

Ateş Yanıklığı Hastalığına Farklı Seviyelerde Dayanıklılık Gösteren Armut Melezlerinin
Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi

Senem Ezgi Girgin

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Mayıs 2018

Determination of Mineral Nutrient Levels of Pear Hybrids that Have Different Fire Blight
Disease Resistance Levels

Senem Ezgi Girgin

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Horticulture

May 2018

Ateş Yanıklığı Hastalığına Farklı Seviyelerde Dayanıklılık Gösteren Armut Melezlerinin
Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi

Senem Ezgi Girgin

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Doç. Dr. Yasemin Evrenosoğlu
İkinci Danışman: Prof. Dr. Adalet Mısırlı

Bu tez çalışması Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP)
Komisyonu tarafından kabul edilen “2013-159” no’lu proje çerçevesinde desteklenmiştir.

Mayıs 2018

ONAY

Bahçe Bitkileri Anabilimdalı Yüksek Lisans öğrencisi Senem Ezgi Girgin'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Ateş Yanıklığı Hastalığına Farklı Seviyelerde Dayanıklılık Gösteren Armut Melezlerinin Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oybirliği ile kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Yasemin EVRENOSOĞLU

İkinci Danışman: Prof. Dr. Adalet MISIRLI

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye: Doç.Dr. Yasemin EVRENOSOĞLU

Üye: Prof. Dr. Adalet MISIRLI

Üye: Prof. Dr. Rafet ASLANTAŞ

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Hakkı Zafer CAN

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Cenap YILMAZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve
sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hürriyet ERŞAHAN
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Yasemin Evrenosoğlu danışmanlığında hazırlamış olduğum “Ateş Yanıklığı Hastalığına Farklı Seviyelerde Dayanıklılık Gösteren Armut Melezlerinin Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi” başlıklı YÜKSEK LİSANS tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımi; 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. 18/05/2018

Senem Ezgi Girgin

İmza

ÖZET

Armut, Dünya'nın ılıman iklim bölgelerinde yetiştirilen bir meyve türüdür. Armut yetiştiriciliğinde, üretimi önemli düzeyde etkileyen ve ürün kayıplarına neden olan hastalıklardan en önemlisi tüm ağacın yok olmasına sebep olabilen ateş yanıklığıdır. Bu hastalığın kesin çözümü bulunmamaktadır. Dayanıklılık ıslahı çalışmaları mücadele yöntemlerinin başında yer almıştır. Bu bağlamda, en iyi kontrol yöntemi, hastalığa dayanıklı çeşitler ve anaçlar kullanmaktır. Bitkilerde hastalıklara dayanım mekanizmasında makro ve mikro besin elementleri de etkin rol oynamaktadır. Bu noktadan hareketle planlanan çalışma, ateş yanıklığına farklı seviyelerde dayanıklı 36 adet melez ve üçü hastalığa dayanıklı (Ankara, Magness, Kieffer), üçü duyarlı (Santa Maria, Williams, Akça) 6 ebeveyn ile 3 tekerürlü tesadüf parselleri modelinde yapılmış ve bu bitkilerin yapraklarında mineral madde içerikleri saptanmıştır. Analizler sonucu grup ortalamalarında, duyarlı grubun (E grubu) N, Ca, Fe ve Mn içerikleri fazla iken, dayanıklı grubun (A grubu) P, K, Mg, Na, Cu ve Zn içeriklerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan, ebeveyn çeşitler açısından farklı bir durum ortaya çıkmış olup N, Ca ve Fe içeriği dayanıklı çeşitlerde duyarlılara göre daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Armut, *Pyrus communis* L., ateş yanıklığı, *Erwinia amylovora*, melez, mineral maddeler.

SUMMARY

Pear is a fruit species grown in temperate regions of the World. Fire blight is the most destructive disease in pear growing that effect production and causes yield losses and kills whole tree. There is no certain solution to disease. Resistance breeding researches had come into prominence, recently. So, the best control method in fire blight is to use resistant rootstocks and cultivars. Macro ve micro elements are effective in disease resistance mechanism. This study was planned from this point of view and 36 crossbred varieties which are resistant to the fire blight in various degrees were obtained using three resistant (Ankara, Magness and Kieffer) and three susceptible varieties (Santa Maria, William and Akça) as rootstocks; the study was carried out in 3 repetitive random plot model and the mineral content of the leaves of the plants were determined. At the end of the analyses, it was detected that N, Ca, Fe and Mn content is higher at mean values of susceptible classes, on the contrary, P, K, Mg, Na, Cu and Zn is higher at mean values of resistant classes. Conversely, some of the leaf mineral content of parents concluded as the opposite of susceptibility classes. For example, N, Ca ve Fe content was measured higher in resistant parents.

Keywords: Pear, *Pyrus communis* L., fire blight, *Erwinia amylovora*, hybrid, mineral nutrients.

TEŞEKKÜR

Tezimin başlangıcından itibaren bana sınırsız destek sağlayan, her daim yanımda olan değerli bilim insanı, saygıdeğer Danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Yasemin Evrenosoğlu'na sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek Lisans eğitimim süresince, yardıma ihtiyaç duyduğum her an desteklerini esirgemeyen değerli bölüm hocalarıma, laboratuvar ve saha çalışmalarında yardım aldığım, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nden değerli hocam Prof. Dr. Adalet Mısırlı'ya çok teşekkür ederim.

Çalışmamızı destekleyen Eskişehir Osmangazi Üniversitesi BAP Komisyonuna (Proje No: 2013-159), Fen Bilimleri Enstitüsüne ve Ziraat Fakültesinin değerli hocalarına teşekkürü bir borç bilirim.

Tüm hayatım boyunca olduğu gibi, tez çalışmam boyunca da desteğini gördüğüm sevgili annem Prof. Dr. Günseli Yıldırım'a sonsuz minnet duygularımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	vi
SUMMARY	vii
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	6
2.1. Ateş Yanıklığı Hastalığı, Dünya’da ve Türkiye’de Ortaya Çıkışı, Yayılımı	6
2.2. Ateş Yanıklığına Dayanıklılık Islahı	12
2.3. Ateş Yanıklığına Dayanımda Mineral Maddelerin Etkisi	17
3. MATERYAL VE YÖNTEM	29
3.1. Materyal	29
3.2. Yöntem	32
3.2.1. Araştırma Modeli	32
3.2.2. Yaprak Örneklerinin Analize Hazırlanması	32
3.2.3. Mineral Madde Analizleri	33
3.2.3.1. <u>Nitrik perklorik asit karışımı ile yaş yakma</u>	33
3.2.3.2. <u>Azot tayini</u>	34
3.2.3.3. <u>Fosfor miktarının tayini</u>	34
3.2.3.4. <u>Atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile yapılan analizler</u>	34
3.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi	34
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	35
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	55
KAYNAKLAR DİZİNİ	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Ateş yanıklığının armut dallarına ve yapraklarına verdiği hasar.....	3
1.2. Armut ağacı üzerinde eksudat ve uzayan lezyon.....	4
2.1. Ateş yanıklığı hastalığının Dünya’da yayılımı	6
2.2. Çiçek yanıklığı.....	8
2.3. Ateş yanıklığının meyvede görünümü.....	8
2.4. Armutta kök ve kök boğazı yanıklığı	9
2.5. <i>Erwinia amylovora</i> bakterisi	10
3.1. Melez armut parseli	29
3.2. Yaprak örneklerinin etüvde kurutulması	33
3.3. Kuru yaprak örneklerinin blenderda öğütülmesi	33

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. 2014-2016 yılı Dünya armut üretim miktarı	2
1.2. Türkiye’de yıllara göre meyve veren ve vermeyen armut ağacı sayıları ile armut üretim miktarları	3
2.1. Elma ve armutta yaprak makro ve mikro elementlerinin optimum düzeyleri.....	23
2.2. Farklı armut anaçlarının mineral madde absorpsiyonu	25
2.3. Armut anaçlarının ateş yanıklığı hastalığına dayanım durumları.....	26
3.1. Ebeveyn olarak kullanılan çeşit ve tipler.....	30
3.2. Ebeveyn ve melez genotiplerin suni inokulasyon sonucunda saptanan duyarlılık durumları.....	30
4.1. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak N içeriği (%).....	36
4.2. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak P içeriği (%)	39
4.3. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak K içeriği (%).....	41
4.4. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak Ca içeriği (%)	43
4.5. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak Mg içeriği (%)	45
4.6. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak Na içeriği (ppm)	47
4.7. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak Fe içeriği (ppm)	49
4.8. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak Cu içeriği (ppm)	51
4.9. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak Zn içeriği (ppm)	52
4.10. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak Mn içeriği (ppm)	54

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
%	Yüzde
cm	Santimetre
da	Dekar
Lb	Libre
ml	Mililitre
°C	Santigrat derece
pH	Asitlik derecesi
ppm	Milyonda bir
N	Azot
P	Fosfor
Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum
K	Potasyum
Cu	Bakır
Fe	Demir
Zn	Çinko
Mn	Mangan
Na	Sodyum

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Armut, *Rosales* takımının *Rosaceae* familyasının *Pomoideae* alt familyasından yumuşak çekirdekli meyveler grubunda, *Pyrus* cinsine dahil bir meyve türüdür. Armutun dünya üzerinde üç gen merkezi bulunmaktadır. Bunlar Çin, Mançurya, Japonya, Kore ve Amur Vadisi; Orta Asya (Kuzey Batı Hindistan, Afganistan, Özbekistan ve Türkistan) ve Kafkasya ile Batı Asya'ya kadardır. Birçok meyvenin anavatanı durumunda olan Türkiye, armudun da gen merkezi arasında yer almaktadır (Özbek, 1947). Dünyada bulunan 20 kadar armut türünden ticari olarak en önemlisi, Avrupa armudu olan *Pyrus communis*, Kafkasya ve Batı Asya gen merkezlerinde yer almaktadır.

Kafkasya ve Orta Asya kökenli *Pyrus* cinsi yaklaşık 23 türden oluşmaktadır (Chevreau ve Skirvin, 1992). Üç kültür armut türü, Avrupa armudu *P. communis* L., Çin armutu *P. bretschneideri* ve Japon veya Asya armudu *P. pyrifolia* (Burm) Nakai (nashi) yabani türlerinden melezlenmiştir.

Armut, bugün dünyada elma kültürünün yayıldığı hemen her yerde yetiştirilmektedir. Elmaya göre, sıcağa ve kurağa karşı daha fazla dayanıklılık gösterdiğinden Akdeniz'in sıcak iklimli bölgelerinde de ekonomik olarak yetiştirilebilmektedir (Batur, 2014).

Ülkemizde armut yetiştiriciliği yakın zamanlara kadar doğal popülasyondaki ahlat veya yabani armutlar aşıl原因arak yapılmıştır. Bu özellik, armudun anavatanlarından biri olan ülkemizde çeşit zenginliğinin korunması açısından yararlı olmakla beraber bakım işlemlerinin yeterli yapılamaması nedeniyle ağaçların sağlıklı gelişmemelerine, yeterli ve kaliteli ürün elde edilememesine yol açmıştır (Batur, 2014).

Dünya armut üretim miktarı 2016 yılında 27.345.930 ton olup, önemli ülkeler, başta Çin olmak üzere, Arjantin, Amerika, İtalya, Türkiye ve Güney Afrika şeklinde

sıralanmaktadır. Türkiye, 472.250 ton armut üretimi ile beşinci sırada yer almaktadır (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. 2014-2016 yılları arasında Dünya armut üretim miktarları (ton) (FAO, 2018)

ÜRETİM (TON)			
ÜLKE	2014	2015	2016
Dünya	26.002.517	26.763.031	27.345.930
Çin	17.964.40	186.990	19.388.063
Arjantin	840.000	869.000	905.605
ABD	754.415	744.345	738.770
İtalya	701.558	753.667	701.928
Türkiye	462.336	463.623	472.250
Güney Afrika	404.260	394.450	433.105
Hindistan	316.000	303.000	399.000
Hollanda	349.000	349.000	374.000
İspanya	429.548	355.410	366.131
Belçika	374.300	374.630	331.550

Türkiye'deki toplam meyve üretiminde yaklaşık olarak beşte birini yumuşak çekirdekli meyveler oluşturmaktadır. Bu üretimde armudun payı %18'dir. Son 10 yılda Türkiye'de meyve veren, vermeyen armut ağacı ve üretim miktarları Çizelge 1.2'de görülmektedir. Buna göre 2017 yılında yaklaşık olarak 15 milyon adet armut ağacı ve 503.004 ton armut üretimi gerçekleşmiştir (Çizelge 1.2).

Ateş yanıklığı, armut yetiştiriciliğini en çok etkileyen ve epidemi oluşturduğu yıllarda verimde büyük kayıplara yol açan bir hastalıktır. Bu hastalığın etmeni, *Erwinia amylovora* olarak bilinen bakteridir. Elma, armut ve diğer *Rosaceae* familyası bitkilerini etkileyen en önemli hastalıklardan biridir (Van der Zwet ve Beer, 1995).

Ateş yanıklığı hastalığı, bazı önemli armut, ayva ve elma çeşitlerinde, çiçek tomurcukları, sürgün, ana dallar ve bazen de tüm ağacın ölümüne sebep olmaktadır. Gövde, boğaz ve köklerdeki infeksiyon, ağaçların kısa sürede ölümüne yol açmaktadır (Şekil 1.1).

Ayrıca ticari meyve bahçelerinde büyük ölçüde maddi kayıplara neden olmaktadır (Van Der Zwet ve Beer, 1991).

Çizelge 1.2. Türkiye’de yıllara göre meyve veren ve vermeyen armut ağacı sayıları ile armut üretim miktarları (TÜİK, 2017)

Yıllar	Meyve vermeyen		Üretim (ton)
	Meyve veren ağaç sayısı	ağaç sayısı (bin)	
2008	9 877	1 855	355 476
2009	9 919	1 996	384 244
2010	10 028	2 257	380 003
2011	9 784	2 420	386 382
2012	10 220	2 371	442 646
2013	10 330	2 528	461 826
2014	10 827	2 539	462 336
2015	10 873	2 718	463 623
2016	11 193	2 798	472 250
2017	11 265	2 687	503 004

Hastalığın en büyük zararı, armut türünde görülmektedir. Hastalığa yakalanan ağaçlarda, öncelikle, ateşte kavrulmuş bir görünüme sahip çiçek, yaprak ve sürgünler gözlenmekte, ilerleyen safhalarda bakteriyel bir akıntı oluşmakta (Şekil 1.2), daha sonra, kanser oluşumları izlenmekte ve en son safhada da ağaç ölümü görülmektedir (Van Der Zwet ve Keil,1979; Van Der Zwet ve Beer, 1995).



Şekil 1.1. Ateş yanıklığının armut dallarına ve yapraklarına verdiği hasar (Orjinal)



Şekil 1.2. Armut ağacı üzerinde eksudat ve uzayan lezyon (Orjinal).

Ateş yanıklığı hastalığının kesin çözümü bulunmamaktadır. Hastalıkla mücadelede antibiyotik ve bakırlı bileşiklerin kullanımı önerilmekle beraber, bu bileşiklerin kullanımı birçok ülkede yasaklanmıştır (Peil vd., 2009). Mücadele yöntemlerinde dayanıklılık ıslahı ilk sırada yer almaktadır. Bu bağlamda, en iyi kontrol yöntemi, hastalığa dayanıklı çeşit ve anaç kullanımıdır. Buna göre, dayanıklı türler ile meyve kalitesi yüksek avrupa armutları melezlenerek, dayanıklı yeni çeşitlerin geliştirilmesi yönünde çalışmalar yapılmıştır (Van Der Zwet ve Beer, 1995).

Ateş yanıklığına dayanıklılık mekanizması ile ilgili birçok araştırma yapılmış olup bu çalışmalar halen sürdürülmektedir. Genellikle dayanıklılıkta, fenolik bileşiklerin rol oynadığı bildirilmektedir (Aldwinckle ve Beer 1979; Lewis ve Kenworthy, 1962). Ayrıca beslenme fizyolojisi açısından önem taşıyan mineral madde içeriği de bu konuda etkili olmaktadır. (Schonberger ve Erichsen, 1994; van der Zwet, T., ve Beer, S. V., 1995).

Bazı bitkilerde hastalıklara dayanım mekanizmasında makro ve mikro besin elementlerinin etkilerini ortaya koyan çeşitli araştırmaların olduğu göze çarpmaktadır (Rengel, Graham ve Pedler, 1993; Thongbai, Hannam, Graham ve Webb, 1993). Ateş yanıklığına hassasiyet ile bitkideki mineral madde düzeyleri arasındaki ilişkiyi araştıran bazı çalışmalar, duyarlılığın artışı ya da azalışında besin elementlerinin de etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Yamazaki ve Hoshina, 1995; Aldwickle ve Beer, 1979, van der Zwet,

ve Beer, 1995). Bitkilerin farklı kısımlarında bulunan mineral maddelerin, bitkilerin soğuğa karşı göstermiş oldukları toleranstan, hastalıklara karşı gösterdikleri dayanım mekanizmalarına kadar birçok fizyolojik kökenli olayda etkili oldukları çalışmalarla ortaya konmuştur (Wample ve Barry, 1992; Keller vd., 2003).

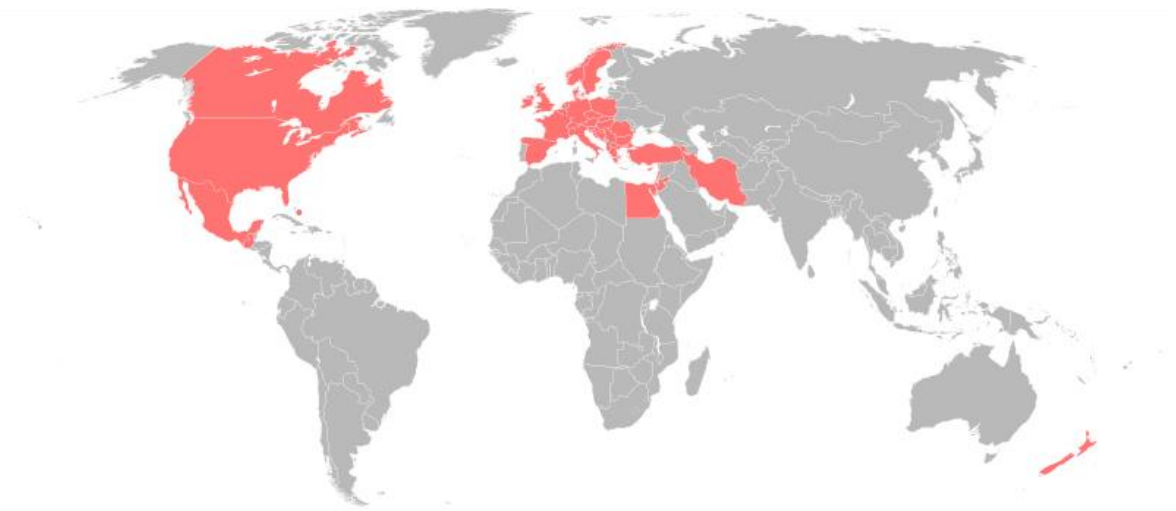
Yukarıdaki açıklamalar dikkate alınarak planlanan bu çalışmanın amacı, melez armut popülasyonu ve ebeveynlerinde, mineral madde içerikleri tespit edilerek, farklı dayanım gruplarına dahil genotiplerin mineral madde içerikleri ile ateş yanıklığı hastalığına dayanıklılık arasındaki ilişkileri belirlemektir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. Ateş Yanıklığı Hastalığı, Dünya’da ve Türkiye’de Ortaya Çıkışı, Yayılımı

Armut yetiştiriciliğinde, üretimi önemli düzeyde etkileyen ve ürün kayıplarına neden olan hastalık ve zararlılar bulunmaktadır. En önemli zararlılar, elma iç kurdu, armut göz kurdu, armut testere arısı ve armut yaprak emicisidir. Önemli hastalıklar ise ateş yanıklığı, kara leke ve monilyadır. Ağacın yok olmasına sebep olan ve önemli boyutta zarar ortaya çıkaran hastalık, ateş yanıklığıdır.

