

# Sert Çekirdekli Meyvelerde Pas Hastalığı Etmeni *Tranzschelia discolor*'ın Ürediosporlarının Çimlenmesi ve Çim Tüpü Gelişimi Üzerine Sıcaklığın Etkisinin *in vitro* Koşullarda Belirlenmesi

**Birsen GEÇİOĞLU ERİNCİK<sup>1\*</sup>** 

<sup>1</sup> *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Koçarlı Meslek Yüksekokul, Aydın, TÜRKİYE*

**Öz:** *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzschel and Litv. sert çekirdekli meyve türlerinde pas hastalığına neden olan bitki patojeni bir fungusdur. Yapraklarda oluşan pas püstülleri fotosentez alanının azalmasına ve erken yaprak dökümlerine yol açmaktadır. Etmeni farklı sert çekirdekli meyve türlerine özelleşmiş fizyolojik formları bulunmaktadır. Şiddetli enfeksiyonlar erik ve bademde yaz boyunca devam ederken kayısı ve şeftalide yaz sonu ve sonbahar başı ortaya çıkmaktadır. *T. discolor* f.sp. *domesticae* hariç diğer fizyolojik formların gelişiminde sıcaklık faktörünün etkisi bilinmemektedir. Bu çalışmada *T. discolor*'ın erik, şeftali, kayısı ve bademde pasa neden olan fizyolojik formlarının ürediosporlarının çim tüpü gelişimi üzerinde sıcaklığın etkisi araştırılmıştır. Pasla enfekteli erik, şeftali, kayısı ve badem yapraklarından toplanan ürediosporların çim tüpü gelişimi 2-35 °C'de aralığındaki sekiz farklı sıcaklıkta belirlenmiştir. Su agar ortamı içeren lamlar üzerine yayılan ürediosporlar belirtilen sıcaklık koşullarında 12 saat süreyle inkübe edilmiştir. Çim tüpü uzunluğu ışık mikroskobu altında ölçülmüştür. Yapılan regresyon analizinde veriler en iyi uyumu kuadratik modele karşı göstermiştir. Bu modele göre tüm fizyolojik formlar için optimum sıcaklık 17,2 -17,7 °C aralığında bulunmuştur. Sınırlı olsa da çim tüpü gelişimi 2 °C'de dahi gözlenmiştir. Test edilen 5 ve 25 °C arasındaki sıcaklıklar patojen gelişimi için oldukça uygun bulunurken 35 °C de bir gelişme olmamıştır. Elde edilen sonuçlar, sert çekirdekli meyvelerde pas mücadelesinde erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesine ve kimyasal mücadelede ilaçlama zamanının ayarlanmasına katkı sağlayacak niteliktedir.

**Anahtar kelimeler:** Erik pası, şeftali pası, kayısı pası, badem pası, epidemiyoloji

**Determination of the Effect of Temperature on Germination and Germ Tube Growth of Urediospores of *Tranzschelia discolor*, the Causal Agent of Rust in Stone Fruits under *in vitro* Conditions**

**Abstract:** *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzschel and Litv. is a plant pathogenic fungus causing rust disease in stone fruit species. Rust pustules formed on leaves reduce photosynthesis area, leading to premature leaf fall. This pathogen has physiological forms specialized for different stone fruit species. Severe infections in plums and almonds persist throughout summer, while occurring in apricots and peaches in late summer and early autumn. Except for *T. discolor* f. sp. *domesticae*, the influence of temperature on the development of other physiological forms is unknown. This study investigated the effect of temperature on germ tube development of urediospores of each physiological form of *T. discolor* causing rust on plums, peaches, apricots, and almonds. The length of germ tube developed from urediospores collected from rust-infected leaves was determined at eight different temperatures ranging from 2 to 35°C. Urediospores placed on slides containing water agar medium were incubated for 12 hours under the mentioned temperature conditions. Germ tube length was measured under a light microscope. Regression analysis revealed the best fit against the quadratic model. According to this model, the optimum temperatures for all physiological forms of *T. discolor* were found to be between 17.2 - 17.7°C. No significant difference was found among physiological forms in terms of temperature requirements. Although limited, germ tube development was observed even at 2 °C. Temperatures between 5 and 25°C were highly favorable for pathogen development, with no growth observed at 35°C. The results obtained will contribute to the development of early warning systems in the management of rust in stone fruit and the timing of spraying in chemical control.

**Keywords:** Plum rust, peach rust, apricot rust, almond rust, epidemiology

## GİRİŞ

Basidiomycota üyesi funguslardan biri olan *Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzschel and Litv. yaygın olarak sert çekirdekli meyve türlerinde pas hastalığına neden olan obligat bir patojendir (Lopez-Franco ve Hennen, 1990; Bertrand, 1995; Chitta ve ark., 2023). Etmen yaprakların üst kısmında 2-3 mm çapında altın sarısı klorotik lekeler (Şekil 1a) neden olurken yaprak altında bilinen pas püstüllerini oluşturmaktadır (Şekil 1b) (Bertrand, 1995). Türkiye'de hastalık ilk kez Doğu Akdeniz Bölgesinde yetişen erik ağaçlarında bildirilmiştir (Soylu ve ark., 2004).

