

T.C.



KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

**KIŞLIK BUĞDAYDA FARKLI DEMİR ve ÇİNKO
UYGULAMALARININ SARI PAS (*Puccinia striiformis*
f. sp. *tritici*) HASTALIĞI ÜZERİNE OLAN
MEVSİMSEL ETKİLERİNİN ÇOK BANTLI
VERİLER KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

METİN AYDOĞDU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR / 2021



T.C.

KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

**KIŞLIK BUĞDAYDA FARKLI DEMİR ve ÇİNKO
UYGULAMALARININ SARI PAS (*Puccinia striiformis*
f. sp. *tritici*) HASTALIĞI ÜZERİNE OLAN
MEVSİMSEL ETKİLERİNİN ÇOK BANTLI
VERİLER KULLANILARAK BELİRLENMESİ**

METİN AYDOĞDU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Kadir AKAN

KIRŞEHİR / 2021

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

METİN AYDOĞDU

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.



ÖNSÖZ

Araştırmanın planlanmasından yürütülmesine ve sonuçlarının değerlendirilmesine kadar her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, destek olan, bilgi ve görüşlerinden yararlandığım, büyük özveride bulunan danışmanım, Sayın Doç. Dr. Kadir AKAN' a, Prof.Dr. Hikmet GÜNAL ve Dr.Öğr.Üyesi Nurullah ACİR hocalarıma, çalışmanın yürütülmesi sırasında sağladığı bilimsel bilgi ve tecrübe desteğinin yanı sıra özellikle sera ve tarla çalışmalarında deneyimlerini benimle paylaşarak, hastalık örneklerinin toplanıp teşhis edilmesi ve reaksiyon çalışmaları aşamalarında büyük bir özveri ile destek olan Dr. Nilüfer AKÇI'ya, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Hastalık ve Zararlılara Dayanıklılık Birimi elemanlarından Ziraat Müh. Sibel BÜLBÜL'e, Su Ürünleri Müh. Yavuz ERDEN' e çok teşekkür ediyorum. Laboratuvar ve sera ve tarla çalışmalarım esnasında yardımlarını esirgemeyen Mehmet AYDOĞDU ve Erkan GÜNBAL'a, özellikle Uzaktan Algılama çalışmalarında bilgilerine ve tecrübelerine sıkça başvurduğum bölüm arkadaşlarım Dr. Hakan YILDIZ ve Dr. Ediz ÜNAL'a, da teşekkürü bir borç bilirim.

Yine çalışmalarım esnasında gerek maddi ve gerekse manevi açıdan sevgi, ilgi ve desteğini her zaman yanımda hissettiğim öğrenmenin yaşı yok ilkesi ile Yüksek Lisans çalışmamı motive eden ailem çok sevgili eşim Fatma ve kızlarım Büşra ve Beyza 'ya bu tez çalışmamı ithaf ederek gönülden teşekkürlerimi sunarım.

Zir. Müh. METİN AYDOĞDU

Mayıs, 2021

İÇİNDEKİLER TABLOSU

ÖNSÖZ	IV
İÇİNDEKİLER TABLOSU	V
ŞEKİL LİSTESİ	VIII
TABLO LİSTESİ.....	XI
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	XVI
ÖZET.....	XVIII
ABSTRACT	XXI
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç	4
1.2. Önem.....	5
2. GENEL KISIMLAR	6
2.1. Sarı Pas (Etmen: <i>Puccinia striiformis</i> f. sp. <i>tritici</i>) Hastalığı ve Verim Kayıpları	6
2.2. Bitki Hastalıkları ve Uzaktan Algılama Uygulamaları	7
2.3. Bitki Besleme ve Bitki Hastalıkları Arasındaki İlişkileri	11
2.4. Çinko ve Demir Uygulamalarının Bitki Hastalıkları Üzerine Etkileri.....	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1. Materyal	16
3.1.1. Araştırma Alanı ve Temel Araştırma Bilgileri.....	16
3.1.2. İklim ve Toprak Verileri	17
3.1.3. Bitki Materyali	17
3.2. Yöntem.....	18
3.2.1. Sera Koşullarında Hastalık Reaksiyon Testi için Ön Denemelerin Yürütülmesi	18
3.2.2. Tarla Deneme Deseni	19
3.2.2.1..Farklı Hastalık Uygulama Dozları için Hastalık Reaksiyonlarının Belirlenmesi.	20
3.2.2.2.Farklı Gübre (Fe, Zn, Fe+Zn) Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalık Reaksiyonlarına Etkilerinin Belirlenmesi.....	21
3.2.2.3.Test Materyalinin Hastalık Reaksiyon-Gübre Uygulamaları İlişkileri Test Çalışmaları.....	22
3.2.3. Hastalık Reaksiyon Test Çalışmaları	22
3.2.3.1.Hastalığın Materyale İnokülasyonu.....	23
3.2.3.2.Hastalık Reaksiyon Çalışmaları için Farklı Dozda (%0, %25, %50, %100) Sarı Pas Hastalığı İnokülasyonu Uygulaması.....	23
3.2.3.3. Farklı Mineral Gübre (Fe, Zn, Fe+Zn) Uygulama Dozları Üzerine Sarı Pas Hastalığının İnokülasyonu Uygulaması.....	24
3.2.4. Hastalıklı Bitki Örneklerinin Deneme Alanından Toplanması.....	24
3.2.5. Hastalığın Değerlendirilmesi	25
3.2.6. Hastalık Reaksiyonlarının Değerlendirilmesi	26
3.2.7. Toplanan Yaprak Örneklerinin Dijital Kamera (Termal Kamera) ile Görüntülenmesi	27

3.2.8. Hastalık Skorlarının Görüntü Sınıflama (Image Classification) Tekniği ile Belirlenmesi (Supervised Classification)	28
3.2.9. Bitkilerin Farklı Fenolojik Dönemler için Spektral Yansımaya Eğrilerinin Oluşturulması	29
3.2.10.Bitki Kanopi Seviyesi Spektral Yansımaya Ölçümlerinin Alınması	30
3.3. Birim Alan Verimlerinin Hesaplanması.....	31
3.4. Vejetasyon İndekslerin Hesaplanması ve İstatiksel Analizler	31
4. BULGULAR	35
4.1. Farklı Fenolojik Dönemler için Hastalıklı Bitkiler için Spektral Yansımaya Eğrilerinin Oluşturulması ve Hastalık Görülme-yen Bitkilerle Olan İlişkilerinin İncelenmesi.....	35
4.1.1. Farklı Hastalık Uygulama Dozlarında Hastalık Şiddetinin Farklı Dalga Boylarındaki Yansımaya Değerleri ile İlişkileri	36
4.1.2. Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalık Belirtisi Gözlenmeyen Bitkiler için Spektral Yansımaya İlişkileri (%)	37
4.1.3. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Hastalık Şiddeti (%HŞ) ve Spektral Yansımaya İlişkileri	37
4.1.4. Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Hastalık Şiddeti (%HŞ) ve Spektral Yansımaya İlişkileri (%).....	42
4.1.5. Spektral Yansımaya Değerlerinin Oranlanmasıyla (Hastalık Belirtisi Gözlenmeyen/Hastalık Belirtisi Gözlenen) Hastalık Takibi.....	48
4.2. Fenolojik Dönemlere Göre Hastalık Uygulama Dozlarının Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Hastalık Şiddetindeki Değişimin Çoklu Korelasyon ile İncelenmesi	54
4.3. Fenolojik Dönemlere Göre Hastalık Uygulama Dozlarının Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Hastalık Şiddetindeki Değişimin Çoklu Korelasyon ile İncelenmesi	56
4.4. Farklı Fenolojik Gelişme Dönemlerinde Sarı Pas Hastalığının Ayırt Edilmesinde Kullanılan Hassas Spektral Bant Bölgelerinin Belirlenmesi.....	58
4.4.1. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Sarı Pas Hastalığının Ayırt Edilmesinde Kullanılan Hassas Spektral Bant Bölgelerinin Belirlenmesi.....	58
4.4.2. Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Sarı Pas Hastalığının Ayırt Edilmesinde Kullanılan Hassas Spektral Bant Bölgelerinin Belirlenmesi.....	64
4.5. Hyperspektral Vejetasyon İndeks Performanslarının Değerlendirilmesi ve Test Edilmesi.....	70
4.5.1. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Spektral İndeksler Yardımıyla Hastalık Performansının Değerlendirilmesi (PLS)	71
4.5.2. Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Spektral İndeksler Yardımıyla Hastalık Performansının Değerlendirilmesi (PLS)	74
4.6. Mineral Gübre Uygulamalarının Hastalık Şiddetine olan Etkisinin Spektral Özellikler Yönünden İncelenmesi	78
4.6.1. Ekmeklik Çeşitlerde Mineral Gübre Uygulamalarının Hastalık Şiddetine olan Etkisinin Spektral Özellikleri	78
4.6.2. Makarnalık Çeşitlerde Mineral Gübre Uygulamalarının Hastalık Şiddetine olan Etkisinin Spektral Özellikleri	87
4.7. Buğdayda Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Hastalık Uygulama Dozlarında Hastalık Şiddeti Gelişiminin İzlenmesi	95

4.7.1. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Sarı Pas Hastalığının Fenolojik Dönemlere Göre Değişiminin İzlenmesi	95
4.7.2. Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Sarı Pas Hastalığının Fenolojik Dönemlere Göre Değişiminin İzlenmesi	100
4.8. Fenolojik Dönemlerde Mineral Gübre Uygulamaları Altında Hastalık Şiddeti Değişiminin İncelenmesi	104
4.8.1. Ekmeklik Çeşitlerde Mineral Gübre Uygulamaları Altında Hastalık Şiddeti Değişiminin İncelenmesi	104
4.8.2. Makarnalık Çeşitlerde Mineral Gübre Uygulamaları (Fe, Zn, Fe+Zn) Altında Hastalık Şiddeti Değişiminin İncelenmesi (Anova-Varyans Analizi)	115
4.9. Hastalığın Tespitinde Çeşitlere Göre Kullanılacak Olan En Uygun Vejetasyon İndekslerinin ve Bant Kombinasyonlarının Değerlendirilmesi	126
4.9.1. Farklı Hastalık Uygulama Dozlarının Hastalık Şiddeti Üzerindeki Etkisinin Ortaya Çıkarılmasında Kullanılacak Vejetasyon İndekslerin Farklı Fenolojik Dönemlere Göre Belirlenmesi ve Performanslarının Değerlendirilmesi	127
4.9.2. Farklı Gübre Dozlarının Hastalık Şiddeti üzerindeki Etkisinin Ortaya Çıkarılmasında Kullanılacak Vejetasyon İndekslerin Farklı Fenolojik Dönemlere Göre Belirlenmesi ve Performanslarının Değerlendirilmesi	134
4.9.2.1.Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Fenolojik Dönemler İçin Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının Sarı Pas Hastalık Şiddeti Değişimine Olan Etkisinin Vejetasyon İndeksler İle Takip Edilmesi	134
4.9.2.2.Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Fenolojik Dönemler İçin Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının Sarı Pas Hastalık Şiddeti Değişimine Olan Etkisinin Vejetasyon İndeksler Yardımıyla Takip Edilmesi	138
4.10. Dane verimi-Hastalık Spektral İndeksler Arasındaki İlişkiler	142
4.10.1.Hastalık Uygulamaları Altında Ortaya Çıkan Verim-İndeks İlişkileri 142	
4.10.1.1.Ekmeklik Çeşitlerde Hastalık Uygulamalarında Belirlenen Verim- Hastalık-İndeks İlişkileri.....	142
4.10.1.2.Makarnalık Çeşitlerde Hastalık Uygulamalarında Belirlenen Verim- Hastalık-İndeks İlişkileri.....	145
4.10.2.Farklı Dozda Gübre Uygulamaları Altında Ortaya Çıkan Verim-Hastalık-İndeks ilişkileri.....	148
4.10.2.1.Ekmeklik Çeşitler İçin Farklı Dozda Gübre Uygulamaları Altında Ortaya Çıkan Verim-Hastalık-İndeks-İlişkileri	148
4.10.2.2.Makarnalık Çeşitler İçin Farklı Dozda Gübre Uygulamaları Altında Ortaya Çıkan Verim-İndeks-Hastalık İlişkileri.....	155
5. TARTIŞMA	163
6. SONUÇLAR.....	166
KAYNAKLAR.....	189
ÖZGEÇMİŞ	197

Şekil 3.1. Dijital ve Termal Kamera İle Elde Edilen Yaprak Görüntüleri.....	28
Şekil 3.2. ArcGIS Image-Classification Modülünde Hastalıklı Alanları İçin Signature File Dosyasının Oluşturulması	28
Şekil 3.3. ArcGIS ‘de “Maximum Likelihood Classification Tekniği” İle Hastalıklı Alanların Ortaya Çıkarılması	29
Şekil 3.4. Kanopi Seviyesi Spektral Yansıma Ölçümlerinin Alınması İçin Kullanılan El Spektrometresi	30
Şekil 3.5. İndekslerin Değerlendirilmesi ve Modelin Doğrulanması (Proje Akış Diyagramı).....	34
Şekil 4. 1. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) İlişkisi (Bayraktar 2000 Belirti Yok).....	37
Şekil 4. 2. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) İlişkisi (Eminbey Belirti Yok).....	37
Şekil 4. 3. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) İlişkisi (Eser Belirti Yok)	38
Şekil 4. 4. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) İlişkisi (Eser Belirti Var).....	38
Şekil 4. 5. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) İlişkisi (Kenanbey Belirti Yok)	39
Şekil 4. 6. Hastalık Dozu-Yansıma (%) İlişkisi (Kenanbey Belirti Var)	39
Şekil 4. 7. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) İlişkisi (Bayraktar 2000 Belirti Yok).....	39
Şekil 4. 8. Hastalık Dozu-Yansıma (%) İlişkisi (Bayraktar 2000 Belirti Var).....	39
Şekil 4. 9. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) İlişkisi (Demir 2000 Belirti Yok)	40
Şekil 4. 10. Hastalık Dozu-Yansıma (%) İlişkisi (Demir 2000 Belirti Var)	40
Şekil 4. 11. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) İlişkisi (Kızıltan 91 Belirti Yok)	44
Şekil 4. 12. Hastalık Dozu-Yansıma (%) İlişkisi (Kızıltan 91 Belirti Var)	44
Şekil 4. 13. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) İlişkisi (Çeşit-1252 Belirti Yok).....	44
Şekil 4. 14. Hastalık Dozu-Yansıma (%) İlişkisi (Çeşit-1252 Belirti Var).....	44
Şekil 4. 15. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) İlişkisi (Eminbey Belirti Yok).....	45
Şekil 4. 16. Hastalık Dozu-Yansıma (%) İlişkisi (Eminbey Belirti Var).....	45
Şekil 4. 17. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) İlişkisi (Mirzabey 2000- Hastalıksız).....	46
Şekil 4. 18. Hastalık Dozu-Yansıma (%) İlişkisi (Mirzabey 2000-Hastalıklı)	46
Şekil 4. 19. Bayraktar 2000 Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Fenolojik Dönem	49
Şekil 4. 20. Bayraktar 2000 Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Bant Aralıkları	49
Şekil 4. 21. Demir 2000 Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Fenolojik Dönem.....	50
Şekil 4. 22. Demir 2000 Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Bant Aralıkları.....	50
Şekil 4. 23. Eser Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Fenolojik Dönem.....	50
Şekil 4. 24. Eser Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Bant Aralıkları.....	50
Şekil 4. 25. Kenanbey Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Fenolojik Dönem.....	51
Şekil 4. 26. Kenanbey Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Bant Aralıkları.....	51
Şekil 4. 27. Kızıltan 91 Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Fenolojik Dönem	52
Şekil 4. 28. Kızıltan 91 Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Bant Aralıkları	52
Şekil 4. 29. Çeşit-1252 Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Fenolojik Dönem	52
Şekil 4. 30. Çeşit-1252 Çeşidinde Bant Aralıklarının Ortaya Çıkarılması	52
Şekil 4. 31. Eminbey Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Fenolojik Dönem.....	53
Şekil 4. 32. Eminbey Çeşidinde Bant Aralıklarının Ortaya Çıkarılması	53
Şekil 4. 33. Mirzabey 2000 Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Fenolojik Dönem.....	53
Şekil 4. 34. Mirzabey 2000 Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Bant Aralıkları.....	53
Şekil 4. 35. Eser Çeşidi Fenolojik Dönem-Hastalık (%HŞ) İlişkisi.....	54
Şekil 4. 36. Bayraktar 2000 Çeşidi Fenolojik Dönem Hastalık (%HŞ) İlişkisi	54
Şekil 4. 37. Demir 2000 Çeşidi Fenolojik Dönem- Hastalık (%HŞ) İlişkisi	55
Şekil 4. 38. Kenanbey Çeşidi Fenolojik Dönem Hastalık (%HŞ) İlişkisi	55
Şekil 4. 39. Kızıltan 91 Çeşidi Fenolojik Dönem-Hastalık (%HŞ) İlişkisi.....	56
Şekil 4. 40. Çeşit-1252 Çeşidi Fenolojik Dönem Hastalık (%HŞ) İlişkisi	56
Şekil 4. 41. Eminbey Çeşidi Fenolojik Dönem-Hastalık (%HŞ) İlişkisi.....	57
Şekil 4. 42. Mirzabey 2000 Çeşidi Fenolojik Dönem Hastalık (%HŞ) İlişkisi.....	57
Şekil 4. 43. Eser Çeşidinde Hastalık Şiddeti (%HŞ-% Yansıma İlişkileri).....	59
Şekil 4. 44. Kenanbey Çeşidinde Hastalık Şiddeti (%HŞ)-% Yansıma İlişkileri	60

