



Türkiye’de Orman, Park ve Fidanlıklarda Görülen *Phytophthora* Kök Çürüklüğü Hastalıkları ve Korunma Önlemleri

Seçil Akıllı Şimşek¹, Yakup Zekai Katırcıoğlu², Salih Maden²

¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 18100 Çankırı, Türkiye

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, TR-06110 Dışkapı/Ankara, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş 29 Mart 2018
Kabul 11 Nisan 2018

Anahtar Kelimeler:

Phytophthora
Orman
Park
Fidanlık
Türkiye

*Sorumlu Yazar:

E-mail: secilakilli@gmail.com

ÖZET

Phytophthora spp., Oomycetes sınıfında yer alan, tek ve çok yıllık bitkilerde kök, kök boğazı ve yaprak yanıklığı oluşturarak ani ölümlere yol açan önemli bir hastalık grubudur. Orman ağaçlarında ilk *Phytophthora* çalışması, Türkiye ormanlarının en yaygın ağacı olan meşelerde yapılmış ve ülkenin birçok bölgesinde, *Phytophthora* türlerinin bitkilerde kurumalar ve geriye ölüm belirtileri oluşturduğu, bu hastalıklara *P. cinnamomi*, *P. citricola*, *P. cryptogea*, *P. gonapodyides*, *P. quercina*, *Phytophthora* sp. 1 ve *Phytophthora* sp. 2’ in neden olduğu, en yaygın türün ise *P. quercina* olduğu belirlenmiştir. *Phytophthora* türlerinin yaygın olarak görüldüğü ikinci orman ağacı kestanedir ve ülkemizin hemen hemen her yöresinde *Phytophthora* kök çürüklüklerine rastlanmıştır. Kestane dört türün hastalık yaptığı, bunlardan *P. cambivora*’nın daha çok iç bölgelerde bulunduğu, *P. cinnamomi*’nin ise ılıman yerlerde sahil bölgelerde bulunduğu, *P. plurivora* ve *P. cryptogea*’nın daha az oranda bulunduğu belirlenmiştir. Bu türlerden *P. cambivora* ve *P. cryptogea*, karaçamalarda da saptanmıştır. Diğer orman ağaçlarından Dişbudaklarda *P. lacustris*, Şimşirlerde *P. plurivora*, *P. occultans*; Atkestanelerinde *P. citrophthora* ve *P. cactorum*; Kokarağaçta *P. nicotianae* tespit edilmiştir. Ülkemizde incelenen birçok orman ve süs bitkisi üreten fidanlıklarda da *Phytophthora* hastalıkları belirlenmiştir. Değişik fidanlıklarda; *P. cinnamomi*, *P. cryptogea*, *P. cactorum*, *P. citricola*, *P. megasperma* ve *P. syringae* türlerinin hastalık oluşturduğu belirlenmiştir. Bu derlemede bu bulgular ile ilgili detaylı bilgi sunulmuştur.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(6): 770-782, 2018

Phytophthora Root Rot Diseases Occurring on Forest, Parks, and Nurseries in Turkey and Their Control Measures

ARTICLE INFO

Research Article

Received 29 March 2018
Accepted 11 April 2018

Keywords:
Phytophthora
Forest
Garden
Nursery
Turkey

*Corresponding Author:

E-mail: secilakilli@gmail.com

ABSTRACT

Phytophthora species, as a member of Oomycetes are important plant diseases occurring on almost all of the annual and perennial plants and rapidly killing the plants by producing root, collar rots and leaf blights. The first *Phytophthora* study on forest trees in Turkey was made on oak species which is the most widespread tree in the country. Seven *Phytophthora* species, namely *P. cinnamomi*, *P. citricola*, *P. cryptogea*, *P. gonapodyides*, *P. quercina*, *Phytophthora* sp. 1 and *Phytophthora* sp. 2’ were found to cause dieback and death on oaks, *P. quercina* being the most frequently encountered. The second most common tree having *Phytophthora* infections is sweet chestnut and root rots caused by *Phytophthora* were determined everywhere chestnut grow in the country. Four species were found on chestnut and the most frequently occurring two species are *P. cambivora* and *P. cinnamomi* occurring in the inner part and in the coastal areas of the country respectively. The third and fourth species, *P. plurivora* and *P. cryptogea* were observed in the decreasing order respectively. From the above mentioned species, *P. cambivora* and *P. cryptogea* were also reported from black pine at one location in the newly reforested location. From the other forest trees; various *Phytophthora* species were reported; *P. lacustris* from narrow leaved ash, *P. plurivora*, *P. occultans* from boxwood, *P. citrophthora* and *P. cactorum* from horse chestnut, *P. nicotianae* from *Ailanthus* sp. *Phytophthora* diseases were also found in a few nurseries growing forest and ornamental trees. *P. cinnamomi*, *P. cryptogea*, *P. cactorum*, *P. citricola*, *P. megasperma* and *P. syringae* were found to cause disease on various forest tree saplings. Elaborate information on *Phytophthora* diseases is being given in the review.

Giriş

Phytophthora; NCBI taksonomi web sayfasında, cellular organizms (hücresel organizmalar), Eukaryota (Gerçek çekirdekli), Stramenopiles (fungus benzeri organizmalar), Oomycetes (sınıf), Peronosporales (takım) olarak sınıflandırılan; tür, melez, f. sp, var., ırk veya türden farklı (aff.) olarak 272 ve sınıflandırılmayan 567 takson içermektedir (Anonymous, 2018).

Phytophthora türlerinin az sayıda türe özelleşmiş (f. sp.), ırk veya varyeteleri olmasına rağmen bu türler çoğunlukla birden fazla konukçuyu hastalandırmaktadırlar (Hansen ve ark., 2013). Örneğin; *P. ramorum* Werres et al., *P. cinnamomi* Rands gibi bazı türlerin çok sayıda konukçuları vardır. Çok yıllık bitkilere saldıran *Phytophthora* türleri, bazı türler, *P. ramorum* ve *P. kernoviae* Brasier gibi, hariç genellikle bitkilerin toprak altı kısımlarını enfekte etmekte, kök ve kök boğazında çürüklüklere neden olmaktadır (Jung ve Blaschke, 1995; Erwin ve Ribeiro, 1996; Brasier ve Jung, 2006; Denman ve ark., 2009; Lilja ve ark., 2006) (Şekil 1a,b).

Kök ve kök boğazı enfeksiyonunun şiddetine bağlı olarak bitkilerde uçtan itibaren geriye doğru kuruma (dieback), ağaç taç kısmında seyrekleşme (Şekil 2a) ve enfeksiyon tüm kök veya kökboğazı çevresini kuşattığı zaman bitkide solgunluk ve kalıcı ölüm oluşmaktadır (Hook, 2011) (Şekil 2b). Yukarıda belirtilen bu etkiler enfeksiyon sonucu oluşan su iletiminin aksaması ile ortaya çıkmaktadır.

Şu anda Dünyada en çok yayılış gösteren *P. ramorum* ve *P. kernoviae* gibi bazı türler ise bitkilerin tüm yeşil aksamını enfekte ederler ve bitkilerde yanıklık (blight) olarak adlandırılan belirtilere yol açarlar (Şekil 3). Bu türler sporlarının daha kolay dağıtılması nedeniyle çok çabuk yayılırlar ve büyük tehlikeler oluştururlar. *P. ramorum* ABD'de, Avrupa'da orman ve parklardaki Meşelerde gövdelerde akıntılı kanserlere neden olup ani

ölümlere, Avrupa ve Kuzey Amerika'daki orman, park ve bahçelerde odunsu çalılar, süs bitkilerinde ise yaprak ve dallarda yanıklık, geri ölümlere neden olmaktadır (Grünwald ve ark., 2008).

Phytophthora türleri, Amerika ve Avrupa (Avustralya) orman ağaçlarında ciddi zararlar oluşturmaktadırlar. Ayrıca Avrupa ve Amerika ormanlarında pek çok *Phytophthora* türünün önemli zarar oluşturduğu da kayıtlıdır. Örneğin Brasier ve Jung (2003 ve 2006) Avrupa' da Akçaağaç, Kayın, Atkestanesi, Kestane ve Meşe ormanlarında birçok *Phytophthora* türünün zararlı olduğunu vurgulamışlardır. Diğer yandan Amerika' da sedir, *Notholithocarpus densiflorus* (Hook. & Arn.) Manos, Cannon & S.H.Oh, meşe, yalancı servi gibi türlerde de *Phytophthora*' ların zararlı olduğu bildirilmiştir (Hansen, 2015).