Hastalık etmeni şiddetli enfeksiyonlarda erken yaprak dökümüne sebep olmakta bunun sonucu olarak ağaçta zayıflık, ömür kısalması ve uzun süreçte verim azalması meydana gelmektedir (Teviotdale ve ark., 1994; Bertrand, 1995; Erincik ve ark., 2016). Ege Bölgesinde hastalıktan en

çok etkilenen 'Papaz' erik çeşidinde sezon boyunca ağaçlarda 3-4 kez yaprak dökümü (Şekil 2a) ve yeniden yapraklanma (Şekil 2b) meydana gelmekte hatta yaz ortasında çiçeklenme (Şekil 2c) görülmektedir (Özkul ve Erincik, 2010; Erincik ve ark., 2016).

*T. discolor*'ın farklı sert çekirdekli meyve türlerine özelleşmiş fizyolojik formları bulunmaktadır (Bolkan ve ark., 1985; Ved Ram ve ark., 1999; Erincik ve Döken 2010). *T. discolor* f.sp. *domesticae* erikte, *T. discolor* f.sp. *persicae* şeftalide, *T. discolor* f.sp. *dulcis* bademde ve *T. discolor* f.sp. *armeniaceae* kayısıda özelleşmiş formlardır (Bolkan ve ark., 1985). Tüm fizyolojik formlar çoğunlukla konukçusunun yapraklarını

**\*Sorumlu Yazar:** [bgerincik@adu.edu.tr](mailto:bgerincik@adu.edu.tr)

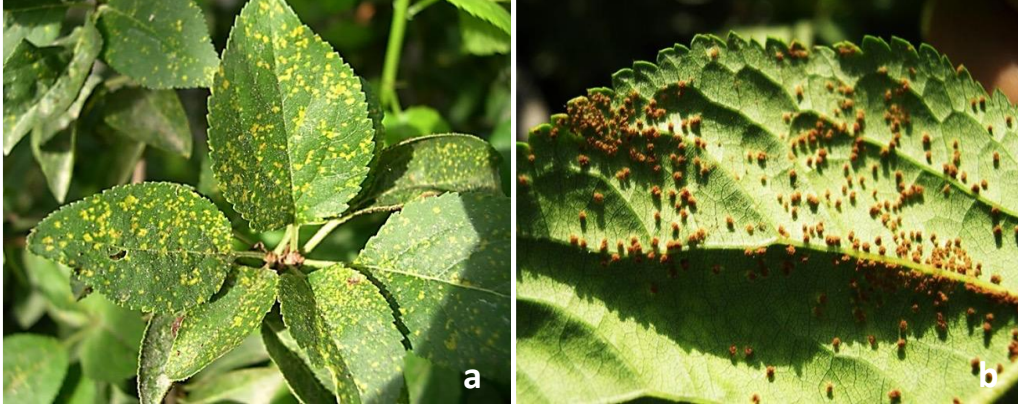
**Geliş Tarihi:** 22 Mart 2024

**Kabul Tarihi:** 14 Mayıs 2024

enfekte ederken şeftaliye özelleşmiş formu genç ince sürgünlerde de enfeksiyona neden olmaktadır (Soto-Estrada ve ark., 2005).

Aydın ili koşullarında hastalık belirtileri eriklerde Mayıs ayının ikinci yarısından itibaren görülmeye başlamakta ve kısa sürede yaygınlık ve şiddetini artırarak Haziran ayının ortalarında yoğun yaprak dökümlerine yol açmaktadır (Özkul

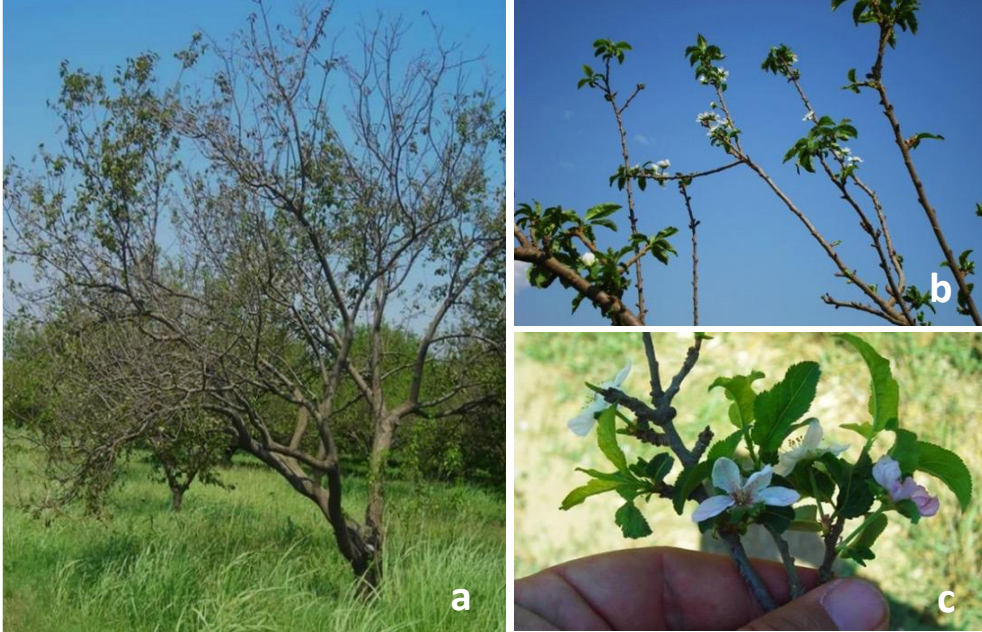
ve Erincik, 2010; Erincik ve ark., 2016). Ancak kayısı, badem ve şeftalide mayısta ilk enfeksiyonlar çok dikkat çekecek seviyede olmamakta yaz boyunca da önemli bir artış gözlemlenmemektedir. Üç konukçuda hastalık şiddetinde artış yaz sonu veya sonbaharın ilk aylarında gerçekleşmektedir.



