	100,00	E
Williams	22	22	100,00	E		
Santa Maria	15	10	66,67	E	83,34	E
Santa Maria	13	13	100,00	E		
Moonglow	10	10	100,00	E	62,50	E
Moonglow	40	10	25,00	C		
Magness	9	1	11,11	B	55,56	D
Magness	17	17	100,00	E		
Kieffer	32	0	0,00	A	50,00	D
Kieffer	20	20	100,00	E		
Taş	37	37	100,00	E	100,00	E
Taş	28	28	100,00	E		
Güz	28	0	0,00	A	50,00	D
Güz	19	19	100,00	E		
Ankara	24	10	41,67	D	23,96	C
Ankara	16	1	6,25	A		
I-16-18 (Magness x Ankara)	25	0	0,00	A	1,82	A
I-16-18 (Magness x Ankara)	55	2	3,64	A		
I-16-17 (Magness x Ankara)	30	1	3,33	A	8,33	A
I-16-17 (Magness x Ankara)	30	4	13,33	B		

Çizelge 4.1. Tüm çeşit ve genotiplerde yüzde yanıklık ve duyarlılık grupları (devam)

I-16-28 (Maggness x Ankara)	29	0	0,00	A	3,33	A
I-16-28 (Maggness x Ankara)	15	1	6,67	A		
II-14-37 (Maggness x Kieffer)	45	0	0,00	A	2,43	A
II-14-37 (Maggness x Kieffer)	103	5	4,85	A		

Aşağıdaki tabloya göre, Santa Maria, Akça, Williams ve Ekşi çeşitleri yüksek yanıklık oranları ile (%83,34-100,00) hastalığa en hassas grup olan E grubunda yer almışlar, buna karşılık, dört adet genotip %1,82-8,33 yanıklık oranları ile en dayanıklı grupta (A) yerlerini almışlardır.

Çizelge 4.2. Dayanıklı ve duyarlı çeşit ve genotiplere ait yanıklık ortalaması ve grubu.

ÇEŞİT/ GENOTİP	Yanıklık ortalaması (%)	Grubu
Santa Maria	83,34	E
Akça	100,00	E
Williams	100,00	E
Ekşi	100,00	E
I-16-18 (Maggness x Ankara)	1,82	A
I-16-17 (Maggness x Ankara)	8,33	A
I-16-28 (Maggness x Ankara)	3,33	A
II-14-37 (Maggness x Kieffer)	2,43	A

4.2. Çeşit ve Genotiplere ait Kimyasal Analizler

Ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı çeşit ve genotiplere ait meyve suyu örneklerinde SÇKM (%) miktarlarının incelendiği Çizelge 4.3'ye göre, duyarlı çeşitlere ait SÇKM miktarı %10,50-13,00 arasında değişirken, dayanıklı genotiplere ait bu aralık %16,90-18,40 aralığında olmuştur. Dayanıklı genotiplere ait SÇKM oranı (%17,70) duyarlı çeşitlere göre (%11,92) yüksek bulunmuş ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli olmuştur.

Çizelge 4.3. Ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı çeşit ve genotiplere ait meyve suyu örneklerinde SÇKM (%) miktarı

DUYARLI ÇEŞİTLER	SÇKM (%)	DAYANIKLI GENOTİPLER	SÇKM (%)
SANTA Maria	13,00	I-16-18 (Maggness x Ankara)	16,90
AKÇA	11,20	I-16-17 (Maggness x Ankara)	18,00
WILLIAMS	10,50	I-16-28 (Maggness x Ankara)	17,50
EKŞİ	13,00	II-14-37 (Maggness x Kieffer)	18,40
ORTALAMA	11,92 B		17,70 A
StDev	1,274		0,648
SE Mean	0,64		0,32
T-Value = -8.08 P-Value = 0.001 DF = 4			

Ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı genotiplere ve duyarlı çeşitlere ait meyve suyu örneklerinde pH değerlerinin görüldüğü Çizelge 4.4'e göre, duyarlı çeşitlere ait pH değerleri 3,69-4,10 arasında değişirken, dayanıklı genotiplere ait bu aralık 4,63-4,86 aralığında bulunmuştur. Dayanıklı genotiplere ait pH değeri ortalaması (4,76) duyarlı çeşitlere göre (3,88) yüksek bulunmuş ve aralarındaki fark istatistiksel olarak önemli olmuştur.

Çizelge 4.4. Ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı çeşit ve genotiplere ait meyve suyu örneklerinde pH değerleri

DUYARLI ÇEŞİTLER	pH	DAYANIKLI GENOTİPLER	pH
SANTA Maria	3,86	I-16-18 (Maggness x Ankara)	4,75
AKÇA	4,10	I-16-17 (Maggness x Ankara)	4,63
WILLIAMS	3,85	I-16-28 (Maggness x Ankara)	4,86
EKŞİ	3,69	II-14-37 (Maggness x Kieffer)	4,78
ORTALAMA	3,88 B		4,76 A
StDev	0,169		0,095
SE Mean	0,085		0,048
T-Value = -9.07 P-Value = 0.001 DF = 4			

Titre edilebilir asitlik miktarı, ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı genotipler ve duyarlı çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiş, ancak, genel olarak dayanıklı çeşitlerin TA miktarı (0,20 mg/100 mL) duyarlı çeşitlere göre (0,34 mg/100 mL) düşük bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı çeşit ve genotiplere ait meyve suyu örneklerinde Titre Edilebilir Asitlik (mg/100 mL) miktarı

DUYARLI ÇEŞİTLER	TA (mg/100 ml)	DAYANIKLI GENOTİPLER	TA (mg/100 ml)
SANTA Maria	0,43	I-16-18 (Maggness x Ankara)	0,13
AKÇA	0,23	I-16-17 (Maggness x Ankara)	0,25
WILLIAMS	0,40	I-16-28 (Maggness x Ankara)	0,23
EKŞİ	0,30	II-14-37 (Maggness x Kieffer)	0,18
ORTALAMA	0,34		0,20
StDev	0,092		0,050
SE Mean	0,046		0,025
T-Value = 2.64 P-Value = 0.057 DF = 4			

Bitkilere ait meyve suyu örneklerinde C vitamini değerlerinin verildiği Çizelge 4.6'ya bakıldığında, yine ateş yanıklığına dayanıklı ve duyarlı çeşit ve genotipler arasındaki farklılık istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.6. Ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı çeşit ve genotiplere ait meyve suyu örneklerinde C vitamini (mg/100 mL) miktarı