Pek çok *Phytophthora* türünün orman, park ve süs bitkilerinde yaygın olması nedenleri araştırılmış ve Avrupa'da 732 fidanlık ve 2525 orman fidanı, büyük ağaç, peyzaj bitkileri ve süs bitkileri üretim alanlarında yapılan inceleme sonucunda; 670 adet fidanlığın (%91,5) 49'u *Phytophthora* taksonu ile bulaşık olduğu saptanmıştır. Ele alınan diğer 2525 yetiştirme alanlarının 1667'sinde ise (%66) 56 *Phytophthora* taksonunun bulunduğu belirlenmiştir. Bu türlerden pek çoğunun Avrupa için egzotik türler olduğu da vurgulanmıştır. Bu bulaşıklılık kaynağının Avrupa orman ekosistemi için büyük risk taşıdığı da bildirilmiştir (Jung ve ark., 2016).

Ülkemiz orman, süs bitkileri ve fidanlıklarında bulunan *Phytophthora* hastalıkları konusu son zamanlarda ele alınmaya başlanmış olup bu derlemede orman ve süs bitkilerinde ülkemizde saptanan *Phytophthora* türleri, yayılışları toplanmış ve hastalıklarla savaşta alınması gereken önlemler belirtilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 1 *Phytophthora cinnamomi*'nin oluşturduğu a) kök boğazı çürüklüğü (b) yan köklerdeki kararma belirtileri (Akıllı ve ark., 2012a)

Figure 1 Symptoms caused by *Phytophthora cinnamomi*. a) Crown rot, b) Dark necrosis on the secondary roots



(a)



(b)

Şekil 2 *Phytophthora plurivora* enfeksiyonu ile meşelerde Zonguldak Buldan Deresi mevkiinde oluşan geriye ölüm (a) ve *P. cinnamomi*' nin Zonguldak, Ereğli, Yanık tepe mevkiinde neden olduğu tamamen ölüm (b)
Figure 2 a) Dieback symptoms caused by *Phytophthora plurivora* on oaks at Buldan Deresi location in Zonguldak, b) Completely killed trees by *P. cinnamomi* at Yanıktepe location in Zonguldak



Şekil 3 *Phytophthora kernoviae*'nin orman güllerinde oluşturduğu yanıklık belirtileri

(http://forestphytophthoras.org/gallery?species%5B%5D=2344&disease_symptoms%5B%5D=6&disease_symptoms%5B%5D=8&disease_symptoms%5B%5D=10&disease_symptoms%5B%5D=16&disease_symptoms%5B%5D=17)
Figure 3 Blight symptoms caused by *Phytophthora kernoviae* on *Rhododendron*

Orman Ağaçlarında Görülen *Phytophthora* Türleri

Son yıllarda orman, park, süs bitkilerinde ve fidanlıklardaki bitkilerde *Phytophthora* hastalıkları sık sık rapor edilmektedir ve özellikle fidanlıklardaki bulaşık materyal ile tesis edilen orman ve parklara bu hastalıkların taşındığı belirtilmektedir (Tjosvold ve ark., 2005; Frankel, 2008; Jung ve ark., 2016). Avrupa orman ekosisteminde bu hastalıkların önemli olumsuz etkileri olduğu da vurgulanmaktadır.

Meşelerde Saptanan Türler

Gerek ülkemizde gerekse Avrupa'da en yaygın orman ağaçlarından birisi meşedir. Ülkemizde de meşe 18 türü 4 takson ile en yaygın orman ağacı konumundadır (Aykut ve ark., 2008). Orman Genel Müdürlüğü kayıtlarına göre saf meşe ormanları genel orman alanımızın %25'ini kaplamaktadır. Ülkemizde 4 milyon ha verimsiz baltalık alanlar ile yaklaşık 300 bin hektar olan kapalı ve verimsiz meşe koru ormanları bulunmaktadır. Bu rakamlara göre de Türkiye'nin toplam orman varlığı olan alanın çoğunluğunu kaplamaktadır (Anonim, 2006).

Bu orman ağacımızda zaman zaman geriye ölüm ve kurumalar görülmüş ve bunun nedenleri araştırılmıştır. Bu

kuruma nedenlerinden birisi de *Phytophthora* spp.'nin yol açtığı kurumlardır. Meşelerde birçok *Phytophthora* türünün; Yaprak dökümü, yaprak sararması ve solgunluk, dal ölümleri, kabukta akıntı ve kök çürüklüğüne yol açtığı bilinmektedir. Avrupa'da meşelerde çok değişik *Phytophthora* türlerinin bulunduğu rapor edilmiştir. Bunlar arasında *P. cinnamomi*, *P. cambivora* (Petri) Buisman, *P. citricola* Sawada, *P. gonapodyides*, *P. megasperma* Drechsler, *P. cactorum* (Lebert & Cohn) J. Schröt. ve *P. cryptogea* Pethybr. & Laff. vardır. Bu türlere ek olarak 5 yeni tür; *P. quercina* T. Jung and T.I. Burgess, *P. europaea* Jung et al., *P. uliginosa* Jung et al., *P. psychrophila* Jung et al. ve *P. pseudosyringae* T. Jung and T.I. Burgess de saptanmıştır. Hala tanımlanmayan beklenen taksonlar da bulunmaktadır. Bazı türler geniş coğrafi alanlarda bulunurken, bazıları belirli yerlerden izole edilmişlerdir. İki en yaygın tür *P. quercina* T. Jung and T.I. Burgess olup, bunu *P. citricola* (*P. plurivora*) izlemiştir (Balcı ve Halmschlager, 2003).

Avrupa'da *Phytophthora* türlerinin değişik meşe türlerinde çökme ve geriye ölüm hastalıkları oluşturduğu belirlenmiştir. Örneğin; Neves ve Maia (2012) mantar

meşelerinde (*Quercus suber* L.) *P. cinnamomi*, *P. citrophthora* (R.E. Sm. & E.H. Sm.) Leonian, *P. cryptogea*, *P. psychrophila*, *P. quercina* ve *P. ramorum*' un kanser, kök çürüklüğü ve çökme (decline)'ye neden olduklarını; Corcobado Sánchez (2012) Pırnal meşelerinde (*Quercus ilex* L.) de *P. cinnamomi*, *P. cryptogea*, *P. gonapodyides*, *P. psychrophila*, *P. quercina* ve *P. syringae* (Kleb.) Kleb. türlerinin yaprak dökümü, yaprak sararması ve solgunluk, ölü dallar, kabuktan akıntı, kök çürüklüğü ve çökme yaptığını vurgulamıştır. Araştırmacı aynı zamanda fidanlıkarda, *Q. ilex* fidelerinin *P. cinnamomi*, *P. cryptogea*, *P. drechsleri* Tucker, *P. cambivora* ve *P. gonapodyides* tarafından enfekte edildiğini de belirtmiştir.

Meşelerde en saldırgan tür olarak belirlenen *Phytophthora* türlerinden biri olan *P. cinnamomi* daha çok ılıman bölgelerde bulunmakta, yazların çok sıcak ve kışların çok soğuk olduğu yerlerde gelişmemektedir (Vettraino ve ark., 2005). İklim değişikliği ile sıcakların az bir artışı ile bu etmenin Avrupa'da daha geniş alanlarda zararlı olacağı vurgulanmaktadır (Brasier, 1996).

Ülkemizde meşelerde *Phytophthora* hastalıkları ile ilgili ilk çalışma Balcı ve Halmşlager (2003) tarafından yapılmıştır. Araştırmacılar 1999-2001 yılları arasında Türkiye'nin 51 meşe sahasından toprak örnekleri toplamışlar ve tuzaklama yöntemi ile topraklarda mevcut *Phytophthora* türlerini belirlemişlerdir. Örneklenen dokuz meşe türünün altısından yedi *Phytophthora* türü elde edilmiştir. Bunlar; *P. cinnamomi*, *P. citricola*, *P. cryptogea*, *P. gonapodyides*, *P. quercina*, *Phytophthora* sp. 1 ve *Phytophthora* sp. 2' dir. Bu türlerden en sık izole edileni *P. quercina* olup daha çok meyilli ve kuraklığa hassas bölgelerde görülmüştür. Bu tür dört iklim bölgesinde altı meşe türünde saptanmış, bu da meşelerde *P. quercina*'nın yerleşmiş olduğunu göstermektedir. İki genç meşe türü fidanlarında yapılan patojenite çalışmalarında bu tür en düşük saldırganlık göstermiştir. En hassas tür olarak da *Q. petrea* (Matt.) Liebl. bulunmuştur. Meşelerde saptanan diğer ikinci yaygın tür olan *P. citricola* (*P. plurivora*), *P. quercina*'dan daha saldırgan bulunmuştur. Meşelerde en saldırgan tür ise *P. cinnamomi* olmuştur. Denenen iki meşe türünden *Q. cerris*, *Q. petrea*'ya nazaran *Phytophthora* spp. ye karşı daha dayanıklı bulunmuştur.