Ateş yanıklığı, Dünya’da armut yetiştiricileri için büyük bir sorun olarak göze çarpmaktadır. Hastalık ilk olarak 1780 yılında Amerika’da ortaya çıkmış, bu tarihten itibaren tüm Dünya’ya yayılmıştır. Amerika, İran, Polonya, İtalya, Türkiye ve İspanya gibi çok önemli elma ve armut üreticisi ülkelerin bulunduğu 40 ülkede rapor edilmiştir (Şekil 2.1). Hastalık, çok ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. 1999 yılında, Amerika elma endüstrisi, ateş yanıklığı sebebiyle, tahmini 35,6 milyon dolar kayba uğramıştır (Gianessi vd., 2002). Hastalık Türkiye’ye ilk kez 1985 yılında Sultandağ ve Afyon’dan girmiştir. 1987’de ise Isparta ve Burdur’da görülmüştür (Öktem ve Benlioğlu, 1988).



Şekil 2.1. Ateş yanıklığı hastalığının Dünya’da yayılımı (Dordas, 2008)

Ateş yanıklığı son yıllarda japon eriklerinde (*Prunus salicina*) (Mohan ve Thomas, 1996; Sobiczewski vd., 1997) ve böğürtlenlerde de şiddetini arttırmıştır (Evans, 1996; Sobiczewski vd., 1997). Hastalık, ilk olarak, 1780'de tespit edildikten sonra sebebi bilinmemiştir. Ancak izleyen yüzyıl içinde, ışıklanma, sıcaklık, bitki özsuynunun donması ve böcekler gibi faktörlerin, hastalığa sebep olabileceği üzerinde durulmuştur. 1880 yılında Illinois Üniversitesi'nde ateş yanıklığı hastalığının, bakteri kaynaklı olduğu (Burriel, 1880; Van Der Zwet ve Beer, 1991), 1884'de ise Cornell Üniversitesinde re-inokulasyon denemeleri sonucunda, hastalığa neden olan bakterinin, *Erwinia amylovora* olduğu belirlenmiştir (Arthur, 1985; Van Der Zwet ve Beer, 1991).

Erwinia amylovora, konukçu bitkilerin tüm toprak üstü organlarını etkileyerek ölümüne sebep olmaktadır (Moses, 1992; Moltmann, 1996; Pejchinovski, 1996; Sobiczewski vd., 1997). Hastalığın şiddeti; etmenin yıkıcı karakterine ve hızlı yayılma kabiliyetine ayrıca bitkideki yayılımı ile birlikte etkin kontrol metotlarının varlığına bağlıdır. Hastalığın yoğunluğu ve zararı yıllara göre değişim göstermektedir. Bazı yıllarda hastalık çok hızlı yayılırken, bazı yıllarda ise sadece belirli alanlarda ortaya çıkmaktadır (Garret, 1990; Larue ve Vincent, 1990; Sobiczewski ve Suski, 1988; Hale vd., 1996; Sobiczewski vd., 1997; Peil vd., 2009).

Ateş yanıklığı hastalığının belirtileri, kolayca fark edilmektedir. En belirgin karakteristiği ise, kavrulmuş görümlü yaprak ve dallardır. Genelde, taze sürgünlerde kıvrılmalar ortaya çıkmaktadır. Zarar gören bitki kısımlarına bağlı olarak, ateş yanıklığı, hastalık döngüsüne de uygun olarak, çiçek yanıklığı, sürgün ve ince dal yanıklığı, yaprak yanıklığı, meyve yanıklığı, ana dal ve gövde yanıklığı, kök ve kök boğazı yanıklığı şeklinde ifade edilmektedir (Van Der Zwet ve Beer, 1991).

Çiçek yanıklığı, yanıklığın ilk belirtisidir ve ilkbahar boyunca görülmektedir. İnfekte olmuş çiçekler dökülebilir ancak genelde dökülmeden asılı kalmaktadır (Şekil 2.2). Çiçek infeksiyonunun ardından, genç meyve infekte olmakta ve rengi siyaha dönerek, kuruyup ağaca asıl olarak kalmaktadır (Van Der Zwet ve Beer, 1991).



Şekil 2.2. Çiçek yanıklığı (Sobiczewski vd., 1997).

Genç sürgünler ve ince dallar çiçeklerden sonra enfeksiyona en hassas organlardır. Sürgün yanıklığı, bazı mevsimlerde gözlenen tek belirti olabilmektedir. Uygun hava koşullarında birkaç gün içinde enfeksiyon sürgünde 15 - 30 cm ilerleyebilir. Nemli koşullarda bakteriyel akıntı damlaları yanık sürgünde belirir. Enfeksiyon sonucunda ateşte yanmış gibi bir görüntü ortaya çıkmaktadır (Van Der Zwet ve Beer, 1991).

Yapraklar, bakterinin stomadan ya da çoğunlukla böcek, dolu veya rüzgârın etkisiyle oluşan yaralardan girişi ile enfekte olmaktadır. Yaprak sapı ve orta damarın siyahlaşması, karakteristik bir belirti olarak dikkat çekmektedir (Van Der Zwet ve Beer, 1991).

Olgunlaşmamış meyve, kabuktaki lentiseller, yaralar ve hastalıklı meyve dalından enfekte olabilmektedir. Meyve enfeksiyonu, genelde, yazın dolu şeklindeki yağışlar sonrası ortaya çıkmaktadır. Enfekte olmuş armut meyveleri, kahverengi ve siyaha dönmekte, buruşmakta ve meyve dalına yapışık ve mumyalanmış görünümündedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Ateş yanıklığının meyvede görünümü (Van Der Zwet ve Beer, 1991).

Aşırı duyarlı konukçularda infeksiyon çiçek, sürgün veya meyveden, kalın ve daha yaşlı dallar ile gövdeye doğru ilerlemektedir. Bu kısımlarda akıntı oluşmakta ve böylece böcekler bakteriyi yaymaktadır. Gövde yanıklığında, bakteri akıntı damlacıklarının kabuk boyunca akması, erken dönemde ortaya çıkan belirtidir (Şekil 2.4). Özellikle *Erwinia amylovora*'ya hassas ağaç gövdelerinde, infeksiyon birkaç ay içinde gövdeden dallara yayılarak genelde ağacın ölümüne neden olmaktadır (Van Der Zwet ve Beer, 1991).



Şekil 2.4. Armutta kök ve kök boğazı yanıklığı (Van Der Zwet ve Beer, 1991).

Kök boğazı ve kök yanıklığı, en yıkıcı olan zarar tipidir ve çoğunlukla ağaçların ölümüyle son bulmaktadır. İnfeksiyon bazen kökten kök boğazına, bazen de kök boğazından köke yayılmaktadır. Kök boğazındaki infeksiyonlar, genelde koyu ve ıslak görünümündedir. Başlangıçta sınırları belirsiz olup, sonradan çatlaklarla belirgin hale gelmektedir. Kök boğazı yanıklığı başka infeksiyon belirtisi göstermeyen ağaçlarda da ortaya çıkmaktadır. Köklerdeki kabuğun, ölümüyle sonuçlanabilmektedir (Van Der Zwet ve Beer, 1991).

Ateş yanıklığı hastalığının gelişiminde konukçu, patojen ve çevre interaksiyonu etkili olmaktadır. Ateş yanıklığının maksimum gelişimi için çevre, konukçu bitki ve patojen olarak belirlenen üç önemli faktörde de özel koşullar aynı anda en uygun düzeyde olmalıdır. Konukçu faktöründe, bitki dayanımı, bitki organ ve yaşları, toprak koşulları ve ağaç beslenmesi ile kültürel uygulamalar dikkate alınmaktadır (Van der Zwet ve Beer, 1991). Bu

noktada, patojenin hem miktarı hem de hastalık yapma derecesi önem taşımaktadır. Hastalığın ortaya çıkmasında konukçu, meyve bahçesinin yeri, toprak koşulları, ağacın beslenmesi ve kültürel işlemlerin önemli rol oynadığı bildirilmektedir.

Bitki dayanımı açısından değerlendirmede, ateş yanıklığının, *Rosaceae* familyasına dahil 40 cins ve 200 bitki türünde görüldüğü belirtilmektedir (Van der Zwet ve Keil, 1979; Van Der Zwet ve Beer, 1991). Ürün miktarının ekonomik anlamda etkilendiği ve önemli kayıpların olduğu cinsler ise *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Cydonia*, *Malus*, *Pyrus*, *Photinia*, *Pyracantha* ve *Sorbus* şeklinde sıralanmaktadır. Hastalık, genelde tatlı armut olarak bilinen *Pyrus communis*'te en çok hasarı yapmaktadır. Buna karşılık, *P.ussuriensis* en dayanıklı tür olarak bilinmektedir. *P.serotina* ise *P.ussuriensis*'ten daha az dayanıklıdır (Shay vd., 1962).

Hastalık gelişimini etkileyen diğer önemli faktör patojen olarak bildirilmektedir. *E. amylovora*, tek vegetatif hücreden oluşan bir mikroorganizma olup, ateş yanıklığının gelişimi, enfeksiyona yol açabilecek yeterli sayıda patojenin varlığına ve bunların hastalık yapma derecesine bağlı olmaktadır (Şekil 2.5) (Keil ve Van Der Zwet, 1972; Van der Zwet ve Beer, 1991).



Şekil 2.5. *Erwinia amylovora* bakterisi (Van Der Zwet ve Beer, 1991).

Hastalık gelişimini etkileyen üçüncü faktör olan çevre, hava koşulları ve böcekler olmak üzere iki açıdan önem taşımaktadır. Hava koşulları, ateş yanıklığının gelişimini büyük oranda etkilemektedir. Patojenin gelişimi ve çoğalması için gerekli olan sıcaklık, hastalığın ortaya çıkışını ve yayılışını belirleyen önemli bir faktör olarak belirtilmektedir. Yağmur, çığ veya yüksek hava ve toprak nemi, bitki dokusunun hücre arası nemini arttırmakta, bu da *E.*

amylovora'nın çoğalmasını teşvik etmektedir. Bakterinin en hızlı çoğalması 24 - 29 °C sıcaklıklarda olmaktadır. Buna rağmen, patojen 4 - 32 °C arası sıcaklıkta da gelişebilmektedir. Dokunun zarar görmesi ve enfeksiyonun yayılmasında da meteorolojik olaylar önemli rol oynamaktadır (Van der Zwet ve Keil, 1972; Van der Zwet ve Beer, 1991). Enfeksiyonun erken başladığı meyve bahçelerinde, vejetasyon döneminde dolu şeklindeki yağışlar, önemli kayıplara yol açmaktadır. Sert rüzgârlar, yaprakların birbirine sürtünmesi ile zedelenmeye neden olmakta ve bakteri için giriş kapısı oluşturmaktadır (Van der Zwet ve Beer, 1991).

Böcekler hastalığın yayılmasında çok önemli rol oynamaktadır. Aynı zamanda, patojeni taşımaları ve beslenme aktiviteleri sırasında bakteri için enfeksiyon sahaları yaratmaları nedeniyle hastalığın gelişiminde ikinci derecede fonksiyonel olmaktadır. Bu bağlamda, böcek popülasyonlarının etkin biçimde kontrolü, ateş yanıklığının yayılımının önemli ölçüde azalmasına yardımcı olmaktadır (Van der Zwet ve Keil, 1979; Van der Zwet ve Beer, 1991).

Streptomisin veya bakırlı spreylerin kullanılmasıyla hastalıkla mücadele mümkündür. ABD'de elma yetiştiricilerinin, antibiyotikli spreylere yılda yaklaşık 2,8 milyon dolar harcamakta olduğu bildirilmektedir (Gianessi vd., 2002). Birçok ülkede ateş yanıklığı kontrolü için streptomisin içerikli ürünlere izin verilmemektedir. Almanya'da streptomisin bazlı ürünlerin, örneğin "Plantomisin", "Strepto" ve "Firewall 17 WP" uygulamalarının sıkı bir şekilde denetlendiği ve sadece istisnai durumlarda izin verildiği görülmektedir. Almanya'da bakır içerikli bitki koruma ürünleri, kullanım için lisanslandırılmamıştır. Aktif maddeleri prokoksadiyon-Ca ve *Bacillus subtilis* suşu QST 713 olan "Regalis" veya "Serenade" gibi ürünler, etkili bir kontrol sağlamamaktadır (Peil vd., 2009).

Söz konusu biyolojik yöntemler konusunda ilk denemeler, Amerika'da bitkilerden ateş yanıklığına karşı patojenik olmayan bakterilerin izole edilmesi ile 60 yıl önce başlamıştır (Van der Zwet ve Keil 1979; Sobiczewski vd., 1997). Bundan sonra *Erwinia herbicola*, *Pseudomonas fluorescens* ve *P. syringae* dikkati çekmektedir. Bu bakteriler tarafından *E. amylovora* için toksik antibiyotiklerin salgılandığı bildirilmiştir (Sobiczewski vd., 1997).

Aysan v.d. (1999), Akdeniz Bölgesi'ndeki mevcut armut bahçelerinden 139 bakteri izolatu toplamışlar ve bunların 49'unu ateş yanıklığına karşı etkili bulmuşlardır. İki isolat ise in vivo koşullarda çiçek yanıklığını %50 azaltmıştır. Bu isolatlar, hastalık gelişiminde *Erwinia herbicola* ve Streptomisin sülfat kadar etkili bulunmuştur. Ayrıca, hassas Santa Maria çeşidi ile kurulu bahçelerde beyaz tomurcuk safhasında bakırlı bileşiklerle ilaçlama başlatılmış, aynı anda dallar infekteli bölgenin 15-20 cm. altından budanmıştır. Budamanın etkisi %62,47 iken, bakırlı ilaçların etkisi %30. 6-69.74 olarak bulunurken kombine uygulamada bu etki %70.16'ya çıkmıştır.

Sağlıklı elma, armut ve ayva çiçek ve yaprak florasından izole edilen epifitik bakteri ve mayaların *Erwinia amylovora*'ya antagonistik etkileri in vitro, yarı in vivo ve in vivo koşullarda araştırılmıştır. Beş farklı ilden yapılan izolasyonlarda toplam 564 epifitik bakteri ve maya izolatu elde edilmiştir. In vitro testler sonucunda, toplam 92 aday antagonist etkili bulunmuştur. Bu isolatlar ile yapılan yarı in vivo testler sonucu etkili bulunan iki antagonistik izolatu (KAD3 ve PBAL10) elma ağaçlarında ateş yanıklığı hastalığını baskılama yeteneği iki ticari mikroorganizma ve Herkül fungusit ile karşılaştırmalı olarak denenmiştir. Bu antagonistlerin hastalık baskılama oranları farklı elma çeşitlerinde saptanmış, her iki izolatu için, bu iki ticari mikroorganizma için Herkül ve Streptomycin ile yarışabilecek olumlu sonuçlar alınmıştır (Aktepe vd., 2017).

2.2. Ateş Yanıklığına Dayanıklılık Islahı

Ateş yanıklığı, kontrolü ve mücadelesi zor bir hastalıktır. Tam bir çözümü bulunmamakla birlikte, kültürel, kimyasal ve biyolojik tüm önlemler uygulandığında zarar minimuma indirilebilmektedir. Kimyasal uygulamalar, pahalı ve aynı zamanda insan sağlığına zararlı olması nedeniyle günümüzde giderek azalmaktadır. Hastalığın kontrolünde alınan önlemlerden biri hastalıklı kısımların kesilerek bahçeden uzaklaştırılmasıdır. kimyasal kontrolünde kullanılacak ilaçlar azdır ve yasal olan antibiyotikler ve bakırlı preparatlar kullanılmaktadır. Bu durumda, dayanıklı çeşitler, anaç ve ara anaçların kullanımı, ateş yanıklığının kontrolünde en önemli mücadele yöntemi olarak dikkate alınmaktadır. Bu nedenle, ateş yanıklığına dayanıklı çeşit ıslahına önem verilmesi gerekmektedir (Layne ve Quamme, 1975; Mertoğlu ve Evrenosoğlu, 2017a; Mertoğlu ve

Evrenosoğlu, 2017b; Evrenosoğlu ve Mertoğlu, 2018). Dayanıklılık konusunda, hastalığa dayanıklı türler kullanılarak çeşitli melezler elde edilmiştir. Bu melezler yüksek kaliteli *P.communis* ile geriye melezlenerek hem hastalığa dayanıklı, hem de kalitesi yüksek 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).

Hastalığın neden olduğu kayıplar arttıkça, *E. amylovora*'nın yaygın olduğu ülkelerde yumuşak çekirdekli meyvelerin yetiştiriciliğinde ateş yanıklığına dayanıklı çeşit yönünde tercihler artmaktadır. ABD, Yeni Zelanda, Kanada, Türkiye, Polonya, Almanya, İtalya, İsviçre, Çek Cumhuriyeti ve Fransa'da ateş yanıklığına dayanıklı elma ve armut çeşitlerinin geliştirilmesine yönelik büyük çaplı ıslah programları hedeflenmektedir. Bu programların temel amacı, dayanıklılığın artırılmasının yanında patojen tarafından enfeksiyonların yayılımını da önlemektir. Armut çeşitlerinin ikincil çiçeklenmesini engellemek, İngiltere'nin East Malling (Alston, 1994) armut ıslah programında bir seçim kriteri olarak kullanılmıştır. Ayrıca, spur tipler, daha kuvvetli gelişen standart çeşitlere göre daha yüksek direnç göstermektedir (Abdollahi ve Majidi, 2005).

Ateş yanıklığı, anaçların yanı sıra sürgünleri de enfekte ettiğinden, hastalığa dayanıklılığı arttıran uygulamalar anaç ve çeşit için de geçerlidir. Elma ve armutta ateş yanıklığına dayanıklılık konusunda genetik varyasyon oluşturulması için mutagen

uygulaması veya somaklonal varyasyondan yararlanılmıştır (Pinet-Lebley vd., 1992; Donovan vd., 1994). Bu türler heterozigot yapıdadır ve genellikle klonal olarak çoğaltılırlar. Ancak 'Bittenfelder Sämling' ve 'Graham' gibi elma ve 'Kirchensaller Mostbirne' ve 'Augustbirne' gibi armut anaçları tohumla çoğaltılabilmektedir. Yüksek heterozigotluk oranları, geniş genetik varyasyon nedeniyle seleksiyonla dayanıklı tipleri yakalama şansına olanak sağlamaktadır. Kendine uyumsuzluk görülmekle beraber kendine verimli elma (Matsumoto vd., 1999) ve armut çeşitleri de bulunmaktadır (Sato vd., 1988).

Ateş yanıklığına dayanıklılık ve meyve kalite özellikleri arasındaki düşük genetik korelasyona rağmen, ticari çeşitlerde (Bell vd., 1976) bu özelliklerin kombine edilebilmesi, genetik engel bulunmadığını ifade etmektedir. Ancak, yumuşak çekirdekli meyve türlerinde klasik ıslah çalışmalarında, kendine uyumsuzluk yüksek heterozigotluk derecesi, tekrarlanan geri melezlemeler ile özelliklerin kombinasyonunda bazı sorunlarla karşılaşılabilir. Ateş yanıklığına dayanıklılıkta küçük meyvelilik ve diğer istenmeyen özellikleri taşıyan yabancı türlerin kullanımı çok sayıda geri melezlemeler nedeniyle ıslah programlarının uzun bir periyotta yürütülmesine yol açmaktadır.

Armutta, ilk genetik çalışmalar, *Pyrus serotina* (Drain, 1943) ve *P. ussuriensis* 76 seleksiyonundan elde edilen genomdaki dirençli genlerin varlığını ortaya koymuştur (Thompson vd., 1962). Bazı *P. communis* melezlerinin ise, allel olarak heterozigot az sayıda da homozigot yapıda olduğu belirlenmiştir (Bell vd., 1977).