Şekil 4. 45.	Bayraktar 2000 Çeşidinde Hastalık Şiddeti (%HŞ)-% Yansıma İlişkileri.....	61
Şekil 4. 46.	Demir 2000 Çeşidinde Hastalık Şiddeti (%HŞ)-% Yansıma İlişkileri	63
Şekil 4. 47.	Kızıltan 91 Çeşidinde Hastalık Şiddeti (%HŞ)-% Yansıma İlişkileri.....	65
Şekil 4. 48.	Çeşit-1252 Çeşidinde Hastalık Şiddeti (%HŞ) -Yansıma İlişkileri (%)	66
Şekil 4. 49.	Eminbey Çeşidinde Hastalık Şiddeti (%HŞ)-% Yansıma İlişkileri	67
Şekil 4. 50.	Mirzabey 2000 Çeşidinde Hastalık Şiddeti (%HŞ)-% Yansıma İlişkileri	69
Şekil 4. 51.	Eser Çeşidinde Gübre Uygulama-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (25 Mayıs 2019).....	79
Şekil 4. 52.	Eser Çeşidinde Gübre Uygulama-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (06 Haziran 2019).....	79
Şekil 4. 53.	Eser Çeşidinde Gübre Uygulama-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (15 Haziran 2019).....	79
Şekil 4. 54.	Eser Çeşidinde Gübre Uygulama-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (23 Haziran 2019).....	79
Şekil 4. 55.	Kenanbey Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (25 Mayıs 2019)	81
Şekil 4. 56.	Kenanbey Çeşidinde Gübre- Hastalık (%HŞ) İlişkisi (06 Haziran 2019).....	81
Şekil 4. 57.	Kenanbey Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (15 Haziran 2019).....	81
Şekil 4. 58.	Kenanbey Çeşidinde Gübre- Hastalık (%HŞI) İlişkisi (23 Haziran 2019)	81
Şekil 4. 59.	Demir 2000 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (25 Mayıs 2019)	83
Şekil 4. 60.	Demir 2000 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (06 Haziran 2019).....	83
Şekil 4. 61.	Demir 2000 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (15 Haziran 2019).....	84
Şekil 4. 62.	Demir 2000 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (23 Haziran 2019).....	84
Şekil 4. 63.	Bayraktar 2000 Çeşidinde Gübre Hastalık (%HŞ) İlişkisi (25 Mayıs 2019)	86
Şekil 4. 64.	Bayraktar 2000 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (06 Haziran 2019).....	86
Şekil 4. 65.	Bayraktar 2000 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (15 Haziran 2019).....	86
Şekil 4. 66.	Bayraktar 2000 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (06 Haziran 2019).....	86
Şekil 4. 67.	Kızıltan 91 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (25 Mayıs 2019).....	88
Şekil 4. 68.	Kızıltan 91 Çeşidinde Gübre- Hastalık (%HŞ) İlişkisi (06 Haziran2019).....	88
Şekil 4. 69.	Kızıltan 91 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (15 Haziran 2019).....	88
Şekil 4. 70.	Kızıltan 91 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (23 Haziran 2019).....	88
Şekil 4. 71.	Çeşit-1252 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (25 Mayıs 2019).....	90
Şekil 4. 72.	Çeşit-1252 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (06 Haziran 2019)	90
Şekil 4. 73.	Çeşit-1252 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (15 Haziran 2019)	90
Şekil 4. 74.	Çeşit-1252 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (23 Haziran 2019)	90
Şekil 4. 75.	Eminbey Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (25 Mayıs 2019).....	92
Şekil 4. 76.	Eminbey Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (25 Mayıs 2019).....	92
Şekil 4. 77.	Eminbey Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (15 Haziran 2019)	92
Şekil 4. 78.	Eminbey Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (23 Haziran 2019)	92
Şekil 4. 79.	Mirzabey 2000 Çeşidinde Gübre Hastalık (%HŞ) İlişkisi (25 Mayıs 2019)	94
Şekil 4. 80.	Mirzabey 2000 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (06 Haziran 2019)	94
Şekil 4. 81.	Mirzabey 2000 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (15 Haziran 2019)	94
Şekil 4. 82.	Mirzabey 2000 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (23 Haziran 2019)	94
Şekil 4. 83.	Ekmeklik Çeşitlerde Farklı Fenolojik Dönemlerde Farklı Sarı Pas Hastalık Dozu (%0, %25, %50, %100) Uygulamalarında Hastalık Değişiminin (%HŞ) İncelenmesi.....	100
Şekil 4. 84.	Fenolojik Dönemler İçin Makarnalık Çeşitler İçin Farklı Sarı Pas Hastalık Dozu (%0, %25,%50, %100) Uygulamalarında Hastalık Değişiminin (%HŞ) İncelenmesi.....	100
Şekil 4. 85.	Eser Çeşidinin Fenolojik Gelişim Dönemlerine Göre Hastalık Değişim Grafiği	106
Şekil 4. 86.	Eser Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalık Reaksiyon Değişimi (%HŞ) .	106
Şekil 4. 87.	Kenanbey Çeşidinin Fenolojik Gelişim Dönemlerine Göre Hastalık Değişim Grafiği	109
Şekil 4. 88.	Kenanbey Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalık Reaksiyon Değişimi (%HŞ)	109
Şekil 4. 89.	Bayraktar 2000 Çeşidinin Fenolojik Gelişim Dönemlerine Göre Hastalık Değişim Grafiği (2018-2019)	111
Şekil 4. 90.	Bayraktar 2000 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalık Reaksiyon Değişimi (%DI).....	112
Şekil 4. 91.	Demir 2000 Çeşidinin Fenolojik Gelişim Dönemlerine Göre Hastalık Değişim Grafiği	114

Şekil 4.92. Demir 2000 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalık Reaksiyon Değişimi (%HŞ)	114
Şekil 4. 93. Kızıltan 91 Çeşidinin Fenolojik Gelişim Dönemlerine Göre Hastalık Değişim Grafiği	117
Şekil 4. 94. Kızıltan 91 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalık Reaksiyon Değişimi (%DI)	118
Şekil 4. 95. Çeşit-1252 Çeşidinin Fenolojik Gelişim Dönemlerine Göre Hastalık Değişim Grafiği	120
Şekil 4. 96. Çeşit-1252 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalık Reaksiyon Değişimi (%DI)	120
Şekil 4. 97. Eminbey Çeşidinin Fenolojik Gelişim Dönemlerine Göre Hastalık Değişim Grafiği	123
Şekil 4. 98. Eminbey Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalık Reaksiyon Değişimi (%HŞ)	123
Şekil 4. 99. Mirzabey 2000 Çeşidinin Fenolojik Gelişim Dönemlerine Göre Hastalık Değişim Grafiği	125
Şekil 4. 100. Mirzabey 2000 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalık Reaksiyon Değişimi (%HŞ)	125
Şekil 4. 101. Bitki Yapraklarının Işığı Yansıtma Özellikleri	126
Şekil 4.102. Sarı Pas Hastalığının Tahmininde Regresyon Eşitliklerinin Elde Edilmesi ve Doğrulamanın Yapılması (Cross-Validation)	130
Şekil 4. 103. Bayraktar 2000 Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Dane Verim-Spektral İndeksler Arasındaki Korelasyon Değerleri	144
Şekil 4. 104. Mirzabey 2000 Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Dane Verim-Spektral İndeksler Arasındaki Korelasyon Değerleri	147
Şekil 4. 105. Ekmeklik Çeşitlerde Gübre Dozu -Birim Alan Verim (kg/da) İlişkileri	150
Şekil 4. 106. Eser Çeşidinde Gübre Uygulaması-Verim İlişkisinde Öne Çıkan İndeksler	151
Şekil 4. 107. Bayraktar 2000 Çeşidinde Gübre Uygulaması-Verim İlişkisinde Öne Çıkan İndeksler	152
Şekil 4. 108. Kenanbey Çeşidinde Gübre Uygulaması-Verim İlişkisinde Öne Çıkan İndeksler	153
Şekil 4. 109. Demir 2000 Çeşidinde Gübre Uygulaması-Verim İlişkisinde Öne Çıkan İndeksler	154
Şekil 4. 110. Makarnalık Çeşitlerde Gübre Dozu -Birim Alan Verim (kg/da) İlişkileri	156
Şekil 4. 111. Kızıltan 91 Çeşidinde Gübre Dozu -Birim Alan Verim (kg/da) İlişkisinde Öne Çıkan İndeksler	157
Şekil 4. 112. Çeşit-1252 Çeşidinde Gübre Uygulaması-Verim İlişkisinde Öne Çıkan İndeksler	158
Şekil 4. 113. Eminbey Çeşidinde Gübre Uygulaması-Verim İlişkisinde Öne Çıkan İndeksler	158
Şekil 4. 114. Mirzabey 2000 Çeşidinde Gübre Uygulaması-Verim İlişkisinde Öne Çıkan İndeksler	159

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3. 1. Ankara Yenimahalle Lokasyonu 2018-2019 Aylık Ortalama İklim Verileri.....	17
Tablo 3. 2. Araştırmada Kullanılan Çeşitler, Tescil Yılı ve Hastalık Reaksiyonları.....	17
Tablo 3. 3. Farklı Ekmeklik Ve Makarnalık Buğday Çeşitleri İçin Farklı Sarı Pas (<i>Puccinia striiformis</i>) Uygulama Dozları (%0, %25, %50, %100) (İlk Araştırma Konusu) Ve Mineral Gübre Uygulamaları (Fe, Zn, Fe+Zn) (İlk Araştırma Konusu).....	19
Tablo 3. 4. Ekmeklik ve Makarnalık Çeşitler İçin Sarı Pas Hastalık Reaksiyon Çalışma Deseni (Dozlar %0 (Kontrol Grubu), %25, %50, %100).....	20
Tablo 3. 5. Ekmeklik-Makarnalık Çeşitler İçin Mineral Gübre Uygulama Deneme Planı	21
Tablo 3. 6. Yaprak Örneklerinin Alındığı Tarih ve Bitki Evresi	24
Tablo 3. 7. Buğdayda Sarı Pas Hastalığına Karşı Bitki Reaksiyon Tipleri	26
Tablo 3. 8. Hastalıklı ve Hastaliksız Bitkilerin Ayrımında Kullanılan Vejetasyon İndeksleri.....	33
Tablo 4.1. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Spektral Band Bölgelerine Göre Farklı Hastalık Dozlarına Karşılık Gelen Yansıma Değerleri (%)	40
Tablo 4.2. Fenolojik Dönemlere Göre Hastalık Görülme (%) Ekmeklik Çeşitlerde Bant Bölgelerine Göre Spektral Yansıma Değerleri Aralıkları	42
Tablo 4.3. Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Spektral Band Bölgelerine Göre Farklı Hastalık Dozlarına Karşılık Gelen Yansıma Değerleri (%)	46
Tablo 4.4. Fenolojik Dönemlerde Hastalık Belirtisi Gözlenmeyen Makarnalık Çeşitlerde Bant Bölgelerine Göre Spektral Yansıma Değerleri Aralıkları (%)	48
Tablo 4. 5. Eser Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Hastalık Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığının Tespitinde Etkili Olan Spektral Bant Bölgeleri ve Korelasyon Değerleri (Determination Correlation R ²).....	59
Tablo 4. 6. Kenanbey Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Hastalık Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığının Tespitinde Etkili Olan Spektral Bant Bölgeleri ve Korelasyon Değerleri	60
Tablo 4.7. Bayraktar 2000 Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Hastalık Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığının Tespitinde Etkili Olan Spektral Bant Bölgeleri ve Korelasyon Değerleri.....	62
Tablo 4. 8. Demir 2000 Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Hastalık Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığının Tespitinde Etkili Olan Spektral Bant Bölgeleri ve Korelasyon Değerleri	63
Tablo 4.9. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Hastalık Belirtisi Gözlenen ve Hastalık Belirtisi Gözlenmeyen Bitkilerin Hastalık Şiddetinin (%HŞ) Ayrımında Kullanılan Spektral Bant Aralıkları (nm).....	64
Tablo 4. 10. Kızıltan 91 Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Hastalık Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığının Tespitinde Etkili Olan Spektral Bant Bölgeleri ve Korelasyon Değerleri	65
Tablo 4. 11. Çeşit-1252 Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Hastalık Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığının Tespitinde Etkili Olan Spektral Bant Bölgeleri ve Korelasyon Değerleri	66
Tablo 4. 12. Eminbey Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Hastalık Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığının Tespitinde Etkili Olan Spektral Bant Bölgeleri ve Korelasyon Değerleri	68
Tablo 4.13. Mirzabey 2000 Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Hastalık Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığının Tespitinde Etkili Olan Spektral Bant Bölgeleri ve Korelasyon Değerleri.....	69
Tablo 4. 14. Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Hastalıklı ve Hastaliksız Bitkilerin Hastalık Şiddetinin (%DI) Ayrımında Kullanılan Spektral Bant Aralıkları (nm)	70
Tablo 4. 15. Eser Çeşidinde Hastalık Şiddetinin (%HŞ) Tahmininde Öne Çıkan Vejetasyon İndeksleri Ve Hastalık Tahmin Regresyon Denklemleri.....	71
Tablo 4. 16. Bayraktar 2000 Çeşidinde Hastalık Şiddetinin (%HŞ) Tahmininde Öne Çıkan Vejetasyon İndeksleri ve Hastalık Tahmin Regresyon Denklemleri	72
Tablo 4. 17. Demir 2000 Çeşidinde Hastalık Şiddetinin (%HŞ) Tahmininde Öne Çıkan Vejetasyon İndeksleri ve Hastalık Tahmin Regresyon Denklemleri	73
Tablo 4. 18. Kenanbey Çeşidinde Hastalık Şiddetinin (%HŞ) Tahmininde Öne Çıkan Vejetasyon İndeksleri ve Hastalık Tahmin Regresyon Denklemleri	74

Tablo 4. 19. Kızıltan 91 Çeşidinde Hastalık Şiddetinin (%HŞ) Tahmininde Öne Çıkan Vejetasyon İndeksleri ve Hastalık Tahmin Regresyon Denklemleri	75
Tablo 4. 20. Çeşit-1252 Çeşidinde Hastalık Şiddetinin (%HŞ) Tahmininde Öne Çıkan Vejetasyon İndeksleri ve Hastalık Tahmin Regresyon Denklemleri	76
Tablo 4. 21. Eminbey Çeşidinde Hastalık Şiddetinin (%HŞ) Tahmininde Öne Çıkan Vejetasyon İndeksleri Ve Hastalık Tahmin Regresyon Denklemleri.....	77
Tablo 4. 22. Mirzabey 2000 Çeşidinde Hastalık Şiddetinin (%HŞ) Tahmininde Öne Çıkan Vejetasyon İndeksleri Ve Hastalık Tahmin Regresyon Denklemleri.....	78
Tablo 4. 23. Eser Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Gübre Uygulama Dozlarında Sarı Pasa Etkili Spektral Bant Aralıkları ve Regresyon Eşitlikleri	80
Tablo 4. 24. Kenanbey Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Gübre Uygulama Dozlarında Sarı Pasa Etkili Spektral Bant Aralıkları ve Regresyon Eşitlikleri	82
Tablo 4. 25. Demir 2000 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Gübre Uygulama Dozlarında Sarı Pasa Etkili Spektral Bant Aralıkları ve Regresyon Eşitlikleri	84
Tablo 4. 26. Bayraktar 2000 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Gübre Uygulama Dozlarında Sarı Pasa Etkili Spektral Bant Aralıkları ve Regresyon Eşitlikleri.....	87
Tablo 4. 27. Kızıltan 91 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Gübre Uygulama Dozlarında Sarı Pasa Etkili Spektral Bant Aralıkları ve Regresyon Eşitlikleri	89
Tablo 4. 28. Çeşit-1252 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Gübre Uygulama Dozlarında Sarı Pasa Etkili Spektral Bant Aralıkları ve Regresyon Eşitlikleri	91
Tablo 4. 29. Eminbey Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Gübre Uygulama Dozlarında Sarı Pasa Etkili Spektral Bant Aralıkları ve Regresyon Eşitlikleri.....	93
Tablo 4. 30. Mirzabey 2000 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Gübre Uygulama Dozlarında Sarı Pasa Etkili Spektral Bant Aralıkları Ve Regresyon Eşitlikleri.....	95
Tablo 4. 31. Farklı Dozda Sarı Pas Uygulamaları Altında Eser, Kenanbey, Bayraktar 2000, Demir 2000 Çeşitlerinin Fenolojik Dönemlerde Oransal Değişimi.	97
Tablo 4. 32. Fenolojik Dönemlerde Ekmeklik Çeşitler İçin Farklı Sarı Pas Hastalık Dozlarında (%0, %25, %50, %100) Bitki Yaprağındaki Hastalık Şiddeti (%HŞ) Skorları İçin Anova Varyans Analizi	97
Tablo 4. 33. Fenolojik Dönemlerde Eser, Kenanbey, Bayraktar 2000 Ve Demir 2000 Çeşitleri İçin Yapılan Anova Analiz Sonuçları ($p<0.001$).....	98
Tablo 4. 34. Farklı Dozda Sarı Pas Hastalığı Uygulamaları Altında Kızıltan 91, Çeşit-1252, Eminbey, Mirzabey Çeşitlerinde Farklı Fenolojik Dönemlere Göre Hastalığın Oransal Değişimi.....	102
Tablo 4. 35. Fenolojik Dönemlere Göre Makarnalık Çeşitler İçin Farklı Sarı Pas Hastalık Dozlarında (%0, %25, %50, %100) Hastalık Şiddeti (%DI) Skorları İçin Anova Varyans Analizi	102
Tablo 4. 36. Fenolojik Dönemlerde Kızıltan 91, Çeşit-1252, Eminbey, Mirzabey 2000 Çeşitleri İçin Yapılan Anova Analiz Sonuçları ($p<0.001$).....	
Tablo 4. 37. Eser Çeşidine Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Farklı Fenolojik Dönemler İçin Hastalık Değişim Oranları (%).....	104
Tablo 4. 38. Eser Çeşidinde Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Hastalık Reaksiyonu Üzerine Olan Etkilerinin Anova Çoklu Karşılaştırma Varyans Analiz Sonuçları (Tukey B*HSD Testi).....	105
Tablo 4. 39. Eser Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Tekrarlanan Gübre Uygulama (Fe, Zn, Fe+Zn) Dozları-Hastalık Şiddeti (%HŞ) Değerlendirmeleri Anova Sonuçları.....	105
Tablo 4. 40. Kenanbey Çeşidine Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Farklı Fenolojik Dönemler İçin Hastalık Değişim Oranları (%)	107
Tablo 4. 41. Kenanbey Çeşidinde Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Hastalık Reaksiyonu Üzerine Olan Etkilerinin Anova Çoklu Karşılaştırma Varyans Analiz Sonuçları (Tukey B*HSD Testi).....	108
Tablo 4. 42. Kenanbey Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Tekrarlanan Gübre Uygulama (Fe, Zn, Fe+Zn) Dozları-Hastalık Şiddeti (%HŞ) Değerlendirmeleri Anova Sonuçları.....	108
Tablo 4. 43. Bayraktar 2000 Çeşidine Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Farklı Fenolojik Dönemler İçin Hastalık Değişim Oranları (%)	110

Tablo 4. 44. Bayraktar 2000 Çeşidinde Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Hastalık Reaksiyonu Üzerine Olan Etkilerinin Anova Çoklu Karşılaştırma Varyans Analiz Sonuçları (Tukey B*HSD Testi)	110
Tablo 4. 45. Bayraktar 2000 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Tekrarlanan Gübre Uygulama (Fe, Zn, Fe+Zn) Dozları-Hastalık Şiddeti (%HŞ) Değerlendirmeleri Anova Sonuçları	111
Tablo 4. 46. Demir 2000 Çeşidine Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Farklı Fenolojik Dönemler İçin Hastalık Değişim Oranları (%)	112
Tablo 4. 47. Demir 2000 Çeşidinde Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Hastalık Reaksiyonu Üzerine Olan Etkilerinin Anova Çoklu Karşılaştırma Varyans Analiz Sonuçları (Tukey B*HSD Testi).....	112
Tablo 4. 48. Demir 2000 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Tekrarlanan Gübre Uygulama (Fe, Zn, Fe+Zn) Dozları-Hastalık Şiddeti (%HŞ) Değerlendirmeleri Anova Sonuçları	113
Tablo 4. 49. Kızıltan 91 Çeşidine Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Farklı Fenolojik Dönemler İçin Hastalık Değişim Oranları (%)	116
Tablo 4. 50. Kızıltan 91 Çeşidinde Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Hastalık Reaksiyonu Üzerine Olan Etkilerinin Anova Çoklu Karşılaştırma Varyans Analiz Sonuçları (Tukey B*HSD Testi).....	116
Tablo 4. 51. Kızıltan 91 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Tekrarlanan Gübre Uygulama (Fe, Zn, Fe+Zn) Dozları-Hastalık Şiddeti (%HŞ) Değerlendirmeleri Anova Sonuçları	117
Tablo 4. 52. Çeşit-1252 Çeşidine Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Farklı Fenolojik Dönemler İçin Hastalık Değişim Oranları (%)	119
Tablo 4. 53. Çeşit-1252 Çeşidinde Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Hastalık Reaksiyonu Üzerine Olan Etkilerinin Anova Çoklu Karşılaştırma Varyans Analiz Sonuçları (Tukey B*HSD Testi).....	119
Tablo 4. 54. Çeşit-1252 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Tekrarlanan Gübre Uygulama (Fe, Zn, Fe+Zn) Dozları-Hastalık Şiddeti (%HŞ) Değerlendirmeleri Anova Sonuçları.....	120
Tablo 4. 55. Eminbey Çeşidine Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Farklı Fenolojik Dönemler İçin Hastalık Değişim Oranları (%)	121
Tablo 4. 56. Eminbey Çeşidinde Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Hastalık Reaksiyonu Üzerine Olan Etkilerinin Anova Çoklu Karşılaştırma Varyans Analiz Sonuçları (Tukey B*HSD Testi).....	122
Tablo 4. 57. Eminbey Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Tekrarlanan Gübre Uygulama (Fe, Zn, Fe+Zn) Dozları-Hastalık Şiddeti (%HŞ) Değerlendirmeleri Anova Sonuçları.....	122
Tablo 4. 58. Mirzabey 2000 Çeşidine Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Farklı Fenolojik Dönemler İçin Hastalık Değişim Oranları (%)	124
Tablo 4. 59. Mirzabey 2000 Çeşidinde Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Hastalık Reaksiyonu Üzerine Olan Etkilerinin Anova Çoklu Karşılaştırma Varyans Analiz Sonuçları (Tukey B*HSD Testi)	124
Tablo 4. 60. Mirzabey 2000 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Tekrarlanan Gübre Uygulama (Fe, Zn, Fe+Zn) Dozları-Hastalık Şiddeti (%HŞ) Değerlendirmeleri Anova Sonuçları	125
Tablo 4. 61. Eser Çeşidi İçin Hastalık Tahmininde Öne Çıkan İndeksler (Erken-Orta-Geç Dönem)	128
Tablo 4. 62. Bayraktar 2000 Çeşidi İçin Hastalık Tahmininde Öne Çıkan İndeksler (Erken-Orta-Geç Dönem).....	129
Tablo 4. 63. Kenanbey Çeşidi İçin Hastalık Tahmininde Öne Çıkan İndeksler (Erken-Orta-Geç Dönem).....	130
Tablo 4. 64. Demir 2000 Çeşidi İçin Hastalık Tahmininde Öne Çıkan İndeksler (Erken-Orta-Geç Dönem).....	131
Tablo 4. 65. Kızıltan 91 Çeşidi İçin Hastalık Tahmininde Öne Çıkan İndeksler (Erken-Orta-Geç Dönem).....	132
Tablo 4. 66. Çeşit-1252 Çeşidi İçin Hastalık Tahmininde Öne Çıkan İndeksler (Erken-Orta-Geç Dönem).....	132
Tablo 4. 67. Eminbey Çeşidi İçin Hastalık Tahmininde Öne Çıkan İndeksler (Erken-Orta-Geç Dönem).....	133