Şekil 1. *Tranzschelia discolor*'un sert çekirdekli meyve türlerinde yapraklarda meydana getirdiği belirtiler. Yaprak üst yüzeyinde altın sarısı klorotik lekeler (a), Yaprak alt yüzeyinde oluşan pas püstülleri (b)

Son yıllarda iklim değişikliği sebebi ile sonbaharın ılık geçmesi nedeniyle erikte olduğu gibi bu türlerde de pasın sebep olduğu yaprak dökümünden sonra yeniden yapraklanma

görülebilmektedir. *T. discolor*'da erik ve diğer konukçular arasındaki pas seyrinin çok değişik sebepleri olsa da çevresel faktörlerin bunda önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir.



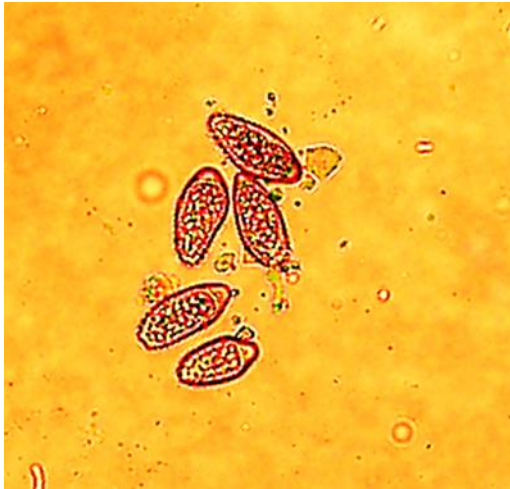
Şekil 2. Aydın ilinde eriklerde pas hastalığı nedeniyle oluşan erken yaprak dökümleri (a), yaz ortasında yeniden yapraklanma ve çiçeklenme (b, c)

Thakur ve Xu (2004) tarafından hastalık gelişimini etkileyen en önemli faktörün sıcaklık olduğu ve özellikle maksimum sıcaklığın epidemi oluşumunda belirleyici olarak rol aldığı bildirilmiştir. *T. discolor*'da ürediospor çimlenmesi ile sıcaklık arasındaki ilişki üzerine yapılan çalışmalar erikte yapılan bildirimler ile sınırlıdır. Ürediosporların inkübasyon süresine bağlı olarak geniş bir sıcaklık aralığında (0-35 °C) çimlenebildiği (Menniti, 1993) ve en uzun çim tüpü oluşumunun 15-20°C'de meydana geldiği bildirilmiştir (Elliston, 1990). Hem küresel iklim değişikliklerinin *T. discolor* üzerine olan etkilerini anlamaya hem de yukarıda sözü edilen etmenin farklı konukçulardaki sezonsal hastalık seyri farklılığının anlaşılmasına fayda sağlayacak çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışmada; Aydın ili çevresinde kayısı, erik, şeftali ve bademde pasa neden olan farklı *T. discolor* fizyolojik formlarına ait ürediosporların çimlenme ve çim tüpü gelişimi üzerine farklı sıcaklık koşullarının etkisi *in vitro* koşullarında araştırılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Ürediosporların Elde Edilmesi

Sıcaklık testlerinde kullanılmak amacıyla, Aydın ilindeki şeftali, kayısı, badem ve erik üretim alanlarından meyve pası belirtileri gösteren bitkilerden yaprak örnekleri toplanmıştır. Her bir konukçuya ait ürediosporlu yaprak örnekleri üzerinde bulunan üredium püstüllerine kıl fırça ile sürtülerek ürediosporlar steril bir alüminyum folyo üzerinde toplanmıştır. Daha sonra ürediosporlar (Şekil 3) içerisinde steril su bulunan tüplere transfer edilerek spor süspansiyonu elde edilmiştir.



Şekil 3. *Tranzschelia discolor* f.sp. *domesticae*'nin ürediosporları

Elde edilen süspansiyonda spor sayımı hemositometre ile yapılmış ve seyreltme işlemi ile konsantrasyonu  $1 \times 10^3$  ürediospor/ml olacak şekilde ayarlanmıştır.

### *In vitro* Koşullarında Sıcaklığın Çim Tüpü Gelişimine Etkisi

Ürediosporların çimlenme ve çim tüpü gelişimini mikroskop altında ölçme imkanı verecek üst yüzeyi %2 lik su agar ile kaplı lamdan oluşan besi ortamı kullanılmıştır (Geçioğlu Erincik, 2021). Bunun için 2.5x8 cm boyutlarında mikroskop lamaları ilk olarak kuru sıcaklıkta steril edilmiştir. Steril lamalar 9 cm çapı olan steril petri kaplarına yerleştirilmiştir. Ardından lamın üst yüzeyine eriyik halde bulunan %2'lik su agar ortamından 2 ml damlatılmış ve ardından ortam bir baget yardımı ile lamın üzerine homojen bir şekilde yayılmış ve katılaşmaya bırakılmıştır.