Van der Zwet ve Keil (1979) tarafından yapılan bir çalışma elma ve armut çeşitlerinin ateş yanıklığına dayanımı hakkında önemli bilgiler vermektedir. Araştırmacılar literatür taraması ile elma ve armut türlerinin ve çeşitlerinin ateş yanıklığı dayanımını tanımlayan verileri toplamışlardır. Buna göre, 400 armut çeşidinin %17'si dayanıklı, %33.5'i orta derecede dayanıklı, %38'i duyarlı olarak bildirilirken, % 11.5'inin dayanım durumunun farklı olduğu ifade edilmektedir. Değerlendirilen 390 elma çeşidinden %35'i dayanıklı, %26'sı orta dayanıklı, %22'si duyarlı olarak sınıflandırılmış ve çeşitlerin %17'si sınıflandırılmamıştır. Araştırmacılar, ağaçta yanıklık oranı, %0-6 ise dayanıklı, %7-25 ise orta derecede dayanıklı olduğunu ve %25'inden fazla ise duyarlı olduğunu kabul etmiştir.

Ateş yanıklığı hastalığının yoğun olarak görüldüğü ülkelerde özellikle lokal gen kaynakları hakkında çalışmalar yapılmıştır. Avrupa COST- Action 864 kapsamında Avrupa Islah programlarında “Yumuşak Çekirdekli Meyveler” konusunda değerlendirmeler yapılmıştır (Tahir, 2006).

Son yıllarda birçok gen kaynağında tarama çalışması yürütülmüştür. Ancak literatürde bugüne kadar ateş yanıklığı dayanımının değerlendirilmesi konusunda standart bir prosedür bulunmamaktadır. Gen kaynağının bulunduğu lokasyon ve koşulları, kullanılan bakteriyel ırklar, inokulum konsantrasyonu, inokülasyon dokusu, inokülasyon prosedürü, hastalıklı kısmın ölçümü ve derecelendirmesi konusunda veriler elde edilmiştir. Karşılaştırma çalışmaları için standart bir prosedüre gereksinim duyulmaktadır. Armut ağaçlarındaki ateş yanıklığı düzeyini belirlemek için geliştirilen skorlama sisteminin (Van der Zwet vd., 1970) elma türü için modifikasyonu (Luby vd., 2002) ölçümlerde standardizasyon sağlanması açısından önemli bir adım olmuştur.

Ege Bölgesi’nde mevcut armut çeşitlerinin ateş yanıklığına dayanımının saptanmasına ilişkin çalışmada, 15-20 cm uzunluğundaki sürgünlerin uç kısmı 10^8 m hücre/ml. yoğunluktaki 48 saatlik bakteri kültüründen elde edilen süspansiyonla inoküle edilmiştir. Bitkiler 27°C sıcaklık ve %80 - 100 nisbi nem içeren seralarda dokuz hafta bekletildikten sonra duyarlık düzeyi saptanarak skala elde edilmiştir. Yanıklık oranına göre yapılan değerlendirmede, bu oran %0- 6 ise yüksek dayanıklı (10-8); yanıklık oranı %7-25 ise orta düzeyde dayanıklı (7-6); %26 - 50 ise duyarlı (5); %51 - 100 ise çok duyarlı (4-1) skalasında yer aldıkları belirtilmektedir. Bu değerlendirmeler sonucunda, testlenen çeşitlerin çoğunun, hastalığa çok hassas olduğu gözlenmiştir (E Grubu). Ancak Keklik ayağı, Ekşi sulu, Şeker ve Ovalı armutlarının dayanımı oldukça yüksek bulunmuş ve hassas - orta hassas (C-D) grupta yer almışlardır. Karaçibık çeşidi orta hassas (C), Erken tezere ve Cepsığmaz çeşitleri ise hassas- yüksek derecede hassas (D-E) grupta bulunmuşlardır (Saygılı vd., 1999).

Aysan ve arkadaşları (1999) 13 armut çeşidini değerlendirerek Limon, Kieffer ve Mıgırık çeşitlerinin düşük hassasiyette, Ankara, Mustafa Bey, Çermai ve Hacı Hamza çeşitlerinin orta hassas, Akça, Williams, Santa Maria, Laleliye, Deveci ve Moonglow çeşitlerinin ise çok hassas olduğunu saptamışlardır.

Kanada’da yürütülen ateş yanıklığına dayanıklılık programında *P.ussuriensis* ve *P.pyrifolia*, türlerinin seleksiyonları hastalıklara dayanıklılık yönünden seçilmiş ve meyve özellikleri yönünden de *P.communis* çeşitleri kullanılmış, sonuç olarak hem hastalığa dayanımı hem de meyve özellikle yönünden tatmin edici üç çeşit belirlenmiştir. Bunlar *Harrow Queen*, *Harrow Delight* ve *Harrow Sweet’dir* (Hunter, 1993). USDA’nın ıslah programında ise yüksek dayanıklılığı olan Seckle’den daha dayanıklı 8 yeni klon elde edilmiştir (Bell ve Van der Zwet, 1993; Sobiczewski vd.,1997).

Kültür armudunda yapılan çalışmalarda, ateş yanıklığına dayanıklı ileri seleksiyonlar ve yeni çeşitler geliştirilmiştir. East Malling ıslah programında elde edilen en dayanıklı seleksiyonlar, Farmingdale çeşidinin F₂ dölleridir (Alston, 1994). İtalya’da ıslah edilen Aida ve Boheme çeşitleri, üstün meyve kalite özellikleri taşımakla beraber, bu ıslah programında elde edilen dokuz melezin hastalığa dayanımı Harrow Sweet ile karşılaştırılabilir düzeyde bulunmuştur (Bergamaschi vd., 2006). Çek Cumhuriyeti’nde geliştirilen Bohemica, Jana ve US-62563-004 numaralı melezin Beurre Alexandre Lucas çeşidinden daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir (Papstein vd., 2006).

Ülkemizde ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı ve üstün özellikli tiplerin elde edilmesi amacıyla ıslah projeleri yürütülmüş ve yürütülmektedir (Evrenosoğlu vd., 2010; Öztürk vd., 2011; Şahin, 2017). Hastalığa duyarlı ve dayanıklı armut genotipleri arasındaki melezlemelerden elde edilen ve suni inokulasyonlarla ateş yanıklığı hastalığına karşı testlenen melezler, meyve kalitesi yönünden de incelenerek tartılı derecelendirmeye yöntemine göre değerlendirildiğinde 6 genotipin ateş yanıklığına tolerant ve meyve kalite parametreleri yönünden de ümitvar olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Mertoğlu ve Evrenosoğlu, 2017b; Evrenosoğlu ve Mertoğlu, 2018).

Islah programından elde edilen materyalde, dayanıklılık kontrolü suni inokulasyon testleri ile yapılabilmektedir. Bu amaçla, standardize olmuş hastalık yapıcı bakteri süspansiyonu, 5-6 aylık aktif gelişme dönemindeki fidanlara, iğne ile sürgün ucu yakınındaki gövde dokusuna inoküle edilmektedir (Carpenter ve Shay, 1953; Thomson vd., 1962; Layne vd., 1968; Van der Zwet, 1970; Layne ve Quamme, 1975). Bu fidanlar önce üç gün süreyle %95 - 100 oransal nem koşullarındaki iklim odasında muhafaza edildikten sonra sera ortamına aktarılmıştır bu koşullarda yaklaşık iki ay sonra yanıklığın ortaya çıktığı

sürgünlerde ölçüm yapılmıştır. Dayanıklılık derecesi, toplam sürgün uzunluğunun ve yanıklık uzunluğu dikkate alınarak yanıklık oranı (%) olarak belirtilmektedir. Buna göre genotipler 10 frekans grununda değerlendirilmektedir (Layne vd., 1968; Layne ve Quamme, 1975). İnokulasyonlarda virülensi en yüksek izolatlar seçilmeli ve birçok izolat içeren karışık inokulumlar kullanılmalıdır.

Ateş yanıklığına dayanıklılık sağlamak üzere elma ve armutta gen transferleri konusunda çalışmalar yürütülmüştür. Buna göre, *Hyalophora cecropia*'dan elde edilen Cecropin B'nin sentetik türevi olan SB-37 geni *Erwinia amylovora*'ya karşı kullanılmıştır. Bu amaçla elde edilen gen, *Agrobacterium* ırkları aracılığı ile *Passe Crassane* çeşidine aktarılmıştır. Transgenik klonlarda 10 gün içinde simptomların azaldığı görülmüştür (Reynoird vd., 1999). Diğer bir çalışmada, benzer yöntemler kullanılarak, gram negatif bakterilere karşı etkili Attacin E geni aktarılmış ve transgenik klonların yine 10 gün içinde dayanıklılık gösterdiği belirlenmiştir. *Passe Crassane* ve *Old Home* çeşitlerinin kullanıldığı çalışmada dayanıklı klonlar elde edilmiştir (Reynoird vd., 1999 a).

2.3. Ateş Yanıklığına Dayanımda Mineral Maddelerin Etkisi

Ateş yanıklığı hastalığına karşı bitkinin dayanıklılık mekanizmasında fenolik bileşikler gibi sekonder metabolitler ve bitki bünyesindeki diğer maddelerin etkili olduğu ortaya konmuştur (Aldwinckle ve Beer 1979; Lewis ve Kenworthy, 1962; Schonberger ve Erichsen, 1994). Bu etkenlerden biri de beslenme fizyolojisi açısından önem taşıyan mineral maddelerdir. Hassasiyetin artışı ya da azalışında farklı besin elementlerinin rolünden söz edilmektedir (Köseoğlu vd., 1976; Yamazaki ve Hoshina, 1995; Rengel vd., 1993). Bu çalışmalarda dayanıklılık düzeyleri farklı armut çeşitlerinde mineral madde içeriği ile ateş yanıklığı hastalığına dirençleri arasındaki korelasyonlar incelenmiştir.

Bitkide yeni hücrelerin oluşumu için azot gereklidir. Azot noksanlığı durumunda, bitkilerde büyüme oranı düşer ve bitkinin vejetatif gelişimi olumsuz etkilenir. Ayrıca yaprak gövde kök sistemi zayıflar. Çiçeklenme ve meyve tutma oranı azalır ve meyveler küçük kalır. Yaprak alan indeksi düşer ve fotosentez olayı daha az gerçekleşir. Noksanlığın daha ileri boyutlarda olması halinde, yapraklarda kloroz görülür. Azot fazlalığında ise bitkinin

vegetatif gelişme periyodu uzar, çiçeklenme gecikir ve şeker sentezi azalır. Bu durum meyvelerde geç olgunlaşmaya neden olur (Foth, 1984).

Fosfor, hücre bölünmesi, çiçek ve meyvelerin oluşumunda önemli rol oynar. Ayrıca bitkilerin olgunlaşmasını hızlandırır ve potasyumun bitkiler tarafından alınmasına imkan sağlar. Bitkinin hastalık ve zararlılara karşı direncini artırır. Bitki köklerinin su alımını düzenleyerek suyun etkili bir şekilde kullanılmasını sağlar (McCauley vd. 2009). Bitkiler ATP, şekerler ve nükleik asitlerin oluşması için gerekli olduğundan fosfora ihtiyaç duymaktadır. Bitkide genetik özellikleri belirleyen DNA'nın oluşumu için de fosfora gereksinim duyulur. Fosfor ayrıca hücre bölünmesi, çiçek ve meyve oluşumunda önemli rol oynar. Bitkilerin olgunlaşmasını hızlandırır. Potasyumun bitkiler tarafından alınmasına olanak sağlar. Bitkinin hastalık ve zararlılara karşı direncini artırır (Foth, 1984). Fosfor eksikliğinde en çok çiçek, meyve, tohum gibi generatif organlar zarar görür. Fosfor noksanlığı olan bitkilerde büyüme geriler. Meyve ve ağaçlarda sürgün ve tomurcuk oluşumu azalır. Yapraklar normalden daha koyu yeşil renkli olur. Bitkilerin kök gelişimi zayıflar. Don olaylarına ve hastalıklara karşı bitkinin dayanıklılığı azalır (Foth, 1984; Plaster, 1992).

K, bitkinin büyüme ve gelişiminin yanında, hastalıklara dayanımda önemli rol oynamaktadır. Büyüme için gerekli optimum K düzeyi kadar konukçu bitkilerin hassasiyetinin azaldığı ve dayanımda fazla artış görülmediği bildirilmektedir (Dordas, 2008). Ancak yüksek düzeyde K beslenmesi, fenol, karbon, azot ve aktif oksijen metabolizmalarını düzenleyerek bitkilerin hastalıklara dayanımını güçlendirmektedir (Liu vd., 2006). Bununla birlikte, K'nin yapraklarda doğru bir şekilde saptanması her zaman mümkün değildir. K, hızla büyüyen organlara dağıtılabilen veya dallar ve kökler gibi yedek organlarda depolanabilen bir maddedir (Tagliavini ve Scandellari, 2013).

Sodyumun bitki üzerindeki etkisi, kimyasal yönden potasyuma benzerlik gösterir. Bazı bitkilerde Na, kısmen potasyumun görevlerini yüklenmektedir. Birçok bitki için sodyum hayati öneme sahiptir. Havadan ve taban suyundan su absorbe edebilmesi nedeniyle sodyum, kurak dönemlerde bitkilerin solmalarını geriletir ve su ekonomisine olumlu katkı sağlar. Sodyum noksanlığı durumunda bitkinin yaprakları inceler. Yapraklar, metalik yeşil renk alır ve yaprak altları pembemsi bir görünüm kazanır. Ayrıca yaprak kenarları, yukarı doğru kıvrılır ve ana damar boyunca koyu kahverengi nekrotik lekeler oluşur.

Mg, klorofil, phytin ve pektinin yapı taşıdır (Foth, 1984). Ayrıca ATP'nin yapımında ve protein sentezinde önemli bir rol üstlenir (McCauley vd., 2009). Magnezyum özellikle fosfor olmak üzere diğer elementlerin alınmasına yardımcı olarak çok sayıda enziminin aktivasyonunu sağlar (Plaster, 1992).

Mn'nin birçok hastalığı kontrollünde etkili olduğu bilinmektedir. Mangan, hayati öneme sahip enzimlerin aktivasyonunda önemli bir role sahiptir. Dekarboksilaz, dehidrogenaz ve oksidaz enzimlerini aktive eder. Süperoksit dismutaz enziminin yapısında yer alır. Fotosentezde suyun parçalanmasında rol oynar. Azot metabolizmasında ve asimilasyonunda etkilidir. Demir, kalsiyum ve magnezyumun absorpsiyonunda önemli rol oynar. Klorofilin oluşumunda demir ile birlikte faaliyet gösterir. Bitki tohumunun çimlenmesini ve meyve olgunlaşmasını hızlandırır (Plaster, 1992; Dordas, 2008; Gardiner ve Miller, 2008). Zn'nun, bitkinin hastalığa hassasiyetindeki etkisi farklı olup, hastalığa dayanımı azaltıcı, arttırıcı ya da etkisiz şeklinde ortaya çıkmaktadır (Dordas, 2008).

Ca'nın hücre duvarı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Bitki hücre duvarının tamamlayıcı bir parçasıdır, bu nedenle hücre duvarı yapısını düzenleyen besin elementi olarak bilinmektedir (Plaster, 1992). Kalsiyum bitkinin besin maddelerinin alınmasında; bitki ve toprakta bulunan toksik maddelerin çökmesinde rol oynar. Bitki dokularını donma-çözünme stresine karşı korur. Yeterli kalsiyumun olması durumunda bitkiler hastalıklara karşı daha dayanıklı olduğu ve protein oluşumunda ve karbonhidratların taşınmasında kalsiyumun önemli rol oynadığı bildirilmektedir (Plaster, 1992).

Fe elementi bitkide solunum ve fotosentez reaksiyonlarında önemli rol oynar. Klorofilin yapısında bulunmama ile birlikte, demir eksikliğinde klorofil üretimi azalır ve bitki büyümesi yavaşlar. Bitkide protein mekanizması üzerinde etkilidir (Mc Cauley vd., 2009). Kurak ve yarı kurak bölge topraklarında yetiştirilen bitkilerde, noksanlığı en çok görülen besin elementidir.

Cu, bitkide klorofil üretimi, solunum ve protein sentezleri için gerek duyulan bir besin elementidir. Çeşitli oksidaz enzimlerinde aktivasyon ve çok sayıdaki elektron transferi bakır tarafından gerçekleştirilir. Protein ve karbonhidrat metabolizmasında da etkilidir

(Gardiner ve Miller, 2008; McCauley vd., 2009). Ayrıca bakır, bitkinin hastalıklara karşı iyi direnç gösterebilmesini ve bitki neminin kontrol edilmesini etkilemektedir (Plaster, 1992).

Zn'nun bitki üzerindeki etkisi, magnezyum ve mangana benzerlik göstermektedir. Çeşitli mayaların aktifleşmesinde ve ribonükleik asit sentezinde önemli roller üstlenmektedir. Bitkide azot metabolizmasını, nişasta oluşumunu ve tohum olgunlaşmasını etkiler. Ayrıca büyüme hormonlarının üretimi için gereken bir bitki besin elementi olan çinko, özellikle internodun uzaması için çok önemlidir (Gardiner ve Miller, 2008; McCauley vd., 2009).

Bitkilerin mineral madde içerikleri ile hastalıklara hassasiyet ve toleransları konusundaki bir çalışmada, olgun yaprakların N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn element içerikleri saptanmıştır. Yüksek azot içeriğine sahip bitkilerin özellikle *Phytophthora parasitica* var. *piperina*, *Sclerotium rolfsii*, *Colletotrichum capsici* ve *Xanthomonas campestris* pv. *beticola* gibi hastalık etmenlerine dayanıklılık açısından zayıf; N içeriği orta ve K içeriği yüksek olanların ise güçlü bitkiler olduğu gözlenmiştir (Anderson, 1956).

Genel kaniya göre, yüksek düzeyde makro element içeriğinin hastalıklara dayanıklılığı olumsuz etkilediği düşünülmektedir. Ancak tersine, Yamazaki ve Hoshina (1995), yaptıkları çalışmada bakteriyel solgunluğa değişik düzeylerde tolerans gösteren üç çeşit domates çeşidinde duyarlılık ile Ca uygulamasının etkisini incelemişlerdir. Fideler, gövdelerinde açılan yaralardan patojen süspansiyonuna batırılarak inokule edilmiş, ardından farklı Ca konsantrasyonundaki üç besin solüsyonuna (0.4, 4.4, 20.4 nM) aktarılmışlardır. Bir hafta sonra yapılan kontrolde, tüm besin ortamlarında hassas olan Ponderosa çeşidinde hastalık gelişiminin en hızlı olduğu görülmüştür. Besin solüsyonlarındaki Ca konsantrasyonu artması durumunda, Zuiei (orta dayanıklı) çeşidinde hastalık şiddetinin azaldığı saptanmıştır. Dayanıklılık düzeyi, düşük Ca konsantrasyonunda bulunan Hawaii 7988 (çok dayanıklı) çeşidinde düşük Ca miktarının dayanıklılığı azaltıcı yönde etki gösterdiği ortaya çıkmıştır (Yamazaki ve Hoshina, 1995).

Mineral maddeler, bitkilerin savunma mekanizmasında önemli yer tutar ve bu mekanizma içerisinde metabolizmayı düzenleyici veya hastalık etmenlerini engelleyici

görevi yaparlar. Bavaresco ve Eibach (1987) da makro besin elementlerinin bitki bünyesinde optimum düzeyde bulunmalarının hastalıklara dayanımı arttırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca Riesling ve Kerner üzüm çeşitlerinde yapraktaki azot içeriği ile *Uncinula necator*'un infeksiyon şiddeti arasında pozitif bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir (Bavaresco ve Eibach, 1987). Fenolik bileşikler ile mineral maddeler arasındaki ilişkileri inceleyen Keller ve Hrazdina (1998) Cabernet sauvignon çeşidinin toplam fenolik ve toplam antosiyanin içeriği üzerine, bitkinin azot içeriği düzeyinin etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, “ben düşme” döneminde tane kabuğunda tespit edilen fenolik madde miktarının, yüksek azot içeriğinde azaldığını ortaya koymuşlardır.

