

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Gölsüm ÜNAL

**ÇUKUROVA'DA SEPTORYA YAPRAK LEKESİ ETMENİ
[Zymoseptoria tritici (Desm.) Quaedvlieg&Crous]'NİN
BİYOLOJİSİ, HASTALIĞIN EPİDEMİYOLOJİSİ ve
TAHMİN-ERKEN UYARI SİSTEMİNİN
OLUŞTURULMASINA YÖNELİK ARAŞTIRMALAR**

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ADANA-2022

ÖZ
DOKTORA TEZİ

ÇUKUROVA'DA SEPTORYA YAPRAK LEKESİ ETMENİ [*Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvlieg&Crous]'NİN BİYOLOJİSİ, HASTALIĞIN EPİDEMİYOLOJİSİ ve TAHMİN-ERKEN UYARI SİSTEMİNİN OLUŞTURULMASINA YÖNELİK ARAŞTIRMALAR

Gülsüm ÜNAL

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Ali ERKİLİÇ
Yıl: 2022, Sayfa: 88
Jüri : Prof. Dr. Ali ERKİLİÇ
: Prof. Dr. Yeşim AYSAN
: Prof. Dr. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA
: Doç. Dr. Davut Soner AKGÜL
: Doç. Dr. Kadir AKAN

Buğdayda Septorya Yaprak Leke Hastalığı etmeni *Zymoseptoria tritici*'nin biyolojisi ve epidemiyolojisine yönelik yürütülen bu çalışmada, *in vitro*'da en fazla miseliyal gelişme 20 °C sıcaklıkta, MEA, MYA ve YMDA besi ortamlarında gerçekleşmiştir. Buna karşın spor oluşumu; PDA ortamında, 15 °C sıcaklıkta en yüksek bulunmuştur. Ancak sıcaklık arttıkça spor oluşumu azalmıştır. Spor çimlenmesi ise 20 °C sıcaklıkta, 36 saat sonra %92.9 düzeyine ulaşmıştır. Sürekli NUV ışık ve sürekli karanlık koşullar, miseliyal gelişmeyi arttırmıştır. Diğer taraftan, spor oluşumu 12s NUV+12s beyaz ışık koşullarında en yüksek düzeye ulaşmıştır. Spor çimlenmesi ise aynı ışık kombinasyonu ve sürekli NUV ışıktta daha fazla teşvik edilmiştir.

Z. tritici etmeninin buğday yapraklarına penetrasyonu, 15-30 °C arasındaki inkübasyon sıcaklıklarında, 4-8 saat arasındaki yaprak ıslaklık sürelerinde bir farklılık oluşturmamıştır. Ancak penetrasyon ve semptom gelişimi, 15 °C ve 20 °C ortam sıcaklıklarında daha fazla gerçekleşmiş, sıcaklığın artması ise hastalık oluşumunu azaltmıştır.

Tarla şartlarında yapılan hastalık kontrollerinde 2017-2018 üretim döneminde Hacıali lokasyonundaki hastalık çıkışı, Mercimek lokasyonuna göre çok daha geç bir tarihte olmasına karşın; Hacıali'de %60.5-75.0 gibi yüksek, Mercimek'de ise %25.9 gibi daha düşük hastalık şiddeti tespit edilmiştir. Her iki üretim alanında da iklimsel veriler arasında önemli bir fark görülmüştür. Bir sonraki yıl ise her iki bölgede de hastalık şiddeti yakın değerler göstermiş ve %42.9-53.0 arasında değişmiştir.

Anahtar Kelimeler: Buğday, Septorya Yaprak Lekesi, *Zymoseptoria tritici*, biyoloji, epidemiyoloji

ABSTRACT

PhD THESIS

RESEARCH ON THE BIOLOGY OF SEPTORIA LEAF SPOT PATHOGEN [*Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvlieg&Crous], THE EPIDEMIOLOGY OF THE DISEASE, AND THE FORMATION OF THE PREDICTION-EARLY WARNING SYSTEM IN ÇUKUROVA

Gülsüm ÜNAL

ÇUKUROVA UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES DEPARTMENT OF PLANT PROTECTION

Supervisor : Prof. Dr. Ali ERKILIÇ
Year: 2022, Pages: 88
Jury : Prof. Dr. Ali ERKILIÇ
: Prof. Dr. Yeşim AYSAN
: Prof. Hülya ÖZGÖNEN ÖZKAYA
: Assoc. Prof. Dr. Davut Soner AKGÜL
: Assoc. Prof. Dr. Kadir AKAN

This study was conducted on the biology and epidemiology of wheat Septoria Leaf Spot Disease *Zymoseptoria tritici* and the best in vitro mycelial growth occurred in MEA, MYA and YMDA media at 20 °C. On the other hand, spore formation was highest at 15 °C in PDA medium. As the temperature increased, spore formation decreased. Spore germination reached 92.9% after 36 hours at 20 °C. Continuous NUV light and continuous dark conditions enhanced mycelial development. On the other hand, spore formation reached its maximum level under 12s NUV+12s white light conditions. Spore germination was promoted in the same light combination and continuous NUV light.

Penetration of *Z. tritici* into wheat leaves did not differ at incubation temperatures of 15-30 °C, with leaf wetness times of 4-8 hours. However, penetration and symptom development were better at 15 °C and 20 °C temperatures, and the increase in temperature decreased the occurrence of disease.

In the disease emergency field controls, in the 2017-2018 production period, although the disease emergence in Hacıali is much later than in Mercimek; the disease severity was as high as 60.5-75.0% in Hacıali and lower as 25.9% in Mercimek. There was no significant difference between the climatic data in both regions. In the next year, Disease severity showed parallel values in both regions and varied between 42.9-53.0%. It has been observed that in field conditions, first infections can occur in low rainfall conditions or only in the presence of dew.

Key Words: Wheat, Septoria Leaf Spot, *Zymoseptoria tritici*, biology, epidemiology

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Dünya’da ve Türkiye’de insan beslenmesinde önemli bir yeri olan buğdayda, gelişme dönemi içerisinde verimi azaltan pekçok biyotik ve abiyotik stres faktörü bulunmaktadır (Gill, 2010). Özellikle yaprak leke hastalıkları, buğday veriminde önemli kayıplara neden olmaktadır. Bunlar içerisinde *Zymoseptoria tritici*’nin neden olduğu Septorya Yaprak Lekesi hastalığı, pekçok bölgede yaygın olan, verim ve kalite kayıplarına neden olarak önemli sorun yaratabilen fungal bir hastalıktır. Septorya Yaprak Lekesi hastalığı, Türkiye’de kıyı bölgelerimizde, özellikle Akdeniz ve Ege’deki buğday üretim alanlarında görülmekte olup, bazı yıllar epidemilerile neden olmaktadır. Yağışlı ve serin bölgelerde, bu hastalık nedeni ile buğday üretim alanlarındaki verim kaybı % 30-40 düzeyine kadar ulaşabilmektedir(UHK, 2016). Doğu Akdeniz Bölgesi’ndeki buğday üretim alanlarındaki tarlaların yaklaşık % 60 oranında hastalığın gözlemlendiği ve hastalık şiddetinin ortalama %12 olduğu bildirilmektedir (Ünal ve ark., 2017). Bölgemizde yaygın olarak görülmekte olan bu hastalığın etmeninin, tahmin- erken uyarı sistemi çalışmalarına başlanılabilmesi için çok iyi bilinmesi gerekmektedir.

Patojenin biyolojisi ve epidemiyolojisine yönelik olarak yürütülen bu çalışmada; *in vitro*’da *Z. tritici*’nin gelişmesine etki edebilecek bazı faktörler incelenmiştir. Bu amaçla dört besi ortamı (PDA, MEA, MYA ve YMDA) ve dört inkübasyon sıcaklığında (15 °C, 20 °C, 25 °C ve 30 °C) patojenin en hızlı koloni gelişmesi, en fazla spor üretimi ve spor çimlenmesinin olduğu kombinasyonlar belirlenmiştir. Ayrıca inkübasyon sırasındaki ışık koşullarının (NUV mor ışık, beyaz ışık, karanlık ve kombinasyonları) miseloyal gelişme, spor üretimi ve çimlenmesi üzerine de etkileri araştırılmıştır.

Patojen enfeksiyonlarında, sıcaklık ve yaprak ıslaklık süresi arasındaki ilişki, kontrollü iklim odası koşullarında, dört sıcaklık (15 °C, 20 °C, 25 °C ve 30°C) ve üç yaprak ıslaklığı süresi (4, 6 ve 12 saat) kombinasyonları ile belirlenmiştir.

Tarla koşullarında hastalık çıkışı ve iklimsel faktörler arasındaki ilişki, Çukurova Tarım İşletmesi Müdürlüğü (Mercimek/Ceyhan/Adana) ve Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Hacıalı/Yüreğir/Adana) buğday ekiliş alanlarında değerlendirilmiştir. Çalışma 2017-2018 ve 2018-2019 üretim dönemleri olmak üzere iki sezon sürdürölmüştür. Birinci üretim döneminde, Hacıalı lokasyonunda Adana-99 ve Ceyhan-99, Mercimek lokasyonunda ise sadece Ceyhan-99 buğday çeşitleri üzerinde hastalık gözlemleri yapılmıştır. İkinci üretim döneminde ise hastalık gözlemleri, Hacıalı'de Adana-99, Mercimek'te ise hem Adana-99, hem de Ceyhan-99 çeşitleri üzerinde hastalık gözlemleri yapılmıştır. Deneme alanlarında iki üretim dönemi boyunca, iklimsel veriler, tarla yakınına kurulan METOS iklim istasyonları ile kaydedilmiştir.

Çalışmalarda kullanılan izolatın virölensliğinin belirlenmesi amacıyla yürütölen çalışmada, Adana-99 ve Ceyhan-99 buğday çeşitlerinin her ikisinde de patojenite testlerinde benzer hassas reaksiyonlar gözlenmiştir. Hastalık oluşumu 20 °C sıcaklıkta, %37-54 düzeylerinde gerçekteşmiştir. Spor süspansiyonunun püskürtölmesi veya yaprağa sörtme yöntemi kullanılarak bitkiye verilmesi, enfeksiyon oluşumunda bir farklılık yaratmamıştır.

In vitro'da patojenin miseliyal gelişmesi, değişik besi ortamlarına göre farklılık göstermemiştir. Patojenin miseliyal gelişmesi, inkübasyon sıcaklıklarına göre ise farklılık göstermiş, 20 °C sıcaklıkta en fazla (32.5 mm) miseliyal gelişme elde edilmiştir. Sıcaklığın azalması veya artması miseliyal gelişmeyi yavaşlatmıştır. Ayrıca sürekli NUV veya beyaz ışıık ya da karanlık koşullarda miseliyal gelişme daha fazla olmuştur. Ancak 12'şer saat aralıklı ışıık ve karanlık kombinasyonu miseliyal gelişmeyi azaltmıştır.

In vitro'da en fazla spor oluşumu, PDA besi ortamında, 15 °C sıcaklıkta gerçekteşmiştir. İnkübasyon sıcaklığının artması, çalışmada kullanılan tüm besi ortamlarında spor oluşumunu azaltmış ve en düşük spor oluşumunun 30 °C sıcaklıkta olduğu belirlenmiştir. İnkübasyon sırasında, farklı ışıık türleri ve

sürelerinde spor oluşumu olumlu yönde etkilenmiş ve en yüksek spor üretimi 12 saat NUV+12 saat beyaz ışık koşullarında tespit edilmiştir.

Spor çimlenmesi, 20 °C sıcaklıkta, 36 saatlik sürenin sonunda en fazla gerçekleşmiştir. MEA, MYA ve YMDA besi ortamları, 36 saatlik sürede PDA besi ortamı ile karşılaştırıldığında spor çimlenmesini teşvik etmiştir. Farklı ışık türleri ve süreleri de spor çimlenmesini etkilemiştir. En iyi spor çimlenmesi, sürekli NUV ışık ve 12 saat NUV+12 saat beyaz ışık koşullarında sağlanmıştır.

Z. tritici'nin buğday yapraklarına penetrasyonu, 15-30 °C arasındaki inkübasyon sıcaklıklarında, 4-8 saat arasındaki yaprak ıslaklık süreleriyle bir farklılık yaratmamıştır. Ancak penetrasyon ve semptom gelişimi, 15 °C ve 20 °C sıcaklıklarda daha iyi gerçekleşmiş, sıcaklığın artmasının hastalık oluşumunu azalttığı gözlenmiştir.

Tarlada hastalık çıkışı kontrollerinde, 2017-2018 üretim döneminde Hacıali lokasyonundaki hastalık çıkışı, Mercimek lokasyonuna göre çok daha geç olmasına karşın; Hacıali'de %61-75 gibi yüksek bir düzeyde, Mercimek'te ise %26 gibi daha düşük bir düzeyde hastalık şiddeti belirlenmiştir. Her iki bölgede de, iklimsel veriler arasında önemli bir fark tespit edilememiştir. Bir sonraki yıl, her iki lokasyonda da hastalık şiddeti yakın değerler göstermiş ve % 43-53 arasında değişmiştir.

Patojen ile yürütülen *in vitro* çalışmalarda hızlı miselial gelişim ve fazla spor üretiminin sağlanmasında; besi ortamı, inkübasyon sıcaklığı ve ışıklandırmanın önemli olduğu görülmüştür. Ayrıca bitkide enfeksiyonların gerçekleşmesi, yaprak ıslaklık süresi ve sıcaklıkla yakın ilişkili olmuştur. Doğada ilk enfeksiyonların ortaya çıkışında, çiğ oluşumu veya çok az yağış miktarının yeterli olduğu ve enfeksiyonların 15 °C'nin altındaki sıcaklıklarda bile başladığı görülmüştür. Bu hastalığa karşı epidemiyolojik modellemelerin yapılabilmesi için, enfeksiyonlarda askospor ve pikniosporların rollerinin, bu sporların oluşturulması, doğaya salımı ve enfeksiyonlarında önemli olan iklimsel koşullarla çoklu regresyon analizlerinin yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.



TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince, bilgi ve tecrübeleriyle her konuda yardımcı olan, çalışmamın her aşamasında yönlendirici fikirleri ile bana daima yol gösteren danışman hocam sayın Prof. Dr. Ali ERKİLİÇ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme kurulumda yer alan değerli hocalarım, sayın Prof. Dr. Hülya ÖZGÖNEN ve sayın Doç. Dr. D. Soner AKGÜL'e de, değerli katkıları için çok teşekkür ederim.

Doktora tez çalışmalarımda; yardıma ihtiyacım olduğu her an bana destek olan, çalışma arkadaşım, meslektaşım Ziraat Yük. Müh. Tahsin AY'a çok teşekkür ederim. Ayrıca Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ndeki çalışma arkadaşlarım sayın Dr. Semiha YÜCEER ve sayın Dr. Hale GÜNAÇTI'ya da laboratuvar çalışmalarımdeki yardımları için teşekkür ederim.

Eğitim hayatımın her aşamasında ve doktora çalışmalarımda, desteklerini benden esirgemeyen aileme çok teşekkür ederim.

Doktora çalışmalarım esnasında maddi destek veren Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne (Proje no: FDK-2018-9763) ve T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM)'ne de (Proje no: TAGEM-450) içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	XIV
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1. Septorya Yaprak Lekesi Hastalığının Biyolojisi ve Epidemiyolojisi ile İlgili Çalışmalar	7
2.2. Septorya Yaprak Lekesi Hastalığının ve Diğer Bazı Hastalıklarının Tahmin ve Erken Uyarı Çalışmaları	21
3. MATERYAL VE METOT	25
3.1. Materyal	25
3.2. Metot.....	25
3.2.1. Patojenin İzolasyonu ve Patojenitesi.....	25
3.2.2. <i>In vitro</i> 'da <i>Z. tritici</i> 'nin Gelişimine Etki Eden Faktörlerin Araştırılması	28
3.2.2.1. Patojen Gelişimine Besi Ortamı ve Sıcaklığın Etkisinin Belirlenmesi	28
3.2.2.2. Işıklanmanın Patojen Gelişimine Etkilerinin Belirlenmesi	31
3.2.3. Hastalık Gelişimi Üzerine Sıcaklık ve Yaprak Islaklık Süresinin Etkisinin Araştırılması.....	33
3.2.4. Hastalık Çıkışı ile İklimsel Verilerin İlişkisinin Tarla Koşullarında Araştırılması	34

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	37
4.1. <i>Zymoseptoria tritici</i> 'nin Patojenitesi.....	37
4.2. Besi Ortamı ve Sıcaklığın <i>in vitro</i> 'da Patojen Üzerine Etkileri	39
4.2.1. Besi Ortamı ve Sıcaklığın Miseliyal Gelişme Üzerine Etkisi	39
4.2.2. Besi Ortamı ve Sıcaklığın Spor Oluşumu Üzerine Etkisi	41
4.2.3. Besi Ortamı ve Sıcaklığın Spor Çimlenmesi Üzerine Etkisi.....	43
4.3. Işıklanmanın <i>in vitro</i> 'da Patojen Üzerine Etkileri	47
4.3.1. Işıklanmanın Miseliyal Gelişme Üzerine Etkisi.....	47
4.3.2. Işıklanmanın Spor Oluşumu Üzerine Etkisi.....	48
4.3.3. Işıklanmanın Spor Çimlenmesi Üzerine Etkisi	50
4.4. Sıcaklık ve Yaprak Islaklığının Patojen İnfeksiyonları ve Hastalık Gelişimi Üzerine Etkileri	51
4.5. Tarlada Septorya Yaprak Lekesi Hastalığının Çıkışı ile Meteorolojik Verilerin İlişkisi	55
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	63
KAYNAKLAR	65
ÖZGEÇMİŞ	73
EKLER.....	74

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 4.1.	Farklı Spor Süspansiyonu Uygulanması ile Farklı Sıcaklıklarda <i>Z. tritici</i> 'nin Oluşturduğu Hastalık Şiddeti (%).....	37
Çizelge 4.2.	Besi Ortamı ve Sıcaklığın <i>Z. tritici</i> 'nin Miseliyal Gelişme Üzerine Etkileri	40
Çizelge 4.3.	Besi Ortamı ve Sıcaklığın <i>Z. tritici</i> 'nin Spor Oluşumu Üzerine Etkileri	42
Çizelge 4.4.	Besi Ortamı ve Sıcaklığın <i>Z. tritici</i> 'nin Spor Çimlenmesi Üzerine Etkileri	44
Çizelge 4.5.	Sıcaklık ve Sürenin <i>Z. tritici</i> 'nin Spor Çimlenmesi Üzerine Etkileri.....	45
Çizelge 4.6.	MYA Ortamı ve 20°C Sıcaklıkta Farklı Işıklanma Ortamlarında <i>Z. tritici</i> 'nin Miseliyal Gelişmesi	48
Çizelge 4.7.	MYA Ortamı ve 20°C Sıcaklıkta Farklı Işıklanma Ortamlarında <i>Z. tritici</i> 'nin Spor Oluşturması	49
Çizelge 4.8.	MYA Ortamı ve 20°C Sıcaklıkta Farklı Işıklanma Ortamlarında <i>Z. tritici</i> 'nin Spor Çimlenmesi	50
Çizelge 4.9.	Adana-99 Buğday Çeşidinde Sıcaklık ve Sürenin <i>Z. tritici</i> 'nin İnfeksiyonları Üzerine Etkileri (% Hastalık Şiddeti)	52
Çizelge 4.10.	Ceyhan-99 Buğday Çeşidinde Sıcaklık ve Sürenin <i>Z. tritici</i> 'nin İnfeksiyonları Üzerine Etkileri (% Hastalık Şiddeti)	54
Çizelge 4.11.	Adana ve Ceyhan 2017-2018 Yetiştirme Döneminde Buğday Ekim Alanlarında <i>Z. tritici</i> İnfeksiyonlarının Gelişimi ve Hastalık Şiddeti	56
Çizelge 4.12.	Buğday Gelişme Döneminde Adana ve Ceyhan Deneme Alanlarının 2018 Yılı Meteorolojik Verileri	58

Çizelge 4.13.	Adana ve Ceyhan 2018-2019 Yetiştirme Döneminde Buğday Ekim Alanlarında <i>Z. tritici</i> Enfeksiyonlarının Gelişimi ve Hastalık Şiddeti	59
Çizelge 4.14.	Buğday Gelişme Döneminde Adana ve Ceyhan Deneme Alanlarının 2019 Yılı Meteorolojik Verileri	60



Şekil 3.1.	Patojenite çalışması: A: Spor süspansiyonu püskürtülmesi, B: Sürterek spor süspansiyonu uygulanması, C: Pet şişeler içerisine alınması.....	27
Şekil 3.2.	Hastalık değerlendirmesinde kullanılan 0-5 skalası	28
Şekil 3.3.	<i>Z. tritici</i> 'nin MYA ve YMDA ortamlarındaki koloni çapının ölçümü	29
Şekil 3.4.	Thoma lamında <i>Z. tritici</i> sporlarının görünümü	30
Şekil 3.5.	Petride çimlenen sporların sayılacağı hat (solda) ve mikroskop altında çimlenen sporların görünümü (sağda)	30
Şekil 3.6.	Yaprak ıslaklık süresi tamamlanan bitkilerin soğuk hava ile kurutulması.....	34
Şekil 3.7.	A: Hastalık gözlemlerinin yapıldığı tarladan bir görünüm, B: Meteorolojik verilerin alındığı Metos iklim istasyonu	35
Şekil 4.1.	<i>Z. tritici</i> 'nin Farklı İnokulasyonlarının Hastalık Oluşumuna Etkisi.....	38
Şekil 4.2.	<i>Z. tritici</i> 'nin Farklı Ortam ve Sıcaklıklardaki Miseliyal Gelişmesi	41
Şekil 4.3.	<i>Z. tritici</i> 'nin Farklı Ortam ve Sıcaklıklardaki Spor Oluşumu.....	42
Şekil 4.4.	<i>Z. tritici</i> 'nin Farklı Sıcaklıklardaki Spor Çimlenmesi	46
Şekil 4.5.	<i>Z. tritici</i> 'nin Farklı Işıklanmadaki Miseliyal Gelişmesi	48
Şekil 4.6.	<i>Z. tritici</i> 'nin Farklı Işıklanmadaki Spor Oluşumu	49
Şekil 4.7.	<i>Z. tritici</i> 'nin Farklı Işıklanmadaki Spor Çimlenmesi.....	51
Şekil 4.8.	Adana-99 Buğday Çeşidinde Sıcaklık ve Sürede <i>Z. tritici</i> 'nin Hastalık Oluşturması	53
Şekil 4.9.	Ceyhan-99 Buğday Çeşidinde Sıcaklık ve Sürede <i>Z. tritici</i> 'nin Hastalık Oluşturması	54



SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

°C	: Santigrat Derece
Σ	: Toplam İşareti
%	: Yüzde İşareti
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
cm	: Santimetre
cm ²	: Santimetre Kare
DNA	: Deoksiribonükleik Asit
g	: Gram
ITS	: Internal Transcribed Spacer (Transkripsiyonu Olmayan Bölge)
LSD	: Least Significant Difference (Asgari Önemli Fark)
lt	: Litre
lx (Lux/Lüks)	: Aydınlatma veya parlaklık emisyonu
MEA	: Malt Ekstrat Agar
ml	: Mililitre
µl	: Mikrolitre
mm	: Milimetre
MYA	: Malt Yeast Agar
MYB	: Malt Yeast Broth
NaOCl	: Sodyum Hipoklorit
nrDNA	: Nükleer Ribozomal DNA
NUV	: Yakın Ultraviyole
PCR	: Polymerase Chain Reaction (Polimeraz Zinciri Reaksiyonu)
PDA	: Patates Dekstroz Agar
pH	: Potansiyel Hidrojen
R=	: Yağış Miktarı (mm)
QTL	: Quantitative Trait Loci (Niceliksel Özellik Lokusu)
TAGEM	: Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü

TİGEM	: Tarım İşletmeleri Genel Müdürlüğü
TZOB	: Türkiye Ziraat Odaları Birliği
UHK	: Ulusal Hububat Konseyi
YMA	: Yeast Mannitol Agar
YMB	: Yeast Mannitol Broth
YMDA	: Yeast Malt Dekstroz Agar



1. GİRİŞ

Buğday (*Triticum* spp.), dünyada 221 milyon ha ekim alanında 777 milyon ton üretim ve ülkemizde 67.446.655 da ekim alanında 17.650.000 ton üretimle en çok üretilen ve tüketilen tarımsal ürünlerden birisidir (USDA, 2021; TÜİK, 2021). Beslenme açısından değeri yüksek ve birçok ülkenin temel besin maddesi durumundadır. Ülkelerin beslenme alışkanlıkları, coğrafi konumlarına göre değişiklik göstermektedir. İçerisinde buğdayın anavatanı Anadolu olan ülkemiz ve Ortadoğu ülkelerinde, buğday tüketimi çok fazla iken, Avrupa ülkelerinde patates, Asya ülkelerinde ise çeltik tüketimi fazladır. Türkiye’de insan beslenmesinde günlük kalori ihtiyacının %60’ı buğday ve buğday ürünlerinden karşılanmaktadır (TZOB, 2016). Ülkemizdeki hububat üretiminde en önemli bitki buğday olup, 111.392.000 da’lık hububat ekiliş alanının yaklaşık %61’inde buğday üretimi yapılmaktadır (TÜİK, 2021). Buğday bitkisinin yüksek adaptasyon özelliği nedeniyle, Türkiye’nin hemen hemen her bölgesinde yetiştirilebilmektedir.

Abiyotik ve biyotik stres faktörlerine bağlı olarak, dünya buğday üretiminde %25-30 oranında verim kayıplarının olduğu tahmin edilmektedir (Gill, 2010). Hastalıklara neden olan biyotik faktörler içinde yer alan hastalık etmenlerinden fungal patojenler; buğdayda 1-tohum ve başakta, 2-yeşil aksamda, 3-kök, kök boğazı ve saplarda hastalık oluşturmaktadır. Genel olarak fungal patojenlerden toprak kökenli olanlar kök ve kök boğazı ile saplarda, hava kökenli olanlar ise yaprak ve başaklarda hastalıklara neden olmaktadır. Buğday üretimi yapılan bölgelerin iklimi ve toprak koşullarına bağlı olarak değişmekle birlikte toprak kökenli etmenlerden bazıları *Fusarium* spp., *Rhizoctonia cerealis*., *Alternaria* sp., *Microdochium nivale* ve *Septoriella hirta* türleridir. Bunlar arasında *Fusarium* spp. dünya genelinde en fazla verim kaybına neden olan etmenlerden biridir (Er, 2020). Bu konuda yapılan çalışmalar, küresel ısınmaya bağlı olarak toprak patojenlerinin neden olduğu hastalıklarda artış olduğunu göstermektedir.

Hava kökenli fungal patojenler ise inokulumu daha hızlı ve yoğun oluşturarak, toprak kökenli fungal patojenlere göre konukçularını daha kolay enfekte etmektedirler. Yaprak hastalıklarına neden olan patojen funguslar genel olarak hava kökenli etmenler olup, yaprak hastalıkları nedeniyle önemli ürün ve kalite kayıpları meydana gelmektedir. Buğday yapraklarda değişen düzeylerde verim ve kalite kayıplarına yol açan hastalıklardan en önemlilerinden biriside pas (*Puccinia* spp.) hastalıklarıdır. Pas hastalıkları dışında külleme (*Blumeria graminis*) hastalığı da buğdaydaki önemli yaprak hastalıklarındandır. Bu hastalıkların dışında yapraklarda hastalık yapan bir diğer önemli hastalık ise *Zymoseptoria tritici*'nin neden olduğu Septorya Yaprak Lekesi hastalığıdır. Etmenin dünyanın birçok ülkesinde varlığı tespit edilmiştir (Garcia ve Marshall, 1992; Medini ve Hamza, 2008). Septorya Yaprak Lekesi hastalığı, dünyadaki en yaygın buğday hastalıklarından biridir (Suffert ve ark., 2011). Septorya Yaprak Lekesi hastalığının, uygun koşullar altında %25-50 arasında ürün kaybına neden olduğu rapor edilmiştir (King ve ark., 1983). Değişen sıcaklık ve nem koşullarına bağlı olarak önemsiz ve az görülen hastalıklar, aynı alanlarda daha yaygın ve şiddetli görülebilmekte olup, bu durumun bir sonucu olarak daha önemli kayıpların yaşanmasına neden olabilmektedirler. Küresel iklim değişimlerine bağlı olarak önemli verim kayıplarına yol açabilen *Z. tritici*, Avrupa Birliği'nde buğdaydaki en tehlikeli yaprak hastalıklarından biri haline gelmiştir. Bu etmen, son yıllarda ılıman iklimlerdeki yetiştiricilik alanlarında, buğdaylar için önemli bir patojen olmuştur (Fones ve ark., 2015). Septorya Yaprak Lekesi hastalığı etmeni *Z. tritici*'ye karşı kullanılan fungusitlere direncin artması, Avrupa buğday üretimi için önemli bir tehdit unsuru olmuştur (Hehir ve ark., 2018).