Tarafımızca yürütülen “*Phytophthora* türlerinin Karadeniz Bölgesi Orman Ekosisteminin Önemli Odunsu Taksonlarından Meşe (*Quercus* spp.), Kestane (*Castanea sativa*) ve Orman gülü (*Rhododendron* spp.)

Kurumlarındaki Rollerinin Belirlenmesi “adlı TÜBİTAK 108O888 nolu proje kapsamında Karadeniz bölgesi meşe ormanları da *Phytophthora* yönünden incelenmiş ve sadece Batı Karadeniz bölgesi Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü alanlarından 2 *Phytophthora* türü; *P. plurivora* (*P. citricola*) ve *P. quercina* elde edilmiştir (Maden ve ark., 2012).

Akıllı ve ark., (2013b) Zonguldak ile Çaycuma ve Devrek ilçeleri meşe alanlarından alınan toprak örneklerinden sıklıkla *Phytophthora plurivora* ve *P. quercina* elde etmişlerdir. Araştırmacılar bu *Phytophthora* türleri ile birlikte sık sık *Pythium* türlerini izole etmişler ve bunlardan bir türün (*P. anandrum*) meşelerde bu bölgede buluna *Phytophthora* türleri kadar saldırgan olduğunu bulmuşlardır (Şekil 4, Tablo 1). Bu bulgular meşe kurumalarında *Phytophthora* yanında *Pythium* türlerinin de payı olabileceği kanısını vermektedir.

Kestanelerde Belirlenen Türler

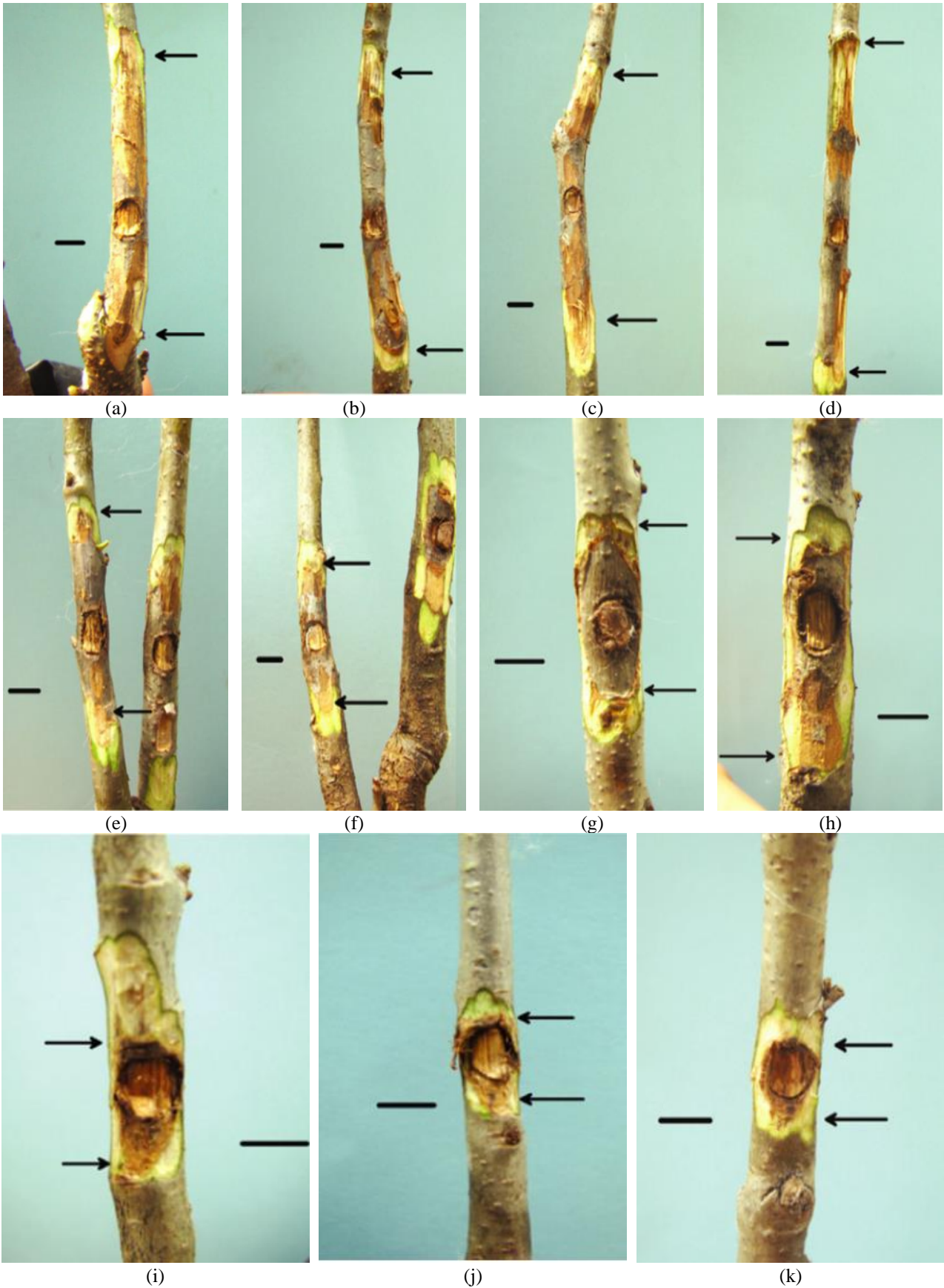
Kestane ülkemiz ormanlarının önemli bir ağaç türüdür. Orman Genel Müdürlüğü kayıtlarına göre ülkemizde 262,045 ha alanda Avrupa kestanesi (*Castanea sativa* L.) bulunmaktadır (Anonim, 2014). Ülkemizde kestanelerde *Phytophthora* varlığına dair ilk kayıt Erdem (1951)'e dayanmaktadır. Erdem (1951); Bazı araştırmacılar tarafından Türkiye'de yaygın kestane kurumlarının olduğunu belirtilmesi üzerine, 1948-1949 yılları arasında Türkiye kestane alanlarında incelemeler yapmıştır. Bu incelemeler sırasında kestane kurumları ile ilgili anket çalışmaları yapılmış ve ayrıca kestane hastalık belirtileri de incelemiştir. Yapılan anket çalışmalarında kestane kurumalarının bazı yörelerde çok öncelerden itibaren var olduğu bildirilmiştir. Örneğin Hopa'da yöre halkının ifadesine göre kestane kurumaları ilk defa takriben 40 yıl önce, Sürmene'de 22-23 yıl, Akçakoca'da 10-12 yıl, Bursa-Fidekızık'da 20-25 yıl önce görüldüğü bildirilmiştir. Araştırmacı yaptığı gözlemlerde kestanelerde genellikle ağaçların uçtan itibaren kurduğunu, bazen ağaçların aniden yapraklarının sarkarak solduğunu ve ağaçların kök boğazları açıldığında *Phytophthora* belirtileri için çok tipik olan alev şeklinde nekrozların oluştuğu ve bu kısımlarda koyu renkli akıntılar olduğu ve bu akıntılarının olduğu yerlerde toprağın bile siyahlaştığı, gövde nekrozlarının bazı yerlerde topraktan 85cm yukarıya kadar ilerlediğini belirtmiştir. Araştırmacı bu tipik belirtilerin Karadeniz ve Marmara bölgelerinin birçok yerinde bulunduğunu fakat hastalığın Ege bölgesindeki Ödemiş, Bozdağ ve Tire yörelerinde bulunmadığını ifade etmiştir.