Bir diğer çalışmada, *Gaeumannomyces graminis var. tritici* izolatları farklı duyarlılık seviyesindeki dört buğday genotipi ve dört farklı Mn içeriğine sahip ortamlarda test edilmiştir. Buna göre, optimum düzeyde Mn içeren çeşitler, düşük mangan içeriği olan ortamda daha fazla kuru madde üretmişlerdir. Mn ilavesi de kök ve sürgünlerde kuru madde birikimini önemli düzeyde arttırmıştır. Etmen infeksiyonunun en şiddetli olarak köklerde görüldüğü belirtilmiştir. Ancak bu lezyonların Mn ilavesiyle azaldığı gözlenmiştir. Araştırmada, Mn'in direnci arttırıcı etkisi olduğu ve Mn yetersizliği olan genotiplerde infeksiyonun daha şiddetli seyrettiği sonucuna ulaşılmıştır (Rengel vd., 1993).

Bitkilerin mineral madde içerikleri ile hastalıklara hassasiyet ve toleransları arasında bir ilişki olduğunu savunan başka bir çalışmada, olgun yaprakların N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn element içerikleri saptanmıştır. Yüksek azot içeriğine sahip bitkilerin özellikle *Phytophthora parasitica var. piperina*, *Sclerotium rolfsii*, *Colletotrichum capsici* ve *Xanthomonas campestris pv. beticola* gibi hastalık etmenlerine dayanıklılık açısından zayıf; N içeriği orta ve K içeriği yüksek olanların ise güçlü bitkiler olduğu gözlenmiştir (Anderson, 1956).

Thongbai ve arkadaşları (1993), yaptıkları çalışmada, *Rhizoctonia solani* AG8'in neden olduğu kök çürüklüğü hastalığının şiddeti ile bitkilerin Zn içeriğinin ters korelasyon sergilediği görülmüştür. Ancak elde edilen bulgularla, Zn fazlalığının hassasiyeti arttırdığına dair kesin bir yargıya varılamayacağını ifade etmişlerdir.

Ateş yanıklığına dayanıklılık ile bitkideki mineral madde düzeyleri arasında bir korelasyon varlığı konusunda az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bulgular hassasiyet düzeylerinde besin elementlerinin de rolü bulunduğunu göstermektedir. Mineral madde ile beslenme, farklı patojen kaynaklı hastalıkların gelişiminde, gübre uygulamasına bağlı olarak artış ya da azalış göstererek etkili olmaktadır. Hastalık gelişiminde besin maddesi temelli yapılar, karmaşık ve çok yönlü olup, mineral maddelerin direkt olarak patojen, bitki gelişimi ve bitki dayanım mekanizmaları üzerine etkilerini içermektedir. Besin elementleri kısmi olarak, bitkilerin hastalığa toleransını etkileyebilmektedir. Ancak bu konu net bir biçimde aydınlanmamış olup birçok faktör de etkili olmaktadır. Nitekim, N seviyesinin yüksek olduğu durumlarda, obligat parazitlerde hastalık şiddetinin arttığı, fakültatif parazitlerde ise, infeksiyon şiddetinde azalış olduğu ifade edilmektedir (Walters vd., 2007).

Van Der Zwet ve Beer (1995) yaptıkları çalışmada, ağacın beslenmesinin ateş yanıklığına dayanıklılıkta önemli olduğunu savunmuşlardır. Özellikle toprak koşulları (Toprak tipi, nem içeriği, asitliği, besin maddeleri içeriği) ve ağaç beslenmesi ateş yanıklığına duyarlılığını etkilemektedir. Sulama tipi de hastalık açısından önem taşımaktadır. Çünkü yağmurlama sulama nem miktarını artırması dolayısıyla, sürgün yanıklığının da artmasına neden olmaktadır (Van Der Zwet ve Keil, 1979).

Yüksek kil içerikli, drenajı bozuk, yüksek asitli ve aşırı gübrelenmiş topraklarda önemli kayıpların olduğu görülmektedir. Toprakta pH 5.5-5.6 olarak bildirilmektedir (Fisher vd., 1959). Toprak koşulları ve ağaç beslenmesi de yanıklık açısından önem taşımaktadır. Drenajı iyi ve yüksek oranda potasyum içeren toprak koşullarında hastalığın görülme oranının daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Besin maddelerinde dengesizlik, ateş yanıklığı hastalığının şiddetini arttırmaktadır (Lewis ve Kenworthy, 1962). Buna göre, besin elementi analizi önem taşımakta olup, elma ve armutta yaprak optimum mikro ve mikro element içerikleri Çizelge 2.1'de izlenmektedir (Stiles ve Reid, 1991).

Azotlu gübreler ve organik azot kullanımından kaçınmak gerektiği vurgulanmaktadır. Çünkü ılıman bölgelerde, organik kaynaklı azot uygulaması büyüme sezonunun sonunda dalların odunlaşmasına engel olmaktadır. Ayrıca, yüksek dozda potasyum uygulamaları, yapraklarda kalsiyum ve magnezyum konsantrasyonunun azalmasına yol açmaktadır. Ancak bu elementlerin ateş yanıklığına dayanımı artırıcı etkileri söz konusudur. Gübreleme

programında; vejetasyonun zamanında sonlanması için özellikle azotun optimum dozda uygulamasına dikkat çekilmektedir. Optimum ph için toprağa kireç uygulaması önerilmektedir (Van Der Zwet ve Beer, 1995).

Çizelge 2.1. Elma ve armutta yaprak makro ve mikro elementlerinin optimum düzeyleri (Stiles ve Reid, 1991).

Besin Elemanı	Optimum Seviye
Azot	% 2.2 - 2.6
Fosfor	% 0.13 - 0.33
Potasyum	% 1.35 - 1.85
Kalsiyum	% 1.3 - 2.0
Magnezyum	% 0.35 - 0.5
Bor	35 - 50 ppm
Çinko	35 - 50 ppm
Bakır	7 - 12 ppm
Mangan	50 - 150 ppm
Demir	50+ ppm

Besin maddeleri, erken ilkbaharda uygulanmasına karşın azot için farklı bir program uygulanmalıdır. Buna göre, uygulama dozunun yarısı büyüme başlamadan en az bir ay önce toprağa verilmelidir. Çiçek enfeksiyonunun çok şiddetli olmaması durumunda, diğer yarısı da yapraklanma aşamasında ya da taç yapraklar döküldükten sonra püskürtme şeklinde ağaca uygulanmalıdır. Drenajı iyi olan topraklarda, azotun nitrat formu tercih edilmesi etkinin hızlı bir biçimde ortaya çıkmasına neden olur. Ayrıca kalsiyumun da ateş yanıklığı hastalığına dayanımı artırıcı etkisi dolayısıyla kalsiyum nitrat uygulaması da önerilmektedir (Van Der Zwet ve Beer, 1995).

Yumuşak çekirdekli meyve türlerinde kültürel uygulamaların ateş yanıklığına dayanıklılıktaki olumlu etkisi yanında ağacın verimine de etki yaptığı ortaya konmuştur. Deneysel sonuçlar ve doğal enfeksiyon gözlemleri, ateş yanıklığına hassasiyette etkili olan ağacın beslenme durumu, toprağın nem içeriği, budama gibi faktörlerin konukçunun genotipi kadar önemli olduğunu işaret etmiştir (Aldwinckle ve Beer 1979).

Williams armut çeşidinde değişik besin ortamlarında, yapraklardaki besin element içeriklerinin ateş yanıklığına hassasiyetindeki etkileri araştırılmıştır. Buna göre, 11 besin

elementinin yüksek ve düşük dozlarda bulunduğu farklı besin solüsyonları ve kuvars ortamında yetiştiricilik yapılmıştır. Yapraktaki besin elementi oranlarının değişiminde, makro elementlerin mikro elementlere göre daha büyük etkileri olduğu saptanmıştır. Ayrıca, N, P, K, Ca, Fe ve Cu elementlerinde noksanlık gözlemlenmiştir. Sonuçta, Williams armut ağaçlarının ateş yanıklığına hassasiyetinin besin ortamlarından etkilendiği görülmüştür. Yüksek oranda Ca içeren ortamda en düşük hassasiyet düzeyi saptanmıştır. Düşük düzeyde B içeren ortamda da hassasiyetin azaldığı görülmüştür. Kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında, hassasiyette, P ve Fe'in var olduğu uygulamalarda artış görülmektedir. Sadece Fe noksanlığı görülen bitkilerde ateş yanıklığına direnç gözlenmiştir. Ayrıca, düşük düzeylerdeki Cu, Mn ve Zn'nun ise hassasiyeti arttırdığı bildirilmiştir. Armut ağaçlarının ateş yanıklığına hassasiyeti ile N arasında kesin bir ilişki saptanmamıştır (Lewis ve Kenworthy 1962).

Mineral maddelerin topraktan absorpsiyonunda, hem toprak faktörleri hem de anaç etkili olmaktadır (Çizelge 2.2). Farklı toprak ve iklim koşullarında, mineral maddelerin alımı da farklılık göstermektedir. Örneğin, *P. pashia*, *P. faurieri*, *P. betulifolia* ve *P. calleryana* türleri yüksek pH'lı topraklara tolerans göstermeyip kloroz oluştururken, *P. elaeagrifolia* ve *P. amygdaliformis*, pH 7.5-8.0 olan topraklarda normal gelişme göstermektedir. Anaca bağlı olarak mineral madde alınımı, meyve kalite özellikleri üzerine etkili olmaktadır. Örneğin, "Anjou" armut çeşidinde görülen mantar lekesi hastalığı, yüksek oranda kalsiyumuma iyi dayanım gösteren "Old Home" gibi anaçlar kullanılarak büyük oranda azaltılabilir. Diğer yandan, armutta ara anaç kullanımı sayesinde ateş yanıklığı hastalığına karşı koruma sağlanabildiği ya da gövdenin dayanıklılığının arttırabileceği tespit edilmiştir (Lombard ve Westwood, 1987).

Pyrus calleryana; yoğun olarak, Çin'in merkezi ve doğusunda doğal halde yaygınlık gösterir. Bu türe ait Bradford çeşidinin bütün seleksiyonları, böceklerle, *Fabraea* yaprak lekesi (*Fabraea maculata*) ve ateş yanıklığı hastalıklarına oldukça yüksek derecede dayanıklıdır. Bu türdeki diğer çeşitlerin ise ateş yanıklığına dayanımı düşüktür (Van Der Zwet ve Keil, 1979).

Çizelge 2.2. Farklı armut anaçlarının mineral madde absorpsiyonu

Mineral Maddeler	Yüksek absorpsiyon	Düşük absorpsiyon
N	<i>P. amygdaliformis</i>	<i>P. Crataegus spp. P. elaeagrifolia kawakamii</i>
P	<i>P. amygdaliformis</i> <i>P. elaeagrifolia</i> <i>P. pashia</i>	<i>Crataegus spp. P. kawakamii</i>
K	<i>P. pashia Sorbus</i>	<i>P. amygdaliformis spp.</i>
Ca	<i>Old Home</i> <i>OH*F Klonları</i> <i>P. betulifolia</i>	<i>P. cordata</i> <i>P. calleryana</i>
Mg	<i>Cydonia oblanga</i> <i>Sorbus spp.</i>	
Mn	<i>Sorbus spp. P. faurieri</i> <i>Amelanchier spp.</i>	
Fe	<i>P. amygdaliformis</i> <i>P. elaeagrifolia</i> <i>P. syriaca</i> <i>P. pashia</i>	<i>P.kawakamii</i> <i>Cydonia oblanga</i> <i>Crataegus spp.</i> <i>P. calleryana</i> <i>P. dimorphophylla</i>
B	<i>P. betulifolia</i> <i>P. faurieri</i> <i>P. pashia</i> <i>P. ussuriensis</i> <i>P. elaeagrifolia</i>	<i>P. amygdaliformis</i> <i>P. syriaca</i> <i>P. cordata</i> <i>Cydonia oblanga</i>
Zn	<i>P. elaeagrifolia</i> <i>P. betulifolia</i> <i>P. communis</i>	<i>P. cordata</i> <i>P. kawakamii</i>

Pyrus ussuriensis; Kuzey Çin ve Kuzey Sibiryaya arasında yayılım gösterir. *P. ussuriensis*, ateş yanıklığına en dayanıklı olanıdır (Van Der Zwet ve Keil, 1979).

Pyrus pyrifolia; Çin ve Japonya’da yaygın olarak yetiştirilmektedir. Bu türde, ateş yanıklığına dayanımı yüksek olan çok sayıda çeşidi bulunmaktadır (Van Der Zwet ve Keil, 1979).

Pyrus betulaefolia; Merkez ve Kuzey Çin’de yayılım göstermektedir. Bu türde ateş yanıklığına yüksek dayanım gösteren çeşitler yer almaktadır (Van Der Zwet ve Keil, 1979).

Dünya’da ekonomik olarak yetiştirilen armut çeşitlerinin bölgelere göre ateş yanıklığı hastalığına dayanım durumlarına göre dağılımı Çizelge 2.3’te görülmektedir.

Çizelge 2.3. Armut anaçlarının ateş yanıklığı hastalığına dayanım durumları

ANAÇLAR	ATEŞ YANIKLIĞINA DAYANIKLILIK DURUMLARI
AVRUPA	
<i>P. communis</i>	
Williams (Bartlett)	1
Winter Nelis	1
Klonal	
Anjou	3
Old Home (OH)	5
OHxFarmingdale (F) (51, 34, 69, 87, 230, 333, 217, 267, 361, 18, 97, 112, 198)	5
<i>P. cordata</i>	1
AKDENİZ ÇEVRESİ	
<i>P. amgdaliformis</i>	2
<i>P. elaeagrifolia</i>	2
<i>P. syriaca</i>	2
ORTA ASYA	
<i>P. pashia</i>	2
DOĞU ASYA	
<i>P. betulifolia</i>	
Talent (Oregon)	3
Italian	1
<i>P. calleryana</i> fidanları	5
<i>P. dimorphophylla</i>	3
<i>P. faurieri</i>	4
<i>P. kawakamii</i>	4
<i>P. ussuriensis</i>	5
İLGİLİ CİNSLER	
<i>Amelanchier</i> türleri	4
<i>Crataegus</i> Türleri	
OH / <i>Crataegus</i>	4
<i>Cydonia Oblanga</i> (Q)	
Provence Q (PQ) Lapage C	1
PQBA 29	1
QA	1
QC	1
<i>Sorbus</i> türleri	4

(1= hassas, 2= düşük tolerans, 3= orta tolerans, 4= yüksek tolerans, 5= çok toleranslı)

Çizelge 2.2 ve 2.3 dikkate alınarak yapılan değerlendirmede, ateş yanıklığı hastalığı ile mineral maddeler arasındaki olası ilişkinin varlığı görülebilmektedir. Örneğin, hastalık ile azot alımı arasında ters bir ilişki olduğu ortaya çıkmaktadır. Yüksek miktarda azot alan *P. amygdaliformis* ve *P. elaeagrifolia* türleri ateş yanıklığına çok hassasken, az miktarda azot alan *Crataegus spp.* ve *P. kawakamii* türleri hastalığa dayanıklılık göstermektedir. Ca elementinin ise hastalığa dayanımı arttırdığı bilinmektedir. Yüksek oranda Ca alan *Old Home* ve OHxF klonları hastalığa dayanık, buna karşılık, düşük miktarda Ca alan *P. cordata* ise hastalığa çok hassastır. Genelde bu korelasyon diğer besin elementleri için de söz konusu olabilmektedir (Lombard ve Westwood, 1987).

Antalya'nın Korkuteli yöresinde, Santa Maria armut çeşidinin beslenme durumu ile ateş yanıklığı hastalığı arasındaki korelasyonun incelenmesi amacıyla yürütülen çalışmada kurutulmuş yaprak ve sürgün örneklerinin, makro ve mikro besin elementleri içeriği analiz edilmiştir. Doğal olarak oluşan enfeksiyonu takiben, ateş yanıklığı ile K içeriği arasında ve yaprak ile sürgünlerde N/K oranı ve sürgün Mn içeriği arasında istatistiksel olarak ilişki bulunmuştur. Kurutulmuş yapraklarda $K > 1,7$ g/100 g konsantrasyonu ve kurutulmuş sürgünlerde $Mn > 3,3$ g/100 g konsantrasyonu, tespiti durumunda sürgün enfeksiyonu daha az görülmüştür. Enfeksiyon atağının, yaprak N/K oranı 1,2 olması durumunda, daha az buna karşılık, 1,8 oranında en yüksek seviyeye ulaştığı gözlemlenmiştir (Köseoğlu vd. 1976).

Ege Bölgesi'nde seleksiyonlarda tespit edilen ve *E.amylovora* ile suni inokulasyondan sonra ateş yanıklığına dayanımı belirlenen 3 duyarlı ve 2 dayanıklı yöresel armut tipleri ile ayrıca 3 duyarlı ve 4 dayanıklı kültür çeşidine ait yaprak aya örneklerinin mineral madde miktarları belirlenmiştir. Buna göre, yaprakların magnezyum ve fosfor içeriğinin duyarlı çeşitlerde, potasyum, kalsiyum, sodyum ve çinko içeriğinin ise dayanıklı çeşitlerde yüksek olduğu saptanmıştır. Çalışmada, bu durum, besin elementleri ile ateş yanıklığına dayanım arasında bir ilişkinin var olabileceğini ortaya koymuştur. Meyve türleri gibi çok yıllık ve gençlik kısırlığı süresi uzun olan bitkilerde, çeşitlerin duyarlılık düzeyinin erken dönemde belirlenebilmesi için bu tür analizlerin büyük önem taşıdığına dikkat çekilmektedir (Günen vd., 2003).

Yeşilyurt (1998), armutlarda yaptığı bir çalışmada N, P, K, Ca oranının duyarlı çeşitlerde (Williams, Akça, Santa Maria) dayanıklılara (Ankara, Conference, Kaiser Alexvere, Kieffer) göre daha yüksek, Fe içeriğinin her iki grupta da hemen hemen eşit, Mg,

Na, Mn, Cu ve Zn düzeylerinin ise dayanıklı çeşitlerde duyarlılara nazaran yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Başka bir çalışmada ise N, Fe, Mn, Cu içeriği ile ateş yanıklığına dayanımı arasında korelasyon belirlenmezken, P ve Mg içerikleri hassas çeşitlerde, K, Ca, Na, ve Zn içerikleri ise dayanıklı çeşitlerde daha yüksek bulunmuştur (Evrenosoğlu, 2002).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışmada, ateş yanıklığına dayanıklı armut genotiplerinin geliştirilmesi amacıyla, meyve kalite özellikleri üstün ancak ateş yanıklığına duyarlı (Akça, Santa Maria ve Williams) ve dayanıklı (Magness, Kieffer ve Ankara) kültür çeşitleri (Momol vd. 1992; Aysan vd., 1999; Honty vd., 2006; Spotts ve Mielke, 1999) arasında melezlemeler yapılarak elde edilmiş ve *Erwinia amylovora* etmeni ile suni olarak inokule edilerek hastalığa dayanım durumu belirlenmiş melez bireyler (TÜBİTAK TOVAG 106O719 ve 110O938 nolu projeler) çalışma materyalini oluşturmuştur (Çizelge 3.1). Bu genotipler “dayanıklı x duyarlı”; “dayanıklı x dayanıklı”; “duyarlı x duyarlı”; “duyarlı x dayanıklı” kombinasyonlardan elde edilmiş olup farklı dayanıklılık gruplarında yer almaktadır (A “çok dayanıklı”, C “orta dayanıklı” ve E “çok duyarlı” grupları). Her melezleme kombinasyonunda farklı grupları temsil eden ikişer bitki seçilerek, toplamda 36 adet melez bitki ve ebeveyn olan 6 armut çeşidi kullanılmıştır (Çizelge 3.2).



Şekil 3.1. Melez armut parseli.

Çizelge 3.1. Ebeveyn olarak kullanılan çeşit ve tipler

Dayanıklılık Gruplarına Ait Bitki Sayıları			
Kombinasyon	A Grubu	C Grubu	E Grubu
Magness x Santa Maria	12	17	29
Magness x Ankara	45	11	31
Kieffer x Santa Maria	12	50	177
Williams x Akça	4	12	87
Williams x Ankara	2	9	176
Williams x Kieffer	2	12	67

Çizelge 3.2. Ebeveyn ve melez genotiplerin suni inokulasyon sonucunda saptanan duyarlılık durumları

Kombinasyon	Melez no.	Yanıklık (%)	Duyarlılık Grubu Inokulasyon Ortalaması
Magness x Santa Maria	II/15-40	3.42	A
	II/15-44	0.00	A
	II/15-15	33.33	C
	II/15-63	34.92	C
	II/15-12	100.00	E
	II/15-20	86.90	E
Magness x Ankara	I/16-12	2.38	A
	I/16-16	1.96	A
	I/16-7	27.42	C
	I/16-132	33.42	C
	I/16-2	100.00	E
	I/16-27	100.00	E
Kieffer x Santa Maria	II/11-20	3.95	A
	II/11-69	1.32	A
	II/11-41	31.39	C

Çizelge 3.2. Armut anaçlarının ateş yanıklığı hastalığına dayanım durumları (devam).