Z. tritici, *Ascomycota* şubesinin *Mycosphaerellaceae* familyasına dahil piknidial bir fungustur. Eşeyli dönemi *Mycosphaerella graminicola*'dır. *Mycosphaerella* spp. kompleksi, birkaç farklı familya ve cins içeren polifiletik ve parafiletiktir. Graminicolous konukçularda bulunan türler, *Zymoseptoria* adının önerildiği, henüz tanımlanmamış bir cinsi temsil eder. 28S rDNA filogenisine

dayanarak, *Zymoseptoria* ve *Septoria* cinslerinin ayrı kümелendiği ortaya konmuştur. Morfolojik olarak da *Zymoseptoria* türleri kültürde maya benzeri büyümeleri ve farklı konidial tiplerin oluşumu ile de ayırt edilebilmektedir (Quaedvlieg ve ark., 2011). Ancak maya benzeri büyüme ayırt edici morfolojik bir özellik olsa da *Z. tritici*'nin vegetatif morfolojik yapısı ılık koşullarından etkilenmekte ve *ZtvelB* geninin deformasyonu sonucunda oluşan yeni mutant bireylerde maya benzeri hücreler oluşturmamaktadır. Maya benzeri gelişme ve eşeysiz sporulasyon için *ZtvelB* geninin olması gerekmektedir (Tiley ve ark., 2019). Yapılan son çalışmalarla, *Zymoseptoria*'nın, önde gelen buğday patojeni *Zymoseptoria tritici*'nin yeni tanımlanmış bir tür olduğu ve *Z. tritici*'nin orijininin Ortadoğu olduğu belirlenmiştir (Stukenbrock ve ark., 2012). Ancak etmen, uzun yıllar *Septoria* cinsi içinde değerlendirilen bir tür olmuştur. *Septoria* türleri olarak bilinen etmenler nedeniyle, dünyada buğdayda milyonlarca ton kayıplarının yaşandığı bildirilmektedir (Scharen, 1999; Ginkel ve ark., 1999). Farklı araştırmacılar tarafından buğday yapraklarında leke meydana getiren Septorya Yaprak Leke hastalığının, Türkiye buğday yetiştiricilik alanlarında yaygın olduğu ve söz konusu hastalığın, uygun koşullarda epidemiler oluşturarak, hassas çeşitlerde önemli düzeyde kayıplara neden olabileceği belirtilmiştir (Finci ve Yılmazdemir, 1982). Bu patojenin esas inokulum kaynağı havayla taşınan askosporlar olmakla birlikte, rüzgar ve yağmurla taşınan konidilerde inokulum kaynağı olabilmektedir. *Z. tritici*'nin bitkiye penetrasyonu stomalardan olmaktadır. Ülkemizde son yıllarda yapılmış olan bir çalışmada, *Z. tritici* patojeninin Türkiye'de eşeyli olarak da çoğalabildiği ve yağmur sıçramasıyla çevreye dağılan eşeysiz sporlarla yayılmasının yanı sıra askosporlarla hava yoluyla da yayıldığı tespit edilmiştir (Mustafa, 2020).

Hastalığın ilk enfeksiyonu alt yapraklarda başlayıp, çevre koşullarına ve konukçusu olduğu çeşidin hassasiyetine bağlı olarak üst yapraklara kadar yayılabilmektedir. Belirtiler başlangıçta küçük, düzensiz, ortası açık saman sarısı veya kirli sarı renkte, yaprağın yeşil kısımlarından kesin sınırlarla ayırt edilen

lezyonlar şeklinde gözlemlenir. İlerliyen zamanla birlikte enfeksiyon arttıkça, lekeler kül rengini alarak tüm yaprakta nekroz meydana getirmektedirler. Lekelerin üzerindeki küçük siyah noktacıklar etmenin piknidiumları olup, yaprak üzerindeki nekrozlu alanda kolaylıkla görülebilmektedir. Etmen, bitki artıkları üzerinde miselyum şeklinde veya piknitleri ile kışlamaktadır. İlk enfeksiyon ise yağışlarla birlikte ilkbaharda, piknidiosporlarla gerçekleşerek rüzgar yardımıyla uzak mesafelere taşınmaktadır (Zillinsky, 1983).

Septorya Yaprak Lekesi hastalığının kıyı yetiştiricilik bölgelerimizde, özellikle Akdeniz ve Ege bölgeleri buğday üretim alanlarında görülmekte olup, bazı yıllar epidemilere neden olduğu bilinmektedir. Akdeniz iklim koşullarında, yazlık buğdaylarda Kasım-Mayıs aylarının serin ve yağmurlu olduğu üretim sezonlarında, *Septoria tritici* önemli ekonomik kayba yol açan bir hastalık olmaktadır (Eyal ve ark., 1987). Yağışlı ve serin bölgelerde bu hastalık nedeni ile verim kaybı %30-40'a ulaştığı rapor edilmiştir (UHK, 2016). Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yapılan bir çalışmada, incelenen tarlaların yaklaşık %60 oranında hastalık etmeni ile bulaşık olduğu ve hastalık şiddetinin ortalama %12 olduğu belirlenmiştir (Ünal ve ark., 2017). Aynı çalışmada; Çukurova bölgesi üretim alanlarında, hastalığın Adana'da %88, Osmaniye'de ise %87 oranında yaygın olduğu tespit edilmiştir (Ünal ve ark., 2017). Ege Bölgesi'nde de Septorya Yaprak Lekesi hastalığının yaygınlığının arttığı, iklim koşullarına, çeşitlerin reaksiyonlarına ve etmenin virülensine bağlı olarak epidemi oluşturabilme ihtimalinin arttığı bildirilmiştir (Eğerci ve ark., 2020). Hastalık belirtileri referans alınarak, tarla koşullarında Septorya Yaprak Lekesi hastalığı kolaylıkla saptansa da laboratuvar koşullarında fungal yapılarının ve sporlarının incelenerek, etmenin teşhisinin teyit edilmesi gerekmektedir.

Septorya Yaprak Lekesi hastalığı etmeni *Z. tritici* genellikle besi ortamlarında küçük koloni oluşturmakta ve koloninin gelişmeside daima yavaş olmaktadır. Enfekteli yapraklardan, fungusun izolasyonun da aynı alanda bulunabilen saprofit funguslardan ayırmanın güçlüğü ile karşılaşıldığından, etmen

tek piknitten saflaştırılmaktadır. Tek piknitten yapılan izolasyonda, yaklaşık 1 ay sonra 1-1.5 cm çapında fungus kolonisi elde edilebilmektedir (Finci ve Yılmazdemir, 1982). Laboratuvarındaki izolasyon çalışmalarında patojenin yavaş gelişmesinden kaynaklanan zorluklar ve erken tahmin-uyarı modelinin parametrelerinden biri olması nedeniyle etmenin biyolojisinin ayrıntılı olarak çalışılması gerekmektedir. Etmen farklı koşullarda, farklı gelişme özellikleri gösterebilmektedir. Ortalama sıcaklık ve ardışık ıslak kuru periyotdaki sonbaharda, bitki artıkları üzerinde her iki spor türü de bulunduğu için enfeksiyon oranı artmaktadır (Suffert ve ark., 2011). Patojenin, askospor ile inokulasyonundan sonra lezyonların ortaya çıkmasına kadarki gelişimi, bir piknidiospor inokulasyonuna göre daha yavaş olabilmektedir. Bu nedenle ilk lezyonların askospordan kaynaklandığı epidemilerin başlangıcındaki latent dönem, ikincil enfeksiyonlara piknidiosporların neden olduğu ilkbaharlarda, daha uzun sürede olmaktadır. Hastalık modellerinin, bu farklılıkların da dikkate alınarak geliştirilmesi gerekmektedir (Morais ve ark., 2015).

Biçici ve ark., (2000) tarafından yürütülen bir araştırmada, Çukurova Bölgesi'nin iklim bilgileri bir arada değerlendirilerek, Septorya Yaprak Lekesi hastalığının epidemi yapabilme potansiyeli belirlenmiştir. Ancak Septorya Yaprak Lekesi hastalığını tam olarak anlayabilmek için konukçu bitki, patojen ve bunların bulunduğu ortam çevrenin de dikkate alınması gerekmektedir. Konukçu bitki ve patojenin etkileşimi ile hastalığın yayılımını ve şiddetini etkileyen iklim faktörlerinin ilişkisi ayrıntılı olarak irdelenmelidir (Fones ve Gurr, 2015). Yapılan bu araştırmayla, bu bilgiler ve elde edilen verilerin değerlendirilmesiyle, Septorya Yaprak Lekesi hastalığının Çukurova koşullarında ortaya çıkışını etkileyen çevresel faktörler incelenerek etmenin epidemiyolojisi ortaya konmaya çalışılmıştır.

Çukurova Bölgesi'nde ve ülkemizde yaygın yetiştirilen buğday çeşitlerinde hastalığa karşı hassasiyetin artması, Avrupa üretim alanlarında Septorya Yaprak Lekesi, hastalığına karşı kullanılan kimyasal ilaçlara karşı oluşan

direnç gelişiminin bilinmesi, küresel ısınmaya bağı olarak hastalığın daha önce görölmediğı yerlerde görölmeye başlamasıyla büyük önem kazanan etmenin biyolojisi ve epidemiyolojisindeki ayrıntıların ortaya konduğu bu araştırma, tahmin uyarı sisteminin oluşturulması için önemli bir basamak olacaktır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Septorya Yaprak Lekesi Hastalığının Biyolojisi ve Epidemiyolojisi ile İlgili Çalışmalar

Cooke ve Jones (1970), yakın mor ötesi ışık altında ve Czapek Dox V-8 agar kullanarak *Septoria tritici* ve *Septoria nodorum*'un fazla sayıda sporlanmasını sağlayarak hızlıca üretildiğini ve böylelikle etmenin morfolojik yapılarından kolayca tanılandığını bildirmişlerdir. Ayrıca basit tarla inokulasyon metodu kullanarak, farklı inokulasyon konsantrasyonları ve yazlık, kışlık buğday çeşitlerini kullanarak bu iki patojene karşı reaksiyon sonuçlarını değerlendirdiklerini bildirmişlerdir.

Holmes ve Colhoun (1975), Kasım ayı ortasında ekilen buğday tarlasına *S. tritici* ve *S. nodorum* ile inokule edilen samanların yerleştirildiğinde, piknitlerin 21 gün içinde geliştiğini bildirmişlerdir.

Finci (1982), Marmara Bölgesi'nde buğday ekim alanlarında görülen Septorya Yaprak Lekesi (*S. tritici*) dışında, kavuzlarda leke oluşturan *S. nodorum* ve yaprakta leke oluşturan *S. avenae* f.sp. *triticea* türlerinin varlığını, yetiştiricilik alanlarında yayılışlarını ve buğday çeşitlerinin hastalığa karşı reaksiyonlarını saptamak için çalışmalar yürütmüştür. Araştırmacı, yapılan survey sonucunda hastalıklı tarlalardan alınan örneklerin tümünün *S. tritici* olduğunu belirlemiş ve bölgenin özellikle Trakya kısmında yaygın olduğunu tespit etmiştir. *S. tritici*'nin iklim koşullarının uygun olduğu yıllarda, hassas çeşitlerde önemli ürün kayıpları oluşturabileceğini bildirmiştir.

Finci ve Yılmazdemir (1982), 1976 yılında *S. tritici* etmeninin en fazla sporulasyonunu sağlayan yapay besi ortamlarının belirlenmesi amacı ile farklı ortamlar kullanmışlardır. *S. tritici*'nin Elliot-V8, Richard's-V8 ve Kuru Bezelye Dextrose Agar besi ortamlarında, yavaş gelişen, genellikle küçük koloni halinde büyüyen ancak en iyi sporulasyonu oluşturduğunu bildirmişlerdir. Bu nedenle *S. tritici* etmeninin katı yapay besi ortamlarında üretildiğinde, fungus kültürlerinden

elde edilen spor süspansiyonundan ortam yüzeyine yayarak ekim yapılması tavsiye edilmiştir. Enfekteli yapraklardan fungusun izolasyonunda, saprofit funguslardan ayırmanın güçlüğü ile karşılaşıldığı, tek piknitten yapılan izolasyonda, yaklaşık 1 ay sonra 1-1.5 cm çapında fungus kolonisinin elde edildiğini bildirmişlerdir. Ayrıca reaksiyon test çalışmalarında *S. tritici* ile inokulasyonların, orantılı nemi yüksek ortamlarda ve zamanda yapılmasının, eğer orantılı nem yeterli düzeyde değilse, inokulasyondan sonra beş gün süre ile yapay olarak orantılı nemin artırılmasının, inokulasyonun başarısını arttırdığı bildirilmiştir.

Hart ve ark (1984), ABD'nin Michigan eyaletindeki buğday üretim alanlarında, 1982-1983 yılları arasında üretim sezonunda kışlık buğdaylarda *Septoria tritici* yaprak lekesinin varlığını tespit edilmesi için yaptıkları surveyde, *Mycosphaerella graminicola* ve *Leptosphaeria nodorum* arasındaki farklılıkları incelemişlerdir. Araştırmacılar, 1982 yılında *M. graminicola* etmeninin nadiren bayrak yaprağını enfekte ettiğini ve erken gelişme periyodunda daha çok ortaya çıktığını, *L. nodorum* etmeninin ise çoğunlukla kavuzu ve bayrak yaprakları enfekte ettiğini saptamışlardır. Bu etmenlerin farklılıklarının belirlenmesinde, çevresel faktörlerin önemli rol oynadığını da vurgulamışlardır.

Eyal ve ark. (1987), yayının yapıldığı son 25 yıl içinde, buğdayda gözlenen Septorya hastalıklarının yoğun olduğuna dikkat çekmişlerdir. Bu hastalık grubundan olan *Septoria tritici* (eşeyli dönem: *Mycosphaerella graminicola*) ve *Septoria nodorum* (eşeyli dönem: *Leptosphaeria nodorum*) etmenlerinin, dünya buğday üretimini önemli düzeyde etkilediğini ve etmenlerin neden olduğu yıllık ürün kaybının tahminen 9 milyon ton kadar olduğunu bildirmişlerdir. Hastalık belirtilerinin çeşit reaksiyonlarına, kültürel yöntemlere ve coğrafik konuma göre değişkenlik gösterdiğini belirtmişlerdir. Akdeniz iklim yetiştiricilik koşullarında, yazlık buğdaylarda, Kasım-Mayıs aylarının serin ve yağmurlu olduğu yıllarda, *S. tritici*'nin önemli düzeyde ekonomik kayba yol açan hastalık olduğunu bildirmişlerdir. ABD ve Kuzey Avrupa'da ise en fazla *S. nodorum*'un daha yaygın olduğunu, İngiltere, Kuzey ABD, Brezilya, Uruguay, Batı Avustralya ve diğer

üretim alanlarında ise *S. tritici* ve *S. nodorum*'un birlikte, ayrıca çoğu kez etmenlerin üreme yapılarının aynı yaprakta bulunduğunu da rapor etmişlerdir.

Shaw ve Royle (1989), *Septoria tritici*'nin birincil enfeksiyonu ve bulgularını, 3 yıl süreyle farklı koşullarda yetiştirilen kışlık buğdaylarla ve farklı ülkelerden temin edilen tohumlarla hava geçirmeyen, steril topraklarda yetiştirilen buğdaylarla karşılaştırıldığını bildirmişlerdir. Sadece hava geçirmez kaplamanın önemli ölçüde lezyonları azalttığını, lezyonların sonbahar süresince ve kış, bahar döneminde açıkta depolanan tohumluk buğdaylarda bir haftalık periyotlarda enfeksiyon çıkışı için uygun koşullarının bulunduğunu bildirmişlerdir. Aralarında 0-4 km olan bitki artıklarında da aynı durumun olduğunu bildirmişlerdir. Bu araştırmanın sonuçlarına göre, kışlık buğdaylardaki birincil enfeksiyon kaynağının hava kökenli ve dağınık olduğunu, bunun da *M. graminicola*'nın askosporlarının olmasının muhtemel olduğunu bildirmişlerdir.

Canhoş ve ark (1997), Çukurova Bölgesi'nde, bazı önemli buğday çeşit ve hatlarının Sarı Pas ve Septorya Yaprak Lekesi hastalıklarına karşı reaksiyonlarını saptamak için 15 adet buğday çeşidi ve hattını test etmişlerdir. Araştırmacılar, 1994-1995 üretim döneminde Sarı Pas epidemi yaparken, 1995-1996 üretim döneminde Septorya Yaprak Lekesi hastalığının epidemi yaptığını saptamışlardır. Septorya Yaprak Lekesi hastalığına karşı "Seri-82" çeşidinin hassas olduğunu, "Panda" çeşidinin ise bu hastalığa karşı dayanıklı reaksiyon gösterdiğini rapor etmişlerdir.

Scharen (1999), dünya buğday üretiminde soruna neden olan en önemli fungal patojenlerden ikisi olan *Septoria tritici* ve *Stagonospora nodorum*'un enfeksiyon sürecinin aynı, ancak *S. tritici*'nin bitkiye penetrasyonun stomalar aracılığıyla olduğunu bildirmiştir. *S. Nodorum* "Başak Septoryası" olarak isimlendirilirken, *S. tritici* "Yaprak Septoryası" olarak isimlendirilmiştir. Bu iki patojenin sık sık aynı buğday bitkisinde enfeksiyona neden olabileceği ve buğdayın topraküstü kısımlarını enfekte edebileceğini belirtmiştir.

Chungu ve ark. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, fide döneminde inkübasyon sıcaklığı, yaprak ıslaklık süresi, inokulum yoğunluğu, ayrıca yaprak

ıslaklık süresi ile inokulum yoğunluğu arasındaki interreaksiyonların buğdayda Septorya Yaprak Lekesi hastalığının gelişimi üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Araştırmanın üç farklı sıcaklık derecesinde yürütüldüğü, inkübasyon sıcaklığının, yaprak ıslaklık süresinin ve inokulum yoğunluğunun artışının, hastalık şiddetinin artışına neden olduğu bildirmişlerdir. Çalışmada kullanılan çeşitlerin, *S. tritici* etmenine karşı hassas reaksiyonlarının, 22°C gündüz/15°C gece sıcaklığında gözlemlendiği, 48 ve 72 saat süren nem periyodunda ve 10^7 spor/ml spor yoğunluğunda *S. tritici*'ye hassas reaksiyon gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Cowger ve Mundt (2002), buğday çeşit karışımlarının Septorya Yaprak Lekesi hastalık epidemisi gelişimine ve *Mycosphaerella graminicola*'nın patojenitesine etkileri konusunda araştırma yürütmüşlerdir. Hastalığa kısmen dayanıklı ve hassas 4 buğday çeşidini tarla ve sera koşullarında inokule etmişlerdir. 3 yıldan daha fazla sürede karışık ekimi yapılan buğday çeşitleri arasında hastalık şiddetlerinin benzer olduğunu rapor etmişlerdir. Yapılan karışık ekimlerden alınan örneklerden elde edilen izolatların, virülensliklerinin de benzer olduğunu bildirmişlerdir. Araştırma sonucunda, karışık buğday çeşidinin *M. graminicola* ortaya çıkışındaki etkisinin çelişkili olduğunu ifade etmişlerdir.

Sebei ve Harrabi (2008), Tunus'da tahıl üretilen çeşitli bölgelerden toplanan yirmi adet *Septoria tritici* izolatının virülenslik düzeylerini, on adet makarnalık buğday çeşidi kullanarak değerlendirmişlerdir. Etmen, fide evresinde inokule edildikten sonra yapraklardaki hastalık görülme oranı(%) ve piknidial gelişimi izlenmişlerdir. Çalışmalarında virulens değişkenliği ve dayanıklılık reaksiyonuna dikkat çekmişlerdir. Sonuç olarak "Agili ve Jneh Kottifa" makarnalık buğday çeşitlerinde dayanıklı reaksiyon gözlediklerini rapor etmişlerdir.

Guo ve Verrett (2008), *Septoria tritici*'nin ikincil enfeksiyonları sonucu oluşan konidilerinin sporulasyonu ve besi yerinin, izolasyonun, sıcaklığın, ışığın ve pH düzeyinin sonuçlarını bildirmişlerdir. Araştırmada altı ortam kullanılmış olup, 1.82×10^9 konidi/ petrikonsantrasyonu ile malt yeast broth (MYB) besiyerinin en uygun ortam olduğunu bildirmişlerdir. On izolatın konidi üretme düzeylerinin

farklı olduklarını ve karanlık ortamın konidial formunu önemli düzeyde azalttığını bildirmişlerdir. Konidial çoğalma ve çimlenme borusu gelişiminin, 30°C sıcaklık da önemli düzeyde engellendiği bildirilmiştir. MYB ortamında, 5-9 pH seviyesinin konidial gelişme için uygun olduğu, pH 2, 10 ve 11 düzeylerinde ise hemen hemen hiç yeni konidi oluşmadığı bildirilmiştir. MYB besi ortamında, 7 gün sonra konidi sayısının 1.27×10^8 konidi/ml'ye ulaştığı, su, buğday yaprak ekstratı ve patates dekstrozu broth besiyerinde ise çok daha fazla konidi oluşturduğu bildirilmiştir.

Suffert ve ark. (2011), *Mycosphaerella graminicola*'nın neden olduğu Septorya Yaprak Lekesi hastalığını, dünya buğday üretiminde en yaygın buğday hastalığı olarak bildirmektedirler. Septorya Yaprak Lekesi hastalığı epidemilerinin erken aşamaları ve inokulum kaynakları halen tam anlaşılamamış olmakla birlikte, enfeksiyon sürecinde ve üretim mevsimi dışında değişik fungal yapıların (askospor, piknidiospor, misel) ve bitki materyallerinin bulunduğunu vurgulamışlardır. Oluşan epidemilerde erken dönem mekanizmaları arasında, rüzgarla yayılan askosporların enfeksiyonu ya da bulaşık buğday artıklarıyla hastalığın yıldan yıla geçişinde çok önemli olduğunu belirtmişlerdir. Komşu tarlalarda bulunan bitki artıklarından suyla sıçrayan piknidiosporlar veya yaşlı yapraklarda bulunan piknidiosporların da hastalık enfeksiyonlarının yılda yıla geçen inokulum kaynakları olabileceğini bildirmişlerdir. *M. graminicola*'nın nadiren enfekteli tohumdan da izole edilebildiğini, bununla birlikte uzun zamandır birincil inokulum kaynağı olarak şüpheli edilen bir kaynak olduğunu vurgulamışlardır. *M. graminicola* buğdaydan başka birkaç yabancı otu da enfekte edebildiği, ama bu otların normal koşullarda konukçu olup, olmadığı kesin olmadığı bildirilmiştir. Ek olarak, kendi gelen buğdayların da yeni üretim döneminde hastalık kaynağı olabileceğinden şüpheli edilmektedir. Bunun bir kanıtı olarak da hastalığın farklı sıcaklıklarda oluşturduğu epidemi ve epideminin erken dönemlerdeki inokulumunun olduğu bildirilmiştir.

*Suffert ve Sache (2011), birincil inokulum ve Septorya Yaprak Lekesi hastalığı epidemilerinin erken aşamalarının halen anlaşılamadığını bildirmişlerdir. İlk lezyonları; erken ekim (Ekim ayı ortası) yapılması durumunda, çok erken

tarikhlerde (Aralık ayı) bitkilerin toprak üstüne çıkmasıyla birlikte tespit etmişlerdir. Toprak yüzeyinde daha çok bitki artığının olması durumunda, hastalığın daha şiddetli olarak görüldüğünü tespit etmişlerdir. Uygulamalar arasındaki farkların büyüklüğü, yıllara göre önemli ölçüde farklılık göstermiştir. Anız parçalama uygulamasında, piknidiospor ve peritesyum varlığı araştırılmıştır. Piknidiospor ve askospor üretiminin en fazla olduğu dönemlerin, Ekim-Kasım ayları olduğu bildirilmiştir. Her iki spor türünün Kuzey-Batı Avrupa koşullarında birincil enfeksiyonlarda yer almış olup, bitki atıkları üzerinde bulunan metre karede tahmin edilen piknidiospor miktarı, lokal askospor üretiminin 1000 katı olarak tespit edildiği bildirilmiştir. Ortalama sıcaklık ve ardışık ıslak-kuru periyotta seyreden sonbahar koşullarında, arazi ve açık alan şartlarına maruz kalmış bitki artıkları üzerinde her iki spor türü de bulunduğu için enfeksiyon oranının arttığı bildirilmiştir. Geç sonbaharda, kendi gelen buğday bitkilerinin en önemli piknidiospor kaynağı haline geldiğini, ayrıca bitki artıklarının lokal inokulum kaynağı, diğer kaynaklara oranla azalan rolü ile tanımlanan bu dönemin, erken epidemi döneminin sonu olarak da tanımlanabildiğini bildirmişlerdir.

Quaedvlieg ve ark. (2011), *Mycosphaerella* kompleksinin, birkaç farklı aileye ve cins içeren hem poli, hem de parafiletik olduğunu belirtmişlerdir. *Graminicolous* konukçularındaki meydana gelen türlere *Zymoseptoria* adının önerildiğini ve henüz tanımlanmamış bir cinsi temsil ettiğini bildirmişlerdir. Morfolojik olarak *Zymoseptoria* türlerinin kültürde maya benzeri büyümeleri ve farklı konidial oluşumlarıyla ayırt edilebileceğini bildirmişlerdir.

Saidi ve ark. (2012), katı ve sıvı ortamlarda *Septoria tritici*'nin sporulasyonunu araştırmışlardır. İnokule edilmiş ortamlarda patojen izolatin, 12 saat ışık, 12 saat karanlıkta ve 18°C- 20°C inkübasyona bırakıldığını ve 4-6 gün sonra yapılan inceleme sonucunda; en iyi konidi üretiminin 1.7×10^9 spor/ml ile YMDA (yeast ekstrakt+malt ekstrat+dekstroz+agar+ 1 lt distile su) ve 2.3×10^9 spor/ml ile YMB (yeast ekstrat+malt ekstrat+glukoz+ 1 lt distile su) sıvı ortamında olduğunu bildirmişlerdir. PDA, YMDA ve YMB üzerinde çoğaltılan konidiler

kullanılarak yapılan patojenisite testinde; YMDA ve YMB üzerinde çoğaltılan patojenin inokulasyonunun, PDA üzerinde üretilen patojenin inokulasyonundan daha başarılı olduğunu tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Gigot ve ark. (2013), yaprak fungal hastalıklarının kontrolünde, kültür çeşitleri karışımının kullanımının, yağmur kökenli epidemilerde, hava kökenlilere göre daha fazla olduğunu, ancak suyla sıçrayarak yayılan hastalıklar için tartışmalı bir konu olduğunu belirtmişlerdir. Bu stratejiyi geliştirmek için, önceki çalışmalarda yaygın kullanılan 1:1 oranı yerine 1:3 oranında hassas ve dayanıklı iki buğday çeşidini içeren karışımın *Mycosphaerella garminicola*'ya dayanıklı (yağmur kökenli Septorya Yaprak Lekesi hastalığı) bir buğday çeşidi karışımı ıslah edilmiştir. Sporlanma sonucu haftalık oluşan lezyonlar, piknitli yaprak alanı ve yeşil yaprak alanı duyarlı çeşit üzerinde araştırılmıştır. Septorya Yaprak Lekesi hastalığının yeterli baskılanmasıyla, yıllar içinde saf çeşitlere göre, karışımdaki hassas çeşidi dikkate değer oranda daha az etkilediği bildirilmiştir (örneğin 2008'de en üst üç yaprakta piknidiumlu yaprak alanı %42 oranında azalmış). Esas yağışlarla sporulasyon oluşturan lezyonlarının sayısı duyarlı çeşitlerde daha fazla gözlemlenmiş, sonraki latent dönemde saf çeşitlere nazaran karışım çeşitlerde sporulasyon oluşturan lezyonların ortalama %45 azaldığı belirlenmiştir. Bu değerlendirmelerle, Septorya Yaprak Lekesi hastalığı baskısı altında bulunan karışım çeşitler içerisinde hassas çeşidin, devamlı ve kısmen korunduğunu göstermiştir. Böylelikle araştırma sonuçlarıyla, etkili kültür karışımlarının diğer yaprak hastalıkları arasında Septorya Yaprak Lekesi hastalığını da kontrol edebildiğini bildirilmiştir.

Berraies ve ark. (2014), Tunus'ta, buğdayın önemli bir hastalığı haline gelen Septorya Yaprak Lekesi hastalığının son otuz yılda fungusit kullanımlarındaki artışa rağmen önemli verim kayıplarına yol açtığını belirlemişlerdir. Hastalık etkisini tahmin etmek için, erken dane doldurma aşamasındaki hastalık şiddetiyle dane verimi arasında korelasyon yapılan denemelerde duyarlı çeşitlerde verimin, Septorya Yaprak Lekesi hastalığı

nedeniyle önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Fungisit uygulanan duyarlı çeşitlerde ise verimin %50 arttığını belirtmişlerdir.