Tablo 4. 68. Mirzabey 2000 Çeşidi İçin Hastalık Tahmininde Öne Çıkan İndeksler (Erken-Orta-Geç Dönem).....	134
Tablo 4. 69. Eser Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığı Üzerine Olan Etkisinin Vejetasyon İndekslerle Takibi	135
Tablo 4. 70. Kenanbey Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığı Üzerine Olan Etkisinin Vejetasyon İndekslerle Takibi.....	136
Tablo 4. 71. Demir 2000 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığı Üzerine Olan Etkisinin vejetasyon İndekslerle Takibi	137
Tablo 4. 72. Bayraktar 2000 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığı Üzerine Olan Etkisinin Vejetasyon İndekslerle Takibi.....	138
Tablo 4. 73. Kızıltan 91 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığı Üzerine Olan Etkisinin Vejetasyon İndekslerle Takibi.....	139
Tablo 4. 74. Çeşit-1252 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığı Üzerine Olan Etkisinin Vejetasyon İndekslerle Takibi.....	140
Tablo 4. 75. Eminbey Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığı Üzerine Olan Etkisinin Vejetasyon İndekslerle Takibi.....	141
Tablo 4. 76. Mirzabey 2000 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığı Üzerine Olan Etkisinin Vejetasyon İndekslerle Takibi.....	142
Tablo 4. 77. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Tekerrür Ortalamalarına Göre Hastalık Dozu-Ortalama Verim İlişkileri (Descriptive Analiz)	143
Tablo 4. 78. Ekmeklik Çeşitler İçin Fenolojik Gelişme Dönemlerinde Dane Verimi-Spektral İndeksler Arasındaki İlişkiler	144
Tablo 4. 79. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Hastalık Dozu Uygulamalarında Ortalama Verim (kg/da)	145
Tablo 4. 80. Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Tekerrür Ortalamalarına Göre Hastalık Dozu-Ortalama Verim İlişkileri (Descriptive Analiz).....	145
Tablo 4. 81. Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Hastalık Dozu Uygulamalarında Ortalama Verim (kg/da)	146
Tablo 4. 82. Farklı Fenolojik Gelişme Dönemlerine Göre Makarnalık Çeşitler İçin Dane Verimi-Spektral İndeksler Arasındaki İlişkiler.....	147
Tablo 4. 83. Ekmeklik Çeşitlerde Tekerrür Ortalamalarına Göre Gübre-Verim (kg/da) İlişkileri (Descriptive Analiz- 25 Mayıs 2019).....	148
Tablo 4. 84. Ekmeklik Çeşitlerde Farklı Fenolojik Dönemlerde Gübre Uygulamalarına Göre Verim Tahmininde Etkili İndeksler Ve Bant Aralıkları	149
Tablo 4. 85. Ekmeklik Çeşitlerde Gübre Dozu -Birim Alan Verim (kg/da) İlişkileri	149
Tablo 4. 86. Makarnalık Çeşitlerde Tekerrür Ortalamalarına Göre Gübre-Verim (kg/da) İlişkileri (Descriptive Analiz- 25 Mayıs 2019).....	155
Tablo 4. 87. Makarnalık Çeşitlerde Farklı Fenolojik Dönemlerde Gübre Uygulamalarına Göre Verim Tahmininde Etkili İndeksler Ve Bant Aralıkları	156
Tablo 4. 88. Makarnalık Çeşitlerde Gübre Dozu -Birim Alan Verimi İlişkileri (2018-2019).....	159
Tablo 4. 89. Ekmeklik Çeşitlerde Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Verime Olan Etkisi	161
Tablo 4. 90. Makarnalık Çeşitlerde Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Verime Olan Etkisi	162

Tablo 6. 1. Hastalık Gözlenmeyen Ve Gübre Uygulaması Yapılmayan Ekmeklik ve Makarnalık Çeşitlerin Hastalık-Gübre-Verim İlişkileri.....	182
Tablo 6. 2. Ekmeklik Ve Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Farklı Hastalık Uygulama Dozlarının Fenolojik Dönemlere Göre Hastalık Şiddeti (%HŞ) Takibinde Etkili Hassas Spektral Bölgeler ve İndeksler	183
Tablo 6. 3. Ekmeklik Ve Makarnalık Çeşitlerde Farklı Sarı Pas Hastalık Uygulama Dozlarında (%0, %25, %50, %100) Hastalık Tespiti İçin Yansıma Değerleri Kullanılarak Belirlenmiş Etkili Spektral Bant Aralıkları (nm).....	184
Tablo 6. 4. Ekmeklik Ve Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Fenolojik Dönemlere Göre Hastalık Şiddeti (%HŞ) Takibinde Etkili Spektral Bölgeler ve İndeksler	185

Tablo 6. 5. Fenolojik Dönemlere Göre Gübre Uygulamalarında Hastalık Tespitinde Etkili Bant Bölgeleri ve İndeksler	187
--	-----



SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

%	: Yüzde
%DI	: %Hastalık şiddeti (Disease Increase)
°C	: Santigrad (Celsius) derece
B	: Bor
Ba ₂ SO ₄	: Baryum sülfat
Cl	: Klor
cm	: Santimetre
da	: Dekar
f	: Her hastalık şiddeti derecesindeki yaprakların sayısı
Fe	: Demir
g	: Gram
ha	: Hektar
K	: Potasyum
lt	: Litre
m	: Metre
m ²	: Metrekare
Mn	: Mangan
ms	: Milisaniye
n	: En yüksek hastalık şiddeti derecesindeki yaprakların sayısı
N	: Azot
nm	: Nanometre
P	: Fosfor
r ²	: Determinasyon katsayısı (Coefficient Determination)
Si	: Silisyum
x	: İnsidans seviyesi
Ŷ	: Korelasyon denkleminde hesap edilen değer
Ȳ	: Ortalama hastalık şiddeti değeri
Yi	: Hesaplanan indeks değeri
Yr ₂	: Sarı pas Yr ₂ dayanıklılık geni
Zn	: Çinko

Kısaltmalar	Açıklama
%RE	: %Nispi Hata (Relative Error%)
%SE	: %Standart Hata (Standard Error%)
ANOVA	: Varyans Analizi (Analysis of Variance)
ARI	: Antosiyanin Yansıtma Endeksi (Anthocyanin Reflectance Index)
BB	: Bitki Boyu
BK	: Biyokütle
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CC	: Kritik Konsantrasyon (Critical Concentration)
CV	: Korelasyon Değişimi
DAP	: Diamonyum Fosfat
DAS	: Ekimden Sonraki Günler (Days After Sowing)
GIS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), (Geographical Information Systems)
HSI	: Rengin Dalga Boyu (Hue, Saturation, Intensity)
I	: İmmun (Bağışık)
INSEY	: Mevsim İçi Tahmin Edilen Verim
IR	: Kızılötesi Işınım (Infrared),
KO	: Kaplama Oranı

LAI	: Yaprak alan endeksi (Leaf Area Index)
LC	: Little Club (Hassas Kontrol İçin Kullanılan Kompakt Buğday)
LCCI	: Yaprak Kanopi Klorofil İçerik İndeksi (Canopy Chlorophyll Content Index)
LSD	: Asgari Önemli Fark (Least Significant Difference)
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MODIS	: Orta Çözünürlüklü Görüntüleme Spektrometresi (NASA tarafından geliştirilmiştir) (Moderate Resolution Imaging Spectrometer)
MR	: Orta Dayanıklı (Moderate Resistance)
MS	: Orta Hassas (Moderate Susceptible)
MSS	: Multispektral Tarayıcı (Multispectral Scanner)
NBNDVI	: Dar bant Normalleştirilmiş Fark Bitki örtüsü indeksi (Narrow-band Normalised Difference Vegetation Index)
NDVI	: Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (Normalized Difference Vegetation Index)
NIR	: Yakın Kızıl Ötesi (Near Infrared Reflectance)
NNI	: Azot Besleme Örtüsü (Nitrogen Nutrition Index)
NPCI	: Normalize Pigment Klorofil Oranı Örtüsü (Normalised Pigment Chlorophyll Ratio Index)
NVI	: Yeni Bitki Örtüsü Endeksi (New Vegetation Index)
PhRI	: Fizyolojik Yansıtma Endeksi (Physiological Reflectance Index)
PLS	: En Küçük Hata Kareler Toplamı Modeli (Partial Square Least (PLS))
PNC	: Bitki Azot Konsantrasyonu (Plant Nitrogen Concentration)
PRI	: Fotokimyasal Yansıma İndeksi (Photochemical reflectance Index)
PSRI	: Bitki Yaşlanma Yansıtma İndeksi (Plant Senescence Reflectance Index)
Pst	: <i>Puccinia striiformis</i> f. sp. <i>tritici</i>
R	: Dayanıklı (Resistance)
R	: Yansıma açısı (Reflection)
Red Edge	: Kırmızı Sınır (Red edge)
RGB	: Kırmızı, Yeşil, Mavi (Red, Green, Blue)
RGVI	: Kırmızı Yeşil Bitki Örtüsü (Red Green Vegetation Index)
RMSE	: Ortalama Hata Kareler Toplamı (Root Mean Square Error)
RS	: Uzaktan algılama (Remote Sensing)
S	: Hassas (Susceptible)
SD	: Standart Sapma (Standard Deviation)
SIPI	: Yapı Duyarsız Pigment Endeksi (Structure Insensitive Pigment Index)
SPAD	: Klorofil Ölçer (Single-Photon Avalanche Diode)
SPSS	: Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı (Statistical Package for the Social Sciences),
SR	: Basit Oran (Simple Ratio)
TARM	: Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
TCARI	: Yansıtma İndeksinde Dönüştürülmüş Klorofil Absorpsiyonu (Transformed Chlorophyll Absorption Reflectance Index)
UV	: Ultraviyole
V	: Görülebilir (Visible)
VI	: Bitki İndeksi (Vegetation Index)

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIŞLIK BUĞDAYDA FARKLI DEMİR VE ÇİNKO UYGULAMALARININ SARI PAS (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) HASTALIĞI ÜZERİNE MEVSİMSEL ETKİLERİNİN ÇOK BANTLI VERİLER KULLANILARAK BELİRLENMESİ

METİN AYDOĞDU

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Kadir AKAN

Sarı pas (Etmen: *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) hastalığı, buğdayda üretim ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyen önemli fungal bir hastalıktır. Bu araştırma, sarı pas hastalığının ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin farklı fenolojik dönemlerinde hastalık şiddetinin (%HŞ) tahmin edilmesinde spektral özelliklerin kullanılabilirliği ve farklı dozdaki demir (Fe) ve çinko (Zn) gübre dozu uygulamalarının mevsim içi hastalık şiddetinin değişimine olan etkilerinin Hiperspektral (Çok Bantlı) indeksler kullanarak değerlendirilebilmesi amacıyla yürütülmüştür.

Bu çalışmada bitki materyali olarak ekmeklik (Bayraktar 2000, Demir 2000, Eser ve Kenanbey) ve makarnalık (Çeşit-1252, Eminbey, Kızıltan 91 ve Mirzabey 2000) buğday çeşitleri kullanılmıştır. Çalışma, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (TARM) Yenimahalle kampüsü araştırma alanlarında iki farklı uygulama olarak 2018-2019 yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. Araştırmada ilk uygulama; test materyallerine farklı dozlarda (%0, %25, %50, %100) uygulanan sarı pas hastalığına karşı bitkinin gösterdiği reaksiyonların spektral özellikler yardımıyla belirlenmesidir. Sarı pas hastalığının reaksiyonlarının belirlenmesinde etkili olan hassas bant bölgeleri; sapa kalkma sonu ve çiçeklenme başlangıcı erken döneminde (Feeks 10.5.1) ekmeklik buğday çeşitleri için, görünür bölgede 619-767 nm'dir. Dane dolum ve süt olum dönemini içine alan geç dönem

(10.5.3-10.5.4) için ise, Yakın Kızıl Ötesi (NIR) bölgede ise 820-1070 nm aralığıdır. Makarnalık çeşitler için ise erken dönemde (10.5.1) kullanılacak olan hassas bant bölgeleri 586-733 nm, geç dönemde (10.5.3-10.5.4) ise 768-951 nm olarak belirlenmiştir.

Araştırmanın ikinci uygulamasında; farklı gübre dozlarının (Fe, Zn, Fe+Zn) bitkilerin farklı fenoloji dönemlerdeki sarı pas hastalığına olan reaksiyonlarındaki değişimler, hiperspektral verilerden hesaplanan vejetasyon indeksleri kullanılarak belirlenmiştir. Tüm fenolojik dönemlerde ekmeklik çeşitlerden Bayraktar 2000, Demir 2000 hassas, Kenanbey orta hassas, Eser çeşidinin hastalığa dayanıklı reaksiyon gösterdiği, benzer şekilde tüm fenolojik dönemlerde makarnalık çeşitlerden Eminbey ve Kızıltan 91'in hassas, Mirzabey 2000'nin orta hassas, Çeşit-1252 çeşidinin hastalığa dayanıklı reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir.

Çalışma sonuçları, iki ve üç bantlı spektral indeksler kullanılarak, sarı pas hastalığının zararının tahmin edilmesinde iki büyüme aşamasının etkili olduğunu göstermiştir. Erken-orta büyüme aşamasında (çiçeklenme başlangıcı) hastalığın tespiti ve kontrol edilmesinin, orta-geç büyüme aşamasında (dane dolum) ürün kayıplarının tahmin edilmesi için önemli olduğu belirlenmiştir. Gübre dozu uygulamalarının; sarı pas hastalığının gelişimi üzerindeki etkileri değerlendirildiğinde, Bayraktar 2000 ve Eminbey çeşitlerinin bütün fenolojik dönemlerde gübreleme yapılmayan uygulamalarında hem % hastalık şiddeti, hem de verim üzerinde önemli artışa neden olduğu belirlenmiştir. Bayraktar 2000 ve Eminbey çeşitlerinde, gübre uygulamalarının sarı pas hastalığının kontrol edilmesinde hastalığın şiddetini azaltıcı etkisi olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, Eser, Kenanbey ve Demir 2000 çeşitlerinin dane verimi üzerine gübre uygulamalarının olumsuz etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Fenolojik dönemlere göre; farklı gübre uygulama dozlarında hastalık şiddetinin izlenmesinde etkili spektral bant bölgeleri ve indeksler bütün ekmeklik çeşitler için VISIBLE+RED+NIR aralığında yer almış, hastalık şiddeti değerlerinde artış (+) gözlenmiştir. Ekmeklik çeşitler için öne çıkan indeksler; RDVI, DVI, TVI, GNDVI, NLI, NVI, ARI, LCCI, YRI ve PSRI olarak belirlenmiştir. Mirzabey 2000 çeşidi dışında bütün makarnalık çeşitler için etkili bant bölgesi RED+RED EDGE+NIR aralığında yer almış, hastalık şiddeti değerlerinde artış (+) gözlenmiştir. Mirzabey 2000 çeşidi için etkili bant bölgesi GREEN+RED olarak belirlenmiştir. Diğer makarnalık çeşitler için öne çıkan indekslerin ise LCCI, SIPI, PSRI, NDVI, NBNDVI, MSR, GNDVI, NLI ve YRI olduğu anlaşılmıştır.

Mayıs 2021, 198 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Sarı Pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) hastalığı, Hiperspektral Bant, Spektrometre, Vejetasyon İndeksi, Mineral Gübreler



ABSTRACT

M. Sc. THESIS

DETERMINING OF THE SEASONAL EFFECTS OF DIFFERENT IRON AND ZINC APPLICATIONS ON YELLOW RUST (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) DISEASE IN WINTER WHEAT USING HYPERSPECTRAL DATA

METİN AYDOĞDU

Kırsehir Ahi Evran University

Graduate School of Sciences and Engineering

Agricultural Biotechnology Department

Supervisor: Assoc. Prof. Kadir AKAN

Yellow rust (caused by *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) disease is an important fungal disease that negatively affects the production quality of wheat. This study was conducted to determine the possibility of using spectral characteristics to estimate the disease severity (%DI) of different bread and durum cultivars during different phenological periods. In addition, the effect of different iron (Fe) and zinc (Zn) fertilizer application doses on disease severity changes during the season was also evaluated using hyperspectral indexes.

Bread wheat (Bayraktar 2000, Demir 2000, Eser and Kenanbey) and durum wheat (Çeşit-1252, Eminbey, Kızıltan 91 and Mirzabey 2000) wheat cultivars registered in different years by the Field Crops Central Research Institute (TARM) were used as plant material of the study. The study was carried out in the 2018-2019 growing season as two different applications in Ankara TARM Yenimahalle campus research areas. The first application of the research; It is the determination of plant reactions of yellow rust with the help of spectral properties, which are applied to test materials in different doses (0%, 25%, 50%, 100%). In determining the reactions of the yellow rust disease; the end of stem rise, early stage of flowering (Feeks 10.5.1), effective sensitive band regions: for bread wheat cultivars; In the visible (visible) region, 619-767 nm for the late period (10.5.3-10.5.4), which includes grain filling and milk maturation period, in the Near Infrared (NIR) region, in the range of 820-

1070 nm, and in the early period for durum cultivars. The sensitive band regions to be used in the period (10.5.1) are 586-733 nm, and in the late period (10.5.3-10.5.4) 768-951 nm

The second application of the research; Different fertilizer dosage applications (Fe, Zn, Fe + Zn) are determined by using vegetation indexes calculated from hyperspectral data to determine the changes in the reactions of plants to yellow rust disease in different phenology periods. In all phenological periods, cv. Bayraktar 2000, cv. Demir 2000 susceptible, cv. Kenanbey moderate susceptible, cv. Eser determined a resistant, similarly, in all phenological periods cv. Eminbey and cv. Kızıltan 91 susceptible, cv. Mirzabey 2000 moderate susceptible, cv. Çeşit-1252 determined resistant.

According to the results of the study; Using two and three band spectral indices, it was determined that two growth stages were effective in predicting the damage of yellow rust disease. It has been determined that the detection and control of the disease in the early-medium growth stage (beginning of flowering) is important for predicting the product losses in the middle-late growth stage (grain filling). Fertilizer dosage applications; When the effects on the development of yellow rust disease were evaluated, it was determined that cv. Bayraktar 2000 and cv. Eminbey caused a significant increase on both the disease severity and yield in their applications without fertilization in all phenological periods. It was concluded that fertilizer applications in cv. Bayraktar 2000 and cv. Eminbey have a decreasing effect on the control of yellow rust disease. It was determined that fertilizer applications of cv. Eser, cv. Kenanbey and cv. Demir 2000 had a negative effect on the grain yield.