Kombinasyon	Melez no.	Yanıklık (%)	Duyarlılık Grubu İnokulasyon Ortalaması
	II/11-45	31.64	C
	II/11-17	88.68	E
	II/11-33	100.00	E
	I/34-4	3.13	A
	II/27-88	1.18	A
	II/27-31	26.67	C
Williams x Akça	II/27-47	30.00	C
	I/34-3	100.00	E
	I/34-10	100.00	E
	I/35-21-1	0.00	A
Williams x Ankara	III/32-12	2.63	A
	II/28-366	24.29	C
	II/28-444	36.73	C
	I/35-20	100.00	E
	I/35-21	100.00	E
	II/31-87	3.33	A
	III/36-13	1.92	A
	II/31-90	30.00	C
Williams x Kieffer	II/31-142	22.76	C
	II/31-12	100.00	E
	II/31-35	100.00	E
Ankara		3.13	A
Kieffer		0.00	A
Magness		1.28	A
Akça		73.84	E
Santa Maria		83.33	E
Williams		77.78	E

A: çok dayanıklı; C: orta dayanıklı; E: çok duyarlı

3.2. Yöntem

3.2.1. Araştırma Modeli

Bu çalışma Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ali Numan Kıraç Kampüsü'nde bulunan deneme arazisinde yetiştirilen anaç ve melez armutlarla gerçekleştirilmiştir. Yaprak örnekleri, Ağustos ayında toplanarak işleme tabi tutulmuşlardır. Yaprak örneklerinin bu dönemde istenilen düzeyde mineral madde biriktirmesi nedeniyle, Ağustos ayı tercih edilmiştir (Evrenosoğlu, 2002). Çalışma iki ve üç yaşlarında 36 melez ile 3 yaşında 6 ebeveyn dahil olacak şekilde, üç tekerrürlü tesadüf parseli deneme modeli ile yapılmıştır. Her bitkide farklı yönleri temsil edecek şekilde en az 50 adet yaprak sapları ile beraber alınmıştır. Seçilen bitkilerin yetiştirildiği deneme parsellerinde Şubat ayında, bitki başına 0,3 kg hesabı baz alınarak, 15:15:15 gübresi serpmeye yoluyla verilir ve toprağa karıştırılmıştır. Temmuz ayı itibarıyla 10-15 gün aralıklarla parsellerde damla sulama yapılmıştır.

3.2.2. Yaprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

Ağustos ayında alınan yaprak örnekleri laboratuvara getirilerek, yüzeysel bulaşmayı önlemek için yıkanmıştır. Bu amaçla, öncelikle %0,1 lik deterjan çözeltisinde yıkanan örnekler 3 kez saf sudan geçirilmiştir. Filtre kâğıdı üzerinde kurutularak yaş ağırlıkları hassas terazide belirlenmiştir. Kurutma için yaprak örneklerinin sap ve aya kısımları ayrılarak, kese kağıtları içinde 65°C deki etüve yerleştirilmiştir (Şekil 3.2). Nem kaybı, kontrol edilerek ve kuru ağırlığın stabil olduğu örnekler etüveden çıkarılmıştır. Kuru yaprak örnekleri, blender yardımı ile öğütülmüş, ve analizlere hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.3.) (Kaçar, 1972).



Şekil 3.2. Yaprak örneklerinin etüvde kurutulması.



Şekil 3.3. Kuru yaprak örneklerinin blenderda öğütülmesi.

3.2.3. Mineral Madde Analizleri

3.2.3.1. Nitrik – perklorik asit karışımı ile yaş yakma

Yaş yakmada 1 g örnek için 12 ml nitrik-perklorik asit karışımı kullanılmıştır. Erlenmayerler çalkalanarak asit ile örneklerin iyice karışması sağlanmış ve üzerlerine küçük cam huniler yerleştirilmiştir. Örnekler bir gece bekledikten sonra, çeker ocakta 30-40 dk yanmaya bırakılmıştır. Yakma sonunda eriyiğinin beyaz renk alması beklenmiştir. Örnekler soğuduğunda saf su ilave edilip, filtre kağıdından süzölmüş ve 100 ml lik ölçü balonuna

aktarılmıştır. Balonlara saf su eklenerek, 100 ml ye tamamlanmıştır. Her bir örnek, 100 ml lik PVC şişelere aktarılmıştır.

3.2.3.2. Azot tayini

Azot analizi için tam otomatik kjeldahl cihazı kullanılmıştır. Bu amaçla 1 g öğütülmüş kuru örnekler yaş yakma tüplerine konmuş ve katalizör olarak 5 g K_2SO_4 kullanılmıştır. Tüplere 15 ml derişik H_2SO_4 eklenmiştir. Bu tüpler 10 dk yaş yakma ünitesinde, $480^\circ C$ de bırakılmıştır. Soğuduktan sonra tüplere 75 ml saf su eklenmiştir. Çözelti, damıtma ünitesinde derişik NaOH ile 5 dk distile edilerek, amonyak gazının tutulması borik asit karışımında sağlanmıştır. Daha sonra %N miktarı otomatik titrasyon cihazında 0,2 N HCl asit ile titre edilerek hesaplanmıştır (Kaçar, 1972).

3.2.3.3. Fosfor miktarının tayini

Bu amaçla, fotoelektrik kolorimetre cihazı kullanılmış ve örneklerdeki toplam P (%P) içeriği Vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemi ile kolorimetrik olarak belirlenmiştir (Lott vd., 1956).

3.2.3.4. Atomik absorbsiyon spektrofotometresi ile yapılan analizler

Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi kullanılarak, yaprak örneklerindeki Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn analizleri yapılmıştır. Her biri için standart çözeltiler hazırlanmış ve mineral maddeye özgü dalga boylarında absorbans değerleri okunmuştur.

3.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Tüm analizlerden elde edilen sonuçlar, üç tekerrürlü olacak şekilde, tesadüf parselleri deneme desenine göre yapılmıştır. Elde edilen veriler, TARİST programı ile analize tabi tutulmuştur.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Ebeveyn olarak kullanılan armut çeşitleri ve her melezleme kombinasyonlarında farklı duyarlılık grubunda yer alan melez bitkilerin yaprak örneklerinin azot içeriği Çizelge 4.1’de görülmektedir. Buna göre, duyarlılık grupları ve ebeveyn olarak kullanılan çeşitler arasında istatistiki olarak farklılık tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak N içeriği (%).

MELEZLER						
KOMBİNASYON	DUYARLILIK GRUBU					
	A		C		E	
Magness x Santa Maria	II/15-40	1,47 e	II/15-15	1,82 c	II/15-12	1,65 ef
	II/15-44	1,29 g	II/15-63	1,97 a	II/15-20	1,46 h
Magness x Ankara	I/16-12	2,44 a	I/16-7	1,55 e	I/16-2	1,74 cd
	I/16-16	1,57 d	I/16-132	1,01 h	I/16-27	1,68 de
Kieffer x Santa Maria	II/11-20	1,37 f	II/11-41	1,29 g	II/11-17	1,29 ı
	II/11-69	1,09 h	II/11-45	1,57 de	II/11-33	1,46 h
Williams x Akça	I/34-4	1,34 fg	II/27-31	1,34 fg	I/34-3	2,02 a
	II/27-88	1,34 fg	II/27-47	1,37 f	I/34-10	1,87 b
Williams x Ankara	I/35-21-1	1,87 b	II/28-366	1,61 de	I/35-20	1,60 fg
	III/32-12	1,65 c	II/28-444	1,59 de	I/35-21	1,55 g
Williams x Kieffer	II/31-87	1,49 e	II/31-90	1,62 d	II/31-12	1,76 c
	III/36-13	1,51 de	II/31-142	1,89 b	II/31-35	1,48 h
LSD (%1)	0,065					
DUYARLILIK GRUBU ORTALAMASI	1,54 b		1,55 b		1,63 a	
LSD (%1)	0,019					
EBEVEYNLER						
<i>Dayanıklı</i>						
Ankara	1,51 a					
Kieffer	1,36 cd					
Magness	1,34 d					
<i>Duyarlı</i>						
Akça	1,28 e					
Santa Maria	1,42 b					
Williams	1,41 bc					
LSD (%1)	0,055					

A: çok dayanıklı; C: orta dayanıklı; E: çok duyarlı

Duyarlılık grupları açısından, A grubu en düşük azot miktarına (%1,54) sahip iken, E grubunun azot miktarı (%1,63) en yüksek bulunmuştur. A grubunda incelenen genotipler arasında Magness x Ankara kombinasyonuna ait I/16-12 numaralı melez en yüksek azot içeriğine (%2,44) sahip olup, bu genotipi, Williams x Ankara kombinasyonuna ait iki melez bitki olan I/35-21-1 ve III/32-12 (%1,87 ve %1,65) izlemiştir. C grubuna dahil genotiplerden Magness x Santa Maria kombinasyonuna dahil II/15-63 numaralı melez bitki azot içeriği bakımından (%1,97) istatistiki olarak ilk sırada yer almış, bu bitkiyi Williams x Kieffer kombinasyonu II/31-142 numaralı melez (%1,89) ve Magness x Santa Maria kombinasyonu II/15-15 numaralı melez (%1,82) izlemiştir. En duyarlı grup olan E grubunda ise en yüksek azot içeriğine Williams x Akça kombinasyonunun melez bitkileri olan I/34-3 ve I/34-10 (%2,02 ve %1,87) sahip olmuşlardır.

Ebeveyn olarak kullanılan çeşitlerden ise hastalığa dayanıklı Ankara çeşidi en yüksek azot içeriğine (%1,51) sahip olurken, hassas Akça çeşidi en düşük azot içeriğine (%1,28) sahip olmuştur.

Azot birikimi bakımından, hastalığa dayanıklı A grubu en düşük azot miktarına (%1,54) sahip olurken, duyarlı E grubunun azot miktarı (%1,63) en yüksektir. Ebeveyn olarak kullanılan çeşitlerden ise hastalığa dayanıklı Ankara çeşidi en yüksek azot içeriğine (%1,51) sahip olurken, hassas Akça çeşidi en düşük azot içeriğine (%1,28) sahip olmuştur. Bu sonuç, dayanıklılık gruplarında görülen sonuç ile ters azot birikimi ortaya koymaktadır. Aynı durum dayanıklı ebeveynlerin melezlenmesiyle elde edilmiş olan ve A grubunda yer alan I/16-12 numaralı mezlede (%2,44) de belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Ortaya çıkan bu farklılığın sebebi, melez ve ebeveyn bitkilerin henüz 2-3 yaşlarında ve fizyolojik olgunluğa ulaşmamış olmaları olabileceği gibi, çalışmanın tek yılda tamamlanması, bu tip sapmaların ortaya çıkma ihtimalini de arttırabilmektedir. Çalışma sonuçları bu konuda elde edilen ilk bulgular olarak değerlendirilmelidir. Benzer şekilde, Evrenosoğlu (2002) tarafından yürütülen çalışmada, iki yıl boyunca, dayanıklı ve duyarlı armut kültür çeşitleri ve lokal tiplerinde gerçekleştirilen azot analizlerinde, ilk yıl, azot içeriği duyarlı kültür çeşitlerinde (Williams, Akça, Santa Maria) düşük bulunurken (%1,47), dayanıklı kültür çeşitlerinde (Kaiser Alexandre, Conference, Ankara, Kieffer) yüksek bulunmuştur (%1,71). İkinci yıl ise sonuçlar tersine dönerek, azot içeriği beklendiği şekilde, duyarlı kültür çeşitlerinde

yüksek (%1,60), dayanıklı kültür çeşitlerinde ise nispeten daha düşük (%1,55) bulunmuştur. Bu durum, analizlerin bir ya da iki yıldan daha uzun süreler devam ettirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu konuda yürütülen diğer bir çalışmada iki yıllık analiz sonuçlarına göre, duyarlı ve dayanıklı çeşitler arasında farklılık tespit edilmemiştir. Azot seviyesi duyarlı çeşitlerde %1,23 -%1,62, dayanıklılarda %1,13- %1,68 sınırlarında değişim göstermiştir (Yeşilyurt, 1998). Meyve veren armut ağaçlarında azot için optimum değişim aralığı, % 2,20-2,40 olarak kaydedilmektedir (Fisher v.d.,1959). Buna göre, dayanıklı ve duyarlı grupların azot içeriklerinin bu sınır değerlerden düşük olduğu görülmektedir. Benzer şekilde, azot içeriği bakımından ateş yanıklığına duyarlı ve dayanıklı çeşitler arasında farklılık bulunmadığı ortaya konmuştur (Lewis ve Kenworthy, 1962).

Ebeveyn olarak kullanılan çeşit ve tiplere ait seçilen bitkilerin yaprak örneklerinde fosfor miktarı (%) Çizelge 4.2.'de görülmektedir. Çizelgeye göre, duyarlılık grupları ve ebeveyn olarak kullanılan çeşitler arasında istatistiki olarak fark saptanmıştır (Çizelge 4.2).

Duyarlılık grupları incelendiğinde, A grubu en yüksek fosfor miktarına (%0,89) sahip olurken, C grubunun fosfor miktarı (%0,68) en düşüktür. E grubu ise bu iki grup arasında yer almıştır (%0,77). A grubunda incelenen genotipler arasında Williams x Akça kombinasyonuna ait I/34-4 kodlu melez bitki ile Magness x Ankara kombinasyonuna ait I/16-12 kodlu melez bitki, %1,43 ve %1,40 değerleri ile, en yüksek fosfor içeriğine sahip olmuşlardır. Williams x Ankara kombinasyonuna dahil I/35-21-1 ve III/32-12 numaralı iki melez genotip ise en düşük fosfor içeriğine sahip görünümde (%0,09). C grubuna dahil melezlerden Kieffer x Santa Maria kombinasyonuna dahil II/11-41 numaralı melez (%1,21) ve Magness x Santa Maria kombinasyonuna ait II/15-15 numaralı melez (%1,20) fosfor içeriği bakımından ilk sırada ve aynı grupta yer almışlardır. E grubunda ise en yüksek fosfor içeriğine Kieffer x Santa Maria kombinasyonuna dahil II/11-17 ve II/11-33 numaralı melezler (%1,39 ve %1,34) sahip olmuşlardır. En düşük fosfor içeriği Williams x Akça kombinasyonu I/34-10 numaralı melez genotipinde (%0,09) görülmüştür.

Çizelge 4.2. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak P içeriği (%).

MELEZLER						
KOMBİNASYON	DUYARLILIK GRUBU					
		A		C		E
Magness x Santa Maria	II/15-40	0,74 f	II/15-15	1,20 a	II/15-12	1,19 b
	II/15-44	0,90 e	II/15-63	1,03 c	II/15-20	1,10 b
Magness x Ankara	I/16-12	1,40 a	I/16-7	0,09 f	I/16-2	0,92 c
	I/16-16	0,96 cde	I/16-132	0,08 f	I/16-27	0,89 cd
Kieffer x Santa Maria	II/11-20	0,90 de	II/11-41	1,21 a	II/11-17	1,39 a
	II/11-69	1,22 b	II/11-45	1,04 bc	II/11-33	1,34 a
Williams x Akça	I/34-4	1,43 a	II/27-31	1,13 ab	I/34-3	0,23 f
	II/27-88	0,99 cd	II/27-47	0,08 f	I/34-10	0,09 g
Williams x Ankara	I/35-21-1	0,09 g	II/28-366	0,22 e	I/35-20	0,28 f
	III/32-12	0,09 g	II/28-444	0,52 d	I/35-21	0,82 d
Williams x Kieffer	II/31-87	0,93 cde	II/31-90	1,13 ab	II/31-12	0,51 e
	III/36-13	1,02 c	II/31-142	0,48 d	II/31-35	0,44 e
LSD (%1)	0,09					
DUYARLILIK GRUBU ORTALAMASI	0,89 a		0,68 c		0,77 b	
LSD (%1)	0,026					
EBEVEYNLER						
<i>Dayanıklı</i>						
Ankara	0,34 d					
Kieffer	0,87 a					
Magness	0,74 b					
<i>Duyarlı</i>						
Akça	0,12 f					
Santa Maria	0,28 e					
Williams	0,54 c					
LSD (%1)	0,044					

A: çok dayanıklı; C: orta dayanıklı; E: çok duyarlı

Ebeveyn olarak kullanılan çeşitlerden hastalığa dayanıklı Kieffer ve Magness çeşitleri, sırasıyla %0,87 ve 0,74 değerleri ile en yüksek fosfor içeriğine sahip olurlarken, hassas Akça çeşidi en düşük fosfor içeriğine (% 0,12) sahip olmuştur.

Yaprak örneklerinin fosfor içeriği bakımından, ebeveyn çeşitler ve melezlerin duyarlılık gruplarına bağlı olarak büyük oranda paralellik sergilediği izlenmektedir (Çizelge

4.2). Ancak, A grubunda incelenen genotipler arasında Williams x Akça kombinasyonuna ait I/34-4 kodlu melez bitki (%1,43) ile Magness x Ankara kombinasyonuna ait I/16-12 kodlu melez bitki (%1,40), en yüksek fosfor içeriklerine sahip olmuşlardır. Azot analizlerinde de tartışıldığı gibi, bu durum da, melez ve ebeveyn bitkilerin henüz 2-3 yaşlarında ve fizyolojik olgunluğa ulaşmamış olmalarından ya da çalışmanın tek yılda tamamlanmasından kaynaklanabilir. Benzer şekilde, Evrenosoğlu (2002) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, duyarlı kültür çeşitlerinin fosfor içeriği grup ortalamaları (%0,090), dayanıklı kültür çeşitlerine (%0,106) göre düşük bulunmasına rağmen, duyarlı grup içindeki Akça çeşidi, her iki ortalamadan da yüksek fosfor içeriğine (%110) sahip olmuştur. Fosfor için optimum değer % 0,13-0,33 (Fisher vd, 1959; Stiles ve Reid 1991) arasında saptanmıştır. Bu bağlamda incelenen ebeveyn ve melezlerin fosfor içeriği genellikle sınır değerlerin üzerindedir. Yeşilyurt (1998), ateş yanıklığına duyarlı (%0,078 -%0,156) ve dayanıklı (% 0,081- % 0,22) çeşitler arasında istatistiksel fark bulunmamakla beraber duyarlı çeşitlerin dayanıklılara göre yüksek seviyede fosfor içerdiğini tespit etmiştir.

Çalışmada kullanılan çeşit ve tiplere ait seçilen bitkilerin yaprak örneklerinde potasyum miktarı (%) Çizelge 4.3'de görülmektedir. Çizelgeye göre, duyarlılık grupları ve ebeveyn olarak kullanılan çeşitler arasında istatistiki olarak fark saptanmıştır. (Çizelge 4.3).

Duyarlılık grupları değerlendirildiğinde, A grubu %1,39 ile en yüksek, E grubu ise %1,24 değeriyle en düşük potasyum miktarını içermiştir. C grubu ise bu iki grup arasında yer almıştır (%1,32). A grubunda incelenen genotipler arasında, Williams x Kieffer kombinasyonuna (%2,34) ait III/36-13 numaralı melez bitki ile Williams x Ankara kombinasyonunda ait III/32-12 numaralı melez bitki (%1,95) en fazla potasyum içeriğine sahip olarak en yüksek iki değeri oluşturmuşlardır. Williams x Akça kombinasyonuna dahil II/27-88 numaralı melez genotip ise en düşük potasyum içeriğine sahip görünümündedir (%0,64). C grubuna dahil genotiplerden Magness x Ankara kombinasyonuna dahil I/16-132 numaralı melez bitki (%1,71) ve Williams x Akça kombinasyonuna ait II/27-47 numaralı melez bitki (%1,50) potasyum içeriği bakımından ilk sıralarda yer almışlardır. E grubunda ise en yüksek potasyum içeriğine Williams x Akça kombinasyonunun I/34-3 kodlu melez bitkisi (%1,71) ve Magness x Santa Maria kombinasyonunun II/15-20 kodlu melez bitkisi (%1,57) sahip olmuşlardır. En düşük potasyum içeriği ise dayanıklı ana ebeveyne sahip

Magness x Santa Maria (II/15-12; %0,97), Magness x Ankara (I/16-2; %0,95) ve Kieffer x Santa Maria (II/11-33; %0,95) kombinasyonlarına ait bitkilerde saptanmıştır.

