



Araştırma Makalesi

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

Kander KOÇ^{1*} Ali ERKİLİÇ¹

ÖZ

Bu çalışmada Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan Antep fıstığı üretim alanlarında, kurumalara neden olabilecek bazı toprak kökenli fungal patojenler araştırılmıştır. Gaziantep, Şanlıurfa ve Kilis illerinde bulunan 48 farklı Antep fıstığı bahçesinde 2021 yılı yetiştiricilik sezonu Haziran ve Eylül aylarında 1.900 ağaç incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda en yüksek hastalık şiddeti ve hastalık yaygınlığı sırasıyla %11.4 ve %94.4 oranı ile Şanlıurfa ilinde, en yüksek hastalık oranı ise %23.1 ile Gaziantep ilinde belirlenmiştir. Çalışma kapsamında kök bölgesinde yapılan izolasyonlarda %73.3 oran ile en fazla *Clonostachys rosae* etmeni, gövdeden yapılan izolasyonlarda ise %44.2 oran ile en fazla *Fusarium* spp. türleri tespit edilmiştir. Yürütülen patojenisite çalışmaları kapsamında, en geniş enfeksiyon alanlarını; UCB-1 genotipi anacında *Fusarium oxysporum*, *Pistacia vera* genotip anacında *Nectria* sp., Buttum genotip anacında *Alternaria alternata* etmenleri oluşturmuştur.

Anahtar Kelimeler: Antep fıstığı (*Pistacia vera*), Toprak kökenli funguslar, Ağaç ölümleri

Investigation of Drying of Trees Caused by Soil-Borne Pathogens in Pistachio Fields of Southeastern Anatolia Region

ABSTRACT

In this thesis, some soil-borne fungal pathogens causing drying were investigated in pistachio production areas in the Southeastern Anatolia Region. Survey studies showed that the highest disease severity and disease prevalence were determined in Şanlıurfa with 11.4% and 94.4%, respectively, and the highest disease rate in Gaziantep with 23.1%. *Clonostachys rosae* was the most common with 73.3% in the isolations made in the root region, and *Fusarium* spp species was determined the most with 44.2% in the isolations made from the stem. As a result of the pathogenicity study, the largest areas of infection; *Fusarium oxysporum* on UCB-1 genotype rootstock, *Nectria* sp. on *Pistacia vera* genotype rootstock, *Alternaria alternata* on Buttum genotype rootstock.

Key Words: Pistachio (*Pistacia vera*), Soil-born fungi, Tree deaths

ORCID ID: (Yazar sırasına göre)
0000-0002-6784-8423, 0000-0002-9990-4194

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 25.05.2023
Kabul Tarihi: 13.12.2023

¹ Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma A.B.D., Sarıçam, Adana
E-posta: kanderkoc33@gmail.com

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

Giriş

Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.), Anacardiaceae familyasına dahil bir tür olup kökeninin Orta ve Batı Asya'nın kurak bölgeleri olduğu bildirilmekle birlikte bu türün Akdeniz havzasının geneline dağıldığı rapor edilmiştir (Tomaino ve ark., 2010). Antep fıstığının Güneydoğu Anadolu bölgesinde Etiler döneminde kültüre alındığı ve bu dönem de kralların sofralarında bulunduğu bildirilmiştir (Tekin ve ark., 2001). Antep fıstığının, Kuzey ve Güney yarımkürelerin 30°-45° paralelleri arasında uygun mikro klima alanlarında yetiştirildiği bilinmektedir (Bilgen, 1973; Tekin ve ark., 1995; Tekin ve ark., 2001). Bu paraleller arasında yer alan Amerika Birleşik Devletleri (ABD), İran, Türkiye, Çin ve Suriye dünya da en fazla Antep fıstığı üretiminin yapıldığı ülkelerin başında gelmektedir (Anonmyous, 2023). Vavilov'un belirttiğine göre; Antep fıstığının dünyada bilinen 2 gen merkezi bulunmaktadır. Ülkemizin bu gen merkezlerinden "Yakın Doğu" gen merkezi üzerinde yer almaktadır. Ülkemizde ise Antep fıstığı gen merkezinin Güney Doğu Anadolu Bölgesi olduğu bildirilmiştir (Tekin ve ark., 1995; Tekin ve ark., 2001). Antep fıstığı olumsuz yetiştiricilik koşullarında yetiştirilebilen bir kültür bitkisi olup diğer birçok kültür bitkisinin yetişemeyeceği koşullarda yetiştirebilmektedir. Antep fıstığının organik madde ve bitki besin maddesi içeriği düşük, yüksek pH 'a sahip kireçli topraklarda yetiştiriciliğinin yapılabildiği bilinmektedir. (Tekin ve ark., 2001; Atlı ve ark., 2003). Antep fıstığı meyvelerinin hem kuruyemiş hem de farklı gıda üretim sektörlerinde ham madde olarak kullanıldığı bilinmekle birlikte farklı sağlık sorunlarının tedavisinde kullanıldığı rapor edilmiştir (Çağlar ve ark., 2017).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre, 2021 yılı Dünya Antep fıstığı üretimi incelendiğinde toplam 994.535 bin ton Antep fıstığı üretiminin yapıldığı rapor edilmiştir. Bu üretimin %52.7'i ABD, %13.6'ı İran ve %12'inin Türkiye tarafından yapıldığı rapor edilmiştir (Anonmynous, 2023). Ülkemizde ise Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre; 2022 yılında toplam

4.087.086 dekar alanda 239.289 ton Antep fıstığı üretimin yapıldığı bildirilmiştir. Şanlıurfa ili 1.595.681 dekar üretim alanı ve 107.034 ton Antep fıstığı üretimi ile ilk sırada yer alırken, bu ili 1.424.636 dekar alan ve 55.939 ton Antep fıstığı üretimi ile Gaziantep ili izlemektedir. Çalışmanın yürütüldüğü Şanlıurfa, Gaziantep ve Kilis illerinde toplam Antep fıstığı üretim alanı 3.094.979 dekar olup bu alan tüm Türkiye Antep fıstığı üretim alanlarının %75.7'sini oluşturmaktadır. 2021 yılında bu 3 ilin toplam Antep fıstığı üretimi 165.566 ton olup bu üretim tüm Türkiye Antep fıstığı üretiminin %69.2'dir (Anonim, 2023).

Antep fıstığı üretim alanlarında verim ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyen biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin olduğu bilinmektedir. Bitkilerde oluşan fitopatojen kaynaklı hastalıklar tarımsal üretimde verim ve kaliteyi sınırlandıran önemli biyotik stres faktörlerinden biridir. Antep fıstığında fungal etmenlerin neden olduğu hastalıklar daha dikkat çekicidir. Dünya genelinde Antep fıstığı yetiştiriciliğini etkileyen 69 farklı fungal patojen belirlenmiştir. Belirlenen fungal patojen etmenlerin 27'sinin Antep fıstığında değişen düzeyler de ekonomik kayıplara yol açtığı tespit edilmiştir (Anonim, 1997; Demiray ve Akçalı, 2020). Antep fıstığı yetiştiriciliği yapılan alanlarda toprak kaynaklı fitopatojen etmenlerin oluşturduğu hastalıkların kontrolünün oldukça zor olduğu ve önemli düzeyde kayıpların bu etmenler nedeniyle oluşturulduğu bildirilmiştir (Demiray ve Akçalı, 2020). *Phytophthora* Kök-Kök Tacı Çürüklüğü ve *Verticillium* Solgunluğu hastalıklarının İran'da düzenli olarak her yıl değişen düzeylerde önemli ekonomik kayıplara neden olduğu bildirilmiştir (Saber ve Fathia, 2018).