Daha önce hazırlanmış spor süspansiyondan 250 µl alınarak üzerinde katı su agarı bulunan lamın yüzeyine damlatılmış ve bir baget yardımı ile süspansiyonun ortam üzerine homojen olarak dağılması sağlanmıştır. Lamalar petri kapları içerisinde 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30 ve 35 °C sıcaklık koşullarında 12 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır. Deneme şeftali, kayısı, badem ve erikten elde edilen ürediospor süspansiyonlarının her biri için beş tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş ve iki farklı zamanda tekrar edilmiştir. İnkübasyonun hemen sonrasında (12 saat sonrasında) tüm lamlara %70 lik ethanol uygulaması yapılarak çim tüpü büyümesi sonlandırılmıştır. Her bir lamın üzerinde çimlenen 25 ürediosporun çim tüpü uzunluğu ışık mikroskobu altında Olympus LabSens (Olympus Europa Holding GmbH, Hamburg, Germany) bilgisayar programı kullanılarak ölçülmüştür.

### İstatistiksel Analiz

Her bir tekerrür için ölçülen 25 sporun çim tüpü uzunluğunun ortalaması alınarak her bir tekerrür için bir değer elde edilmiş ve istatistiksel analizde bu değerler kullanılmıştır. İlk olarak t-testi ile iki deneme tekrarı arasında istatistiksel bir farkın olup olmadığına bakılmıştır. Aralarında fark olmaması sebebiyle 2 deneme tekrarının verileri birleştirilerek SPSS (Versiyon 18, SPSS Inc. Chicago, USA) istatistik yazılım programında analizleri yapılmıştır. Sıcaklık uygulamaları ve fizyolojik formlar arasında farkı ortaya koymak için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve ortalamalar arasındaki farklar Tukey testine göre 0,05 önem derecesinde test edilmiştir. Her fizyolojik form çim tüpü gelişimi ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için ise regresyon analizi yapılmıştır. Tüm fizyolojik formlarda sıcaklık ve çim tüpü gelişimi arasındaki ilişkiyi en iyi quadratik model ( $y=a+bx+cx^2$ ) yansıtmıştır. Optimum Gelişme Sıcaklığı regresyon quadratik model parametreleri kullanılarak,  $Opt\ T(^{\circ}C) = b/2c$  formülü üzerinden hesaplanmıştır.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

*T. discolor*'ın tüm fizyolojik formlarına ait ürediosporların su agar ortamında 12 saat inkübasyonu sonrasında 2-30°C'de çimlenme ve çim tüpü oluşumu görülürken (Şekil 4a-g) 35°C'de çimlenme meydana gelmemiştir (Şekil 5h) (Çizelge 1). Düşük bir sıcaklık olmasına rağmen 2°C'de ürediosporların

çimlenebildiği ve 12 saat içerisinde ortalama 25 µm uzunluğa varan çim tüpü oluşturabildiği gözlenmiştir (Çizelge 1 ve Şekil 4a). Tüm fizyolojik formlar 5-25 °C de 100 µm' un üzerinde ortalama uzunluğa sahip çim tüpü meydana getirmiştir (Çizelge 1 ve Şekil 4b-f). İstatistiki önem derecesinde (p<0,05) en uzun çim tüpü oluşumları 15 ve 20 °C de gerçekleşmiştir. Bu sıcaklıklarda tüm fizyolojik formlar ortalaması 300 µm üzerinde çim tüpleri meydana getirmiştir (Çizelge 1 ve Şekil 4d, e) ancak şeftalideki formu (*T. d. f.sp.*

*persicae*) erik ve badem formuna (sırasıyla, *T. d. f.sp. domesticae* ve) *T. d. f.sp. dulcis*) göre istatistiksel önem derecesinde daha uzun çim tüpü gelişimi göstermiştir. Sıcaklığın 30 °C olduğu koşullarda tüm fizyolojik formlarda çim tüpü gelişiminin istatistiksel önem derecesinde azaldığı görülmektedir (Çizelge 1). Bu sıcaklıkta *T. d. f.sp. dulcis*, *T. d. f.sp. armeniaca*, ve *T. d. f.sp. persicae* de çim tüpü uzunluğu 30 µm altına düşerken sadece *T. d. f.sp. domesticae* de çim tüpü oluşumunun 60 µm üzerine çıktığı görülmektedir.