Fones ve ark. (2015), *Zymoseptoria tritici*'nin Avrupa Birliği'nde buğdaydaki en yıkıcı yaprak hastalıklarından birinin etmeni olduğunu, aynı zamanda ılıman iklimlerde yetiştirilen buğdaylar içinde önemli bir patojen olduğunu bildirmişlerdir. Septorya Yaprak Lekesi hastalığını daha iyi anlamak için konukçu bitki, fungal patojen ve bunların bulunduğu ortak çevrenin dikkate alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Konukçu bitki ve patojenin etkileşimi ile hastalığın yayılımını ve şiddetini etkileyen iklim ve hava faktörlerinin de dikkate alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca çok parametrelilik epidemiyolojik modellemelere ihtiyaç duyulduğunu bildirmişlerdir.

Morais (2015), *Zymoseptoria tritici* askosporları ve piknidiosporlarının, Septorya Yaprak Lekesi hastalığı salgınlarında, sırasıyla birincil ve ikincil inokulasyonların ana formları olarak kabul edildiğini belirtmişlerdir. Lezyon gelişimi 5 hafta takip edilerek, her bir izolat için latent dönem, lezyon boyutu ve piknidyum yoğunluğunun belirlenmiştir. Gizli dönem, inokulasyon ile sporlu lezyonların çoğunluğunun ya da ilk piknidianın ortaya çıkışı arasında geçen maksimum süre olarak hesapladıklarını bildirmişlerdir. Gizli dönemin, askosporlarla enfeksiyonda piknidiosporlarla enfeksiyonundan 3-4 gün daha uzun olduğunu belirlemişlerdir. Piknitlerin lezyon boyutu ve yoğunluğu açısından fark olmadığını bildirmişlerdir. Diğer *Ascomycetes* funguslarla yapılan bir karşılaştırmada, latent periyotdaki farkın, sporların hacmi ve enfeksiyona neden olma yetenekleri ile ilgili olabileceğini düşündüklerini bildirmişlerdir. Askospor ile inokulasyondan sonraki lezyonların ortaya çıkmasından önceki fungus gelişiminin, bir piknidiospor inokulasyonuna göre daha yavaş olabileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışmayla ilk lezyonların askospordan kaynaklandığı salgınlarda başlangıcındaki latent dönemin, ikincil enfeksiyonlara piknidiosporların neden olduğu ilkbaharlarda, daha uzun olabileceğini ve bu farklılıkların dikkate alındığı takdirde hastalık modellerinin iyileştirilebileceğini bildirmişlerdir.

Zhan ve ark. (2016), *Zymoseptoria tritici*'nin buğdayda Septorya Yaprak Lekesi hastalığına neden olan, küresel olarak dağılmış bitki patojeni bir fungus olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmalarında iki ekolojik parametrenin ilişkisini belirlemek için üç kıtadaki dört buğday tarlasından elde edilmiş genetik olarak farklı 141 izolatin *in vitro*'da büyüme oranlarını ve saldırganlığını değerlendirdiklerini bildirmişlerdir. İki çeşit üzerinde yapılan denemede izolatların saldırganlığı arasında pozitif bir korelasyon bulduklarını bildirmişlerdir. Ayrıca, iki farklı sıcaklıkta saldırganlıkları ve ortalama büyüme oranı arasında da pozitif bir ilişki bulduklarını bildirmişlerdir. Yapılan buğday QTL haritalama (bir genomik bölgeyle bir fenotip arasında korelasyon olup, olmadığını testleme) deneylerinde buğday *Z. tritici* sisteminde pleiotropinin (bir genin, birden fazla fenotipik karakteri etkilemesi) yaygın olduğunu gösterdiğini ifade etmişlerdir. Daha hızlı büyüyen izolatların, tarla ortamındaki karışık enfeksiyonlarda rekabet avantajı kazanmalarını sağlayan daha yüksek düzeyde metabolik aktiviteyi kodlayan allellere sahip olacağını, böylelikle de izolatların ortaya çıkmasının kolaylaşacağını ve konukçu bitkilere zarar verme yeteneğinin artacağını bildirmişlerdir.

Turgay ve ark. (2016), *Zymoseptoria tritici*'nin neden olduğu Septorya Yaprak Lekesi hastalığının İç Anadolu Bölgesi'ndeki yaygınlığını, önemli buğday ekiliş alanına sahip Ankara, Konya, Kırşehir ve Eskişehir illerinde yaptıkları survey çalışmaları ile belirlemişlerdir. Ankara'nın buğday ekim alanlarının %52.8, Eskişehir'in %34.6, Konya'nın %31 ve Kırşehir'in %9.1 oranında hastalıkla enfekteli olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Sörvey yapılan alanlardan toplam 65 izolat elde etmişler ve bunlar içerisinde 64 izolatin *Z. tritici* olduğunu saptamışlardır.

Harrat ve ark. (2017), *Zymoseptoria tritici* (sinonim: *Mycosphaerella graminicola*) etmeninin neden olduğu Septorya Yaprak Lekesi hastalığının, Cezayir'de hem makarnalık, hem de ekmeklik buğdaydaki başlıca hastalıklardan biri olduğunu bildirmişlerdir. Cezayir'deki *Z. tritici* populasyonlarında, sıklıkla her iki eşleşme tipinin birlikte ortaya çıkmasının eşeyli ürediklerinin yansıması

olduğunu belirtmişlerdir. Ancak araştırmacılar, Pseudothecia şeklindeki askokarp yapıların kontrollü koşullarda elde edildiğini, Cezayir’deki doğal koşullarda eşeyli döneme dair bir bulguları olmadığını bildirmişlerdir.

Ünal ve ark. (2017), Doğu Akdeniz Bölgesi’nde Septorya Yaprak Lekesi hastalığının yaygınlığını belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada; survey yaptığı 260 buğday tarlasının % 58.9’unun hastalıkla bulaşık olduğunu ve hastalık şiddetinin ortalama %11.6 olduğunu belirlemişlerdir. Hastalığın en çok %87.9 oranıyla Adana’da, bunu sırasıyla %87.4 ile Osmaniye, %43.6 ile Kahramanmaraş, %42.7 ile Mersin ve %26 ile Hatay illerinin izlediğini bildirmişlerdir. Bölgeden elde edilen 74 izolatla yapılan moleküler çalışmalar sonucunda etmenin türünün *Septoria tritici* olduğu belirlenmiştir.

Chedli ve ark. (2018), buğdayın (*Triticum aestivum*) Tunus’taki en önemli ekonomik ürün olduğunu, bununla birlikte üretim, kuraklık ve hastalıklardan büyük ölçüde etkilendiğini, özellikle *Zymoseptoria tritici*’nin neden olduğu Septorya Yaprak Lekesi hastalığının bunların en önemlilerinden olduğunu belirtmişlerdir. Ancak ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L. subsp. *aestivum*) ve tritikale (*Triticosecale* spp.) üzerinde görüldüğünü bildirmişlerdir. Kuzey ve Kuzeybatı Tunus’taki 126 buğday tarlasında yapılan bu çalışmada, durum buğdayında Septorya Yaprak Lekesi hastalığının yaygınlığının %60 ve hastalık şiddetinin ise % 40 olduğu bildirilmiştir.

Hehir ve ark. (2018), Septorya Yaprak Lekesi hastalığı etmeni olan *Zymoseptoria tritici* izolatlarında, artık fungusit direncinin sürekli olarak ortaya çıkmasının Avrupa buğday üretimi için önemli bir tehdit unsuru olmaya devam ettiğini bildirmişlerdir. *Z. tritici*’nin yaşam döngüsünün, pre-semptomatik bir faz (gizli dönem) ile ifade edilebileceğini, bundan sonra piknitlerin görüldüğü lezyonların hızla ortaya çıktığı agresif bir nekrotrofik aşamaya geçildiğini bildirmişlerdir. Gizli dönemin, Septorya Yaprak Lekesi hastalığına olan direnci/duyarlılığı destekleyip, desteklemediği konusunda çok az bilgi olduğundan bu çalışmayla daha fazla bilgi edinilmesinin amaçlandığı bildirilmiştir. Çalışmayla

gizli dönem ile hastalığın üç farklı lokasyondaki ilerlemesi arasındaki mekansal ve zamansal ilişkisinin araştırıldığı bildirilmiştir.

Morgounov ve ark. (2018), Kanada, ABD, Rusya ve Kazakistan'da 1981'den 2015'e kadar buğday verimine, iklim değişikliğinin etkilerini değerlendirmek için buğday üretim sezonu boyunca hava sıcaklığı ve yağışla bağlantılı değerlendirmelerin yapıldığını bildirmişlerdir. Buğday yetiştirme sezonu boyunca (Nisan-Ağustos) minimum ve maksimum hava sıcaklığının artma eğilimi gösterdiği belirtilmiştir. Kuzey Amerika'daki yağışların 289mm'den, sonraki yıllarda 338mm'ye yükselirken, Avrasya bölgelerinde sabit kaldığını (230mm ve 238mm) ve Haziran-Temmuz aylarındaki her iki kıtadaki yüksek sıcaklığın tahıl verimini olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir.

Suffert ve ark. (2018), bu çalışmayla fungal yaprak patojeni *Zymoseptoria tritici*'nin eşeyli üremesinin, antagonistik yoğunluğa bağlı mekanizmalar tarafından yönlendirildiğini bildirmişlerdir. Kontrollü koşullarda artan 12 inokulum konsantrasyonu ile yapılan çalışmada, yerden 25 ila 35 cm arasında lezyon yoğunluğunun değiştiğini tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Askospor sayısını en üst düzeye çıkaran optimal bir lezyon yoğunluğunun (hastalık şiddeti %30 ila %45) belirlendiği ve bunun eko-evrimsel sonuçlarının açıklanmaya çalışıldığı bildirilmiştir. İki ekolojik mekanizmanın olabileceği; iki üreme modu (eşeyli-eşeyssiz) arasındaki kaynaklar için rekabet (eşeyssiz çoğalmada önceki kullanımları nedeniyle eşeyli üreme için mevcut konakçı kaynaklarda azalma) ve farklı etkileşim dinamikleri nedeniyle iki ebeveyn izolatu arasındaki rekabetçi durumların belirlendiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlar doğrultusundaki kavramsal modelin, eşeyli üremenin, virülans ve saldırganlık dahil olmak üzere patojenite özellikleri konusunda kilit bir rol oynadığını ifade etmişlerdir.

Kay ve ark. (2019), Septorya Yaprak Lekesi hastalığının etmeni olan *Zymoseptoria tritici*, ılıman iklimde yetiştirilen buğdayların dikkate değer bir patojeni olduğunu bildirmişlerdir. Patojeniteyi destekleyen mekanizmaları daha iyi anlamak için, yaprak enfeksiyonu deneylerinin yaygın olarak kullanıldığını ve

birçok biyotik, abiyotik ve deneysel değişkeni kontrol eden bu testlerin, bilinen spor sayılarının yapraklara uygulanmasını içerdiğini belirtmişlerdir. Süspansiyon uygulamasından sonra spor sayılarını ölçtüklerini bildirmişlerdir. Yayınlanmış yöntemlerde, sporların süspansiyon yapıldıktan sonra nem çemberindeki kaldıkları sürenin nadiren belirtildiğini ifade ederek, bu çalışmada süspansiyon süresinin deneyde çok önemli bir değişken olduğu belirlenmiştir. Bu sürenin bilinmemesi, türler arası karşılaştırmalarda hatalı sonuçlara yol açabileceği sonucuna ulaştıklarını bildirmişlerdir.

Tiley ve ark. (2019), bir Ascomycete fungusu olan *Zymoseptoria tritici*'nin Avrupa genelinde buğdayın önemli bir hastalığı olan Septorya Yaprak Lekesi hastalığının etmeni olduğunu ifade etmişlerdir. Bu fungusun gelişimini ve patojenitesini etkileyen genetik bileşenler ve çevresel ipuçları hakkındaki bilgilerin sınırlı olduğunu belirtmişlerdir. Yaptıkları bu çalışmada, *velvet-B* geni, *velB*, fungusların ikincil metabolizmaları ve patojenisinde özel rolleri olduğunu ve bu genin işlevinin en iyi bir diğer Ascomycetes fungusu *Aspergillus nidulans* üzerinde karakterize edildiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada *Z. tritici*'nin vegetatif morfolojik yapısının ışık koşullarından etkilendiği ve *ZtvelB* geni bozulması sonucunda oluşan yeni mutantların maya benzeri hücreler oluşturamadığının görüldüğü belirtilmiştir. Mutantların ve genin morfolojileri, aydınlık ve karanlık koşullarda benzer olsa da ışıkla bağlantılı büyüme *ZtvelB* ümelerinin farklı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca *ZtvelB* mutantlar, makropiknidiospor yapıları değişime uğrasa da enfekte etme yeteneğine sahip mikropiknidiospor ürettikleri bildirilmiştir. Bu çalışmada *ZtvelB* geninin maya benzeri gelişme ve aseksüel sporulasyon için gerekli olduğu tespit edilmiştir. Bu genin bilinmesinin, bu fungusu karşı yapılan entegre çalışmalarda yeni bir düzenlemeye gidilebileceği belirtilmiştir.

Alamirew ve ark. (2020), Septorya Yaprak Lekesi hastalığının ekmeklik buğdayın verim ve kalite unsurlarına etkisini belirlemek için 2017/2018 üretim döneminde yapılan tarla denemesinde üç farklı çeşit ve dört farklı ilaçlama

seviyesiyle verim bileşenleri arasında önemli farklılıklar saptamışlardır. Çalışmayla fungusit uygulamasının patojenin neden olduğu kaybı en aza indireceğini de bildirmişlerdir.

Alamirew ve ark. (2021), Batı Amhara'nın dokuz ilçesinde Septorya Yaprak Lekesi hastalığının yaygınlığı, şiddeti ve hastalığın kültürel uygulamalarla yönetimini değerlendirmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, ekmeklik buğdayda Septorya Yaprak Lekesi hastalığının yaygınlığının %96.7 olduğu ve sadece dört tarlada (%3.3) enfeksiyon bulunmadığını belirlemişlerdir. Buğday çeşidi, buğday popülasyon yoğunluğu, ürün geçmişi, yabancı ot yoğunluğu ve ürün sisteminin, hastalığın yayılımını ve şiddetini önemli ölçüde etkilediği bildirilmiştir. Bu çalışmayla hastalığın yetiştiricilik açısından ciddi anlamda bir kısıtlama olmaya başladığı bildirilmiştir. Geç ekim, tahıl olmayan ürünlerle (bakliyat) ekim nöbeti gibi farklı kültürel uygulamalar, toleranslı çeşitlerin seçilmesinin entegre yönetim için önemli olduğu vurgulanmıştır.

Eğerci ve ark. (2020), Ege Bölgesi'nin önemli buğday ekilişine sahip olan Balıkesir, Çanakkale, Denizli, Kütahya ve Manisa illerinde; 2015 ve 2016 yıllarında yaptıkları survey çalışmaları sonucunda Septorya Yaprak Lekesi hastalığının yaygınlık oranının; 2015 yılında %33.3, 2016 yılında ise %25 ile en yüksek Manisa ilinde belirlediklerini bildirmişlerdir. Bunu sırasıyla 2015 yılında, %24.5, %22.8, %16.3 ve %11.9 ile Balıkesir, Çanakkale, Kütahya ve Denizli, 2016 yılında ise %21.3, %18.7, %14.4 ve %8.6 ile Kütahya, Çanakkale, Balıkesir ve Denizli illerinin takip ettiğini belirtmişlerdir. Yaptıkları surveyler sonucunda, 70 adet *Z. tritici* izolatu elde ettiklerini ve *Z. tritici* izolatlarının moleküler tanısının ITS-1 ile ITS-4 primer çifti ile yapıldığını belirtmişlerdir.

Mustafa (2020), çalışmasıyla *Z. tritici* patojeninin Türkiye'de eşeyli olarak üreme yaptığı ve yağmur sıçramasıyla dağılan aseksüel sporlarla yayılımın yanı sıra askosporlarla da hava yoluyla yayıldığı hipotezini doğrulamıştır. Çalışma kapsamında Türkiye'deki altı coğrafik bölgenin buğday ekili alanlarından, Septorya Yaprak Lekesi hastalığı ile bulaşık enfekteli buğday yapraklarının

toplandığı, *Z. tritici* popülasyonundan toplam 103 tek spor izolatin, eşleşme tiplerinin testlemesi için temsili olarak seçildiği bildirilmiştir. Eşleşme tiplerinin yaygınlığı *Mat1-1* ve *Mat1-2* için sırasıyla %48.5 (50) ve %51.5 (53) olarak belirlenmiştir. Ayrıca eşeyli üreme sırasındaki genetik rekombinasyonun, *Z. tritici*'nin daha virulent patotiplerini ortaya çıkarma potansiyeline sahip olduğu bildirilmiştir.

Eğerci ve ark. (2021), Ege Bölgesi buğday ekim alanlarında yaygın olarak görülen, verim ve kaliteyi etkileyen Septorya Yaprak Lekesi hastalığına karşı, bölge koşullarında yaygın olarak yetiştirilen buğday çeşitlerinin reaksiyonlarını belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında; sadece Alatay çeşidini orta dayanıklı olarak belirlediklerini, diğer çeşitleri ise hassas ve çok hassas olarak tespit etmişlerdir. Gönen 98, Ceyhan 99, Kaşifbey 95, Adana 99, Cumhuriyet 75 ve Ziyabey 98 çeşitlerinin ise ileride yapılacak ıslah çalışmaları için ümitvar olarak bulmuşlardır. Bu çalışma sonucunda, Ege Bölgesi'nde Septorya Yaprak Lekesi hastalığının epidemi yapması durumunda, yaygın olarak kullanılan buğday çeşitlerinin genelinde hassas bulunmasından dolayı, ürün ve verim kayıplarının yaşanabileceğini bildirmişlerdir. Ancak; orta dayanıklı olarak belirledikleri Alatay çeşidinin, hastalığın her yıl görüldüğü alanlarda ekiminin önerilmesi durumunda, epidemi riskinin daha az indirgeneceğinin düşünüldüğünü bildirmişlerdir.

Karisto ve ark. (2021), dağılma kapasitesinin bitki patojenlerinin yayılmasında önemli bir bileşen olduğunu bildirmişlerdir. Bitki patojen dağılımının karakterizasyonunun, patojen popülasyonlarının zaman ve yere göre nasıl değiştiğini anlamak için önemli olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarında başlıca fungal buğday patojeni *Z. tritici*'yi kullanarak, tarla koşullarında bitki patojenlerinin yağmur sıçraması kaynaklı dağılımını ölçmek ve analiz etmek için sistematik bir yaklaşım geliştirmişlerdir. İki farklı tarladan elde edilen isolatlarla inokule edilen buğday tarlasındaki piknidyum sayısının otomatik görüntü analizi kullanılarak ölçüldüğünü bildirmişlerdir. İzolatlara özgü PCR reaksiyonu ile

yeniden izole edilen patojen izolatlarının genotiplenmesinin fenotipik verilerden çıkan sonuçlarla birbirini doğruladığını bildirmişlerdir.

Kılınç ve ark. (2021a), çalışmalarında Septorya Yaprak Lekesi hastalığı etmeni *Zymoseptoria tritici*'nin sıcaklık stresi altındaki fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerinin incelendiğini bildirmiştir. Çalışmada fungusun 4 farklı izolatu ve farklı sıcaklık değerleri (4-, 15-, 25-, 30-, 35°C) kullanılmıştır. Ayrıca fungusa ait fiziksel parametreleri (birim alandaki spor yoğunluğu, miselyal gelişim, renk değişimi ve birim hacimdeki spor sayısı) ve biyokimyasal parametreleri (protein, prolin, proteaz, melanin ve malonadialdehitin) ölçülmüştür. Araştırma sonucunda, fungus izolatlarının sıcaklık değişimlerinden çok fazla etkilendiği belirlenmiştir. Sıcaklık optimum değerlerden uzaklaştıkça, patojenin birim alandaki spor yoğunluğu, ortalama büyüme çapı ve birim hacimdeki spor sayısında azalma olduğu tespit edilmiştir. Araştırma ile fungusun proteaz enzim üretimi ile misel uzunluğu, protein ve prolin değerleri arasında pozitif bir ilişki olduğu belirtilmiştir.

2.2. Septorya Yaprak Lekesi Hastalığının ve Diğer Bazı Hastalıkların Tahmin ve Erken Uyarı Çalışmaları

Biçici ve ark. (2000), tarafından Çukurova Bölgesi'nde ekim oranı, azot gübrelemesi ve ön tahmine dayalı fungusit uygulamaları ile dört buğday çeşidinde Sarı Pas ve Septorya Yaprak Lekesi hastalıklarını önlemeye çalışmışlardır. 1995-1999 yılları arasında Çukurova'nın kritik iklim bilgileri analiz edilmiştir. Aralık-Şubat döneminde 4.4 °C ve 7 °C'den düşük sıcaklıklı gün sayısının sırasıyla 20 ve 50, gün-derecenin 930, yağışlı gün sayısının 32-34 ve yağışın 300-400 mm arasında olması, mart ve nisan aylarında 10 gün devam eden yağmurlar nedeniyle Sarı Pas ve Septorya Yaprak Lekesi hastalığının epidemi yaptığını bildirmişlerdir.

Robert ve ark. (2004), Septorya Yaprak Lekesi hastalığı ve Pas hastalıklarının buğday büyümesi üzerindeki etkilerini tahmin etmek için oluşturdukları modeli iki adımda değerlendirmişlerdir. Yaprak değerlendirilmesinde, Bastiaans'ın tek bir hastalıkla enfekte olmuş bir buğday

yaprağının fotosentez kapasitesini öngören yaklaşım, Yaprak Pası-Septorya Yaprak Lekesi kompleksi dikkate alınarak biri biyotrofik, diğeri nekrotropik olarak genişletilmiştir. Yaprak hasarı modelinde tek bir hastalıkla ya da iki hastalıkla birlikte inokule edilmiş bayrak yapraklarla bir sera denemesi yapılmıştır. Aynı yaprak üzerinde iki hastalığın aynı anda oluştuğundaki fotosentez kaybının etkileşiminin gözlenmediği bildirilmiştir. İkinci adımda ise Yaprak Pası- Septorya Yaprak Lekesi kompleksinin buğday büyümesi üzerindeki etkilerini modellemek için tek yapraklı modelin göreceli olarak genişletildiği bildirilmiştir. Bu modelde, sağlıklı bir ürünün büyümesine göre hastalıktan etkilenen bir ürünün üzerindeki etkileri tahmin edilmiştir. Araştırmacılar yaprak katmanlarının gölgelikteki konumlarına ve doğal yaprak yaşlanmalarına bağlı olarak fotosentetik aktivitelerinin değişebileceğini belirlemişlerdir.

Jarroudi ve ark. (2009), son beş yaprak katmanının her birinin gelişimini ve *Septoria tritici*'nin neden olduğu Septorya Yaprak Lekesi hastalığının ilerlemesini değerlendirmek için PROCULTURE mekanik modelini hassas kış buğdayına (*Triticum aestivum*) uygulamışlardır. Bu çalışmada modelin ikili performans değerlendirilmesi yapılmıştır. İlk olarak PROCULTURE modelinin *S. tritici*'ye doğru şekilde uyarlama oranını kontrol ettiklerini, ikinci olarak da modelin hastalık şiddetini doğru bir şekilde tahmin etme yeteneğini, her yaprak katmanında dizayn ederek gözlemlenen hastalık gelişimi seviyeleri arasındaki fark temelinde değerlendiklerini bildirmişlerdir.

Baccar ve ark. (2011), yağmur suyuyla sıçrayarak yayılan bir hastalık olan *Septoria tritici* ile konukçusu arasındaki ilişkiyi, dinamik bitki mimarisi ve hastalığın dikey ilerlemesi arasındaki etkileşimler nedeniyle karmaşık olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, farklı yaprak katmanlarındaki hastalık ilerlemesini dizayn etmek için birleştirilmiş sanal buğday- *Septoria tritici* salgın modelinin (Septo3D) kapasitesini test ettiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca öngörülen ve ölçülen salgınların ayrıntılı değişkenlerle karşılaştırmanın mümkün olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacıların bulguları soucunda, epidemileri arttıran süreçler

ve bitki özellikleri hakkında yeni anlayışların ortaya çıkacağı hipotezi doğrulanmıştır.

Mahtour ve ark. (2011), Septorya Yaprak Lekesi hastalığı tahmin modeli PROCULTURE, yağmur ölçüm aletleri yerine radar tarafından tahmin edilen yağışlarla enfeksiyon üzerindeki benzer etkisini değerlendirmek için kullanmışlardır. PROCULTURE modelini kullanarak radar ve ölçüm aletleriyle elde edilen verilerin enfeksiyona etkisini belirlemek için, enfeksiyonların simulasyon ihtimali yüksek, simulasyon yanlış alarm oranının ise düşük olduğunu bildirmişlerdir. Modeldeki her iki veri grubu, hastalığın görsel gözlemleriyle karşılaştırıldığında simulasyon algılama ihtimalinin arttığı, yanlış alarmın ise sıfıra indiği bildirilmektedir. Dört bölgede gerçekleşen 148 enfeksiyonun analizinde, radar tahminlerinin, enfeksiyonu tahmin etmek için yağmur ölçer kadar güvenli olduğu bildirilmiştir.

Zearfoss ve ark. (2011), *Stagonospora nodorum*'un neden olduğu hastalığı, Güneydoğu ABD'de sıklıkla görüldüğünü ve şiddetli salgınların önemli verim kayıplarına yol açtığını bildirmişlerdir. Patojenin latent dönemindeki sıcaklık etkisine bağlı olarak hastalığın ilerlemesi için bir model geliştirmeyi amaçladıklarını bildirmişlerdir. Yapılan denemelerde inokülasyondan piknitli ilk görünür lezyonlara kadar geçen süre olarak ifade edilen latent periyodun 13 ile 34 gün arasında değiştiği bulunmuştur. Gizli periyodla ortalama sıcaklık arasındaki ilişki en iyi lineer bir modelle tanımladıklarını ve latent periyodun tamamlanması için gereken tahmini termal zamanın 384.6 derece-gün olduğu tespit edilmiştir. Gizli dönem, maksimum piknitli lezyon sayısının %50'sine kadar geçen süre olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmayla fungusit uygulamalarının zamanlaması için eşiklerin doğru bir şekilde tanımlanmasını sağlayan, hastalık ilerlemesi ile buğday büyümesi arasında bağlantı kuran önemli verilerin elde edildiği bildirilmiştir.

Gouache ve ark. (2013), iklim değişikliğinin, kışlık buğdaydaki yaprak lekesi hastalığına etkisini incelemişlerdir. Hesaplamalarında, iklim tahmini için iklim modellerini ve hastalık şiddetini hava durumuna bağlamak için bir hastalık modeli kullanmışlardır. Bu çalışmada, dört etki kriterini dikkate aldıklarını

belirtmişlerdir. Bunların; ortalama (yıllar boyunca) şiddetteki değişiklik, şiddetin yıllar arasındaki varyansındaki değişiklik, özellikle yüksek şiddetli yıl sayısındaki değişiklik ve özellikle düşük şiddetli yıl sayısındaki değişiklik olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu etki kriterleriyle ilgili belirsizliği de hesapladıklarını belirtmişlerdir. Bunlarında; iklim tahmin etmedeki belirsizlik, hastalık modeli parametrelerinin değerlendirilmesindeki belirsizlik ve hastalık modelinin artık hatasından kaynaklanan belirsizlik olduğunu belirtmişlerdir. Bütün bu faktörlerden iklim modeli faktörünün en önemli duyarlılık endeksine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Akçalı ve ark. (2021), çalışmalarında *Pyricularia oryzae*'nin neden olduğu Çeltik Yanıklık hastalığının gelişiminde sıcaklık ve yaprak ıslaklık süresinin etkilerini kontrollü çevre koşullarında incelemişlerdir. Dört farklı sıcaklık (20 °C, 24 °C, 28 °C ve 32 °C) ve beş farklı yaprak ıslaklık süresi (6 saat, 12 saat, 18 saat, 24 saat ve 30 saat) kombinasyonlarıyla yapılan denemelerde, hastalık şiddetinin artan sıcaklıklar ve yaprak ıslaklık süreleri ile yükseldiğini belirlemişlerdir. Yükselen yaprak ıslaklık sürelerinin, optimum sıcaklıkta hastalık şiddetini önemli ölçüde arttırdığını tespit ettiklerini bildirmişlerdir.

Kılınç ve ark. (2021b), Septorya Yaprak Leke hastalığının (*Zymoseptoria tritici*), bölgede (Samsat ilçesi, Adıyaman) çıkış zamanı ve bu durum üzerine etkili olan iklim faktörlerini incelediklerini bildirmişlerdir. Tarımsal erken uyarı istasyonlarından alınan veriler ışığında patojen üzerinde sıcaklık, nem, yağış ve yaprak ıslaklık süresinin etkili olduğunu belirtmişlerdir. İlk hafif enfeksiyonların ortaya çıkışında yüksek nem ($\geq 90\%$) ve 1 mm üzerindeki yağış miktarının etkili olduğunu, yağışın durmasını takiben ($R=0$ mm) sıcaklık artışı ($\geq 8^{\circ}\text{C}$) ile hastalığın devam ettiğini belirtmişlerdir. Hastalık belirtilerinin ortaya çıkışı üzerinde, iklim faktörlerinin yanı sıra buğday çeşidi, ekim normu, ekim zamanı, ekim yapılan alanın konumu gibi faktörlerin de etkili bulunduğunu bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bitki Materyali: İklim odası ve arazi çalışmalarında, Çukurova Bölgesi'nde yaygın yetiştiriciliği yapılan Adana-99 ve Ceyhan-99 buğday çeşitleri kullanılmıştır.