Çizelge 4.3. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak K içeriği (%).

MELEZLER						
KOMBİNASYON	DUYARLIK GRUBU					
	A		C		E	
Magness x Santa Maria	II/15-40	1,32 f	II/15-15	1,41 cd	II/15-12	0,97 e
	II/15-44	1,12 h	II/15-63	1,33 d	II/15-20	1,57 b
Magness x Ankara	I/16-12	1,21 g	I/16-7	1,40 cd	I/16-2	0,95 e
	I/16-16	1,52 e	I/16-132	1,71 a	I/16-27	1,07 d
Kieffer x Santa Maria	II/11-20	0,91 i	II/11-41	0,97 f	II/11-17	1,40 c
	II/11-69	1,67 d	II/11-45	1,43 bc	II/11-33	0,95 e
Williams x Akça	I/34-4	1,10 h	II/27-31	0,78 g	I/34-3	1,71 a
	II/27-88	0,64 j	II/27-47	1,50 b	I/34-10	1,13 d
Williams x Ankara	I/35-21-1	1,05 h	II/28-366	1,41 cd	I/35-20	1,11 d
	III/32-12	1,95 b	II/28-444	1,34 d	I/35-21	1,47 c
Williams x Kieffer	II/31-87	1,80 c	II/31-90	1,22 e	II/31-12	1,45 c
	III/36-13	2,34 a	II/31-142	1,34 d	II/31-35	1,14 d
LSD (%1)	0,089					
DUYARLILIK GRUBU ORTALAMASI	1,39 a		1,32 b		1,24 c	
LSD (%1)	0,026					
EBEVEYNLER						
<i>Dayanıklı</i>						
Ankara	1,94 a					
Kieffer	1,12 c					
Magness	0,81 d					
<i>Duyarlı</i>						
Akça	1,21 b					
Santa Maria	1,22 b					
Williams	1,21 b					
LSD (%1)	0,056					

A: çok dayanıklı; C: orta dayanıklı; E: çok duyarlı

Ebeveyn olarak kullanılan çeşitlerden hastalığa dayanıklı Ankara çeşidi, %1,94 değeri ile, en yüksek potasyum içeriğine sahip olurken, yine hastalığa dayanıklı Magness çeşidi en düşük potasyum içeriğine (%0,81) sahip olmuş ve son grupta yer almıştır.

Melezlerin dayanıklı A grubu en yüksek duyarlı E grubu en düşük potasyum miktarını içermiştir. Benzer şekilde, dayanıklı ebeveyn Ankara çeşidinin, potasyum içeriği en yüksektir (Çizelge 4.3). Bunu destekler biçimde, Evrenosoğlu (2002) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, iki yıllık verilere göre dayanıklı grupta potasyum miktarının yüksek olduğu bildirilmektedir. Diğer duyarlı çeşitlerde potasyum seviyesi %0,48 -%0,94 arasında değişirken dayanıklılarda %0,46- %1,08 arasındadır (Yeşilyurt, 1999). Yaprak optimum potasyum seviyesi, %1,35-1,85 arasında değişmektedir (Stiles ve Reid 1991). Denemeye dahil ebeveyn ve melezlerin yaprak potasyum içerikleri de genellikle bu değerleri taşımaktadır. Bu bağlamda, potasyum içeriğinin hastalığa dayanım açısından önemli olduğu görülmektedir. Ancak, bir başka çalışmada ise ateş yanıklığına duyarlı ve dayanıklı armut çeşitleri arasında potasyum birikimi açısından önemli bir farklılık ortaya çıkmamış, hatta duyarlı çeşitlerde potasyum seviyesinin dayanıklılara göre biraz yüksek olduğu saptanmıştır (Lewis ve Kenworthy, 1962). Toprakta yüksek miktarda potasyum kaldıran *Sorbus* türlerinin ateş yanıklığı hastalığına dayanıklı, düşük potasyum alan *P. amygdaliformis* türünün ise hastalığa hassas olduğu belirtilmiştir (Thongbai vd, 1993). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, sözkonusu araştırmacıların bulgularıyla uyum sağlamaktadır.

Ebeveyn olarak kullanılan çeşit ve tiplere ait seçilen bitkilerin yaprak örneklerinde kalsiyum miktarı (%) Çizelge 4.4'de görülmektedir. Çizelgeye göre, duyarlılık grupları ve ebeveyn olarak kullanılan çeşitler arasında istatistiki olarak fark saptanmıştır.

Çizelge 4.4. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak Ca içeriği (%).

MELEZLER						
KOMBİNASYON	DUYARLILIK GRUBU					
	A		C		E	
Magness x Santa Maria	II/15-40	1,50 a	II/15-15	1,12 d	II/15-12	1,30 bcd
	II/15-44	0,96 def	II/15-63	1,40 ab	II/15-20	1,43 abc
Magness x Ankara	I/16-12	1,07 cdef	I/16-7	1,23 bcd	I/16-2	1,17 de
	I/16-16	1,27 abc	I/16-132	1,37 abc	I/16-27	1,57 a
Kieffer x Santa Maria	II/11-20	1,30 abc	II/11-41	0,80 e	II/11-17	1,00 ef
	II/11-69	1,17 bcd	II/11-45	1,13 cd	II/11-33	1,35 abcd
Williams x Akça	I/34-4	1,40 ab	II/27-31	1,57 a	I/34-3	1,13 de
	II/27-88	0,92 ef	II/27-47	1,13 cd	I/34-10	1,15 de
Williams x Ankara	I/35-21-1	1,11 cde	II/28-366	1,31 bcd	I/35-20	1,22 cde
	III/32-12	0,85 f	II/28-444	1,21 bcd	I/35-21	0,85 f
Williams x Kieffer	II/31-87	0,91 ef	II/31-90	1,21 bcd	II/31-12	1,51 ab
	III/36-13	0,84 f	II/31-142	0,77 e	II/31-35	0,98 ef
LSD (%1)	0,242					
DUYARLILIK GRUBU ORTALAMASI	1,11 b		1,19 a		1,22 a	
LSD (%1)	0,070					
EBEVEYNLER						
<i>Dayanıklı</i>						
Ankara	1,31 c					
Kieffer	1,51 b					
Magness	1,62 a					
<i>Duyarlı</i>						
Akça	0,88 e					
Santa Maria	1,03 d					
Williams	1,04 d					
LSD (%1)	0,054					

A: çok dayanıklı; C: orta dayanıklı; E: çok duyarlı

Melezlerin duyarlılık grupları ortalamaları dikkate alındığında, E ve C grupları en yüksek kalsiyum miktarıyla (%1,22 ve %1,19) aynı istatistiki grupta yer alırken, A grubunda %1,11 değeriyle en düşük kalsiyum içeriği saptanmıştır. A grubunda incelenen genotipler arasında Magness x Santa Maria kombinasyonuna (%1,50) ait II/15-40 numaralı melez bitki ile Williams x Akça kombinasyonunda ait I/34-4 numaralı melez bitki (%1,40) en fazla kalsiyum içeriğine sahip olarak en yüksek iki değeri oluşturmuşlardır. Williams x Ankara kombinasyonuna dahil III/32-12 melez genotipi ile Williams x Kieffer kombinasyonuna dahil III/36-13 melez genotipi ise, sırasıyla %0,85 ve %0,84 değerleriyle, en düşük kalsiyum

içeriğine sahip olmuşlardır. C grubuna dahil melezlerden Williams x Akça kombinasyonuna dahil II/27-31 numaralı melez bitki (%1,57) ve Magness x Santa Maria kombinasyonuna ait II/15-63 numaralı melez bitki (%1,40) kalsiyum içeriği bakımından ilk sıralarda yer almışlardır. Kieffer x Santa Maria kombinasyonu II/11-41 kodlu melez bitkisi (%0,80) ve Williams x Kieffer kombinasyonunun II/31-142 kodlu melez bitkisi (%0,77) ise en düşük kalsiyum içeriklerine sahip olmuşlardır. E grubunda ise en yüksek kalsiyum içeriği Magness x Ankara kombinasyonunun I/16-27 numaralı (%1,57), en düşük kalsiyum içeriği ise Williams x Ankara kombinasyonuna ait I/35-21 numaralı melez bitkide (%0,85) tespit edilmiştir. Ebeveynlerden hastalığa dayanıklı Magness (%1,62), Kieffer (%1,51) ve Ankara (%1,31) çeşitlerinin, istatistiksel olarak, hassas çeşitlere göre kalsiyum içeriklerinin yüksek olduğu görülmektedir.

Melez popülasyonda çok duyarlı (E) ve orta dayanıklı (C) gruplarının en yüksek, çok dayanıklı (A) grubun en düşük buna karşılık, hastalığa dayanıklı ebeveynlerin hassas çeşitlere göre yüksek kalsiyum içeriklerine sahip olması ebeveyn ve melezlerin zıt bir tablo sergilediğini göstermektedir (Çizelge 4.4). Ebeveyn çeşitlerin yüksek kalsiyum içeriğini destekler biçimde, bu değerin dayanıklı çeşitlerde duyarlılara göre belirgin seviyede yüksek olduğu ifade edilmektedir. Buna göre, değişim aralığı duyarlı çeşitlerde %1,81 - %2,72, dayanıklılarda %1,98- %3,10 arasındadır (Yeşilyurt, 1999). Bu element için optimum değer %1,30 - 2,00 arasında bulunmuş olup (Stiles ve Reid, 1991), incelenen ebeveyn ve melezlerin sınır değerlerde ya da nispeten aşağısında Ca içerdiği izlenmektedir. Ayrıca, kalsiyum oranı bakımından zengin ortamda yetişmekte olan Bartlett armut çeşidinin, ateş yanıklığına hassasiyetinin düşük olduğu görülmüştür (Lewis ve Kenworthy, 1962).

Çalışmada kullanılan çeşit ve tiplere ait seçilen bitkilerin yaprak örneklerinde magnezyum miktarı (%) Çizelge 4.5'de görülmektedir. Çizelgeye göre, duyarlılık grupları ve ebeveyn olarak kullanılan çeşitler arasında %1 oranında istatistiki farklılık saptanmıştır. (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak Mg içeriği (%).

MELEZLER						
KOMBİNASYON	DUYARLILIK GRUBU					
	A	C	E			
Magness x Santa Maria	II/15-40	0,24 h	II/15-15	0,33 bc	II/15-12	0,30 de
	II/15-44	0,31 g	II/15-63	0,30 cd	II/15-20	0,35 ab
Magness x Ankara	I/16-12	0,30 g	I/16-7	0,36 ab	I/16-2	0,36 a
	I/16-16	0,36 f	I/16-132	0,29 de	I/16-27	0,25 fg
Kieffer x Santa Maria	II/11-20	0,467 ab	II/11-41	0,26 efg	II/11-17	0,34 abc
	II/11-69	0,40 de	II/11-45	0,24 gh	II/11-33	0,33 bcd
Williams x Akça	I/34-4	0,36 f	II/27-31	0,25 gh	I/34-3	0,30 de
	II/27-88	0,38 ef	II/27-47	0,23 h	I/34-10	0,23 g
Williams x Ankara	I/35-21-1	0,47 a	II/28-366	0,30 cd	I/35-20	0,27 ef
	III/32-12	0,42 cd	II/28-444	0,37 a	I/35-21	0,31 cd
Williams x Kieffer	II/31-87	0,23 h	II/31-90	0,25 fgh	II/31-12	0,25 fg
	III/36-13	0,44 bc	II/31-142	0,28 def	II/31-35	0,24 g
LSD (%1)	0,033					
DUYARLILIK GRUBU ORTALAMASI	0,36 a		0,29 b		0,29 b	
LSD (%1)	0,010					
EBEVEYNLER						
<i>Dayanıklı</i>						
Ankara	0,20 c					
Kieffer	0,30 a					
Magness	0,25 b					
<i>Duyarlı</i>						
Akça	0,20 c					
Santa Maria	0,16 d					
Williams	0,24 b					
LSD (%1)	0,017					

A: çok dayanıklı; C: orta dayanıklı; E: çok duyarlı

Farklı duyarlılık gruplara dağılım gösteren melez popülasyonda, en yüksek magnezyum içeriği %0,36 değeriyle A grubunda saptanmıştır. Buna karşılık, C ve E grupları %0,29 değeriyle en düşük magnezyum miktarına sahip olmuş ve aynı istatistiki grupta yer almıştır. A grubunda Williams x Ankara kombinasyonuna ait I/35-21-1 ve Kieffer x Santa Maria kombinasyonunda ait II/11-20 numaralı melez bitkilerin en fazla magnezyum içerdiği tespit edilmiştir. Buna karşılık, %0,23 değeriyle Williams x Kieffer kombinasyonuna dahil II/31-87 numaralı melez genotip en düşük magnezyum içeriğine sahip olmuştur. C grubuna

dahil genotiplerden Williams x Ankara kombinasyonuna dahil II/28-444 numaralı melez bitki (%0,37) magnezyum içeriği bakımından ilk sırada yer almıştır. Williams x Akça kombinasyonu II/27-47 numaralı melezde (%0,23) ise en düşük magnezyum içeriği saptanmıştır. E grubunda ise %0,36 magnezyum içeriği ile en yüksek istatistiksel grupta Magness x Ankara kombinasyonunun I/16-2 numaralı melezi oluşturmuştur. Bu grup için en düşük magnezyum içerikleri ise aynı istatistiksel grupta yer alan Williams x Akça kombinasyonuna ait I/34-10 numaralı melez bitki (%0,23) ve Williams x Kieffer kombinasyonuna ait II/31-35 numaralı melezlerde (%0,24) tespit edilmiştir.

Ebeveyn olarak kullanılan hastalığa dayanıklı Kieffer (%0,30) çeşidi ve hassas Santa Maria (%0,16) sırasıyla en yüksek ve düşük magnezyum içeriğine sahip olmuştur.

Magnezyum birikiminin dayanıklı genotiplerde yüksek duyarlı genotiplerde düşük olması dolayısıyla ebeveyn ve melezlerin dayanıklılılık gruplarının paralel olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.5). Benzer bulgular, Lewis ve Kenworthy, (1962) tarafından da dile getirilmektedir. Armut çeşitlerinde değişim aralığı, duyarlılar %0,36 -%0,55 ve dayanıklılar için %0,28- %0,51 olarak ifade edilmektedir (Yeşilyurt, 1998). Bu elementin sınır değerleri %0,35-0,50 şeklinde bildirilmektedir (Stiles ve Reid 1991). Buna göre, ebeveyn ve melezlerin yaprak magnezyum miktarı, bildirilen sınırlarda veya nispeten altında tespit edilmiştir.

Ebeveyn olarak kullanılan çeşit ve tiplere ait seçilen bitkilerin yaprak örneklerinde sodyum miktarı (ppm) Çizelge 4.6'da görülmektedir. Çizelgeye göre, duyarlılık grupları ve ebeveyn olarak kullanılan çeşitler arasında %1 oranında istatistiki farklılık saptanmıştır. (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak Na içeriği (ppm).

MELEZLER						
KOMBİNASYON	DUYARLILIK GRUBU					
		A		C		E
Magness x Santa Maria	II/15-40	77,33 d	II/15-15	50,33 fg	II/15-12	46,00 e
	II/15-44	58,67 g	II/15-63	62,67 e	II/15-20	43,67 e
Magness x Ankara	I/16-12	76,33 d	I/16-7	55,67 ef	I/16-2	109,67 a
	I/16-16	66,33 ef	I/16-132	170,33 a	I/16-27	105,00 a
Kieffer x Santa Maria	II/11-20	130,00 b	II/11-41	112,33 c	II/11-17	87,33 b
	II/11-69	169,67 a	II/11-45	83,33 d	II/11-33	59,00 cd
Williams x Akça	I/34-4	72,00 de	II/27-31	58,67 e	I/34-3	54,67 cd
	II/27-88	109,67 c	II/27-47	110,33 c	I/34-10	56,33 cd
Williams x Ankara	I/35-21-1	63,67 fg	II/28-366	84,60 d	I/35-20	54,00 d
	III/32-12	56,67 g	II/28-444	149,67 b	I/35-21	61,67 c
Williams x Kieffer	II/31-87	41,50 h	II/31-90	85,67 d	II/31-12	54,67 cd
	III/36-13	58,33 g	II/31-142	44,33 g	II/31-35	60,67 cd
LSD (%1)			7,596			
DUYARLILIK GRUBU ORTALAMASI		81,68 b		88,99 a		66,06 c
LSD (%1)			2,193			
EBEVEYNLER						
<i>Dayanıklı</i>						
Ankara		120,00 a				
Kieffer		51,33 cd				
Magness		44,33 d				
<i>Duyarlı</i>						
Akça					55,50 c	
Santa Maria					46,67 d	
Williams					71,57 b	
LSD (%1)			7,324			

A: çok dayanıklı; C: orta dayanıklı; E: çok duyarlı

Duyarlılık grupları açısından, en yüksek sodyum içeriği 88,99 ppm değeriyle C grubunda saptanmıştır. Buna karşılık, E grubu 66,06 ppm değeriyle en düşük sodyum miktarına sahip olmuş, A grubu (81,68 ppm) ise bu iki istatistiki grup arasında yer almıştır. A grubunda incelenen genotipler arasında Kieffer x Santa Maria kombinasyonuna ait II/11-69 numaralı melezde (169,67 ppm) en yüksek değer tespit edilmiştir. Williams x Kieffer kombinasyonuna dahil II/31-87 numaralı melez genotip ise 41,50 ppm değeriyle en düşük istatistiki grupta yer almıştır. C grubuna dahil genotiplerden Magness x Ankara

kombinasyonuna dahil I/16-132 numaralı melez bitki (170,33 ppm) ilk sırada, Williams x Kieffer kombinasyonuna dahil II/31-142 numaralı melez genotip ise (44,33 ppm) son sırada yer almıştır. E grubundaki dağılım ise Magness x Ankara kombinasyonunun her iki melezinde (I/16-2 ve I/16-27) en yüksek bulunmuştur (109,67 ve 105,00 ppm). Sodyum içerikleri ise aynı istatistiksel grupta yer alan Magness x Santa Maria kombinasyonuna ait II/15-12 ve II/15-20 numaralı iki melezde (46,00 ve 43,67 ppm) en düşük olacak biçimde ortaya çıkmıştır.

Hastalığa dayanıklı Ankara çeşidi (120,00 ppm) en yüksek, hassas Santa Maria ise (46,67 ppm) en düşük değer göstermiştir (Çizelge 4.6). Bu konudaki bir başka çalışmada, sodyum birikimi açısından, her iki yılda da dayanıklı çeşitler ilk sırada yer almış olup bu sınırlar duyarlı çeşitlerde 126,5-221,5 ppm dayanıklılarda 100 - 600 ppm olarak bildirilmektedir (Yeşilyurt, 1998).

Çalışmada kullanılan çeşit ve tiplere ait seçilen bitkilerin yaprak örneklerinde demir miktarı (ppm) Çizelge 4.7’de görülmektedir. Çizelgeye göre, duyarlılık grupları ve ebeveyn olarak kullanılan çeşitler arasında %1 oranında istatistiki farklılık saptanmıştır. (Çizelge 4.7).