Tablo 1 Bir *Pythium anandrum*, 2 *Phytophthora quercina* ve 4 *P. plurivora* izolatının sapsız meşe (*Quercus petrea*) fidanlarında inokülasyondan 60 gün sonra oluşturduğu ortalama nekroz boyları¹

Table 1 Average necrosis lengths caused by one *Pythium anandrum*, 2 *Phytophthora quercina*, and 4 *P. plurivora* isolates on sessile oak 60 days after inoculation

Türler ve izolat numaraları	Nekroz boyları (cm)
<i>P. quercina</i> (M-15)	5.0 ± 0.00 ^{a2}
<i>P. quercina</i> (M-13)	5.7 ± 2.15 ^a
<i>P. plurivora</i> (M-19)	10.5 ± 3.98 ^a
<i>P. plurivora</i> (M-8)	11.8 ± 3.05 ^a
<i>Py. anandrum</i> (M-12)	18.7 ± 14.50 ^b
<i>P. plurivora</i> (M-4)	19.3 ± 7.19 ^b
<i>P. plurivora</i> (M-7)	40.2 ± 14.03 ^c

¹Değerler 10 fidanın ortalamasıdır, ²Aynı harfi alan ortalamalar istatistiki olarak farklı değildir (P≤0.05)



Şekil 4 *Pythium anandrum* ve 2 *Phytophthora* türünün 3 yaşındaki sapsız meşe (*Quercus petrea*) fidanlarında inokülasyondan 60 gün sonra oluşturdukları nekrozlar. a,b) *Py. anandrum*; c,d) *Phytophthora plurivora* (M-7); e,f) *P. plurivora* (M-4); g, h) *P. plurivora* (M-8); i,j) *P. quercina* (M-13); k) Kontrol. Çubuklar 0.5 cm'yi, oklar nekrozların sınırlarını göstermektedir
Figure 4 Necrosis caused by *Pythium anandrum* and 2 *Phytophthora* species on Sessile oak (*Quercus petrea*) 60 days after inoculation. a,b) *P. anandrum*; c,d) *Phytophthora plurivora* (M-7); e,f) *P. plurivora* (M-4); g,h) *P. plurivora* (M-8); i,j) *P. quercina* (M-13); k) Control. Bars show 0.5 cm, arrows Show the boundaries of the necrosis

Tablo 2 Karadeniz Bölgesinde kestanelerden elde edilen *Phytophthora* türleri ve buldukları yerler*

Table 2 *Phytophthora* species obtained from Black Sea region and their locations of occurrences

Phytophthora türleri	Orman Bölge Müdürlüğü	Lokasyon	Koordinatlar
<i>P. cambivora</i>	Sinop	Türkeli	36 605511 D, 46 43891 K
		Ayancık	36 656042 D, 46 40261 K
<i>P. cinnamomi</i>	Bolu	Akçakoca	36 347471 D, 45 42146 K 36 352465 D, 45 42065 K İki fidanlık
		Giresun	Ordu-Ulubey
	Ordu-Merkez		Bir fidanlık
	Keşap		37 468822 D, 45 33496 K
	Trabzon	Espiye	37 469863 D, 45 33386 K
		Sürmene	37 591489 D, 45 27168 K
		Rize-Fındıklı	37 689122 D, 45 70924 K
		Rize-Fındıklı	37 689120 D, 45 70940 K
	Zonguldak	Ereğli-Yanıktepe	36 382344 D, 45 76718 K
		Ereğli	Bir fidanlık
<i>P. plurivora</i>	Amasya	Samsun-Salıpazarı	37 314089 D, 45 41904 K
	Sinop	Erfelek	36 659299 D, 46 37830 K
		Türkeli	36 607940 D, 46 43040 K

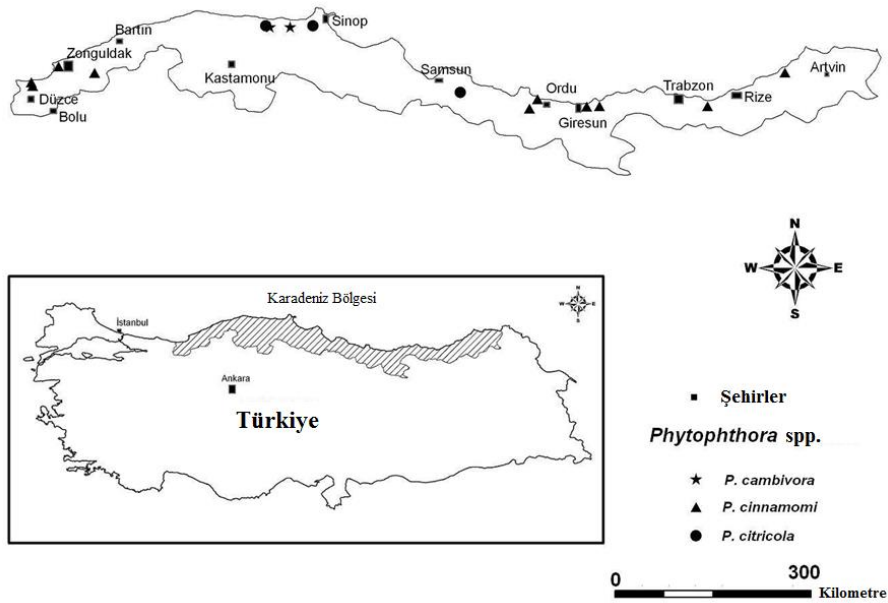
*Akıllı ve ark., 2012a

Tablo 3 Marmara ve Ege Bölgelerindeki illerde kestanelerde belirlenen *Phytophthora* türleri ve bulunuş oranları*

Table 3 *Phytophthora* species determined in Marmara and Aegean regions and their percentages

Bölgeler	Orman Bölge Müdürlükleri	<i>Phytophthora</i> Türleri	İncelenen ağaç sayısı	<i>Phytophthora</i> spp. bulunan örnek sayısı (%)
Marmara	Adapazarı	<i>P. cambivora</i>	12	3 (25%)
	Balıkesir	<i>P. cambivora</i>	14	5 (35%)
	Bursa	<i>P. cambivora</i>	8	3 (37%)
	İstanbul	<i>P. cinnamomi</i>	15	8 (53%)
Ege /Aegean	İzmir	<i>P. cambivora</i>	32	5 (15%)
		<i>P. plurivora</i>	32	4 (12%)
		<i>P. cryptogea</i>	32	1 (3%)
	Kütahya	<i>P. cambivora</i>	9	4 (44%)
	Muğla	<i>P. plurivora</i>	20	1 (5%)

*Akıllı ve ark., 2018

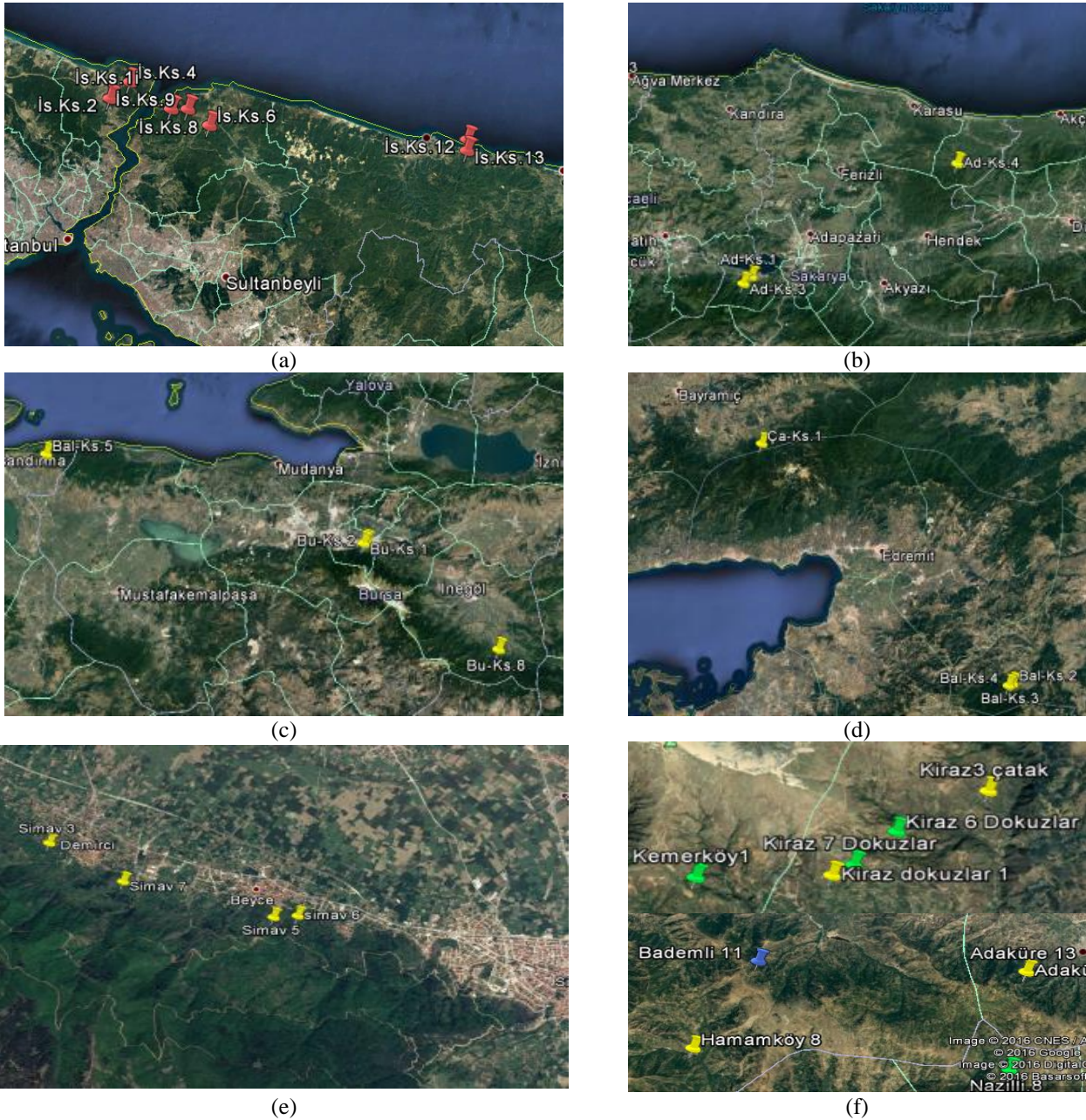


Şekil 5 Karadeniz Bölgesinde kestanelerde saptanan *Phytophthora* türlerinin dağılımı (Akıllı ve ark., 2012a)
Figure 5 Distribution of *Phytophthora* species determined in Black Sea region of Turkey (Akıllı et al., 2012a)

