



## *Neoscytalidium dimidiatum* [(Penz.) Crous & Slippers] ile İnokule Edilen Domates (*Solanum lycopersici* Mill) Bitkilerinde Meydana Gelen Patolojik Değişiklikler Üzerine İnokulasyon Metodlarının Etkisi

Berfin KILINÇ<sup>1\*</sup>, Murat DİKİLİTAŞ<sup>2</sup>, Mehmet Ertuğrul GÜLDÜR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kırıkkale Üniversitesi Delice Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Kırıkkale

<sup>2</sup> Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Şanlıurfa

\*Sorumlu Yazar (Corresponding author): berfinkilinc@kku.edu.tr

### Özet

Dünyada ve ülkemizde tarım ekonomisinde önemli bir gelir kaynağı olan domates bitkisi, biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı oldukça hassastır. Bölgemizde son zamanlarda domates bitkilerinde sürgün ve gövde kurumaları, yaprak yanıklığı, kök çürüklüğü ve iletim demetinde nekroz oluşumuna yol açan *Neoscytalidium dimidiatum* hastalık etmeni tespit edilmiştir. Bu çalışmada, domates bitkilerinin farklı dokularına (yaprak, sürgün, gövde ve kök) farklı yöntemlerle (sprey, enjeksiyon, iğneleme, yaralama, buğday ile inokulasyon, spor solüsyonuna kök daldırma) hastalık etmeni inokulasyonu yapılmıştır. Kontrol bitkilerine ise herhangi bir uygulama yapılmamıştır. İnokule edilen tüm bitkilerin semptom indeks değerleri artış göstermiş, hastalık etmeni bitkinin hangi dokusundan ne şekilde giriş yaparsa yapsın enfeksiyona yol açmıştır. Kök bölgesinden yapılan inokulasyonların daha etkili olduğu görülmüştür. Bu bulgular fizyolojik parametreler ile de desteklenmiştir. Bu çalışma ile patojenin bilinen agresifliğinin yanı sıra enfeksiyon kapasitesinin devam ettiği, inokulasyon metoduna bağlı olarak sadece patojen site derecesinin farklılık arz ettiği görülmüştür. Hastalık etmeni ile mücadelede öne çıkarılan kültürel önlemler, böcek vektörleri ile mücadele ya da hastalık etmeninin yara yerlerinden girebileceği savından hareket ederek, patojen ile yapılacak mücadelede etkin sonuç alınmayacağı görülmüştür. Hastalık etmeni ile temel mücadelede dayanıklı çeşit kullanımı ve mevcut bitkilerinin savunma mekanizmasının biyokimyasal yollar ile artırılması gerekliliği üzerinde durulmuştur.

### Effect of Inoculation Methods on Pathological Changes in Tomato (*Solanum lycopersici* Mill.) Plants Inoculated with *Neoscytalidium dimidiatum* [(Penz.) Crous & Slippers]

### Abstract

Tomato plant, which is an important source of income in the agricultural economy in the world and in our country, is very sensitive to biotic and abiotic stress factors. *Neoscytalidium dimidiatum*, which causes shoot and stem drying, leaf blight, root rot and necrosis of the transmission bundle, has recently been detected in tomato plants in our region. In this study, different tissues (leaf, shoot, stem and root) of tomato plants were inoculated with different methods (spray, injection, pricking, wounding, inoculation with wheat, root dipping in spore solution). No treatment was applied to the control plants. Symptom index values of all inoculated plants increased and the disease agent caused infection regardless of which tissue of the plant it entered. Inoculation from the root zone was found to be more effective. These findings were also supported by physiological parameters. In this study, in addition to the known aggressiveness of the pathogen, it was found that the ability to infect was still dependent on the inoculation method, with only the degree of pathogenicity differing. It has been observed that cultural measures, insect vector control or the assumption that the pathogen can enter through wounds are not effective in controlling the pathogen. The use of resistant varieties and the need to increase the defence mechanism of existing plants by biochemical means were emphasised in the main control of the disease agent.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi :25.08.2024  
Kabul Tarihi :28.09.2024

### Anahtar Kelimeler

*Neoscytalidium dimidiatum*  
domates  
patojen site  
semptom indeks  
inokulasyon metodları

### Research Article

### Article History

Received :25.08.2024  
Accepted :28.09.2024

### Keywords

*Neoscytalidium dimidiatum*  
tomato  
pathogenicity  
symptom index  
inoculation methods

## 1. Giriş

Beslenmemizde büyük bir öneme sahip olan sebze ve meyveler, içerdiği zengin vitamin, mineral madde ve antioksidant içerikleri bakımından insan sağlığı üzerinde olumlu etkilere sahiptirler. Bu sebzelerin başında domates gelmektedir (Yılmaz ve ark., 2018). Artan dünya nüfusunu beslemede ve tüketim miktarında önemli bir paya sahip olan domates (*Solanum lycopersici*) Solanaceae familyasına ait kendine döllenmiş 24 kromozomlu diploit bir bitkidir (Yıldız, 2010). Sıcak iklim bölgelerinde tek ya da çok yıllık olarak da yetişebilmektedir (Nasir ve ark., 2015; Yılmaz ve Özer, 2022).

İlk başlarda zehirli olduğu düşünülen domates, 1800'lü yıllarda yemek olarak tüketilmeye başlanmıştır (Güvenç, 2019). Ana vatanı Peru olan domates, Amerika'nın keşfinden sonra 15.yy'da Avrupa'ya getirilmiş ve kültüre alınmıştır. Tüm dünyada üretimi yapılmakta olan bu kültür bitkisi, ilk olarak Türkiye'ye 19.yy'da Suriye aracılığıyla gelmiştir (Anonim, 2014).

Elverişli iklim koşullarına sahip olan Türkiye, domates yetiştiriciliğinde önemli bir konuma sahiptir. Türkiye'de yerli sebze üretiminin %40'ından fazlasını karşılayan domates, yaygın olarak iç piyasada tüketilmekte ve gıda sektörüne hammadde sağlamaktadır (Keskin, 2021). FAO'nun 2020 yılı verilerine göre Dünyada yaklaşık 51 milyon dekarlık alanda 177 milyon ton domates üretimi yapılırken, ülkemizde yaklaşık 1.7 milyon dekar alanda 12.2 milyon ton domates üretimi yapılmaktadır. Bu veriler, domatesin Dünya'da ve ülkemizde üretim miktarı en fazla olan ve ekonomik büyüklüğe sahip sebzeler arasında yer aldığını göstermektedir (Nangare ve ark., 2016; Cui ve ark., 2020). Domates meyvesi; içeriğinde bulunan besin miktarı, lipitler, proteinler, organik asitler (malik ve sitrik asit), karotenoidler, polisakaritler, selüloz, pektin gibi %5-7 oranında da inorganik bileşiklerden ve %93-95 sudan oluşmaktadır (Minoia ve ark., 2017). Zengin besin ve lif içeriği, likopen, mineral madde içeriği, zengin A, C ve E vitaminleri yanında düşük yağ ve kalori

oranına sahiptir (Bakir ve ark., 2018; Navarro-Gonzalez ve ark., 2018).

Ticari olarak üretimi yapılan birçok domates çeşidi, biyotik ve abiyotik etmenlere karşı duyarlıdır. Stres, bitkilerin normal gelişimini olumsuz etkileyen biyotik ve abiyotik (fizyogen) etmenler bütünü olarak ifade edilmektedir (Rhodes ve Nadolska-Orezi, 2001; Sultan, 2021; Aydın ve ark., 2022). Domates, abiyotik stres faktörleri olan, tuzluluk, düşük ve yüksek sıcaklık, kuraklık ve ağır metal gibi etkenlerden olumsuz etkilenmekle beraber (Dere, 2021), yabancı otlar, zararlı böcekler, akarlar, nematodlar, funguslar, bakteriler ve virüs gibi mikroorganizmal biyotik faktörler sonucu önemli kayıplar yaşanmaktadır (Shao ve ark., 2018). Biyotik bir faktör olan fungal hastalıklar, sıcaklığın 25 °C nin üstüne çıkması ve fazla nem ve rüzgar ile genel olarak bitkinin veriminde azalmalara yol açmakta, vasküler solgunluklara, yaprak lekelerine ve kanserli dokuların oluşmasına neden olmaktadır (Gimaret-Carpentier ve ark., 2018).

Son zamanlarda Güneydoğu Anadolu Bölgesinde domates yetiştiriciliği yapılan alanlarda sürgün, dal yanıklıkları hatta tüm bitkide meydana gelen kurumalar gözlenmektedir. Bu kurumaların etiyojisinde *Neoscytalidium* cinsine ait türlerin sorumlu olduğu tespit edilmiştir. Domateslerde hastalık oluşturan *N. dimidiatum*'a ait ilk rapor, Türkölmez ve ark. (2019), *N. novaehollandiae*'ya ait ilk rapor ise Derviş ve ark. (2020) tarafından yapılmıştır.