Adana-99, 1999 yılında tescil edilmiş ekmeklik bir çeşit olup, başağı beyaz kılçıklı ve yazlık yetiştiriciliğe uygun olduğu, Sarı Pas ile Septorya Yaprak Lekesi hastalıklarına orta dayanıklı olduğu bildirilmiştir (Anonim,2022). Ceyhan-99 buğday çeşidi ise 1999 yılında tescil edilmiş ekmeklik bir çeşit olup, başağı beyaz kılçıklı ve yazlık yetiştiriciliğe uygun olduğu Sarı Pas ile Septorya Yaprak Lekesi hastalıklarına orta dayanıklı olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2022).

Patojen: Laboratuvar ve iklim odasında yürütölen tüm çalışmalarda Adana ili Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Hacıali işletmesi buğday ekilişlerinde, Adana-99 buğday çeşidinden elde edilen ve virölensliği kanıtlanmış tek spordan elde edilen *Zymoseptoria tritici* izolatu kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Patojenin İzolasyonu ve Patojenitesi

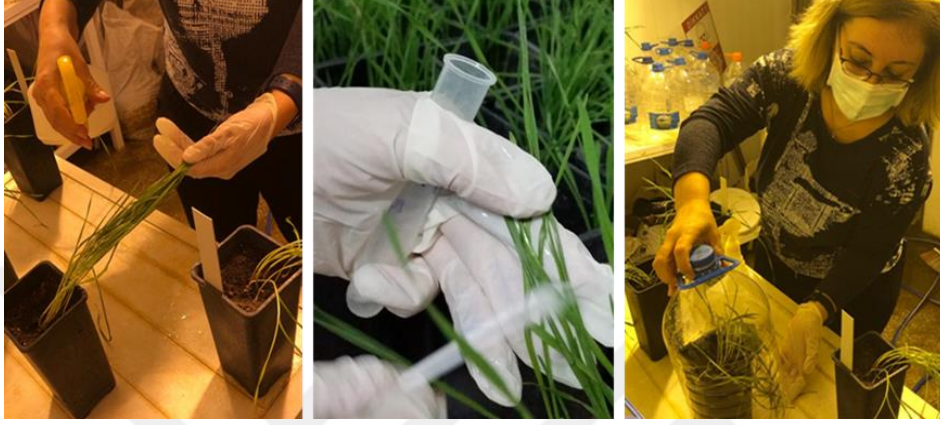
Çalışmalarda kullanılan *Zymoseptoria tritici* izolatu, hastalığın her yıl yoğun olarak göröldüğü Adana ili, Yüreğir ilçesi, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Hacıali işletmesi buğday üretim alanından izole edilmiştir. Bunun için tipik hastalık belirtisi gösteren ve piknidium oluşturmuş yaprak örnekleri kullanılmıştır. Enfekteli yaprakların lezyonlu ve piknidium oluşmuş bölgelerini içeren 0,5 cm²'lik yaprak parçaları, %70'lik etil alkole daldırılıp, hemen çıkarılmış ve ardından %5'lik sodyum hipoklorid (NaOCl) içerisinde 1 dakika bekletildikten sonra 2 kez steril destile sudan geçirilmiştir. Yüzey sterilizasyonu yapılan bu yaprak parçaları 5ml steril destile su içeren eppendorf tüplere aktararak vorteksle 2 dakika karıştırılmıştır. Elde edilen spor süspansiyonundan

100 µl alınarak, 9 cm'lik petri kabındaki PDA ortamının katılaşmış yüzeyine koyulmuş ve drigalski spatülü ile ortama yayılmıştır. Bu petriler 24°C sıcaklıkta birkaç gün inkube edilip mikroskop altında imlenen tek spor alınmış ve PDA ortamına aktarılmıştır. Bu petriler 10 gün inkube edilerek patojenin tek spordan gelişen izolatu elde edilmiştir. Elde edilen tek spor izolatu eēik PDA ortamı içeren tüplerde geliştirilerek, çalışmalarda kullanılmak üzere buzdolabında +4°C'de saklanmıştır.

Elde edilen bu izolatu patojenitesi Eyal ve ark. (1987)'na göre yapılmıştır. Patojenite çalışmasında Çukurova'da yaygın olarak yetiştirilmekte olan ve Septorya Yaprak Lekesi hastalıēına orta dayanıklı olduēu bildirilen, ancak günümüzde yetiştiricilik sırasında hassas olduēu görülen "Adana-99" ve "Ceyhan-99" buēday eşitleri kullanılmıştır. Otoklavda steril edilmiş kum, toprak karışımı (1:1) içeren saksıların her birine, yüzey sterilizasyonu yapılmış, 10 adet buēday tohumu ekilmiştir. Bitkilerin 21 gün bakım işlemleri yapıldıktan sonra, 4-6 yapraklı (Zadoks skalası evre 14-16) olduēu dönemde inokulasyon yapılmıştır inokulasyon yapılmıştır.

İnokulasyon için PDA ortamında, inkübatörde 4 hafta süreyle geliştirilen patojen, bir tp içerisine, 3 ml distile suya alınıp, mekanik çalkalayıcıda 5 dakika çalkanarak piknidiumlar parçalanmış ve tlbent yardımı ile süzülerek misel parçaları süspansiyondan uzaklaştırılmıştır. Elde edilen spor süspansiyonunun yoēunluēu 1×10^6 spor/ml olacak şekilde ayarlanmıştır. Yoēunluēu ayarlanan spor süspansiyonlarına yüzey gerilimini düşürmek amacıyla %0,1 tween-20 ilave edilmiştir. Hazırlanan spor süspansiyonu bitkilere 2 farklı şekilde uygulanmıştır. Birinci inokulasyon yönteminde spor süspansiyonu el plverizatryle bitkilerin üst yapraklarına püskürtülmüştür. İkinci yöntemde ise aynı konsantrasyondaki spor süspansiyonu pamuk uçlu plastik çubuklarla bitkilerin üst yapraklarına sürterek inokulasyon gerçekleştirilmiştir. İnokule edilen bitkiler 24 saat aydınlık ve %90 nispi nem koşullarının saēlandıēı iklim odasına alınmıştır. Yaprak ıslaklıēını

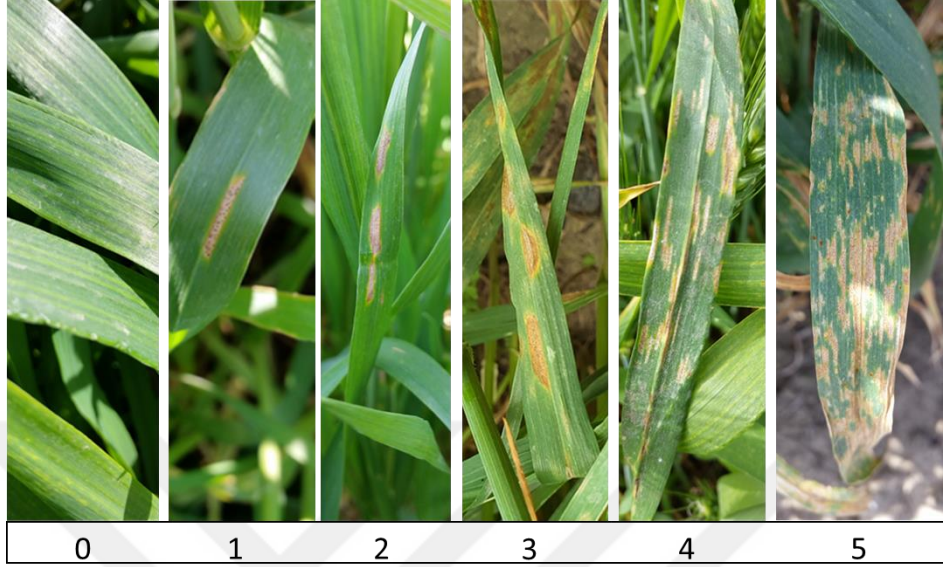
korumak amacı ile inokule edilen bitkiler 2 gün süreyle pet ŐiŐelerle kapatılmıŐ ve daha sonra Şişeler çıkartılarak, bitkilerin normal bakımları yapılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Patojenite alıŐması: A: Spor süspansiyonu pskrtlmesi, B: Srtterek spor süspansiyonu uygulanması, C: Pet Şişeler içerisine alınması

Patojenite alıŐması yukarıda belirtilen iki farklı inokulasyon yöntemi ve 4 farklı sıcaklıkta (15, 20, 25 ve 30°C) yürütülmüştür çalışma tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak kurulmuş ve 10 bitki içeren her saksı bir tekerrür olarak kabul edilmiştir. İnokulasyonu takip eden 3 hafta süresince bitkiler kontrol edilerek hastalık gelişimi incelenmiştir. Bu süre sonunda, bitkilerdeki enfeksiyon oluşumu aŐağıdaki 0-5 skalasına göre değerlendirilmiştir (Şekil 3.2) (Prestes, 1974)

<u>Skala Değeri</u>	<u>Semptom Oluşumu</u>
0	Enfeksiyon yok
1	%10'dan az nekrotik alan
2	%11-25 nekrotik alan
3	%26-45 nekrotik alan
4	%46-75 nekrotik alan
5	%76-100 nekrotik alan



Şekil 3.2. Hastalık değerdendirmesinde kullanılan 0-5 skalası

İnceleme sonunda elde edilen skala değerdelerine, Townsend-Heuberger formülü kullanılarak hastalık şiddeti (%) (Townsend ve Heuberger, 1943). Bu sonuçların, varyans analizi ve LSD testi sonrasında test edilen inokulasyon yöntemlerinden ve inkübasyon sıcaklıklarından daha uygun olanı belirlenmiştir.

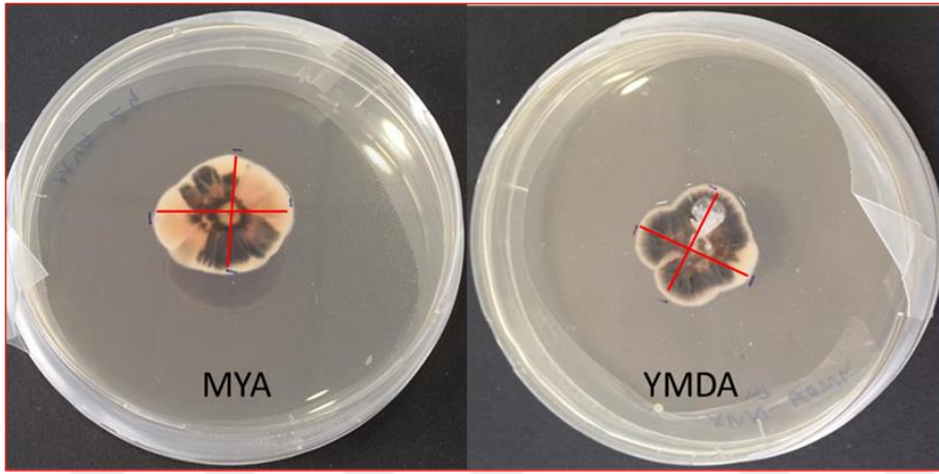
3.2.2. *In vitro*'da *Z. tritici*'nin Gelişimine Etki Eden Faktörlerin Araştırılması

3.2.2.1. Patojen Gelişimine Besi Ortamı ve Sıcaklığın Etkisinin Belirlenmesi

In vitro'da miseliyal koloni gelişmesini belirlemek amacıyla PDA (Patates Dekstroz Agar), MYA (Malt Yeast Agar), MEA (Malt Ekstrakt Agar) ve YMDA (Yeast Malt Dekstroz Agar) olmak üzere dört farklı besiy ortamı kullanılmıştır (Ek 1). Ayrıca patojenin bu besiy ortamlarındaki miseliyal gelişme özellikleri 15, 20, 25 ve 30°C olmak üzere 4 farklı sıcaklıkta test edilmiştir. Farklı ortamların ve farklı sıcaklıkların patojenin miseliyal gelişme özelliklerine olan etkileri koloni çapı, spor üretimi ve spor çimlenmesi olmak üzere 3 yönlü olarak incelenmiştir.

Miseliyal koloni gelişmesi: Öncelikle *Z. tritici*'nin farklı besiy ortamı ve inkübasyon sıcaklıklarındaki miseliyal gelişme hızı incelenmiştir. Bunun için *Z.*

tritici'nin 3 haftalık kültüründen alınan 6 mm çaplı miseliyal diskler içerisinde besi ortamı bulunan 9 cm çaplı petri kaplarının merkezine inokule edilmiş ve 3 hafta süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkubasyondan sonraki 21. günde koloni çapları, birbirine dik iki farklı yönden llerek elde edilen değerlerin ortalaması koloni çapı olarak kaydedilmiştir (şekil 3.3).

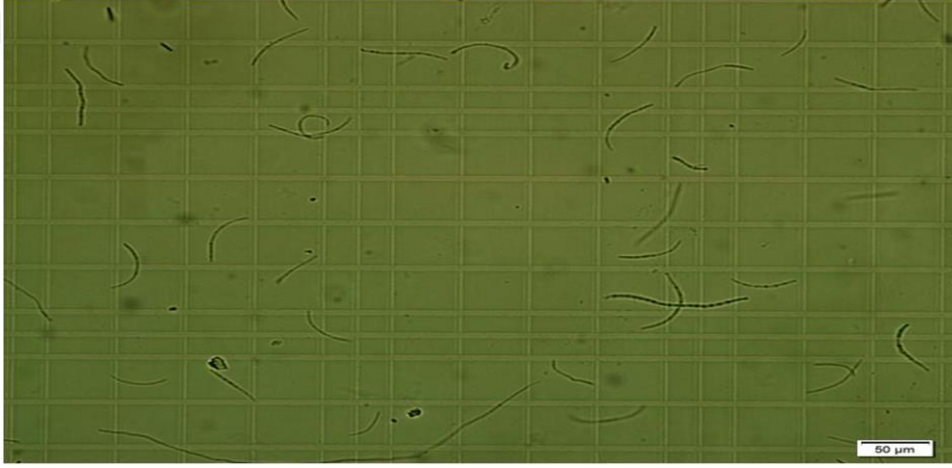


şekil 3.3. *Z. tritici*'nin MYA ve YMDA besi ortamlarındaki koloni çapının ölçümü

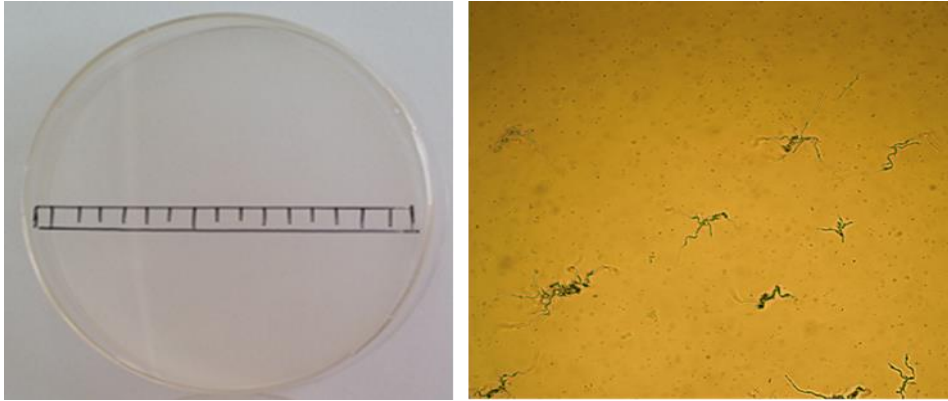
Spor retimi: Koloni apı ölçümlerinin yapıldığı sırada *Z. tritici*'i kolonisinin piknidyum oluşan bölümlerinden alınan 6 mm çaplı miseliyal diskleri deney tüplerine konularak üzerlerine 3 ml steril destile su ilave edilmiş ve mekanik çalkalayıcı ile 5 dakika çalkalanmıştır. Bu spor süspansiyonu thoma lamı ile mikroskopta incelenerek, 6 mm'lik diskte oluşan toplam spor sayısı belirlenmiştir. Bu şekilde elde edilen spor sayıları farklı ortam ve farklı sıcaklıklarda *Z. tritici*'nin spor oluşturma potansiyelleri olarak değerlendirilmiştir (şekil (3.4).

Spor imlenmesi: *Z. tritici*'nin PDA besi ortamında geliştirilen iki aylık kültüründen misel ile karışık halde olan piknidiumlar 6 mm çaplı mantar delici ile 1 adet disk olacak şekilde alınmıştır. Bu diskler içerisinde 3 ml steril destile su bulunan deney tüplerine aktarılmış ve 5 dakika süreyle karıştırıcıda karıştırılarak, sporların suya geçmesi sağlanmıştır. Elde edilen bu spor süspansiyonu tülbentle

szldkten sonra thoma lamında sayım yapılarak, spor konsantrasyonu 10^3 spor/ml'ye ayarlanmıştır. Konsantrasyonu ayarlanan bu spor süspansiyonu 9 cm'lik petri kabındaki katılaşmış PDA, MYA, MEA ve YMDA besi ortamların yüzeyine mikro pipet ile 100µl olacak şekilde tek hat olarak uygulanmış ve steril bir drigalski spatül yardımıyla ortam yüzeyine hat boyunca yayılmıştır. İnkubasyondan 12, 24 ve 36 saat sonra petri yüzeyine çizilen hat boyunca, 5 farklı noktada, mikroskop görüş alanında çimlenen ve çimlenmeyen sporlar sayılmıştır. Daha sonra her farklı uygulamada çimlenen spor oranı (%) belirlenmiştir (şekil 3.5).



şekil 3.4. Thoma lamında *Z. tritici* sporlarının görünümü



şekil 3.5. Petride çimlenen sporların sayılacağı hat (solda) ve mikroskop altında çimlenen sporların görünümü (sağda)

Bu deneme faktöriyel olarak tesadüf parselleri deneme deseninde 4 tekerrürlü kurulmuştur. Değerlendirmelerde PDA, MYA, MEA ve YMDA besi ortamlarının, inkübasyon sıcaklıklarının ve ortam*sıcaklık interaksyonunun, *Z. tritici*'nin miseliyal gelişme hızı, spor üretimi ve spor çimlenmesi açısından önemli olup olmadığı, varyans analizi ile ortaya koyulmuş ve uygulamalar arasındaki farklar LSD testi ile belirlenmiştir.

3.2.2.2. Işıklanmanın Patojen Gelişimine Etkilerinin Belirlenmesi

Çalışmanın bu bölümünde, farklı ışık tipi ve ışıklanma sürelerinin patojenin miseliyal gelişimine etkileri koloni çapı, spor üretimi ve spor çimlenmesi olmak üzere 3 yönlü olarak incelenmiştir. Çalışmanın bu bölümünden önce elde edilen veriler doğrultusunda, bu çalışma için en iyi miseliyal gelişme ve sporulasyon sağlayan besi ortamı MYA ve inkübasyon sıcaklığı 20 °C olarak belirlenmiştir. Bu nedenle patojenin ışıklanmaya etkisinin belirlendiği deneme, MYA besi ortamında, 20 °C'de oluşturulmuştur.

İnkübasyon sırasındaki ışıklanmanın gelişme üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, *Z. tritici*'nin üç haftalık kültüründen alınan 6 mm çapındaki diskler 9 cm çaplı petri kaplarının merkezine inokule edilmiştir. Bu petriler aşağıda belirtilen NUV (Normal Ultraviyole- Mor ışık), Beyaz ışık (Gün ışığına eşdeğer- Fluoresan ışık) ve karanlık koşulların ayrı ayrı veya kombinasyonunun yer aldığı koşullarda inkube edilmiştir;

- 24 saat NUV
- 24 saat Beyaz Işık,
- 12 saat NUV + 12 saat Karanlık,
- 12 saat Beyaz Işık + 12 saat Karanlık,
- 12 saat NUV + 12 saat Beyaz Işık
- 24 saat Karanlık

Yukarıda belirtilen koşullarda inkube edilen patojenin miseliyal gelişme özellikleri, koloni çapı, spor üretimi ve spor çimlenmesi olmak üzere 3 yönlü olarak incelenmiştir.

Miseliyal koloni gelişmesi MYA besi ortamında 20°C sıcaklıkta ve yukarıda belirtilen ışıklanma koşullarında 21 gün süreyle inkube edilen 9 cm'lik petrilerde, *Z. tritici*'nin koloni çapları, birbirine dik iki farklı yönden llerek elde edilen değerlerin ortalaması koloni çapı olarak kaydedilmiştir.

Spor retimi: Koloni apı ölçümleri yapıldığı sırada bu petrilerden alınan 6 mm çaplı miseliyal diskler 3.2.2.1. bölümünde açıklandığı gibi 3ml steril suda süspanse edilmiş ve thoma lamında spor sayımı yapılarak, her diskin ürettiği spor miktarı sayısal olarak belirlenmiştir.

Spor imlenmesi: *Z. tritici*'nin MYA ortamında 20°C sıcaklıkta ve yukarıda belirtilen ışıklanma koşullarında geliştirilen iki aylık kültüründen misel ile karışık halde olan piknidiumlar 6 mm çaplı mantar delici ile 1 adet disk olacak şekilde alınmıştır. Bu diskler 3.2.2.1. bölümünde açıklandığı şekilde 3 ml steril suda süspanse edilmiş ve konsantrasyonu 10³ spor/ml'ye ayarlanan spor süspansiyonundan 100 µl alınarak, katılaşmış PDA ortamının yüzeyine çizilmiştir. Bu petriler 20°C'de karanlık koşullarda inkube edilmiştir. İnkübasyonun 12, 24 ve 36. saatlerinde imlenen ve imlenmeyen sporlar sayılarak, çimlenme oranı (%) hesaplanmıştır.

Bu deneme 4 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, miseliyal koloni gelişmesi ve spor üretimi tek yönlü olarak tesadüf parselleri deneme deseninde değerlendirilmiştir. Spor imlenmesi ise faktöriyel olarak tesadüf parsellerinde değerlendirilmiş ve spor çimlenmesi açısından ışıklanma, süre ve ışıklanma*süre interaksiyonunun önemli olup, olmadığı belirlenmiştir. Varyans analizi sonrasında uygulamalar arasındaki farklar LSD testi ile ortaya konmuştur.

3.2.3. Hastalık Gelişimi zerine Sıcaklık ve Yaprak Islaklık Süresinin Etkisinin Araştırılması

Zymnoseptoria tritici'nin enfeksiyon oluşumu ve hastalık gelişimine sıcaklık ve yaprak ıslaklığının etkileri Adana-99 ve Ceyhan-99 buğday çeşitleri üzerinde araştırılmıştır. Denemeler Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü iklim odalarında yürütülmüştür. Denemenin karakterlerini oluşturan sıcaklıklar, *in vitro* alışmalarda miseliyal koloni gelişmesinin, spor oluşumunun ve spor çimlenmesinin belirlendiği dört farklı sıcaklıktan (15 °C, 20 °C, 25 °C ve 30 °C) oluşturulmuştur.

Patojen inokulasyonu için *Z. tritici*'nin petrideki 2 aylık kültüründen alınan miselli piknidyumlar steril destile su bulunan deney tüplerine aktarılmış ve 5 dakika süreyle karıştırıcıda karıştırılarak, sporların suya geçmesi sağlanmıştır. Elde edilen bu spor süspansiyonu tülbentle szldkten sonra thoma lamında sayım yapılarak, spor konsantrasyonu 10⁶ spor/ml olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu spor süspansiyonu, içerisinde 10 adet bitki bulunan, 15 cm çaplı plastik saksılardaki 3 haftalık buğday fidelerine daha kolay uygulanan inokulasyon yöntemi olan bir el pülverizatörü ile püskürtülmüştür. İnokulasyon 15 °C, 20 °C, 25 °C ve 30 °C sıcaklıktaki iklim odasında yapılmış ve takip eden 4, 6 ve 12 saat süreyle, bitkiler pet şişelerle kapatılarak yaprakların ıslak kalması sağlanmıştır. Bunun için sürekli kontroller yapılmış ve gerekli olduğunda el pülverizatörü kullanılarak yapraklar ıslatılmıştır. Belirtilen sürenin sonunda (4, 6 ve 12 saat), yapraklar soğuk hava akımı ile kurutulmuştur (şekil 3.6). Kurutma işlemleri bittikten sonra tüm saksılar 20°C sıcaklık ve yaklaşık %90 oransal nem koşullarının sağlandığı iklim odasında gelişmeye bırakılmıştır.

Bu deneme faktöriyel düzende, tesadüf parselleri deneme deseninde 5 tekerrürlü olarak kurulmuştur. İnokulasyondan 21 gün sonra bitkilerde oluşan enfeksiyon alanları 0-5 skalasına göre değerlendirilmiştir. Daha sonra bu değerler üzerinden hastalık şiddeti (%) hesaplanmış ve elde edilen değerlere varyans analizi

ve LSD testi uygulanarak, hastalık gelişimi için en iyi sıcaklık ve yaprak ıslaklık süresi belirlenmiştir (Karman 1971).



şekil 3.6. Yaprak ıslaklık süresi tamamlanan bitkilerin soğuk hava ile kurutulması

3.2.4. Hastalık ıkışı ile İklımsel Verilerin İlişkisinin Tarla Koşullarında Araştırılması

Çalışmanın bu bölümü, TİGEM'e bağlı Çukurova Tarım İşletmesi Müdürlüğü (Mercimek/Ceyhan/Adana) ve TAGEM'e bağlı Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (Hacıalı/Yüreğir/Adana) buğday ekiliş alanlarında yrtlmştir. Söz konusu bölgelerde buğday ekim alanlarında önceki yıllarda hastalıkla bulaşık olduğu bilinen tarlalardan deneme alanı seçilmiştir. Çalışma 2017-2018 ve 2018-2019 üretim dönemleri olmak üzere 2 yıl srdrlmştir. Birinci retim döneminde (2017-2018), Hacıalı'de Adana-99 ve Ceyhan-99, Mercimek'te ise sadece Ceyhan-99 buğday ekilişinde gözlemler yapılmıştır. İkinici retim döneminde ise (2018-2019) hastalık gözlemleri, Hacıalı'de Adana-99, Mercimek'de ise hem Adana-99, hem de Ceyhan-99 buğday ekilişinde yapılmıştır.

Hastalık çıkışı ve gelişmesini izlemeye yönelik olarak, Hacıali ve Mercimek’de ilgili kuruluşların buğday ekilişlerinde, yukarıda belirtilen çeşitlerin yer aldığı tarlalarda, sınırı yol kenarında olacak şekilde 5 dekar alan işaretlenmiştir. Bu alana en yakın olabilecek, korunaklı bir noktaya meteorolojik verileri almak amacıyla Metos iklim istasyonu kurulmuştur (Şekil 3.7). Bu alandaki gözlemler bitkilerin kardeşlenme döneminde olduğu şubat ayı ortalarında başlamıştır. Bu amaçla birer hafta aralıklarla yapılan periyodik gözlemler nisan ortasına kadar devam etmiştir. Bu gözlemlerde dikdörtgen şeklindeki alanın köşegenleri doğrultusunda yürünerek toplam 10 noktada durulmuş ve yaklaşık 10 bitki tüm yapraklarına bakılarak incelenmiştir. Periyodik gözlemlerde *Z. tiritici* enfeksiyonlarının varlığı ve piknidyum oluşumu not edilmiştir. Hastalık görünümünün şiddetlendiği nisan ayı ortalarında yine aynı köşegenler doğrultusunda 10 noktadan yaklaşık 10 adet bitki rastgele sökülüştür. Bu bitkilerin 2nci ve 3ncü yapraklarında hastalık oluşumu 0-5 skalasına göre değerlendirilmiş ve o deneme alanı için Tawsend-Heubeger formülü ile hastalık şiddeti (%) hesaplanmıştır (Karman,1971).