Antep fıstığı ağaçlarında görülen *Phytophthora* etmeninin neden olduğu Kök ve Kök Tacı Çürüklükleriyle mücadele edilmediği takdirde bahçelerde bulunan ağaç sayısının 5-10 yıl içerisinde %80 düzeyinde azalabileceği bildirilmiştir (Moradi, 2015a; ve b; Moradi ve ark., 2017). İran Antep fıstığı bahçelerinde *Phytophthora* türlerinin en önemli toprak kaynaklı hastalık etmenlerinden biri olduğu ve en yaygın türlerin *Phytophthora pistaciae* ve *P. drechsleri*, olduğu bildirilmiştir. (Mirabolfathy

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

ve ark., 2001; Banihashemi ve Moradi, 2004; Moradi ve ark., 2017). Etmenle bulaşık olan bahçelerde yıllık kayıpların %2 ila %11 arasında olduğu bildirilmiştir (Moradi 2015a ve b; Moradi ve ark., 2017). Türkiye'de Antep fıstığı yetiştiricilik alanlarında *Diaporthe ambigua* etmeninin Antep fıstığı ağaçlarında kansere ve ölüme yol açtığını bildirilmiştir (Sakçı ve Kurt, 2022).

Bu çalışmanın amacı; Şanlıurfa, Gaziantep ve Kilis illerinde Antep fıstığı alanlarında son yıllarda sıklıkla karşılaşılan ağaç kurumalarının nedenlerinin belirlenmesi ve çözüm olanaklarının araştırılmasıdır. Bölgede ki üreticilere büyük ekonomik kayıplara neden olan bu kurumaların nedenlerinin belirlenmesi ve mücadele olanaklarına yönelik çalışmaların yapılması büyük bir önem arz etmektedir.

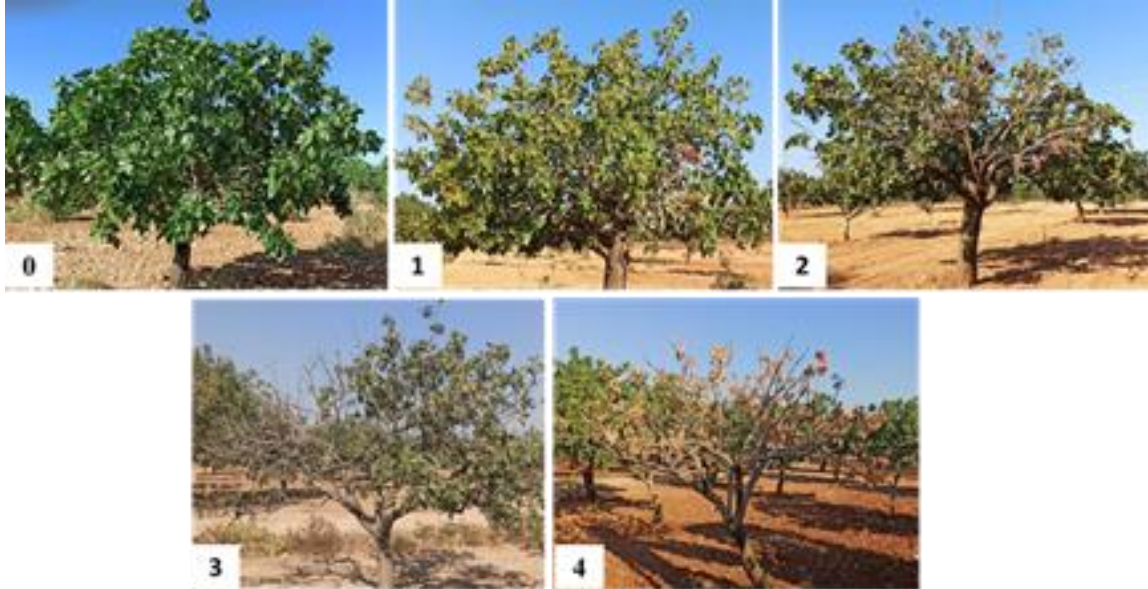
Materyal ve Yöntem

Gaziantep, Şanlıurfa ve Kilis illerinde kuruma belirtisi gözlenen Antep fıstığı ağaçları çalışmanın ana materyalini oluşturmuştur. Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Mikoloji laboratuvarında rutin çalışmalarda kullanılan ve çalışma için gerekli olan her türlü kimyasal ve ekipman *in vitro* ortam çalışmalarının materyalini oluşturmuştur.

Arazi Çalışmaları ve Hastalıklı Bitki Örneklerinin Toplanması

Araştırma materyalini oluşturan Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) ağaçlarında meydana gelen kurumaların nedenlerinin belirlenmesi amacıyla, 2021 yetiştiricilik sezonu Haziran ve Eylül aylarında, Gaziantep, Şanlıurfa ve Kilis illerinin bazı yetiştiricilik alanlarında sörvey çalışmaları yürütülmüştür. Yürütülen sörvey çalışmaları kapsamında Gaziantep ilinde (Nizip, Karkamış ve Merkez ilçeleri) 26, Şanlıurfa ilinde (Birecik ve Karaköprü ilçeleri) 18 ve Kilis ilinde (Merkez ilçe) 4 bahçe olmak üzere toplam 48 bahçe ziyaret edilmiş olup, 2.802 dekar alanda 1.900 ağaç 'da inceleme yapılmıştır.

Sörvey çalışması yürütülen üretim alanlarında köşegenler doğrultusunda gezilerek örnekleme noktaları belirlenmiş ve her örnekleme noktasından 5 Antep fıstığı ağacı incelenmiştir. Kuruma belirtisi gözlenen ağaçlar da yapılan incelemelerde belirtiler Şekil 1 de verildiği gibi bu çalışma da geliştirilen 0-4 skalasına göre değerlendirilmiş ve bu skala değerleri üzerinden incelenen her bahçe için hastalık şiddeti (%) hesaplanmıştır. Ayrıca incelenen bahçelerde hastalık oranı (%) ve bölge düzeyinde hastalık yaygınlığı (%) da hesaplanmıştır (Şeki1.)



Şekil 1. Sörvey çalışması sırasında kullanılan değerlendirme skalası; **0:** Sağlıklı, **1:** Bir dalda hafif solgunluk, **2:** Bir dalda şiddetli solgunluk ve kuruma, **3:** İki dalda şiddetli solgunluk ve kuruma, **4:** Yaygın kuruma ve ölüm. (Orijinal)

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

Sörvey çalışmaları sırasında kuruma belirtisi gözlenen ağaçların kök, gövde ve üst dal kısımlarından örnekler alınmış, örnekler polietilen torbalara alınarak izole edilmek üzere en kısa süre içerisinde Çukurova Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü Mikoloji laboratuvarına getirilmiştir.

Sörvey çalışmaları sırasında bahçe de sulama yapıyorsa kullanılan sulama tekniği, biliniyorsa kullanılan aşı ve anaçların genotiplerinin isimleri, kullanılan gübreler ve miktarları, kullanılan pestisitler ve uygulama tarihleri ile ağaç yaşları gibi önemli bazı bilgiler not edilmiştir.

Fungusların İzolasyonu

Laboratuvara getirilen hastalıkla bulaşık olduğu düşünülen bitki kısımları akan su altında yıkanarak yabancı madde içeren kısımlar örnekten uzaklaştırılmıştır. Hastalıkla bulaşık ve sağlıklı bitki kısımlarını içeren örnek, steril bisturi kullanılarak 4-5 mm büyüklüğünde kesilmiştir. Kesilen bitki kısımları yüzey sterilizasyonu yapılarak steril kurutma kağıtları üzerinde kurutulmuştur. İzolasyonlar için antibiyotik (Streptomisin sülfat) eklenmiş Patates Dekstroz Agar (PDA) besiyeri kullanılmıştır. Besiyeri ortamına yüzey sterilizasyonu yapılan bitki parçalarından her bir petri de 4-5'er adet olacak şekilde ekim yapılmıştır. Bu petriler 25°C sıcaklıkta 5-6 gün süreyle inkübasyona bırakılmıştır (Tunabaş, 2022).