Botryosphaeriae familyasına ait ve *Neoscytalidium* cinsinde yer alan *Neoscytalidium dimidiatum* türü ilk olarak 2006 yılında Crous ve Slippers tarafından tanımlanmış ve bu cinse ait türler septalı ve havai misel varlığı ile karakterize edilmiştir (Crous ve ark., 2006). Daha sonra Pavlic ve ark. (2008) *Neoscytalidium novaehollandiae* türünü Avusturalya'nın kuzeybatısındaki endemik ağaç türlerini araştırırken tespit etmişlerdir. Bu hastalığın insanlarda klinik enfeksiyonlara yol açtığı ve enfeksiyonun bu fungusla bulaşık toprak veya bitki materyali ile ilgili temas sonucu ortaya çıktığı rapor

edilmiştir (da Silva ve ark., 2016; Al-Raish ve ark., 2020). *N. dimidiatum* hakkında çok az bilgi bulunmasına rağmen, etmenin Jamaika, Brezilya, Cezayir, Kanada, Amerika Birleşik Devletleri ve Birleşik Krallık'ta sinüzite yol açtığı bildirilmiştir (Bakhshizadeh ve ark., 2014). *Neoscytalidium* cinsi daha önce tüm dünyada geniş coğrafi bölgelerde, çeşitli bitki konukçularında rapor edilmiştir (Von Arx, 1987; Farr ve Rossman, 2018). Örneğin, Avustralya'da mango ölümü ile ilişkilendirilen *N. novaehollandiae*'nin ciddi ekonomik kayıplara neden olduğu belirlenmiştir (Ray ve ark., 2010). Hastalık etmeninin yayılım hızının durdurulamadığı görülmüş, en son olarak mango ağaçlarında geriye doğru ölüm simptomu ile İsrail'in çeşitli bölgelerinde tespit edilmiştir (Sharma ve ark., 2024). *Neoscytalidium novaehollandiae*, *Adansonia gibbosa*, *Acacia synchronica*, *Crotalaria medicaginea* ve *Grevillia agrifolia*'nın bir endofiti olarak Kuzey-Batı Avustralya'da tespit edilmiştir (Pavlic ve ark., 2008). *Neoscytalidium* cinslerine ait bölgemizde ve Türkiye'de yeni görülen *N. dimidiatum* (Derviş ve ark., 2019) ve *N. novaehollandiae* (Kurt ve ark., 2020) fungus türlerinin Antepfıstığı ağaçlarında kurumalara yol açtığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Manisa ve Gaziantep illerinde asma bitkisinde, dal kanseri ve geriye doğru ölüm (Akgül ve ark., 2020), ve 2019 yılında Diyarbakır ili badem ağaçlarında yapraklarda sararmalar, dal kurumaları, gövde hastalıkları (Ören ve ark., 2020), ve yine 2019 yılında Trabzon hurmasında dal kuruması gibi belirtilerin *N. novaehollandiae* etmeni tarafından kaynaklandığı rapor edilmiştir (Ören ve ark., 2020).

Bu zamana kadar yapılan çalışmalarda, etmenin simptomları ve ürün kaybına olan etkileri değerlendirilmiş, etmenin nasıl ilerlediği ve hastalık kinetiği yani hastalık belirtilerinin ilerleme hızı üzerinde durulmadığı gibi hastalık etmenin bulaşma kaynağı ve mekanizması ya tahmin edilmiş ya da inokule edilen bölge ile hastalık etmenin patojenisitesinin karakterize edileceği üzerinde durulmuştur. Bu çalışmada, *N. dimidiatum* hastalık etmeninin bitki üzerinde

nasıl ilerlediğini ve bitkiyi nasıl enfekte ettiğini anlamak için farklı inokulasyon yöntemleri denenmiştir. Bizi bu yönde araştırmaya iten en önemli sebep ise, etmenin oldukça agresif oluşu, diğer hastalık etmenlerinin aksine simptom ilerlemesinin durdurulamaması ve bitkilerin tamamının kurumaya başlayarak ölümle sonuçlanması olmuştur. Ayrıca, etmen, bitkinin çok farklı bölgelerinde simptom oluşturmakta hatta hasat sonrası meyvelerde de simptomlara yol açarak kayıplara neden olmaktadır. Hastalık belirtilerinin etmenin inokulasyon yöntemi ile çok da ilişkili olmadığı, en azından inokulasyon yöntemi ile enfeksiyon şiddeti arasında doğrusal bir ilişki kurulamayacağı öngörülmüştür. Bu durumun ivedilikle açığa çıkarılması gerektiği değerlendirilmiş, inokulasyon yöntemine bağlı olarak enfeksiyon oluşması durumunda (böcekler, ara konukçular, yabancı otlar, diğer patojenler, fiziksel yaralanmalar vb.), inokulasyon kaynaklarının ortadan kaldırılmasının etmenin patojenisitesi üzerinde rol oynayıp oynamayacağını belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Böylece hastalık kaynaklı simptomların, hastalığa karşı bitkide meydana gelen fizyolojik tepkilerin inokulasyon yöntemleri ile fark gösterip göstermediği, dolayısı ile mücadeleye esas teşkil edecek yaklaşımların önem arz edip etmediği ele alınmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Fitopatoloji laboratuvarlarında ve bölüm serasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ana materyalini H-2274 domates çeşidi ve *Neoscytalidium dimidiatum* fungal etmeni ve diğer temel laboratuvar malzemeleri oluşturmuştur.

### 2.1. Fungal izolatin çoğaltılması

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Fitopatoloji laboratuvarında domates bitkisinden izole edilmiş ve kültür stoğunda bulunan *Neoscytalidium dimidiatum* etmeni [ND121 izolatu için NCBI erişim numarası: MH114591 (ITS), MH114595 (TEF-1 alpha), MH114593 (LSU), MH114589

(Actin)] çoğaltılarak çalışma başlatılmıştır. Kültürden alınan bir misel parçası antibiyotik (Streptomycine;40 mg l<sup>-1</sup>) içeren 39 g l<sup>-1</sup> PDA (Patates Dekstroz Agar) ortamına aktarılmış ve gelişimi için 25 °C'de ve karanlıkta 5-7 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonucu gelişen kolonilerin uçlarındaki genç misellerden tekrar küçük parçacıklar alınarak PDA içeren Petri kaplarına aktarılmış, aynı sıcaklık ve koşullarda inkübasyona bırakılmış ve fungal etmen çalışma için hazır hale getirilmiştir (Kılınç ve ark., 2022; Gümüş ve ark., 2023).

## 2.2. Denemenin kurulması

Çalışma, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü serasında 10 hafta yürütülmüş olup, deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

### 2.2.1. Bitkilerin yetiştirilmesi

H-2274 domates çeşidi tohumları, her bir viole ikişer tohum gelecek şekilde steril

torf:perlit:toprak (1:1:1) karışımına ekilmiştir. Violler, %80 nem içeren sera koşullarında çimlendirilmeye bırakılmış iki hafta içinde çimlenen tohumlar, üç yapraklı fide aşamasına geldiklerinde 4 kg toprak:torf:perlit (1:1:1) karışımı içeren saksılara, her saksıda bir adet fide olacak şekilde şaşırılmıştır. Bitkilerin büyüme süresi boyunca sulama ve gübreleme gibi bakım işlemleri yapılmıştır.

### 2.2.2. Farklı inokulasyon yöntemleri ile hastalık etmeninin bitkiye verilmesi

Bitkiler ortalama 25 cm boyuna ulaştıklarında *Neoscytalidium dimidiatum*'un doğadaki hastalık inokulasyon şekillerini simüle etmek için, 7 farklı inokulasyon yöntemi ile bitkiye verilmiştir (Tablo 1). Bunun için her saksı bir tekerrür olarak kabul edilmiş olup her uygulama 5 tekerürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Hastalık ile inokule edilmeyen bitkiler kontrol grubu olarak kullanılmıştır.

**Tablo 1.** Denemede esas alınan uygulama grupları ve inokulasyon biçimleri

**Table 1.** Application groups and inoculation types used in the experiment

Uygulamalar*	İnokulasyon biçimleri
1. Uygulama	-Yaprak sprey inokulasyonu
2. Uygulama	-İğne ile yaralama + yaprak sprey inokulasyonu
3. Uygulama	-Enjeksiyon iğnesi ile gövde inokulasyonu
4. Uygulama	-Gövde yara inokulasyonu
5. Uygulama	-Hastalık ile muamele edilmiş buğday taneleri ile topraktan inokulasyon
6. Uygulama	-Köklerin hastalık solüsyonuna batırılması
7. Uygulama	-Köklerin hastalık solüsyonuna batırılması + yaprak sprey inokulasyonu
8. Uygulama (Kontrol)	-Herhangi bir hastalık uygulaması yok

\*Her bir uygulama için patojen uygulaması olmayan pozitif kontrol oluşturulmuş, ancak bu grupların negatif kontrolden istatistik olarak fark göstermediği belirlenmiş, bu yüzden sadece negatif kontrol grubu çalışmaya dahil edilmiştir.