According to the phenological periods; Spectral band regions and indices effective in monitoring disease severity at different fertilizer application doses were in the VISIBLE + RED + NIR range for all bread cultivars, and an increase (+) was observed in disease severity values. Prominent indexes for bread types; RDVI, DVI, TVI, GNDVI, NLI, NVI, ARI, LCCI, YRI, PSRI. For all durum cultivars except cv. Mirzabey 2000, the effective band region was in the range of RED + RED EDGE + NIR, and an increase in disease severity values (+) was observed. The effective band region for cv. Mirzabey 2000 cultivar has been determined as GREEN + RED. Prominent indexes for other durum cultivars; LCCI, SIPI, PSRI, NDVI, NBNDVI, MSR, GNDVI, NLI, YRI.

May 2021, 198 Pages

Keywords: Yellow Rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*), Hyperspectral Band, Spectroradiometer, Vegetation Index, Mineral Fertilizer.



1. GİRİŞ

Yeryüzünde 8000 yıldan beri üretimi yapılan ve insanoğlunun temel besinlerin (karbonhidrat, protein, vitamin, mineral, lif kaynağı) birisi olan buğday (Curtis vd. 2002), dünyada mısır ve pirinçten sonra en çok üretimi yapılan üçüncü üründür (Asseng vd. 2011). Buğday, tüm dünyada 2019 yılında 215,9 milyon ha alanda ekilmiş olup 765.7 milyon ton üretimle çeltikle birlikte dünyada tahıl üretiminde ilk sıralarda yer almaktadır (FAOSTAT, 2020). Gelişmekte olan 94 ülkedeki 4,5 milyardan fazla insan, mısır ve pirincin yanı sıra buğdaydan yapılan mamulleri günlük tüketimde kullanmaktadır (Shiferaw vd. 2011). C3 bitkisi olan buğday, nemli sıcak iklimlerden soğuk iklimlere kadar değişen ekolojilerde yetişebilir (Acevedo vd. 2006). Buğday için en uygun yetiştirme sıcaklığı 18-24°C olup en düşük 3-4°C, en yüksek 30-32°C sıcaklıklarda yetiştirebilmektedir (Getie, 2015). Buğdayın yazlık (ilkbahar ekimi) ve kışlık (sonbahar) olmak üzere iki tip yetiştirilme periyodunda ekimi ve yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Yazlık ekilen buğday, çiçeklenme için kısa soğuklanma (vernelizasyon) periyoduna sınırlı süreye ihtiyaç duymakta iken, kışlık ekilen buğday, çiçeklenme için daha uzun soğuklanma süresine ihtiyaç duymaktadır (Curtis vd. 2002).

Abiyotik ve biyotik stresler (hastalık, zararlı ve yabancı ot) nedeniyle stresin şiddetine, yoğunluğuna ve bitkide bulunma süresine göre, bitkisel üretimde yaşanan ürün kayıpları önceden tahmin edilemediği gibi, biyotik streslerin kontrol edilmesi için kullanılan kimyasalların aşırı kullanımı, gelecekte geri dönüşü olmayan çevresel sorunlara ve streslerin kimyasallara karşı direncinin artmasına neden olabilmektedir (Li, G.B. vd. 1989). Bitkilerde verim ve kalite kayıplarına neden olan hastalıklar, tarımsal üretimde büyük ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Bu nedenle, tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından bitki hastalıklarının gözlemlenmesi ve tespiti büyük önem taşımaktadır (Strange, R.N. ve Scott, P.R., 2005).

Dünyada buğday üretilen ekolojilerde önemli verim ve kalite kayıplarına sebep olan buğday hastalıklarının başında, *Puccinia* etmenlerinin neden olduğu pas hastalıkları gelmektedir (Samborski, D.J., 1985 ; Roelfs, A.P., 1978). Pas hastalıkları hakim rüzgarlarla, geniş alanlara yayılabilir. Diğer taraftan hastalığın biyolojik sürecinde yeni ırklar (ırklar/patotipler) oluşturma kapasiteleri, küresel düzeyde buğday üretimi için potansiyel bir tehdit oluşturmaktadır (Saari ve Prescott 1985; Kolmer 2005). Farklı pas türleri, hastalığın gelişmesi için uygun iklim değişiklikleri, kültürel uygulamalar, hassas çeşit yetiştiriciliğinin

yapılması ve değişen patojen popölasyonları gibi bazı faktörlerin bir veya birkaçının aynı zamanda oluştuğu durumlarda şiddetli pas hastalığı salgınları görölmektedir (Eversmeyer ve Kramer, 2000).

Puccinia striiformis f. sp. *tritici* etmeninin neden olduğu sarı/çizgi pas (yellow/stripe) hastalığının gelişimi için en uygun sıcaklıklar 12-20°C olup ilkbahar ve erken sonbahar, geç sonbahar ve yaz başı döneminde yüksek rakımlarda etkili olmaktadır. Özellikle ilkbahar mevsiminde birbirini takip eden yağışlı ve soğuk yıllarda Türkiye’de birçok sarı pas epidemisi önemli verim kayıplarına yol açmıştır (Düşünceli vd. 1996). Hastalık konukçusunun yaprak ve başaklarında da görülebilmekle birlikte özellikle yapraklar da sarı, açık portakal sarısı rengi, küçük ve makine dikişi gibi benzeri olan yazlık spor yapılarıyla kolayca teşhis edilebilir (Murray vd. 2005; Watkins 2006). Sarı pas hastalığının bitkinin erken dönemde gelişmesi üzerine olumsuz etkisi olup, bu oran %70’e ulaşabilen ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Özellikle hassas çeşitler de verim azalmakta ve dane olması gerektiğinde daha küçük olduğu için kalite üzerinde olumsuz etkisi olduğu bilinmektedir (Chen 2005). Özellikle ilkbahar mevsiminde birbirini takip eden yağışlı ve düşük sıcaklık koşullarında Türkiye’de birçok sarı pas hastalığı epidemisi nedeniyle önemli verim kayıplarına yol açtığı bildirilmiştir. 1991 yılında Orta Anadolu yetiştiricilik alanlarında 1 milyon tondan fazla ekimi yapılan Gerek-79 ekmeklik buğday çeşidinde, sarı pas hastalığı epidemisi nedeniyle %26.5’luk bir ürün kaybına neden olduğunu bildirilmiştir (Braun vd. 1992). Benzer şekilde, Çukurova bölgesinde 1995 yılında ve Orta Anadolu Bölgesinde 1988 yılında toplam 1.2 milyon tona yaklaşan 568 milyon dolarlık kayba neden olduğu bildirilmiştir (Düşünceli vd. 1996). 2010 yılında sarı pas hastalığı epidemi nedeniyle ölkemiz, buğday ekiliş alanlarının yarısında hastalığın görüldüğü ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 1.5-2 milyon ton (%50-60) bir kayıp oluştuğu bildirilmiştir (Aktaş vd. 2012). Bununla birlikte hastalığın şiddeti, konukçunun dayanıklılığına, enfeksiyonun ilk görölme zamanına, hastalık gelişme oranına ve hastalığın bitkide görölme süresine bağlıdır.

Günümüzde buğdayda sarı pas hastalığının belirlenmesi, bitki örnekleri üzerinde geleneksel yöntemlerle yapılmaktadır. Bu yöntem veya benzer yöntemler hastalığın daha fazla yayılmasının engellenmesinde yetersiz kalabilmekte ve uygun zamanda savaşım yapılmadığı için kayıplar katlanarak artabilmektedir. Bu nedenle daha etkin ve kısa sürede teşhis yöntemlerinin geliştirilmesi bir zorunluluktur (Roelfs, A.P. 1992). Bu ihtiyaçlara cevap verebilmek ve bitki hastalık belirtilerinin ortaya konulabilmesi veya gözle tespit

edilmesinden önce belirlenebilmesi konusunda “Uzaktan Algılama” teknolojisi büyük bir potansiyele sahiptir.

Son yıllarda uzaktan algılama teknikleri ile geliştirilen yöntemlerle, bitkideki spesifik ürün değişkenlerinin hızlı ve doğru bir şekilde ortaya çıkarılması mümkün olabilmektedir. Hassas bantların kullanılması ve bunların spektral yansıma değerlerine dönüştürülmesi sonucunda elde edilen spektral indeksler yardımıyla, yeryüzünün olumsuz etkilerini ortadan kaldırarak ürünlerin fizyolojisi ve biyokimyasını doğrudan etkileyen farklı büyüme değişkenlerini tahmin etmek kolay hale gelmiştir. “Uzaktan Algılama” teknikleri kullanılarak bitkiler üzerinden elde edilen spektral yansıma değerleriyle, bitki hastalıklarına ait özellikler ve vejetasyona ait farklı fenolojik özellikler (yaprak, dal, başak, toprak vb.) hakkında doğru ve hızlı bilgi edinmek mümkün olabilmektedir (Zhang vd., 2011). Birçok vejetasyon parametrelerinin doğru olarak tahmin edilmesinde hiperspektral indeksler, multispektral indekslerle birlikte kullanılmaktadır. Farklı tipteki uzaktan algılama teknikleri arasında hiperspektral uzaktan algılama, sahip olduğu yüksek çözünürlük sayesinde spektrum içerisindeki zayıf sinyalleri yakalaması açısından en etkili yöntemlerden biridir. (Goetz vd. 1985). Hiperspektral analizler bitkilerin canlılığının ve stres faktörlerinin gözlemlenmesinde geniş ölçüde kullanılabilmektedir. Buğdayın farklı gelişme dönemleri için hastalık gelişimini ortaya koyan güvenilir regresyon modelleri geliştirmek ve farklı hastalık inokülasyon uygulamaları altında hastalıklı bitkilerin biyofiziksel özellikleri (Klorofil, LAI, Bitki Boyu, Başak Sayısı, Başaktaki Dane sayısı, vb.) ile bitki spektral yansımaları arasındaki ilişkileri araştırmak, sonuçta verimle ilişkili bant kombinasyonlarını ve bununla ilişkili en uygun spektral indeksleri geliştirmek önemli hale gelmiştir. Elde edilen bu sonuçlar verim tahmin çalışmalarında kullanılan modeller için (Bitki büyüme modelleri DSSAT-AQUACROP) ürün kayıplarının erken tahmin edilmesi açısından önceden referans bilgiler edinilmesi amacına yönelik faydalar sağlayabilecektir. Son dönem de optik sensor teknolojisindeki gelişmeler, bitki hastalıklarının tarla şartlarında doğrudan bitkilerin yaprak yüzeyinden tespit edilebileceğini göstermiştir (Zhang vd., 2012b). Farklı tipteki uzaktan algılama teknikleri arasında hiperspektral uzaktan algılama, sahip olduğu yüksek çözünürlük özelliği ile spektrum içerisindeki zayıf sinyalleri yakalaması açısından en etkili yöntemdir (Goetz vd. 1985). Hiperspektral analizler bitkilerin canlılığının ve stres faktörlerinin gözlemlenmesinde geniş ölçüde kullanılabilmektedir (Yaprak Alan İndeksi-LAI, Pigment kapsamı, ürün hastalık ve zararlıları vb.) (Haboudane vd. 2004; Moshou vd. 2004; Oppelt ve Mauser, 2004; Duveiller vd. 2011; Zhang vd. 2012a). Bu amaçla son dönemde yapılan

araştırmalarla, bunların tespiti için farklı vejetasyon indeksler (VI) geliştirilmiştir. Bu indeksler kışlık buğdayda pas hastalıkları (*Puccinia spp.*) ve septorya yaprak lekesi (*Septoria tritici*) gibi hastalıklarının kanopi seviyesinde belirlenmesinde geniş ölçüde kullanılmaktadır (Zhang vd., 2012a ; Liu, vd 2020 ; Yu K., vd. 2018). Kanopi reflektans ölçümleri Mayıs ayının ortasından Haziran ayının sonuna kadar 7 günde bir olmak üzere yapılmaktadır. Elde edilen spektral değerler literatürde bilinen vejetasyon indeksleri ile değerlendirilmektedir. Hastalık teşhisi, farklı sensorlar kullanılarak sağlıklı ve hastalıklı bitkilerden elde edilen okuma değerlerinin kullanımı ile elde edilen çeşitli indekslerin yorumlanmasıyla yapılabilmektedir. Hastalık enfeksiyonu ile bitkilerde ortaya çıkan farklı fizyolojik uyarılar, spektral bantlardaki varyasyonlarla takip edilebilmektedir. Multispektral görüntüleme sistemleri üzerinde birkaç bant (2-10) çok kanallı detektör taşıırken, hiperspektral görüntüleme sistemleri birbirine bitişik birçok dar bant dalga boylarını (10-100) bir arada barındıran çok kanallı görüntüleme sistemlerinden oluşmaktadır. Bu özellikleri nedeniyle elde edilen spektral bilgiler, bitki hastalıklarının teşhisinde ve karakterizasyonunda daha etkin olarak kullanılmaktadır. Bitki hastalıklarının teşhisinde sağlıklı ve hastalıklı bitkilerin ayırımında yaygın olarak kullanılan geniş bant vejetasyon indeksler, bitkinin stres faktörlerine göre geliştirilmiş bant bölgelerini içerir (Delwiche ve Kim, 2000). Kışlık buğdayda sarı pas hastalığının tespitinde kullanılan yansıma değerlerinin 680, 725 ve 750 nm bant aralıklarında yer aldığı bildirilmiştir (Yang vd. 2005).

1.1. Amaç

Çalışma, farklı büyüme evrelerinde olan buğday bitkisinde sarı pas hastalığının (Etmen: *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) gelişiminin (epidermisinin) tespit edilebilmesi amacı ile yürütülmüştür. Bu çalışmanın amaçları;

- 1) Farklı büyüme evrelerinde “spektral bölgenin 331-1141 nm’lik aralığında” sarı pas hastalığı epidemisi altında bazı ekmeklik ve makarnalık kışlık buğday çeşitlerinin hiperspektral yansıma karakteristiklerini ortaya koymak,
- 2) Farklı büyüme evrelerinde sarı pas hastalığı ile ilişkili spektral indeksler ve bununla ilgili bantları ortaya koymak,
- 3) Farklı büyüme evrelerinde sarı pas hastalığının varlığının belirlenmesi veya ayırt edilmesinde iki ve üç bantlı optimal spektral indekslerin geliştirilmesi,
- 4) Belirlenebilecek veya ümitvar olan yeni indekslerin performansların değerlendirilmesi, ve

5) Farklı demir (Fe), çinko (Zn) ve demir (Fe)+çinko (Zn) gübre uygulama dozlarının ekmeklik ve makarnalık bazı buğday çeşitlerinde sarı pas hastalığının gelişimi ve verimine olan etkilerinin hiperspektral veriler kullanılarak değerlendirilmesidir.

1.2. Önem

Buğdayda farklı fenolojik evreler için pas hastalıklarının şiddeti hakkında bilgi sahibi olmak, farklı fenolojik gelişme dönemlerine göre ortaya çıkan hastalık semptomları için reflektans değerlerini ortaya koymak, farklı hastalık renk değişimlerine göre hastalık şiddetini ortaya koyan spektral indeksleri ve bunlara ait bant kombinasyonlarını belirlemek son derece önemlidir. Diğer taraftan bu çalışmada; buğdayın farklı gelişme dönemleri için hastalık gelişimini ortaya koyan güvenilir regresyon modelleri geliştirmek hastalıkla erken dönemde mücadelede kullanılacak fungusid ve kültürel mücadele uygulama zamanının ve miktarının belirlenmesinde önemlidir.

Farklı hastalık stresi altında hastalıklı bitkilerin biyofiziksel özellikleri (Klorofil, LAI, bitki boyu, başak sayısı, başaktaki dane sayısı, vb.) ile bitki spektral yansımaları arasındaki ilişkileri araştırmak verim kaybında etkili önemli parametrelerin ortaya çıkarılmasında önemlidir. Ayrıca verimle ilişkili olabilecek bant kombinasyonlarını ve bununla ilişkili en uygun spektral indeksleri geliştirilmesi önemlidir. Bu indeksler sayesinde erken dönemde hastalık derecesinin tahmin edilmesi, buna bağlı olarak verimin erken dönemde tahmin edilmesi ve geleceğe dönük projeksiyonların önceden rasyonel olarak yapılabilmesi mümkün hale gelecektir. Elde edilen bu sonuçlar verim tahmin çalışmalarında kullanılan modeller için (Bitki büyüme modelleri DSSAT-AQUACROP) ürün kayıplarının erken dönemde tahmin edilmesi açısından önceden referans bilgiler edinilmesi amacına yönelik faydalar sağlayacaktır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. Sarı Pas (Etmen: *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) Hastalığı ve Verim Kayıpları

Buğdayda görülen fungal hastalıklardan biri olan, pas (*Puccinia* spp.) hastalıkları önemli verim ve kalite kayıplarına neden olabilmektedirler. Pas hastalıkları uygun iklim şartların da hızla çoğalarak uzak mesafelere rüzgarlarla hızla yayılabildiği gibi, geniş üretim alanlarında önemli ekonomik kayıplara da neden olabilirler. Pas hastalıklarının biyolojik süreci ile oluşabilen yeni ırk/ırklar (patotip/patotipler), küresel buğday üretimi için potansiyel bir tehdit oluşturmaktadır (Saari ve Prescott, 1985; Kolmer 2005). Pas hastalıkları; konukçu hassasiyeti, patojen virülentliği, yoğunluğu ve uygun iklim şartları ile kültürel uygulamaların uyumlu olarak bir arada bulunduğu durumlarda bölgesel epidemi veya küresel pandemiler oluşturabilmektedir (Eversmeyer ve Kramer, 2000; Roelfs, A.P. 1985).

Sarı/çizgili (yellow/stripe rust) pas (Etmen: *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* (*Pst*)) hastalığı, buğday da (*Triticum aestivum* L.) verim ve kaliteyi etkileyen önemli fungal hastalıkların başında gelmektedir. Sarı pas hastalığının gelişimi için en uygun sıcaklıklar 12-20°C olup ilkbahar ve erken sonbahar ile geç sonbahar yaz başı döneminde yüksek rakımlı arazilerde etkili olabilmektedir (Bolton, M., Kolmer, J. and Garvin, D. 2008). Hastalık konukçusunun yaprak ve başaklarında da görülebilmekle birlikte özellikle yapraklar da sarı, açık portakal sarısı rengi, küçük ve makine dikişi gibi benzeri olan yazlık spor yapılarıyla kolayca teşhis edilebilir (Murray vd. 2005; Watkins 2006).

Dünya da 60 'dan daha fazla ülkede üretimi etkileyebilen hastalık, hastalık gelişimi için uygun şartlarında hassas çeşitlerin ekili olduğu alanlarda üretimde %100 ulaşabilen kayıplara neden olabildiği rapor edilmiştir (Devadas vd., 2009). Sarı pas hastalığı özellikle hassas konukçusunda erken dönemde gelişimi olumsuz etkileyerek %70'e ulaşabilen düzeylerde ürün kayıplarına neden olabilmektedir (Doling, D.A. and Doodson, J. K. 1968). Hastalığın şiddetine bağlı olarak değişen düzeylerde verim azalabilmekte, hasat edilebilen danelerin küçük olması kalite özelliklerini olumsuz etkilemektedir. Özellikle ilkbahar mevsimin de birbirini takip eden yağışlı ve soğuk yetiştirme sezonlarında, Türkiye'de birçok sarı pas hastalığı epidemisi önemli verim kayıplarına yol açmıştır (Düşünceli vd. 1996). Hastalığa hassas çeşitlerde özellikle fide evresindeki hastalık gelişimi, önemli düzeyde ürün kayıplarına neden olabilir (Chen, 2005). Dünyada sarı pas hastalığı nedeniyle küresel

düzeyde salgınlar 1970'li yıllarda Kuzey Afrika ve Orta-Doğu'da görüldüğü bilinmektedir (Saari ve Prescott., 1985). Bu epidemilerin temel nedenlerinden birisi de bu yıllarda yaygın olarak ekilen birçok çeşidin *Yr2* dayanıklılık geni içermesi ve epidemiye neden olan hastalık popülasyonunun bu dayanıklılık geni üzerine etkin olmasıdır. (McIntosh vd., 2009). Yine hastalık nedeniyle, Güney Afrika'da 1998 yılında yaklaşık 2.25 milyon dolarlık kayıp olduğu rapor edilmiştir (Pretorius vd. 2004 ; Yahyaoui vd., 2012). Amerika Birleşik Devletlerinde kayıt altına alınan en şiddetli verim kayıpları 2000 yılında en az 20 eyalette 244938 tondan fazla olduğu tahmin edilmiştir. (Chen 2005; Wellings 2011; Line, R.F., 2002). Orta Asya'da 1999-2000 üretim sezonlarında %20-40 düzeyinde kayıpların olduğu rapor edilmiştir (Morgounov vd., 2004). Çin' de 2001-2002 yetiştirme sezonun da 11 şehirde bildirilen sarı pas hastalığı epidemisinden yaklaşık 6.6 milyon hektarlık buğday üretim alanı etkilenmiş ve 13 milyon ton üretim kaybı olduğu rapor edilmiştir (Wan vd. 2004). Avustralya'da hastalığın kontrol edilmesinde kullanılan fungusit harcamalarının 2003 yılında 40 milyon dolara ulaştığı rapor edilmiştir (Murray, G.M. and Brown, J.F. 1987).