PDA ortamına alınan örneklerden 6 gün sonra gelişen fungus kolonileri mikroskopik özellikleri yönünden değerlendirilmiş ve saflaştırılarak daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere eğik agarlı tüplerde (+4°C) ve kâğıt kültürlerde (-20°C) saklanmıştır (Tunabaş, 2022).

Fungusların Tanısı

Fungusların Klasik Tanısı

Fungus türlerinin klasik yöntemlerle tanılanmasında kolonilerin rengi, şekli ve büyüklükleri, gelişme hızı, konidiofor, vesikül, phalid ve konidilerin özellikleri, eşeyli ve eşeysiz üreme yapılarının şekli, özellikleri ve sklerot varlığı yönleri ile incelenmiştir. (Sutton,

1973; Barnett ve Hunter, 1972; Domsch ve ark., 1980).

Fungusların Moleküler Tanısı

Etmelerin DNA ekstraksiyonları, Doyle ve Doyle, (1990) ve Nejat ve ark., (2009) tarafından geliştirilen protokole göre yapılmıştır. DNA çoğaltma işleminde ITS4 primeri kullanılmış olup (White ve ark., 1990), işlem (Hirano ve Arie, 2006) göre yapılmıştır. Elde edilen jel görüntüleme için, UV ışık (320 nm) altına alınmış ve oluşan DNA bantları değerlendirilmiş ve fotoğraflanmıştır. Gen sekanslama sonucu elde edilen nükleotid dizileri NCBI-BLAST sisteminde analiz edilerek moleküler tanı işlemi gerçekleştirilmiştir.

Patojenisite Çalışmaları

Patojenisite çalışmalarında kullanılması amacıyla sağlıklı olduğu bilinen Şanlıurfa/Birecik ilçesinde bulunan Antep fıstığı fidan üretimi yapılan işletmeden Buttum ve Vera genotiplerinin anaçları, Gaziantep/Nizip ilçesinde fidan üretimi yapılan bir işletmeden ise UCB-1 genotipi anaçları temin edilmiştir. İzole edilebilen funguslardan daha önemli olduğu düşünülen 12 adet 8-10 günlük taze saf fungal izolatlar her biri her genotip anacına 3 tekrerrüt olacak şekilde inoküle edilmiştir. İnokülasyon işlemi için fidanların kök boğazı ve toprağa yakın gövde kısımlarında mantar delici alet kullanılarak yara açılmış, PDA ortamından alınan patojen fungus parçaları yara açılan kısımlara yerleştirilerek inokülasyon gerçekleştirilmiştir. İşlem sonrası bu alanlar izole edilerek fungus izolatlarıyla numaralandırılmıştır. Patojen inoküle edilen fidanlara gerekli bakım işlemleri yapılmış ve 4 aylık süreyle belirli periyotlarla gözlemleri yapılmıştır. Süre sonunda enfeksiyon alanları incelenerek mm² kare olarak ölçülmüştür.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Antep Fıstığı Alanlarında Ağaç Kurumalarının Yaygınlığı ve Şiddetinin Belirlenmesi

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Antep fıstığı alanlarında 2021 yılı Haziran ve Eylül aylarında olmak üzere 2 kez arazi sörveyi gerçekleştirilmiştir. Sörvey çalışmaları

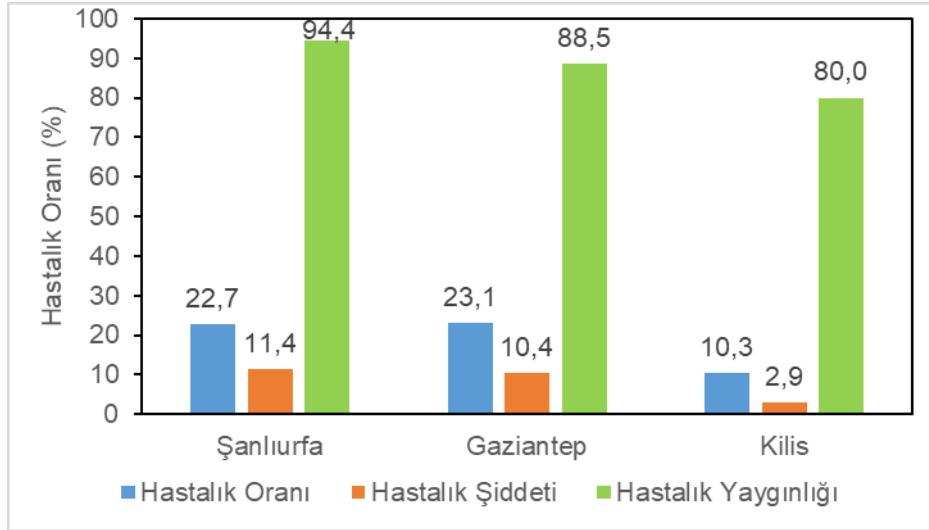
Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

kapsamda Gaziantep ili Nizip, Karkamış ve Merkez ilçelerinde 26, Şanlıurfa ili Birecik ve Karaköprü ilçelerinde 18, Kilis ili Merkez ilçesinde 4 bahçe olmak üzere toplam 48 bahçe, 2.802 dekar alan ve 1.900 Antep fıstığı ağacı incelenmiştir. Çalışma kapsamında hazırlanan 0-4 değerlendirme skalası kullanılarak sörvey alanlarında ki ağaç kurumalarının şiddeti ve oranı (%) belirlenmiştir.

Sörvey yapılan illerde genel hastalık yaygınlığı, oranı (%) ve şiddeti değerlendirildiğinde; Hastalık yaygınlığı %94.4 oran ile en yüksek Şanlıurfa ilinde, en düşük ise %80 oran ile Kilis ilinde tespit edilmiştir. Hastalık oranı %23.1 oran ile en yüksek Gaziantep ilinde, en düşük ise %10.3 oran ile Kilis ilinde tespit edilmiştir. Hastalık şiddeti %11.4 oran ile en fazla Şanlıurfa ilinde, en düşük ise %2.9 oran ile Kilis ilinde tespit edilmiştir (Şekil 2.). Hastalığın yaygınlığı, oranı (%) ve şiddeti birlikte değerlendirildiğinde; Şanlıurfa ve Gaziantep illerinde hastalık oranlarının (%) daha yüksek, Kilis ilinde ise oranların (%) daha düşük olduğu

belirlenmiştir. Bu tablo ile karşılaştırılmasındaki en önemli nedenlerin; Şanlıurfa'nın Birecik ilçesi ve Gaziantep'in Nizip ve Karkamış ilçelerinde Antep fıstığı yetiştiriciliği yapılan alanlarda daha yoğun sulama uygulamalarının yapılması ve yağışların üretim için yetersiz olması nedeni ile oluşan kuraklık stresi sonucunda oluşabileceğini düşündürmektedir.

Çalışmanın bu kısmı bir bütün olarak değerlendirildiğinde; bulguların geçmiş yıllarda yapılan çalışmalarla örtüştüğü belirlenmiştir. Örneğin; Sörvey çalışması yürütülen bu alanda yürütülen bir çalışmada Antep fıstığı alanlarında geriye doğru ölümlere neden olan *Neoscytalidium novaehollandiae* etmeninin bulaşıklık oranının Birecik ilçesinde %39.34 olarak belirlenmiştir. Aynı çalışma da etmen ile bulaşıklık oranının Birecik ilçesinde, Karaköprü ilçesine oranla daha yoğun olduğu rapor edilmiştir (Kılınç ve ark., 2022).