Çizelge 1. *Tranzschelia discolor*'un farklı sert çekirdekli meyve türlerinde pas hastalığına neden olan fizyolojik formlarından elde edilen ürediosporların farklı sıcaklık koşullarında oluşturduğu çim tüpü uzunlukları

Sıcaklık (°C)	Çim Tüpü Uzunluğu (µm)			
	<i>T. d. f.sp. dulcis</i> (Badem)	<i>T. d. f.sp. armeniaca</i> (Kayısı)	<i>T. d. f.sp. persicae</i> (Şeftali)	<i>T. d. f.sp. domesticae</i> (Erik)
2 <sup>y</sup>	24,3 b B	15,3 b AB	7,45 b A	18,6 b B
5	148,9 c A	151,4 c A	146,2 c A	139,9 c A
10	211,9 e A	210,9 d A	237,9 d B	208,6 e A
15	319,0 f A	339,4 f B	352,5 f B	306,7 f A
20	328,1 f A	337,8 f A	374,3 f B	321,5 f A
25	186,7 d A	255,4 e B	277,3 e B	253,9 d A
30	28,6 b B	19,8 b A	26,6 b B	64,7 b C
35	0,0 a A	0,0 a A	0,0 a A	0,0 a A

<sup>y</sup>Rakamların yanında bulunan farklı küçük harfler aynı sütun içindeki değerlerin Tukey testine göre (p<0,05) farklı olduğunu göstermektedir.

<sup>y</sup>Rakamların yanında bulunan farklı büyük harfler aynı satır içindeki değerlerin Tukey testine göre (p<0,05) farklı olduğunu göstermektedir.

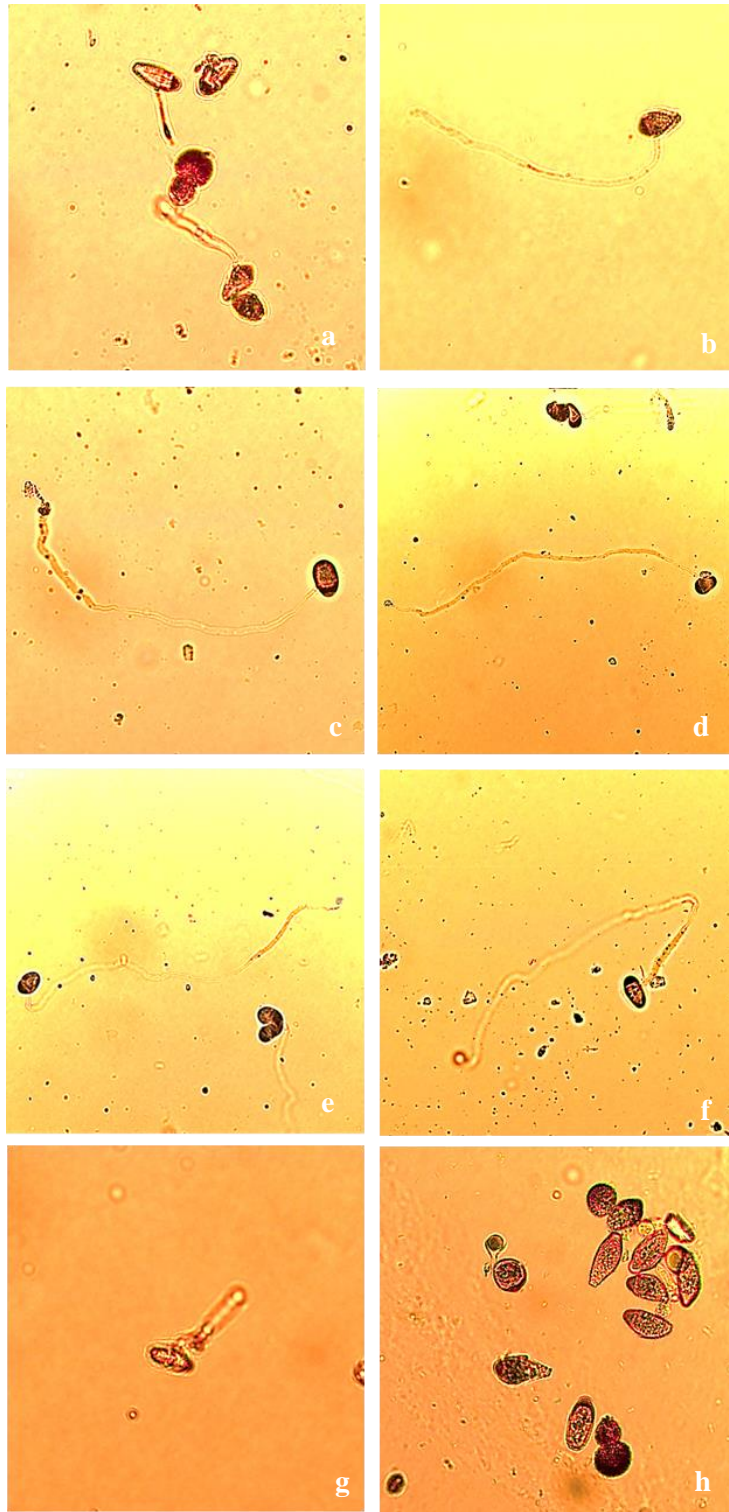
Tüm fizyolojik formlarda sıcaklık ile ürediospor çim tüpü gelişimi arasındaki ilişkiyi ortaya koymak üzere yapılan regresyon analizinde quadratik modelin ( $y=a+bx+cx^2$ ) ilişkiyi en iyi açıklayan model olduğu görülmüştür. Quadratik modelin  $R^2$  değerleri *T. d. f.sp. domesticae*, *T. d. f.sp. dulcis*, *T. d. f.sp. armeniaca*, ve *T. d. f.sp. persicae* için sırasıyla 0,93, 0,87, 0,87 ve 0,89 olarak bulunmuştur (Şekil 5).