DUYARLI ÇEŞİTLER	Vitamin C (mg/100 mL)	DAYANIKLI GENOTİPLER	Vitamin C (mg/100 mL)
SANTA Maria	2,73	I-16-18 (Maggness x Ankara)	2,47
AKÇA	2,69	I-16-17 (Maggness x Ankara)	2,82
WILLIAMS	2,03	I-16-28 (Maggness x Ankara)	2,73
EKŞİ	2,51	II-14-37 (Maggness x Kieffer)	2,60
ORTALAMA	2,49		2,65
StDev	0,323		0,154
SE Mean	0,16		0,077
T-Value = -0.92 P-Value = 0.408 DF = 4			

Hastalığa duyarlı ve dayanıklı çeşit ve genotiplerde antioksidan kapasite miktarı karşılaştırıldığında ise, duyarlı çeşitlerin dayanıklı genotiplere göre oldukça yüksek oranda antioksidan madde içerdikleri ve bu değerlerin ortalamasının sırasıyla %58,25 ve %44,25 olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı çeşit ve genotiplere ait meyve suyu örneklerinde Antioksidan Kapasite (% inhibisyon) miktarı

DUYARLI ÇEŞİTLER	Antioksidan Kapasite (% İnhibisyon)	DAYANIKLI GENOTİPLER	Antioksidan Kapasite (% inhibisyon)
SANTA Maria	56,00	I-16-18 (Maggness x Ankara)	43,00
AKÇA	57,00	I-16-17 (Maggness x Ankara)	43,00
WILLIAMS	65,00	I-16-28 (Maggness x Ankara)	45,00
EKŞİ	55,00	II-14-37 (Maggness x Kieffer)	46,00
ORTALAMA	58,25		44,25
StDev	4,57		1,50
SE Mean	2,3		0,75
T-Value = 5.82 P-Value = 5.82 DF = 3			

Ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı genotip ve duyarlı çeşitlere ait meyve suyu örneklerinde toplam fenol miktarı Çizelge 4.8’de görülmektedir. Buna göre, ortalama toplam fenol değeri dayanıklı genotiplerde 410 mg gallik asit/ L iken, duyarlı çeşitlerde bu değer 387,30 mg gallik asit/ L olarak belirlenmiş ve değer dayanıklı genotiplerde istatistik olarak önemli bir farklılık göstermese de bir miktar yüksek bulunmuştur. Özellikle dayanıklı genotiplerden II-14-37 numaralı genotip, 565 mg gallik asit/ L değeri ile diğer çeşit ve genotiplere göre oldukça yüksek toplam fenol içeriğine sahip bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı çeşit ve genotiplere ait meyve suyu örneklerinde Toplam Fenol (mg gallik asit/ L) miktarı

DUYARLI ÇEŞİTLER	Toplam Fenol (mg gallik asit/ L)	DAYANIKLI GENOTİPLER	Toplam Fenol (mg gallik asit/ L)
SANTA Maria	466,00	I-16-18 (Maggness x Ankara)	344,00
AKÇA	443,00	I-16-17 (Maggness x Ankara)	401,00
WILLIAMS	326,00	I-16-28 (Maggness x Ankara)	329,00
EKŞİ	314,00	II-14-37 (Maggness x Kieffer)	565,00
ORTALAMA	387,30		410,00
StDev	78,4		108
SE Mean	39		54
T-Value = -0.34 P-Value = 0.750 DF = 5			

Yaş yaprak örneklerinde toplam flavonoid miktarına gelince, değerler mg kateşin/L cinsinden Çizelge 4.9’de görülmektedir. Buna göre, ortalama toplam flavonoid değeri dayanıklı genotiplerde 536 mg kateşin/L iken, duyarlı çeşitlerde bu değer 572,20 mg kateşin/L olarak belirlenmiş ve değer duyarlı çeşitlerde bir miktar yüksek bulunmuştur. Toplam fenol miktarında olduğu gibi, yine dayanıklı genotiplerden II-14-37 numaralı genotip, 705,56 mg kateşin/L değeri ile diğer çeşit ve genotiplere göre oldukça yüksek toplam fenol içeriğine sahip bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı çeşit ve genotiplere ait yaş yaprak örneklerinde Toplam Flavonoid (mg kateşin/L) miktarı

DUYARLI ÇEŞİTLER	Toplam Flavonoid (mg kateşin/L)	DAYANIKLI GENOTİPLER	Toplam Flavonoid (mg kateşin/L)
SANTA Maria	616,67	I-16-18 (Magness x Ankara)	394,44
AKÇA	650,00	I-16-17 (Magness x Ankara)	505,56
WILLIAMS	516,67	I-16-28 (Magness x Ankara)	538,89
EKŞİ	505,56	II-14-37 (Magness x Kieffer)	705,56
ORTALAMA	572,20		536,00
StDev	72		129
SE Mean	36		64
T-Value = 0.49 P-Value = 0.650 DF = 4			

Hastalığa dayanıklı genotip ve duyarlı çeşitlere ait yaş yaprak örneklerinde klorojenik asit miktarı Çizelge 4.10’de görülmektedir. Tabloya göre, ortalama klorojenik asit miktarı dayanıklı genotiplerde 10,87 mg/L iken, duyarlı çeşitlerde bu değer 13,28 mg/L olarak belirlenmiş ve değer duyarlı çeşitlerde bir miktar yüksek bulunmuş, ancak fark istatistiksel olarak önemi bulunmamıştır. Toplam fenol ve flavonoid miktarında olduğu gibi, yine özellikle de dayanıklı genotiplerden II-14-37 numaralı genotip, 23,02 mg/L klorojenik asit miktarı ile diğer çeşit ve genotipler arasında en üst sırada yer almıştır.