Şekil 3.7. A: Hastalık gözlemlerinin yapıldığı tarladan bir görünüm, B: Meteorolojik verilerin alındığı Metos iklim istasyonu

Deneme alanlarında iki üretim dönemi boyunca, Septorya Yaprak Lekesi hastalığının ilk çıkış tarihi ile gelişimi sürecinde ki iklimsel verilerin toplanması

için METOS® izleme sistemleri kullanarak iklim verileri kaydedilmiştir. Üretim sezonu süresince toplanan hava sıcaklığı (°C), oransal nem (%), yağış miktarı (mm), günlük yaprak ıslaklık süresi (saat) parametrelerine ait en düşük, en fazla ve ortalama değerleri gösteren iklim verileri, deneme alanına kurulan istasyon tarafından ölçölerek eş zamanlı olarak bilgisayar ortamına aktarılması sağlanmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. *Zymoseptoria tritici*'nin Patojenitesi

Patojenite çalışmalarında kullanılan *Zymoseptoria tritici* izolatu Adana ili, Yüreğir ilçesi, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Hacıali işletmesi buğday üretim alanından izole edilmiştir. Fungusun patojenitesi ve virülensliği Adana-99 ve Ceyhan-99 buğday çeşitlerinde iki farklı inokulasyon yöntemiyle test edilmiştir. Patojenite çalışması 4 farklı sıcaklıkta (15, 20, 25 ve 30°C) yürütülmüş olup, elde edilen sonuçlar Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

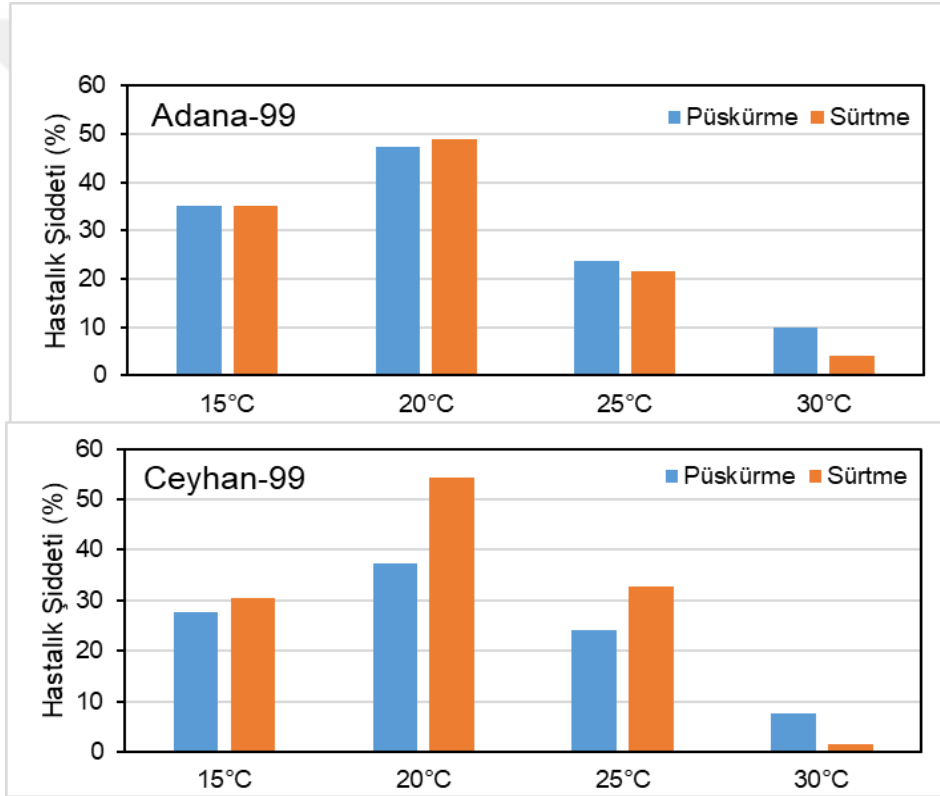
Adana-99 buğday çeşidinde spor süspansiyonunun yaprak yüzeyine püskürtme şeklinde uygulanmasında hastalık şiddeti 20°C sıcaklıkta %47.2 ile en yüksek düzeyde gerçekleşmiş ve bunu %35.2 ile 15°C sıcaklık izlemiştir. Her iki sıcaklıkta elde edilen hastalık şiddeti istatistiksel olarak benzer olmuştur. En düşük hastalık şiddeti ise %10.0 ile 30°C sıcaklıkta elde edilmiştir. Spor süspansiyonunun yaprağa sürme şeklinde uygulanmasında yine 20°C sıcaklıkta en yüksek (%48.8), 30°C'de ise en düşük (%4.0) hastalık şiddeti elde edilmiştir. Adana-99 buğday çeşidinde her iki inokulasyon yönteminde de hastalık oluşumu benzer olmuştur.

Çizelge 4.1. Farklı Spor Süspansiyonu Uygulanması ile Farklı Sıcaklıklarda *Z. tritici*'nin Oluşturduğu Hastalık Şiddeti (%)

Sıcaklıklar (°C)	Adana 99		Ceyhan 99	
	Püskürme	Sürtme	Püskürme	Sürtme
15°C	35,2 a*	35,2 b	27,6 b	30,4 b
20°C	47,2 a	48,8 a	37,2 a	54,4 a
25°C	23,6 b	21,6 c	24,0 b	32,8 b
30°C	10,0 b	4,0 d	7,6 c	1,6 c
LSD (0.05)	14,18	11,60	8,12	12,06

* Sütun içinde farklı harfi içeren ortalamalar LSD (0.05) testine göre farklıdır.

Patojenite sonuçları Ceyhan-99 buğday çeşidinde de çok farklılık göstermemiş, en yüksek hastalık oluşumu 20 °C sıcaklıkta püskürtme ve sürme şeklindeki spor süspansiyonu uygulamalarında sırasıyla %37.2 ve 54.4 olmuştur. Her iki inokulasyon yönteminde de hastalık oluşumu istatistiksel olarak diğer sıcaklıklardan farklılık göstermiştir. Adana-99 buğday çeşidinde olduğu gibi, Ceyhan-99 çeşidinde de 30 °C sıcaklıkta hastalık oluşumu çok düşük olarak (%7.6 ve 1.6) gerçekleşmiştir.



Şekil 4.1. *Z. tritici*'nin Farklı İnokulasyonlarının Hastalık Oluşumuna Etkisi

Sonuçlar Adana-99 ve Ceyhan-99 buğday çeşitlerinin, çalışmada kullanılan *Z. tritici* izolatına karşı duyarlılıklarının benzer olduğunu göstermiştir. Ünal ve ark. (2017), Septorya Yaprak Lekesi hastalığının Adana ilinde hem Adana-99 hem de

Ceyhan-99 çeşitlerinde yaygın olduğu ve hastalık şiddetinin %87.4'ye kadar çıktığını bildirmiştir. Bu çeşitlerin *in vitro*'da patojene karşı benzer duyarlılık göstermesi, tarla sörvey sonuçları ile de uyusmaktadır.

İnokulasyon yöntemleri, enfeksiyon oluşumu üzerine önemli bir farklılık yaratmamıştır. Scharen (1999), patojen sporlarının stomalar aracılığı ile yaprak dokularına yerleştiğini açıklamaktadır. Bu nedenle püskürtme ve sürtme şeklindeki inokulasyon yöntemleri benzer sonuç vermiştir. Aynı zamanda en yüksek hastalık oluşumu 20°C sıcaklıkta görülürken, sıcaklığın düşmesi veya yükselmesi hastalık oluşumunu olumsuz olarak etkilemiştir. Patojen enfeksiyonunun 20 °C sıcaklıkta daha iyi olduğu, başka çalışmalarla da belirlenmiştir. Daha düşük sıcaklıklarda simptom oluşumunun azalmasında latent dönemin uzun olabileceği de vurgulanmıştır (Chungu ve ark., 2001; Morais, 2015).

4.2. Besi Ortamı ve Sıcaklığın *in vitro*'da Patojen Üzerine Etkileri

4.2.1. Besi Ortamı ve Sıcaklığın Miseliyal Gelişme Üzerine Etkisi

Patojenitesi kanıtlanan *Z. tritici* izolatının miseliyal gelişmesi üzerine dört farklı bes ortamının (PDA, MEA, MYA ve YMDA) ve dört farklı sıcaklığın (15 °C, 20 °C, 25 °C ve 30 °C) etkisi *in vitro*'da testlenmiştir. Çalışma tesadüf parselleri deneme deseninde iki faktörlü olarak kurulmuş olup, bes ortamlarının, inkübasyon sıcaklıklarının ve bes ortamı*sıcaklık interaksiyonunun önemi, patojenin miseliyal koloni gelişmesi ölçümleri ile belirlenmiştir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2).

Çalışmada yer alan dört besin ortamının *Z. tritici*'nin koloni gelişmesi üzerine herhangi bir etkisi olmamış ve 3 haftalık gelişme sonrasında ortalama koloni çapı 23.5-24.3 mm arasında değişmiştir (Çizelge 4.2)

Patojenin koloni gelişmesi, inkübasyon sıcaklıklarından etkilenmiş ve sıcaklıkların koloni gelişmesi üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (LSD: 1.47). En iyi miseliyal gelişme, 20 °C sıcaklıkta inkube edilen 9 cm'lik petrilerde ortalama 32.5 mm olarak ölçülmüştür. Bunu 25 °C ve 15 °C inkübasyon

sıcaklıklarında miseliyal gelişme hızı sırasıyla 25.0 mm ve 23.4 mm olarak izlenmiştir. Bu çalışmada en az miseliyal gelişme hızı 14.5 mm koloni çapı değeri ile 30 °C sıcaklıkta elde edilmiştir.

Çizelge 4.2. Besi Ortamı ve Sıcaklığın *Z. tritici*'nin Miseliyal Gelişme Üzerine Etkileri

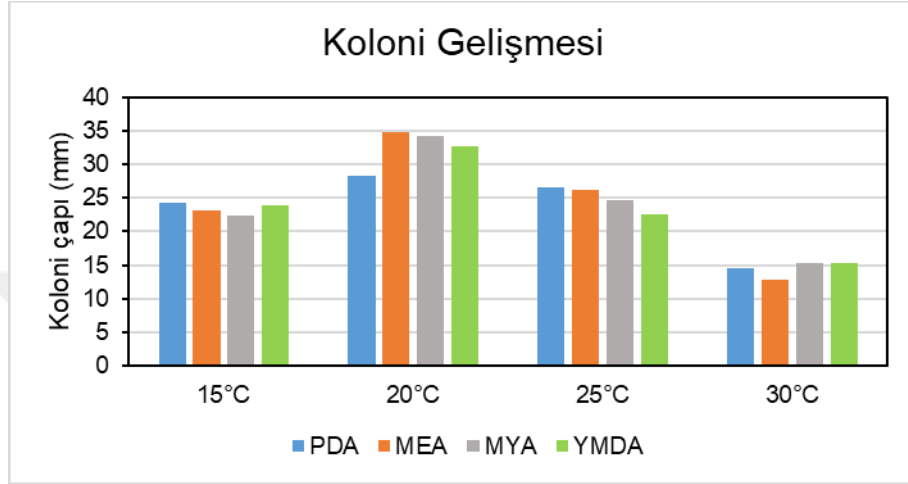
Ortamlar	Koloni Çapı (mm)				
	15°C	20°C	25°C	30°C	Ortalama
PDA	24,4 cde*	28,4 b	26,5 bc	14,6 f	23,5 A
MEA	23,1 e	34,9 a	26,3 bcd	12,8 f	24,3 A
MYA	22,4 e	34,1 a	24,8 cde	15,3 f	24,1 A
YMDA	23,9 de	32,8 a	22,5 e	15,4 f	23,6 A
Ortalama	23,4 C	32,5 A	25,0 B	14,5 D	
LSD (0.05); Ortam: 1.47; Sıcaklık: 1.47; Ortam*Sıcaklık: 2.94					

*) Farklı harfi içeren ortalamalar LSD (0.05) testine göre farklıdır. Sütun içerisindeki büyük harfler ortamların, satır içerisindeki büyük harfler sıcaklıkların, küçük harfler ortam*sıcaklık interaksyonunun farkını gösterir

Miseliyal gelişme hızı açısından besin ortamı ve sıcaklık interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (LSD: 2.94). En iyi miseliyal gelişmeler 20 °C inkübasyon sıcaklığında MEA, MYA ve YMDA ortamlarından elde edilmiş olup, sırasıyla 34.9, 34.1 ve 32.8 mm koloni çapları sonuçlamıştır. Bu sıcaklıkta söz konusu 3 ortam PDA ortamına göre daha iyi miseliyal gelişme sağlamış ve istatistiksel olarak benzer olmuştur. En zayıf miseliyal gelişme hızını ise 30 °C inkübasyon sıcaklığında tüm ortamlar göstermiştir. Bu sıcaklıkta patojenin koloni gelişmesi 12.8-15.4 mm arasında değişmiş ve dört ortam da istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4.2).

Genel olarak değerlendirildiğinde 20 °C inkübasyon sıcaklığının *Z. tritici*'nin misel gelişmesi için en iyi sıcaklık olduğu, bunu 25 °C ve 15 °C

sıcaklıkların izlediği, 30 °C’de ise miseliyal gelişmenin önemli ölçüde azaldığı görülmüştür (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. *Z. tritici*’nin Farklı Ortam ve Sıcaklıklardaki Miseliyal Gelişmesi

4.2.2. Besi Ortamı ve Sıcaklığın Spor Oluşumu Üzerine Etkisi

Farklı besi ortamlarında (PDA, MEA, MYA ve YMDA) ve farklı sıcaklıklarda (15 °C, 20 °C, 25 °C ve 30 °C) 3 hafta süreyle inkübasyona bırakılan patojen kültürlerinden koloni çapı ölçümlerinin yapıldığı sırada, *Z. tritici* kolonisinin piknidyum oluşan bölümlerinden alınan piknidyumlu miseliyal disklerden oluşturulan spor kütleleri, 3 ml suda süspanse edilerek mikroskop altında thoma lamı kullanılarak sayılmış ve ml’deki spor miktarı hesaplanmıştır (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.3).

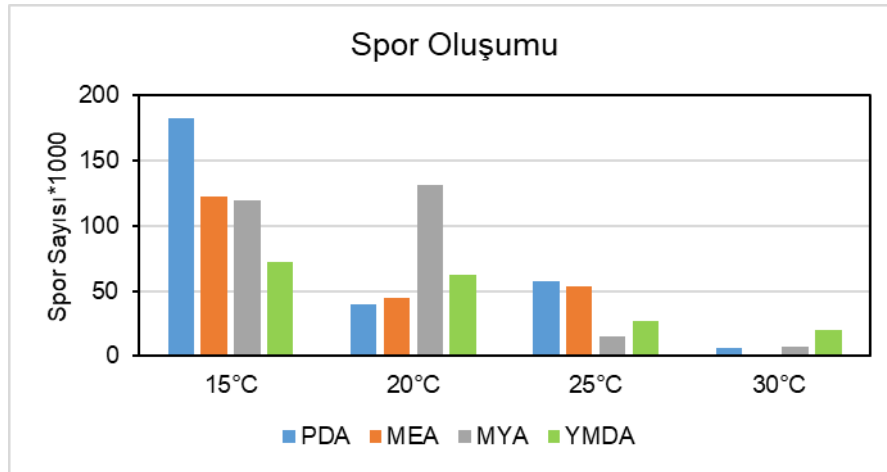
Faktöriyel olarak değerlendirilen bu çalışmada, besi ortamları spor oluşumu açısından istatistiksel olarak önemli farklılık göstermiş ve en yüksek spor oluşumu PDA ve MYA ortamlarında elde edilmiştir. Bu ortamlarda elde edilen spor miktarı sırasıyla 71.600 ve 68.400 spor/ml olmuştur. En az spor oluşumu YMDA ortamında (45.600 spor/ml) elde edilmiştir.

Patojenin inkübasyon sıcaklığı spor oluşturma kapasitesi üzerine etkili olmuştur. Çalışmada ele alınan en düşük inkübasyon sıcaklığı olan 15 °C’de spor oluşumu 124.400 spor/ml ile fazla olurken, inkübasyon sıcaklığının artmasıyla ters orantılı olarak spor üretim yeteneğinin azaldığı görülmüştür. Bu denemede yer alan dört inkübasyon sıcaklığı da istatistiksel olarak farklılık göstermiş ve 30°C sıcaklıkta 8.800 spor/ml ile en az spor oluşumu elde edilmiştir.

Çizelge 4.3. Besi Ortamı ve Sıcaklığın *Z. tritici*’nin Spor Oluşumu Üzerine Etkileri

Ortamlar	Spor Sayısı (x1000)/ ml				
	15°C	20°C	25°C	30°C	Ortalama
PDA	182,5 a*	40,0 cdef	57,5 cd	6,3 g	71,6 A
MEA	122,5 bc	45,0 cde	53,8 cd	1,3 g	55,6 AB
MYA	120,0 bc	131,3 b	15,0 efg	7,5 fg	68,4 A
YMDA	72,5 c	62,5 c	27,5 defg	20,0 efg	45,6 B
Ortalama	124,4 A	69,7 B	38,4 C	8,8 D	
LSD (0.05); Ortam: 16.46; Sıcaklık: 16.46; Ortam*Sıcaklık: 32.91					

*) Farklı harfi içeren ortalamalar LSD (0.05) testine göre farklıdır. Sütun içerisindeki büyük harfler ortamların, satır içerisindeki büyük harfler sıcaklıkların, küçük harfler ortam*sıcaklık interaksyonunun farkını gösterir



Şekil 4.3. *Z. tritici*’nin Farklı Ortam ve Sıcaklıklardaki Spor Oluşumu

Patojenin *in vitro*'da spor oluşturmasında, besi ortamı ve sıcaklık interaksyonu önemli bulunmuştur. En iyi spor oluşumu PDA ortamında 15 °C inkübasyon sıcaklığında gerçekleşmiştir (182.500 spor/ml). İstatistiksel olarak tüm uygulamalardan farklılık gösteren bu kombinasyonu MYA ortamında 20°C inkübasyon sıcaklığındaki spor oluşumu izlemiştir (131.300 spor/ml). MYA ortamı hariç, diğerk ortamlarda spor oluşumunun 15 °C'de daha fazla olduğu görölmektedir. Ayrıca tüm besi ortamlarında 30 °C sıcaklıkta inkübasyon, en az spor oluşturan kombinasyonları oluşturmuştur.

4.2.3. Besi Ortamı ve Sıcaklığın Spor Çimlenmesi Üzerine Etkisi

Z. tritici'nin 2 aylık olgunlaşmış kültüründeki piknidyumlardan elde edilen pikniospor süspansiyonu 4 farklı besi ortamı (PDA, MEA, MYA ve YMDA) ve 4 farklı inkübasyon sıcaklığında (15 °C, 20 °C, 25 °C ve 30 C°) faktöriyel olarak çimlendirme denemesine alınmışlardır. Bu amaçla sporların çimlenme oranları 12, 24 ve 36. saatlerde yapılan sayımlarla belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge incelendiğinde besi ortamlarının spor çimlenmesi üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu görölmektedir. İnkübasyonun 12. saatinde çimlenen spor oranı MEA ve MYA ortamlarında, sırasıyla %16.2 ve 15.6 olarak hesaplanmıştır. Bu süre içerisinde en az spor çimlenmesi %5.8 oranı ile PDA ortamında görölmüştür. İnkübasyon süresi arttıkça çimlenme oranı yükselmiş; ancak PDA ortamı inkübasyonun 24. ve 36. saatlerinde %18.9 ve 31.9 oranları ile diğerk 3 ortamdan daha düşük bir spor çimlenmesi göstermiştir. MEA, MYA ve YMDA ortamlarındaki spor çimlenme oranları istatistiksel olarak benzer olmuştur.

İnkübasyon sıcaklığı patojen sporlarının çimlenmesi üzerine farklı etkiler göstermiştir. İnkübasyonun 12, 24 ve 36. saatlerinde yapılan sayımların hepsinde 20 °C sıcaklığın en iyi spor çimlenmesi sağladığı görölmüştür. Bu sıcaklıkta inkübasyon süresine göre, sırasıyla %18.0, 71.7 ve 92.9 oranlarında spor çimlenmesi kaydedilmiştir. En düşük çimlenme oranı, inkübasyonun 12 ve 24. saatlerinde 15 ve 30 °C sıcaklıklarda elde edilmiştir. İnkübasyon süresi uzadığında

15 °C inkübasyon sıcaklığı diğerlerinden negatif olarak ayrılmış ve 36. saat sonunda ancak %26.1 çimlenme oranı gösterebilmiştir.

Çizelge 4.4. Besi Ortamı ve Sıcaklığın *Z. tritici*'nin Spor Çimlenmesi Üzerine Etkileri

Ortamlar	12 Saat Sonundaki Spor Çimlenme Oranı (%)				
	15°C	20°C	25°C	30°C	Ortalama
PDA	11,2 cd*	7,9 cd	1,4 ef	2,6 e	5,8 B
MEA	1,8 ef	23,9 ab	32,1 a	6,9 de	16,2 A
MYA	0,0 f	16,1 bc	10,6 cd	2,9 e	7,4 B
YMDA	19,0 bc	23,9 ab	12,7 cd	6,7 de	15,6 A
Ortalama	8,0 C	18,0 A	14,2 B	4,8 C	
LSD (0.05); Ortam: 4.79; Sıcaklık: 4.79; Ortam*Sıcaklık: 9.58					
Ortamlar	24 Saat Sonundaki Spor Çimlenme Oranı (%)				
	15°C	20°C	25°C	30°C	Ortalama
PDA	13,3 de	47,4 c	1,7 f	13,3 de	18,9 B
MEA	2,6 f	90,5 a	79,7 ab	16,3 d	47,3 A
MYA	5,7 ef	70,0 b	90,0 a	13,3 de	44,7 A
YMDA	18,8 d	78,9 ab	89,1 a	18,9 d	51,4 A
Ortalama	10,1 C	71,7 A	65,1 B	15,4 C	
LSD (0.05); Ortam: 8.85; Sıcaklık: 8.85; Ortam*Sıcaklık: 17.71					
Ortamlar	36 Saat Sonundaki Spor Çimlenme Oranı (%)				
	15°C	20°C	25°C	30°C	Ortalama
PDA	31,0 e	76,0 d	1,7 g	18,7 f	31,9 B
MEA	17,4 f	98,6 a	99,3 a	88,3 c	75,9 A
MYA	38,9 e	98,6 a	96,3 ab	90,8 bc	81,1 A
YMDA	17,3 f	98,6 a	96,9 ab	86,8 cd	74,9 A
Ortalama	26,1 C	92,9 A	73,6 B	71,2 B	
LSD (0.05); Ortam: 6.24; Sıcaklık: 6.24; Ortam*Sıcaklık: 12.48					

*) Farklı harfi içeren ortalamalar LSD (0.05) testine göre farklıdır. Her bölümde sütun içerisindeki büyük harfler ortamların, satır içerisindeki büyük harfler sıcaklıkların, küçük harfler ortam*sıcaklık interaksyonunun farkını gösterir

Spor çimlendirme denemesinin 12, 24 ve 36. saatlerinde yapılan tüm sayımlarda besi ortamı ve inkübasyon sıcaklığı interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İnkübasyonun 12nci saatinde MEA*25 °C kombinasyonu %32.1 çimlenme oranı ile öne çıkmıştır. İnkübasyonun 24. saatinde MEA*20 °C (%90.5), MYA ve YMDA*25 °C (%90.0 ve 89.1) kombinasyonları benzer etkiler ile en yüksek çimlenme oranlarını sağlamıştır. İnkübasyonun 36. saatinde ise PDA ortamı dışındaki 3 ortamında 20 ve 25 °C inkübasyon sıcaklıkları %96.3 ila 99.3 arasında değişen oranlarla, en iyi spor çimlenmesi gösteren kombinasyonlar olmuşlardır.

Spor çimlenmesi üzerine inkübasyon sıcaklığı ve süresi birlikte incelendiğinde, inkübasyon sıcaklıkları, inkübasyon süresi ve sıcaklık*süre interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5).

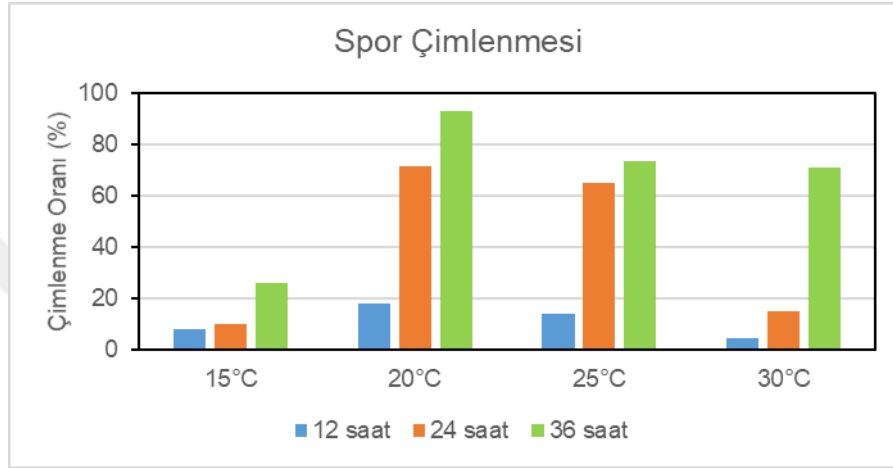
Çizelge 4.5. Sıcaklık ve Sürenin *Z. tritici*'nin Spor Çimlenmesi Üzerine Etkileri

Süre	Spor Çimlenme Oranı (%)				
	15°C	20°C	25°C	30°C	Ortalama
12 saat	8,0 fg*	18,0 e	14,2 ef	4,8 g	11,2 C
24 saat	10,1 fg	71,7 bc	65,1 c	15,4 ef	40,6 B
36 saat	26,1 d	92,9 a	73,6 b	71,2 bc	65,9 A
Ortalama	14,7 D	60,9 A	51,0 B	30,5 C	
LSD (0.05); Sıcaklık: 4.34; Süre: 3.76; Sıcaklık*Süre: 7.51					

*) Farklı harfi içeren ortalamalar LSD (0.05) testine göre farklıdır. Sütun içerisindeki büyük harfler sürenin, satır içerisindeki büyük harfler sıcaklıkların, küçük harfler süre*sıcaklık interaksyonunun farkını gösterir

Spor çimlenmesi 4 inkübasyon sıcaklığında da istatistiksel olarak farklılık göstermiş, en yüksek çimlenme oranı 20 °C de 60.9 oranı ile elde edilirken, bunu %51.0 ve 30.5 oranları ile 25 °C ve 30 °C sıcaklıklar izlemiştir. En az çimlenme ise 15°C inkübasyon sıcaklığından (% 14.7) elde edilmiştir. Spor çimlenme oranı inkübasyon süresinin artmasıyla orantılı olarak yükselmiştir. İnkübasyonun 12.

saatinde çimlenme oranı %11.2 iken, bu oran 24 ve 36 saatlerinde %40.6 ve 65.9'a yükselmiştir. En yüksek spor çimlenmesi 20 °C sıcaklık ve 36 saat inkübasyon koşullarında (%92.9) elde edilmiştir (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.4).



Şekil 4.4. *Z. tritici*'nin Farklı Sıcaklıklardaki Spor Çimlenmesi

Z. tritici'nin *in vitro*'da miseliyal gelişmesi ve sporulasyonu üzerine yapılan bazı çalışmalarda, elde ettiğimiz bulgularla benzerlikler görülmektedir. Finci ve Yılmaz (1982), patojenin miseliyal gelişmesinin çok yavaş olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada, miseliyal gelişmeyi Elliot-V8, Richard's-V8 ve Kuru Bezelye Dekstrozu Agar ortamlarında test etmiş, ancak patojenin tek spordan geliştirilmesinde bu ortamlarda 1 ay sürede 1-1.5cm çapında koloniler elde edebilmişlerdir. Saidi ve ark. (2012) da miseliyal gelişme için 18-20 °C sıcaklığın daha iyi olduğunu ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamızda en iyi miseliyal gelişme sıcaklığı 20 °C olarak elde edilmiştir.

Guo ve Verrett (2008), *in vitro*' da Malt Yeast Ekstrakt Agar ortamının özellikle spor üretiminde daha iyi olduğunu ve 1.82×10^9 spor/petri oranında spor elde ettiklerini bildirmiştir. Araştırmacılar sıvı Malt Yeast Broth ortamında ise 5-9 pH aralığında 1.27×10^8 spor/ml elde etmişlerdir. Ancak buğday yaprak ekstraktı ve sıvı Patates Broth ortamının çok daha yüksek spor ürettiğini bildirmişlerdir. Bu

bulgu bizim çalışmamızda 15 °C sıcaklıkta PDA ortamında spor üretiminin en yüksek bulunması ile uyushmaktadır. Başka bir çalışmada, Saidi ve ark. (2012), en iyi spor üretimini katı YMDA (1.7×10^9 spor/ml) ve sıvı YMB (2.3×10^9 spor/ml) ortamlarından elde etmişlerdir.

Spor çimlenmesi ve çim borusu gelişiminin sıcaklıkla ilişkisini de araştıran Guo ve Verrett (2008), 30 °C sıcaklıkta spor çimlenmesinin önemli düzeyde engellendiğini ifade etmişlerdir. Bizim çalışmamızda 20°C sporlar %60.9 oranında çimlenirken, bu oran 30°C azalarak, %30.5'e kadar düşmüştür.

4.3. Işıklanmanın *in vitro*'da Patojen Üzerine Etkileri

Bu çalışmada, miseliyal gelişme üzerine besi ortamı ve inkübasyon sıcaklığının etkisinin denendiği çalışma bulguları doğrultusunda, ışıklanma etkisini araştırmak için MYA besi ortamı ve 20 °C inkübasyon sıcaklığı sabit tutulmuştur. Çalışma bu ortam ve sıcaklık koşullarında farklı ışıklanmanın miseliyal gelişme, spor üretimi ve spor çimlenmesi üzerine etkileri olarak yürütülmüştür. Farklı ışıklanmanın etkisini araştırmak amacıyla, NUV (yakın ultraviyole; 300-400nm), beyaz ışık ve karanlık kombinasyonlarının yer aldığı inkübatör ortamları sağlanmıştır.