Her bir fizyolojik form için quadratik modelin b ve c parametreleri kullanılarak ( $Opt. Sıcak.=b/2c$ ) optimum gelişme sıcaklığı hesaplanmıştır. Buna göre optimum sıcaklık değerleri *T. d. f.sp. domesticae*, *T. d. f.sp. dulcis*, *T. d. f.sp. armeniaca*, ve *T. d. f.sp. persicae* için sırasıyla 17,6, 17,2, 17,5 ve 17,7 olarak bulunmuştur (Çizelge 2).

Çalışmadan elde edilen bulgular göstermiştir ki *T. discolor*' un tüm fizyolojik formlarında ürediospor çimlenmesi çok geniş bir sıcaklık aralığında gerçekleşebilmektedir. Bu bulgular; yaşam döngüsünü *Anemone coronaria* ve *Prunus* spp. olmak iki farklı familyadan konukçular üzerinde geçirmesiyle heteroecious paslar grubuna giren bu patojenin doğal yaşama ne denli bir uyum sağladığını göstermektedir.

Oldukça düşük bir sıcaklık olan 2 °C de dahi sporların çimlenmesi patojenin yaşamının bir bölümünü kışlık bir yabancı bitki türü olan ara konukçu *A. coronaria* üzerinde kış ayları boyunca aktif olarak geçirmesiyle (Erincik ve Döken, 2010) ilişkilendirilebilir. Daha önce yapılan çalışmalarda da erikten elde edilen *T. discolor* ürediosporlarının inkübasyon süresine bağlı olarak 0-35°C gibi geniş bir sıcaklık aralığında çimlenebildiği bildirilmiştir (Menniti, 1993).

Bu çalışmada, tüm *T. discolor* fizyolojik formlarının ürediosporları 5-25 °C deki sıcaklık koşullarında 12 saatlik bir inkübasyon sırasında çimlenip 100 µm' un üzerinde çim tüpü gelişimi göstermişlerdir. Bu bulgular ürediosporların bu aralıkta olan tüm sıcaklık koşullarında yeterli çim tüpü uzunluğuna erişerek enfeksiyon yapabilme güçlerinin olduğunu göstermektedir. Nitekim Aydın ilinde erik pası üzerinde yapılan çalışmalar göstermiştir ki Mayıs ayında ortaya çıkmaya başlayan hastalık belirtileri Haziran sonlarına doğru en üst seviyeye gelmekte ve bunu yüksek düzeyde yaprak dökümü takip etmektedir (Erincik ve ark., 2016). Aydın ili koşullarında da Mayıs ve Haziran aylarında sıcaklık

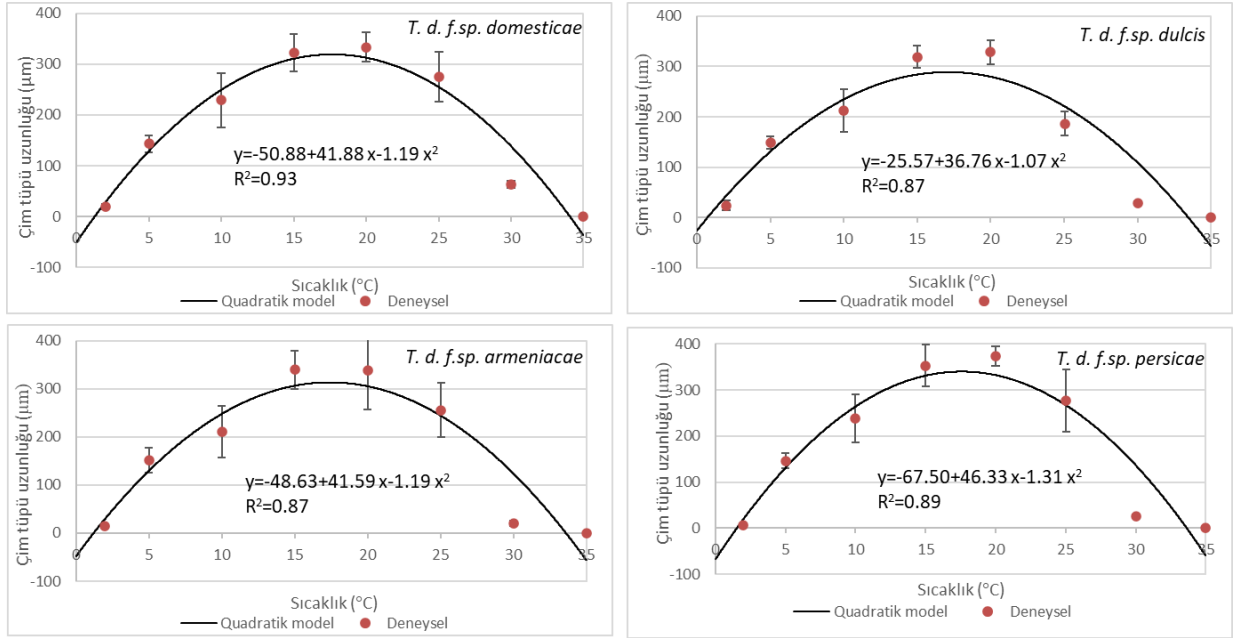


Şekil 4. *Tranzschelia discolor* f.sp. *domesticae*'nin ürediosporlarının farklı sıcaklık koşullarında su agar ortamında oluşturduğu çim tüpü uzunluğu. a)2°C, b) 5°C, c)10°C, d)15°C, e)20°C, f)25°C, g)30°C ve h) 35°C