Çizelge 4.10. Ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı çeşit ve genotiplere ait yaş yaprak örneklerinde Klorogenik asit (mg/L) miktarı

DUYARLI ÇEŞİTLER	Klorogenik asit miktarı (mg/L)	DAYANIKLI GENOTİPLER	Klorogenik asit miktarı (mg/L)
SANTA Maria	3,18	I-16-18 (Maggness x Ankara)	3,71
AKÇA	14,57	I-16-17 (Maggness x Ankara)	4,48
WILLIAMS	18,94	I-16-28 (Maggness x Ankara)	12,26
EKŞİ	16,44	II-14-37 (Maggness x Kieffer)	23,02
ORTALAMA	13,28		10,87
StDev	6,97		8,97
SE Mean	3,5		4,5
T-Value = -0,43 P-Value = 0,688 DF = 5			

Ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı genotiplere ve duyarlı çeşitlere ait yaş yaprak örneklerinde Kateşin miktarına ait grup ortalamaları incelendiğinde, dayanıklı genotiplerin (13,30 mg/L) duyarlı çeşitlere göre (10,27 mg/L) daha yüksek miktarda kateşin içerdikleri saptanmış olup, bu farklılık da istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ancak son üç kriterde izlendiği gibi kateşin miktarı bakımından da II-14-37 numaralı genotip, 40,41 mg/L değeri ile diğer çeşit ve genotiplere göre oldukça yüksek bir değere sahiptir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı çeşit ve genotiplere ait yaş yaprak örneklerinde Kateşin miktarı

DUYARLI ÇEŞİTLER	Kateşin miktarı (mg/L)	DAYANIKLI GENOTİPLER	Kateşin miktarı (mg/L)
SANTA Maria	18,96	I-16-18 (Maggness x Ankara)	5,97
AKÇA	13,60	I-16-17 (Maggness x Ankara)	6,64
WILLIAMS	8,42	I-16-28 (Maggness x Ankara)	ND
EKŞİ	ND	II-14-37 (Maggness x Kieffer)	40,41
ORTALAMA	10,27		13,30
StDev	8,03		18,30
SE Mean	4,0		9,2
T-Value = 0,30 P-Value = 0,778 DF = 4			

Örneklere arbutin miktarına ait sonuçlar ise Çizelge 4.12’de görülmektedir. Arbutin miktarı bakımından da dayanıklı genotiplerin (334,90 mg/L) duyarlı çeşitlere göre (230,50 mg/L) daha yüksek miktarda arbutin içerdikleri saptanmış olup, farklılık istatistiksel olarak

önemli bulunmamıştır. Bu karakter bakımından da II-14-37 numaralı genotip, 442 mg/L değeri ile tüm çeşit ve genotiplerden yüksek bir değere sahiptir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı ve duyarlı çeşit ve genotiplere ait yaş yaprak örneklerinde Arbutin miktarı

DUYARLI ÇEŞİTLER	Arbutin miktarı (mg/L)	DAYANIKLI GENOTİPLER	Arbutin miktarı (mg/L)
SANTA Maria	256,00	I-16-18 (Maggness x Ankara)	268,00
AKÇA	265,00	I-16-17 (Maggness x Ankara)	383,00
WILLIAMS	183,00	I-16-28 (Maggness x Ankara)	246,00
EKŞİ	217,00	II-14-37 (Maggness x Kieffer)	442,00
ORTALAMA	230,50		334,90
StDev	37,70		93,20
SE Mean	19		47
T-Value = 2,08 P-Value = 0,129 DF = 3			

Ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı genotipler ve duyarlı çeşitlere ait meyve suyu örneklerinde SÇKM (%) oranının dayanıklı genotiplerde (%17,70) duyarlı çeşitlere göre (%11,92) yüksek, benzer şekilde, ortalama pH değerinin de dayanıklı genotiplerde (4,76) duyarlı çeşitlere göre (3,88) yüksek olduğu ve aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. Titre edilebilir asitlik miktarı ise, genel olarak dayanıklı genotiplerde (0,20 mg/100 mL) duyarlı çeşitlere göre (0,34 mg/100 mL) düşük bulunmuş ve istatistiksel olarak farklılık göstermemiştir. Benzer şekilde C vitamini değerleri ve antioksidan kapasite miktarı da istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır.

2018 yılında altı elma genotipinin ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora*) saldırısına doğal enfeksiyonlardaki tepkisini ve patojen saldırısının verim ve elma meyve kalitesi üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada, elma genotiplerinin ateş yanıklığı saldırısına tepkisi, duruma bağlı olarak orta derecede dirençli/duyarlı ('Golden Delicious' ve 'Fuji') ile oldukça duyarlı ('Idared', 'Gala', 'Jonagold' ve 'Jonathan') arasında genetik arka plan ve çevresel koşullara göre farklılık göstermiştir. Hastalık İlerleme Eğrisi Altındaki Alan (AUDPC) değerleri çeşitlere göre 158 ile 438 arasında değişip, bu değer yükseldikçe çeşide ait duyarlılık artmıştır. Ateş Yanıklığına karşı en iyi davranış 'Golden Delicious' (176) ve 'Fuji' (158) tarafından kaydedilirken, en düşük davranış 'Jonathan' tarafından kaydedilmiştir. Meyve kimyasal parametreleri Toplam Çözünür Katı Madde (TSS), Toplam asitlik (TA), Toplam

Şeker (TS), tüm elma çeşitlerinde patojen saldırısından önemli ölçüde etkilenmiştir. En yüksek AUDPC değerlerini kaydeden hassas elma genotipleri ('Idared', 'Gala', 'Jonagold' ve 'Jonathan'), en yüksek asit değerlerine ve en düşük şeker içeriğine sahip olmuştur (Paraschivu, 2021).

2016 yılında doğal enfeksiyon koşullarında, Craiova şehrinin yakınında bulunan bir plantasyonda, ateş yanıklığının dört armut genotipi (cv. Napoca, Red Bartlett, Beurre Bosc, Curè) üzerindeki etkisi bir diğer çalışmada değerlendirilmiştir. Hastalık İlerleme Eğrisi (AUDPC) ve patojen saldırısının meyve verimi ve şeker içeriği üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Test edilen armut genotiplerinin ateş yanıklığı saldırısına tepkisi, genotip direncine veya hastalığa ve çevresel koşullara duyarlılığa bağlı olarak büyük bir değişkenlik göstermiştir. Ateş yanıklığına en duyarlı armut çeşidi, aynı zamanda ateş yanıklığı etkisi altındaki meyvelerde en düşük verim kapasitesini (5,15 h/t) ve şeker içeriğini (%15,3) kanıtlayan “Curè” çeşidi (376) olmuştur. AUDPC değerleri yükseldikçe (164 ila 376), meyve verimi ve şeker içeriği üzerinde olumsuz etkiye sahip olmuştur. En düşük AUDPC değerine sahip “Napoca” çeşidi en yüksek verim (10,2 h/t) ve SÇKM (%18,11) değerlerine sahip olmuştur (Paraschivu, 2020). Çalışmamızda da duyarlı çeşitlere ait şeker içeriği benzer şekilde düşük ve TA yüksek bulunurken, pH değeri dayanıklı genotiplerde yüksek olmuştur.