2.2. Bitki Hastalıkları ve Uzaktan Algılama Uygulamaları

Son yıllarda fungusit kullanımı nedeniyle oluşan maliyet artışı ve fungusitlerin çevre ve insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri nedeniyle hastalığın erken dönemde tespit edilerek kontrol altına alınması çok önem kazanmıştır. Bununla birlikte bölgesel ve ülkesel düzeyde geniş alanlarda olabilecek tarımsal kayıpların erken ve doğru teşhisi, ülkesel tarım stratejisi için kritik düzeyde önemlidir. Bu ihtiyaçlara cevap verebilmede ve bitki hastalık semptomlarının ortaya çıkarılmasında uzaktan algılama teknolojisi büyük potansiyele sahiptir. Hastalık enfeksiyonlarının yerinde belirlenmesi, bitkilerde gözlenen farklı morfolojik anomalilerin elektromanyetik spektrum üzerinde ortaya koyduğu farklı yansıma değerlerinin farklı spektral indekslerle takip edilebilmesi esasına dayanmaktadır.

Geleneksel yöntemlerle bitki stres faktörlerinin tespiti, çıplak gözle değerlendirilmesi esasına dayanmakta olup mesleki tecrübeye dayalı yoğun işgücü ve uzun süre gerektirebilmektedir. Özellikle geniş alanlarda, sınırlı zamanda ve sınırlı sayıdaki tecrübeli personelle hastalığın teşhis edilmesi ve kontrolü çok zordur. Geleneksel yöntemlerde, yapılan gözlemlerin özensiz olmasının bir sonucu olarak hatalı veri üretilmesi nedeniyle alınabilecek politika kararları ve kriz yönetimi dönüşü olmayan maliyeti yüksek sonuçlara neden olabilmektedir (Mirik vd. 2006). Ek olarak hassas tarım uygulamalarında farklı

gelişme aşamalarında bulunan üründe görülebilecek bitki hastalıklarının tespiti tarımsal açıdan önemlidir (Bajwa vd. 2017).

Etkin fungusit uygulamaları için hastalık teşhisinin doğru yapılarak hastalığın yoğunluğu ve şiddetinin doğru bir mekansal değerlendirmesine ihtiyaç vardır (Parker vd. 1995; West vd. 2003). Tarladaki hastalığın konumsal dağılımının değerlendirilmesi metotları bu konuda bir anahtar oluşturmaktadır. Bitki sağlığının değerlendirilmesinde kullanılan görsel metotlar, zaman ve işgücü kaybına neden olmakta, bireysel tecrübeye bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Sharp vd. 1985; Nicolas 2004). Hastalık değerlendirmesinde gözlem alan personelin göreceli ön yargısı ve sonuçta ortaya çıkabilen hatalar sonucu, düşük hastalık şiddeti seviyesini yüksek seviyelerde olarak değerlendirilebildiği gibi tersi bir durumda söz konusudur (Nilsson 1995a ; Parker vd. 1995).

“Uzaktan Algılama” çalışmalarında kullanılan modeller, bitki beslenme ihtiyaçları ve bitki stresinin şiddetinin mekansal olarak doğru olarak değerlendirilmesi, başarılı zamanında ve uygun maliyetli üretimi için gereklidir. Birçok durumda biyotik ve abiyotik stresler tarla da heterojen bir dağılım göstermekte olup, farklı alanlarda ortaya çıkabilmektedir. Bununla birlikte biyotik stres görülen aynı üretim alanının da streslerin kontrolünde yaygın olarak, yetiştirme mevsimi boyunca farklı zamanlarda üretim alanının tamamına pestisit uygulanması esasına dayanmaktadır. Bu uygulamalar, gübre ve pestisitlerin aşırı kullanımına, dolayısıyla gereksiz maliyet artışına, tarımsal alanlarda ve son ürünlerde kimyasal kalıntıya neden olabilmektedir. Bu durum, ancak uygun zamanda ve miktarda gübre ve pestisit uygulanmasıyla giderilebilir (West vd. 2003; Moshou vd. 2005). Uzaktan algılama tekniklerindeki son gelişmeler bitki hastalıklarının tespitinde hiperspektral teknikler kullanılarak bitkilere zarar vermeden teşhis imkanları sağlamaktadır (Lu vd. 2018). Hiperspektral analizler, sahip oldukları zengin dar bant ve yüksek çözünürlük özellikleri nedeniyle bitkiler üzerinde hastalıkların neden olduğu biyofiziksel değişimlerin ortaya konulabilmesin de önemli bir araçtır. Bu avantajları nedeniyle farklı gelişme dönemlerinde bitki hastalıklarının teşhisi edilebilmesinde önemli bilgilerin elde edilmesi mümkün olabilmektedir (Zhang vd. 2012b; Devadas vd. 2015). “Hiperspektral Uzaktan Algılama” teknikleri, farklı tipteki stres faktörlerinin bitkilerde neden olduğu fakat çıplak gözle fark edilemeyen biyofiziksel ve biyokimyasal değişikliklerin tespit edilmesinde kullanılabilmektedir (Mahlein vd. 2013).

Optik sensor ve Uzaktan Algılama teknolojisindeki gelişmeler, geniş alanlarda vejetasyonun gelişimi ve biyotik stres şiddeti arasındaki ilişkileri önyargıdan doğan hatayı ortadan kaldırarak, kesin ve doğru sonuçlar ortaya koyan parametreler hakkında sürekli kayıt altına alabilme imkanı vermektedir. Birçok basit ama etkili optik araç kullanarak insan gözünün algılayabileceğinden çok daha geniş bir spektral bant aralığında nesne veya yapılar algılayabilmektedir (Hatfield 1993; Nicolas 2004; Moshou vd. 2005; Qin ve Zhang 2005). Optik sensor teknolojisi ve buna bağlı uzaktan algılama teknikleri bitki kanopisinin spektral yansıma karakteristikleri üzerine dayandırılmaktadır. Bu karakteristikler; bitkinin vejetatif dönemde sağlığına, yaprağın pigment ve fotokimyasal kapsamına ve bunların ışık ile olan ilişkisine bağlıdır (Merzlyak, M.N. and Chivkunova, O.B. 2001).

Buğdayda pas hastalıklarının tarla koşullarında belirlenmesi için kanopi ve yaprak seviyesinde olmak üzere farklı çalışmalar yürütülmüştür. Huang vd. (2007b) tarafından yürütülen bir çalışmada, buğdayda sarı pas hastalığı ile fotokimyasal yansıma indeksi (PRI, Photochemical Reflectance Index) arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Benzer şekilde Huang vd. (2007b), sarı pası hastalığını hem tarla ve hem de laboratuvar (sera) şartlarında kanopi seviyesinde tespit edebilmek için PRI kullanmışlardır. Bu indeks, sarı pas hastalığının etkisi nedeniyle bitkide oluşan değişimlerinin ortaya konulabilmesinde çok önemli olduğu bildirilmiştir ($R^2 = 0,9$). Zhang vd. (2012b), sarı pas hastalığı enfeksiyonlarının, bazı spektral bant bölgelerindeki spektral şekiller ve spektral özellikler arasında korelasyonlar olduğunu bildirmişlerdir. Devades vd. (2009) üç farklı pas türünün ayırt edilebilmesi için yaptıkları çalışmada on adet vejetasyon indeksi (VIs) kullanmışlardır. Hastalıkların ayırımında antosiyanin yansıma indeksi (ARI, Anthocyanin Reflectance Index) ve Yansıma İndeksinde Dönüştürülmüş Klorofil Absorpsiyonu (TCARI, Transformed Chlorophyll Absorption Reflectance Index) indeksinin etkili sonuçları olduğu gözlemlenmiştir.

Bitki hastalıklarının tespitinde, spektral verilerin etkin olarak kullanımı, uygulama amacına bağlıdır. Bant aralıklarına göre 400-700 nm bitkinin yaprak pigment kompozisyonu ve strüktürünü, 700-1100 nm ise su kapsamı hakkında bilgi verebilmektedir (Mahlein vd. 2013). Bitki yaprağının sahip olduğu klorofil, antosiyanin ve su miktarını belirlemek için farklı dalga boylarından reflektans değerleri kullanılarak elde edilmiş farklı indeksler geliştirilmiştir (Gitelson, vd. 2002 ; Penuelas vd. 1995). Naidu vd. (2009) tarafından yürütülen bir çalışmada, bitki virüs hastalıklarının teşhisinde yaprak reflektans değerlerini kullanmıştır. Hastalıkla enfekteli olan ve enfekteli olmayan yaprakların tespiti, vejetasyon

indeksleri kullanılarak %70 doğrulukta belirlenebilmiştir. Bitkilerde kanopi seviyesinde yapılan çalışmalarda Moshou vd. (2004), spektral bölgede pas hastalığını belirlemede kullanılabilecek en hassas bantların 680, 725 ve 750 nm olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar “Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)” kullanarak %95’den daha fazla bir sınıflama doğruluğu elde edildiğini rapor etmişlerdir.

Bir yaprağın spektral-optik davranışı, yaprağın strüktürü ve içerisindeki mevcut pigmentlerin yapısına bağlıdır. Klorofil; bitkinin yeşil yaprakları içerisindeki mevcut dominant pigmenttir. Klorofil, elektromanyetik spektrum üzerindeki görünür (visible) bölgedeki mavi (blue) (450 nm) ve kırmızı (red) (680 nm) bölgelerdeki ışığın yaklaşık %70-90’lık kısmını absorbe eder. Yeşil ışık ne kadar az absorbe edilirse o kadar fazla yansıtılır (Nilsson, H.E., 1995a). İnsan gözü sadece canlı bitkinin rengi olarak yeşil ışığın baskın olduğu yansımaları görür (Myers 1983; Lillesand ve Kiefer 1994; Campbell 1996). Bununla birlikte yaprak pigmentleri, yaprakların yansıma karakteristiklerini ve ışık absorpsiyonunu önemli düzeyde etkileyen karotinoidler ve antosiyaninler içerir. Yaprak gelişimi sürecinde klorofil miktarı zamanla azalır, karotinoidlerin miktarı artar ve yaprak sararır. Bu durumda görünür bölgede (500 nm) yansıma değerinde keskin bir artış gözlenmesi beklenir. Bu artış görünür bölgenin yeşil ve kırmızı bantları boyunca devam eder. Yakın Kızıl Ötesi (NIR) dalga boylarında sarı yapraklar, yeşil yapraklara göre daha düşük yansıma göstermektedir. (Myers 1983; Lillesand 1994; Campbell 1996). Yaprığın üst kutikulu ve epidermisi NIR’a karşı hemen hemen tamamen şeffaf olup yaprağın dışına çok az NIR ışığı yansıtılır. Üst epidermis içerisinden geçen ışık yaprağın mezofil dokuları ve boşlukları içerisine dağılır. Bunun çok az bir kısmı absorbe edilir. Geriye kalan önemli bir kısmı (%60) yaprak üst kısmına doğru yansıtılan enerji veya aşağıya doğru taşınan enerji olarak dağılır. Bu durum yaprakların iç strüktür yapısının canlı vejetasyonuna oranla NIR yansımasından sorumlu olduğunu göstergesi olarak kabul edilebilir (Nilsson, H.E., 1995b).

Genel olarak hastalıkla enfekteli bitkiler, yaprak pigment dengesinin bozulmasından dolayı kloroz gözlenebilir. Bazı patojenler, bitkilerde yaprak kıvrılması, bitki-yaprak açısının değişmesi ve erken meyve dökülmesi gibi morfolojik değişikliklere neden olabilir. Bazı bitki patojenleri ise yapraklar üzerinde nekrozlara (ölü alanlar) neden olabilir. Nekrotik yüzeylerde, yaprak alanının bu kısmının kuruması nedeniyle oluşan hücresel yapının bozulmasının bir sonucu olarak bu alanda pigmentler deforme olurlar ve özelliklerini yitirirler (Monteith 1972; Aparicio vd. 2000; Trotter vd. 2002; Nicolas, 2004; Muurinen ve Peltonen-Sainio, 2006). Hastalık enfeksiyonu, böcek zararı ve nem eksikliği nedeniyle

pigmentlerce ışığın absorbe edilmesini azaltır, bu nedenle spektrumun görünür bölge de daha yüksek yansımaya sebep olur. Bitkilerde strese neden olan faktörler, yaprakların iç boşluklarında hücre duvarının bozulmasına NIR bölgedeki yansımanın azalmasına sebep olur. Sonuç olarak, görünür ve NIR bölgedeki bu değişiklikler, bitki hastalık ve böcek zararlarının belirlenmesinde kullanılabilecek vejetatif canlılıkta değişiklikleri ortaya çıkarabilirler (Hatfield ve Finter 1993; Nilsson 1995b; Zhang vd. 2003).

2.3. Bitki Besleme ve Bitki Hastalıkları Arasındaki İlişkileri

Sürdürülebilir tarım ve gıda güvenliği konuları son yıllarda hem ülkemiz, hem de tüm dünya için önemli hale gelmiştir. Tarımsal üretimi sınırlayan önemli faktörlerden birisi de bitki hastalıklarıdır. Biyotik stres faktörlerinin kontrol edilmesinde klasik pestisit uygulamaları temiz gıda ile sürdürülebilir gıda güvenliği ve çevre ile insan sağlığı üzerine olan olumsuz etkileri ile kalıntı ile direnç problemleri günümüz tarımsal üretiminin öncelikle çözülmesi gereken konuları arasında ön sıralarda gelmektedir. Bu açıdan zararlı yönetiminde kimyasal uygulamalara alternatif olabilecek diğer metotların geliştirilmesi şarttır.

Tarımda sürdürülebilirliğin devamı açısından bitki hastalıklarının kontrolü için çevreye zarar vermeyen, ürün kalitesini ve verimi koruyan mümkünse artıran alternatif çözümlerin geliştirilmesi önemlidir. (Atkinson ve McKinlay, 1997; Batish vd. 2007; Camprubí vd 2007). Bu kapsamda, bitki besin maddeleri, bitkilerin ve mikroorganizmaların gelişmesi ve büyümesinde ve hatta hastalıkların kontrol edilmesinde önemlidir (Agrios 2005).

Özellikle bitki patojenlerine karşı bitki besin maddelerinin kullanımı hastalıklara olan toleransı veya dayanıklılığın artırması açısından önem kazanmıştır (Graham D.R. and Webb M.J. 1991). Bütün bitki besin maddeleri değişen düzeylerde hastalık şiddetini etkiler (Huber ve Graham, 1999b). Bununla birlikte, genel bir kural olmamakla birlikte özel herhangi bir besin elementi, herhangi bir bitki hastalığının şiddetini ortamdaki diğer hastalıkların yoğunluğuna ve çevre şartlarına bağlı olarak azaltabilir veya artırabilir. (Marschner 1995; Graham ve Webb 1991; Huber 1980a). Bitki hastalıklarının kontrolünde birçok önemli hastalık için bitki besin elementlerinin rolünün önemi fark edilmesine karşın sürdürülebilir tarımda doğru gübre yönetim stratejileri, her zaman daha az dikkat çekmiştir. (Huber ve Graham, 1999b).

Hastalığa dayanıklılık, bitkinin genotipine, yaşına ve çevresel faktörlere göre değişir. Bitki hastalıklarına dayanıklılık veya toleransı, genetik olarak kontrol edilmesine karşın (Agrios, 2005), bitki besin maddelerinin, fazlalığı nedeniyle oluşan toksisite çevresel faktörlerden değişen düzeylerde etkilenebilir (Marschner, 1995; Krauss, 1999). Bitki besin maddelerinin fizyolojik fonksiyonları genel olarak iyi anlaşılmasına karşın, bitki besin maddeleri ile bitki patojen sistemleri arasındaki dinamik reaksiyonlar yeterince anlaşılamamıştır (Huber 1996a). Bitki besin maddeleri hastalık direncini ve toleransını değişen düzeylerde etkileyebilmektedir. Konukçunun hastalığa genetik dayanıklılığı, patojen enfeksiyonu, gelişmesi, miktarını arttırması ve sekonder enfeksiyonlarını engellemesi bakımından oldukça önemlidir (Graham ve Webb 1991).

Birçok çalışmada sonucunda, daha yüksek birim alan verimi ve bazı hastalıkların kontrolü için doğru miktar ve zamanda gübre uygulamalarının önemli olduğu bildirilmiştir (Marschner 1995; Huber ve Graham 1999b; Graham ve Webb 1991). Bitkinin hastalık şiddetini etkileyen faktörler arasında ekim tarihi, ürün rotasyonu, malçlama, mineral gübreler, organik gübreler (gübre ve yeşil gübre), pH düzenlenme, toprak işleme, tohum yatağı hazırlığı ve sulama yer almaktadır (Huber ve Graham, 1999b). Bu uygulamalarının birçoğu, hastalık şiddetini belirleyen bitki ve patojen interaksiyonunu değişen düzeylerde etkilemektedir.

Bu amaçla son yıllarda bitki besin maddesi olarak azot (N), fosfor (P), potasyum (K), mangan (Mn), çinko (Zn), bor (B), klor (Cl) ve silisyum (Si), sürdürülebilir tarımda hastalığa bitki toleransının artırılmasında veya hastalık şiddetinin azaltılmasında kullanılabilir. Genel olarak bitki besin maddeleri bitki hastalıklarını kabul edilebilir bir seviyeye kadar azaltabilir (Dordas 2008). Ancak kullanılan bu bitki besin maddelerinin bitki hastalıklarına dayanıklılık ve bitki toleransını arttırabilme üzerine üzerindeki etkileri tam olarak anlaşılabilmiş değildir. Örneğin, hastalık yapıcı patojenlerin N varlığına olan ihtiyaçlarına göre bitkide hastalık şiddeti değişkenlik gösterebilmektedir. Yüksek N düzeyi obligat patojenlerin yoğun olduğu bazı durumlarda hastalık şiddetini artırırken, fakültatif parazitlerin yoğun olduğu ortamlarda ise hastalık şiddeti azaltabilme üzerine etkin olabilmektedir (Robert C., vd., 2005). Potasyum, konukçu bitkilerin optimal büyüme seviyesine kadar gelişmelerini azaltırken, P ve K 'un aksine hastalıklara karşı toleransı arttırabilmektedir. Mikrobesein maddeleri bitki metabolizmasında fenol, lignin kapsamını ve zar stabilitesini (Graham ve Webb, 1991) etkileyerek, bu konuda önemli bir rol oynarlar. Yine mikrobesein maddeleri hastalıklar üzerinde değişken bir etkiye sahip olup bazı

durumlarda hastalığın şiddetini azaltıcı, bazı durumlarda ise hastalığın şiddetini artırıcı bir etkiye sahiptir (Huber, D.M. 1980a ; Huber, D.M. and Graham, R.D. 1999b). Örneğin, Mn, hastalıkların kontrolünde lignin ve fenol biyosentezi yönüyle hastalıkların baskılanmasında önemli bir role sahiptir. Bor, hücre duvarı strüktürü, bitki membranları ve bitki metabolizması üzerinde olan bitki lehine olan olumlu etkisi nedeniyle hastalık şiddetini azaltıcı bir etkiye sahiptir (Marschner 1995; Brown vd. 2002; Dordas ve Brown 2005). Yine klor uygulaması bitkilerde hastalıklara karşı toleransı arttırabilmektedir (Mann vd. 2004). Silisyum özellikle bitkilere fungal hastalıkların bulaşmalarını engelleyebilecek fiziksel bir bariyer oluşturması nedeniyle bitkiler de hastalıklara toleransı arttırabilmektedir (Graham ve Webb 1991; Alvarez ve Datnoff 2001; Seebold vd. 2000; 2004).