Çalışmada 1. uygulama için; saf olarak gelişen *N. dimidiatum* etmeni, Petri kaplarının yüzeyinden bir spatula yardımı ile sıyrılıp steril saf su içinde homojenize olana kadar karıştırılmış ve mikroskop altında heamocytometer yardımı ile 1x10<sup>6</sup> spor m l<sup>-1</sup> olacak şekilde ayarlanmıştır. Solüsyon yapraklara sprey edilmeden önce yapraklar %70 etanol ile yıkanmış, ortam sıcaklığında etanolün kuruması sağlanmış, daha sonra spor solüsyonu sprey edilmiştir. Kontrol grubuna

ise yapraklar etanol ile silindikten sonra saf su püskürtülmüştür. İkinci (2.) uygulama için; bitki yapraklarına iğne ile 10 adet yaralama yapılmış ve hazırlanan spor solüsyonu yapraklara sprey edilerek püskürtülmüştür. Aynı yöntem kontrol bitkisine de uygulanmış olup hastalık solüsyonu yerine saf su püskürtülmüştür. Üçüncü (3.) uygulamada; bitki gövdeleri %70'lik etanol ile yıkandıktan sonra, hazırlanan 1x10<sup>6</sup> spor m l<sup>-1</sup> lik solüsyon bir enjeksiyon yardımıyla çekilip bitkinin

iletim demetlerine 1 mL enjekte edilmiş, kontrol bitkisine de saf su enjekte edilmiştir. Dördüncü (4.) uygulamada; domates gövdeleri yine %70'lik etanol ile yıkandıktan sonra bir bistüri ile açılıp saf olarak gelişmiş fungal etmeden bir disk alınarak bitki gövdesine inokule edilmiş ve parafilm ile sarılmıştır. Aynı yöntem kontrol bitkisi için de yapılmış olup fungal disk yerine yara açılan noktaya steril PDA diski yerleştirilmiştir. Beşinci (5.) uygulamada steril buğday taneleri üzerinde geliştirilmiş olan etmen her saksıya 5 adet olacak şekilde kök bölgesine inokule edilmiştir. Kontrol bitkisinin kök bölgesine ise 5-7 adet (her saksı başına) otoklavlanmış buğday tanelisi inokule edilmiştir. Altıncı (6.) uygulamada; domates kökleri spor solüsyonuna batırılmış ve saksılara dikilmiştir. Kontrol bitkisi kökleri ise steril saf suya batırılıp saksıya dikilmiştir. Yedinci (7.) uygulamada; bitki kökleri  $1 \times 10^6$  konidi oranındaki hastalık solüsyonuna batırıldıktan sonra saksılara şaşırtılmış ve yine  $1 \times 10^6$  spor  $m^{-1}$  hastalık solüsyonu yapraklara sprey edilerek uygulanmıştır. Sekizinci (8.) uygulama için herhangi bir hastalık inokulasyonu yapılmamıştır (negatif kontrol grubu).

### 2.3. Bazı fizyolojik parametrelerin ölçülmesi

#### 2.3.1. Bitki boyunun ölçülmesi

Bitki boyları uygulamanın yapıldığı günden başlayarak birer haftalık periyotlar halinde ölçülmüş, toprak seviyesi ile bitkinin apikal noktası arasındaki mesafe (cm) bitki boyu olarak kabul edilmiştir. Ölçümler şerit metre ile yapılarak her hafta aynı gün ve saatte kayıt altına alınmıştır (Karakaş Dikilitaş, 2013).

#### 2.3.2. Çiçek ve meyve sayısı

Hastalık etmeni bitkiye inokule edildikten sonra bitki üzerindeki çiçek ve meyve sayıları kayıt altına alınmıştır (Karakaş Dikilitaş, 2013).

#### 2.3.3. Simptom indeksinin 0-6 skalası ile belirlenmesi, AUDPC ve yaprak alanı hesaplamaları

Bitkilerde morfolojik olarak meydana gelen zararın belirlenmesi için bir hastalık skalası oluşturulmuştur. Simptom indeks bitkide görülen simptom derecelerine göre her hafta ölçülüp, Dixon ve Doodson (1971); Moller-Nielson ve Andreasen (1971) ve Zhao ve ark., (2011)'ın geliştirdikleri 0- 6 hastalık skalasına göre küçük modifikasyonlar yapılarak (Dikilitaş, 2003) aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2.** Patojenin bitkide meydana getirdiği semptomları değerlendiren simptom indeks skalası

**Table 2.** Symptom index scale to evaluate the symptoms caused by the pathogen on the plant

Skala	Simptom
0	-Simptom (hastalık, leke, nekroz, küçükleme vb.) yok, bitki hastalıktan etkilenmemiş.
1	-Enfeksiyon izi: alt yapraklarda görülen klorotik sararma.
2	-Hafif enfeksiyon: yaprakların %50'sinden azını etkileyen kloroz ve epinasti.
3	-Orta derecede enfeksiyon: kloroz, epinasti ve nekroz dahil yaygın semptomlar.
4	-Şiddetli enfeksiyon: bitki zayıf ve bodur; hem ana gövde hem de dallar ilerlemiş semptomlar gösterir.
5	-Son derece şiddetli enfeksiyon: dallarda ve gövdelerde nekrotik lekeler ancak bazı sürgün tepesinde hala görülebilen yeşillik.
6	-Bitki tamamen ölmüş.

Simptomları kategorize etmek gerekirse, 0 ve 2 arasında yer alan bitkiler dayanıklı olarak kategorize edilmiş. 1.5 ve 2.5 simptom değerleri aralığındaki bitkiler az hassas, 2.5 – 3.5 değer aralığında olan bitkiler orta derecede hassas, 4 – 6 değer aralığındaki bitkiler de

hassas olarak kategorize edilmiştir (Soesilo ve Sari, 2014). Bu sınıflandırmadan, bitkilerdeki hastalık ilerleyişinin oranını ve semptomların başlangıç zamanını gösteren bir indeks, tek bir muameledeki her bir bitki grubu için yüzde olarak hesaplanmıştır. Herhangi bir simptom

değeri gösteren (0'dan 6'ya kadar) bitki sayısı o değerle ve bütün bitkiler için elde edilen sayı ile çarpılmış ve toplam değer de 100 ile

çarpılmış ve maksimum değer (6)'ya bölünmüş ve simptom indeks değeri % olarak elde edilmiştir (Eşitlik 1).

$$\%SI = \left[ \frac{\sum SI}{(6 \times \sum n)} \right] \times 100 \quad (\text{Eşitlik 1})$$

SI: Simptom indeks

n: Bitki sayısı

Buna ek olarak, simptom indeks değerleri (%) üzerinden uygulama gruplarına ait toplam hastalığın seyrini anlayabilmek için hastalık gelişim eğrisi altında kalan alan (AUDPC; The

area under disease progress curve) Eşitlik 2'de verilen formüle göre hesaplanmıştır (Campbell ve Madden, 1990).

$$\text{AUDPC} = \sum \left[ \frac{(x_i + x_{i+1})}{2} \right] (t_{i+1} - t) \quad (\text{Eşitlik 2})$$

x, i günündeki değerlendirilmede kaydedilen hastalık şiddeti  
(t<sub>i+1</sub> - t), ardışık iki ölçüm arasındaki zaman

Yaprak alanları hesaplanırken Image J (Ij154-win-Java8) analiz programının treshold bölümü kullanılarak yaprak üzerindeki enfekteli (klorofil içermeyen) alan çıkarılarak hesaplama yapılmıştır (Gao ve ark., 2011). Her uygulama grubuna ait bitkilerden (her gruptan) 5 yaprağa ait toplam yaprak alanları hesaplanmıştır. Yaprak alanı bitki sağlığı konusunda erken uyarı sağladığından ve büyüme ve gelişme potansiyelini açığa çıkardığından inokulasyon metodlarının etkinliğinin belirlenmesinde önemli bir yere sahiptir.

#### 2.3.4. Reizolasyon

Uygulama grubu bitkilerinden ve kontrol bitkilerinden deneme sonunda izolasyon yapılarak hastalık etmeninin kazanılıp kazanılmadığına dolayısı ile ilgili simptomların hastalık etmeni ile ilgili olup olmadığı değerlendirilmiştir.

#### 2.3.5. Bitki yaş ve kuru ağırlığı, meyve ağırlığı

Deneme sonlandırıldığında, hastalık etmeninin bitki büyümesine olan etkisini anlamak ve hastalık varlığında bitki fizyolojisi hakkında bilgi edinmek amacıyla bitki ağırlığı ölçülmüştür. Bunun için saksının toprak seviyesinden bitkiler kesilerek paketlere yerleştirilmiş ve bitkinin toprak üstü yaş ve kuru ağırlıkları hesaplanmıştır. Saksılarda kalan kökler ise topraktan nazikçe ayrılarak

paketlenmiş ve yaş ve kuru ağırlık için ölçümleri yapılmıştır. Bitkilerin toprak üstü aksamalarının yaş ve kuru ağırlığı ve kök yaş ve kuru ağırlıkları hassas terazi ile belirlenmiştir (Karakaş Dikilitaş, 2013). Bitki kuru ağırlıkları 48 saat süre ile 70°C'deki etüvde kurutulmuştur. Meyve ağırlığı (g), deneme sonlandırıldığında yaş ağırlıkları esas alınarak dijital hassas terazi ile belirlenmiştir.