Melez bitkilerde, en yüksek demir içeriği 115,14 ppm değeriyle E grubunda saptanırken, bu grubu, 112,31 ppm değeriyle C grubu ve 106,69 ppm değeriyle A grubu izlemiştir. A grubunda, Magness x Santa Maria kombinasyonuna ait II/15-40 numaralı bitki (168,33 ppm) en fazla demir içeriğine sahip olmuş, bu melezi 160,33 ppm değeriyle Williams x Akça kombinasyonunun I/34-4 numaralı melez bitkisi izlemiştir. Williams x Ankara kombinasyonuna dahil III/32-12 numaralı melez genotip ise 44,33 ppm değeriyle en düşük grupta yer almıştır. C grubuna dahil genotiplerden Williams x Kieffer kombinasyonuna dahil II/31-90 numaralı melez bitki (140,33 ppm) ile Williams x Akça kombinasyonuna dahil II/27-47 numaralı melez bitki (140,00 ppm) demir içeriği bakımından ilk sıralarda yer almıştır. E grubunda ise Kieffer x Santa Maria kombinasyonunun II/11-33 numaralı melez bitkisi (159,67 ppm) ile Williams x Akça kombinasyonunun I/34-10 numaralı melez bitkisi (150,00 ppm) en yüksek gruplarda yer almışlardır. Bu grup için en düşük değer Williams x Akça kombinasyonuna ait I/34-3 numaralı melez bitkide (79,00

ppm) tespit edilmiştir. Demir içeriği, ebeveynlerden hastalığa dayanıklı Magness çeşidinde en yüksek (160,00 ppm), hassas Akça çeşidinde ise en düşük (84,67 ppm) düzeyde tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak Fe içeriği (ppm).

MELEZLER						
KOMBİNASYON	DUYARLILIK GRUBU					
	A		C		E	
Magness x Santa Maria	II/15-40	168,33 a	II/15-15	90,33 e	II/15-12	110,00 f
	II/15-44	120,33 c	II/15-63	92,00 e	II/15-20	96,33 g
Magness x Ankara	I/16-12	110,00 d	I/16-7	109,67 d	I/16-2	120,00 e
	I/16-16	82,00 f	I/16-132	109,67 d	I/16-27	139,33 c
Kieffer x Santa Maria	II/11-20	110,00 d	II/11-41	93,67 e	II/11-17	99,33 g
	II/11-69	85,33 f	II/11-45	110,00 d	II/11-33	159,67 a
Williams x Akça	I/34-4	160,33 b	II/27-31	120,00 c	I/34-3	79,00 ı
	II/27-88	120,00 c	II/27-47	140,00 a	I/34-10	150,00 b
Williams x Ankara	I/35-21-1	100,00 e	II/28-366	129,67 b	I/35-20	100,00 g
	III/32-12	44,33 h	II/28-444	92,33 e	I/35-21	88,33 h
Williams x Kieffer	II/31-87	120,33 c	II/31-90	140,33 a	II/31-12	129,67 d
	III/36-13	59,33 g	II/31-142	120,00 c	II/31-35	110,00 f
LSD (%1)	5,780					
DUYARLILIK GRUBU ORTALAMASI	106,69 c		112,31 b		115,14 a	
LSD (%1)	1,668					
EBEVEYNLER						
<i>Dayanıklı</i>						
Ankara	120,00 b					
Kieffer	100,00 c					
Magness	160,00 a					
<i>Duyarlı</i>						
Akça	84,67 d					
Santa Maria	100,33 c					
Williams	96,33 c					
LSD (%1)	7,618					

A: çok dayanıklı; C: orta dayanıklı; E: çok duyarlı

Duyarlı ve dayanıklı genotiplerin demir içeriğinin dağılımı ebeveyn ve melezlerde farklı biçimde ortaya çıkmıştır (Çizelge 4.7). Diğer taraftan armut türünde demir birikimi açısından dayanıklı ve duyarlı çeşit grupları arasında belirgin bir fark ortaya çıkmamıştır

(Evrenosoğlu, 2002). Diğer bir çalışmada, bu değer, duyarlı çeşitlerde 67,00-197,50 ppm dayanıklılarda 51,50-187,50 ppm sınırlarında verilmektedir (Yeşilyurt, 1998). Demir içeriğine ilişkin optimum doz, 50 ppm'in uzeri olarak bildirilmektedir (Stiles ve Reid 1991). Buna göre incelenen tüm genotiplerin bu seviyelerde demir içerdiği görülmektedir. Diğer bir çalışmada, benzer şekilde, duyarlı ve dayanıklı gruplar arasında demir birikimi açısından farklılık bulunamamıştır (Lewis ve Kenworthy, 1962).

Ebeveyn olarak kullanılan çeşit ve tiplere ait seçilen bitkilerin yaprak örneklerinde bakır miktarı (ppm) izelge 4.8'de görülmektedir. Çizelgeye göre, duyarlılık grupları arasında %1 oranında istatistiki farklılık saptanırken, ebeveyn olarak kullanılan çeşitler arasında farklılık önemli bulunmamıştır. Bakır içeriği bazı genotiplerde tespit edilememiş ya da çok düşük düzeyde bulunmuştur. Bu nedenle dayanıklılık grupları kendi arasında değerlendirilememiş, genotiplerin tümü birbiriyle karşılaştırılabilmemiştir.

Duyarlılık grupları bakımından, en yüksek bakır içeriği 4,92 ppm değerleriyle A grubunda saptanırken, bu grubu, 2,31 ppm değerleriyle C grubu ve 1,22 ppm değerleriyle E grubu izlemiştir. Gruplarda incelenen genotipler arasında, A grubunda yer alan Magness x Ankara kombinasyonuna ait I/16-12 numaralı melez bitki (6,20 ppm) en fazla demir içeriğine sahip olmuş, bu melezi C grubunda yer alan Williams x Ankara kombinasyonuna ait II/28-444 numaralı bitki (4,90 ppm) ve Magness x Santa Maria kombinasyonunun II/15-63 numaralı genotipi (4,47 ppm) izlemiştir. Mevcut çeşit ve genotiplerin birçoğunda bakır miktarı çok düşük bulunmuş ya da tespit edilememiştir.

Genotiplerin bakır içeriği konusundaki bir başka çalışmada, bakır içeriği bakımından duyarlı ve dayanıklı çeşitler arasında fark ortaya çıkmamıştır. Yaprak bakır seviyesi duyarlı çeşitlerde 5,00-7,7 ppm, dayanıklılarda 4,85-8,00 ppm bulunmuştur (Yeşilyurt, 1998). Optimum bakır içeriği 7,00-12,00 ppm olarak bildirilmektedir (Stiles ve Reid, 1991). İncelenen genotiplerin bakır içeriği bu değerlerin altında olmuştur. Benzer bir çalışmada, bakır düzeyi dayanıklı çeşitlerde daha yüksek tespit edilmiştir (Lewis ve Kenworthy, 1962).

Çizelge 4.8. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak Cu içeriği (ppm).

MELEZLER						
KOMBİNASYON	DUYARLILIK GRUBU					
	A		C		E	
Magness x Santa Maria	II/15-40	0,00 (t.e.)	II/15-15	0,00 (t.e.)	II/15-12	0,00 (t.e.)
	II/15-44	0,00 (t.e.)	II/15-63	4,47 b	II/15-20	0,00 (t.e.)
Magness x Ankara	I/16-12	6,20 a	I/16-7	0,88 e	I/16-2	1,53 d
	I/16-16	0,00 (t.e.)	I/16-132	0,98 e	I/16-27	0,00 (t.e.)
Kieffer x Santa Maria	II/11-20	3,63 c	II/11-41	0,00 (t.e.)	II/11-17	0,91 e
	II/11-69	0,00 (t.e.)	II/11-45	0,00 (t.e.)	II/11-33	0,00 (t.e.)
Williams x Akça	I/34-4	0,00 (t.e.)	II/27-31	0,00 (t.e.)	I/34-3	0,00 (t.e.)
	II/27-88	0,00 (t.e.)	II/27-47	0,00 (t.e.)	I/34-10	0,00 (t.e.)
Williams x Ankara	I/35-21-1	0,00 (t.e.)	II/28-366	0,34 f	I/35-20	0,00 (t.e.)
	III/32-12	0,00 (t.e.)	II/28-444	4,90 b	I/35-21	0,00 (t.e.)
Williams x Kieffer	II/31-87	0,00 (t.e.)	II/31-90	0,00 (t.e.)	II/31-12	0,00 (t.e.)
	III/36-13	0,00 (t.e.)	II/31-142	0,00 (t.e.)	II/31-35	0,00 (t.e.)
LSD (%1)	0,508					
DUYARLILIK GRUBU ORTALAMASI	4,92 a		2,31 ab		1,22 b	
LSD (%1)	3,231					
EBEVEYNLER						
<i>Dayanıklı</i>						
Ankara	0,03					
Kieffer	0,00 (t.e.)					
Magness	1,46					
<i>Duyarlı</i>						
Akça	0,00 (t.e.)					
Santa Maria	0,00 (t.e.)					
Williams	0,72					
LSD	ö.d					

A: çok dayanıklı; C: orta dayanıklı; E: çok duyarlı
ö.d. Önemli değil; **t.e.** Tespit edilemedi

Çalışmada kullanılan çeşit ve tiplere ait seçilen bitkilerin yaprak örneklerinde çinko miktarı (ppm) Çizelge 4.9'da görülmektedir. Çizelgeye göre, duyarlılık grupları ve ebeveyn olarak kullanılan çeşitler arasında %1 oranında istatistiki farklılık saptanmıştır. (Çizelge 4.9). Genotiplerin birçoğunda çinko miktarı çok düşük bulunmuş ya da tespit edilememiştir.

Çizelge 4.9. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak Zn içeriği (ppm).

MELEZLER						
KOMBİNASYON	DUYARLILIK GRUBU					
	A		C		E	
Magness x Santa Maria	II/15-40	0,00 (t.e.) c	II/15-15	9,07 a	II/15-12	8,23 b
	II/15-44	0,00 (t.e.) c	II/15-63	0,13 b	II/15-20	19,00 a
Magness x Ankara	I/16-12	15,00 a	I/16-7	0,48 b	I/16-2	2,67 c
	I/16-16	2,33 c	I/16-132	3,33 b	I/16-27	2,20 c
Kieffer x Santa Maria	II/11-20	0,00 (t.e.) c	II/11-41	0,00 (t.e.) b	II/11-17	1,09 c
	II/11-69	0,00 (t.e.) c	II/11-45	0,00 (t.e.) b	II/11-33	0,00 (t.e.) c
Williams x Akça	I/34-4	0,00 (t.e.) c	II/27-31	8,27 a	I/34-3	0,00 (t.e.) c
	II/27-88	0,00 (t.e.) c	II/27-47	0,00 (t.e.) b	I/34-10	0,00 (t.e.) c
Williams x Ankara	I/35-21-1	9,07 b	II/28-366	1,27 b	I/35-20	0,00 (t.e.) c
	III/32-12	0,00 (t.e.) c	II/28-444	3,07 b	I/35-21	0,00 (t.e.) c
Williams x Kieffer	II/31-87	0,00 (t.e.) c	II/31-90	0,00 (t.e.) b	II/31-12	0,00 (t.e.) c
	III/36-13	0,00 (t.e.) c	II/31-142	0,00 (t.e.) b	II/31-35	0,00 (t.e.) c
LSD (%1)	4,168					
DUYARLILIK GRUBU ORTALAMASI	8,80 a		3,66 b		6,64 a	
LSD (%1)	2,406					
EBEVEYNLER						
<i>Dayanıklı</i>						
Ankara	0,023 b					
Kieffer	0,00 (t.e.) b					
Magness	0,86 b					
<i>Duyarlı</i>						
Akça	0,00 (t.e.) b					
Santa Maria	0,00 (t.e.) b					
Williams	14,38 a					
LSD (%1)	10,744					

A: çok dayanıklı; C: orta dayanıklı; E: çok duyarlı
t.e. Tespit edilemedi

Duyarlılık grupları arasında, en yüksek çinko içeriği 8,80 ppm değeriyle A grubunda saptanırken, bu grubu, 6,64 ppm değeriyle aynı istatistik grubunda yer alan E grubu ve diğer istatistiksel grupta da 3,66 ppm değeriyle de C grubu izlemiştir. A grubunda incelenen genotipler arasında, Magness x Ankara kombinasyonuna ait I/16-12 numaralı melez bitki (15,00 ppm) en fazla çinko içeriğine sahip olmuş, bu melezi 9,07 ppm değeriyle Williams x Ankara kombinasyonunun I/35-21-1 bitkisi izlemiştir. Diğer genotipler ya çok düşük miktarlarda çinko içermiş, ya da çinko tespit edilememiştir. C grubuna dahil genotiplerden

Magness x Santa Maria kombinasyonuna dahil II/15-15 numaralı melez bitki (9,07 ppm) ile Williams x Akça kombinasyonuna dahil II/27-31 numaralı melez bitki (8,27 ppm) çinko içeriği bakımından en yüksek istatistiki grupta yer almıştır. E grubunda ise Magness x Santa Maria kombinasyonunun II/15-20 numaralı melez bitkisi (19,00 ppm) ile II/15-12 numaralı melez bitkisi (8,23 ppm) en yüksek istatistiksel gruplarda yer almışlardır. Diğer genotipler ya çok düşük miktarlarda çinko içermiş, ya da çinko tespit edilememiştir.

Ebeveyn olarak kullanılan çeşitlerden hastalığa hassas Williams çeşidi (14,38 ppm), istatistiksel olarak ilk sırada yer almış, diğer çeşitler ise ya çok düşük miktarlarda çinko içermiş, ya da çinko tespit edilememiştir (Çizelge 4.9). Bu element için sınır değerler, 35,00-50,00 ppm arasında ifade edilmektedir (Stiles ve Reid 1991). Buna göre, denemeye dahil genotiplerde çinko içeriği bu seviyenin aşağısında bulunmuştur. Armut çeşitlerinin çinko içeriği duyarlı çeşitlerde 16,00-21,00 ppm, dayanıklılarda 16,50-57,50 ppm arasında değişmiş olup dayanıklı çeşitlerde çinko birikimi duyarlılara göre yüksek bulunmuştur (Yeşilyurt, 1998). Benzer durum, bir başka çalışmada da ortaya konmuştur (Lewis ve Kenworthy, 1962). Diğer yandan, çinko seviyesinin düşüklüğünün ateş yanıklığı hastalığını arttırdığı belirtilmiştir (Yeşilyurt, 1998).

Projede kullanılan çeşit ve tiplere ait seçilen bitkilerin yaprak örneklerinde mangan miktarı (ppm) Çizelge 4.10'da görülmektedir. Çizelgeye göre, duyarlılık grupları ve ebeveyn olarak kullanılan çeşitler arasında %1 oranında istatistiki farklılık saptanmıştır.

Duyarlılık grupları bakımından, en yüksek mangan içeriği 41,08 ppm değeriyle E grubunda saptanırken, bu grubu, 35,50 ppm değeriyle A grubu ve 30,61 ppm değeriyle C grubu izlemiştir. A grubunda incelenen genotipler arasında, Williams x Ankara kombinasyonuna ait I/35-21-1 numaralı melez bitki (78,67 ppm) en fazla mangan içeriğine sahip olmuştur. Williams x Kieffer kombinasyonuna dahil II/31-87 numaralı melez genotip ise 9,00 ppm değeriyle en düşük istatistiki grupta yer almıştır. C grubuna dahil genotiplerden Williams x Akça kombinasyonuna dahil II/27-31 numaralı melez bitki (55,67 ppm) mangan içeriği bakımından ilk sırada yer almıştır. Williams x Kieffer kombinasyonuna dahil II/31-142 numaralı melez genotip ise 10,33 ppm değeriyle en düşük istatistiki grupta yer almıştır. E grubunda ise Kieffer x Santa Maria kombinasyonunun II/11-33 numaralı melez bitkisi

(63,67 ppm) en yüksek istatistiksel grupta yer almıştır. Bu grup için en düşük mangan içeriği ise Williams x Ankara kombinasyonuna ait I/35-21 numaralı melez bitkide (17,33 ppm) tespit edilmiştir.

Çizelge 4.10. Ebeveyn ve melez genotiplerin yaprak Mn içeriği (ppm).

MELEZLER						
KOMBİNASYON	DUYARLILIK GRUBU					
	A	C		E		
Magness x Santa Maria	II/15-40	34,67 d	II/15-15	27,67 e	II/15-12	36,00 e
	II/15-44	27,00 e	II/15-63	25,00 ef	II/15-20	34,00 ef
Magness x Ankara	I/16-12	26,67 e	I/16-7	42,33 c	I/16-2	53,67 c
	I/16-16	29,00 e	I/16-132	23,00 fg	I/16-27	51,33 c
Kieffer x Santa Maria	II/11-20	62,33 b	II/11-41	18,33 h	II/11-17	32,00 f
	II/11-69	18,67 f	II/11-45	46,00 bc	II/11-33	63,67 a
Williams x Akça	I/34-4	50,67 c	II/27-31	55,67 a	I/34-3	41,00 d
	II/27-88	38,00 d	II/27-47	20,67 gh	I/34-10	34,33 ef
Williams x Ankara	I/35-21-1	78,67 a	II/28-366	48,00 b	I/35-20	36,67 e
	III/32-12	36,33 d	II/28-444	18,33 h	I/35-21	17,33 g
Williams x Kieffer	II/31-87	9,00 g	II/31-90	32,00 d	II/31-12	57,67 b
	III/36-13	15,00 f	II/31-142	10,33 i	II/31-35	35,33 ef
LSD (%1)	3,933					
DUYARLILIK GRUBU ORTALAMASI	35,50 b	30,61 c		41,08 a		
LSD (%1)	1,135					
EBEVEYNLER						
<i>Dayanıklı</i>						
Ankara	20,67 de					
Kieffer	38,67 b					
Magness	22,67 d					
<i>Duyarlı</i>						
Akça	29,00 c					
Santa Maria	19,00 e					
Williams	53,33 a					
LSD (%1)	2,757					

A: çok dayanıklı; C: orta dayanıklı; E: çok duyarlı

Ebeveyn olarak kullanılan çeşitlerden hastalığa duyarlı Williams çeşidi (53,33 ppm) ile dayanıklı Kieffer çeşidi (38,67 ppm), istatistiksel olarak ilk sıralarda, hassas çeşitlerden Santa Maria ise 19,00 ppm mangan içeriği ile en düşük istatistiki grupta yer almıştır (Çizelge 4.10).

Optimum mangan seviyesi, 50-150 ppm olarak bildirilmektedir (Stiles ve Reid 1991). İncelenen ebeveyn ve melezlerin çoğunda mangan içeriği daha düşük ya da alt sınırdadır. Bu konudaki bir diğer çalışmada, mangan içeriği bakımından duyarlı ve dayanıklı çeşitler arasında farklılık ortaya çıkmamış olup bu değer duyarlı çeşitlerde 27,50-68,00 ppm, dayanıklılarda ise 20,00-99,50 ppm arasında bulunmuştur (Yeşilyurt, 1998). Ayrıca mangan birikimi açısından çeşitler arasında fark bulunmadığı da bildirilmektedir (Lewis ve Kenworthy, 1962).

Mineral madde analizleri ile ilgili değerlendirmeler sonucunda, ortalama olarak N, Ca, Fe ve Mn'in duyarlı gruplarda, ancak P, K, Mg, Na, Cu ve Zn'nun ortalama olarak dayanıklı gruplarda yüksek olduğu saptanmıştır. Bunun yanında, ebeveyn çeşitler açısından durum bazı elementlerde için farklılık göstermiştir. Örneğin, azot, kalsiyum ve demir içeriği, dayanıklı çeşitlerde yüksek bulunmuştur. Farklı dayanıklılık grubuna dahil genotipler değerlendirildiğinde ise, durum kullanılan ebeveynlere göre çok değişkenlik göstermiş ve bu açıdan güvenilir bir sonuca ulaşamamış, durum sadece bu grupların ortalamasına göre değerlendirilmiştir. Benzer şekilde, bir başka çalışmada, azot, demir, mangan ve bakır ile hastalıklara dayanım arasında ilişki kurulamamış; ancak, fosfor ve magnezyum duyarlı çeşitlerde; potasyum, kalsiyum, sodyum ve çinkonun ise dayanıklı çeşitlerde yüksek seviyelerde olduğu belirtilmiştir (Yeşilyurt, 1998). Diğer bir çalışmada ise, N, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn ve Zn noksanlığının ateş yanıklığına duyarlılığı arttırdığına dair bulgular elde edilmiştir (Schonberger ve Erichsen, 1994). Armut çeşitlerinin değerlendirildiği bu çalışmadan elde edilen bulgular, söz konusu çalışma ile kısmen paralellik sergilemektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ateş yanıklığı, kontrolü oldukça güç, bitkide hasarı oldukça yüksek olan bir hastalıktır. Hastalığın kontrolü için gereken tedbirlerin alınmasına rağmen, armut yetiştiriciliğinin yapıldığı hemen hemen her bölgede yaygın olarak görülmektedir. Hastalığa karşı henüz etkin bir çözümün bulunamamış olması ve kullanılan kimyasal maddelerin çevre ve tüm canlıların sağlığına zarar vermesi nedeniyle hastalığın kontrolünde dayanıklı anaç ve melez kullanımını ön plana çıkarmaktadır.