Şekil 2. Sörvey Yapılan İllerde Antep Fıstığı Alanlarında Hastalığın Değerlendirmesi

Antep Fıstığı Ağaçlarındaki Kurumaların Neden Olan Fungal Etmenler

İki farklı dönemde yapılan sörvey çalışmaları sonucunda; Hastalık belirtisi gözlenen ağaçların gövde ve kök kısımlarından örnekler alınmış ve izolasyon çalışmaları bu örnekler kullanılarak yürütülmüştür. Yapılan izolasyonlar sonucunda farklı olduğu belirlenen ve Polimeraz Zincir Reaksiyonu (Polymerase Chain Reaction) ile

tanılaması yapılan 42 farklı izolat izole edilmiştir. Tanılama işlemi sonrasında elde edilen 42 farklı izolattan 22 farklı fungus türü belirlenmiştir.

İzole edilen funguslardan 2 tanesi mikoparazit (*Clonostachys rosae* ve *Trichoderma tomentosum*), diğer 20 fungus etmenin önemli bir kısmı zayıflık paraziti olarak tespit edilmiştir. İzole edilen funguslardan türe özelleşebilen K-

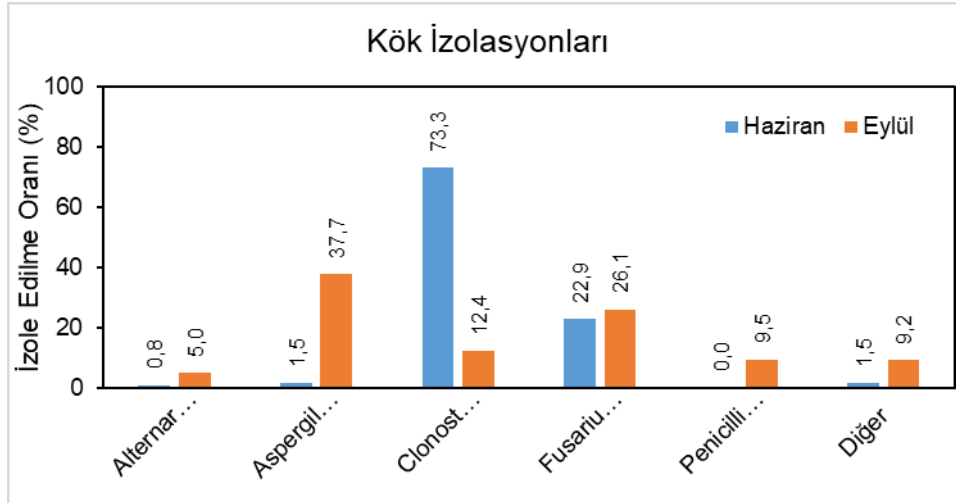
Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

24 (*Fusarium oxysporum*) izolatu arazi şartlarında gözlenen kurumlara neden olabilecek bir etmen olduğu için önemli olarak değerlendirilmiştir. Ancak diğer izole edilen etmenlerden zayıflık paraziti etmeni olanların abiyotik stres faktörlerine bağlı olarak kurumalar oluşturabileceğini düşündürmüştür. Bu bağlamda ağaç kurumalarına yapılan hatalı sulama uygulamaları ve hatalı kültürel işlemlerin neden olabileceği değerlendirilmiştir.

Gerek dünyada gerekse ülkemizde Antep fıstığı üretim alanlarında patojen olan birçok farklı fungus türü tespit edilmiştir. Yürütülen çalışma bir bütün olarak değerlendirildiğinde; Öncelikle bulguların geçmiş yıllarda yapılan birçok çalışma ile örtüştüğü belirlenmiştir. Örneğin; Michailidies ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada Kaliforniya eyaletindeki Antep fıstığı üretim alanlarında *Alternaria* Geç Yanıklığı (*Alternaria alternata*) hastalığını en önemli 4 majör hastalık arasında rapor edilmiştir. Aynı çalışmada *Phomopsis* sp. etmeninin neden olduğu *Phomopsis* Sürgün

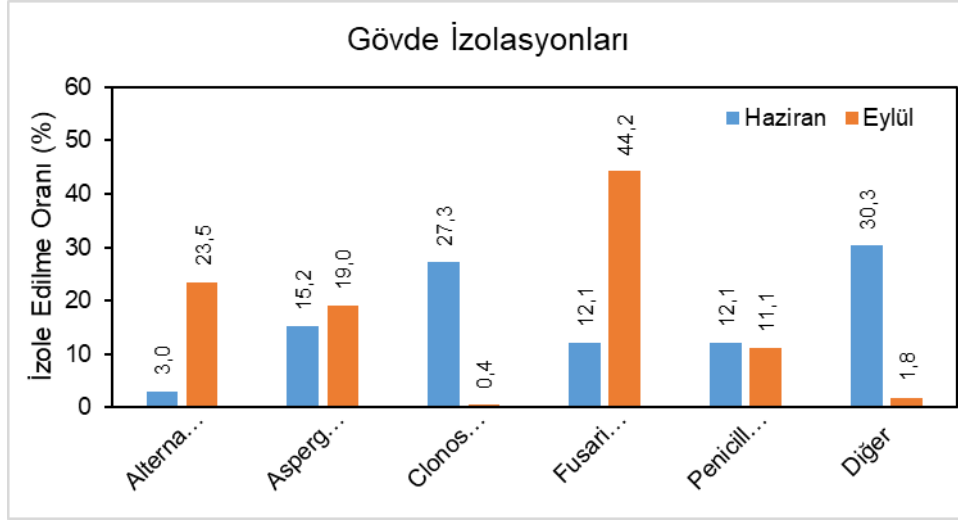
Kurumalarını ise Antep fıstığı üretim alanlarında görülen minör hastalıklardan biri olarak rapor edilmiştir (Michailidies ve ark., 1995). Ülkemiz Güneydoğu Anadolu ve Doğu Akdeniz Bölgelerinde ki Antep fıstığı üretim alanlarında yapılan bir çalışmada yürütülen çalışmaya benzer olarak *Aspergillus* spp. ve *Fusarium* spp. türlerinin belirlendiği rapor edilmiştir (Eskalen ve ark., 2001). Kaliforniya Antep fıstığı üretim alanlarında yapılan farklı bir çalışmada, yürütülen çalışmaya benzer şekilde *Fusarium oxysporum* ve *F. solani* etmenleri tespit edilmiştir. (Crespo ve ark., 2019).

Kök bölgesi için 2021 yetiştiricilik sezonu Haziran ayında yapılan sorvey de en fazla izole edilen fungus %73.3 oranında *Clonostachys rosae* olarak belirlenirken, eylül ayında yapılan sorveyde ise, en fazla izole edilen etmen %37.7 oranında *Aspergillus* spp. olarak belirlenmiştir. Kök bölgesinde yapılan izolasyonlar sonucu *Fusarium* spp. etmenleri de önemli oranda tespit edilmiştir (Şekil 3.).