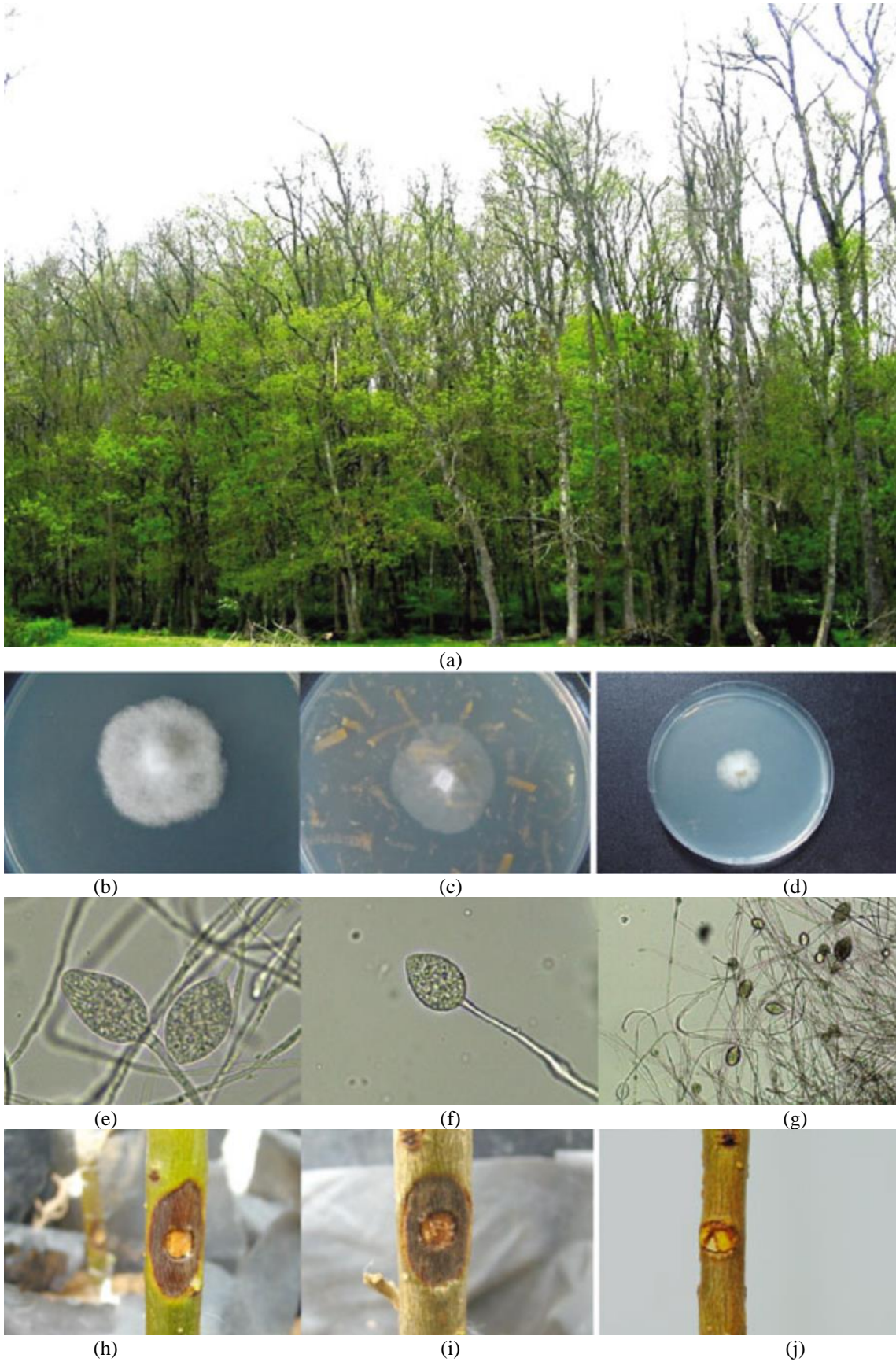
Erdem (1951) hastalıklı bitkilerden etmenin izolasyonu ve teşhisi ile ilgili laboratuvar çalışmaları yürütmüş, birkaç defa etmenin miselyal gelişmesine benzer kültürler elde etmesine rağmen hastalık etmeninin tanısında kullanılan sporangium ve zoospor gibi morfolojik özellikleri elde edememiştir. Fakat hastalık belirtilerinin tanımından, kestane *Phytophthora* kök çürüklüğünün çok eski yıllardan bu yana ülkemizde bulunduğu anlaşılmaktadır.

Daha sonra Akdoğan (1970), Bursa ili Cumalıkızık köyünde, mürekkep hastalığı ile ilgili yürüttükleri mücadele çalışmaları sırasında, kestanelerde *P. cambivora* 'nın neden olduğu mürekkep hastalığının rivayete göre 1925' den 1968' e kadar Bursa merkezinde 19715 ağacı kurduğunu belirtmiştir. Bu kayıta yer

almasına rağmen *P. cambivora* ile ilgili tanısıl bir çalışma yapılmamış sadece belirtilere ve kaynaklara dayalı bir hastalık teşhisi ifade edilmiştir. Bu kaynağa dayalı olarak da Biçici ve Çınar (1990) Türkiye' de 20,000 kestane ağacının *P. cambivora* tarafından öldürüldüğünü rapor etmişlerdir. Bu etmenin morfolojik özelliklerine dayalı tanısı hakkında bilimsel bir çalışma mevcut değildir. Ayrıca, kestane'de *P. cambivora*' nın neden olduğu Mürekkep hastalığının, Doğu Karadeniz bölgesinde Hopa, Borçka, Sürmene; Batı Karadeniz bölgesinde Zonguldak Akçakoca, İstanbul-Belgrat ormanında, Bursa ve İnegöl civarında mevcut olduğu bir ders kitabında yer almıştır. Ancak bu kaynakta bulguların kime ait olduğu zikredilmemiştir (Çanakçıoğlu ve Eliçin, 1998).



Şekil 6 *Phytophthora* türlerinin Marmara ve Ege bölgelerindeki dağılımı. a) İstanbul, b) Adapazarı, c) Bursa, d) Balıkesir, e) Kütahya, f) İzmir ve Muğla orman bölge müdürlükleri alanları. Kırmızı işaretler *P. cinnamomi*, sarılar *P. cambivora*, yeşil *P. plurivora* ve mavi *P. cryptogea* dağılımını göstermektedir
Figure 6 Distribution of *Phytophthora* species in Marmara and Aegean regions. a) İstanbul, b) Adapazarı, c) Bursa, d) Balıkesir, e) Kütahya, f) İzmir ve Muğla regional forestry directorates



Şekil 7 a) Geriye ölüm belirtileri gösteren *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* korusu; b,d) *Phytophthora lacustris*'in sırasıyla CMA, GCA ve PDA ortamlarında, karanlıkta, 22° C'de 7 günlük gelişimi; e,g) GCA ortamında geliştirilen ve toprak ekstraktında oluşan sporangium'ları; h,i) Üç yaşındaki dişbudak fidanlarında oluşan nekrozlar; j) Yara üzerinde kallus oluşumu gösteren fidan

Figure 7 a) *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* stand b, d) Growth of *Phytophthora lacustris* on CMA, GCA and PDA respectively, in dark, at 22° C for 7 days; e–g) Sporangia formed in soil extract grown on GCA; h,i) Necrosis formed on three years old saplings; j) Sapling showing callus formation around the wound