4.3.1. Işıklanmanın Miseliyal Gelişme Üzerine Etkisi

Patojen *Z. tritici* izolatu, MYA besi ortamı içeren petrilerde 20 °C sıcaklıkta ve farklı ışıklanma sağlanan inkübatörlerde 3 hafta süre ile geliştirildikten sonra ölçülen koloni çapları Çizelge 4.6 ve Şekil 4.5'de görülmektedir.

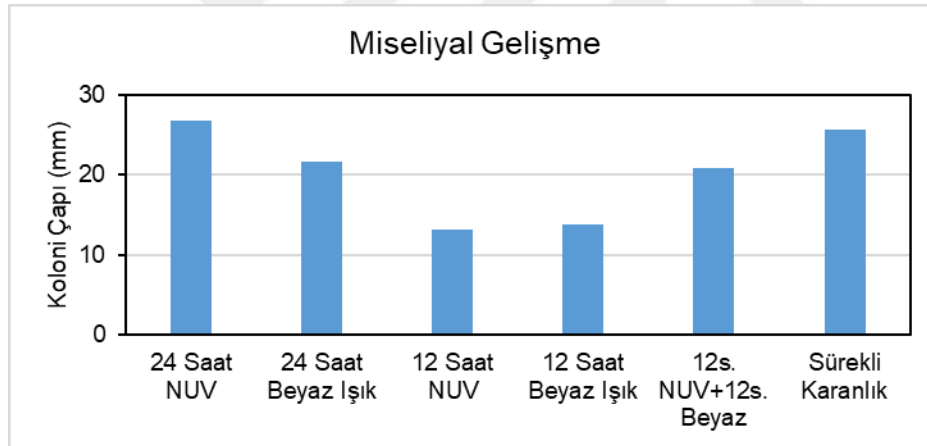
İnkübasyon süresince sürekli NUV ışık, sürekli beyaz ışık, sürekli karanlık ve 12'şer saatlik periyotlarda NUV-beyaz ışık kombinasyonu benzer sonuçlar vererek 20.8-26.8mm arasında miseliyal gelişme sağlanmıştır. İstatistiksel olarak bu dört uygulama farklılık göstermese de sürekli NUV ışık ve sürekli karanlık koşullarda miseliyal gelişme diğerlerinden daha fazla olmuştur. NUV ışık veya beyaz ışık 12 saatlik periyotlarda karanlık ile kombine edildiği zaman miseliyal

gelişme yavaşlamış ve bu uygulamalarda koloni çapı sırasıyla 13.2 ve 13.8mm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.5).

Çizelge 4.6. MYA Ortamı ve 20 °C Sıcaklıkta Farklı Işıklanma Ortamlarında *Z. tritici*'nin Miseliyal Gelişmesi

Işıklanma Tipi	Koloni Çapı (mm)
24 Saat NUV	26,8 a*
24 Saat Beyaz Işık	21,7 a
12 Saat NUV	13,2 b
12 Saat Beyaz Işık	13,8 b
12s. NUV+12s. Beyaz	20,8 a
Sürekli Karanlık	25,7 a
LSD (0.05) : 6,09	

* Farklı harfi içeren ortalamalar LSD (0.05) testine göre farklıdır.



Şekil 4.5. *Z. tritici*'nin Farklı Işıklanmadaki Miseliyal Gelişmesi

4.3.2. Işıklanmanın Spor Oluşumu Üzerine Etkisi

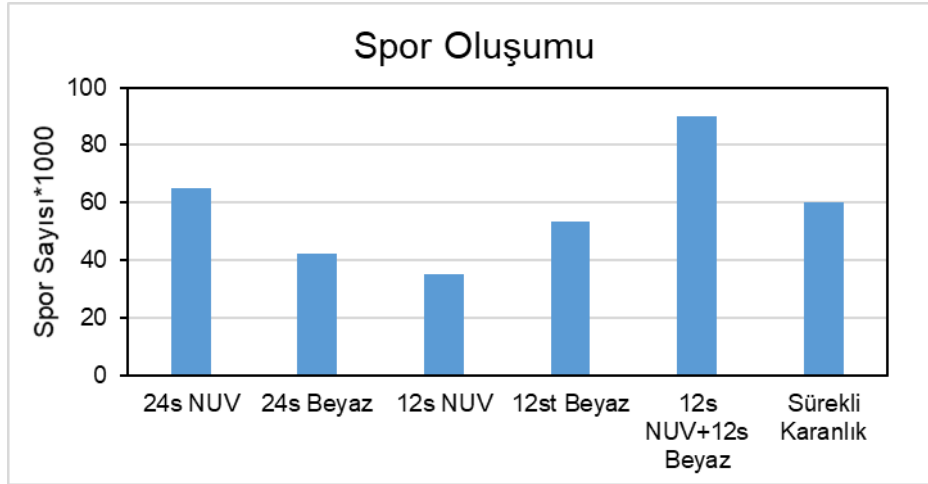
Farklı ışıklanma koşullarında (NUV, beyaz ışık ve karanlık) 3 hafta süreyle inkübasyona bırakılan patojen kültürlerinde koloni çapı ölçümlerinin yapıldığı sırada, *Z. tritici*'i kolonisinin piknidyum oluşan bölümlerinden alınan piknidyumlu miseliyal disklerde oluşturulan spor miktarları 3 ml suda süspanse edilerek sayılmış

ve ml'deki spor miktarı hesaplanmıştır. Farklı ışıklandırma koşullarında gelişen *Z. tritici* kolonilerinin spor üretme potansiyelleri farklılık göstermiştir. En yüksek spor üretimi 12 saat NUV ve 12 saat beyaz ışık kombinasyonundan elde edilmiştir. Bu uygulamada elde edilen spor miktarı 90.000 spor/ml olarak diğer uygulamalardan istatistiksel olarak farklı olmuştur. Bu uygulamayı 24 saat NUV ışıklandırma 65.000 spor/ml ile izlemiştir. Karanlık koşullarda inkubasyonda 60.000 spor/ml elde edilirken, sürekli beyaz ışık ise spor oluşumunun azalmasına (35.000 spor/ml) neden olmuştur (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.6).

Çizelge 4.7. MYA Ortamı ve 20 °C Sıcaklıkta Farklı Işıklandırma Ortamlarında *Z. tritici*'nin Spor Oluşturması

Işıklandırma Tipi	Spor Sayısı *1000/ ml
24s NUV	65,0 b
24s Beyaz	42,5 cd
12s NUV	35,0 d
12s Beyaz	53,3 bcd
12s NUV+12s Beyaz	90,0 a
Sürekli Karanlık	60,0 bc
LSD (0.05) : 22,26	

* Farklı harfi içeren ortalamalar LSD (0.05) testine göre farklıdır.



Şekil 4.6. *Z. tritici*'nin Farklı Işıklandırmadaki Spor Oluşumu

4.3.3. Işıklanmanın Spor Çimlenmesi Üzerine Etkisi

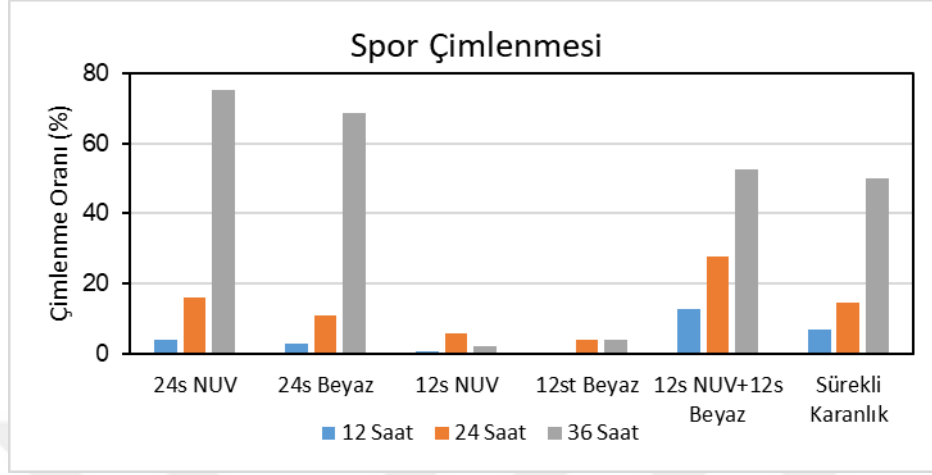
Z.tritici'nin 2 aylık olgunlaşmış kültüründeki piknidyumlardan elde edilen pikniospor süspansiyonu NUV, beyaz ışık ve karanlık koşulların sürekli veya fasıllı olarak sağlandığı koşullarda çimlendirme denemesine alınmışlardır. Bu amaçla sporların çimlenme oranları 12, 24 ve 36. saatlerde yapılan sayımlarla belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 4.8 ve Şekil 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8'de görüleceği gibi NUV ışığın tek başına veya beyaz ışıkla birlikte ardışık kullanımı spor çimlenmesini pozitif yönde etkilemiş ve en yüksek çimlenme oranı bu uygulamalardan elde edilmiştir. Çimlenme oranı %31.7 ve 30.9 olan bu uygulamalar istatistiksel olarak benzer ve diğer tüm uygulamalardan farklı olmuştur. Bu uygulamaları sürekli beyaz ışık ve sürekli karanlık koşullar, sırasıyla %27.4 ve 23.9 çimlenme oranları ile izlemiştir. Bir günlük sürede sadece 12 saat NUV veya 12 saat beyaz ışık uygulamalarında çimlenme oranı oldukça azalmış ve sırasıyla %2.9 ve 2.8 olmuştur. Sonuçlar bize NUV ve beyaz ışığın sürekli uygulanmasının spor çimlenmesini teşvik ettiğini göstermiştir (Şekil 4.7).

Çizelge 4.8. MYA Ortamı ve 20°C Sıcaklıkta Farklı Işıklanma Ortamlarında *Z. tritici*'nin Spor Çimlenmesi

Işıklanma Tipi	Spor Çimlenme Oranı (%)			Ortalama
	12 Saat	24 Saat	36 Saat	
24 Saat NUV	4,0 gh*	15,9 e	75,2 a	31,7 A
24 Saat Beyaz Işık	3,0 gh*	10,9 ef	68,4 b	27,4 B
12 Saat NUV	0,7 h	5,7 fgh	2,3 gh	2,9 C
12 Saat Beyaz Işık	0,4 h	4,0 gh	3,9 gh	2,8 C
12s. NUV+12s. B.	12,6 e	27,6 d	52,4 c	30,9 A
Sürekli Karanlık	7,1 fg	14,5 e	50,1 c	23,9 B
Ortalama	4,6 C	13,1 B	42,1 A	
LSD (0.05); Işıklanma: 3.18 ; Süre: 2.25 ; Işıklanma*Süre: 5.50				

* Farklı harfi içeren ortalamalar LSD (0.05) testine göre farklıdır. Sütun içerisindeki büyük ışıklandırma tipinin, satır içerisindeki büyük harfler sürenin, küçük harfler ışıklandırma tipi*süre etkileşiminin farkını gösterir



Şekil 4.7. *Z. tritici*'nin Farklı Işıklanmadaki Spor Çimlenmesi

Işıklanmanın *in vitro*'da fungusun gelişimi üzerine etkileri konusunda az sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak, karanlık koşullarda inkübasyonun spor oluşumunu önemli düzeyde azalttığı bildirilmiştir (Guo ve Verrett 2008). Saidi ve ark. (2012), ise sürekli karanlıktan ziyade, 12 saat aydınlık/karanlık koşullarda en iyi spor üretimi olduğunu saptamışlardır. Bu bildirişler özellikle spor oluşumu ve çimlenmede ışığın önemli olduğunu gösteren bizim bulgularımızla benzerlik göstermektedir. Eyal ve ark. (1987) da tarla koşullarında spor çimlenmesi ve miseliyal gelişme için 8-12.000 lüks, piknidium oluşumu için 2000 lüks ışık gerektiğini ifade etmişlerdir.

4.4. Sıcaklık ve Yaprak Islaklığının Patojen İnfeksiyonları ve Hastalık Gelişimi Üzerine Etkileri

Zymnoseptoria tritici'nin enfeksiyon oluşumu ve hastalık gelişimine sıcaklık ve yaprak ıslaklığının etkileri Adana-99 ve Ceyhan-99 buğday çeşitleri üzerinde araştırılmıştır. Çalışma 15 °C, 20 °C, 25 °C, 30 °C olmak üzere 4 farklı sıcaklıkta ve 4 saat, 6 saat, 12 saat yaprak ıslaklık sürelerinde kurgulanmıştır. İklim odasında tesadüf parselleri deneme deseninde 2 faktörlü olarak kurulan bu denemede, spor süspansiyonu püskürtme şeklinde uygulanmıştır. İnokulasyondan

sonra 4 saat, 6 saat ve 12 saat ıslaklığı korunan yapraklar, daha sonra kurutularak farklı sıcaklıklarda 21 gün tutulmuş ve daha sonra 0-5 skalasına göre hastalık gelişimi değerlendirilmiştir (Çizelge 4.9-4.10 ve Şekil 4.8-4.9).

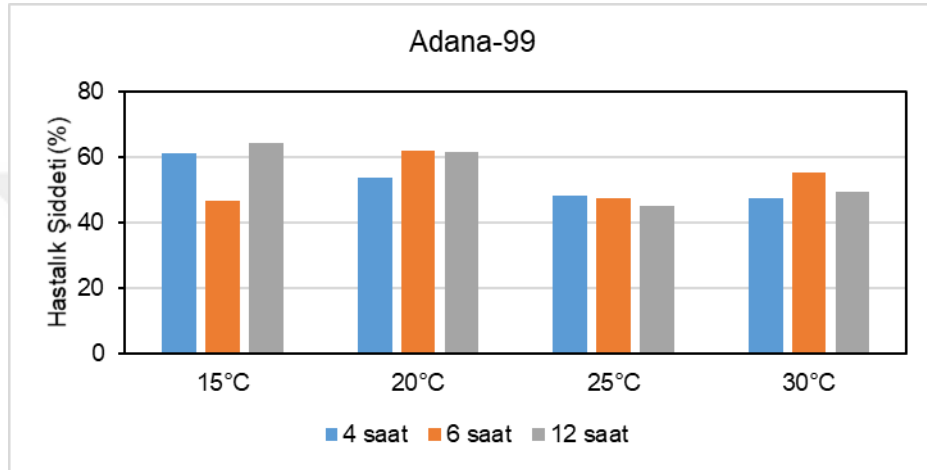
Çizelge 4.9. Adana-99 Buğday Çeşidinde Sıcaklık ve Sürenin *Z. tritici*'nin Enfeksiyonları Üzerine Etkileri (% Hastalık Şiddeti)

Sıcaklık	Islaklık Süresi			
	4 saat	6 saat	12 saat	Ortalama
15°C	61,2 abc*	46,8 de	64,4 a	57,5 A
20°C	53,6 cd	62,0 ab	61,6 abc	59,1 A
25°C	48,4 de	47,6 de	45,2 e	47,1 B
30°C	47,6 de	55,2 bc	49,6 de	50,8 B
Ortalama	52,7 A	52,9 A	55,2 A	
LSD (0.05); Sıcaklık:4.77 ; Islaklık süresi: 4.10 ; Sıcaklık*Islaklık süresi: 8.26				

* Farklı harfi içeren ortalamalar LSD (0.05) testine göre farklıdır. Sütun içerisindeki büyük harfler sıcaklığın, satır içerisindeki büyük harfler yaprak ıslaklık süresinin, küçük harfler süre*sıcaklık interaksyonunun farkını gösterir

Adana-99 buğday çeşidinde yürütülen çalışmada sıcaklıklar hastalık gelişimi üzerine farklı etki göstermiştir. En yüksek hastalık şiddeti değerleri 15 °C ve 20 °C sıcaklıklarda geliştirilen bitkilerde, sırasıyla %57.5 ve %59.1 olarak gerçekleşmiştir. Bu iki sıcaklıkta hastalık oluşumu istatistiksel olarak benzerlik gösterirken, 25 °C ve 30 °C sıcaklıklarda tutulan bitkilerde daha düşük hastalık gelişimi olmuştur. Bu sıcaklıklar da %47.1 ve %50.8 değerleri ile ayrı bir grupta yer almışlardır. Adana-99 buğday çeşidinde yapılan inokulasyonlarda yaprak ıslaklık süreleri hastalık oluşumu üzerinde bir farklılık yaratmamış ve %52.7-%55.2 arasında hastalık şiddeti elde edilmiştir. İnkübasyon sıcaklığı ve yaprak ıslaklık süresi interaksyonu istatistiksel olarak hastalık oluşumu üzerine farklı etki göstermiştir. En yüksek hastalık oluşumu, %64.4'lük bir oranla, 15 °C sıcaklıkta 12 saatlik yaprak ıslaklığında elde edilmiştir. Bunu çok küçük farklar ile aynı sıcaklıkta 4 saat yaprak ıslaklığı (% 61.2) ve 20 °C sıcaklıkta 6 saat (%62.0) ve 12

saatlik (%61.6) yaprak ıslaklığı koşulları izlemiştir. Ancak bu kombinasyonlar istatistiksel olarak benzer olmuşlardır. En az hastalık şiddeti ise 25 °C ve 30 °C sıcaklıklardaki kombinasyonlarda elde edilmesine rağmen, bu kombinasyonlarda hastalık şiddeti en düşük %45.2 olmuştur (Çizelge 4.9 ve Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Adana-99 Buğday Çeşidinde Sıcaklık ve Sürede *Z. tritici*'nin Hastalık Oluşturması

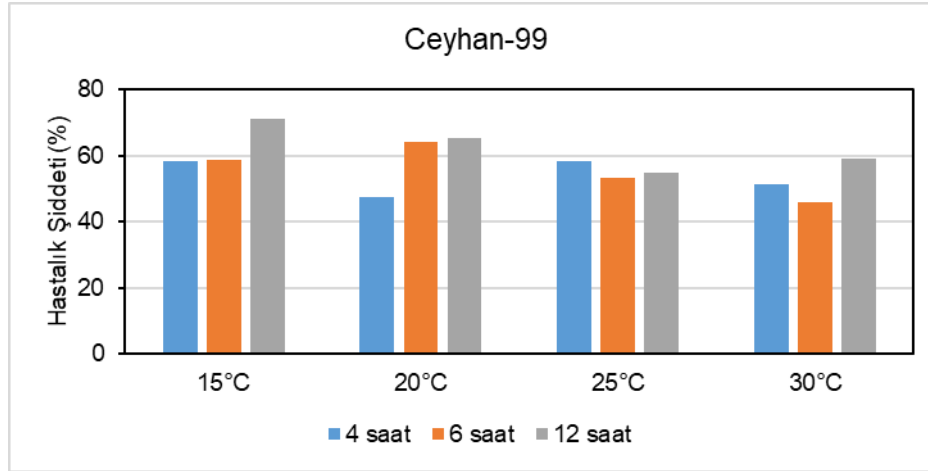
Ceyhan-99 buğday çeşidinde yürütülen patojenite çalışması, Adana-99'dan biraz farklılık göstermiştir. Bu çeşitte de inkübasyon sıcaklıkları hastalık gelişimi üzerine farklı etki göstermiş ve %62.8 hastalık şiddeti ile 15 °C sıcaklık ön plana çıkmıştır. Bunu 20 °C inkübasyon sıcaklığı 58.9 hastalık şiddeti ile izlemiştir. En az hastalık gelişimi ise 30 °C sıcaklıkta %52.1 olarak gerçekleşmiştir. Bu buğday çeşidi ile yürütülen çalışmada 12 saatlik yaprak ıslaklığı en yüksek hastalık şiddetini göstermiştir (% 62.6). Yaprak ıslaklığının 4 ve 6 saat olduğu durumlarda ortalama hastalık şiddeti, sırasıyla %53.9 ve %55.5 değerleri ile benzer olmuşlardır. Ceyhan-99 buğday çeşidinde de inkübasyon sıcaklığı ve yaprak ıslaklık süresi interaksyonu istatistiksel olarak hastalık oluşumu üzerine farklı etki göstermiştir. Benzer şekilde yine en yüksek hastalık gelişimi 15 °C sıcaklık ve 12 saat yaprak ıslaklık kombinasyonundan elde edilmiştir. Bu kombinasyonda %71.2

oranında hastalık şiddeti gelişirken, en az hastalık gelişimi 30 °C sıcaklıkta 6 saat ıslaklık kombinasyonunda elde edilmiştir (%46.0). Bu çeşitte de sıcaklık artışı ile hastalık oluşumu azalmıştır (Çizelge 4.10 ve Şekil 4.9).

Çizelge 4.10. Ceyhan-99 Buğday Çeşidinde Sıcaklık ve Sürenin *Z. tritici*'nin İnfeksiyonları Üzerine Etkileri (% Hastalık Şiddeti)

Sıcaklık	Islaklık Süresi			
	4 saat	6 saat	12 saat	Ortalama
15°C	58,4 bcd*	58,8 bcd	71,2 a	62,8 A
20°C	47,6 e	64,0 abc	65,2 ab	58,9 AB
25°C	58,4 bcd	53,2 de	54,8 cde	55,5 BC
30°C	51,2 de	46,0 e	59,2 bcd	52,1 C
Ortalama	53,9 B	55,5 B	62,6 A	
LSD (0.05); Sıcaklık:5.26; Islaklık süresi: 4.52; Sıcaklık*Islaklık süresi: 9.10				

* Farklı harfi içeren ortalamalar LSD (0.05) testine göre farklıdır. Sütun içerisindeki büyük harfler sıcaklığın, satır içerisindeki büyük harfler yaprak ıslaklık süresinin, küçük harfler süre*sıcaklık interaksyonunun farkını gösterir



Şekil 4.9. Ceyhan-99 Buğday Çeşidinde Sıcaklık ve Sürede *Z. tritici*'nin Hastalık Oluşturması

Fungal sporların çimlenebilmesi için yaprak ıslaklığı pekçok durumda önemlidir. Ancak bunun süresi, sıcaklığa bağlı olarak değişebilir. Eğer bir patojen stoma gibi doğal açıklıktan penetrasyonu gerçekleştiriyorsa, spor çimlenme koşulları sağlandıktan sonra daha kısa sürede penetrasyonu gerçekleştirebilecektir. Bizim çalışmamızda, 4 saat yaprak ıslaklığın da enfeksiyonların oluşması bu durumu doğrular niteliktedir. Chungu ve ark. (2001), 22 °C gündüz ve 15 °C gece sıcaklıkları sağlanan koşullarda, 48-72 saat nemli ortamda 10^7 spor/ml konsantrasyondaki spor süspansiyonu ile en iyi enfeksiyon gelişiminin olduğunu bildirmişlerdir. Saidi ve ark. (2012) ise PDA ortamında spor oluşumu az olsa da, bu ortamdaki sporların patojenitede daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir. Görüldüğü gibi sadece yaprak ıslaklığı değil, ortam sıcaklığı, nisbi nem fazlalığı ve patojen sporlarının oluştuğu koşullar enfeksiyonlarda önemli olabilmektedir.

4.5. Tarlada Septorya Yaprak Lekesi Hastalığının Çıkışı ile Meteorolojik Verilerin İlişkisi

Septorya Yaprak Lekesi hastalığının tarla koşullarında ortaya çıkışı Adana ili Yüreğir (Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü-Hacıali) ve Ceyhan (Çukurova Tarım İşletmesi-Mercimek) ilçelerinde 2017-2018 ve 2018-2019 üretim dönemleri olmak üzere 2 yıl peş peşe gözlenmiştir. Her iki yılda da buğdayın kardeşlenme döneminden başlayarak periyodik aralıklarla yürütülen tarla gözlemlerinde, hastalığın ilk yaprak lekesi belirtilerinin görüldüğü tarih belirlenmiş ve hastalık seyri piknidium oluşumu, lekelerin yoğunlaşması gibi gelişme seyri not edilmiştir. Lekelerin yoğunlaştığı Nisan ayı içerisinde ise hastalık görünümü 0-5 skalası ile değerlendirilerek hastalık şiddeti hesaplanmıştır (Çizelge 4.11 ve 4.13). Gözlemlerin yapıldığı bu dönem içerisinde Metos ile kaydedilen iklimsel veriler (Ek 2-5), şubat, mart ve nisan ayları ortalaması olarak düzenlenerek (Çizelge 4.12 ve 4.14) hastalık seyri ile ilişkilendirilmeye çalışılmıştır.

2017-2018 Buğday Üretim Dönemi: Birinci yıl yapılan ilk tarla gözlemlerinde Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Hacıali yerleşkesinde

iki buğday çeşidinde (Adana-99 ve Ceyhan-99), Çukurova Tarım İşletmesi'nin Mercimek lokasyonunda ise sadece Ceyhan-99 buğday çeşidi ekilişinde gözlemler yürütülmüştür. Hacıali deneme alanlarında Adana-99 ve Ceyhan-99 buğday çeşitlerinde hastalık çıkış tarihleri farklılık gösterse de buğday ekilişinden itibaren, sırasıyla 115. ve 119. günlerde ilk yaprak lekeleri görülmüştür. Lekelerde piknidium oluşumu ise buğday gelişmesinin 130. ve 126. günlerinde gerçekleşmiştir. Benzer şekilde her iki çeşitte hastalık lekelerinin yoğunlaşması 143. ve 140. günlere rastlamıştır. Görüldüğü gibi hastalık gelişimi tarihsel olmaktan çok, bitki vejetasyonuna bağlı olarak gelişme göstermiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Adana ve Ceyhan 2017-2018 Yetiştirme Döneminde Buğday Ekim Alanlarında *Z. tritici* Enfeksiyonlarının Gelişimi ve Hastalık Şiddeti

TARİH	Hacıali (Yüreğir)				Mercimek (Ceyhan)	
	Adana-99 27.11.2017*	Gün** 0	Ceyhan-99 9.11.2017*	Gün** 0	Ceyhan-99 15.11.2017*	Gün** 0
7.02.2018	-	72	-	90	-	84
15.02.2018	-	80	-	98	Yaprak Lekesi	92
22.02.2018	-	87	-	105	Yaprak Lekesi	99
1.03.2018	-	94	-	112	Yaprak Lekesi	106
8.03.2018	-	101	Yaprak Lekesi	119	Piknitli Leke	113
15.03.2018	-	108	Piknitli Leke	126	Piknitli Leke	120
22.03.2018	Yaprak Lekesi	115	Piknitli Leke	133	Piknitli Leke	127
29.03.2018	Yaprak Lekesi	122	Yoğun Leke	140	Piknitli Leke	134
6.04.2018	Piknitli Leke	130	Yoğun Leke	148	Piknitli Leke	142
12.04.2018	Piknitli Leke	136	Yoğun Leke	154	Piknitli Leke	148
19.04.2018	Yoğun Leke	143	Yoğun Leke	161	Piknitli Leke	155
H.Ş.***	75,0	150	60,5	168	25,9	162

*) Çeşit ve Ekim tarihi; **) Ekimden sonra geçen süre; ***) Hastalık şiddeti (%)

Z. tritici yavaş gelişen bir patojendir. *In vitro* çalışmaların da gösterdiği gibi patojen inokulasyonu ile hastalık semptomlarının gelişmesi optimum koşullarda 2-3 haftalık bir zamanı bulabilmektedir. Bu nedenle tarla koşullarında patojen enfeksiyonları ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü Mart ayından, tahminen

2 hafta önce başlamış olabilir. Buradan hareketle bir önceki ayın sıcaklık değerleri, yağışlı gün sayısı ve yağış miktarı önem kazanabilir. Bu yılın Şubat ayına ait yağışlı gün sayısı 16 olmuş, ancak yağış miktarı toplam 71.8 mm olarak gerçekleşmiştir. Bu durumda, sporların peritesyum veya piknidyumdan salınması için yüksek yağış gerektirmediğini göstermektedir. Bu zaman aralığında 12.6 °C ortalama sıcaklık (minimum 7.1 °C; maksimum 20.2 °C), iklim odasında yürütülen sıcaklık ve yaprak ıslaklığı koşullarındaki 15 °C, en iyi hastalık oluşumu değerini doğrular görünmektedir.

Adana-99 ve Ceyhan-99 buğday çeşitlerinde hastalık şiddeti ise, sırasıyla % 75.0 ve %60.5 olmuştur. Oysa Adana-99 da, bitki gelişiminin 150. gününde değerlendirme yapılmışken, Ceyhan-99'da gelişmenin 168. günde olmuştur. Bu durum bize Ceyhan-99'da hastalık şiddetinin daha yavaş seyrettiğini gösterebilir. Yine de yüksek sayılacak hastalık şiddeti ortaya çıkışı, Mart ve Nisan aylarında ortalama 15.8 °C ve 18.5 °C gibi, patojen gelişmesi için uygun sıcaklıklar ve yağış miktarı az da olsa, 16 ve 13 günlük yağışlı bir dönemin varlığı ile ilişkili olabilir.