#### 2.4. İstatistiksel analizler

Çalışmada elde edilen veriler, Excel programında, XLstat istatistik programı kullanılarak Anova tek yönlü varyans analizine göre karşılaştırılmıştır. Verilerin ayrıştırılmasında Duncan's Multiple Range Test kullanılmıştır. Ayrıca ölçülen tüm parametreler, farklı inokulasyon metodları esas alınarak gruplandırılmış ve "Hierarchical Cluster distance" analizi esas alınarak "Squared Euclidian distance" metodu ile bir dendogram oluşturulmuştur (SPSS 27, IBM Inc.).

#### 3. Araştırma Bulguları

##### 3.1. Farklı inokulasyon yöntemleri ile bitkiye verilen hastalık etmeninin değerlendirilmesi

Hastalık etmeni, farklı inokulasyon yöntemleri ile domates bitkisine inokule edilmiş, bitkiler farklı derecelerde de olsa enfeksiyon belirtileri göstermiştir. Kök, gövde,

yaprak ve sürgünlerde kurumalar ve yanmalar gözlenmiş, bazı bitkilerde ölümler meydana gelmiştir (Şekil 1). Negatif kontrol grubu ile her uygulama için yapılan pozitif kontrol grubu yani hastalık etmenin bulunmadığı ancak yaralama, iğneleme vb. gibi uygulamaların bulunduğu kontrol grupları arasında istatistiksel olarak fark bulunmadığı

için hesaplamalarda ve sonuçların sunulmasında sadece negatif kontrol grubu yer almıştır. Haftalık olarak bitki boy ve simptom indeks değerleri kaydedilmiştir. Deneme sonlandırıldığında, bitki boyu, bitki yeşil aksam ve kök yaş ve kuru ağırlığı, meyve ağırlığı belirlenmiş, yaprak alanı ve AUDPC hesaplamaları yapılmıştır.



**Şekil 1.** Deneme sonucu bitki uygulama gruplarının genel görüntüleri; K: Negatif kontrol, 1: Yaprak sprey inokulasyonu, 2: İğne ile yaralama + Yaprak sprey inokulasyonu, 3: Enjeksiyon iğnesi ile gövde inokulasyonu, 4: Gövde yara inokulasyonu, 5: Hastalık ile muamele edilmiş buğday taneleri ile topraktan inokulasyon, 6: Köklerin hastalık solüsyonuna batırılması + Yaprak sprey inokulasyonu, 7: Köklerin hastalık solüsyonuna batırılması + Yaprak sprey inokulasyonu.

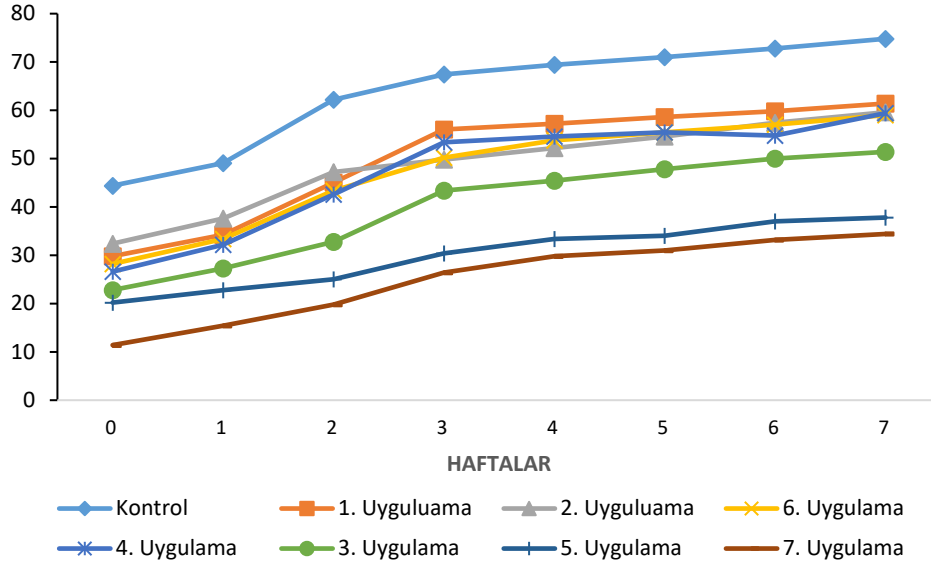
**Figure 1.** General images of plant treatment groups as a result of the experiment; K: negative control, 1: foliar spray inoculation, 2: needle wound + leaf spray inoculation, 3: stem inoculation with injection needle, 4: stem wound inoculation, 5: soil inoculation with disease-treated wheat grains, 6: root dipping in disease solution, 7: root dipping in disease solution + leaf

### 3.1.1. Bitki boyunun ölçülmesi

Bitki boyları denemenin başından sonuna kadar her hafta düzenli olarak şerit metre ile ölçülmüştür (Şekil 2). Kontrol grubu bitkileri en uzun boy uzunluğuna (cm) sahip bitkiler olurken, hastalık etmeni ile inokule edilmiş bitkiler ile kontrol grubu arasında önemli bir fark oluşmuştur ( $P < 0.05$ ). Daha önce ‘‘Materyal ve Metod’’ bölümünde ifade edildiği gibi her bir uygulama için pozitif kontrol grubu oluşturulmuş, bu grupların negatif kontrol grubu ile arasında istatistik olarak herhangi bir fark görülmemesi üzerine sadece negatif kontrol yani hiçbir muameleyle

tabi olmayan grup çalışmaya dahil edilmiştir. Bitkilerin genel görünüşünü simgeleyen boy uzunluğu dikkate alındığında bitkinin üst kısmından 1. (yaprak sprey inokulasyonu), 2. (iğne ile yaralama + yaprak sprey inokulasyonu), 3. (enjeksiyon iğnesi ile gövde inokulasyonu), 4. (gövde yara inokulasyonu) ile yapılan inokulasyonların kök kısmından yapılan 5. (hastalık ile muamele edilmiş buğday taneleri ile topraktan inokulasyon), 6. (köklerin hastalık solüsyonuna batırılması), 7. (köklerin hastalık solüsyonuna batırılması + yaprak sprey inokulasyonu) inokulasyonlara göre daha az boy kısalığına neden olduğu belirlenmiştir.





Şekil 2. Deneme süresi boyunca uygulama gruplarındaki bitki boyu uzunlukları  
 Figure 2. Plant heights in treatment groups during the experimental period

Bitki boylarının değerlendirilmesi ile hastalık etmeninin bitkinin büyüme ve gelişme durumu incelenmiş, hastalık etmeni *N. dimidiatum* hangi metod ile bitkiye inokule edilmiş olursa olsun, bitkide gelişim geriliğine yol açtığı tespit edilmiş 5. (hastalık ile muamele edilmiş buğday taneleri ile topraktan inokulasyon), 6. (köklerin hastalık solüsyonuna batırılması) ve 7. (köklerin hastalık solüsyonuna batırılması + yaprak sprey inokulasyonu) uygulamaların yani kök bölgesinden yapılan inokulasyonların daha etkin olduğu görülmüştür.

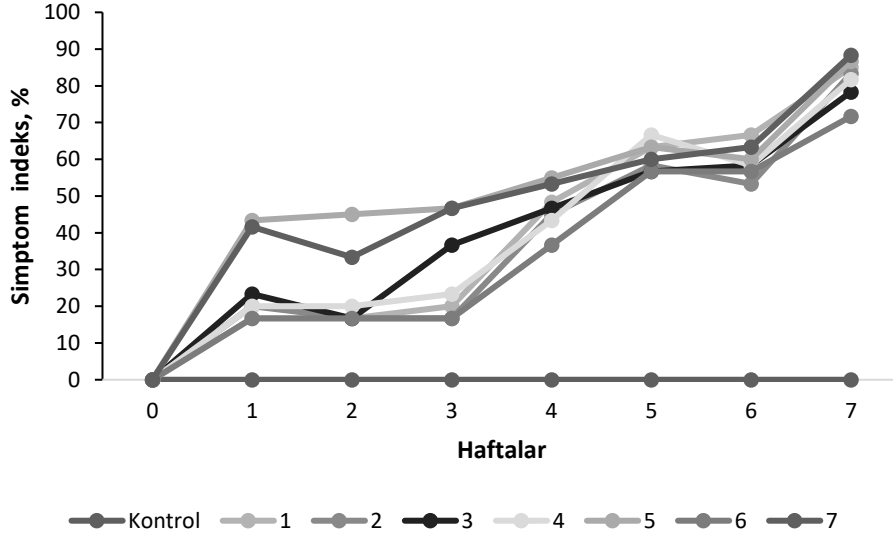
### 3.2. Simptom indeksi

Çalışma sonucu bitkide meydana gelen belirtiler (0-6) hastalık skalasına göre hesaplanmıştır. Kontrol grubunda, denemenin başından sonuna kadar gözle görülebilir herhangi bir belirtiler görülmez iken (0), uygulama gruplarında deneme sürecinin

başlangıcından sonuna doğru belirtiler değerleri yükselmiştir. Uygulama gruplarında meydana gelen belirtiler indeks değerleri incelendiğinde bütün grupların inkübasyon periyodu boyunca belirtiler değerlerinde artışa neden olduğu görülmüş kök bölgesinden yapılan inokulasyonların daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3).