Türkiye’ de kestanelerde morfolojik ve moleküler özelliklere dayalı ilk *Phytophthora* kaydı Çeliker ve Onoğur (2009) tarafından yapılmıştır. Araştırmacılar Marmara ve Ege bölgelerinde murekkep hastalığı belirtileri gösteren; Balıkesir İvrindi’den 3, İzmir Beydağ’dan 1, Kütahya Simav’dan 2 ve Manisa Salihli’den 2 olmak üzere 8 yöreden 11 toprak örneği almışlardır. Araştırmacılar bu toprak örneklerinden *Azela* yaprakları kullanarak tuzaklama yöntemi ile *Phytophthora* türlerini belirlemeye çalışmışlar ve tipik olarak *Phytophthora* sp.’ ye benzeyen 4 izolat elde etmişlerdir. Araştırmacılar bu elde edilen izolatların sadece birinde “K-2” *Phytophthora* morfolojik özellikleri saptamış ve tanı için bu izolat Almanya’da Sabine Werres’ e ve Belçika’da Kris van Poucke’ye gönderilmiş, ilk araştırmacı (Sabine Werres) bu izolatu morfolojik özelliklerine göre *P. cactorum* olarak, ikinci araştırmacı ise moleküler özelliklerine göre *P. cactorum* × *P. hedraandra* olarak teşhis etmişlerdir. Araştırmacılar bu izolatin kestane fidelerinde yaptıkları kabuk inokülasyonları sonucunda inokülasyondan 3 ay sonra ortalama 3,9 cm uzunluğunda nekrozlar oluşturduğunu bulmuşlardır.

Ülkemizde kestanelerde kapsamlı *Phytophthora* kök çürüklüğü çalışmaları ilkin Karadeniz Bölgesinde başlatılmıştır. Akıllı ve ark. (2012a) bu bölgede yürüttükleri çalışmada; 76 yöreden kestane toprak örnekleri toplamışlar ve tuzaklama yöntemi ile kestanelerden 3 *Phytophthora* türü; *P. cambivora*, *P. cinnamomi* ve *P. plurivora* (*P. citricola*) izole etmişlerdir. Bu türlerin tanısı hem etmenlerin morfolojik ve fizyolojik özellikleri, hem de moleküler yöntemlerle etmenlerin ITS bölgesi gen sırasının GenBankası’nda mevcut türlerle karşılaştırılması ile gerçekleştirilmiştir. Bu türlerden *P. cambivora* Sinop Orman Bölge Müdürlüğü alanında 2 yöreden; *P. plurivora* Sinop ve Amasya Orman Bölge Müdürlükleri alanlarında (Samsun) 3 yöreden, *P. cinnamomi* ise Bolu, Zonguldak, Giresun, Trabzon Orman Bölge Müdürlükleri alanlarından 7 yöreden elde edilmiştir. Elde edilen *Phytophthora* türlerinin patojenlikleri 2-3 yaşlarında kestane (*Castanea sativa*) fidanlarında gövde inokülasyon tekniği kullanılarak araştırılmış ve *P. cinnamomi* ile *P. cambivora* en saldırgan türler olduğu, *P. plurivora*’nın bu konukçuda

fazla saldırgan olmadığı saptanmıştır. Araştırmacılar bu çalışmalarında *Phytophthora* türlerinin buldukları alanların GPS koordinatlarını da sunmuşlardır (Şekil 5, Tablo 2).

Akıllı ve ark. (2012b) ve Katırcıoğlu ve ark. (2017) Marmara ve Ege bölgelerinde kestanelerde *Phytophthora* kök çürüklüklerini araştırmışlardır. Araştırmacılar; Marmara Bölgesinden 49, Ege Bölgesinden 61 olmak üzere toplam 110 toprak örneğinde tuzaklama yöntemi ile *Phytophthora* türlerini belirlemişlerdir. Bu bölgelerde *Phytophthora* kök çürüklükleri üniform bir dağılıma göstermemiştir. Örneğin *P. cinnamomi*, sadece İstanbul çevresinde bulunurken (Şekil 6) *P. cambivora* Marmara ve Ege bölgelerinde daha yaygın olarak bulunmuştur (Şekil 6). Araştırmacılar bu bölgelerin her tarafında yer yer *Phytophthora* kök çürüklüğü belirtileri bulunduğunu, ancak alınan örneklerin hepsinde bu etmeni bulamadıklarını, bunu da toprak örneklerinin alındığı dönemlerde devam eden kuraklığa bağladıklarını vurgulamışlardır.

Örneklerden en yüksek oranda *Phytophthora* spp. tespiti %53 ile İstanbul bölgesi olmuş, bunu %47 ile Kütahya ve %37 ile Bursa bölgeleri izlemiştir. Ege bölgesinde *Phytophthora* spp. tespiti oranları Kütahya bölgesi hariç düşük olmuştur (Tablo 3).

Diğer Orman Ağaçlarında Saptanan Türler

Dişbudak

Ülkemizde daha çok sulak alanlarda sınırlı olarak bulunan dişbudak ağaçlarında yer yer geriye ölüm belirtileri Sinop yakınlarında 490 ha lık bir alanda görülmüştür. Bu geriye ölüm belirtileri gösteren ağaçlarda dişbudaklarda kanser ve geriye ölüme yol açan *Chalara fraxinea* T. Kowalski (teleomorph *Hymenoscyphus pseudoalbidus*) hastalığı belirtilerine rastlanmamış ve hasta bitkilerin köklerinde çürümelere rastlanmıştır. Bu tip ağaç köklerinden alınan toprak örnekleri *Phytophthora* bakımından incelenmiş ve 10 örnekten 4’ünde *Phytophthora* sp. elde edilmiş ve bu tür daha sonra *P. lacustris* Brasier, Cacciola, Nechwatal, T. Jung & Bakonyi olarak tanılanmıştır (Akıllı ve ark., 2013a) (Şekil 7).



Şekil 8 Kastamonu, Taşköprü Karapürçek karaçam ağaçlama alanında görülen a) Genç ağaçlardaki kurumalar, b) Kurumakta olan ağaçların köklerinde oluşan çürüklük

Figure 8 Symptoms observed in a reforested area with black pine near Taşköprü, Kastamonu. a) Dead young trees b) Necrosis formed on the roots of newly killed young tree



Şekil 9 Kurumakta olan atkestaneleri gövdelerinde kök boğazında görülen kahverengi nekrozlar
Figure 9 Brown necrosis observed on horse chestnuts showing decline symptoms

Karaçam

Ülkemizde karaçamlarda ölüm çok dikkat çeken bir durum değildir. Ancak Kastamonu, Taşköprü, Karapürçek orman ağaçlama sahasında şiddetli kurumalar (Şekil 8a) görülmüş ve bu bölgede yapılan incelemelerde bitkilerde şiddetli bir kök çürüklüğü saptanmıştır (Yayımlanmamış çalışma) (Şekil 8).

Kurumakta olan ağaçların kök rizosferinden alınan toprak örneklerinden tuzaklama yöntemi ile *Phytophthora cambivora* ve *P. cryptogea* elde edilmiştir.

Şimşir

Şimşirlerde son yıllarda yürütülen çalışmalarda ülkemizin bazı bölgelerinde tamamen kurumuş şimşirlerin rizosfer topraklarında 2 *Phytophthora* türü elde edilmiştir. Bunlarda *P. plurivora* Karadeniz Bölgesinde 2 ayrı yerden, *P. occultans* bir bölgeden elde edilmiştir. Bu türlerin ikisi de şimşirlerde patojen bulunmuştur. Şimdilik sınırlı alanlarda bulunan bu türlerin ileride yayılma olasılıkları vardır (Akıllı ve ark., 2017).

Park ve Süs Bitkilerinde Görülen Türler

Atkestanesi

Park ağaçları arasında *Phytophthora* kök çürüklüğüne en hassas türler arasında Atkestanesi yer almaktadır. Gerek ülkemizde gerekse diğer ülkelerde bu park ağacında sekiz *Phytophthora* türünün hastalık yaptığı kayıtlıdır (Werres ve ark., 2012).