değerleri genelde bu sözü edilen sıcaklık aralığı içerisinde seyretmektedir. Çalışmamızda verilerin en iyi uyum sağladığı quadratik model ile tüm fizyolojik formların optimum sıcaklık isteklerinin 17-18 °C civarında olduğu ortaya konmuştur. Dünyada farklı ülkelerden yapılan çalışmaların sonuçları ile bu çalışmanın bulgularının örtüştüğü görülmektedir. Avustralya'da yapılan bir çalışmada erikten elde edilen ürediosporların su agar ortamında 9 saatlik inkübasyonda 5-30 °C de çimlendiği, en uzun çim tüpü oluşumunun 15-20 °C'de meydana geldiği bildirilmiştir (Elliston, 1990). İtalya'da eriklerden elde edilen *T. discolor* ürediosporlarının 24 saatlik

inkübasyon süresinde en uzun çim tüpü oluşumunun 10-25 °C arasında gerçekleştiği belirtilmektedir (Menniti, 1993).

Yine çalışmamızda ki diğer bulgular göstermiştir ki sıcaklığın 30 °C olduğunda tüm *T. discolor* fizyolojik formlarında ürediospor çim tüpü gelişiminde önemli bir yavaşlama olmuştur. Sıcaklık 35 °C olduğunda ise tüm fizyolojik formlarda çimlenme tamamen durmuştur. Bu durum yüksek sıcaklık koşullarında hastalık gelişiminin tamamen durması anlamına gelmektedir. Hindistan'da badem pası üzerinde yapılan bir araştırmada nemin hastalığın epidemiyasını yapmasında öneminin düşük olduğu ana faktörün sıcaklık



Şekil 5. Quadratik model ile yapılan regresyon analizine göre *Tranzschelia discolor* farklı sert çekirdekli meyve türlerinde pas hastalığına neden olan fizyolojik formlarının ürediosporlarının çim tüpü uzunluğu ve sıcaklık ilişkisi

Çizelge 2. *Tranzschelia discolor*'un farklı sert çekirdekli meyve türlerinde pas hastalığına neden olan fizyolojik formlarından elde edilen ürediosporlarda çim tüpü gelişimi ve sıcaklık ilişkisinde quadratik model ( $y=a+bX+cX^2$ ) parametreleri,  $R^2$  değerleri ve çim tüpü gelişimi için optimum sıcaklık değerleri

Etmen ve konukçusu	Parametreler				
	a	b	c	$R^2$	Opt. Sıcaklık <sup>2</sup>
<i>T. d. f.sp. domesticae</i> (Erik)	-50.88	41.88	-1.19	0.93	17.6
<i>T. d. f.sp. dulcis</i> (Badem)	-25.57	36.76	-1.07	0.87	17.2
<i>T. d. f.sp. armeniaca</i> (Kayısı)	-48.63	41.59	-1.19	0.87	17.5
<i>T. d. f.sp. persicae</i> (Şeftali)	-67.50	46.33	-1.31	0.89	17.7

<sup>2</sup>Optimum Gelişme Sıcaklığı (°C) quadratik model parametreleri kullanılarak  $b/2c$  formülü üzerinden hesaplanmıştır

olduğu belirtilmiştir. Aynı araştırmada geliştirilen erken uyarı modelinde hastalık şiddetindeki değişkenliği en iyi tahmin eden faktörün maksimum sıcaklık değeri olduğu bildirilmiştir (Thakur ve Xu, 2004). Çalışmamızda ortaya konulduğu üzere çimlenme ve çim tüpü gelişiminin oldukça geniş bir sıcaklık

aralığında (5-25 °C) yüksek düzeyde olması, 30 °C'de yavaşlaması ve 35 °C'de durması ülkemizde hastalığın seyirindeki dönemsel değişimlerin anlaşılması ve açısından dikkate alınması gereken bulgulardır. Aydın ilinde Haziran ayının ikinci yarısından itibaren eriklerde hastalık sebebiyle

meydana gelen erken yaprak dökümleri nedeniyle sıcaklıkların yüksek olduğu Temmuz ayında ağaçlar yapraksız bir dönem geçirmektedir. Ancak erik ağaçlarının Ağustos aylarında tekrar yapraklanması ile yaz sonu yeni enfeksiyonların başladığı ve ilerleyen dönemde hızla arttığı sıklıkla gözlemlenen bir durumdur. Hatta ağacın çoklu tekrarlayan yeniden yapraklanma durumu ile enfeksiyonların serin koşulların olduğu ekim ve kasım aylarında da devam ettiği gözlemlenmektedir. Yine yörede yapılan gözlemlerde şeftali ve kayısıda da pas sebebiyle erken yaprak dökümleri çoğunlukla ağustos sonu başlamakta, hastalık şiddeti de eylül ve ekim aylarında şiddetli hale gelmektedir.