Şekil 3. Kök Bölgesinde Yapılan İzolasyonlar Sonucu En Fazla İzole Edilen Fungal Etmenler

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması



Şekil 4. Gövde Kısmından Yapılan İzolasyonlar Sonucu En Fazla İzole Edilen Fungal Etmenler

Örnek alınan bitkilerin gövde kısmından, 2021 yetiştiricilik sezonu Haziran ayında alınan örneklerde en fazla izole edilen etmen *Clonostachys rosae* (%27.3) olarak belirlenirken, eylül ayında alınan örneklerde en fazla izole edilen etmen *Fusarium* spp. (%44.2) olarak belirlenmiştir. Gövde kısmından yapılan izolasyonlar sonucu *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., ve *Penicillium* spp. etmenleri de önemli oranda tespit edilmiştir (Şekil 4.). Çalışma kapsamında, kök ve gövde örnekleri birlikte değerlendirildiğinde Haziran ayında

yapılan sürveyler de PDA ortamında 11 farklı fungus izole edilmiştir. Hem kök hem de gövdeden en fazla izole edilen etmenin *Clonostachys rosae* olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1.).

Benzer şekilde, eylül ayında yapılan sürveylerde 11 farklı etmen izole edilmiştir. İzole edilen etmenlerden kök bölgesinde en fazla izole edilen etmen *Aspergillus* spp. olarak belirlenirken, gövde kısmından en fazla izole edilen etmenler *Fusarium* spp. türleri olmuştur (Çizelge 2.).

Çizelge 1. 2021 Yetiştiricilik Sezonu Haziran Ayında Hastalık Belirtisi Gözlenen Antep fıstığı Ağaçlarından Kök ve Gövde Bölgesinden İzole Edilen Fungal Etmenler

Fungus Adı	Koloni Sayısı		İzole Edilme Oranı (%)	
	Kök	Gövde	Kök	Gövde
<i>Alternaria</i> spp.	1	1	0,8	3,0
<i>Aspergillus</i> spp.	2	5	1,5	15,2
<i>Chaetomium grande</i>	1	0	0,8	0,0
<i>Cladosporium colombiae</i>	0	3	0,0	9,1
<i>Clonostachys rosae</i>	96	9	73,3	27,3
<i>Fusarium</i> spp.	30	4	22,9	12,1
<i>Nectria</i> sp	0	2	0,0	6,1
<i>Paecilomyces formosus</i>	0	4	0,0	12,1
<i>Penicillium</i> spp.	0	4	0,0	12,1
<i>Thelonectria truncata</i>	1	0	0,8	0,0
<i>Volutella</i> sp.	0	1	0,0	3,0
TOPLAM	131	33	100	100

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

Çizelge 2. 2021 Yetiştiricilik Sezonu Eylül Ayında Hastalık Belirtisi Gözlenen Antep fıstığı Ağaçlarından Kök ve Gövde Bölgesinden İzole Edilen Fungal Etmenler

Fungus Adı	Koloni Sayısı		İzole Edilme Oranı (%)	
	Kök	Gövde	Kök	Gövde
<i>Alternaria</i> spp.	19	53	5,0	23,5
<i>Aspergillus</i> spp.	143	43	37,7	19,0
<i>Clonostachys rosae</i>	47	1	12,4	0,4
<i>Fusarium</i> spp.	99	100	26,1	44,2
<i>Mucor</i> sp.	12	0	3,2	0,0
<i>Paecilomyces formosus</i>	2	3	0,5	1,3
<i>Penicillium</i> spp.	36	25	9,5	11,1
<i>Phomopsis</i> sp.	16	0	4,2	0,0
<i>Sordaria fimicola</i>	2	0	0,5	0,0
<i>Trichoderma tomentosum</i>	0	1	0,0	0,4
<i>Volutella</i> sp.	3	0	0,8	0,0
TOPLAM	379	226	100	100

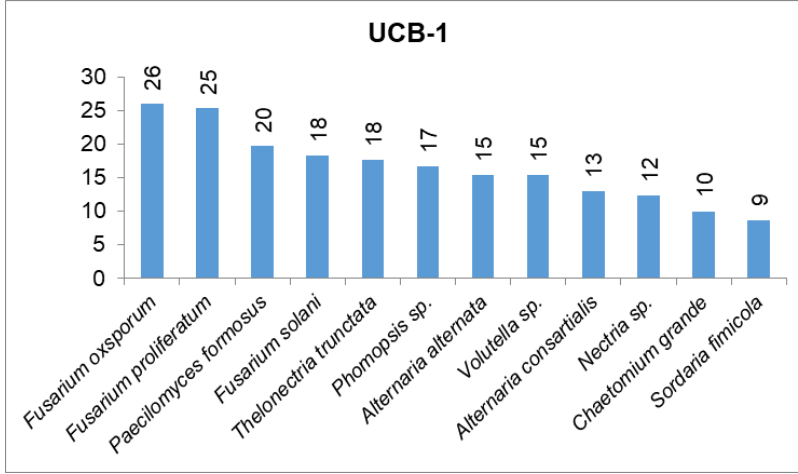
Antep fıstığı üretim alanlarında kuruma belirtisi gözlenen ağaçların kök bölgesinin incelendiği farklı çalışmalarla, yürütülen çalışma ile izole edilebilen patojenlerin önemli bir kısmı rapor edilmiştir. Örneğin; Tunus'ta solgunluk belirtisi gösteren Antep fıstığı ağaçlarının kök bölgesinde yapılan izolasyonlarda *Fusarium solani* etmeninin tespit edildiği rapor edilmiştir (Triki ve ark., 2011). Yapılan diğer bir çalışmada Kaliforniya Antep fıstığı üretim alanlarında Taç Çürümesi ve Kök Kanseri belirtilerinin bulunduğu alandan yapılan izolasyonlarda, *Fusarium oxysporum* ve *F. proliferatum* etmenlerinin izole edildiği rapor edilmiştir (Crespo ve ark., 2019).

Mandollu (2021) tarafından yürütülen bir çalışmada; Şanlıurfa Birecik ilçesinde Antep fıstığı üretim alanlarında dallarda kuruma ve geriye doğru ölüm belirtileri gözlenen bitki kısımlarından yapılan izolasyonlarda *Fusarium* spp. ve *Trichoderma* spp. türlerinin teşhis edildiği rapor etmiştir.

Fungusların Antep Fıstığı Anaçlarında Hastalık Oluşturma Potansiyelleri

İzole edilebilen etmenlerden önemli olduğu öngörülen ve bu tip de kurumalara yol açabilecek 12 fungus etmeni belirlenmiş, belirlenen etmenler sörvey yapılan üretim alanlarında en fazla kullanılan 'UCB-1, *P. khinjuk* ve *P. vera* genotip anaçlarına inoküle edilmiştir. İnokülasyon işleminden 4 ay sonra inokülasyon noktaları açılarak infeksiyon alanları ölçülmüştür. UCB-1 genotip anacına yapılan inokülasyonlar sonucu en geniş infeksiyon alanı *Fusarium oxysporum* etmeni (26 mm²), en dar infeksiyon alanı ise *Sordaria fimicola* etmeni tarafından oluşturmuştur (9 mm²). Fungusların oluşturduğu infeksiyon alanları (mm²) genel olarak birbirine yakın değerler olduğu ve oluşan alanlardaki farklılıkların çok fazla olmadığı değerlendirilmiştir (Şekil 5.).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması



Şekil 5. Fungal Etmenlerin Antep fıstığı UCB-1 Genotipi Anacında Oluşturduğu İnfeksiyon Alanları (mm²)

Kaliforniya eyaleti Antep fıstığı üretim alanlarında yapılan bir çalışmada *Fusarium oxysporum* ve *F. proliferatum* etmenlerinin UCB-1 genotip anaçlarının gövdelerinde çürüme ve renk değişikliği oluşturabildiği bildirilmiştir (Crespo ve ark., 2019). Ancak yaptığımız çalışmada çalışma süresi sonunda bu etmenlerle inoküle edilmiş UCB-1 genotip fidanlarında bu belirtiler gözlenmemiştir.