Çinko, kalsiyum ve mangan'ın farklı dozdaki uygulamalarının bitki büyümesini (bitki boyu) ve verimi (parseldeki bitki sayısı ve 100 tohum ağırlığı) üzerine olumlu etkisi olduğu bilinmektedir (Erdal vd. 2017). Mangan, çinko ve Borun farklı dozdaki uygulamalarının verim üzerindeki etkisi başak ağırlığını, başaktaki dane sayısını ve 1000 dane ağırlığını olumlu etkilediği bilinmektedir. Çinko, protein ve nişasta sentezinde önemli rol oynar. Bununla birlikte düşük Zn konsantrasyonu bitki dokularında aminoasit birikimini artırır, şeker birikimini azaltır (Marschner 1995; Römheld ve Marschner, 1991). Graham ve Webb (1991), bitki gelişimi süresince pas hastalıklarının kontrol edilmesi ve azaltılmasında tavsiye edilen fungusit uygulamalarının yerine Mn ve Zn gibi mikro bitki besin maddelerinin kullanılmasının çevre kirliliğine yol açmadan, fungusit uygulamalarına alternatif olarak etkili ve daha düşük maliyetli çözümler sunabileceğini bildirmişlerdir.

2.4. Çinko ve Demir Uygulamalarının Bitki Hastalıkları Üzerine Etkileri

Bitkide görülen hastalığın şiddetini azaltılmasında mikrobesein maddelerinin etkileri bitkinin biyokimyasını ve fizyolojisini sağlıklı yönde etkilemesi esasına dayandırılmaktadır. Mikrobesein elementlerinin önemli bir kısmının bitkilerin patojenlerine karşı dayanıklı veya toleranslı reaksiyonlarının ortaya konulmasında farklı ve önemli sorumlulukları olduğu bildirilmiştir (Marschner 1995). Bitki besin elementi yetersizliği bitki de sadece bozulmuş veya yetersiz savunma mekanizmasını değil, beslenme için gerekli şeker ve aminoasitlerin hücre dışına çıkmasına da neden olabilir. Mikrobesein elementlerinin bitki metabolizmasında fenolik, lignin kapsamını ve membran stabilitesini (Graham ve Webb, 1991) etkileyen önemli bir rolü bulunmaktadır.

Demir (Fe) insan, hayvan ve bitki sağlığında etkili önemli bir besin elementidir. Bununla birlikte Fe uygulamalarının bitki hastalıklarında dayanıklılık veya dirence etkisine ilişkin sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Yüksek bitkiler, yüksek verimlilik için daha yüksek miktarda Fe'e ihtiyaç duyarlar. Bu yönüyle Fe, mangan, bakır ve bor gibi diğer mikrobelerinlerden farklıdır. Genel olarak mangan, bakır ve bor eksikliği görülen topraklara bu besinlerin eklenmesi istenilen yönde yarar sağlar, fakat demir uygulamasının sağladığı yararın düzeyi yeterince bilinmemektedir. Demir, buğday ve muzda pas hastalıkları gibi birçok yaprak hastalığının şiddetini azaltabilir veya hastalığı değişen düzeylerde kontrol edebilir (Graham ve Webb, 1991; Graham, 1983). Demir uygulamalarının; *Sphaeropsis malorum* etmenine karşı elma ve armut da *Olpidium brassicae* etmenine karşı kabak da hastalığa toleransı artırmaktadır. Ayrıca, kabakta ilave gübre uygulanmasının etmenin konukçusunda yol açtığı Fe eksikliğini engelleyebilmekte, fakat enfeksiyonun yayılmasına engel olamamaktadır (Graham ve Webb 1991; Röhmeld ve Marschner, 1991).

Çinko (Zn) protein ve nişasta sentezinde önemli rol oynar. Bununla birlikte düşük Zn konsantrasyonu bitki dokularında aminoasit birikimini artırır, şeker birikimini azaltır (Marschner 1995; Röhmeld ve Marschner, 1991). Çinko, azot alım metabolizmasını ve protein kalitesini artırması, fotosentez, klorofil sentezi, karbonhidraz sentezinde etkili olduğu bilinmektedir. Çinko, bitkilerin hastalıklara karşı olan hassasiyetlerinde çok farklı etkileşimlere neden olabilmektedir. Bazı durumlarda hastalığın şiddeti ve yaygınlığı azalırken, bazı durumlarda ise mevcut duruma herhangi bir etkisi olmayabilmektedir (Graham ve Webb 1991; Grewal vd. 1996). Birçok durumda Zn uygulaması, bitki metabolizması üzerinde değil patojen üzerindeki doğrudan toksik etkisinden dolayı hastalık şiddetini azaltabilmektedir (Graham ve Webb, 1991).

Büyüme parametrelerinin zenginleştirilmesinde Zn'nun rolü, buğdayda pas hastalıklarına karşı olan dayanıklılığın artması yönünde olabilmektedir. Bu dayanıklılık üç enzimin bir arada olması ile oluşmaktadır. Bu enzimlerden ilki, karbonik anhidraz (carbonic anhydrase) ikincisi, alkol dehidrogenza (alcohol dehydrogenas) ve üçüncüsü süperoksida dismutaz (superoxide dismutase)'dir. Ek olarak çinko bitkideki "oksin" seviyesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Ohki 1978). Oksin bitkideki meristemik aktiviteyi uyarak daha fazla hücre bölünmesini ve hücrenin genişlemesini sağlar (Devlin ve Witham, 1983). Danedeki protein içeriğine ek olarak danedeki ve bayrak yaprağındaki Fe, Mn ve Zn konsantrasyonları bu elementlerin kullanımı ile artabilmektedir. Potarzycki ve Grzebisz (2009), bitkinin hayat döngüsünde Zn'nun önemli bir etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Zn eksikliği görülen

bitkilerde protein sentezi ve protein kapsamının azaldığı bilinmektedir. Morsy (2012), çinko, kalsiyum ve mangan uygulamalarının bitki büyümesini (bitki boyu) ve verimi (parseldeki bitki sayısı ve 100 tohum ağırlığı) üzerine etkili olduğunu belirtmiştir. Aynı çalışmada mangan, çinko ve bor'un verim üzerindeki etkisi başak ağırlığını, başaktaki dane sayısını ve 100 başak ağırlığını artırdığını bildirmiştir.

Çinko, bitkilerin hastalıklara karşı olan reaksiyonlarında çok farklı etkileşimlere sahiptir. Bazı durumlarda bitki üzerinde hastalığın etkisini azalttığı, bazı durumlarda ise, hastalığın bitki üzerinde etkisini arttırdığı veya herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Graham ve Webb 1991; Grewal vd. 1996). Birçok durumda Zn uygulamasının etkisinin, bitki metabolizması üzerinde değil hastalık şiddetini, patojen üzerinde doğrudan toksik etkisinden dolayı oluşan azalma ile ilgili olabileceği bildirilmiştir (Graham ve Webb, 1991). Çinko, eksikliği görülen *Hevea brasiliensis*, *Oidium* spp. ile enfekte edildikten sonra kontrol grubuna göre artan bir hastalık şiddeti gözlenmiştir (Bolle-Jones ve Hilton, 1956).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Alanı ve Temel Araştırma Bilgileri

Araştırma Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (TARM) Yenimahalle lokasyonunda tarla şartlarında yürütülmüştür. Araştırma alanı çalışmanın amacına uygun olarak iki kısma ayrılmış, ilk araştırma alanında, TARM Müdürlüğü tarafından tescil ettirilmiş ekmeklik (Bayraktar 2000, Demir 2000, Eser ve Kenanbey) ve makarnalık (Çeşit-1252, Eminbey, Kızıltan 91 ve Mirzabey 2000) çeşitlerinin sarı pas hastalığına karşı reaksiyonları değerlendirilmiştir. İkinci araştırma alanında ise yine aynı çeşitler kullanılarak, farklı dozda mineral gübre (Fe, Zn, Fe+Zn) uygulamalarının farklı fenolojik gelişme dönemlerinde hastalık gelişimi ve şiddeti üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Ön hazırlık çalışmasında, sarı pas hastalığına hassas buğday genotiplerinde (Little Club, Morocco vb.), hastalık sera şartlarında fide evresinde test edilmiş ve hastalığa hassas olduğu belirlenmiştir. Tarla şartlarında yürütülen çalışmalar için, üzerinde araştırma yürütülecek olan çeşitlerin sarı pasa hastalığına olan reaksiyonları değerlendirilmiş ve klorofilölçerle (SPAD, Single-photon avalanche diode) klorofil ölçümleri yapılarak sarı pas hastalığına hassas ve dayanıklı çeşitler belirlenmiştir.

Tarla (ergin) evresi çalışmaları iki farklı araştırma olarak gerçekleştirilmiştir. İlk araştırma konusu olarak, üç tekerrürlü olarak ekilen test materyallerinin farklı fenolojik dönemlerinde sarı pas hastalığına karşı olan reaksiyonları, farklı sarı pas hastalık dozu uygulamaları (%0, %25, %50 ve %100) altında gözlenmiştir. İkinci araştırma konusu olarak, aynı test materyallerine birinci araştırma konusuna eş zamanlı olarak tek sarı pas hastalık dozu (%100) uygulamasıyla, farklı oranda üç ayrı dozda mineral gübre uygulaması (Fe₅, Fe₁₀, Fe₂₀, Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₃₀, Fe+Zn_{5+7.5}, Fe+Zn₁₀₊₁₅, Fe+Zn₂₀₊₃₀) üç tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Her iki araştırma konusunda da sarı pas hastalığına materyallerin reaksiyonları farklı fenolojik dönemlerde belirlenmiştir.

3.1.2. İklim ve Toprak Verileri

Araştırmanın yürütüldüğü Ankara Yenimahalle ilçesi lokasyonu 2018-2019 yılı aylık ortalama iklim verileri (OMNİ-Meteoroloji) aşağıda verilmiştir (Tablo 3.1). 2018-2019 yılı için aylık toplam yağış ve sıcaklık miktarları dikkate alındığında, aylık ortalama yağışın 33.2 mm., aylık ortalama sıcaklığın ise 12.08°C, olduğu belirlenmiştir (Şekil 3. 1). Toprak tekstürü killi-tınlı olarak belirlenmiştir.

Tablo 3. 1. Ankara Yenimahalle Lokasyonu 2018-2019 Aylık Ortalama İklim Verileri

İklim verileri	AYLAR (2018 YILI)				AYLAR (2019 YILI)							Ort.
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Ortalama sıcaklık (°C)	20.0	14.94	9.0	3.3	2.0	4.8	7.2	10.8	18.2	22.4	23.1	12.08
En Yüksek sıcaklık, °C	33.2	21.65	23.5	12.6	10.8	15.8	20.4	25.5	34.2	33.4	34.9	24.43
En Düşük sıcaklık, °C	8.1	9.43	-2.3	-10.2	-10.4	-2.4	-3.3	-0.9	6.1	11.7	10.7	0.71
Yağış, mm	7.4	1.57	24.9	60.4	40.6	33.2	38.0	28.9	30.8	37.4	30.4	33.2
Nispi nem, %	46	69.83	65	81	79	70.2	55.4	42.5	47.2	52.1	42.0	58.04
Rüzgar hızı, m/s ⁻¹ (2 m.)	2.1	2.2	1.6	1.5	1.7	2.0	2.1	1.3	1.3	1.6	1.8	1.7

3.1.3. Bitki Materyali

Sarı pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) hastalığının mevsimsel etkilerinin hiperspektral veriler (çok bantlı) ile araştırılması için bitki test materyalleri yapay epidemi altında test edilmiştir. Araştırma sonuçlarının anlaşılabilir ve daha kolay yorumlanabilmesi amacıyla Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne (TARM) tescil ettirilmiş sarı pas hastalığına hassas ve dayanıklı reaksiyonu bilinen ve gübre uygulamasına reaksiyonu ise yüksek olan çeşitler test materyali seçilmiştir.

Tablo 3. 2. Araştırmada Kullanılan Çeşitler, Tescil Yılı ve Hastalık Reaksiyonları

Ekmeklik Grup			Makarnalık Grup		
Çeşit adı	Tescil Yılı	Hastalık Reaksiyonu	Çeşit adı	Tescil Yılı	Hastalık Reaksiyonu
Bayraktar 2000	28.04.2000	Orta Hassas	Çeşit-1252	26.04.2000	Orta Hassas
Demir 2000	28.04.2000	Hassas	Eminbey	06.04.2009	Dayanıklı
Eser	02.05.2003	Dayanıklı	Kızıltan 91	26.04.1991	Orta Hassas
Kenanbey	06.04.2009	Hassas	Mirzabey	28.04.2000	Orta Hassas

Çalışma materyaliyle birlikte aynı zaman ve aynı teknikle hassas kontrol genotipi olarak “Little Club” ekilmiştir. Little Club genotipi başak yapısı kompakt tipde olup, araştırmada kullanılmasının amaçları arasında hastalığın reaksiyon düzeyinin kontrol edilmesi ve hastalığın tarlada homojen olarak dağılması amacı ile kullanılmıştır. Little Club genotipi kontrol grubu test bitkisi olarak kullanılarak eş zamanlı olarak sarı pas hastalığına hassas ve dayanıklı çeşitler üzerinden spektral verilerin toplanması ve bu sayede bunların grup içinde ve gruplar arasında karşılaştırılması mümkün olmuştur.

3.2. Yöntem

3.2.1. Sera Koşullarında Hastalık Reaksiyon Testi için Ön Denemelerin Yürütülmesi

Sera şartlarında (fide evresi) test materyalinin hastalık reaksiyonlarının belirlenebilmesi için yapılan çalışmada 7*7 cm'lik plastik saksılara ekim yapılmıştır. Bu amaçla hassas kontrol çeşitleri olan Little Club (LC) ve Morocco genotipleri ile ekmeklik çeşitler Kenanbey, Demir 2000 (hassas reaksiyon) ve Eser, Bayraktar 2000 (dayanıklı reaksiyon) ve makarnalık çeşitler Eminbey (dayanıklı reaksiyon), Kızıltan 91, Çeşit-1252 ve Mirzabey 2000 (orta hassas reaksiyon) 4 tekerrürlü olarak her saksıda 8-10 tohum olacak şekilde (11 Mart 2019) ekilmiştir. Tüm test materyaline ikinci yaprak çıkmaya başladığı zamanda (21 Mart 2019) hastalık sporları inoküle edilmiştir. Hastalık inokülasyon işlemi için sarı pas hastalık etmeni dozları; %0 (kontrol grubu), %25, %50 ve %100 oranları dikkate alınarak mineral yağ (Soltrol® 170) içerisinde homojenize edilerek test materyali üzerine uygulanmıştır. İnokülasyondan 15 gün sonra ilk hastalık semptomları görülmeye başlanmıştır. SPAD ile alınan klorofil okumaları (ölçümleri) ilk defa 09.04.2019 tarihinde yapılmış, daha sonra sırasıyla 12.04.2019 ve 18.04.2019 tarihinde bu okumalar yenilenmiştir. Hastalığa hassas olan kontrol grubu genotipleri (Morocco ve Little Club), hem test materyali ile ekimlerinde ve hem de hastalığın istenilen düzeye ulaşp ulaşmadığını kontrol etmek için yapılan ekimlerde ekmeklik ve makarnalık çeşitlere kıyasla daha düşük klorofil (SPAD) değeri içerdikleri anlaşılmıştır.

3.2.2. Tarla Deneme Deseni

Araştırma alanı çalışmanın amacına uygun olarak iki kısma ayrılmış ve her iki çalışma eş zamanlı olarak yürütülmüştür.

1- İlk araştırma alanında, 4 adet ekmeklik ve 4 adet makarnalık çeşitten oluşan test materyalinin, sarı pas hastalık dozu uygulamaları (%0, %25, %50, %100) reaksiyon testlerinin yapılması için hastalık bahçesi şeklinde üç tekerrürlü olarak,

2- İkinci araştırma alanında, aynı test materyaline üç farklı mineral gübre uygulamasının yapıldığı,

I. Uygulama; Fe5, Zn7.5, Fe5+Zn7.5 gr/5lt,

II. Uygulama; Fe10, Zn15, Fe10+Zn15 gr/5lt,

III. Uygulama Fe20, Zn30, Fe20+Zn30 gr/5lt ve bunun üzerine sarı pas hastalığı tek hastalık dozu (%100) uygulamasıyla,

Üç tekerrürlü gübre uygulamalı hastalık test bahçesi şeklinde deneme deseni oluşturulmuştur (Tablo 3.3).

Tablo 3. 3. Farklı Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Çeşitleri için Farklı Sarı Pas (*Puccinia striiformis*) Uygulama Dozları (%0, %25, %50, %100) (İlk araştırma konusu) ve Mineral Gübre Uygulamaları (Fe, Zn, Fe+Zn) (İkinci araştırma konusu)

1. HASTALIK REAKSİYON TESTLERİ (%)							
Ekmeklik grup				Makarnalık grup			
0	25	50	100	0	25	50	100
2.-GÜBRE UYGULAMALARI (Fe, Zn, Fe+Zn)							
Ekmeklik grup				Makarnalık grup			
Gübre-Hastalık Reaksiyon Uygulamaları (gr/5lt)							
I. Uygulama	II. Uygulama	III. Uygulama	I. Uygulama	II. Uygulama	III. Uygulama		
1-Fe 5 2-Zn 7.5 3-Fe 5+Zn 7.5	1-Fe 10 2-Zn 15 3-Fe 10+Zn 15	1-Fe 20 2-Zn 30 3-Fe 20 +Zn 30	1-Fe 5 2-Zn 7.5 3-Fe 5+Zn 7.5	1-Fe 10 2-Zn 15 3-Fe 10+Zn 15	1-Fe 20 2-Zn 30 3-Fe 20 +Zn 30		

3.2.2.1. Farklı Hastalık Uygulama Dozları için Hastalık Reaksiyonlarının Belirlenmesi

Araştırmada deneme deseni ekmeklik ve makarnalık çeşitler için dört faktörlü hastalık uygulama dozun (%0, %25, %50, %100) ve üç tekerrürlü olarak tesadüfi deneme desenine göre ekilmiştir. Deneme hastalık inokülasyonu yapılmamış 2 blok (Ekmeklik-Makarnalık-hastaliksız kontrol veya %0 dozu) ve %25, %50, %100 hastalık dozlarında hastalık inokülasyon uygulanmış altı blok olmak üzere toplam 8 bloktan oluşmaktadır. Her blok 3 tekerrürden oluşmuş olup her çeşitten 3 sıra ekim yapılmıştır. Her blokta yer alan 4 ekmeklik ve 4 makarnalık çeşit için 4 farklı hastalık dozu uygulaması (%0 (Kontrol grubu), %25, %50, %100) 3 tekerrürlü olarak uygulanmıştır (Tablo 3.4). Uygulamalar arasında ise hem hastalığın gelişim düzeyini kontrol etmek, hem de hastalığın tarlada dağılımını sağlamak için Little Clup (LC) çeşidi ekilmiştir. Tüm ekimler elle yapılmıştır.