Bu tezde melez armut popülasyonu ve ebeveynlerinde, mineral madde içerikleri saptanarak, farklı dayanım gruplarındaki bitkilerin mineral madde içerikleriyle ateş yanıklığı hastalığına dayanıklılık arasında ilişkiler belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda N, Ca, Fe ve Mn'in ortalamalarının duyarlı gruplarda daha yüksek olduğu, P, K, Mg, Na, Cu ve Zn'nun ortalamalarının dayanıklı gruplarda daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Sonuçta, bazı makro ve mikro elementlerin hastalıkla ilişkili olabileceği, ancak, bu kriterin tek başına kullanılmasıyla güvenli bir sonuca varılamayabileceği, diğer erken seleksiyon kriterleri ile birlikte kullanılması gerektiği belirlenmiştir.

Bu sonuçlardan hareketle, armutta ateş yanıklığı konusunda daha geniş kapsamlı çalışmalar yapılması önerilmektedir. Özellikle farklı bölgelerde yetişen armutlarda ateş yanıklığı ile mineral analizleri yapılarak karşılaştırmalar yapılabilir. Bunun yanında, çalışmaların yıl tekrarı ile devam etmesi, daha kesin sonuçlara ulaşılabilmesini sağlayacaktır. Ayrıca farklı bitki gruplarında ateş yanıklığı ve mineral madde ile ilişkisini ortaya koyan çalışmalar, alana katkı sağlayacaktır. Ateş yanıklığı konusunda anaçların kullanımının etkili olabileceği düşünülerek bu konuda farklı boyutlarda çalışmalar yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abdollahi, H., Majidi, E., (2005), Relation between fire blight resistance and different charactersitics of apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars, *Journal of the National Academy of Bilorussia* 17, 90-94.
- Aktepe, B.P, 2017, *Erwinia amylovora*'nın biyolojik mücadelesinde epifitik bakteri ve mayaların etkilerinin araştırılması, Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 109 sayfa
- Aldwickle, H.S., Beer, S.V., 1979, Fire blight and it's control, *Horticultural Reviews* ,1: 23.
- Alston, F.H., 1994, The position of fire blight (*Erwinia amylovora*) avoidance and resistance amongst pear breeding priorities, *Norwegian Journal of Agri-cultural Sciences Suppl.* 17, 331-336.
- Anderson, H.W., 1956, *Diseases of Fruit Crops*, Proffesor of Plant Pathology, University of Illinois.
- Arthur J. C., 1985, Proof That Bacteria Are The Direct Cause Of The Disease in Trees Known As Pear Blight, eds: van der Zwet T. and Beer S.V., U.S. Department of Agriculture, Agriculture Information Bulletin No. 631., Pp: 83.
- Aysan, Y., Tokgönül, S., Çınar, Ö., Küden, A., 1999, Biological, Chemical, Cultural Control Methods ve Determination Resistant Cultivars to Fire Blight in Pear Orchards in The Eastern Mediterranean Region of Turkey, *Acta Horticulturae*,, 489: 549-553.
- Batur, S., 2014, Armut yetiştiriciliği, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü 60, 2.
- Bavaresco, L., Eibach, R., 1987, Investigations on the Influence of N Fertilizer on Resistance to Powdery Mildew (*Oidium tuckeri*), Downey Mildew (*Plasmopara viticola*) and on Phytoalexin Synthesis in Different Grapevine Varieties. *Vitis*, 26, 192–200.
- Bell, R. L., Janick, J., Zimmerman, R. H., van der Zwet, T., 1976, Relationship between fire blight resistance and fruit quality in pear. *HortScience* 11, 500-502
- Bell, R. L., Janick, J., Zimmerman. R.H., van der Zwet, T., 1977, Estimation of heritability and combining ability for fire blight resistance in pear. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 102, 133-138
- Bell, A. A., van der Zwet, T., 1993, New fire blight resistant advanced selections from USDA pear breeding program, p. 84.
- Bergamaschi, M., Rivalta L, Sirri S, Biondi E, Ramilli F, Bazzi C., 2006, Reactivity to fire blight of new promising pear selections. *Acta Horticulturae*,704, 571-576.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Burrill T. J., 1880, Anthrax of Fruit Trees; or The So-Called Fire Blight of Pear, and Twig Blight of Apple Trees, eds: van der Zwet T. and Beer S.V., U.S. Department of Agriculture, Agriculture Information Bulletin No. 631., Pp: 83.
- Carpenter, T. R., Shay, J. R., 1953, The differentiation of fireblight resistant seedlings within progenies of inter specific crosses of pear. *Phytopathology*, 43 p. 156-162.
- Chevreau E., Skirvin R.M., 1992, Biotechnology of perennial fruit crops, *Biotechnology of Perennial Fruit Crops*, CAB International, Cambridge, p. 263-276.
- Donovan, A.M., Morgan, A., Valobra-Piagnani, C., Ridout, M.S., James, D.J., Garrett, C.M.E., 1994, Assessment of somaclonal variation in apple. I. Resistance to the fire blight pathogen, *Erwinia amylovora*, *Journal of Horticultural Science* 69, p. 105-113.
- Dordas, C., 2008, Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture. A review, *Agronomy for Sustainable Development*, 28 (1), p. 33-46.
- Drain, B.D., 1943, Southern pear breeding, *Journal of the American Society of Horticultural Science* 42, p. 301-304.
- Evans, I.R., 1996, Fire blight of raspberries in Alberta, *Acta Horticulturae*, 411, p. 69–72.
- Evrenosoğlu, Y., 2002, Ateş yanıklığına duyarlı ve dayanıklı bazı armutların fenolik ve mineral madde içeriklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, Doktora tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, İzmir.
- Evrenosoğlu Y., Mertoğlu K.2018, Evaluation of pear (*Pyrus communis* L.) hybrid combinations for the transmission of fire blight resistance and fruit characteristics. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding* (In Press).
- FAO, 2018, <http://www.fao.org/faostat/QC>
- Foth, H. D., 1984, *Fundamentals of Soil Science*. 7th Edition, John Wiley and Sons, New York.
- Fisher, E. G., Parker, K. G., Luepschen, N. S., Kwong, S. S., 1959, The influence of phosphorus, potassium, mulch, and soil drainage on fruit size, yield, and firmness of the Bartlett pear and on development of the fireblight disease, *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 73, 78-90.
- Gardiner, D. T. ve Miller R. W., 2008, *Soils in Our Environment*. 11th Edition, Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, Ne Jersey, USA.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Garret, C.M.E., 1990, Control of fire blight. In: Agriculture: Agrimed Research Programme, CECEUR 12601, Bruxelles, p. 54-78.
- Gianessi, L., Silvers, C., Sankula, S., Carpenter, J., 2002, Plant biotechnology: current and potential impact for improving pest management in US agriculture: an analysis of 40 case studies The National Center for Food and Agricultural Policy.
- Günen, Y., Yağmur, B., Mısırlı, A., Gülcan, R., 2003, Ateş Yanıklığına Duyarlı ve Dayanıklı Bazı Armut Çeşitlerinin Bitki Besin Maddesi İçeriklerinin Belirlenmesi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40,3, 65-73.
- Hale, C.N., Taylor, R.K., Clark, R.G., Batchelor, T.A., 1996, Quarantine and market access, Fire Blight (*Erwinia amylovora*), Some Aspects of Epidemiology and Control, Research Institute of Pomology and Floriculture, Skierniewice, Poland, p.84
- Hildebrand, D.C., ve Heinicke, D.J., 1937, Incidence of Fire Blight in Young Apple Trees in Relation to Orchard Practices, *N.Y. Cornell Agr. Exp. Sta. Mem.*, 203: 1-36.
- Honty K., Göndör M., Toth M., Kasa K., Hevesi M., 2006, Susceptibility of Pear Cultivarsto Fire Blight in Hungary, 10th International Workshop on Fire Blight, Bologna, Italy, *Acta Horticulturae*, 704, 583-587.
- Hunter, D.M., 1993, Pear breeding for the 21 st century-program and progress at Harrow. *Acta Horticulturae* 338: 377-381.
- Kaçar, B., 1972, Bitki ve toprağın kimyasal analizleri-2. Bitki Analizleri, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları 203, Ankara, s.701.
- Keil, H.L., Van der Zwet, T., 1972, Aerial strands of *Erwinia amylovora*: Structure and enhanced production by pesticide oil, *Phytopathology*, 62, 355-361.
- Keller, M., Hrazdina, G., 1998. Interaction of Nitrogen Availability during Bloom and Light Intensity during Veraison. II. Effects on Anthocyanin and Phenolic Development during Grape Ripening. *American Journal of Enology and Viticulture*, 49, 341-349.
- Köseoğlu, A.T., Tokmak, S., Momol, M.T., 1976, Relationship between the incidence of fire blight ve nutritional status os pear trees, *Journal of Plant Nutrition*, 19, 51-61.
- Larue, P., Vincent, M., 1990, History of fireblight in France 1972-1989 and administrative measures, *Acta Horticulturae*, 273, 57-66.
- Laurens, F., 1999, Review of the current apple breeding programmes in the world: objectives for scion cultivar improvement, *Acta Horticulturae*, 484, 163-170.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Layne, R.E., Quamme, H.A., 1975, Pears, Advances in fruit breeding, Purdue University Pres; West Lafayette, Indiana, p. 38–70.
- Layne, R.E., Bailey, C.H., Hough, F., 1968, Efficacy of Transmission of Fire Blight Resistance in *Pyrus*, Canadian Journal of Plant Science, 48, 231-243.
- Lewis, L. N., Kenworthy, A. L., 1962, Nutritional balance as related to leaf composition and fireblight susceptibility in the Bartlett pear, Proceedings of the American Society for Horticultural Science, 81,108-115.
- Liu Xiao-yan, Ping, HE., Jin, J., 2006 Advances in effect of potassium nutrition on plant diseaseresistance and its mechanism, Journal of Plant Nutrition and Fertilizer, 12 (3), 445-450.
- Lombard, P.B., Westwood, M.N., 1987, Pear rootstocks, Rootstocks for fruit crops, New York, Wiley, p. 145-183.
- Lott, W.L., Nery, J.P., Gall, J.R., Medcoff J.C., 1956, Leaf Analysis Techniques in Coffee Research, Institute for Bioengineering of Catalonia, Pub., 9.
- Luby J.J., Alspach P.A., Bus V.G.M., Oraguzie N.C., 2002, Field resistance to fire blight in a diverse apple (*Malus* sp.) germplasm collection. Journal of the American Society for Horticultural Science 127, 245-253.
- Matsumoto, S., Komori, S., Kitahara, K., Imazu, S., Soejima, J., 1999, S-genotypes of 15 apple cultivars and self-compatibility of 'Megumi', Journal of the Japanese Society of Horticultural Science, 68, 236-24.
- McCauley A, Jones C ve Jacobsen J 2009, Nutrient Management. Nutrient management module 9 Montana State University Extension Service. Publication, 4449-9, p.1–16.
- Mertoğlu, K., Evrenosoğlu, Y., 2017a. Ateş Yanıklığı (*Erwinia amylovora*) Hastalığına Dayanıklılık İslahında, Hastalığa Karşı Testlenmiş F1 Melez Armut Popülasyonunun Fenolojik ve Meyve Özellikleri, Journal of Tekirdag Agricultural Faculty, 14 (3): 104-115.
- Mertoğlu, K., Evrenosoglu, Y. 2017b. Breeding *Erwinia amylovora* Resistant F1 Hybrid Pear: Selection of Promising Hybrid Genotypes. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(3), 136-141.
- Mohan SK, Thomson SV, 1996, An outbreak of fire blight in plums, *Acta Horticulturae*, 411, 73–6.
- Moltmann, E. 1996, Experience With Different Prediction Systems for Control of Fire Blight in Southwest Germany, *Acta Horticulturae*, 411, 131-138.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Momol M.T., Yeğen O., Basım H., Rudolph K., 1992, Identification of *Erwinia amylovora* and The Occurrence of Fire Blight of Pear in Western Mediterranean Region of Turkey, Journal of Turkish Phytopathology, 21, 1, 41-47.
- Moses, L., 1992, Fire blight burns southwest Michigan, Fruitgrowers, January issue, 12-13.
- Öktem, Y. E., Benlioğlu, K., 1988, Studies on fire blight (*Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow vd.) of pome fruits, The Journal of Turkish Phytopathology, 17, 3, 106.
- Özbek, S., 1947, Türkiye’de armut yetiştiriciliği ve önemli armut çeşitlerimiz. Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü Basımevi, Ankara
- Öztürk, G., E. Basım, H. Basım, R.A. Emre, Ö.F. Karamürsel, İ. Eren, M. İşçi ve E. Kaçal, 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.
- Paprštein F., Kosina J., Korba J., Šillerová, 2006, Evaluation of resistance to fire blight in Czech pear cultivars, Acta Horticulturae, 704, 577-582.
- Peil A., Bus, V.G.M., Geider K., Richter K., Flachowsky H., Hanke M.V., 2009, Improvement of fire blight resistance in apple and pear, International Journal of Plant Breeding, 3, 1-27.
- Pejchinovski F.D., 1996, Fire blight in republic of macedonia (Distribution and control), Acta Horticulturae, 411, 17-20.
- Pinet-Lebley C, Turpin EX, Chevreaux E., 1992, Effect of gamma and ultra-violet irradiation on adventitious regeneration from in vitro cultured pear leaves. Euphytica, 62, 225-233.
- Plaster E J (1992). Soil Science and Management. 2nd Edition, Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA.
- Rengel, Z., Graham, R. D. and Pedler, J. F. 1993, Manganese nutrition and accumulation of phenolics and lignin as related to differential resistance of wheat genotypes to the take-all fungus, Plant Soil, 151, 255-263.
- Reynoird, J.P., Mourgues, F., Chevreaux, E., Brisset, M.N., 1999, First evidence for differences in fire blight resistance among transgenic pear clones expressing attacin E gene, Acta Horticulturae, 489, 245-247.
- Reynoird, J.P., Morgues F., Chevreaux E., Brisset, M.N., Aldwickele, H.S., 1999a, Expression of SB-37 gene in transgenic pears enhanced resistance to fire blight, Acta Horticulturae, 489, 243-245.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sato, Y., Kurihara, A., Abe, K., Ogata, T., Kajiura, I., Kotobuki, K., Machida Y. 1988, Studies on the mode of inheritance of self-compatibility in Japanese pear, Journal of the Japanese Society of Horticultural Science, 5, 76-77.
- 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 vd.), Acta Horticulturae, 489, 225-229.
- Schonberger, H., and Erichsen, B., 1994, Yield formation of the Potato crop, Kartoffelbau, 45,3, 116-118.
- Shay J.R., Williams E.B., Janick J., 1962, Disease resistance in apple and pear, Proceedings of the American Society for Horticultural Science 80,97-104.
- Shoemaker, J.S., B.J.E. Teskey, 1959, Tree fruit production, John Willey and Sons Pub.
- Sobiczewski P., Suski Z.W. 1988, Fire blight in Poland. Bulletin OEPO/EPPO, 18, 375-379.
- 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.
- Spotts, R.A., Mielke, E.A., 1999, Resistance of Pear Cultivars in Oregon to Natural Fire Blight Infection, Fruit Varieties Journal, 53, 2, 110-115.
- Stewart, V.B. 1913. The fire blight disease in nursery stock, New York (Cornell) Agricultural Experiment Station Bulletin, 329, 54.
- Stiles, W.C, Reid, W.S., 1991, Orchard nutrition management, Cornell Cooperative Extension Information Bulletin 219, 22.
- Şahin, M., 2017. Ayva Genotiplerinin Ateş Yanıklığı Hastalığına Duyarlılık Düzeylerinin Belirlenmesi ve Seleksiyon İslahı. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Tagliavini, M., Scandellari ,2013, F.Methodologies and concepts in the study of nutrient uptake requirements and partitioning in fruit trees. Proceedings of the Seventh International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops. Acta Horticulturae, The Hague, 984, 47-56.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tahir, I., 2006, Control of pre- and postharvest factors to improve fruit quality and storability. In: Stich K, Steffek R, Halbwrith H, Persen U (eds.) Pome Fruit Health Research in Europe: Current Status 2006, Cost Action 864. Technische Universität Wien, Austria, pp 181–185.
- Thompson, S.S., Janick, J., Williams, E.B., 1962, Evaluation of resistance to fire blight of pear, Proceedings of American Society of Horticultural Sciences, 80, 105-113.
- Thongbai, P., Hannam, R.J., 1993, Graham, R.D., Webb, M.J., Interactions between zinc nutritional status of cereals and Rhizoctonia root rot severity, 1. Field observation, Plant ve Soil, 153, 2, 207-214.
- TÜİK 2017, Meyve veren ve vermeyen armut ağacı sayıları
- Van der Zwet T, Oitto WA, Brooks HA, 1970, Scoring System for Rating Severity of Fire Blight in Pear. Plant Disease Reporter 54, 835-839.
- Van Der Zwet T., 1970, Evaluation of Inoculation Techniques for Determination of Fire Blight Resistance in Pear Seedlings, Janick J. ve Moore J.N. (Eds.), Purdue University Press, West Lafayette, Indiana, p. 610.
- Van Der Zwet, T., Beer, S.V., 1991, Fire Blight -It's Nature, Prevention and Control: A Practical Guide to Integrated Disease Management, U. S. Department of Agriculture, Agriculture Information Bulletin No. 631, 83 p.
- Van Der Zwet T., Beer S. V. 1995, Fire blight-It's nature, prevention and control: A practical guide to integrated disease management. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Information Bulletin No: 631.
- Van der Zwet, T., and Keil, H. L., 1972, Importance of pear tissue injury to infection by *Erwinia amylovora* and control with streptomycin, 83 p., Fire Blight, It's Nature, Prevention and Control: A Practical Guide to Integrated Disease Management, T. van der Zwet and S.V. Beer (Eds.), U.S. Department of Agriculture, Agriculture Information Bulletin No. 631.
- Van der Zwet, T., Keil, H.L., 1979, Fire blight. A bacterial disease of rosaceous plants, *Agriculture handbook*, 510, 200.
- Walters, D.R., Bingham, I.J., 2007, Influence of nutrition on disease development caused by fungal pathogens: implications for plant disease control, *Annals of Applied Biology*, 151, 307–324.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Wample,R.L., Barry, A., 1992. Harvest Date as a Factor in Carbogydrate Storage and Cold Hardiness of Cabernet Sauvignon Grapevines. Journal of American Society of Horticultural Science, 117, 32-36.
- Yamazaki, H., ve Hoshina, T.,1995, Calcium nutrition affects resistance of tomato seedlings to bacterial wilt, Hortscience, 30, 1, 91-93.
- Yeşilyurt, A., 1998, Bazı Armut Çeşitlerinde Ateş Yanıklığı Hastalığı ile Bitkilerin Mineral Madde Düzeyleri Arasındaki İlişkiler Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı.
- Yeşilyurt, A., Mısırlı, A., ve Gülcan, R., 1999, Bazı armut çeşitlerinde “Ateş Yanıklığı” hastalığı ile bitkilerin mineral madde düzeyi arasındaki ilişkiler, Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Ankara, 108-111.
- Zelený, F., 1993, Plant nutrition and fertilizing need (Review), Ústav zemědělských a potravinářských informací, 59 pptural Policy, June Report.