Yapılan simptomatolojik gözlemlerde UCB-1 genotip anaçlarında solgunluk ve kuruma belirtilerinin olduğu gözlenmiş ancak pozitif kontrol olarak alanda bulunan diğer UCB-1 genotip anaçlarında da aynı belirtilerin gözlenmesi ve patojenisite testinde infeksiyon alanlarının yeterli büyüklükte olmaması nedeniyle gözlenen bu belirtilerin fungustan kaynaklı olmadığı, fizyolojik bir streten kaynaklı olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

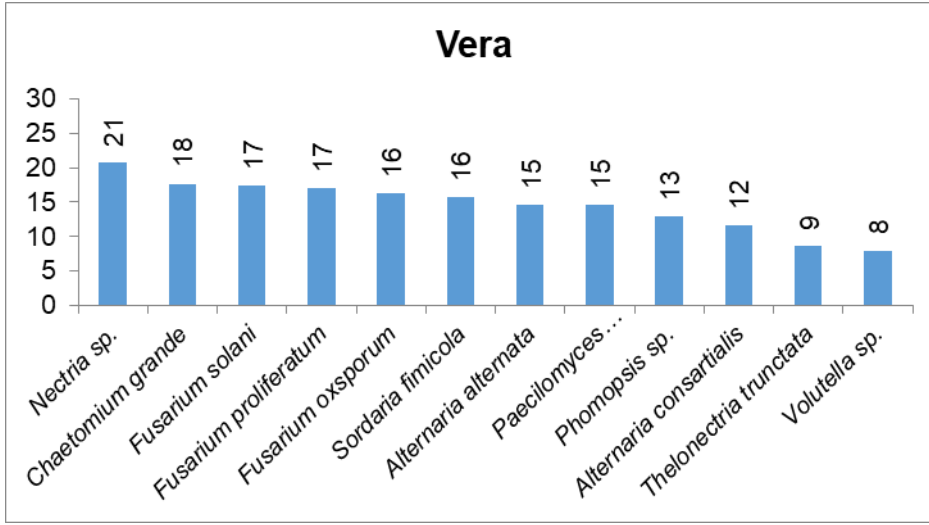
P. vera genotipi anacına yapılan inokülasyonlar sonucu en geniş infeksiyon alanının *Nectria sp.* etmeni (21 mm²), en dar infeksiyon alanı ise

Volutella sp. (8 mm²) etmenince oluşturulmuştur.

Fungusların oluşturduğu infeksiyon alan değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu ve UCB-1 genotipi anacı ile karşılaştırıldığında infeksiyon alan büyüklük değerlerinin daha az olduğu tespit edilmiştir (Şekil 6.).

Yapılan simptomatolojik gözlemlerde *P. vera* genotipi anacında *Fusarium* türleri inokülasyonları sonrası hafif solgunluk ve kuruma belirtileri gözlenirken diğer fungus türleri ile inoküle edilen fidanlarda daha hafif solgunluk belirtileri gözlenmiştir. Antep fıstığı üretim alanlarında *Botryosphaeria obtusa* etmeninin neden olduğu Gövde Çürümelere üzerine yapılan bir çalışmada, etmenin *P. vera* genotip anaçlarında yüksek virülent etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Swart ve Botes, 1995). Belirtilen çalışmaya benzer olarak yürütülen çalışma kapsamında *P. vera* genotip anaçlarında solgunluk ve kuruma belirtilerinin diğer genotip anaçlara oranla daha fazla olduğu gözlenmiştir.

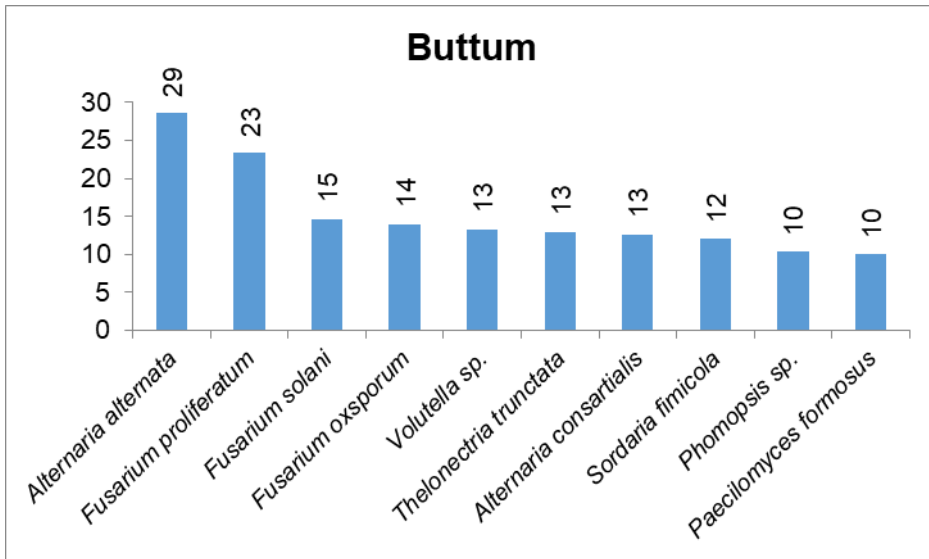
Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması



Şekil 6. Fungal Etmenlerin Antep Fıstığı Vera Genotipi Anacında Oluşturduğu İnfeksiyon Alanları (mm²)

Buttum (*P. khinjuk*) genotip anacına yapılan inokülasyonlarda 10 fungus etmeni kullanılmıştır. Kullanılan fungus etmenlerinden en geniş infeksiyon alanını *Alternaria alternata* (29 mm²) etmeni tarafından oluştururken, en dar

infeksiyon alanı ise 10 mm² infeksiyon alanı ile *Phomopsis sp.* ve *Paecilomyces formosus* etmenlerince oluşturmuştur (Şekil 7.).



Şekil 7. Test Edilen Fungal Etmenlerin Antep fıstığı Buttum Genotipi Anacında Oluşturduğu İnfeksiyon Alanları (mm²)

Yapılan simptomatolojik gözlemlerde Buttum genotipi anaçlarında herhangi bir solgunluk ve kuruma belirtisi gözlenmemiştir. Fidanların dış görünüş olarak sağlıklı gözlendiği ancak yapılan patojenisite testi sonunda gövde de infeksiyon alanlarının oluştuğu tespit edilmiştir. Bu durum

buttum genotipi anaçlarının diğer anaçlara göre test edilen etmenlere karşı daha dayanıklı ve belirtilerin bitkinin tepe kısmına doğru daha yavaş ilerlediği öngörüsünü düşündürmüştür. Banihashemi, tarafında yürütülen bir çalışmada *Pistacia mutica* ve *P. khinjuk* anaçlarının