Hastalığa dayanıklı genotip ve duyarlı çeşitlere ait meyve suyu örneklerinde ortalama toplam fenol değeri dayanıklı genotiplerde 410 mg gallik asit/ L iken, duyarlı çeşitlerde bu değer 387,30 mg gallik asit/ L olarak belirlenmiştir. Yaş yaprak örneklerinde toplam flavonoid miktarı ise, duyarlı çeşitlerde (572,20 mg kateşin/L) dayanıklı genotiplere göre (536 mg kateşin/L) yüksektir. Armut çeşitlerinde inokulasyon öncesi ve sonrası dönemler arasında tanen içeriklerinin farklılığının incelendiği bir çalışmada, tüm ebeveynlerde farklılık görülmekle beraber; inokulasyon sonrası dönemde, Ankara, Magness, Santa Maria ebeveynlerinin tanen miktarında düşüş görülürken, Akça, Kieffer ve Taş ebeveynlerinde tanen içeriğinin arttığı gözlenmektedir (Yazıcı, 2018). Fenol içeriği ile ilgili bazı çalışmalarda; toplam fenollerin dayanıklılık ile ilişkili önemli bir kriter olduğunu, fenol içeriğinin yükselmesinin ya çeşit özelliği ya da enfeksiyon sonucu toplam fenol içeriklerinde artış olmasına bağlı olabileceği, bu durumun çeşitlerin dayanıklılığını belirlemesine rağmen, bazı çeşitler için ise bu durumun sözkonusu olmadığı ifade edilmektedir (Onoğur, 1988). Benzer şekilde, bir çalışmada, hassas ve dayanıklı armut çeşitlerinde yapılan analizlerde tanen içeriği açısından farklılık bulunmadığı bildirilmektedir. Ancak 2001 yılında, tanen içerikleri açısından çeşitler arasında farklılık saptanmıştır. Haziran ve Ağustos dönemlerinde de hassas çeşitlerin tanen içerikleri dayanıklılara göre yüksek düzeyde saptanmıştır. Bu değişimin, o yıl, ortaya çıkan bir hastalık

etmeni veya zararlıının yaprakta mevcut tanenler açısından ortaya çıkardığı farktan ileri gelebileceği ifade edilmiştir. Yine bu konuda yapılan bir çalışmada, ateş yanıklığı hastalığı ile yaprak tanen içeriği arasında bir ilişki bulunmadığı saptanmıştır (Evrenosoğlu, 2002). *Capnodis tenebrionis* etmenine dayanıklılıkla ilgili, kayısılarda yapılan bir çalışmada, acı ve tatlı çekirdekli kayısılar arasında yaprakta tanen içeriği bakımından istatistiki düzeyde önemli farklılık bulunmamıştır (Sefer vd., 2001). Ancak, bazı çalışmalarda bu durumun tersi durumlar ortaya çıkmış, hastalıklarla tanenler arası olası bir ilişkiden bahsedilebilmiştir. Asma yaprak ve sürgünlerinde mevcut tanenlerin *Botrytis cinerea* ve *Phomopsis viticola* etmenlerine karşı dayanıklılıkta etkili olabilecekleri ileri sürülmüştür (Bachmann ve Blaich, 1979; Onoğur, 1985). Tanen içeriğinin dönemlere göre değişiminde de, acı ve tatlı çekirdekli kayısı çeşitlerinde (Sefer vd. 2001) ve fındık yapraklarında (Rodriquez, 1988) dönemler arasında değişimden söz edilmektedir.

Hastalığa dayanıklı genotip ve duyarlı çeşitlere ait yaş yaprak örneklerinde klorojenik asit miktarı dayanıklı genotiplerde 10,87 mg/L, duyarlı çeşitlerde 13,28 mg/L olup, bu değer duyarlı çeşitlerde yüksek olmuştur. Kateşin miktarına ait grup ortalamaları incelendiğinde ise, dayanıklı genotiplerin (13,30 mg/L) duyarlı çeşitlere göre (10,27 mg/L) daha yüksek miktarda kateşin içerdikleri saptanmıştır. Örneklerde arbutin miktarı bakımından da dayanıklı genotiplerin (334,90 mg/L) duyarlı çeşitlere göre (230,50 mg/L) daha yüksek miktarda arbutin içerdikleri saptanmış olup, farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Toplam fenol, toplam flavonoid, klorojenik asit, kateşin ve arbutin miktarları bakımından II-14-37 numaralı genotipin, tüm çeşit ve genotiplerden önemli ölçüde yüksek bir değere sahip olması dikkat çekmiştir (Çizelge 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12) Konuyla ilgili bir çalışmada, dayanıklı ve duyarlı çeşitlerde 2000 yılında klorojenik asit seviyesi aynı kalırken (0.11 mg/g), 2001 yılında, bu maddenin, dayanıklı çeşitlerde (0.27 mg/g) duyarlılara (0.076 mg/g) göre yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Arbutin ise, her iki yılda da, dayanıklı çeşitlerde duyarlılara göre yüksek bulunmuştur (Evrenosoğlu, 2002). Benzer biçimde, ayçiçeğinde, kafeolkuinik bileşiklerinin birikiminin hastalıklı bölgenin yakınındaki sağlıklı bölgede yoğunlaştığı görülmüştür. Bu bileşik miktarının dayanıklı çeşitler (5.53-9.48 g/ 100 g kuru madde) ile bazı melezlerde (3.14-3.83 g/ 100 g) yüksek, duyarlılarda ise (0.38-0.92 g/ 100 g) düşük olduğu belirlenmiştir (Mondolot- Cosson ve Andrey, 1994). Bir diğer çalışmada, *C. reflexa* ile inokulasyonu takiben domates gövdesinde inokulasyon uygulanan bölgelerden elde edilen ekstraktların yüksek basınçlı sıvı kromatografisi ile analizi, klorojenik asit birikiminin arttığını işaret etmiştir (Sahm vd., 1994). Ahudududa, *D. appianata* infeksiyonunu izleyen dönemde, sağlıklı materyal