Ekimi yapılan 4 farklı ekmeklik ve 4 adet makarnalık ve hassas kontrol Little Clup (LC) genotipi dahil toplam 8 bloktan oluşan ve hastalık uygulaması yapılmayan (%0 doz) 2 blok ekmeklik ve makarnalık olacak şekilde boş bırakılmıştır. Ekimler, tekerrürler arası mesafe hastalık bulaşmanın engellenmesi için 50 cm., farklı doz uygulama blokları arasında mesafe 75 cm. olacak şekilde yapılmıştır. Erken dane dolum ve süt olum döneminde sarı pas hastalık belirtileri görülebilmektedir. Bu nedenle spektral ölçümlerin alınması için lokasyonun özelliğine bağlı olarak süt dolum dönemi olan mayıs ayının (25 Mayıs 2019) ortasından sonraki bir dönem seçilmiştir.

Tablo 3. 4. Ekmeklik ve Makarnalık Çeşitler için Sarı Pas Hastalık Reaksiyon Çalışma Deseni (Dozlar %0 (Kontrol grubu), %25, %50, %100)

Tekerrür 1	Sarı pas (Doz %0)		Sarı Pas (Doz %25)		Sarı Pas (Doz %50)		Sarı Pas (Doz %100)	
	Ekmeklik	Makarnalık	Ekmeklik	Makarnalık	Ekmeklik	Makarnalık	Ekmeklik	Makarnalık
Tekerrür 2	Sarı pas (Doz %0)		Sarı Pas (Doz %25)		Sarı Pas (Doz %50)		Sarı Pas (Doz %100)	
	Ekmeklik	Makarnalık	Ekmeklik	Makarnalık	Ekmeklik	Makarnalık	Makarnalık	Ekmeklik
Tekerrür 3	Sarı pas (Doz %0)		Sarı Pas (Doz %25)		Sarı Pas (Doz %50)		Sarı Pas (Doz %100)	
	Ekmeklik	Makarnalık	Ekmeklik	Makarnalık	Ekmeklik	Makarnalık	Ekmeklik	Makarnalık

3.2.2.2. Farklı Gübre (Fe, Zn, Fe+Zn) Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalık Reaksiyonlarına Etkilerinin Belirlenmesi

Gübre uygulamalı hastalık bahçesi için her çeşitten dört sıralı ekim yapılmıştır. Test materyali her sıraya 2,5-3 gr tohum olacak şekilde 4 sıra olarak (20 kg/da tohum) 14 Kasım 2018 tarihinde elle ekilmiştir. Ekimle birlikte 14 kg/da hesabıyla Diamonyum Fosfat (DAP) 6,3 gr/0,45 m²) gübre uygulaması yapılmıştır.

Demir (Fe) ve çinko (Zn) ve demir+çinko (Fe+Zn) gübre uygulamaları için parsele verilecek uygulama dozu hesaplamasında, parsel genişliği 0.60 m parsel boyu ise 10 m. olarak hesap edilmiştir. Fe, Zn ve Fe+Zn dozu uygulamaları kardeşlenme döneminden başlayarak toplam 6 uygulama şeklinde farklı fenolojik dönemlerde yapılmıştır (Tablo 3.5).

Fe gübreleme uygulamaları için doz; 100 lt su içerisinde 75-100 gr Fe-6 Forte olacak şekilde çözündürülerek 1 dekara verilecek şekilde hazırlanmıştır. Buna göre Fe için farklı üç gübre uygulama dozu için; **I. uygulamada** 5gr/5lt/6 m² Fe, **II. uygulamada** 10gr/5lt/6 m² Fe, **III. uygulamada** 20 gr/5lt/6m² Fe olarak hesap edilmiş ve gübre uygulaması yapılmıştır.

Zn gübreleme uygulamaları için doz; Kardeşlenme döneminden başlanarak toplam 6 kez Toz-Forte formunda 150 gr/100lt su/1 da hesabıyla (0.60 m*10 m = 6 m²) uygulanmıştır. **I. uygulamada** 7.5gr/ 5lt/6 m² Zn, **II. uygulamada** 15gr/5lt/6 m² Zn, **III. uygulamada** 30 gr/ 5lt/ 6m² Zn olacak şekilde uygulama yapılmıştır.

Fe+Zn gübreleme uygulamaları için doz; kardeşlenme döneminden başlanarak 6 uygulama dönemine ayrılarak yapılmıştır. **I. uygulamada** Fe 5gr/5lt+Zn7.5gr/5lt **II. uygulamada** Fe 10gr/5lt+Zn15gr/5lt ve **III. uygulamada** Fe 20gr/5lt+Zn30gr/5lt gübre dozları uygulanmıştır.

Tablo 3. 5. Ekmeklik-Makarnalık Çeşitler İçin Mineral Gübre Uygulama Deneme Planı

Uygulama Tarihleri	Gübre Uygulamaları								
	I. Uygulama			II. Uygulama			III. Uygulama		
	Fe	Zn	Fe+Zn	Fe	Zn	Fe+Zn	Fe	Zn	Fe+Zn
21.03.2019	5gr/5lt	7.5gr/5lt	12.5gr/5lt	10gr/5lt	15gr/5lt	25gr/5lt	20gr/5lt	30gr/5lt	50 gr/5lt
02.04.2019	5gr/5lt	7.5gr/5lt	12.5gr/5lt	10gr/5lt	15gr/5lt	25gr/5lt	20gr/5lt	30gr/5lt	50 gr/5lt
16.04.2019	5gr/5lt	7.5gr/5lt	12.5gr/5lt	10gr/5lt	15gr/5lt	25gr/5lt	20gr/5lt	30gr/5lt	50 gr/5lt
29.04.2019	5gr/5lt	7.5gr/5lt	12.5gr/5lt	10gr/5lt	15gr/5lt	25gr/5lt	20gr/5lt	30gr/5lt	50 gr/5lt
06.05.2019	5gr/5lt	7.5gr/5lt	12.5gr/5lt	10gr/5lt	15gr/5lt	25gr/5lt	20gr/5lt	30gr/5lt	50 gr/5lt
13.05.2019	5gr/5lt	7.5gr/5lt	12.5gr/5lt	10gr/5lt	15gr/5lt	25gr/5lt	20gr/5lt	30gr/5lt	50 gr/5lt

3.2.2.3. Test Materyalinin Hastalık Reaksiyon-Gübre Uygulamaları İlişkileri Test Çalışmaları

Spektral vejetasyon indeksler (SVIS) farklı bitki hastalıklarının teşhisinde geniş olarak kullanılabilmektedir. Buğdayda, sarı pas hastalığı bitki de özellikle erken dönemde yaprakların sarıdan turuncuya dönmesiyle dikkati çekmektedir. Hastalığın ilerleyen dönemlerinde yapraklar kahverengiye dönmektedir. Hastalığın ilerlemesi ve son aşamada yaprağın kuruması şeklinde görülmektedir.

Araştırma da, “Hastalık Şiddeti (%HŞ)” ile spektral indeksler arasındaki ilişkiler incelenmiş, korelasyon değerleri belirlenmiş ve öne çıkan yüksek korelasyona sahip olan indeksler belirlenmiştir. Spektral indekslerin performanslarının değerlendirilmesinde PLS (En küçük hata kareler toplamı modeli (Partial Square Least)) kullanılmış, sonuç olarak R^2 (Pearson Korelasyon katsayısı), RMSE (Kök Ortalama Kare Hata (Root Mean Square Error)) ve %RE (Nispi Hata %'si (Standart Deviation%)), değerleri belirlenmiştir. Gözlenen değer ile tahmin edilen değerler arasındaki korelasyonlar (Cross-validation) belirlenmiş, sonuç olarak hastalık şiddetinin tahminine yönelik regresyon denklemleri elde edilmiştir.

Tarla gözlemleri uygulama alanlarında ekili tüm test materyalinin farklı fenolojik gelişme dönemlerinde (Feekes) alınmıştır (E.C. Large., 1954). Gözlemler hastalık reaksiyonlarının değerlendirdiği (birinci kısım) 25 Mayıs-15 Haziran 2019 tarihlerinde 3 dönemde ve gübre uygulaması yapılan parsellerden (ikinci kısım) 25 Mayıs-23 Haziran tarihleri arasında toplam 4 dönemde olmak üzere yapılmıştır. Bu dönemler;

1. Çiçeklenme başlangıcı döneminde (Feekes 10.5.1),
2. Dane dolum döneminde (Feekes 10.5.3),
3. Süt olum döneminde (Feekes 10.5.4) ve
4. Sararma döneminde (Feekes 11.1) olacak şekilde birer hafta ara ile alınmıştır.

3.2.3. Hastalık Reaksiyon Test Çalışmaları

Hastalık reaksiyon test çalışmalarında temel amaç; hastalık görülen ve hastalık görülmeyen bitkilerin hastalık şiddetini en iyi korele eden vejetasyon indeksleri (VI) ve bunların ayırımında kullanılacak olan bant aralıklarını ortaya konulabilmesidir. Farklı fenolojik

dönemlerde ekmeklik ve makarnalık çeşitlerde hastalığa reaksiyonları farklı sarı pas hastalık uygulama dozları altında (%0 (Kontrol grubu), %25, %50, %100) incelenmiştir (Tablo 3.3).

Buğdayda yaprak ölçeğinde ve kanopi seviyesinde sarı pas hastalığının şiddetinin hesaplanması, sarı pas hastalığına özgü farklı renk değişimlerine (lezyonlarına) göre belirlenen spektral reflektans değerlerindeki farklılıktan faydalanılarak çoklu korelasyon (multi correlation) tekniği uygulanarak yapılmıştır. Bu deneme deseniyle farklı bant kombinasyonları kullanılarak geliştirilmiş Vejetasyon İndeksleri (VI) yardımıyla hastalık şiddetinin en yoğun görüldüğü dönem ortaya konulmaya çalışılmıştır.

3.2.3.1. Hastalığın Materyale İnokülasyonu

Buğday da hastalık belirtilerinin görülebileceği en yoğun dönemin sera ve tarla şartlarında ortaya konulabilmesi ve hastalığın takip edilebilmesi için farklı inokülasyon teknikleri kullanılmaktadır. Tarla denemesi için serada yürütülen çalışmasının benzeri bir uygulama ile hastalık inokule edilmiştir. Hastalık inokülasyonu farklı sarı hastalık dozlarında mineral yağ (Soltrol® 170) içerisinde homojenize edilerek %0 (kontrol grubu), %25, %50 ve %100 dozları test materyali üzerine sera şartlarında mini spray aleti ile tarla şartlarında ULV+ cihazı ile uygulanmıştır.

Tarla evresi çalışmaları için hastalık inokülasyonu “Ulusal Bitki Koruma Standartlarında (Li vd. 1989) uygun olarak yapılmıştır. Bitkinin sapa kalkma dönemi olarak değerlendirebilecek 06 Mayıs 2019 tarihinde (Bitki gelişme dönemi, Feekes skalası 6) birinci inokülasyon yapılmıştır. İkinci pas inokülasyon uygulaması ilk uygulamadan yedi gün sonra 13 Mayıs 2019 tarihinde (çiçeklenme başlangıcı öncesi dönem Feekes skalası 10) yapılmıştır.

3.2.3.2. Hastalık Reaksiyon Çalışmaları için Farklı Dozda (%0, %25, %50, %100) Sarı Pas Hastalığı İnokülasyonu Uygulaması

Test materyaline 4 farklı dozda (N_0 (%0), N_{25} (%25), N_{50} (%50) ve N_{100} (%100)) sarı pas etmeni uygulaması yapılmıştır. N_0 (%0) dozu için hastalık uygulaması yapılmamış grup, N_{25} (%25) dozu için 0,5 gr/200 ml, N_{50} (%50) dozu için 1 gr/200 ml, N_{100} (%100) dozu için her parsel için 2 gr/200 ml hesabı yapılarak hastalık inokülasyonu ULV+ cihazı ile uygulanmıştır.

Hastalık inokülasyonu için taze olarak üretilmiş pas sporları kullanılmış olup bu şekilde en yüksek canlı spor elde edilmesi amaçlanmıştır. Hastalık inokülasyonu özellikle rüzgarsız bir havada yapılmış, doz uygulamaları içi uygulanan dozunun diğer parsele geçmesinin engellenmesi için bloklar arasında plastik bariyerler (kalkanlar) kullanılmıştır.

3.2.3.3. Farklı Mineral Gübre (Fe, Zn, Fe+Zn) Uygulama Dozları Üzerine Sarı Pas Hastalığının İnokülasyonu Uygulaması

Test materyaline farklı dozda gübre uygulamalarının (Fe₅, Fe₁₀, Fe₂₀, Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₃₀, Fe+Zn_{5+7.5}, Fe+Zn₁₀₊₁₅, Fe+Zn₂₀₊₃₀) sarı pas hastalığına olan reaksiyonlarını belirlemek için, uygulanan sarı pas hastalığı tüm gübre uygulamalarındaki tekerrürler (I+II+III) için 2.0 gr/200ml olarak belirlenmiş ve ekimden 172 ve 179 gün sonra (06 Mayıs 2019 ve 13 Mayıs 2019) olmak üzere iki kez inoküle edilmiştir.

3.2.4. Hastalıklı Bitki Örneklerinin Deneme Alanından Toplanması

Sarı pas hastalığı inokülasyonundan (06 Mayıs 2019) toplam 19 gün sonra 7 günde bir olmak üzere (25 Mayıs 2019, 06 Haziran 2019, 15 Haziran 2019) hastalık inokülasyonu yapılmayan ve hastalık inokülasyonu yapılan parsellerden yaprak örnekleri toplanmış (Tablo 3.6), hastalık reaksiyon değerlendirmeleri farklı fenolojik dönemlere göre (Feekes,Zadoks) yapılmıştır. (E.C.Large., 1954) (Fowler. David Brian., 2018).

Tablo 3. 6. Yaprak Örneklerinin Alındığı Tarih ve Bitki Evresi

Gelişme Dönem	Örnek Tarihleri	Alma Devre	Feekes	Zadoks Skalası
Erken	25 Nisan 2019	Başaklanma Sonu	10.5.0	59
	25 Mayıs 2019	Çiçeklenme Başlangıcı (Erken Dönem)	10.5.1	60
	06 Haziran 2019	Dane Bağlama (Erken-Orta Dönem)	10.5.3	69
Geç	15 Haziran 2019	Süt Olum Dönemi (Orta-Geç Dönem)	10.5.4	71
	23 Haziran 2019	Sararma Dönemi (Geç Dönem)	11.1	75

Her tekerrürden 20 yaprak olacak şekilde (8 çeşit *5 yaprak örneği) üç tekerrürden toplam 60 adet yaprak toplanmıştır. Yaprak örneklerinin toplanmasında aynı uygulamanın yapılması için bitkinin üstten üçüncü yaprağı alınmış, fakat bu şekilde örnek almanın mümkün olamadığı durumlarda üstten ikinci yaprak örnek olarak alınmıştır. Her örnek alma döneminde (5 dönem) 8 bloktan (60 örnek*8 blok) 480 Adet bitki yaprak örneği toplanmıştır. Bu çalışmaya ek olarak hassas kontrol Little Club çeşidinden 11 parselden toplam 55 yaprak (11 parsel*5 yaprak) daha toplanmış ve yaprak örnek sayısı 535' e (480+55) ulaşmıştır. Sayım için toplanan örnekler kağıt zarflar içerisine alınmış ve tüm örnekler çalışma yapılınca kadar buzdolabı içinde muhafaza edilmiştir. Hastalığın ortalama şiddetinin derecesinin belirlenmesi için, her tekerrürden her çeşit için toplanan 5

adet yaprak için 1 adet ortalama hastalık skoru hesaplanmıştır. Bu şekilde her bir çeşit için 1 adet ortalama hastalık şiddeti hesaplanmıştır.

3.2.5. Hastalığın Değerlendirilmesi

Hastalık reaksiyon ve spektral yansıma değerlendirmeleri (okumaları), çiçeklenme başlangıcı olarak belirlenen 25 Mayıs 2019 tarihinden başlamak üzere (Zadoks skalası 3) 5-7 günlük periyot aralıklarıyla; başaklanma dönemi (Feekes 10.5.1), dane dolum dönemi (Feekes 10.5.3), süt olum dönemi (Feekes 10.5.4) ve olgunluk dönemi (Feekes 11.1) aynı şekilde tekrarlanmıştır. Hastalık şiddeti (%HŞ), sarı pas hastalığının yaprak üzerinde kapladığı hastalıklı alanın toplam yaprak alanına bölünmesi ve etkinlik katsayısı ile çarpılmasıyla elde edilmiştir.

Her değerlendirme de bitkiler hastalıkla kaplı alanın hastalık şiddetine göre 9 sınıfa ayrılmıştır (%0, %1, %10, %20, %30, %45, %60, %80 ve %100). %0 değeri hiç hastalık tespit edilemediğini, %100 ise, en şiddetli hastalık (yaprığın tamamen hastalıkla kaplı olduğunu) sınıfını ifade etmektedir. Hastalık indeksi aşağıdaki formülle (Huang W., vd., 2007a) hesaplanmıştır. (1)

$$H\dot{S}(\%) = \frac{\sum xf}{n \sum f} \times 100 \quad (1)$$

HŞ (%)= Hastalık Şiddeti (Hastalık İndeksi)

n= En yüksek hastalık şiddeti değeri

f= Her hastalık şiddeti derecesindeki yaprakların sayısı

Hastalığın etkisiyle yaprak rengi (sarı, turuncu, kahverengi, kuru), değişimi her bir yaprak için inokülasyondan sonraki 7., 14., ve 21. (25 Mayıs, 06 Haziran, 23 Haziran 2019) günlerde sayısal (dijital) bir kamera ile belirlenmiştir. Bu uygulama her buğday çeşidinden 5 adet olmak üzere üç tekerrürlü olacak şekilde toplam 60 adet hastalıklı yaprak örneği toplanmıştır. Bu yapraklar üzerinde farklı hastalık semptomlarının oranına bağlı olarak hastalık şiddeti hesaplanmıştır. Farklı dozda (%0, %25, %50, %100) sarı pas hastalık sporlarının inoküle edilmesinden 19 gün sonra olmak üzere birer haftalık (7 gün) aralıklarla yapılan ölçümlerle ortaya çıkan hastalık şiddet oranları farklı renk gruplarında ölçülmüştür.

3.2.6. Hastalık Reaksiyonlarının Değerlendirilmesi

Hastalık reaksiyon değerlendirmeleri her çeşit için kanopi seviyesinde tripod kullanılarak spektrometre yardımıyla yaprak üzerinden 3 adet spektral reaksiyon değerlendirmesi (spektral yansıma ölçümü) yapılmıştır. Değerlerin ortalaması alındıktan sonra sonuç olarak her çeşitten her bir tekerrür için ortalama bir spektral yansıma değeriyle hastalık şiddeti (%HŞ) değeri belirlenmiştir.

Toplanan yaprak örnekleri üzerinde Modifiye Cobb skalası kullanılarak sarı pas hastalığının şiddeti (Peterson vd. 1948) ve sarı pas hastalığına karşı bitkilerdeki reaksiyon tipleri (Roelfs vd. 1992) de kaydedilmiştir (Tablo 3.7).

Tablo 3. 7. Buğdayda Sarı Pas Hastalığına Karşı Bitki Reaksiyon Tipleri (Roelfs vd. 1992)

Reaksiyon Tipleri	Reaksiyon Katsayıları	Açıklaması
0	0	Gözle görülür bir enfeksiyon yok.
R (Dayanıklı)	0,2	Nekrotik (ölü dokular) lekeler var. Bunlarda pas püstülleri yoktur veya çok küçüktür.
MR (Orta dayanıklı)	0,4	Nekrotik alanlarla çevrili küçük püstüller görülmektedir.
MS (Orta hassas)	0,8	Küçükten orta büyüklüğe kadar püstüller görülmekte. Nekrotik lekeler yok, belirgin klorotik lekeler bulunmaktadır.
S (Hassas)	1	Büyük püstüller var, nekrotik veya klorotik alan yoktur.