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

Phytophthora türlerine karşı *P. vera* genotipi anacına oranla daha hassas oldukları tespit edilirken, *P. atlantica* ve UCB-1 genotipleri anaçlarının ise tüm *Phytophthora* türlerine karşı dayanıklı olduğu bildirilmiştir (Banihashemi, 1998). Bildirilen bu çalışma ile yürütülen çalışmanın sonuçlarının örtüşmediği değerlendirilmiştir. Yürütülen çalışma kapsamında; inokule edilen fungal etmenlere karşı *P. khinjuk* (Buttum) genotip anacının diğer genotip anaçlarına oranla genel olarak test edilen etmenlere daha dayanıklı olduğu ve fidanların tepe kısımlarında belirtilerin gözlenmediği değerlendirilmiştir. Antep fıstığı üretim alanlarında kök kanseri ve geriye doğru ölüm belirtilerinin gözlendiği Antep fıstığı bahçelerinde yapılan bir çalışmada, *Diaporthe ambigua* etmeninin Antep fıstığı fidanlarında 14 ila 32 mm uzunluğunda kanser lezyonları oluşturduğu bildirilmiştir (Sakçı ve Kurt, 2022). Yapılan patojenisite testlerinde ölçülen infeksiyon alanları birlikte değerlendirildiğinde; Alan ölçüm değerlerinin birbirine yakın ve sınırlı düzeyde geliştiği tespit edilmiştir. Özellikle izole edilen fungusların önemli bir kısmını zayıflık paraziti olduğunu ve yapılan patojenisite testlerinde oluşturduğu infeksiyon alanlarını göz önünde bulundurulduğunda izole edilen fungusların bu tip de ağaç kurumalarına tek başına neden olamayacağı öngörülmüştür. Antep fıstığı üretim alanlarında yetiştiricilik şartları, yapılan kültürel ve diğer uygun olmayan üretici uygulamaları ile abiyotik stres faktörleri dikkate alınmayarak yapılan birçok çalışmada, belirlenen solgunluk, kuruma belirtileri ve ağaç ölümlerinin çalışmamızda izole ettiğimiz *Fusarium solani*, *F. proliferatum* ve *F. oxysporum* etmenleri tarafından meydana getirildiği bildirilmiştir (Naffaa ve Rasheed, 2017; Crespo ve ark., 2019; Nouri ve ark., 2019; Eskalen ve ark., 2001; Mandollu, 2021). Yürütülen çalışma ile bu konu üzerinde benzer olarak yürütülen diğer çalışmalardan farklı olarak hastalık belirtisi gösteren Antep fıstığı

bahçelerinin yetiştiricilik şartları, yapılan kültürel ve diğer üretici uygulamaları ile abiyotik stres faktörleri gibi etkenler değerlendirilmiştir. Yürütülen çalışmada benzer amaçla yürütülen diğer çalışmalardan farklı olarak meydana gelen ağaç kurumalarının, izole edilebilen ve teşhislerinin yapılabildiği sadece fungal etmenlerce meydana getirilemeyebileceği düşünülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Yürütülen çalışma kapsamında; Güneydoğu Anadolu Bölgesi bazı Antep fıstığı üretim alanların da görülen ve kurumalara neden olabilecek toprak kökenli fungal etmenler araştırılmış ve sörvey çalışmaları sonucu araziden toplanan hastalıklı bitki örneklerinden izole edilen patojen fungal etmenler, Antep fıstığı anaçlarına inoküle edilerek değerlendirilmiştir. Sörvey çalışması yürütülen illerde en fazla hastalık şiddeti ve yaygınlığı Şanlıurfa ilinde, en yüksek hastalık oranı (%) ise Gaziantep ilinde tespit edilmiş olup yapılan her üç değerlendirme için en düşük düzey Kilis ilinde tespit edilmiştir.

Yapılan çalışma sonucunda izole edilen fungus türlerinin önemli bir kısmının zayıflık paraziti olduğu ve bu tip de kurumalara neden olabilecek fungal etmen sayısının sınırlı olması, genel anlamda inokülasyon yapılan genotip anaçlarda infeksiyon alanlarının çok geniş olmaması ağaç kurumalarında patojenlerin tek başına rol oynayamayabileceği düşündürmüştür.

İzole edilen patojenlerin önemli bir kısmının zayıflık paraziti olması nedeniyle ağaçlarda herhangi bir zarar veya yara oluşumunun varlığı incelenmiştir. Yapılan sörvey çalışmalarında özellikle yer altı damla sulama sistemi kullanılan bahçelerde ağaç köklerinin oldukça yüzeysel geliştiği (Şekil 8.) ve yapılan derin ve sık toprak işleme uygulamaları sırasında köklerin yaralandığı tespit edilmiştir (Şekil 9.).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması



Şekil 8. Antep Fıstığı Ağaçlarında Yüzeysel Kök Gelişimi (Orijinal)

Yer altı damla sulama sisteminde farklı nedenlere bağlı olarak oluşabilen arızalar nedeniyle damıtıcının debisinin yükselebildiği ve kök bölgesinde aşırı su birike bildiği ve bu durumun bir sonucu olarak özellikle kök çürüklüğü etmeni olan *Fusarium* spp. türlerinin ağaçları kurutabildiği çalışma kapsamında belirlenmiştir.

Yapılan çalışmada; Antep fıstığı ağaçlarında görülen kurumaların yalnızca fitopatojen kaynaklı olamayabileceği, yapılan hatalı kültürel ve sulama uygulamalarının patojenlerin etkisini artırarak ağaç kurumalarına yol açabildiği belirlenmiştir.



Şekil 9. Antep Fıstığı Ağaçlarında Gelişen Yüzeysel Köklerin Toprak İşleme Sırasında Aldığı Yaralanmalar (Orijinal)

Ağaç kurumalarının kontrolünde öncelikle yüzeysel kök oluşumunu engelleyen sıra üzeri çift hortumlu yer üstü damla sulama sistemi veya ağaç taç izdüşümüne çanak açmak suretiyle sulama yapılması önerilmelidir.

Derin ve sık toprak işlemeden kaçınılması, ağaç köklerinde oluşan yaraları azaltacaktır. Bununla birlikte yeterli ve dengeli bitki besleme programlarının oluşturulması ile ağaçların

sağlıksız yetişmesi engellenerek zayıflık parazitlerinin etkisi azaltılabilir. Sezon içerisinde ağaçlarda farklı nedenlerle oluşan yaralardan patojen girişini önlemek amacıyla koruyucu bakır uygulamaların yapılması yararlı olacaktır. Üreticilere anaç seçimi konusunda dayanıklı olan ve bölgenin şartlarına daha iyi uyum sağlamış çalışmada yapılan gözlemlerde test edilen fungal hastalık etmenlerin belirtilerini

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

bitkinin tepe kısmına taşımayan ve iletim demetinde sınırlandıran buttum genotipi anacı önerilebilir.

Antep fıstığı üreticilerine entegre bir mücadele programının önerilmesi ağaç kurumalarıyla mücadelede başarı oranını arttırmakla beraber, ürünün verim ve kalitesini daha da arttıracaktır.

Teşekkür: Bu çalışma Kander KOÇ'un Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalında yürütülen "Güneydoğu Anadolu bölgesi Antep fıstığı alanlarında toprak kökenli patojenlerin neden olduğu ağaç kurumalarının araştırılması" isimli yüksek lisans tezinin (YÖK Tez No: 758075 / Tarih: 07/09/2022) bir kısmını kapsamaktadır. Tez jürisinde bulunan sayın Prof. Dr. Yeşim AYSAN, sayın Doç. Dr. Kadir AKAN'a ve önder Antep fıstığı üreticisi Kasım BÖLER'e katkılarından dolayı teşekkür ederiz. Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından finanse (Proje No: FYL-2021-13935) edilmiştir.