Birinci gözlem yılında Çukurova Tarım İşletmesi Mercimek lokasyonunda ise Ceyhan-99 buğday çeşidinde ilk yaprak lekeleri buğday gelişmesinin 92. günü gibi, Hacıali lokasyonuna kıyasla çok erken zamanda başlamıştır (Çizelge 4.11). Oysa 2018 yılı yağışlı gün sayısı ve yağış miktarı Hacıali lokasyonundan daha düşük seyretmiştir. Bu durumda, ilk enfeksiyon için spor salınmasında minimum ve maksimum sıcaklıklar arasındaki farkın fazlalığının etken olabileceğini düşündürmektedir. Hastalık belirtilerinin ilk görülmeye başlandığı Şubat ayında minimum sıcaklık ortalaması Ceyhan'da 5.2 °C olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.12) Ceyhan'da hastalık çok erken başlamış olsa da, buğday gelişmesinin 162nci gününde yapılan hastalık değerlendirmesinde %25.9 gibi düşük bir hastalık şiddeti elde edilmiştir (Çizelge 4.11). Bu durum, Hacıali lokasyonunda aynı çeşitte ve yakın iklimsel koşullarda %60.5 hastalık şiddeti ile tezatlık oluşturmaktadır. Ayrıca bu durum bölgede var olan *Z. tritici* izolatlarının virülensliklerini sorgulaması gerekliliğini de göstermektedir.

Çizelge 4.12. Buğday Gelişme Döneminde Adana ve Ceyhan Deneme Alanlarının 2018 Yılı Meteorolojik Verileri

Hacıali	Yağışlı gün	Σ Yağış (mm)	Orantılı Nem (%)	Min. Sıc. (°C)	Maks. Sıc. (°C)	Ort. Sıc. (°C)
Şubat 2018	16	71,8	81,5	7,1	20,2	12,6
Mart	16	34,8	79,6	9,7	23,6	15,8
Nisan	13	49,0	70,5	10,6	28,3	18,5
Mercimek	Yağışlı gün	Σ Yağış (mm)	Orantılı Nem (%)	Min. Sıc. (°C)	Maks. Sıc. (°C)	Ort. Sıc. (°C)
Şubat 2018	13	62,4	77,2	5,2	20,1	11,7
Mart	15	39,2	76,6	7,9	24,2	15,2
Nisan	7	35,6	61,5	9,7	28,7	18,6

2018-2019 Buğday Üretim Dönemi: İkinci yıl yapılan tarla gözlemlerinde Hacıali lokasyonunda Adana-99 buğday çeşidinde, Çukurova Tarım İşletmesi, Mercimek lokasyonunda ise Adana-99 ve Ceyhan-99 olmak üzere 2 buğday çeşidi ekilişinde gözlemler yürütülmüştür. Bu deneme yılında, Hacıali ve Mercimek lokasyonlarındaki tüm deneme alanlarındaki hastalık çıkışı buğday ekiminden 98-100 gün sonra görülmüştür. Hastalık çıkışından önceki Şubat ayında, Mercimek’de 23 yağışlı gün ve 66 mm yağış gerçekleşirken, Hacıali iklim istasyonunda hiç yağış kaydedilmemiştir. Ancak her iki lokasyonda da aynı zamanda hastalık çıkışı olmuştur. Yağış olmamasına rağmen Şubat ve Mart ayları özellikle Akdeniz ikliminde mevsim geçişlerinin olduğu dönem olup, gece-gündüz sıcaklık farklılıkları yoğun çiğ oluşumuna neden olmaktadır. Bu durumda, spor salımında yağışların zorunlu olmayacağı ve çiğ oluşumunun da yeterli olabileceği düşüncesini ortaya çıkarmıştır (Çizelge 4.13 ve 4.14).

Her iki bölgede de hastalık çıkışı aynı zamanda olmasına rağmen, piknidyum oluşumu Hacıali lokasyonunda 108. günde görülürken, Mercimek lokasyonunda her iki çeşitte de 119. günde gerçekleşmiştir. Her iki lokasyonda da hastalık belirtilerinin görülmesinden sonra benzer iklim koşullarının gerçekleşmesi nedeniyle, piknidyum oluşumunda ortaya çıkan farklılık, bölgede baskın patojen

izolatlarının virülenslik özellikleri ile ilişkili olabilir. Nitekim buğday ekiminin 156. ve 154. günlerinde yapılan hastalık değerlendirmesinde, Hacıali’de bitkilerde %53.0 oranında hastalık şiddeti gerçekleşirken, Mercimek’de %42.9-44.6 gibi daha düşük hastalık şiddeti, belki de virülenslikle açıklanabilir.

Çizelge 4.13. Adana ve Ceyhan 2018-2019 Yetiştirme Döneminde Buğday Ekim Alanlarında *Z. tritici* Enfeksiyonlarının Gelişimi ve Hastalık Şiddeti

TARİH	Hacıali (Yüreğir)		Mercimek (Ceyhan)			
	Adana-99*	Gün**	Adana-99*	Gün**	Ceyhan-99*	Gün**
	13.11.2018	0	15.11.2018	0	15.11.2018	0
7.02.2019	-	86	-	84	-	84
15.02.2019	-	94	-	92	-	92
21.02.2019	Yaprak Lekesi	100	Yaprak Lekesi	98	Yaprak Lekesi	98
1.03.2019	Piknitli Leke	108	Yaprak Lekesi	106	Yaprak Lekesi	106
7.03.2019	Piknitli Leke	114	Yaprak Lekesi	112	Yaprak Lekesi	112
14.03.2019	Piknitli Leke	121	Piknitli Leke	119	Piknitli Leke	119
21.03.2019	Piknitli Leke	128	Piknitli Leke	126	Piknitli Leke	126
29.03.2019	Piknitli Leke	136	Piknitli Leke	134	Piknitli Leke	134
5.04.2019	Piknitli Leke	143	Piknitli Leke	141	Piknitli Leke	141
11.04.2019	Yoğun Leke	149	Yoğun Leke	147	Yoğun Leke	147
H.Ş.***	53,0	156	44,6	154	42,9	154

*) Çeşit ve Ekim tarihi; **) Ekimden sonra geçen süre; ***) Hastalık şiddeti (%)

Çizelge 4.14. Buğday Gelişme Döneminde Adana ve Ceyhan Deneme Alanlarının 2019 Yılı Meteorolojik Verileri

Hacıali	Yağışlı gün	Σ Yağış (mm)	Orantılı Nem (%)	Min. Sıc. (°C)	Maks. Sıc. (°C)	Ort. Sıc. (°C)
Şubat 2019	0	0,0	83,1	5,9	17,7	10,9
Mart	10	59,4	80,4	6,8	20,8	12,9
Nisan	16	77,4	53,9	9,6	24,8	16,0
Mercimek	Yağışlı gün	Σ Yağış (mm)	Orantılı Nem (%)	Min. Sıc. (°C)	Maks. Sıc. (°C)	Ort. Sıc. (°C)
Şubat 2019	23	66,0	76,4	5,2	17,9	10,7
Mart	16	94,8	74,4	6,6	20,4	12,8
Nisan	14	93,6	72,6	9,5	24,5	16,0

Tarla koşullarında fungal parazitizm inokulum yoğunluğu, popülasyonun virülensliği, sıcaklık, yağış, ışık gibi iklimsel faktörlerle yakın ilişkilidir. Scharen (1999) penetrasyonun stomalardan olduğunu ve bu nedenle yaprak ıslaklığı ve ıslıklanmanın önemine değinmektedir. Eyal ve ark. (1987)' da Kasım-Mayıs arasında serin ve yağışlı yıllarda Septorya Yaprak Lekesi hastalığının epidemik olduğunu bildirmektedirler. Benzer şekilde Biçici ve ark. (2000), Mart-Nisan aylarında 10 gün geçen yağışlı periyotta epidemilerin oluşmasındaki önemini vurgulamaktadırlar.

Suffert ve Sache (2011), primer inokulum ve enfeksiyonun erken aşamalarının tam olarak anlaşılamadığını, ancak ıslak/kuru periyotların ardışık olmasının askospor ve pikniospor üretiminde önemli olduğunu belirtmiştir. Bu bulgu yağışsız geçen Şubat ayından sonra enfeksiyon oluşumunu gözlediğimiz bulgularımızı doğrulamaktadır. Benzer şekilde, Kılınç ve ark. (2021b) da ilk enfeksiyonların ortaya çıkışında 1 mm yağışın yeterli olabileceğini söylemişlerdir.

Suffert ve ark. (2011), askosporlarla ilk enfeksiyonlarda önceki yılın bulaşık buğday kalıntılarının önemli olduğunu ve komşu tarlalardaki inokulumun da hastalık gelişmesine katkı sağladığını ifade etmektedir. Bu inokulum askospor ve pikniosporlardan oluşmaktadır. Morais (2015), askosporların birincil,

pikniosporların ise ikincil enfeksiyonlarda önemli olduğunu belirtmiştir. Ayrıca askospor enfeksiyonunda hastalık belirtilerinin ortaya çıkışına kadar geçen gizli dönemin daha uzun olduğunu söylemektedir. Zearfoss ve ark. (2011), bu gizli latent dönemin geçmesi için 384.6 derece sıcaklık toplamı gerektiğini saptamışlardır. Hehir ve ark. (2018) ise, ilk enfeksiyon sonrası gizli dönemin bitiminde piknidlerin görüldüğünü ve hızla gelişen bir nekrotrofik aşamanın ortaya çıktığını söylemektedir. Bizim bulgularımızda, bazı durumlarda semptom oluşumundan hemen sonra piknidial formun görülmesi ve hızlı hastalık gelişimi bu durum ile açıklanabilir.

Hastalığın yıllara göre farklılık göstermesi, Gigot ve ark. (2013)'nın bulguları ile de açıklanabilir. Bu araştırmacılar, tarlada kendi gelen buğdaylar nedeniyle oluşan karışık popülasyonların hastalık oluşumunu azalttığını ve bu durumun sonraki yıllara da yansıyabileceğini ifade etmişlerdir. Aynı tarlada farklı yıllarda farklı çeşitlerin yetiştirilmesi bu karışık popülasyonu doğurabilir. Ayrıca komşu tarlalardaki karışık popülasyonda gelişen patojen izolatları da hastalık gelişimini etkileyebilecektir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Buğdayda Septorya Yaprak Lekesi hastalığı etmeni *Zymoseptoria tritici*'nin biyolojisi ve epidemiyolojisine yönelik yürütülen bu çalışmada, Adana-99 ve Ceyhan-99 buğday çeşitlerinin her ikisi de patojenite testlerinde benzer duyarlılık göstermiştir. Hastalık oluşumu 20 °C sıcaklıkta %37.2-54.4 arasında gerçekleşmiş ve diğer sıcaklıklara göre en yüksek hastalık şiddetini sonuçlamıştır. Spor süspansiyonunun püskürtme veya yaprağa sürülmesi enfeksiyon oluşumunda bir fark yaratmamıştır.

In vitro'da patojenin miseliyal gelişmesi besi ortamlarına göre farklılık göstermemiştir. Patojenin miseliyal gelişmesi, inkübasyon sıcaklıklarına göre farklılık göstermiş, 20 °C sıcaklıkta en iyi (32.5 mm) miseliyal gelişme elde edilmiştir. Sıcaklığın azalması veya artması miseliyal gelişmeyi yavaşlatmıştır. Ayrıca sürekli NUV (veya beyaz) ışık veya karanlık koşullarda miseliyal gelişme daha iyi olmuştur. Ancak 12'şer saat aralıklı ışık ve karanlık kombinasyonu miseliyal gelişmeyi azaltmıştır.

In vitro'da en fazla spor oluşumu PDA ortamında, 15 °C sıcaklıkta gerçekleşmiştir. Inkübasyon sıcaklığının yükselmesi bütün besi ortamlarında spor oluşumunu azaltmış ve en düşük spor oluşumu 30 °C sıcaklıkta gerçekleşmiştir. Inkübasyon sırasında ışıklandırma da spor oluşumunu olumlu yönde etkilemiş ve en yüksek spor üretimi 12 saat NUV+12 saat Beyaz ışık koşullarında elde edilmiştir.

Spor çimlenmesi 20 °C sıcaklıkta 36 saatlik sürenin sonunda en iyi gerçekleşmiştir. MEA, MYA ve YMDA ortamları 36 saatlik sürede PDA'ya göre spor çimlenmesini teşvik etmiştir. Işıklanma da spor çimlenmesini etkilemiştir. En iyi spor çimlenmesi sürekli NUV ışık ve 12 saat NUV+12 saat Beyaz ışık koşullarında sağlanmıştır.

Z. tritici'nin buğday yapraklarına penetrasyonu, 15-30 °C arasındaki inkübasyon sıcaklıklarında, 4-8 saat arasındaki yaprak ıslaklık süreleriyle bir farklılık yaratmamıştır. Ancak penetrasyon ve simptom gelişimi 15 °C ve 20 °C

sıcaklıklarda daha iyi gerçekleşmiş, sıcaklığın artması hastalık oluşumunu azaltmıştır.

Tarlada hastalık çıkışı kontrollerinde 2017-2018 üretim döneminde Hacıali lokasyonunda hastalık çıkışı, Mercimek lokasyonuna göre çok daha geç olmasına karşın; Hacıali’de %60.5-75.0 gibi yüksek, Mercimekte ise %25.9 gibi daha düşük hastalık şiddeti olmuştur. Her iki bölgede de iklimsel veriler arasında önemli bir fark görülmemiştir. Bir sonraki yıl her iki bölgede de hastalık şiddeti yakın değerler göstermiş ve % 42.9-53.0 arasında değişmiştir.

Zymoseptoria tritici ile yürütülen *in vitro* çalışmalarda hızlı miseliyal gelişim ve bol spor üretiminin sağlanmasında besi yeri ve sıcaklığın önemli olduğu görülmüştür. Bu nedenle yürütülecek *in vitro* çalışmalarda amaç doğrultusunda hızlı miseliyal gelişim, bol spor üretimi ve spor çimlenmesi için uygun olan besi ortamı, inkübasyon sıcaklığı ve ışıklandırmanın göz önüne alınması çalışma kolaylığı ve başarısı sağlayacaktır.

Ayrıca bitkide enfeksiyonların gerçekleşmesi yaprak ıslaklık süresi ve sıcaklıkla yakın ilişkili olmuştur. Doğada ilk enfeksiyonlar 15 °C’den daha düşük sıcaklıklarda gerçekleşebilmektedir. Bu nedenle bu sıcaklıktan daha düşük sıcaklıkların da yaprak ıslaklık süresi ile ilişkisinin ortaya koyulması yarar sağlayacaktır.

Doğada hastalık çıkışı ve iklimsel veriler arasında ilişki kurabilmek için spor uçuşlarının belirlenmesi ve bunu etkileyen faktörleri incelemek gerekmektedir. Özellikle ilk enfeksiyonlarda askospor ve pikniosporun rollerini ve hangi koşullarda hangi spor formunun oluşumunun teşvik edildiğini ortaya koymak, hastalık gelişimini daha iyi anlamamıza yarar sağlayacaktır. Tabii ki spor oluşumunda etken olan iklimsel faktörlerin spor oluşumu spor uçuşu ve penetrasyonlarla ilişkisinin ortaya koyulmasında çoklu regresyon analizleri oluşturmak hastalığa karşı erken uyarı modeli geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Akçalı, E. ve Kurt, Ş., 2021. Some Epidemiological Studies on Rice Blast Disease Caused by *Pyricularia oryzae*. KSU J. Agric Nat 24(6): 1221-1229.
- Alamirew, B., M. Abera and A. Badebo. 2020. Effect of Septoria Leaf Blotch (*Mycosphaerella graminicola*) on Yield and Yield Components of Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) in Western Amhara, Ethiopia. Journal of Environmental and Agricultural Sciences. 22(1): 41-48.
- Anonim, 2022. Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. [https://arastirma.tarimorman.gov.tr/cukurovataem/Menu/25/Bugday- -Ekmeklik- -Makarnalik-](https://arastirma.tarimorman.gov.tr/cukurovataem/Menu/25/Bugday--Ekmeklik--Makarnalik-) (Erişim Tarihi:06.05.2022)
- Baccar, R., Fournier, C., Dornbusch, T., Andrieu, B., 2011. Modelling The Effect of Wheat Canopy Architecture as Affected by Sowing Density on *Septoria tritici* Epidemics Using a Coupled Epidemic–Virtual Plant Model. Annals of Botany. 108(6): 1179–1194.
- Biçici, M., Dinçer, N., Canihoş, Y., Erkilic, A., Karatoprak, G., Yağbasanlar, T., Genç, İ., Vakkasoğlu, F., Orhan, C., 2000. Çukurova Buğday Ekim Alanlarında Sarı Pas ve Septoria Yaprak Lekesi Hastalıklarının Kültürel ve Ön Tahmine Dayalı Kimyasal Pratiklerle Yönetimi. TÜBİTAK TOGTAG Proje No:1647. Pp: 35.
- Bernard, F., Sache, I., Suffert, F. and Chelle, M. 2013. The Development of A Foliar Fungal Pathogen Does React to Leaf Temperature. New Phytol, 198: 232-240.
- Berraies, S., Gharbi, M.S., Rezgui, S., Yahyaoui, A., 2014. Estimating Grain Yield Losses Caused by Septoria Leaf Blotch on Durum Wheat in Tunisia. Chilean Journal of Agricultural Research. 74(4); 432-437.

- Canlıhoş, Y., Yağbasanlar T., Kurt, Ş., Toklu F., 1997. Çukurova Bölgesi'nde Bazı Önemli Buğday Çeşit ve Hatlarının Sarı Pas ve Septorya Yaprak Lekesi Hastalıklarına Karşı Reaksiyonları. Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 12 (3):89-98.
- Chedli, R.B.H., M'Barek, S.B., Yahyaoui, A., Kehel, Z., and Rezgui, S., 2018. Occurrence of *Septoria tritici* Blotch (*Zymoseptoria tritici*) Disease on Durum Wheat, *Triticale*, and Bread Wheat in Northern Tunisia. Chilean Journal of Agricultural Research. 78(4); 559-568.
- Chungu, C., Gilbert, J. ve Townley-Smith, F., 2001. *Septoria tritici* Blotch Development as Affected by Temperature, Duration of Leaf Wetness, Inoculum Concentration, and Host. Plant Disease 85:430-435.
- Cooke B.M., Jones D.G., 1970. A Field Inoculation Method for *Septoria tritici* and *Septoria nodorum*. Plant Pathol. 19: 72-74.
- Cowger C., and Mundt, C. C., 2002. Effects of Wheat Cultivar Mixtures on Epidemic Progression of *Septoria tritici* Blotch and Pathogenicity of *Mycosphaerella graminicola*. Phytopathology 92: 617-623.
- Eğerci, Y., Öztürk, Ö., Hekimhan, H., Uysal Morca A., ve ark., 2020. Determination of Prevalence and Molecular Identification of *Zymoseptoria tritici* Causing Septoria Leaf Blotch on Wheat in the Aegean Region. J. Turk. Phytopath., 49(3), 63-67.
- Eğerci, Y., Öztürk, Ö. Hekimhan, H., 2021. Buğdayda Septorya Yaprak Lekesi Hastalığına [*Zymoseptoria tritici* (Desm. Quaedvlieg & Crous)] Karşı Bazı Buğday Çeşitlerinin Reaksiyonlarının Belirlenmesi, Ege Univ. Ziraat Fak. Derg., 58(3):347-354.
- El Jarroudi, M., Delfosse, P., Maraite, H., Hoffmann, L., and Tychon, B. 2009. Assessing The Accuracy of Simulation Model for Septoria Leaf Blotch Disease Progress on Winter Wheat. Plant Dis. 93:983-992.

- Er, Ö., 2020. Osmaniye ve Çevresi Buğday Ekim Alanlarında *Fusarium* Sap Çürüklüğü Hastalığının Durumu ve Hastalığa Neden Olan Türlerin Klasik ve Moleküler Tanısı. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. No:5718.
- Eyal, Z., Scharen, A. L., Prescott, J. M., van Ginkel, M., 1987. The Septoria Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management. Mexico, D. F.: CIMMYT. 52 pp.
- Finci, S., 1982. Marmara Bölgesinde Buğday Ekim Alanlarında Görülen *Septoria* Fungusunun Türleri, Yayılışları ve Çeşit Reaksiyonları Üzerinde Çalışmalar. Bitki Koruma Bülteni 22 (2) :72-88.
- Finci, S., Yılmazdemir, Y., 1982. Buğdayda Yaprak Leke Hastalığı Etmeni (*Septoria tritici* (Rob. et Desm.)' nin Yapay Üretim ve Uygun İnokulasyon Yöntemlerinin Saptanması Üzerinde Çalışmalar. Bitki Koruma Bülteni 22 (1): 21-40.
- Fones, H., Gurr, S., 2015. The Impact of *Septoria tritici* Blotch Disease on Wheat: An EU Perspective. Fungal Genetics and Biology 79:3-7.
- Garcia C., and Marshall D. 1992. Observations on The Ascogenous Stage of *Septoria tritici* in Texas. Mycological Research, 96, 65-70.
- Gigot, C., Saint-Jean S., Huber, L., Maumene, C., Leconte M., Kerhornou B., and De Vallavieille-Pope C., 2013. Protective Effects of a Wheat Cultivar Mixture Against Splash-Dispersed *Septoria tritici* Blotch Epidemics. Plant Pathology 62,1011-1019.
- Gill, B.S., 2010. Edit: Bockus W. W, Bowden R.L., Hunger R.M., Morrill W.L., Murray T.D., Smiley R.W., Compendium of Wheat Diseases and Pests.Third Edition: 1-86.
- Ginkel, M. van, McNab, A., Krupinsky, J., (1999). *Septoria* and *Stagonospora* Diseases of Cereals: A Compilation of Global Research. Proceedings of the Fifth International Septoria Workshop, September 1999, CIMMYT, Mexico.

- Gouache, D., Bensadounb, A., Brun, F., Pagé, C., Makowskie, D., Wallach, D., 2013. Modelling Climate Change Impact on *Septoria tritici* Blotch (STB) in France: Accounting for Climate Model and Disease Model Uncertainty. *Agricultural and Forest Meteorology* 170, 242–252.
- Guo, J.R. and Verrett J.A., 2008. Formation and Germination of *Septoria tritici* Secondary Conidia as Affected by Environmental Factors. *J. Phytopathology* 156, 635-637.
- Harrat W, Meamiche Nedda H, Keddad A, Bouznad Z, 2017. First report of the *Zymoseptoria tritici* Teleomorph Stage Causing Septoria Leaf Blotch of Wheat in Algeria. *New Disease Reports* 35, 30.
- Hart, L. P., Fulbright, D. W., Clayton J. L., Ravenscroft, A. V., 1984. Occurrence of *Septoria nodorum* Blotch and *S. tritici* Blotch in Michigan Winter Wheat. *Plant Disease* 68 (5): 418-420.
- Hehir, J.G., Connolly, C., O'Driscolla, A., Lynch, J. P., Spink, J., Brown, J. K. M., Doohan, F. and Mullins, E., 2018. Temporal and Spatial Field Evaluations Highlight The Importance of The Presymptomatic Phase in Supporting Strong Partial Resistance in *Triticum aestivum* against *Zymoseptoria tritici*. *Plant Pathology* 67, 573–583.
- Holmes, S.J.I., Colhoun, J., 1975. Straw-borne Inoculum of *Septoria nodorum* and *S. tritici* in Relation to Incidence of Disease on Wheat Plants. *Plant Pathology* 24: 63-66.
- Karisto, P., Suffert, F., Mikaberidze, A., 2019. Spatially-Explicit Modeling Improves Empirical Characterization of Dispersal: Theory and A Case Study. *Bio Rxiv preprint first posted online Oct. 1, 2019*.
- Karman, M., 1971. Denemelerin Kuruluşu ve Değerlendirilme Esasları. T.C. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü Yayınları. 1-280, Bornova, İzmir.
- Kay, W.T., Fones, H.N., Gurr, S.J., 2019. Rapid Loss of Virulence During Submergence of *Z. tritici* Asexual Spores, *Fungal Genetics and Biology*.

- Kılınç, N., Dikilitaş, M., Tohumcu, E., 2021a. Adıyaman İlinde *Septoria* Leke Hastalığının [*Zymoseptoria tritici* (Desm. Quaedvlieg & Crous)] Çıkış Zamanı Üzerinde İklim Faktörlerinin Etkisinin Belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(3): 304-314.
- Kılınç, N., Dikilitaş, M., Kayım, M., Ünal, G., 2021b. *Septoria* Yaprak Leke Hastalığı Etmeni *Zymoseptoria tritici* (Desm. Quaedvlieg & Crous)'ye Ait İzolatların Farklı Sıcaklıklardaki Fizyolojik ve Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25(4):469-479.
- King, J.E., Jenkins, J.E. ve Morgan W.A., 1983. The Estimation of Yield Losses in Wheat from Severity of Infection by *Septoria* Species. Plant Pathology 32(3): 239-249.
- Mahtour, A., El Jarroudi, M., Delobbe, L., Hoffmann, L., Maraite, H., and Tychon, B. 2011. Site-Specific *Septoria* Leaf Blotch Risk Assessment in Winter Wheat Using Weather-Radar Rainfall Estimates. Plant Dis. 95:384-393.
- Medini, M. ve Hamza, S., 2018. Pathotype and Molecular Characterization of *Mycosphaerella graminicola* Isolates Collected from Tunisia, Algeria and Canada. Journal of Plant Pathology 90(1): 65-73.
- Morais, D., Lavala, V., Sache I., and Suffert, F., 2015. Comparative Pathogenicity of Sexual and Asexual Spores of *Zymoseptoria tritici* (*Septoria tritici* Blotch) on Wheat Leaves. Plant Pathology 64, 1429–1439.
- Morgounov, A., Sonder, K., Abugalieva, A., Bhadauria, V., Cuthbert, R.D., Shamanin, V., Zelenskiy, Y., DePauw, R.M., 2018. Effect of Climate change on Spring Wheat Yields in North America and Eurasia in 1981-2015 and Implications for Breeding. Plos One 13(10): e0204932.
- Mustafa, Z., 2020. Septorya Yaprak Lekesi Hastalığı Etmeni *Zymoseptoria tritici* Eşleşme Tipi İdiomorfalarının Türkiye'deki Dağılımı. Bitki Koruma Bülteni, 60 (3): 33-38.

- Prestes, A. M., (1974). *Septoria* Leaf Blotch of Wheat: Varietal Respons and Influence on Growth and Yield. Washington State University, Department of Plant Pathology (Master of science), 1-53.
- Quaedvlieg, W., Kema, G.H.J., Groenewald, J.Z., Verkley, G.J.M., Seifbarghi, S., Razavi, M., Mirzadi Gohari, A., Mehrabi, R., Crous, P.W., 2011. *Zymoseptoria* Gen.Nov: A new Genus to Accommodate *Septoria*-like Species Occurring on *Graminicolous* Hosts. *Persoonia* 26, 2011: 57–69.
- Robert, C., Bancalı, M.-O., Nicolas, P., Lannou, C., Ney, B., 2004. Analysis and Modelling of Effects of Leaf Rust and *Septoria tritici* Blotch on Wheat Growth. *Journal of Experimental Botany*, 55 (399), 079-1094.
- Saidi A., Eslahi M.R., Safaie N., 2012. Efficiency of *Septoria tritici* Sporulation on Different Culture Media. *Trakia Journal of Sciences*, 10 (39): 15-18.
- Scharen, A.L., 1999; editors: Ginkel, M.van, McNab, A., Krupinsky. *Biology of The Septoria/Stagonospora Pathogens: An Overview*. Pp:19-22; *Septoria and Stagonospora Diseases of Cereals: Proceedings of The Fifth International Septoria Workshop*, September 20-24, 1999. CIMMYT.
- Shaw, M.W., Royle D. J., 1989. Airborne Inoculum As A Major Source of *Septoria tritici* (*Mycosphaerella graminicola*) Infections in Winter Wheat Crops in The UK. *Plant Pathology* 38, 35-43.
- Sebei, A., Harrabi, M., 2008. Assessment of Virulence Variability in *Septoria tritici* Isolates and Resistance of Selected Durum Wheat Cultivars. *Tunisian Journal of Plant Protection* 3:11-17.
- Stukenbrock, E.H., Quaedvlieg, W., Javan-Nikhah, M., Zala, M., Crous, P.W., McDonald, B.A., 2012. *Zymoseptoria ardabiliae* and *Z.pseudotritici*, Two Progenitor Species of The *Septoria tritici* Leaf Blotch Fungus *Z.tritici* (Synonym: *Mycosphaerella graminicola*) *Mycologia* 104(6): 1397-1407.
- Suffert, F., and Sache I., 2011. Relative Importance of Different Types of Inoculum to The Establishment of *Mycosphaerella graminicola* In Wheat Crops In North-West Europe. *Plant Pathology* 60, 878-889.