Ülkemizde Atkestanesinde *Phytophthora* ile ilgili kayıt 2002 yılına dayanmaktadır. İntini ve ark., (2002) Ankara'da bir parkta Atkestanesinde yaprak sararması, yapraklarda küçülme, gövde ve ana dallarda koyu renkli akıntılı nekrozlara rastladıklarını ve bu nekrozların çevresindeki dokulardan *P. cactorum* izole ettiklerini ve sağlıklı dallara inoküle edilen Atkestanelerinde aynı belirtileri elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Akıllı ve ark., (2012c) daha sonra Türkiye Büyük Millet Meclisi girişinde yer alan yaklaşık 40 yıllık atkestanelerinde birkaç ağaçta kurumaları incelemişler ve bu ağaçların kök boğazlarında kahverengi nekrozların

oluşturduğunu gözlemlemişlerdir (Şekil 9). Araştırmacılar kök çevresinde aldıkları toprak ve ince kök örneklerinden atkestanesi için Türkiye'de yeni bir *Phytophthora* türü, *P. citrophthora* elde etmişlerdir. Araştırmacılar bu türü gerek morfolojik özelliklerine gerekse moleküler özelliklerine göre (ITS gen bölgesi dizini belirlenerek) teşhis etmişlerdir. Akıllı ve ark., (2012c) at kestanelerindeki bu türün ağaçların kök çevresine çiçek ekilmesi ile bulaşabileceği ve çok sulama ile hastalığın şiddetleneceğini vurgulamışlardır. Araştırmacılar daha sonra Ankara parklarında yaptıkları incelemelerde Gençlik Parkında atkestanelerinde aynı tipte kurumaların olduğunu ve yine bu tip ağaçların kök çevresinde alınan toprak örneklerinde *P. citrophthora* izole ettiklerini belirtmişlerdir.

Atkestanesi *Phytophthora* enfeksiyonlarına çok duyarlı bir ağaç olup dünyada bu ağaca saldıran 8 *Phytophthora* türü belirlenmiştir. Bunlar; *P. cactorum*, *P. cambivora*, *P. citricola*, *P. citrophthora*, *P. kernoviae*, *P. megasperma*, *P. obscura*, *P. ramorum*' dir (Werres ve ark., 2012).

Kokarağaç

Kokarağaç çok fazla kullanılan bir park ağacı olmamakla beraber hızlı gelişmesi nedeniyle bazen tercih edilmektedir. Ankara parklarında yaptığımız incelemelerde Kurtuluş parkında yer alan kokarağaçlarda kök çürüklüğü nedeniyle şiddetli kurumalar gözlenmiş ve alınan toprak örneklerinden *Phytophthora nicotianae* izole edilmiştir (Şekil 10). Bu ağaçta şu ana kadar herhangi bir *Phytophthora* türü saptanmamıştır.

Fidanlıklarda Belirlenen Türler

Ülkemiz orman ve park ağacı üreten fidanlıklar farklı zamanlarda hastalıklar yönünden incelenmiş ve *Phytophthora* hastalıklarının birçok fidanlıkta değişik ağaç türlerinde bulunduğu belirlenmiştir. Orman fidanlıklarında saptanan *Phytophthora* türleri Tablo 4' de sunulmuştur.

Tablo 4 Orman fidanlıklarında saptanan *Phytophthora* türleri
Table 4 *Phytophthora* species determined in forest nurseries

<i>Phytophthora</i> türleri	Bulunduğu fidanlık	Bulunduğu bitki	Kaynaklar
<i>P. cinnamomi</i>	Ordu, Devrek (Gökçebey), Akçakoca	Kestane	Akıllı ve ark. (2010)
<i>P. cryptogea</i>	Çankırı (Kenbağ)	Karaçam	Akıllı ve ark. (2010)
<i>P. cactorum</i>	İzmir (Torbalı)	Defne	
<i>P. citricola</i>	Adapazarı (Hendek) Muğla (Gökova) Antalya (Elmalı)	Şimşir Şimşir Sedir	Aday (2014)
<i>P. megasperma</i>	Adapazarı (Hendek)	Kestane	
<i>P. syringae</i>	İzmir (Torbalı) Antalya (Elmalı)	Sedir Sedir	



Şekil 10 Kokarağaçlarda *Phytophthora nicotianae*' dan dolayı kurumlardan görünüm
Figure 10 A view from the trees of heaven caused by *Phytophthora nicotianae*



Şekil 11 *Phytophthora* ' ların yayılmasına karşı alınan uyarı önleminde görünüm
Figure 11 A notice put to prevent distribution of *Phytophthora* spp.

Phytophthora Hastalıklarına Karşı Alınması Gereken Önlemler

- *Phytophthora* hastalıkları birçok konukçuyu hastalandıran ve çok hızlı gelişen etmenlerdir. Bu etmenlerin yol açtığı kök ve kök boğazı hastalıklarının önlenmesinde kullanılan etkili ve çevreye olumsuz etkisi olmayan ilaçlar mevcuttur. Bunlardan en etkili ve kullanışlı olan Fosforoz asit bileşimli ilaçlardır. Bu etken madde yapraklardan uygulandığı gibi gövde enjeksiyonu tekniği ile de başarılı bir şekilde kullanılabilir. Ancak bu uygulamaların sürekli yapılması gerekir bu da işgücü ve mali bir yük getirmektedir. Ayrıca hızlı yayılan ve çok konukçulu olan *P. ramorum* ve *P. kernoviae* gibi türlerle savaşta bu uygulamalar da pratik değildir.
- *Phytophthora* hastalıklarının önlenmesinde öncelikle hastalıkların bir yere bulaşmalarının önüne geçilmelidir. Hastalıkların taşınmasında en önemli rolü hastalıklı fidanlar oynamaktadır. Bu hastalıkların karantina önlemleri ile taşınmasının önlenmesi de çok zordur. Çünkü bulaşık çok sayıda materyalin hem test edilmesi pratik değildir hem de çoğu kez bu hastalıklar belirtisiz taşınmaktadır. Fidanlarla hastalıkların taşınmasının önlenmesi için alınması gereken önlemlerin ortaya konması için açılan COST aksiyonu (FP1401) çalışmalarında fidanlıkların uzman kişilerce sıkı kontrolü istenmektedir.
- Hastalıkların bulunduğu yerlerde bunların yayılmaları için önlemler alınmalıdır (Şekil 11). Bunun için bu hastalıkların yayılış alanları belirlenmeli, mümkünse bu alanlar aşağıda şekilde görüldüğü gibi, araç ve hayvan girişlerine kapatılmalıdır.
- Tehlikeli türler, *P. ramorum*, gibi ilk görüldükleri zaman hızlı bir şekilde eradike edilmeli (Şekil 12) ve bu türün olduğu ülkelerden fidan ithali durdurulmalıdır. Bu gibi hastalıklar için dünyada fidan ticaretinin durdurulması önerileri de mevcuttur. Örneğin Montesclaros deklasyonu gibi (<https://www.iufro.org/science/divisions/division-7/70000/publications/montesclaros-declaration/>).
- Ağaç diplerine çiçek dikimi de bu hastalıkların bulaşmasında önemli bir kaynaktır. Bu nedenle süs bitkileri fide üretim yerleri de bu hastalıklar yönünden kontrol edilmeli, ağaç diplerine çiçek dikiminden vazgeçilmelidir (Akıllı ve ark., 2012c).
- Bir ülkede bu hastalıkların yayıldıkları sınırlar belirlenmeli, hastalıkların yayılışlarını önlemek için halk ve ilgili kuruluşlar bilinçlendirilmeli, bu iletişim araçları ile kolaylaştırılmalıdır.



Şekil 12 *Phytophthora* ile enfeksiyonlu fidanların yakılarak yok edilmesinden görünüm
Figure 12 A Picture showing destruction of infected saplings by burning