İnokule edilen bitkilerin AUDPC değerleri de hesaplanmış, bütün inokulasyon metotları kontrol gruplarından farklılık göstermiş, AUDPC değerleri ile hastalık etmeninin domates bitkisinde önemli belirtilere yol açtığı görülmüştür. Yine, kök bölgesinden yapılan inokulasyonların bitkide daha şiddetli belirtilerine yol açtığı belirlenmiştir (Tablo 3). Belitler indeks değerlerine bakıldığında haftalık olarak alınan belirtiler indeks değerlerinin artış gösterdiği görülmüştür (Şekil 3).



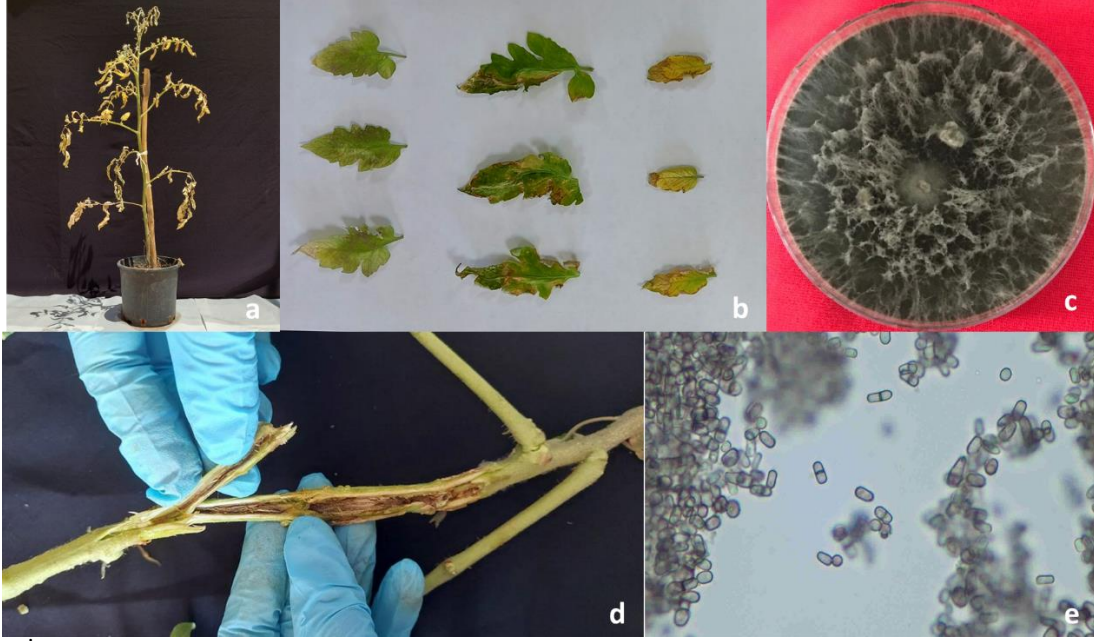


Şekil 3. İnkübasyon periyodu süresince (0-7 hafta) domates bitkilerinin simptom indeks değerleri

Figure 4. Graph of the values of the symptom index of tomato plants during the incubation period (0 - 7 weeks)

İnoküle edilen bütün bitkilerin enfeksiyon değerlerinin şiddetli enfeksiyona doğru gittiği ve bitkilerin ölümle sonuçlanacak kurumalar gösterdiği tespit edilmiştir. Sadece hastalık etmeninin tüm haftalar boyunca oluşturduğu kümülatif değerlere bakıldığında ki bu değerlere ilk haftaların katkıları da mevcuttur, sonraki haftalarda etmenin hızlı bir şekilde ilerleyerek enfeksiyonunu artırdığı görülmüştür. Burada dikkat edilmesi gereken husus, topraktan yapılan inokulasyonların bitki biyometrik parametrelerine toprak üstünden yapılan inokulasyonlara göre daha fazla etki yaptığı görülmüş, ancak hastalık etmeninin agresif davranması sonucu inoküle edilen tüm bitkilerin enfeksiyon şiddeti hızlanmıştır.

Bitkiler hangi yöntemler ile inoküle edilmiş olursa olsunlar ciddi biyometrik kayıp yaşamışlardır. İnoküle edilmiş bitkilerin deneme sonunda yaprak alanları ölçülmüş, buna göre bütün gruplarının kontrol grubuna kıyasla yaprak alanlarının istatistik olarak önemli ölçüde düştüğü tespit edilmiştir. Yine yaprak alanı bakımından en çok etkilenen bitkiler, kökten yapılan inokulasyonlar sonucu oluşmuştur. Deneme sonunda bitkilerin yaprak ve gövde dokularından reizolasyon yapılmış, etmenin bitki sisteminde canlı kalıp kalmadığı belirlenmek istenmiştir. Etmenin bitkinin farklı dokularında yaptığı simptomlar Şekil 4'te gösterilmiştir.



**Şekil 4.** İnokulasyondan 7 hafta sonra bitkide reisolasyon, a; bitkide meydana gelen genel kuruma b; yaprak nekrozları, c; reisolasyon sonucu geri kazandırılan *Neoscytalidium dimidiatum* etmeninin Petri kabındaki görüntüsü, d; iletim demeti boyunca kararma, e; etmenin mikroskop altındaki görüntüsü.

**Figure 4.** Plant reisolatyon 7 weeks after inoculation, a; general desiccation of the plant, b; leaf necrosis, c; Petri dish image of *Neoscytalidium dimidiatum* recovered after reisolatyon, d; blackening along the vascular bundle, e; microscopic image of the pathogen.

Hastalık etmeni bitkiye inokule edildikten sonra reisolasyon yapıldığında etmen geri kazandırılmış, kontrol bitkilerinde ise *N. dimidiatum* etmenine rastlanmamıştır. Hastalıklı bitkilerde görülen makroskobik ve mikroskobik belirtiler, Crous ve ark. (2006)'nın tarif ettikleri belirtiler ile uyum içinde bulunmuştur. Dolayısıyla ile bu hastalık etmeninin yüksek kolonizasyon yeteneği sayesinde diğer bitki aksamlarına rahatlıkla ulaştığı, o bölgelerde de kolonizasyonu gerçekleştirdiği görülmüştür. Türkölmez ve ark. (2019) domatesten yaptıkları bir çalışmada domates bitkisinin toprak üstü yeşil aksam ve kök aksamlarından başarılı bir şekilde etmen

izole edilmiş ve etmenin bölgede hızla yayılmaya başladığı rapor edilmiştir. Etmen bitkiye ne şekilde inokule edilmiş olursa olsun rahatlıkla internal olarak her bölgeye ulaşma potansiyeline sahip olup doku içinde miselyal gelişim ve sporulasyon göstererek bitkinin iyileşme belirtileri göstermesine engel olmuştur. Bitkinin hemen hemen her bölgesinden inokulasyon ve enfeksiyon yapma kabiliyetine sahip olan ve penetrasyon yaparak bitkide yıkıma neden olan ve geniş bir konukçu ağına sahip olan etmenin koşulları fungus lehine olduğu durumlarda epidemiy yapabilecek seviyeye gelebileceği göz ardı edilmemelidir.

**Tablo 3.** Farklı metotlar ile inokule edilen bitkilerin biyometrik parametreleri**Table 3.** Biometric parameters of plants inoculated by different methods