ekstraktlarının HPLC yöntemi ile analizinde, toplam fenol içeriği, dayanıklı Latham çeşidinde, duyarlı M. Promise çeşidine göre daha yüksek bulunmuş ve bazı dayanıklı melezlerin kromatogramlarında duyarlılarda bulunmayan bazı pikler tespit edilmiştir (Kozłowska ve Krzywanski, 1994). Mısırlı ve arkadaşlarının (2001) gerçekleştirdikleri çalışmada, suni inokulasyondan sonra dayanıklı melez bademlerde kateşin ve kuersetin içeriğinin, duyarlılardan yüksek olduğu bulunmuştur. Yaprak ekstraktlarının HPLC ile analizinde, toplam 34 yeni maddeye rastlanmış, bunların 28'i duyarlı, 26'sı da dayanıklı çeşitlerde saptanmıştır. Bir diğer çalışmada, fenolik maddelerin *E. amylovora* bakterisine karşı dayanıklılığa olan etkilerini incelemek amacıyla elma (*Malus x domestica*) yapraklarında mevcut floridzin, trilobatin ve sieboldin içerikleri saptanmıştır. Sieboldin, yaprak ekstraktında yüksek miktarda etken antioksidan kapasiteye sahip olmasına rağmen, hastalığa direnç sağlayamamıştır. Bununla birlikte, birkaç flavonolün konsantrasyonu, trilobatin ve sieboldin içeren genotiplerdeki direnç ile pozitif yönde ilişkili görülmüştür (Bernoville vd., 2011). Armutta *Valsa pyri*'ye karşı fenolik bileşiklerin HPLC yolu ile belirlendiği bir çalışmada, 8 çeşit arasında tüm bileşiklerin seviyelerinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Korelasyon analizi, arbutin ve gallik asit seviyeleri ile kanser direnci derecesi arasında ters bir korelasyon ortaya çıkarmıştır (Pu vd., 2018). Skłodowska vd. (2018) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise, fenolik asit ve flavonoid miktarları, *E. amylovora* ile iki çeşidin yapraklarının inokulasyonundan önce ve sonra belirlenmiştir. Bu çeşitlerden 'Enterprise' hastalığa yüksek dirençli ve 'Idared' ise yüksek derecede duyarlıdır. Her iki çeşitte de temel fenolik seviyeleri benzer bulunmuş, ancak inokulasyonu takiben dayanıklı olanda daha hızlı salınım ve daha yüksek içerik belirlenmiştir. "Idared" in genç yapraklarında 15 fenolik maddeden sekizinin seviyeleri "Enterprise"a göre önemli ölçüde daha yüksek olmuştur. Bu çalışmalardan elde edilen bulgular, yukarıda bahsedilen araştırma sonuçları ile paralellik göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ateş yanıklığına dayanıklı melezler ve hassas çeşitlerin bazı kimyasal analizleri sonucunda;

SÇKM değeri bakımından, meyve suyu örneklerinde dayanıklı genotiplerde daha yüksek değerler belirlenmiştir. Dayanıklı genotiplerde %17.70 ortalama değeri saptanırken, hassas çeşitlerde ise %11.92 değerine ulaşılmıştır. Yapılan pH tayininde dayanıklı genotiplerde bu değer daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Hassas çeşitlerde pH değeri ortalama 3.875 iken, dayanıklı genotiplerde 4.755 olmuştur. Titre edilebilirlik asit (mg/100 mL) değerlerinde meyve suyu örneklerinde bu değer hassas çeşitlerde daha yüksek olmuş olup, dayanıklı genotiplerde ortalama 0.200 (mg/100 mL) iken, hassas çeşitlerde ortalama 0.340 (mg/100 mL) dolaylarındadır. Meyve suyu örneklerinde C vitamini değerlerine bakıldığında, dayanıklı genotiplerde daha yüksek ortalama saptanmıştır. Dayanıklı genotiplerde bu değer ortalama 2.653 mg/100 mL iken, hassas çeşitlerde 2.488 mg/100 mL olduğu gözlenmiştir. Antioksidan kapasite değerleri bakımından, hassas çeşitlerde daha yüksek düzeylere ulaşıldığı gözlenmiştir. Hassas çeşitlerde ve dayanıklı genotiplerde bu değer sırasıyla %58.25 ve %44.25 olarak belirlenmiştir.

Toplam fenole bakıldığında, dayanıklı genotiplerde daha yüksek değerler gözlemlenmiştir. Dayanıklı genotipler 410 mg gallik asit/L değerine sahip iken, hassas çeşitlerde bu değer 387.3 mg gallik asit/L olmuştur. Toplam flavonoid hassas çeşitlerde daha yüksek değerlerde gözlemlenmiştir. İncelenen örneklerde klorojenik asit durumu bakımından hassas çeşitler daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Kateşin ve arbutine bakımından ise dayanıklı genotiplerde bu değerler daha yüksek olmuştur. Tüm bu kriterler bakımından II-14-37 numaralı genotip, diğer tüm çeşit ve genotiplerden önemli ölçüde yüksek bir değere sahip olmuştur.