Kaynakça

- Anonim, 1997. Descriptors for Pistachio (*Pistacia vera* L.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 53 p.
- Anonim, 2023. Türkiye Antep fıstığı üretim ve üretim alanları, <https://www.tuik.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 25.02.2023).
- Anonymous, 2023. Dünya Antep fıstığı üretimi, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim Tarihi: 25.02.2023).
- Atlı, H.S., Arpacı, S., Akgün, A., Kaşka, N., Eskalen, A., Can, C., Özgüven, A.I., Küsek, M., Karadağ, S., ve Sarpkaya, K., 2003. *Pistacia khinjuk* Stocks'un *Pistacia* cinsinin değişik türleri arasında kontrollü melezleme yolu ile sulu koşullarda Antep fıstıkları için anaç ıslahı. TUBİTAK-TARP Proje No: TOGTAG/TARP-2190 (Sonuç raporu).
- Banihashemi, Z., 1998. Assessment of Pistacia rootstocks to *Phytophthora* spp. The causal agents of *Pistachio gummosis*. Iranian Journal of Plant Pathology, 343-4:63-66. (In Persian with English Abstract).
- Banihashemi, Z., and Moradi, M., 2004. The frequency of isolation of *Phytophthora* spp. from crown and root of Pistachio nut tree and reaction of the crown and root to the casual agents. Iranian Journal of Plant Pathology, 40:57-77.
- Barnet, H.L., and Hunter, B.B., 1972. Illustrated genera of imperfect fungi. Burges Publishing Company, Minnesota, 241 p.
- Bilgen, A.M., 1973. Antep fıstığı, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Yayını. Ankara, 123s.
- Crespo, M., Lavrance D.P., Nouri M.T., Doll, D.A., and Trouillas, F.P., 2019. Characterization of *Fusarium* and *Neocosmospora* species associated with crown rot and stem canker of Pistachio rootstocks in California. Plant Disease, 103:931-1939.
- Çağlar, A., Tomar, O., Vatansever, H., ve Ekmekçi, E., 2017. Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) ve insan sağlığı üzerine etkileri. Akademik Gıda 15(4):436-447.
- Demiray, S., ve Akçalı, E., 2020. Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri'nde Antep fıstığında salkım ve sürgün yanıklık hastalığı (*Botryosphaeria dothidea*)'nin patojenik ve moleküler karakterizasyonu. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 30 (4):721-731. doi:10.29133/yyutbd.715163.
- Domsch, K.H., Gams, W., and Anderson, T., 1980. Compendium of soil fungi. Academic Press, London, 859 p.
- Doyle, J.J., and Doyle, J.L., 1990. A rapid total DNA preparation procedure for fresh plant tissue. Focus, 12:13-15.
- Eskalen A., Küsek M., Danisti L., and Karadağ S., 2001. Fungal diseases in Pistachio trees in East-Mediterranean and Southeast Anatolian regions. In: AkBE.(ed.). XIGREMPA Seminar on Pistachios and Almonds, Zaragoza: CIHEAM, p. 261-264 (Cahiers Options Méditerranéennes; n.56).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

- Hirano, Y., and Arie, T., 2006. PCR-based differentiation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* and *radices-lycopersici* and races of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Journal of General Plant Pathology*, 72:273–283.
- Kılınç, B., Güldür, M.E., ve Dikilitaş, M. 2022. Şanlıurfa ilinde Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) ağaçlarında *Neoscytalidium novaehollandiae*'nin bulaşıklık oranının belirlenmesi, morfolojik ve genetik karakterizasyonu. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(1):25-39. doi:10.29050/harranziraat.1028027.
- Mandollu, M., 2021. Antep fıstığı ağaçlarında dal kurumalarına ve geriye doğru ölümlere neden olan fungal etmenlerin araştırılması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana, Yüksek Lisans Tezi, 89s.
- Michailides, T.J., Morgan, D.P., and Doster, M.A., 1995. Diseases of Pistachio in California and their significance Kaşka, N. (ed)., Kuden, AB. (ed). Ferguson, L. (ed). First International Symposium on Pistachio Nut, Adana, Turkey 20- 24 Sep, 419 337-343.
- Mirabolfathy, M., Cooke, D., Duncan, J.M, Williams, N.A, Ershad, D., and Alizadeh, A., 2001. *Phytophthora pistaciae* sp. nov and *P. melonis*: The principal causes of *Pistachio gummosis* in Iran. *Mycological Research*, 105(10): 1166-1175.
- Moradi, M., 2015a. Assessment of application of systemic and protective fungicides for long-term control of Pistachio crown and root rot. Final Report of Iranian Pistachio Research Institute, 2-06-06-88008. ACIST Register number: 47569.
- Moradi, M., 2015b. Effect of Elit® fungicide on root and crown rot diseases Pistachio under greenhouse and field condition. Pistachio Research Institute of Iran, ACIST Register number, 42608.
- Moradi, M., Mohammadi, A.H., and Haghdel, M., 2017. Efficiency of elite fungicide for control of *Pistachio gummosis* Pistachio Research Center. Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran *Journal of Nuts*, 8(1):11-20.
- Naffaa, W., and Rasheed, A., 2017. First report of *Fusarium solani* causing root rot of Pistachio seedlings *Pistacia vera* L. in nurseries in Syria. *The Arab Journal for Arid Environments*, 10:32-36.
- Nejat, N., Sijam, K., Abdullah, S., N., A., Vadamalai, G., and Dickinson, M., 2009. Molecular characterization of a Phytoplasma associated with coconut yellow decline in Malaysia. *American Journal of Applied Sciences*, 6(7):1331-1340.
- Nouri, M.T., Lawrence, D.P., Holland, L.A., Doll, D.A., Kallsen, C.E., Culumber C.M., and Trouillas, F.P., 2019. Identification and pathogenicity of fungal species associated with canker diseases of Pistachio in California. *Plant Disease*, 103: 2397-2411.
- Saberi, R.R., and Fathia, F., 2018. The management of *Pistachio gummosis* by biocontrol strategies. *Pistachio and Health Journal*, 1(3): 44-51.
- Sakçı, N., and Kurt, Ş., 2022. First report of *Diaporthe ambigua* causing canker and dieback on Pistachio trees in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 104:851–852. <https://doi.org/10.1007/s42161-022-01058-6>.
- Sutton, B.C.,1973. Coelomycetes. In 'The Fungi. IV A, A Imperfecti'. Pp. 513-582, Academic Press, London, 621p.
- Swart, W., and Botes, W.M., 1995. First report of stem canker caused by *Botryosphaeria obtusa* on Pistachio. *Plant Disease*, 79:1036-1038.
- Tekin, H., Arpacı, S., Atlı, H.S., Karaca, R., Mart, C., ve Turan, K., 1995. Antep fıstığı yetiştirme tekniği. Tarım ve Köy İşleri Bak. Antep fıstığı Araştırma Enstitüsü Yayın No: 4, Gaziantep, 136 s.
- Tekin, H., Arpacı, S., Atlı, H.S., Açar, İ., Karadağ, S., Yükçeken, Y., ve Yaman, A., 2001. Antep fıstığı Yetiştiriciliği. Tarım ve Köy İşleri Bak. Antep fıstığı

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep Fıstığı Üretim Alanlarında Toprak Kökenli Patojenlerin Neden Olduğu Ağaç Kurumalarının Araştırılması

- Araştırma Enstitüsü Yayın No: 13, Gaziantep, 132 s.
- Tomaino, A., Martorana, M., Arcoraci, T., Monteleone, D., Giovinazzo, C., and Saija, A. 2010. Antioxidant activity and phenolic profile of Pistachio (*Pistacia vera* L., variety Bronte) seeds and skins. *Biochimie*, 92(9):1115-1122.
- Tunabaş, E., 2022. Domates rizosferindeki fungusların domatesteki solgunluk etmeni *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye karşı antagonistik etkilerinin araştırılması, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana, Yüksek Lisans Tezi, 77s.
- Triki, M.A., Rhouma, A., Chaabouni, A.C., and Ioos, R. 2011. Emergence of *Fusarium solani* causing root rot of Pistachio trees in Tunisia. *Acta Hort.* 912: 717-721. doi:10.17660/ActaHortic.2011.912.107.
- White, T.J., Bruns, T.D., Lee, S.B., and Taylor, J.W. (1990) Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA Genes for phylogenetics. (In: Innis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, J.J. and White, T.J., Eds.), *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*, Academic Press, New York, 18 (1): 315-322.