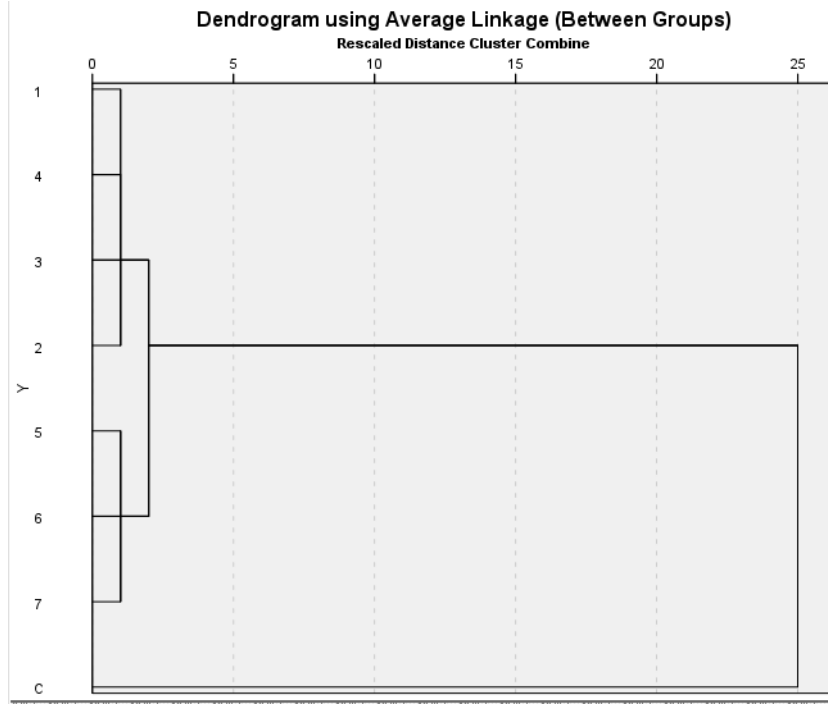
İnokulasyon metodları	Reizolasyon	AUDPC	Yaprak alanı	Yaş ağırlık		Kuru ağırlık		Çiçek sayısı	Meyve sayısı
				Tüa <sup>1</sup>	Kök	Tüa <sup>1</sup>	Kök		
<b>Kontrol</b>	0	0.0	143.1±4.8	85.6±7.0	16.8±5.2	15.4±1.8	9.0±2.8	10	6
<b>1</b>	5	1919.2	64.0±3.7	66.4±7.3	9.6±2.3	12.0±0.9	6.1±1.4	7	3
<b>2</b>	4*	1761.7	61.0±6.7	75.5±6.9	7.8±1.9	13.7±1.9	4.7±0.7	6	3
<b>3</b>	4*	1942.5	107.1±4.0	70.1±8.0	6.8±1.3	9.3±0.9	4.3±1.1	5	2
<b>4</b>	4*	1907.5	85.0±2.7	67.2±5.0	6.3±1.4	9.5±1.4	4.0±0.9	5	2
<b>5</b>	3*	2496.7	73.1±6.6	36.3±10.0	6.5±1.5	6.8±1.2	3.2±1.5	2	0
<b>6</b>	2*	2450.1	54.1±6.2	60.4±7.3	4.2±0.9	9.3±0.9	2.8±0.6	3	1
<b>7</b>	3*	2397.5	43.1±3.2	44.1±10.5	10.9±3.4	7.5±1.4	4.4±1.3	2	0

n=5 bitki kullanılmıştır. <sup>1</sup>Toprak üstü aksamı, \*Diğer bitkiler deneme tamamlanmadan önce kurduğu için izolasyon yapılamamıştır. Harflendirmeler P≤0.05 düzeyinde farklılıkları arz eder.

Bu etmenin diğer bitkileri de enfekte etme kabiliyeti ile tarımsal alanlarda büyük bir yıkıma neden olacağı öngörülmüştür. Nitekim etmenin domates yanında fıstık ağaçlarında (Derviş ve ark., 2019), çam ağaçlarında (Türkölmez ve ark., 2019; Alizadeh ve ark., 2022), ceviz ve badem ağaçlarında (Derviş ve ark., 2019; Oksal ve ark., 2020) enfeksiyon yaptığı tespit edilmiştir. Deneme sonlandırıldığında uygulama grubu bitki kök ve gövdelerinin önce yaş ağırlıkları daha sonra kuru ağırlıkları hesaplanmıştır (Tablo 3). Kontrol grubunda ortalama bitki yeşil aksam yaş ağırlığı, 85.62 gram olarak belirlenirken, uygulama gruplarından 6. grup 79.52 gram ile kontrol grubuna en yakın ağırlığa sahip olmuş, en düşük yaş ağırlığına sahip grup ise 36.30 gram ile 5. uygulama grubu olmuştur. Bitki yeşil aksam kuru ağırlıkları yaş ağırlıkları ile doğru orantılı olarak azalmıştır. Bitki kök kuru ağırlıkları da yaş ağırlıkları ile orantılı olarak azalmıştır. Ölçüm sonucu inokulasyon metotlarının bitki organik madde ağırlığını önemli derecede düşürdüğü, uygulamalar arasında kökten inokulasyonu esas alan inokulasyonların diğer parametrelerde de görüldüğü ve önemli kayıplara neden olduğu belirlenmiş, yapraktan yapılan inokulasyonların da patolojik açıdan bitki yaş ve kuru ağırlığını yani organik madde miktarını azalttığı tespit edilmiştir.

### 3.5. Çiçek ve meyve sayısı

Denemede bitkinin çiçek ve meyve sayıları da kayıt altına alınmıştır. Fakat genel itibarıyla bitki generatif üremeye geçememiş ve çok az sayıda çiçek ve meyve oluşumu görülmüştür. Deneme sonlandırıldığında bitki üzerinde sıcaklığın artması ile çiçek oluşumu güçleşmiştir. Uygulama gruplarındaki çiçek ve meyve sayısı kontrol grubundan farklılık göstermiş yine kök kısmından yapılan inokulasyonun çiçek ve meyve sayılarına etkisi daha fazla olmuştur. Bu çalışmada hastalık etmeninin bitkilere hangi yöntemle verilirse verilsin verimi önemli ölçüde düşürdüğü görülmüştür. Bu da patojenin ciddi boyutta saldırganlık özelliği sergilediğinin göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler ışığında kullandığımız parametreler toplu olarak değerlendirildiğinde inokulasyon metodları ile ilgili bir dendogram oluşturulmuş, bu dendograma göre kontrol grubu diğer gruplardan ayrılırken yapraktan ya da toprak üstünden yapılan inokulasyonlar ile kök kısmından yapılan inokulasyonlar bitkide önemli düzeyde kalite ve kantite kaybı oluşturmuş, kök ve toprak üstü inokulasyonlar ayrı ayrı gruplaşmış, kök inokulasyonlarının daha ağır kayıplara neden olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Inokulasyon metotlarının elde edilen parametreler bazında gruplandırılması.

Figure 5. Dendrogram of the inoculation methods based on the parameters.

*N. dimidiatum*'un dünya çapında, birçok konukçuda enfeksiyonlara neden olduğu rapor edilmiştir (Polizzi ve ark. 2009; Marques ve ark. 2013; Rolshausen ve ark. 2013; Derviş ve ark. 2019; Türkölmez ve ark. 2019; Zaeimian ve ark., 2023). Bu etmen, Botryosphaeriaceae familyasına ait en saldırgan etmen olarak kabul edilmiştir (Gusella ve ark., 2021). Kaliforniya'da badem dal ve gövde kanserleri üzerinde yapılan bir çalışmada, *N. dimidiatum*'un şiddetli enfeksiyonlara yol açtığı tespit edilmiş ve bu etmenin yaygın olarak görüldüğü doğrulanarak, patojenin neden olduğu hastalıkların yakın zamanda arttığı belirlenmiştir (Nouri ve ark. 2018). Yapılan bir diğer çalışmada, Güney Florida'da pithaya (*Hylocereus* spp.) bitkilerinde *N. dimidiatum* etmeninin sıcaklığın artışı ile birlikte gerek misel büyümesinde gerekse de konidi sayısında artış gözlemlendiği ve 32°C'nin optimum sıcaklık koşulları olduğu tespit edilmiştir (Hong ve ark., 2020). Mevcut deneme çalışmamızda hava sıcaklığının 30-35°C civarlarında seyretmesi dolayısı ile simptomlarda artış gözlemlenmiş, reizolasyonlar başarılı bir şekilde yapılmıştır. *N. dimidiatum*'un birçok fungus türü ile aynı enfeksiyon döngüsüne sahip olduğu ancak bir

apressorium veya penetrasyon çivisi oluşturmadığı, etmenin konukçu bitkinin hücreler arası boşluğuna stomalar yoluyla girdiği ifade edilmiştir (Wang ve ark., 2023). Bir başka çalışmada ise bu etmenin ait olduğu familyanın diğer üyelerinin, yaralardan veya lentisel ve stoma gibi doğal açıklıklardan giriş yaptığı ileri sürülmüş (Belair ve ark., 2022), mevcut çalışmamızda da yaprağa ve gövdelere püskürtülen ve köklere inokule edilen hastalık etmeninin, stomalardan, lentisellerden, gövde yaralarından ve kök kısmındaki mikro açıklıklardan girdiği gözlemlenmiştir. Dolayısı ile bitkinin toprak üstü ve toprak altı aksamlarından sorunsuz bir şekilde giriş yapabilen bu etmenin apressorium ve penetrasyon çivisi oluşup oluşturmadığı hakkında net bir bilgi bulunmamasına rağmen etmenin penetrasyon kabiliyetinin bir sonraki çalışma planımızda yer aldığı ve virülenslikle yakından ilişkili olan patolojik enzimlerin (protease, laccase, cellulase, vb) değerlendirilmesi gerektiği öngörülmüştür.