- Suffert, F., Sache I. and Lannou, C., 2011. Early Stages of *Septoria tritici* Blotch Epidemics of Winter Wheat: Build-up, Overseasoning, and Release of Primary Inokulum. *Plant Pathology* 60, 166-177.
- Suffert, F., Delestre, G., Gélisse, S., 2018. Sexual Reproduction in The Fungal Foliar Pathogen *Zymoseptoria tritici* Is Driven by Antagonistic Density Dependence Mechanisms. *Microbial Ecology* · June 2018
- Tiley A.M.M., White, H.J., Foster, G.D. and Bailey, A.M., 2019. The *ZtvelB* Gene Is Required for Vegetative Growth and Sporulation in The Wheat Pathogen *Zymoseptoria tritici* *Front. Microbiol.* 10:2210.
- Townsend, G.K., Heuberger, J.W. 1943. Methods for Estimating Losses Caused by Diseases in Fungicide Experiments. *Plant Disease Report*, 27: 340-343.
- Turgay, E.B., Büyük, O., Ölmez, F., Yıldırım, A.F. ve Mert, Z., 2016. İç Anadolu Bölgesinde Buğdayda Septorya Yaprak Lekesi Hastalığının [*Zymoseptoria tritici* (Desm. Quaedvlieg & Crous)] Yaygınlığının Belirlenmesi ve Moleküler Tanılanması. *Bitki Koruma Bülteni*, 56 (3), 283-293.
- TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Resmi İnternet Sitesi Verileri: <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi:06.05.2022)
- TZOB, 2016. Türkiye Ziraat Odaları Birliği (TZOB) Resmi İnternet Sitesi Verileri: <http://www.tzob.tr0> (Erişim Tarihi:06.05.2022)
- UHK, 2016. Ulusal Hububat Konseyi (UHK) Resmi İnternet Sitesi: <http://uhk.org.tr/>
- USDA, 2021. USDA Foreign Agricultural Service Resmi İnternet Sitesi: <https://www.fas.usda.gov/data/world-agricultural-production> (Erişim Tarihi: 06.05.2022)
- Ünal, G., Kayım M., Ay, T., Yones, A.M., 2017. Evaluation of Disease Intensity and Molecular Identification of *Zymoseptoria tritici* Causing Septoria Leaf Blotch on Wheat in The Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Turk J Agric For* 41: 405-413.

- Zadoks, J.C., Chang, T.T. and Konzak, C.F., 1974. A Decimal Code For The Growth Stages of Cereals. *Weed Research*. 14(6) :415-421.
- Zearfoss, A. D., Cowger, C., and Ojiambo, P. S. 2011. A Degree-Day Model for The Latent Period of *Stagonospora nodorum* blotch in Winter Wheat. *Plant Dis*. 95:561-567.
- Zhang, X.Y., Loyce, C, Loyners, Meynard, J., M., Monod, H., 2007. Modeling The Effect of Cultivar Resistance on Yield Losses of Winter Wheat in Natural Multiple Disease Conditions. *Europ. J. Agronomy* 26. 384–393.
- Zhan H. and McDonald B.A., 2011. Thermal Adaption in The Fungal Pathogen *Mycosphaerella graminicola*. *Molecular Ecology*. 20 (8): 1689-1701.
- Zillinsky, F., 1983. Cereal Diseases, Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo, Mexico, DF Pp:36-44.

ÖZGEÇMİŞ

Gülsüm ÜNAL, ilk, orta ve lise eğitimini Hatay ve Adana illerinde tamamladı. 1993 yılında, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'nden mezun oldu. 1994-2002 yılları arasında T.C.Ziraat Bankası'nda, 2002-2009 yılları arasında ise T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Adana ve Şanlıurfa Tarım İl Müdürlüğü, Kontrol Şube Müdürlüğü'nde Gıda Kontrolörü olarak çalıştı.

2009 yılının Aralık ayında, Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü'ne atandıktan sonra Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı'nda, 2011 yılında başladığı yüksek lisans eğitimini, 2015 yılında tamamladı. Halen Adana Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bitki Hastalıkları Bölümü, Mikoloji Laboratuvarı, Hububat Hastalıkları Birimi'nde uzman olarak görev yapmaktadır.



EKLER



EK 1. Besi Ortamları İçerikleri

MALT EKSTRAKT AGAR (MEA)

Malt Ekstrakt	30 g
Peptone	3 g
Agar	15 g

MALT YEAST AGAR (MYA)

Malt Ekstrakt	4 g
Yeast Ekstrakt	4 g
Glukoz	10 g
Agar	15 g

PATATES DEKSTROZ AGAR (PDA)

Patates Suyu	1000 ml (250 g doğranmış patates parçaları 1 saat süreyle kaynatılıp, süzülür)
Glukoz	20 g
Agar	15 g

YEAST MALT DEKSTROZ AGAR(YMDA)

Yeast Ekstrakt	4 g
Malt Ekstrakt	4 g
Dekstroz	10g
Agar	15 g

Ek 2. Hacıali 2018 İklimsel Verileri

Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	Minumum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Nispi Nem (%)
1.Şub.18	9,5	2,6	19,9	0,2	82,5
2.Şub.18	9,9	3,2	19,1	0,2	80,2
3.Şub.18	10,7	5,9	18,5	0,0	87,1
4.Şub.18	10,9	5,8	16,7	0,2	90,3
5.Şub.18	12,8	7,7	21,5	0,0	84,1
6.Şub.18	11,9	4,9	21,4	0,2	77,7
7.Şub.18	12,4	5,0	22,9	0,2	78,6
8.Şub.18	13,4	7,8	22,4	0,0	78,8
9.Şub.18	13,2	7,8	22,8	0,0	82,6
10.Şub.18	13,3	8,9	19,0	0,0	83,8
11.Şub.18	14,8	8,4	22,6	0,0	80,0
12.Şub.18	14,8	10,9	19,2	0,0	80,7
13.Şub.18	13,0	6,6	21,3	0,0	79,3
14.Şub.18	11,2	5,1	18,2	4,8	90,0
15.Şub.18	13,2	9,5	19,4	0,2	86,3
16.Şub.18	13,6	7,9	21,3	0,0	70,5
17.Şub.18	13,7	9,2	20,4	0,4	73,1
18.Şub.18	13,4	5,8	20,2	0,2	63,6
19.Şub.18	11,6	2,5	20,8	0,0	72,1
20.Şub.18	13,9	10,2	20,9	0,2	77,9
21.Şub.18	13,6	8,4	21,0	0,0	78,6
22.Şub.18	13,3	8,4	20,1	2,2	78,9
23.Şub.18	12,3	5,4	21,2	0,2	79,6
24.Şub.18	12,5	5,5	22,1	0,0	82,0
25.Şub.18	13,0	8,8	19,4	20,0	89,1
26.Şub.18	10,3	9,1	12,1	34,6	99,9
27.Şub.18	13,3	8,5	19,6	6,4	88,2
28.Şub.18	13,9	8,8	20,5	1,6	85,8

Ek 2 Devamı

Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	Minumum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Nispi Nem (%)
1.Mar.18	14,3	11,1	19,7	5,2	89,7
2.Mar.18	13,3	8,8	19,2	0,0	79,3
3.Mar.18	13,4	7,8	22,8	0,2	86,3
4.Mar.18	13,2	7,5	21,9	0,2	87,9
5.Mar.18	14,7	7,4	23,9	0,2	82,2
6.Mar.18	16,4	10,9	24,3	0,2	81,9
7.Mar.18	16,3	11,8	23,4	0,2	92,5
8.Mar.18	17,5	12,5	25,7	0,0	83,2
9.Mar.18	16,8	11,3	25,1	0,0	72,0
10.Mar.18	14,4	8,8	22,6	0,0	85,8
11.Mar.18	13,9	7,7	22,4	0,4	87,8
12.Mar.18	14,8	8,8	21,1	0,2	88,4
13.Mar.18	15,4	11,6	21,9	0,2	86,4
14.Mar.18	15,9	11,2	22,6	0,0	84,6
15.Mar.18	15,3	9,8	20,8	0,0	79,0
16.Mar.18	15,5	8,8	23,4	0,0	71,6
17.Mar.18	14,2	7,2	22,5	0,0	82,6
18.Mar.18	15,6	7,8	25,7	0,2	78,3
19.Mar.18	18,5	9,3	28,7	0,0	64,0
20.Mar.18	17,0	10,4	22,4	0,0	82,6
21.Mar.18	16,9	11,5	23,5	0,2	82,5
22.Mar.18	16,7	8,9	25,4	0,0	78,8
23.Mar.18	19,8	10,0	31,3	0,0	63,1
24.Mar.18	16,9	13,7	20,7	0,2	67,8
25.Mar.18	16,0	7,8	22,0	0,0	69,6
26.Mar.18	16,6	9,0	25,8	0,0	71,1
27.Mar.18	17,2	8,0	27,9	0,0	61,7
28.Mar.18	18,5	9,5	30,1	1,2	60,9
29.Mar.18	16,5	12,1	20,6	22,0	85,6
30.Mar.18	15,6	9,9	23,8	3,8	81,4
31.Mar.18	16,0	8,6	26,2	0,2	75,7

Ek 2 Devamı

Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	Minumum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Nispi Nem (%)
1.Nis.18	16,6	9,2	27,0	0,0	73,5
2.Nis.18	16,2	8,6	24,5	0,0	79,3
3.Nis.18	17,1	7,9	25,8	0,0	48,5
4.Nis.18	16,8	5,1	28,2	0,0	37,5
5.Nis.18	17,5	5,0	31,6	0,0	53,9
6.Nis.18	19,2	8,2	33,5	0,0	54,5
7.Nis.18	19,7	7,6	33,8	0,0	53,0
8.Nis.18	17,4	11,2	27,4	0,0	77,2
9.Nis.18	15,7	12,1	23,8	15,0	90,9
10.Nis.18	14,8	12,4	20,5	20,2	94,4
11.Nis.18	16,8	11,1	25,3	1,6	87,7
12.Nis.18	17,5	12,1	24,7	0,2	87,6
13.Nis.18	18,1	11,3	26,2	0,2	85,2
14.Nis.18	19,3	12,8	27,3	0,2	85,3
15.Nis.18	20,4	12,9	31,5	0,2	68,7
16.Nis.18	19,4	9,3	31,1	0,0	42,5
17.Nis.18	18,7	8,1	30,8	0,0	58,8
18.Nis.18	19,6	9,5	32,1	0,0	62,2
19.Nis.18	19,2	9,4	29,7	0,0	73,6
20.Nis.18	17,9	13,9	25,7	7,8	92,0
21.Nis.18	16,4	10,2	23,2	2,2	78,7
22.Nis.18	16,9	8,0	26,3	0,0	59,5
23.Nis.18	18,0	8,9	27,6	0,0	77,3
24.Nis.18	20,2	10,7	31,2	0,2	69,9
25.Nis.18	22,7	12,4	33,2	0,0	53,0
26.Nis.18	21,9	14,6	33,5	0,0	55,8
27.Nis.18	20,8	15,0	26,4	0,8	78,2
28.Nis.18	20,3	15,0	27,2	0,2	86,4
29.Nis.18	20,8	13,9	30,0	0,2	79,6
30.Nis.18	23,1	14,5	32,9	0,0	67,8

Ek 3. Hacıali 2019 İklim Verileri

Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	Minumum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Nispi Nem (%)
1.Şub.19	11,9	7,4	18,7	0,0	89,7
2.Şub.19	10,0	2,5	19,1	0,0	74,8
3.Şub.19	9,7	2,7	19,9	0,0	76,9
4.Şub.19	10,5	2,9	19,9	0,0	73,4
5.Şub.19	11,6	3,9	20,6	0,0	61,3
6.Şub.19	10,9	8,3	13,8	0,0	71,5
7.Şub.19	9,4	8,0	11,3	0,0	94,5
8.Şub.19	9,4	7,7	10,8	0,0	98,0
9.Şub.19	10,4	7,2	14,2	0,0	96,4
10.Şub.19	9,5	6,6	13,2	0,0	98,8
11.Şub.19	9,8	2,4	18,0	0,0	87,8
12.Şub.19	11,4	6,2	18,8	0,0	88,1
13.Şub.19	13,1	9,8	19,6	0,0	80,4
14.Şub.19	10,5	9,1	12,8	0,0	90,2
15.Şub.19	10,1	6,5	16,9	0,0	88,7
16.Şub.19	10,6	5,4	18,6	0,0	81,1
17.Şub.19	10,9	6,4	17,4	0,0	83,8
18.Şub.19	11,2	5,0	19,4	0,0	85,4
19.Şub.19	11,4	4,5	20,3	0,0	86,4
20.Şub.19	12,6	7,7	20,2	0,0	88,6
21.Şub.19	12,5	7,6	19,9	0,0	83,5
22.Şub.19	11,4	4,8	20,7	0,0	81,5
23.Şub.19	11,5	8,0	17,2	0,0	89,7
24.Şub.19	11,7	5,4	19,8	0,0	80,2
25.Şub.19	12,5	5,0	22,3	0,0	74,9
26.Şub.19	11,5	8,4	17,1	0,0	82,1
27.Şub.19	11,0	4,5	20,3	0,0	82,6
28.Şub.19	9,1	1,9	15,6	0,0	55,2

Ek 3 Devamı

Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	Minumum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Nispi Nem (%)
1.Mar.19	7,8	-0,7	16,8	0,0	65,0
2.Mar.19	10,1	3,2	17,9	0,0	84,5
3.Mar.19	11,2	6,8	16,5	0,0	95,7
4.Mar.19	11,7	7,8	17,6	0,0	91,7
5.Mar.19	12,4	7,9	18,1	0,0	89,8
6.Mar.19	12,4	6,2	20,0	0,0	85,4
7.Mar.19	12,9	6,0	18,8	0,0	61,2
8.Mar.19	11,3	2,5	23,9	0,0	59,6
9.Mar.19	11,5	3,4	22,7	0,0	79,7
10.Mar.19	12,1	7,1	19,6	0,0	90,3
11.Mar.19	13,3	7,5	20,4	0,0	94,7
12.Mar.19	14,7	10,8	20,9	0,0	89,9
13.Mar.19	16,1	11,5	23,7	0,0	69,0
14.Mar.19	13,4	9,3	21,0	9,4	88,0
15.Mar.19	13,3	9,3	19,4	11,4	95,6
16.Mar.19	11,1	6,9	13,9	9,4	96,1
17.Mar.19	11,9	4,4	20,6	0,4	77,9
18.Mar.19	13,6	4,7	24,0	0,0	76,7
19.Mar.19	15,1	8,3	25,1	0,6	84,1
20.Mar.19	15,5	8,0	26,6	0,2	79,2
21.Mar.19	16,1	8,2	28,4	0,2	72,3
22.Mar.19	15,4	5,9	28,0	0,0	62,6
23.Mar.19	15,1	5,6	27,4	0,0	66,5
24.Mar.19	12,1	8,3	17,4	0,0	47,9
25.Mar.19	12,2	1,1	21,4	0,0	46,2
26.Mar.19	13,1	5,4	22,2	0,0	76,9
27.Mar.19	14,1	8,9	20,9	0,0	80,2
28.Mar.19	14,1	6,8	22,0	0,0	85,4
29.Mar.19	12,1	11,0	13,6	18,6	99,7
30.Mar.19	13,2	10,5	18,9	1,6	87,5
31.Mar.19	13,0	10,1	18,6	7,6	96,2

Ek 3 Devamı

Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	Minumum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Nispi Nem (%)
1.Nis.19	13,9	9,0	20,2	0,0	88,1
2.Nis.19	12,5	7,7	18,1	14,2	98,6
3.Nis.19	13,6	9,8	21,6	6,0	93,7
4.Nis.19	14,7	7,4	26,6	0,2	79,3
5.Nis.19	15,6	8,7	26,0	0,2	77,9
6.Nis.19	15,8	8,1	25,3	0,2	81,8
7.Nis.19	18,1	12,5	25,9	0,0	73,2
8.Nis.19	18,1	10,3	28,6	0,0	73,1
9.Nis.19	17,5	12,3	24,5	0,0	88,3
10.Nis.19	16,0	10,1	22,5	0,2	80,1
11.Nis.19	15,6	10,1	22,6	2,2	84,0
12.Nis.19	16,7	9,8	27,6	0,2	80,1
13.Nis.19	18,8	9,0	30,3	0,2	64,6
14.Nis.19	18,4	12,2	28,8	1,2	78,9
15.Nis.19	16,7	13,6	20,1	1,4	86,8
16.Nis.19	13,8	11,7	18,1	24,6	99,5
17.Nis.19	13,3	8,1	21,5	19,2	28,5
18.Nis.19	12,9	9,9	21,2	4,2	0,0
19.Nis.19	12,5	8,3	22,2	1,8	0,0
20.Nis.19	11,5	6,7	18,1	1,4	0,0
21.Nis.19	13,5	8,1	19,6	0,0	16,0
22.Nis.19	13,7	4,8	22,6	0,0	19,3
23.Nis.19	14,5	5,3	24,2	0,0	9,0
24.Nis.19	16,2	6,4	27,1	0,0	8,0
25.Nis.19	18,3	8,0	29,4	0,0	19,3
26.Nis.19	19,3	10,3	29,3	0,0	5,1
27.Nis.19	20,0	14,3	29,5	0,0	1,8
28.Nis.19	20,5	11,6	32,2	0,0	20,8
29.Nis.19	21,5	12,0	34,3	0,0	27,4
30.Nis.19	22,7	13,1	33,2	0,0	64,2

Ek 4. Mercimek 2018 İklim Verileri

Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	Minumum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Nispi Nem (%)
1.Şub.18	7,9	-0,5	19,2	0,0	77,8
2.Şub.18	8,6	0,6	19,7	0,2	77,7
3.Şub.18	10,1	4,7	19,1	0,2	81,2
4.Şub.18	10,1	5,5	16,0	0,2	87,7
5.Şub.18	12,1	5,1	22,4	0,0	78,2
6.Şub.18	10,4	3,3	22,9	0,2	77,7
7.Şub.18	11,4	3,7	23,8	0,0	72,3
8.Şub.18	12,0	4,5	23,6	0,0	72,8
9.Şub.18	12,2	5,8	23,0	0,0	74,1
10.Şub.18	11,6	5,7	20,9	0,0	80,8
11.Şub.18	14,2	7,4	21,4	0,0	74,1
12.Şub.18	12,8	5,5	17,8	0,0	85,5
13.Şub.18	12,4	5,1	21,2	0,6	76,4
14.Şub.18	10,0	4,0	16,0	0,6	88,2
15.Şub.18	12,8	8,9	20,1	1,6	82,5
16.Şub.18	13,9	6,4	21,3	0,0	62,0
17.Şub.18	13,0	8,1	19,9	2,0	73,7
18.Şub.18	13,3	8,2	17,9	1,0	54,7
19.Şub.18	10,9	0,2	20,9	0,0	63,2
20.Şub.18	13,5	8,0	20,8	0,0	73,3
21.Şub.18	13,5	7,1	20,9	0,0	71,0
22.Şub.18	12,4	4,9	21,5	0,0	71,5
23.Şub.18	11,3	2,7	23,3	0,0	72,1
24.Şub.18	11,2	3,6	21,4	0,0	74,2
25.Şub.18	10,7	5,5	17,9	34,2	91,6
26.Şub.18	9,2	5,8	12,0	15,8	96,6
27.Şub.18	13,0	8,2	19,4	5,0	85,6
28.Şub.18	12,9	8,6	19,4	0,8	85,0

Ek 4 Devamı

Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	Minumum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Nispi Nem (%)
1.Mar.18	12,5	6,8	18,6	3,8	91,0
2.Mar.18	12,4	5,7	21,2	0,0	80,0
3.Mar.18	13,5	7,6	22,7	0,2	84,5
4.Mar.18	12,8	7,0	21,9	0,0	84,1
5.Mar.18	13,6	5,8	24,3	0,2	79,2
6.Mar.18	15,8	8,6	24,3	0,2	80,4
7.Mar.18	15,9	11,3	23,4	0,2	86,0
8.Mar.18	16,4	11,2	26,0	13,4	82,1
9.Mar.18	16,2	8,2	25,3	0,2	72,6
10.Mar.18	13,7	5,7	22,4	0,0	77,2
11.Mar.18	13,2	4,7	21,7	0,2	82,7
12.Mar.18	14,5	7,1	23,8	0,2	82,7
13.Mar.18	15,7	9,7	23,8	0,0	82,1
14.Mar.18	14,3	8,8	22,0	1,2	87,3
15.Mar.18	13,9	7,6	20,8	0,2	81,7
16.Mar.18	14,8	7,0	22,9	0,0	73,3
17.Mar.18	13,4	4,5	23,5	0,0	77,9
18.Mar.18	15,2	6,8	26,1	0,0	76,4
19.Mar.18	18,0	7,5	32,2	0,0	64,2
20.Mar.18	17,1	10,6	23,0	0,0	72,4
21.Mar.18	16,6	9,0	25,1	0,0	78,2
22.Mar.18	15,7	7,1	26,4	2,6	75,6
23.Mar.18	19,4	9,6	33,3	0,0	58,6
24.Mar.18	15,7	9,7	20,4	0,0	66,8
25.Mar.18	16,2	10,0	21,7	0,0	64,7
26.Mar.18	15,4	7,7	26,9	0,0	67,8
27.Mar.18	17,3	6,8	28,6	0,0	57,7
28.Mar.18	18,3	8,0	32,4	1,2	59,8
29.Mar.18	16,6	13,1	21,1	15,2	80,0
30.Mar.18	15,7	6,9	23,8	0,2	71,4
31.Mar.18	15,9	6,4	25,6	0,0	68,9

Ek 4 Devamı

Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	Minumum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Nispi Nem (%)
1.Nis.18	16,3	7,7	27,1	0,0	68,2
2.Nis.18	15,6	6,5	26,2	0,0	66,4
3.Nis.18	16,1	6,8	24,8	0,0	43,6
4.Nis.18	17,7	5,2	29,0	0,0	32,5
5.Nis.18	17,6	3,8	31,7	0,0	46,1
6.Nis.18	18,8	6,0	32,6	0,0	48,1
7.Nis.18	19,4	6,5	33,6	0,0	46,8
8.Nis.18	17,8	11,5	26,1	0,0	64,8
9.Nis.18	16,6	10,7	24,9	1,6	80,5
10.Nis.18	13,7	11,0	18,0	28,8	92,5
11.Nis.18	17,0	11,0	24,9	1,8	81,5
12.Nis.18	17,3	11,0	24,9	0,2	86,6
13.Nis.18	19,5	14,4	27,4	0,0	79,8
14.Nis.18	19,3	11,4	29,2	0,0	81,6
15.Nis.18	21,1	13,0	29,8	0,2	53,0
16.Nis.18	20,8	8,9	31,2	0,0	28,3
17.Nis.18	18,7	6,5	31,6	0,0	48,4
18.Nis.18	19,3	7,2	32,5	0,0	52,3
19.Nis.18	19,7	8,4	31,9	0,0	62,2
20.Nis.18	16,9	11,9	24,5	2,8	84,1
21.Nis.18	16,4	10,2	24,8	0,2	57,6
22.Nis.18	18,4	9,9	27,5	0,0	39,8
23.Nis.18	17,7	7,5	28,3	0,0	65,5
24.Nis.18	20,1	8,9	32,1	0,0	58,4
25.Nis.18	22,3	10,2	34,5	0,0	45,8
26.Nis.18	22,4	13,2	33,4	0,0	51,8
27.Nis.18	20,6	14,9	29,0	0,0	68,9
28.Nis.18	20,6	13,9	29,0	0,0	73,4
29.Nis.18	22,4	13,3	32,0	0,0	67,5
30.Nis.18	21,7	13,2	33,8	0,0	65,4

Ek 5. Mercimek 2019 İklim Verileri

Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	Minumum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Nispi Nem (%)
1.Şub.19	11,6	5,9	18,4	3,6	84,1
2.Şub.19	8,9	1,7	18,4	0,0	72,8
3.Şub.19	8,6	0,6	20,0	0,0	74,2
4.Şub.19	9,6	0,9	20,9	0,2	73,1
5.Şub.19	11,7	2,6	19,5	0,0	55,1
6.Şub.19	11,4	9,0	14,3	12,2	61,8
7.Şub.19	10,1	8,3	12,1	11,6	72,5
8.Şub.19	10,4	8,4	13,6	2,8	76,5
9.Şub.19	10,6	8,5	14,5	2,2	84,2
10.Şub.19	9,4	7,2	11,4	3,4	94,2
11.Şub.19	9,8	5,1	17,3	0,2	86,8
12.Şub.19	11,1	5,9	18,6	0,0	86,4
13.Şub.19	12,5	6,8	20,2	0,2	76,2
14.Şub.19	11,7	9,4	13,4	0,8	65,8
15.Şub.19	10,2	5,9	16,9	2,6	77,8
16.Şub.19	9,9	2,6	20,5	0,2	76,6
17.Şub.19	10,1	3,8	19,5	0,0	76,8
18.Şub.19	9,8	2,7	19,3	0,2	79,4
19.Şub.19	11,0	3,4	20,2	0,2	82,6
20.Şub.19	11,8	6,6	19,8	2,6	79,9
21.Şub.19	12,0	6,1	19,7	0,8	80,6
22.Şub.19	10,9	3,3	19,9	0,6	78,6
23.Şub.19	11,8	7,1	20,6	0,6	81,5
24.Şub.19	11,4	4,7	21,2	0,2	76,4
25.Şub.19	12,0	3,6	23,6	0,2	72,2
26.Şub.19	11,4	7,2	16,2	16,6	74,8
27.Şub.19	10,0	4,2	18,3	3,4	85,2
28.Şub.19	8,6	3,7	12,9	0,6	54,2

Ek 5 Devamı

Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	Minumum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Nispi Nem (%)
1.Mar.19	7,5	-1,4	15,9	0,0	61,2
2.Mar.19	10,8	2,9	19,6	0,0	74,5
3.Mar.19	12,0	9,0	19,3	2,8	86,5
4.Mar.19	11,9	7,8	19,1	0,8	86,0
5.Mar.19	12,3	6,9	18,4	0,4	83,6
6.Mar.19	11,2	4,3	19,5	0,2	81,9
7.Mar.19	12,7	7,7	18,2	0,0	60,6
8.Mar.19	14,0	5,0	23,1	0,0	40,2
9.Mar.19	11,2	1,4	22,3	0,0	70,7
10.Mar.19	11,7	5,1	20,9	0,0	81,2
11.Mar.19	13,5	7,8	20,0	0,0	85,6
12.Mar.19	12,9	9,0	17,3	1,6	93,2
13.Mar.19	15,7	10,3	22,9	0,0	64,8
14.Mar.19	13,0	10,2	17,8	7,6	81,6
15.Mar.19	12,7	10,2	20,2	19,2	93,5
16.Mar.19	11,0	7,0	14,2	4,2	92,6
17.Mar.19	10,3	3,8	19,2	0,2	85,1
18.Mar.19	12,8	3,6	22,9	0,2	74,5
19.Mar.19	15,0	6,7	25,2	0,0	76,7
20.Mar.19	15,3	7,0	24,8	0,2	71,3
21.Mar.19	16,1	7,1	28,6	0,0	67,7
22.Mar.19	16,2	7,0	26,1	0,0	47,1
23.Mar.19	15,6	6,0	26,5	0,0	49,6
24.Mar.19	11,6	7,4	14,9	0,0	44,5
25.Mar.19	12,8	5,0	22,1	0,0	39,5
26.Mar.19	13,0	3,9	21,2	0,0	65,2
27.Mar.19	13,8	9,9	21,6	16,4	78,3
28.Mar.19	13,5	7,2	22,6	5,2	83,5
29.Mar.19	12,1	10,8	13,8	8,4	92,1
30.Mar.19	12,0	10,1	14,3	18,4	86,8
31.Mar.19	13,7	10,2	18,3	9,0	85,8

Ek 5 Devamı

Tarih	Ortalama Sıcaklık (°C)	Minumum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Yağış (mm)	Nispi Nem (%)
1.Nis.19	12,8	11,4	18,0	67,6	97,2
2.Nis.19	13,9	10,8	20,9	0,4	87,0
3.Nis.19	13,2	8,8	19,4	0,2	87,7
4.Nis.19	14,9	6,9	25,1	0,2	75,2
5.Nis.19	15,0	9,2	25,7	5,0	73,4
6.Nis.19	16,0	8,2	25,2	0,2	76,3
7.Nis.19	17,3	13,1	23,6	0,4	73,8
8.Nis.19	18,3	9,9	27,5	0,0	65,7
9.Nis.19	18,0	12,2	26,5	0,4	77,4
10.Nis.19	15,3	11,0	21,1	1,2	75,7
11.Nis.19	13,7	8,8	19,9	5,6	90,1
12.Nis.19	16,9	9,4	25,9	0,0	77,0
13.Nis.19	18,4	8,6	29,9	0,0	66,5
14.Nis.19	19,7	12,2	30,3	0,0	66,1
15.Nis.19	17,3	13,9	20,9	0,0	71,9
16.Nis.19	14,0	11,8	18,3	3,2	88,2
17.Nis.19	13,4	8,9	22,5	2,8	86,3
18.Nis.19	12,4	7,2	20,6	0,0	81,7
19.Nis.19	11,6	7,5	21,0	4,0	86,8
20.Nis.19	10,5	6,7	18,6	2,4	88,0
21.Nis.19	12,5	6,8	19,1	0,0	61,8
22.Nis.19	14,1	4,3	20,8	0,0	42,6
23.Nis.19	15,2	5,6	24,8	0,0	51,1
24.Nis.19	15,9	5,3	27,9	0,0	58,6
25.Nis.19	18,4	7,6	30,1	0,0	54,7
26.Nis.19	19,5	9,2	30,7	0,0	56,6
27.Nis.19	20,1	13,4	30,0	0,0	61,5
28.Nis.19	20,8	10,3	32,1	0,0	56,2
29.Nis.19	22,6	12,2	33,8	0,0	52,4
30.Nis.19	23,0	13,2	33,6	0,0	52,0