Tüm bu sonuçlara göre, kimyasal analizlerle belirlenebilecek değerlerin, kesin olmamakla beraber bitkinin dayanımı konusunda fikir verebileceği, ancak daha fazla özellik ve dayanım durumu belirlenmiş olan daha fazla sayıda bitki ile çalışılması gerektiği görülmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Amiot, M.J., Tacchini, M., Aubert S.Y., Oleszek, W., 1995, Influence of cultivar, maturity stage, and storage conditions on phenolic composition and enzymatic browning of pear fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43: 1132–1137.
- Anonim, 2006 a, www.tarim.gov.tr .
- Anonim, 2006 b, <http://www.cumminsnursery.com/pear.htm> .
- Anonim, 2008, Research Project: Biological Integrated Management of Fire Blight of Pome Fruits, United States Department of Agriculture agricultural research service, Wenatchee, Washington, <http://www.ars.usda.gov/research/projects/projects>.
- Anonim, 2011, T.C. Tarım Gıda ve Hayvancılık Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü notları, Ankara, sayfa 5.
- Anonim, 2019 a, http://ituam.klu.edu.tr/dosyalar/birimler/ituam/dosyalar/dosya_ve_belgeler/HPLC%20LABORATUVARI.pdf .
- Anonim, 2019 b, https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/78812/mod_resource/content/0/HPLC.pdf .
- Aysan, Y., Tokgönül, S., Çınar, Ö., Küden, A., 1999, Biological, chemical, cultural control methods and determination resistant cultivars to fire blight in pear orchards in the Eastern Mediterranean Region of Turkey, *Acta Horticulturae*, 489: 549-553.
- Bachmann, O., Blaich, R., 1979, Vorkommen und Eigenschaften kondensierter tannin in Vitaceen, *Vitis*, 18: 106-116.
- Beer, S.V., Opgenorth, D.C., 1976, *Erwinia amylovora* on fire blight canker surfaces and blossoms in relation to disease occurrence. *Phytopathology*, 66, 317–322.
- Bell, A.C., Ranney, T.G., Eaker, T.A., Sutton, T.B., 2004, Resistance to fire blight among flowering pears and quince, *Hortscience* 40(2): 413-415.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bergamaschi, M., Rivalta, L., Sirri, S., Biondi, E., Ramili, F., Bazzi, C., 2006, Reactivity to fire blight of new promising pear selections. 10th International Workshop on Fire Blight, Bologna-Italy, Acta Horticulturae 704: 571-577.
- Bernoville, T. D., Gaucher, M., Guyot, S., Durel, C. E., Dat, J. F., Brisset, M. N., 2011, The constitutive phenolic composition of two *Malus domestica* genotypes is not responsible for their contrasted susceptibilities to fire blight. Environmental and experimental botany, 74, 65-73.
- Billing, E., 1980, Fire blight in Kent, England in relation to weather (1965–1976). Ann. App. Biol., 95, 341–364.
- Billing, E., 1992, Billing's revised system (BRS) for fire blight risk assesment. Bullet. OEPP/EPPO, 22: 1–102.
- Billing, E., 1996, BIS95, An improved approach to fire blight risk assesment. Acta Horticulturae, 411: 121–126.
- Burns, J., Gardner, P.T., Matthews, D., Duthie, G.G., Lean, M.E.J., Crozier, A., 2001, Extraction of Phenolics and Changes in Antioxidant Activity of Red Wines during Vinification. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 49: 5797–5808.
- Butar S., 2014, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No:60, 16 Sayfa.
- Cui, T., Nakamura, K., Ma, L., Zhong J., Kayahara H., 2005, Analyses of arbutin and chlorogenic acid, the majör phenolic constituents in oriental pear. Journal Agricultural and Food Chemistry, 53: 3882–3887.
- Çınar, A., Pala, H., 1988, Establishing the Pathogens of Strawberry Root Rot Disease in Çukurova Region of Turkey. J. Turk. Phytopath, 17 (3), 110.
- Dondini, L., Tartarini, S., Sansavini, S., Malaguti, S., Bazzi, C., 2002, Reactivity of European Pear (*Pyrus communis*) Progenies to Fire Blight (*Erwinia amylovora*), VIII International Symposium on Pear, Acta Hort., 596, 211-214.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Durel, C.E., Guérif, P., Belouin, A., Le Lezec, M., 2004, Estimation of Fire Blight Resistance Heritability in The French Pear Breeding Program Using a Pedigree-Based Approach, XI Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics, Acta Hort., 663, 251-256.
- Engin, K. 2011, OHF 333 ve quince A anaçları üzerine aşılı Santa Maria ve Deveci armut çeşitlerinde farklı terbiye sistemlerinin vejetatif ve generatif gelişim üzerine etkisi (Master's thesis, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Erdoğan, V., Aygün, A., Şan, B., Koltarla, A., Güneş, N., Dumanoglu, H., 2007, Ankara'armudu (*Pyrus communis* L.) klonlarının RAPD tekniği ile moleküler analizi. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Bildiriler Kitabı, 1, 56-59.
- Evrenosoğlu, Y., 2002, Ateş Yanıklığına Duyarlı ve Dayanıklı Bazı Armutların Fenolik ve Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 188s, İzmir.
- Evrenosoğlu, Y., Mısırlı, A., Saygılı, H., Ünal, A., Özdemir, N., Günen, E., Akçay, M. E., 2010, Ateş Yanıklığına (*Erwinia amylovora*) dayanıklı armut tiplerinin melezleme yoluyla ıslahı. TÜBİTAKTOVAG 106O719.
- Evrenosoğlu, Y., Mısırlı, A., Saygılı, H., Ünal, A., Özdemir, N., Günen E., Akçay, M.E., 2011, Ateş Yanıklığına (*Erwinia amylovora*) Dayanıklı Armut Tiplerinin Melezleme Yoluyla Islahı, TÜBİTAK- TOVAG 106O719 no'lu proje sonuç raporu.
- Fahy, P. C., Hayward, AA., 1983, Media and Methods For Isolation and Diagnostic test plant disease Academic pres.337-378, Sydney.
- FAO, 2021, Food and Agricultural Organization, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>, Erişim Tarihi 27.12.2021.
- Feucht, W., Nachit, M., 1976, Phenole und indolderivate als selektionsmerkmale für die wuchsigkeit von *Prunus* gehölzen, Z. Pflanzenphysiologie, 78 (5) : 387-395.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gaspar, T., Kevers, C., Hausman, F., Berthan, J. Y., Riperti, V., 1992, Practical uses of peroxidase activity as a predictive marker of rooting performance of micropropagated shoots, Hort. Abst., 64 (3).
- Gök, G. 2016, Iğdır ili elma ağaçlarında ateş yanıklığı hastalığına neden olan *Erwinia amylovora* (burr.) winslow et al. etmeninin biyokimyasal ve moleküler (mıs) yöntemlerle tanısı (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Güngör, Ö, 2019 <https://www.tarimdanhaber.com/tarim-ve-ziraat-bilgi-bankasi/armut-ve-ates-yanikligi-hastaligi-h3355.html> Erişim Tarihi 21.10.2018.