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada *Neoscytalidium dimidiatum* hastalığının bitkide meydana getirdiği etkiyi, hastalığa karşı bitki direncini ve duyarlılığını

belirlemek amacıyla farklı inokulasyon yöntemleriyle ile inokulasyon yapılmıştır. Hastalık etmeninin farklı noktalardan inokule edilmesiyle hastalıkla mücadele stratejisini belirlemek için veritabanı oluşturulmuştur. Bitkinin büyüme ve gelişme sürecini değerlendirmek ve hastalığın bitki üzerindeki etkisini belirlemek için deneme periyodu boyunca boy ölçümü, simptom değerlendirmeleri yapılmış, deneme sonunda bitki boyu, bitki yaş ve kuru ağırlıkları ölçülmüştür. Deneme sonucunda herhangi bir uygulamadaki bitki boyları ve hastalık parametreleri incelendiğinde etmenin oldukça agresif bir biyolojiye sahip olduğu, doku içinde patojenin her yöne dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Enfeksiyon başlatma noktasında inokulasyon metodu önemli bulunmayıp enfeksiyon sonrası hastalık hızının eksternal ve internal olarak ilerlediği tespit edilmiştir. Kök bölgesinden yapılan inokulasyonun etkinliği göze çarpmış, enfeksiyon periyodunun uzaması ile kök veya toprak üstü aksamdan yapılan inokulasyonların çok da önemli olmadığı belirlenmiştir. Bir sonraki çalışmada, fungal etmenin bitki iletim sisteminde yol açtığı yıkımın histolojik olarak incelenmesinin bitkinin savunma sistemini yapısal olarak nasıl etkilediği ve patojenin iletim sisteminde hangi bölgelere kadar ulaşabildiği dolayısı ile bitkide oluşan yıkımın ve kurumaların toksik etkiden mi, yoksa hormonal dengesizlikten mi kaynaklandığı konuları daha net ortaya konabilecektir. Hastalık etmeni ile mücadele yapılırken hastalıktan arı sertifikalı tohum/fide kullanılması, sulama ve gübreleme gibi kültürel yöntemler ve kimyasal mücadele için yeşil aksam ilaçlaması, vektörler ile mücadele, yara yerlerinden inokulasyonun önlenmesi için budama alet ve cihazlarının dezenfekte edilmesi, kültürel önlemlerin ön planda tutulması gibi tarımsal mücadele esaslarının yer aldığı entegre mücadele yöntemlerinin bu çalışma sonucunda, bu hastalık etmeni için çok da geçerli olmadığı tespit edilmiştir. Konukçu bitkinin genetik ve biyokimyasal elementler kullanmak sureti ile dayanıklı hale getirilmesi ön planda tutulmaktadır. Özellikle sistemik kazanılmış dayanıklılık (Systemic acquired resistance, SAR) mekanizmasını harekete

geçirecek biyokontrol ve biyokimyasal yolların araştırılması, genetik yaklaşımların yani dayanıklı tohum ve bitki elde etmenin sağlanması gerekmektedir. Örneğin, böcek emgisini simüle etmek için kullanılan iğneleme yöntemi veya budama alet ve ekipmanlarını ve fiziksel zararları simüle eden yaralanma olayı ile yaprakdan sprey yöntemi yani rüzgar ile taşınan fungal sporların inokulasyon mekanizmasını simüle eden yöntemlerin, hastalığın ilk aşamalarında önemli olduğu ancak etmenin bitkiye yerleşmesinden sonra enfeksiyon hızının artarak devam etmesi ile bu alanlarda yapılacak önleyici veya koruma amaçlı çalışmaların kısmi başarı sağlayacağı öngörülmüştür. Topraktan sürekli inokulasyonu simüle eden buğday kalıntıları üzerinde bulunan fungal etmenin sürekli enfeksiyon oluşturması yani fungal etmen ile kontamine olmuş sulama suyu veya daha önceki yıllardan kalmış hastalıklı bitki artıklarının sürekli enfeksiyon kaynağı oluşturacağı konusu oldukça önemli bulunmuştur. Bu çalışma, bu alanda yapılan çalışmaların ilk aşaması olup, farklı inokulasyon yöntemlerinin bitki savunma mekanizması ve moleküler değişime farklı şekillerde etki edip etmeyeceğinin ele alınacağı aşamanın yapılması gerektiği üzerinde durmaktayız.

#### **Yazarların Katkı Beyanı**

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

#### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

#### **Kaynaklar**

Akgül, D.S. Savaş, İ.G., Özarslan, M., 2020. First report of wood canker caused by *Lasiodiplodia exigua* and *Neoscytalidium novaehollandiae* on grapevine in Turkey. *APS Publication*, 103(5): 1-2.

- Alizadeh, M., Safaie, N., Shams-Bakhsh, M., Mehrabadi, M., 2022. *Neoscytalidium novaehollandiae* causes dieback on *Pinus eldarica* and its potential for infection of urban forest trees. *Scientific Reports*, 12(1): 9337.
- Al Raish, S.M., Saeed, E.E., Sham, A., Alblooshi, K., El-Tarabily, K.A., Abu Qamar, S.F., 2020. Molecular characterization and disease control of stem canker on royal poinciana (*Delonix regia*) caused by *Neoscytalidium dimidiatum* in the United Arab Emirates. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(3): 1033.
- Anonim, 2014. Agriculture Production Data. FAO Statistical Database, (<http://faostat.fao.org>), (Accessed: 29.08.2018).
- Aydın, A., Çetin, A.N., Başak, H., Başpınar, A., 2022. Tuz stresi altındaki domates bitkilerine yapılan mikrobiyal (*Glomus iranicum* var. *tenuihypharum* ve *Trichoderma harzianum* T78) uygulamaların morfolojik ve fizyolojik özellikler üzerine etkileri. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1): 32-42.
- Bai, Y., Lindhout, P., 2007. Domestication and breeding of tomatoes: what have we gained and what can we gain in the future? *Annals of Botany*, 100(5): 1085-1094.
- Bakhshizadeh, M., Hashemian, H.R., Najafzadeh, M.J., Dolatabadi, S., Zarrinfar, H., 2014. First report of rhinosinusitis caused by *Neoscytalidium dimidiatum* in Iran. *Journal of Medical Microbiology*, 63:1017-1019.
- Bakir, S., Kamiloglu, S., Tomas, M., Capanoglu, E., 2018. Tomato Polyphenolics: Putative applications to health and disease. In: R. R. Watson, V. R. Preedy and S. Zibadi (Ed), In polyphenols: mechanisms of action in human health and disease, 3rd edn., Elsevier, p. 93-102.
- Belair, M., Grau, A.L., Chong, J., Tian, X., Luo, J., Guan, X., Pensec, F., 2022. Pathogenicity factors of botryosphaeriaceae associated with grapevine trunk diseases: New developments on their action on grapevine defense responses. *Pathogens*, 11(8): 951.
- Campbell, C.L., Madden, L.V., 1990. Introduction to plant disease epidemiology. CABI, New York.
- Crous, P.W., Slippers, B., Wingfield, M.J., Rheeder, J., Marasas, W.F., Philips, A.J., Groenewald, J.Z., 2006. Phylogenetic lineages in the Botryosphaeriaceae. *Studies in mycology*, 55(1): 235-253.
- Cui, J., Shao, G., Lu, J., Keabetswe, L., Hoogenboom, G., 2019. Yield, quality and drought sensitivity of tomato to water deficit during different growth stages. *Scientia Agricola*, 77:3406-3415.
- Cramer, J., Berlin Yıldız, F., 2010. Domateste (*Solanum lycopersicum* L.) bazı hastalık ve zararlıların teşhisi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Da Silva, R.T., Guimaraes, D.A., Camargo, Z.P., Rodrigues, A.M., Maceira, J.P., Bernardes Engemann, A.R., Orofino-Costa, R., 2016. Cutaneous murine model of infection caused by *Neoscytalidium dimidiatum*: a preliminary study of an emerging human pathogen. *Medical Mycology*, 54, 890-898.
- Dere, S., 2021. Kuraklık Stresi koşullarında bakteri uygulamasının domates bitkileri üzerine etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 10(1):52-62.
- Derviş, S., Özer, G., Türkölmez, Ş., 2020. First report of *Neoscytalidium novaehollandiae* causing stem blight on tomato in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 102(4): 1339-
- Derviş, S., Türkölmez, Ş., Çifçi, O., Ulubaş Serçe, Ç., Dikilitaş, M., 2019. First report of *Neoscytalidium dimidiatum* Causing canker, shoot blight and root rot of pistachio in Turkey, *Plant Disease*, 1-2.