Kaynaklar

- Aday Kaya G. 2014. Türkiye'nin Batısında Yer Alan Orman Fidanlıklarında Geniş Ve İğne Yapraklı Fidan Türlerinde Kök Çürüklüğüne Neden Olan Ökaryot Patojenlerin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 140s. Isparta.
- Akdoğan S. 1970. Kestane Mürekkep Hastalığı (*Phytophthora cambivora* Petri) mücadelesi üzerine araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni, 10(2): 121–130.
- Akıllı S, Katırcıoğlu YZ, Maden S. 2010. Türkiye'deki Bazı Orman Fidanlıklarında Fungusların Neden Olduğu Hastalıklar Üzerinde Çalışmalar. Düzce Üniversitesi, Ormancılık Dergisi, 6(2):1–10.
- Akıllı S, Ulubaş-Serçe Ç, Katırcıoğlu YZ, Maden S. 2012a. Involvement of *Phytophthora* spp. In chestnut decline in the Black Sea region of Turkey. Forest Pathology, 42(5):377–386.
- Akıllı S, Katırcıoğlu YZ, Maden S. 2012b. *Phytophthora* Türlerinin Marmara Bölgesi Orman Ekosisteminin Önemli Odunsu Taksonlarından, Kestane (*Castanea sativa*) Kurumalarındaki Rollerinin Belirlenmesi. 1110494 nolu TÜBİTAK projesi sonuç raporu, 25s. Ankara.
- Akıllı S, Ulubaş-Serçe Ç, Katırcıoğlu YZ, Maden S. 2012c. *Phytophthora citrophthora*, a new pathogen causing decline on horse chestnut in Turkey. Forest Pathology, 42(4), pages 299–304.
- Akıllı S, Ulubaş Serçe Ç, Katırcıoğlu YZ, Maden S. 2013a. *Phytophthora dieback* on Narrow leaved ash in the Black Sea region of Turkey. Forest Pathology, 43(3): 252–256.
- Akıllı S, Ulubaş Serçe Ç, Katırcıoğlu YZ, Maden S. 2013b. Does *Pythium anandrum* contribute to the dieback of sessile oak (*Quercus petraea*) in Turkey? Forest Pathology, 43(6): 505–508.
- Akıllı S, Katırcıoğlu YZ, Maden S. 2017. Marmara ve Karadeniz Bölgeleri Şimşir Orman Alanlarında ve Fidanlıklarında Görülen Fungal Kuruma Nedenlerinin Araştırılması. TÜBİTAK-1001 proje sonuç raporu:41s.
- Anonim 2006. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Meşe Ormanlarının Rehabilitasyonu Eylem Planı, 2006-2015.
- Anonim 2014. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, 2013-2017 Kestane Eylem Planı.
- Anonymous 2018. NCBI *Phytophthora* web sayfası. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh?Db=mesh&Cmd=DetailsSearch&Term=%22Phytophthora%22%5BmeSH+Terms%5D>
- Ayıkut Y, Uslu E, TekinBabaç M. 2008. Karyological studies on four *Quercus* L. Species in Turkey. Caryologia, 61(4): 397–401.
- Balci Y, Halmshlager E. 2003. *Phytophthora* species in oak ecosystems in Turkey and their association with declining oak trees. Plant Pathology, 52: 694–702.
- Biççi M, Çınar A, 1990. A review of *Phytophthora* diseases of different Mediterranean crops in Turkey. EPP/EPO Bulletin, 20:101–105.
- Brasier CM, Jung T. 2003. Progress in understanding *Phytophthora* diseases of trees in Europe. In: *Phytophthora* in forests and natural ecosystems. Proceedings of the Second International Meeting of IUFRO Working Party 7.02.09, Albany, Western Australia, 2001, eds JA McComb, GESTJ Hardy and I Tommerup. Murdoch University Print, Perth, Australia, 4–18.
- Brasier CM, Jung T. 2006. Recent developments in *Phytophthora* diseases of trees and natural ecosystems in Europe. Progress in Research on *Phytophthora* Diseases of Forest Trees Proceedings of the Third International IUFRO Working Party S07.02.09 Meeting at Freising, Germany, 11–18 September 2004.
- Brasier CM. 1996. *Phytophthora cinnamomi* and oak decline in southern Europe. Environmental constraints including climate change. Ann.Sci.For., 53:347–358.
- Corcobado Sánchez T. 2012. *Quercus ilex* L. (Holm meşesi)' de *Phytophthora*. JKI Data Sheets – Plant Diseases and Diagnosis, ISSN: 2191-1398 :1-9 DOI: 10.5073/jkidsppd.2013.011.
- Çanakçıoğlu H, Eliçin G. 1998. Fitopatoloji (özel bölüm). İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları: 28-31, İstanbul.
- Çeliker M, Onoğur E. 2009. Preliminary Studies on the Fungal Disorders Especially on Ink Disease Causing Decline of chestnut Trees in Turkey. Proceedings of International Workshop on Chestnut Management in Mediterranean Countries Eds.: A. Soylu and C. Mert. Acta Hort. 815: 227-231.
- Denman S, Kirk SA, Moralejo E, Webber J. 2009. *Phytophthora ramorum* and *Phytophthora kernoviae* on naturally infected asymptomatic foliage in Bulletin OEPP/EPO Bulletin 39(1):105 - 111 March 2009. DOI: 10.1111/j.1365-2338.2009.02243.x
- Erdem R. 1951. Türkiye'deki Kestane Ölümünün Sebepleri ve Savaş, İmkanları. Tarım Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Sayı No: 102, Seri 11, Ankara
- Erwin DC, Ribeiro OK. 1996. *Phytophthora* Diseases Worldwide. St Paul, MN: APS Press.
- Frankel SJ. 2008. Sudden oak death and *Phytophthora ramorum* in the USA: a management challenge Australasian Plant Pathology, 37: 19–25.
- Grünwald NJ, Goss EM, Press CM. 2008. *Phytophthora ramorum*: a pathogen with a remarkably wide host range causing sudden oak death on oaks and ramorum blight on woody ornamentals. Molecular Plant Pathology, 9(6): 729–740.
- Hansen E, Reeser P, Sutton W, Sims L. 2013. Host and Habitat Index for *Phytophthora* Species in Oregon. Proceedings of the Sudden Oak Death Fifth Science Symposium, General Technical Report PSW-GTR-243:142-145.
- Hansen EM. 2015. *Phytophthora* Species Emerging as Pathogens of Forest Trees. Current Forestry Reports, 1(1): 16–24.
- Hook KK. 2011. Susceptibility of native plant species to *Phytophthora cinnamomi* and the spread of *Phytophthora dieback* in South Australia. Doctora thesis. The University of Adelaide. School of Agriculture, Food and Wine Faculty of Sciences: 1-200.
- Intini M, Gurer M, Ozturk S. 2002. First Report of Bleeding Canker Caused by *Phytophthora cactorum* on Horse Chestnut in Turkey. Plant Diseases, 86 (6): 697.

- Jung T, Orlikowski L, Henricot B, Abad-Campos P, Aday AG, Aguín Casal O, Bakonyi J, Cacciola SO, Cech T, Chavarriaga D, Corcobado T, Cravador A, Decourcelle T, enton G, Diamandis S, Dođmuş-Lehtijärvi HT, Franceschini A, Ginetti B, Green S, Glavendekić M, Hantula J, Hartmann G, Herrero M, Ivic D, Horta Jung M, Lilja A, Keca N, Kramarets V, Lyubenova A, Machado H, Magnano di San Lio G, Mansilla Vázquez PJ, Marçais B, Matsiakh I, Milenkovic I, Moricca S, Nagy Z Á, Nechwatal J, Olsson C, Oszako T, Pane A, Paplomatas EJ, Pintos Varela C, Prospero S, Rial Martínez C, Rigling D, Robin C, Rytönen A, Sánchez M E, Sanz Ros A V, Scanu B, Schlenzig A, Schumacher J, Slavov S, Solla A, Sousa E, Stenlid J, Talgø V, Tomic Z, Tsopelas P, Vannini A, Vettraino AM, Wenneker M, Woodward S, Pérez-Sierra A. 2016. Widespread *Phytophthora* infestations in European nurseries put forest, semi-natural and horticultural ecosystems at high risk of *Phytophthora* diseases, For. Path. 46:134–163.
- Jung T, Blaschke H. 1995. *Phytophthora* root rot in declining forest trees. - Phyton (Horn, Austria), 36 (3): 95 – 102.
- Katirciođlu YZ, Akıllı S, Maden S. 2017. Ege Bölgesi kestane (*Castanea sativa*) alanlarında kurumalara neden olan *Phytophthora* türleri ve yaygınlıklarının belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, 15B0447002 nolu Bilimsel Araştırma Projesi sonuç raporu: 22s.
- Lilja A, Kokkola M, Hantula J, Parikka P. 2006. *Phytophthora* spp. a new threat to tree seedlings and trees. Aktuelt fra skogforskningen: 48-53.
- Maden S, Akıllı S, Katirciođlu YZ. 2012. *Phytophthora* türlerinin Karadeniz Bölgesi orman ekosisteminin önemli odunu taksonlarından Meşe (*Quercus* spp.), Kestane (*Castanea sativa*) ve Orman gülü (*Rhododendron* spp.) kurumalarındaki rollerinin belirlenmesi. TÜBİTAK 108O888 nolu proje sonuç raporu.
- Neves D, Maia C. 2012. *Quercus suber* L. (mantar meşesi)' de *Phytophthora*. JKI Data Sheets, Plant Diseases and Diagnosis, ISSN: 2191-1398:1-9.
- Tjosvold SA, Buermeyer KR, Blomquist C, Frankel S. 2005. Nursery guide for diseases caused by *Phytophthora ramorum* on ornamentals: Diagnosis and Management. University of California, ANR Publication 8156.
- Vettraino AM, Morel O, Perlerou C, Robin C, Diamandis S, Vannini A. 2005. Occurrence and distribution of *Phytophthora* species in European chestnut stands, and their association with ink disease and crown decline. European Journal Plant Pathology, 111:169–180.
- Werres S, Akıllı S, Maden S. 2012. *Aesculus hippocastanum* L. (At kestanesi)' da *Phytophthora*. JKI Data Sheets, ISSN: 2191-1398: 1-8.