- Harmanda, U., Küsek, M., Ceyhan, C. 2021, Kahramanmaraş İlinde Yumuşak Çekirdekli Meyve Bahçelerinde Ateş Yanıklığı Hastalığı Etmeninin ve Yaygınlığının Belirlenmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(2), 241-248.
- Hepaksoy, S., Ünal, A., Can, H.Z., Saygılı, H., Türküsay, H., 1999, Distribution of fire blight (*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al.) disease in Western Anatolia region in Turkey, Acta Horticulturae, 489: 193-197.
- Hevesi, M., Göndör, M., Kása, K., Honty, K., Tóth, M. G., 2004, Ateş Yanıklığına Dayanıklılık Kaynağı Olarak Kullanılabilecek Geleneksel ve Ticari Elma ve Armut Çeşitleri, EPPO/OEPP Bulletin, Volume 34, Number 3: 377-380.
- Hunter, D.M. and Layne, R.E.C., 2004, Recent pear and apricot introductions from the aaf-harrow tree fruit breeding programs, XI Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics, Acta Hort. 663:907-910.
- Ibrahim, R. M., Hammoudi, Z. M., 2020, Phytochemistry And Pharmacological Activity of Pear (*Pyrus communis* Linn): A Review. Plant Archives 20 (2), 7820-7828.
- İçli, N., 2017, Determination of Total Phenolic Compounds, Total Antioxidant Capacity and Total Flavonoid Compounds in Apple Sour. Health Academy Kastamonu, 2(2), 89-99.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Karaca, İ., 1977, Fitobakteriyoloji Ve Bakteriyal Hastalıklar. Ege Üniv. Zir. Fak. Bornova-İzmir.
- Karacif, E., 2012, *Erwinia amylovora* enfeksiyonundan sonra elma ve armut çeşitlerindeki bazı antioksidatif enzim seviyelerinin belirlenmesi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, 63 sayfa.
- Karaçalı, İ., 2002, Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması. Ege Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları No:494, İzmir.
- Karahan A., Özakman M., Altundağ Ş., 2013, Ankara ve Tokat'ta Elma ve Armut Bahçelerinde Ateş Yanıklığı Hastalığının [*Erwinia amylovora* (burrill) winslow et al.] Enfeksiyon Risk Günlerinin Belirlenmesinde Tahmin Modellerinin Kullanılması Üzerine Çalışmalar, Bitki Koruma Bülteni 2013, 53(4):207-238.
- Kozłowska, M., Krzywanski, Z., 1994, The possible role of phenolic compounds in red raspberry resistance to *Didymella applanata* (Niessi) sacc., *Acta Horticulturae* 381: 671-674.
- Laurens, F., 1999, Review of the current apple breeding programmes in the world: objectives for scion cultivar improvement, *Acta Horticulturae*, 484, 163-170.
- Layne, E. C., Quamme, H. A., 1975, *Advances in Fruit Breeding*, By Jules Janick and James Moore, Purdue University Press, West Lafayette, Indiana, p. 38-70.
- Leontowicz, H., Gorinstein, S., Lojek, A., Leontowicz, M., Ciz M., Soliva-Fortuny R., 2002, Comparative content of some bioactive compounds in apples, peaches, and pears and their influence on lipids and antioxidant capacity in rats. *Journal Nutrition Biochemistry*, 13: 603–610.
- Lin, L., Harnly J.M., 2008, Phenolic compounds and chromatographic profiles of pear skins (*Pyrus* spp.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 9094–9101.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Maden, S., 1989, Bitki Bakteri Hastalıkları. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları: 1161, Ders Kitabı: 328, Ankara.
- Martelock, G., Goetsgoetzer, H., Treutter, D., 1994, Characterization of *Prunus avium L.* varieties with phenolic compounds, *Fruit Varieties Journal*, 48 (2): 81-88.
- Mertoğlu, K., 2016, Armutta melezleme yoluyla ateş yanıklığına (*Erwinia amylovora*) dayanıklılık konusunda elde edilen F₁ melez populasyonunun fenolojik ve meyve özelliklerinin belirlenmesi (Master's thesis, ESOGÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Mertoğlu, K., Evrenosoğlu, Y., 2019, Bazı elma ve armut çeşitlerinde fitokimyasal özelliklerin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1), 11-20.
- Mısırlı, A., Küden, A., Demir, G., Gülcan, R., 2001, determination phenolic compounds in some almond hybrids varying in resistance to *Pseudomonas amygdali*, *Cahiers Options Mediterraneennes*, 56 (XIth Grempa Seminar on Pistachios and Almonds): 71-87.
- Mills, W.D., 1955, Fire blight development on apple in western New York. *Plant Dis. Rep.*, 39: 206–207.
- Mirik., 2000, Amasya ve Tokat illerinde yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora*) hastalığının yaygınlık oranı, duyarlı ve dayanıklı çeşitlerin belirlenmesi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Mondolot-Cosson, L., Andrey, C., 1994. Resistance factors of a wild species of sunflower (*Helianthus resinosus*) to *Sclerotinia sclerotiorum*. *Acta Horticulturae* 381, 642–645.
- Morrissey J. P., Osbourn, A.E., 1999, *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 63 (3), 708.
- Oleszek, W., Amiot M.J., Aubert S.Y., 1994, Identification of some phenolics in pear fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42: 1261–1265.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Onoğur, E., 1985, Asma ölükol hastalığı (*Phomopsis viticola* Sacc.)’nda dayanıklılık sağlayabilecek bir savunma mekanizması, 4. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, 8-11 Ekim 1985, İzmir, Bildiri özetleri, s. 61.
- Onoğur, E., 1988, Yerli ve Yabancı Kaynaklı Bazı Asma Çeşitlerinin Ölü Kol Etmenine (*Pomopsis viticola* sacc.) Karşı reaksiyonları ve Fenolik Madde İçeriğinin Dayanıklılık ile İlişkisi Üzerinde Araştırmalar. E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 25, 3, 257–270.
- Öktem, Y.E., Benlioğlu, K., 1988, Studies on fire blight (*Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow et al) of pome fruits, 41-47, Identification of *Erwinia amylovora* and the occurrence of fire blight of pear in Western Mediterranean region of Turkey, M.T. Momol, O. Yeğen, H. Basım, K. Rudolph (Eds.), Journal of Turkish Phytopathology, vol. 21, No.1.
- Özçağırın R., Ünal A., Özeker E., İsfendiyaroğlu M., 2011, Ilıman İklim Meyve Türleri Yumuşak Çekirdekli Meyve Türleri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:556.
- Öztürk, G., Basım, E., Basım, H., Emre, R.A., Karamürsel, Ö.F., Eren, İ., İşçi M., Kaçal, E., 2011, Kontrollü melezleme yoluyla ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora*) hastalığına karşı dayanıklı yeni armut çeşitlerinin geliştirilmesi: İlk meyve gözlemleri, VI. Horticultural Congress, November 04-08, 2011, Şanlıurfa-Turkey, Book of abstracts.