- Dikilitas, M., 2003. Effect of salinity and its interactions with *Verticillium albo-atrum* on the disease development in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) and lucerne (*Medicago sativa* L and *M. media*) plants. Swansea University (United Kingdom).
- Dixon, G.R., Doodson, K.J., 1971. Assessment keys for some diseases of vegetable, fodder and herbage crops. *Journal of the National Institute of Agricultural Botany*, 12: 299-307.
- Farr, D.F. Rossman, A.Y., 2018. Fungal Databases. Systematic mycology and microbiology laboratory. ARS, USDA
- Gao, J., Kim, S.J., Brown, M.S., 2011. Constructing image panoramas using dual-homography warping. *Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Conference Proceedings Book, 20-25 June, Colorado Springs, CO, ABD, s. 49-56.
- Gimaret-Carpentier, C., Pelissier, R., Pascal, J. P., Houllier, F., 1998. Sampling strategies for the assessment of tree species diversity. *Journal of Vegetation Science*, 9(2): 161-172.
- Gusella, G., Morgan, D.P., Michailides, T.J., 2021. Further investigation on limb dieback of fig (*Ficus carica*) caused by *Neoscytalidium dimidiatum* in California. *Plant Disease*, 105(2): 324-330.
- Gümüş, M., Uygun, A.E., Demirel, Ö., Talapov, T., Akveç, O., Canan, C., 2023. Development of pathogen ascochyta species of wild legumes in different media. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 7(3): 649-669.
- Güvenç, İ., 2019. Türkiye’de domates üretimi, dış ticareti ve rekabet gücü. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(1): 57-61.
- Hong, C.F., Gazis, R., Crane, J.H., Zhang, S., 2020. Prevalence and epidemics of *Neoscytalidium* stem and fruit canker on pitahaya (*Hylocereus* spp.) in South Florida. *Plant Disease*, 104(5): 1433-1438.
- Karakaş Dikilitaş, S., 2013. Farklı tuz seviyelerindeki topraklarda yetiştirilen domatesin gelişimi ve bazı fizyolojik özellikleri ile toprak iyileştirilmesi üzerine arkadaş bitkilerin etkileri. Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Keskin, G., 2021. Türkiye’nin domates üretimindeki kayıpları ve rekabet gücü. *Eurasian Journal of Agricultural Economics*, 1(2): 18-37.
- Kılınç, B., Güldür, M., Dikilitaş, M., 2022. Şanlıurfa ilinde Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) ağaçlarında *Neoscytalidium novaehollandiae*’nın bulaşıklık oranının belirlenmesi, morfolojik ve genetik karakterizasyonu. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(1): 25-39.
- Kurt, S., Uysal, A., Soylu, E.M., Kara, M., Soylu, S., 2019. First record of *Neoscytalidium novaehollandiae* associated with pistachio dieback in the Southeastern Anatolia region of Turkey. *Mycologia Iranica*, 6(1): 5-57.
- Marques, M.W., Lima, N.B., de Moraes, M.A., Michereff, S.J., Phillips, A.J., Camara, M.P., 2013. Botryosphaeria, *Neofusicoccum*, *Neoscytalidium* and *Pseudofusicoccum* species associated with mango in Brazil. *Fungal Diversity*. 61:195-208.
- Moller-Nielson, H.J., Andreassen, B., 1971. *Verticillium albo-atrum* in lucerne I. The effect of different methods inoculation. *Kongelige Verterinaer-og Landbohoisholes Aarsskrift, Kobenhavn*, 1971: 35-49.
- Minoia, S., Petrozza, A., D’Onofrio, O., Piron, F., Mosca, G., Sozio, G., Cellini, F., Bendamane, A., Carriero, F., 2010. A new mutant genetic resource for tomato crop improvement by Tilling technology. *BMC Research Notes*, 3(1): 1-8.



- Nangare, D.D., Singh, Y., Kumar, P.S., Minhas, P.S., 2016. Growth, fruit yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by deficit irrigation regulated on phenological basis. *Agricultural Water Management*, 171: 73-79.
- Navarro-González, I., García-Alonso, J., Periago, M.J., 2018. Bioactive compounds of tomato: Cancer chemopreventive effects and influence on the transcriptome in hepatocytes. *Journal of Functional Foods*, 42: 271-280.
- Nouri, M.T., Lawrence, D.P., Yaghmour, M.A., Michailides, T.J., Trouillas, F.P., 2018. *Neoscytalidium dimidiatum* causing canker, shoot blight and fruit rot of almond in California. *Plant Disease*, 102:1638-1647.
- Oksal, E., Yiğit, T., Özer, G., 2020. First report of *Neoscytalidium dimidiatum* causing shoot blight, dieback and canker of apricot in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 102(2): 579-580.
- Ören, E., Koca, G. Bayraktar, H., 2020. First report of *Neoscytalidium novaehollandiae* associated with branch dieback on Japanese persimmon in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 102: 1311-1312.
- Ören, E., Koca, G., Gencer, R., Bayraktar, H., 2020. First report of *Neoscytalidium novaehollandiae* associated with stem canker and branch dieback of almond trees. *Australasian Plant Disease Notes*, 15:17
- Pavlic, D., Wingfield, M.J., Barber, P., Slippers, B., 2008. Seven new species of the Botryosphaeriaceae from baobab and other native trees in Western Australia. *Mycologia*, 100(6):851–856.
- Polizzi, G., Aiello, D., Vitale, A., Giuffrida, F., Groenewald, J.Z., Crous, P.W., 2009. First report of shoot blight, canker, and gummosis caused by *Neoscytalidium dimidiatum* on citrus in Italy. *Plant Disease*, 93:1215.
- Ray, J.D., Burgess, T., Lanoiselet, V.M., 2010. First record of *Neoscytalidium dimidiatum* and *N. novaehollandiae* on *Mangifera indica* and *N. dimidiatum* on *Ficus carica* in Australia. *Australasian Plant Disease Notes*, 5:48–50.
- Rhodes, D., Nadolska-Orczyk, A., 2001. Plant Stress Physiology. D. Rhodes (Ed), Stress Factors, Their Influence on Plant Metabolism, and Tolerance or Resistance to Stress, Indiana, USA, s. 1-7.
- Rolshausen, P.E., Akgül, D.S., Perez, R., Eskalen, A., Gispert, C., 2013. First report of wood canker caused by *Neoscytalidium dimidiatum* on grapevine in California. *Plant Disease*, 97:1511.
- Shao, G.C., Deng, S., Liu, N., Wang, M.H., She, D.L., 2015. Fruit quality and yield of tomato as influenced by rain shelters and deficit irrigation. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17:691-704.
- Sharma, G., Elazar, M., Maymon, M., Meshram, V., Freeman, S., 2024. Identification and pathogenicity of *Lasiodiplodia* and *Neoscytalidium* species associated with mango (*Mangifera indica*) dieback disease in Israel. *Phytoparasitica*, 52(1): 8.
- Soesilo, A.W., Sari, I.A., 2014. Relationship between the shoot characteristics and plant resistance to vascular-streak dieback on cocoa. *Pelita Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal)*, 30(3): 181-189.
- Sultan, D., 2021. Kuraklık stresi koşullarında bakteri uygulamasının domates bitkileri üzerine etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 10(1): 52-62.
- Türkölmez, Ş., Derviş, S., Çiftçi, O., Serçe, Ç. U., Dikilitaş, M., 2019. New disease caused by *Neoscytalidium dimidiatum* devastates tomatoes (*Solanum lycopersicum*) in Turkey. *Crop Protection*, 118:21-30.
- Von Arx, J.A., 1987. Plant Pathogenic Fungi.

- Wang, M., Xu, M., Wang, Z., Ding, Y., Kang, S., Jiang, S., Tang, H., 2023. Whole-genome sequencing and comparative genomics reveal the potential pathogenic mechanism of *Neoscytalidium dimidiatum* on pitaya. *Microbiology Spectrum*, 11(6): e02733-23.
- Yılmaz, C., Özer, H., 2022. Organik ve geleneksel yetiştirme tekniklerinin domatese etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 37(1):23-36.
- Yılmaz, K., Faten, A.R., Arvas, Y.E., Durmuş, M., 2018. Domates bitkisi ve *in vitro* mikroçoğaltımı (domates bitkisi ve *in vitro* mikroçoğaltımı). *Mühendislik Teknolojisi ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 3(1): 57-73.
- Zaeimian, Z., Fotouhifar. K.B., 2023. First report of *Neoscytalidium dimidiatum* as the causal agent of leaf blight on *Clivia miniata*. *Scientific Reports*, 13(1):16110.
- Zhao, D., Glynn, N.C., Glaz, B., Comstock, J.C., Sood, S., 2011. Orange rust effects on leaf photosynthesis and related characters of sugarcane. *Plant Disease*, 95(6): 640-647.

---

<b>Atıf Şekli</b>	Kılınç, B., Dikilitaş, M., Güldür, M.E., 2025. <i>Neoscytalidium dimidiatum</i> [(Penz.) Crous & Slippers] ile İnokule Edilen Domates ( <i>Solanum lycopersici</i> Mill) Bitkilerinde Meydana Gelen Patolojik Değişiklikler Üzerine İnokulasyon Metodlarının Etkisi. <i>ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi</i> , 9(1): 48-64. DOI: <a href="https://doi.org/10.5281/zenodo.14160891">https://doi.org/10.5281/zenodo.14160891</a> .
<b>To Cite</b>	Kılınç, B., Dikilitaş, M., Güldür, M.E., 2025. Effect of Inoculation Methods on Pathological Changes in Tomato ( <i>Solanum lycopersici</i> Mill.) Plants Inoculated with <i>Neoscytalidium dimidiatum</i> [(Penz.) Crous & Slippers]. <i>ISPEC Journal of Agricultural Sciences</i> , 9(1): 48-64. DOI: <a href="https://doi.org/10.5281/zenodo.14160891">https://doi.org/10.5281/zenodo.14160891</a> .

---