### SONUÇ

Bitki patojenleri enfeksiyon dönemlerinde birçok faktörden etkilenseler de bu faktörlerden biri ya da birkaçı diğerlerine göre daha baskın rol oynayabilmektedirler. Sert çekirdekli meyve türlerinde pas hastalığı ilkbahar döneminde ortaya çıkan bir yaprak hastalığı olup özellikle eriklerde sezon boyunca bitkileri olumsuz etkileyebilmektedir. Nispi nemin düşük olduğu dönemlerde dahi hastalığın şiddetli seyretmesi hastalık oluşumunu etkileyen en önemli faktörün sıcaklık olabileceğini düşündürmektedir. Nitekim çalışmamızda elde edilen bulgular bu düşüncenin doğruluğunu güçlendirmiştir. Çalışmamızın sonuçlarına göre; farklı sert çekirdekli meyve türlerinde özelleşmiş *T. discolor* fizyolojik formların gelişmeleri çok geniş bir sıcaklık aralığında (5-25 °C) hızlı olabilmekte, 30 °C de yavaşlamakta ve 35 °C ve üzerinde tamamen durmaktadır. Aydın ilinde hastalığın sezon içerisindeki seyri dikkate alındığında sıcaklığın etkisinin bu bulguları destekleyen bir görüntü ortaya çıkardığı söylenebilir. Ancak, in vitro koşullarda gerçekleştirilen bu çalışmanın bulgularının saksı koşullarında da teyit edilmesinin gerekliliği önem taşımaktadır. Dünyada, patojenlerin gelişim istekleri gözönünde bulundurularak geliştirilen erken uyarı sistemleri ile pestisitlerin uygulama zamanları belirlenerek daha etkili ve çevre dostu mücadele yöntemleri oluşturulmaktadır. Bu çalışmada elde edilen bulgular, gelecekte ülkemizde sert çekirdekli meyvelerin pas hastalığına özgü bir erken uyarı sisteminin geliştirilmesi ve mücadele uygulamalarına entegre edilmesine katkı sağlayacaktır.

### TEŞEKKÜR

Bu çalışmada Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji ve Gıda Güvenliği Uygulama ve Araştırma Merkezine desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

### KAYNAKLAR

- Bertrand PF (1995). Rust. In: Ogawa JM, Zehr EI, Bird GW, Ritchie DF, Uriu K, Uyemoto JK (eds.), Compendium of Stone Fruit Diseases. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, 23-24.
- Bolkan HA, Ogawa JM, Michailides TJ, Kable PF (1985). Physiological specialization in *Tranzschelia discolor*. Plant Disease, 69, 485-486.
- Chitta P, Nontajak S, Mabangkhu N, Bussaban B (2023). *Tranzschelia discolor* as the Causal Agent of Rust on Nectarine, Peach, and Japanese Plum in Highland Areas of Northern Thailand. Plant Disease, 107(8), 2316-2319.
- Ellison PJ, Cullis BR, Bambach RW, Kable PF (1990). The effect of temperature on in vitro germination and germ tube growth of urediniospores of *Tranzschelia discolor*. Australian Journal of Agricultural Research, 41(3), 479-488.
- Ercincik Ö, Daldal M, Özkul Y (2016). Efficacy and timing of application of fungicides for plum rust control in Turkey. Crop Protection, 88, 88-95.
- Ercincik Ö, Döken MT (2010). Host specialization of *Tranzschelia discolor* on stone fruits at the uredinial infection stage. Phytoparasitica, 38, 455-461.
- Geçioğlu Erincik B (2021). Sıcaklığın *Puccinia menthae* Ürediosporlarının Çimlenmesi Üzerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(1), 141-145.
- Lopez-Franco RM, Hennen J (1990). The genus *Tranzschelia* (Uredinales) in the Americas. Systematic Botany, 15, 560-591.
- Menniti AM (1993). Effect of temperature on the germination of uredospores of *Tranzschelia pruni-spinosae* var. *discolor*. Petria, 3(1) 21-26.
- Özkul Y, Ercincik Ö (2010). Prevalence, incidence and severity of plum rust [*Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzschel and Litv.] in the Aydın Province. J. Adnan Menderes Univ. Agric. Fac. 7 (2), 85-92.
- Soylu S, Soylu EM, Kurt Ş (2004). First report of leaf rust on plum (*Prunus cerasifera*) by *Tranzscheila pruni-spinosa* var. *discolor* in the Eastern Mediterranean region of Turkey. Plant Pathology, 53, 257.
- Soto-Estrada A, Förster H, DeMason DA, Adaskaveg JE (2005). Initial infection and colonization of leaves and stems of cling peach by *Tranzschelia discolor*. Phytopathology, 95, 942-950.
- Teviotdale BL, Harper DM, Michailides TJ, Sibbett GS (1994). Lack of effect of stone fruit rust on yield of French prune trees and survival of urediniospores of the pathogen on leaves, shoots, and buds. Plant Disease, 78, 141-145.
- Thakur VS, Xu XM. 2004. Epidemiology and management of almond rust (*Tranzschelia discolor dulcis*) in Himachal Pradesh. Advances in Plant Sciences 17(1), 97-107.
- Ved R, Usha S, Bhardwaj LN, Sharma RC (1999). Physiological specialization in *Tranzschelia discolor* causing rust of stone fruits. Plant Disease Research (Ludhiana), 14, 45-46.