- Paraschivu, M., Ciobanu, A., Cotuna, O., Paraschivu, M., 2020, Assessment of the bacterium *Erwinia amylovora* attack on several pear varieties (*Pyrus communis* L.) and the influence on fruits sugar content. Scientific Papers-Series B, Horticulture, 64(1), 163-168.
- Paraschivu, M., Cotuna, O., Paraschivu, M., Ciobanu, A., Oltenacu, C.V., 2021, Infection of *erwinia amylovora* on different apple varieties and the impact on fruits quality. Scientific Papers. Series B, Horticulture. LXV (1): 211-219.
- Peil A., Vincent G.M., Bus, K.G., Richter, K., Flachowsky, H., Hanke, M.V., 2009, Improvement of Fire Blight Resistance in Apple and Pear.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Polat, M., Okatan, V., Güçlü, S.F., Çolak, A.M., 2018, Determination of Some Chemical Characteristics and Total Antioxidant Capacity in Apple Varieties Grown in Posof/Ardahan Region. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 2018, 2(4): 131-134.
- Pu, Y., Cai, F., Wang, D., Wang, J. X., Chen, J. F., 2018, Colloidal synthesis of semiconductor quantum dots toward large-scale production: a review. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 57(6), 1790-1802.
- Quamme H.A., Van Der Zwet T., Dirks V., 1976, Relation of Fireblight Resistance of Young Pear Seedlings Inoculated in The Greenhouse to Mature Seedlings Trees Naturally Infected in The Field. *Plant Dis. Repr.*, 60, 660-664.
- Rodriquez, A., 1988, M 1. Canal and Tames S. 1988 Indolasetic acid, abscisic acid and phenolic substances during development of hazel leaves, *Phys. Planta*, 73: 92-96.
- Rosati, C., Rivalta, L., Dradi, M., Le Lézec, M., Belouin, A., Chartier, R., 2002, Fireblight Evaluation of Advanced Italian Selections and Cultivars of Pear, VIII International Symposium on Pear, *Acta Hort.*, 596, 279-282.
- Sahm, A., Czygan, F.C., Proksch., 1994, Resistance of tomato (*Lycopersicon esculentum*) to dodder (*Cuscuta reflexa*), *Acta Horticulturae*, 381: 650-653.
- Saygılı, H., Türküsay, H., Hepaksoy, S., Ünal, A., Can H.Z., 1999, Investigation on determining some pear varieties resistant to fire blight (*Erwinia amylovora* (Burrill) Winslow et al.), *Acta Horticulturae*, 489: 225-229.
- Sefer, F., Mısırlı, A., Gülcan, R., 2001, A research on phenolic compounds in sweet and bitter kernelled apricot varieties, XIIth Internatipnal Symposium on Apricot Culture and Decline, Avignon-France, September 10-14 2001.
- Selçuk, N., Erkan, M., 2016, Impact of Passive Modified Atmosphere Packaging on Physicochemical Properties, Bioactive Compounds, and Quality Attributes of Sweet Pomegranates, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(4): 475-488.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Skłodowska, M., Mikiciński, A., Wielanek, M., Kuźniak, E., Sobiczewski, P., 2018, Phenolic profiles in apple leaves and the efficacy of selected phenols against fire blight (*Erwinia amylovora*), Eur J Plant Pathol (2018) 151:213–228.
- Smith, T.J., 1996, A risk assessment model for fire blight of apple and pear. Acta Horticulturae, 411: 97-100.
- Smith, T.J., 1999, Report on the development and use of Cougarblight 98C- A situation specific fire blight risk assesment model for apple and pear. Acta Horticulturae, 489: 429-436.
- Sobiczewski, P., Deckers, T., Pulawska, J., 1997, Fire Blight (*Erwinia amylovora*), Some Aspects of Epidemiology and Control, Research Institute of Pomology and Floriculture Skierniewice, Poland, 84 p.
- Spanos, G.A., Wrolstad R.E., 1990, Influence of variety, maturity, processing, and storage on the phenol composition of pear juice. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 38: 817–824.
- Spinola, V., Mendes, B., Camara, J.S., Castilho, P.C., 2013, Effect of Time and Temperature On Vitamin C Stability In Horticultural Extracts, UHPLC-PDA vs Iodometric Titration As Analytical Methods, LWT-Food Science ve Technology, 50(2): 489-495.
- Steiner, P.W., 1989 a, Predicting apple blossom infections by *Erwinia amylovora* using the Maryblyt Model. Acta Horticulturae, 273: 149–158.
- Steiner, P.W., 1989 b, Predicting canker, shoot and trauma blight phases of apple fire blight epidemics usind the maryblyt model. Acta horticulturae, 273: 149–158.
- Steiner, P.W., Lightner, G.W., 1996, Maryblyt TM 4.3 a predictive program for forecasting fire blight disease in apples and pears. University of Maryland College Park, USA. 51p.
- Thibault, B., Lecom, P., Hermann, L., Belouin, A., 1987, Assesment of the Susceptibility to *Erwinia amylovora* of the 90 Varieties or Selections of Pear, Acta Hort., 217, 305-309.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Thibault, B., Lezec, M.L., 1990, Agrimed research programme. Fireblight of Pomoidae (*E. amylovora* Burrill, Winslow et. al.), Applied Research in Europe (1978-88) EUR-12601, 96-109.
- Thomson, S.V., Schroth, M.N., Moller, W.J., Reil W.O., 1982, A forecasting model for fire blight of pear. Plant Disease, 66: 576–579.
- Tokgönül S., 1991, Doğu Akdeniz bölgesinde elma, ayva ve yenedünyalarda ateş yanıklığı hastalığı (*Erwinia amylovora* Burill Winslow et al.) üzerinde çalışmalar. Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü – Adana.
- Treutter, P., Schmid, P.P.S., Feucht, W., 1990, Q wallbound phenols and peroxidase activity in shoots of *Prunus*, Gartenbauwissenschaft, 55 (2): 69-72.
- TÜİK, 2021, <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>, Erişim tarihi 29.12.2021.
- van der Zwet, T., Keil, H.L., 1979, Fire Blight. A Bacterial Disease of Rosaceous Plants. *Agriculturae Handbook*. Number: 510. U.S.
- van Der Zwet, T., Beer, S.V., 1995, Fire Blight Its Nature, Prevention, and Control: A Practical Guide to Integrated Disease Management. U.S. Department of agriculture, Agriculture Information Bulletin No. 631, 97 pp.
- Williams, A.H., 1955, Phenolic substances of pear – Apple hybrids, Nature, 175: 213.
- Yazıcı, İ., 2018. Armutta ateş yanıklığına (*Erwinia amylovora*) dayanıklılık mekanizması üzerine araştırmalar, Eskişehir Osmangazi Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Yılmaz, M.A., Aysan Y., 2009, *Erwinia amylovora*'nın Neden Olduğu Ateş Yanıklığı Hastalığının Elmalardan İzolasyonu, Belirtileri, Yayılması ve Mücadelesi, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 2 (1):75-77.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Zoller, B.G., Sisevich, J., 1979, Blossom populations of *Erwinia amylovora* in pear orchards vs. Accumulated degree hours over 18.3 celcius. Phytopathology, 69: 1050.