Sarı Pas hastalık şiddetinin (%HŞ) hesaplamasında Enfeksiyon Katsayıları (EK) kullanılarak değerlendirmeler yapılmıştır. EK'lerinin belirlenmesinde yaprak yüzeyinde oluşan pas hastalığı şiddeti (%HŞ) skala değerleri, hastalığın yaprakta kapladığı alan (Spektral Mixture Analiz-İmage Classification-Supervised Classification (0-100 değeri)) belirlenerek yaprakta hastalıklı % alan ile reaksiyonlara verilen katsayıların (S:1, S-MS, MS-S: 0,9; MS: 0,8; MS-MR, MR-MS: 0,6; MR: 0,4; R: 0,2) çarpılmasıyla belirlenmiştir.

EK katsayıları reaksiyonlarına göre (Hastalık Şiddeti %HŞ) 5 grup içerisinde sınıflandırılmıştır (İmmün: 0 EK, Dayanıklı: 0.1-5.0, Orta dayanıklı: 5.0-20.0, Orta hassas: 20.1-40.0, Hassas: 41.0-100) (Akan 2019).

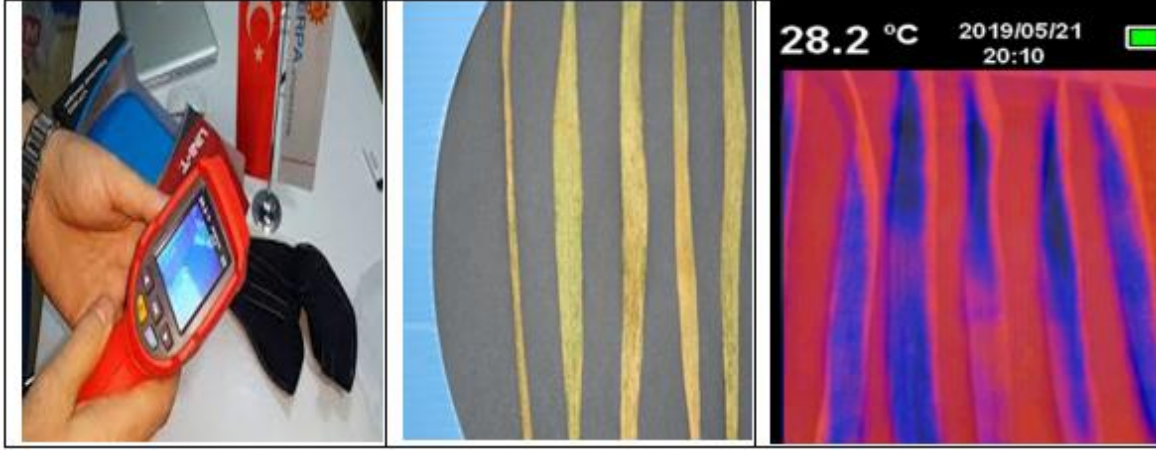
3.2.7. Toplanan Yaprak Örneklerinin Dijital Kamera (Termal Kamera) ile Görüntülenmesi

Hastalık şiddetinin değerlendirmesinde kullanılan termal kamera, kızılötesi (Infrared) çözünürlüğü 4800 piksel (80*60) -30°C ile 400°C sıcaklık aralığına sahip, çift lazer göstergeli, 2MP görsel kameradır. Termal ve dijital görüntüleme özelliğine ve 150 mk görüntüleme hassasiyetine ve 50° horizontal görüntüleme açısı ile, Infrared bandları görünür (Visible) bantlarla birleştirerek görüntü kalitesi ve doğruluğunu artırma imkanı sunmaktadır. Yaprak hastalıklarının belirlenmesinde, otomatik sistemde hastalık şiddetinin daha kısa zamanda belirlenebilmesi daha doğru sonuçlar vermesi açısından önemlidir. Bu işlemde hastalık şiddet derecesinin doğru bir şekilde belirlenebilmesi için herhangi bir dijital veya termal bir kamera ile hastalıklı yaprak görüntüsü RGB (Red, Green, Blue) olarak elde edilebilmektedir. Yaprak görüntüsünün elde edilmesi (kazanılması), hastalık şiddetinin tespitinde ilk aşamadır. İkinci aşama olarak görüntünün “ön işleme” uygulama tabii tutulması gerekmektedir. Ön işleme çalışması sonucu görüntünün zenginleştirme işleminden sonra, görüntü farklı sınıflara ayrılabilir. Yeşil kısımlar gizlenerek (masklamak) yalnızca hastalıkla bulaşık kısımlar gözlenebilir hale gelmektedir. Masklama uygulaması daha güvenilir bilgi edinilebilmesi için yapılmakta olup bu işlem “segmentasyon” olarak da bilinmektedir. Bu aşamadan sonra görüntü belirginleştirme (Feature extraction) yapılmaktadır. Görüntü belirginleştirme uygulamasından sonra son olarak kullanacak sınıflar için istatistik analizler yapılmaktadır. Son aşama olarak sınıflandırma (Supervised Classification) gerçekleştirilmektedir.

Bitki hastalıklarının doğru olarak teşhisinde özelliklerin ortaya çıkarılması (Feature extraction) önemlidir. Özelliklerin çıkarımı hastalıkların (nesnelerin) teşhis edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Özellik çıkarımı uygulaması birçok görüntü işleme uygulamalarında kullanılabilmektedir. Bitki hastalıklarının teşhisinde en iyi sonuç alınabilen önemli morfolojik özelliklerin bazıları renk ve yapısal tekstürdür. Bu işlem basamağında renkli seviye “co oluşumu matrisi” (co-occurrence) metodu kullanılmıştır. Hastalığın digital değerlendirmeleri her çeşitten 5 adet yaprak örneği rastgele seçilerek dijital ve termal kamera ile resmi çekilmiştir

RGB olarak termal kamera ile elde edilen hastalıklı renkli oluşum yaprak görüntüleri (colour co-occurrence method) (Şekil 3.1), Erdas Imagine® 2010 programı kullanılarak HSI (Hue, Saturation, Intensity) formatına dönüştürülerek morfolojik özellikler ön plana çıkartılmıştır.

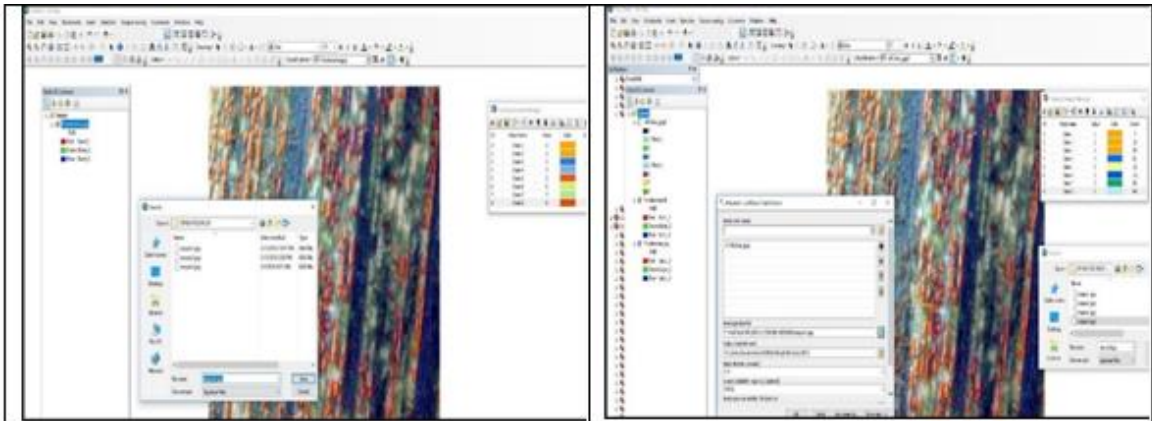
(Al-Wassai vd. 2011). RGB uygulaması yapılmış yaprak HSI (Hue, saturation, intensity) renkli spesifikasyona dönüştürüldükten sonra her bir piksel için haritaya renk eşlik eden matrisler oluşturmak için kullanılmıştır. Her bir piksel için H, S, I şeklinde üç ayrı matris oluşturulmuştur.



Şekil 3. 1. Dijital ve Termal Kamera ile Elde Edilen Yaprak Görüntüleri (Orijinal).

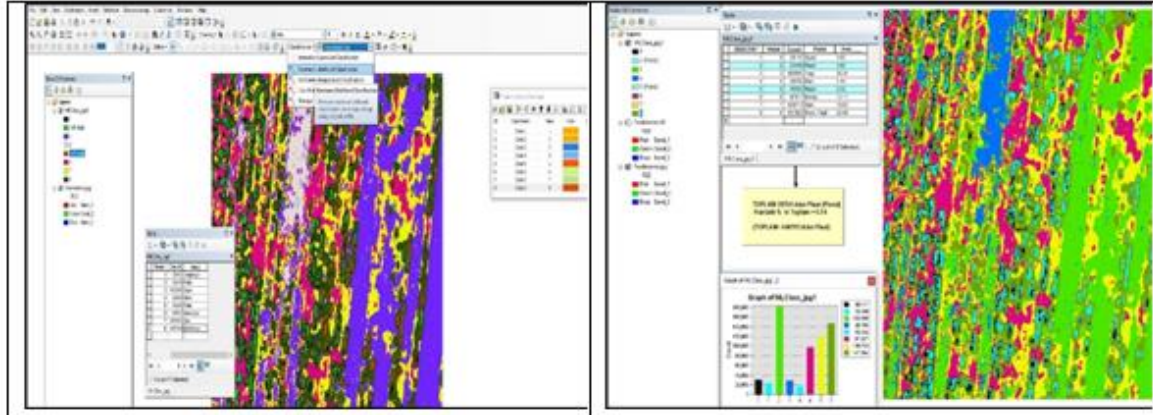
3.2.8. Hastalık Skorlarının Görüntü Sınıflama (Image Classification) Tekniği ile Belirlenmesi (Supervised Classification)

Bu sınıflama tekniğin de ArcGIS 10.5 Programı “Image Classification Modülü” kullanılarak hastalıklı yaprak görüntülerinin sınıflandırma işlemi yapılmıştır. (Abburu vd. 2015). Sınıflandırmada öncelikli olarak görüntü üzerinden hastalıklı bölgelerin tanımlaması için “Signature File” dosyası oluşturulmuştur. Bu dosya üzerinden hastalıklı alanlar tanımlanmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3. 2. ArcGIS Image-Classification Modülünde Hastalıklı Alanları İçin Signature File Dosyasının Oluşturulması (Orijinal).

Son aşama olarak hastalıklı bölgelerin ortaya çıkarılması için Classification modülü altında yer alan “Maximum Likelihood Classification” modülü çalıştırılarak sınıflandırma işlemi tamamlanmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3. 3. ArcGIS ‘de “Maximum Likelihood Classification Tekniği” İle Hastalıklı Alanların Ortaya Çıkarılması (Orijinal).

Araziden toplanan yapraklar üzerindeki hastalıklı farklı renk semptomlarının oranlarının tespiti ve hastalık skorunun ortaya konulabilmesi için Spektral Mixture Analiz tekniği kullanılmıştır (Franke vd. 2007). Bu amaçla ArcGIS 10.1® programında Image Classification Supervised sınıflama tekniği kullanılarak piksel düzeyinde kontrollü sınıflama tekniği ile yeşil renkli alanlar masklanarak kalan hastalıklı alanların renk semptomlarının oranı ortaya çıkarılmış ve % Hastalıklı Alan Skoru belirlenmiştir. Bu hastalık skor oranının Cobb skalasındaki karşılığına göre hastalık şiddeti belirlenmiştir (Chester 1950).

3.2.9. Bitkilerin Farklı Fenolojik Dönemler için Spektral Yansıma Eğrilerinin Oluşturulması

Bitki hastalıklarının teşhis ve hastalık şiddetinin belirlenmesi için hipersektral uzaktan algılama verileri kullanılarak, buğdayın spektral yansıma özelliklerinin ortaya konulması, sarı pas hastalığının şiddetinin belirlenmesinde ve hastalığın zamanında ve ekonomik olarak kontrol edilmesi için önemlidir. Sağlıklı yeşil bitkiler yeşil bant haricinde visible (görünür) bölgede yüksek absorpsiyon (düşük reflektans) gösterirken, Yakın Kızıl Ötesi bölgede (NIR) düşük absorpsiyon yüksek reflektans gösterdiği bildirilmiştir (Nilsson vd. 1995a).

3.2.10. Bitki Kanopi Seviyesi Spektral Yansıma Ölçümlerinin Alınması

Spektroradyometrik kanopi reflektans ölçümleri, portatif el Spektroradyometre cihazı kullanılarak bulutsuz ve güneş ışınlarının yeryüzüne dik geldiği 11:00-15:00 saatleri arasında alınmıştır. Spektral sensor yardımıyla, spektral reflektans ölçümleri, buğdayın farklı gelişme dönemlerine (Kardeşlenme ve süt olum dönemi arası) göre farklı zaman aralıklarında (haftada bir olmak üzere) 330-1150 nm 'lik bant genişliğinde 3 nm'lik aralıklarla alınmıştır. Ölçümler, toprak yüzeyine 25°'lik bir açı ile bitki kanopi yüzeyinden 25 cm.'lik bir yükseklikten yapılmıştır. Spektral sensor kullanılarak yapılan ölçümler kablo bağlantısı ile eş zamanlı olarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Ölçümlerde kullanılan spektroradyometre (Şekil 3.4) tek kanallı olup, UV/VIS/NIR bant kanallarını içermekte olup her kanal 331-1141 nm aralığında 3 nm'de bir alınmak üzere toplam 256 adet gözlem (okuma) alınmıştır. Yapılan ölçümler elektronik uzunluğu 16 bit (gerçekte 14.5 bit) ve dalga boyu çözünürlüğü 4-7 nm, integrasyon zamanı ışık yeterli olduğunda 5 ms 'dir.



Şekil 3. 4. Kanopi Seviyesi Spektral Yansıma Ölçümlerinin Alınması İçin Kullanılan El Spektroradyometresi (Orijinal).

Spektral reflektans ölçümlerinden önce, spektroradyometre standart beyaz bir levha (Ba_2SO_4) kullanılarak kalibre edilmiştir. Kalibrasyonla bütün yansıma değerleri okumaları, gürültü ve atmosferin olumsuz etkilerinden en az derecede etkilenecek şekilde alınarak ölçüm yapılması mümkün olabilmektedir.

Vejetasyonun spektral yansıma ölçümleri hastalık reaksiyon testleri yapılan (birinci aşama) alanından her çeşitten üçer sıra olacak şekilde her tekerrür için 3 okuma alınarak (3 tekerrür*3 okuma) toplam 9 okuma yapılmış olup 4 ekmeklik çeşit için (4 çeşit*9 okuma) 36 okuma yapılmıştır. Aynı uygulama makarnalık çeşitler için de toplam 36 okuma yapılmıştır. Tekerrürler arasında hassas kontrol için ekilen Little Club genotipi için 9 sıradan 3'er okuma yapılmış (3 okuma*9 sıra) olup, toplam 27 okuma yapılmıştır. Sadece hastalık reaksiyonlarının incelendiği her alanda (8 parsel) toplam 99 adet (36+36+27) okuması

yapılmıştır. Hastalık reaksiyonlarının değerlendirildiği deneme alanında 2 parselle hastalık inokülasyonu yapılmayan kontrol bloku (%0 Hastalık dozu) olmak üzere, 3 adet parsel ekmeklik (%25, %50, %100 hastalık dozları) ve makarnalık 3 parsel (%25, %50, %100 hastalık dozları) olmak üzere toplam 8 parselden oluşmaktadır. Ölçümler 3 farklı fenolojik dönemde yapılmış olup alınan ölçümlerin sadeleştirilmesi için daha sonra okumaların ortalaması alınarak hesaplamada kullanılmıştır.

3.3. Birim Alan Verimlerinin Hesaplanması

Birim alan veriminin (dane) hesaplanmasında; ekmeklik ve makarnalık her çeşit için tekerrürlerden (I, II ve III) elde edilen verimler hastalık doz uygulaması yapılmayan uygulama ile farklı dozlarda hastalık uygulaması için ayrı, ayrı olacak şekilde belirlenmiştir. Hesaplama için birim alandan ($0.50 \text{ m} \times 0.50 \text{ m} = 0.25 \text{ m}^2$) alandan elde edilen başaklar sıra olarak hasat edilmiştir. Harman makinasından geçirilerek elde edilen tohumlardan kavuz ve diğer maddelerin ayrılması için elenmiştir. Elde edilen tohumlar tartılmış ve verimler tekerrür ortalamaları alınarak 1000 m^2 'ye (dekar) dönüştürülerek kullanılmıştır (Say 2009; Somaya ve Seham 2015).

3.4. Vejetasyon İndekslerin Hesaplanması ve İstatiksel Analizler

Buğday da sarı pas hastalığının teşhisi için, elektromanyetik spektrum 331-1141 nm bant aralığı üzerinden yansıma değerleri kullanılarak hesaplanmış olan vejetasyon indeksleri, literatürleri ile birlikte (27 Adet) Tablo 3.8 'de verilmiştir. Farklı fenolojik dönemlerde yapılan hastalık okumalarından hesaplanan hastalık şiddeti (%HŞ) değerleri ile indeks değerleri arasındaki korelasyon ilişkisi değerlendirilmiştir. Elde edilen bu korelasyon değerleri hastalık reaksiyon tahmininde regresyon modelleri geliştirmek için kullanılmıştır.

Elde edilen hastalık tahmin regresyon modelinin performansını test etmek için arazide gözlenen hastalık reaksiyonları ile (gözlenen gerçek hastalık değerlendirmeleri ile), modelden elde edilen tahmini hastalık değerlendirmeleri arasındaki korelasyon farkları (r^2) hesap edilmiştir. Bu hesaplama ek olarak, ortalama hata kareler toplamı (RMSE) ve standart hata (%SE) değerleri her indeks için ayrı, ayrı hesap edilmiştir. Sonuçta daha büyük r^2 değeri ve daha küçük RMSE ve %SE değerine sahip indekslerden, bitkideki hastalık şiddetini (%HŞ) belirlemede etkili sonuçların elde edildiği belirlenmiştir. Tahmin edilen hastalık şiddeti değerleri ile gözlenen gerçek hastalık şiddeti değerleri arasında çapraz

doğrulama (Cross-Validation) yapılarak hastalık şiddetinin tahmine yönelik lineer regresyon denklemleri elde edilebilmiştir.

Bütün fenolojik dönemler için regresyon ve korelasyon analizleri SPSS-22® versiyon istatistik paket programı kullanılarak temel istatistik ve varyans analizleri yapılmıştır. (IBM SPSS Statistics 2014).

Hata kareler toplamı (RMSE) ve nispi hata yüzdesi (%SE) aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır (Liu. L., vd., 2020).

$$\text{Hata Kareler Toplamı (RMSE)} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (1)$$

$$\text{Nispi hata yüzdesi (SH \%)} = \frac{\text{Hata Kareler Toplamı (RMSE)}}{\bar{y}_i} * 100 \quad (2)$$

Formülde: $\hat{y}_i$ = Hesaplanan indeks değeri
 y_i = Korelasyon Denkleminden Hesap edilen değer
 $\bar{y}_i$ = Ortalama Hastalık Şiddeti Değeri (%HŞ)
 n = Denemede Kullanılan Örnek Sayısı

Araştırmada farklı fenolojik dönemlerde elde edilen hiperspektral veriler literatürde yayınlanmış olan “**indeks**” olarak bildirilen/tanımlanan matematik formüllerine dönüştürülerek hastalık reaksiyonun belirlenmesinde kullanmıştır. Bu indeksler ikili ve üçlü bant kombinasyonuna göre 350-1050 nm bant aralığını içerir şekilde dar ve geniş bant aralıkları dikkate alınarak hastalık teşhisinde kullanılmak üzere üretilmiştir. Materyalin ekili olduğu parsellerden farklı dönemlerde 3 tekerrürlü olarak elde edilen spektral veriler, aynı dönem parsellerden elde edilen hastalık reaksiyon değerlendirmeleri ile korele edilerek regresyon modelleri geliştirmek için kullanılmıştır (Şekil 3.5). Hastalığın farklı büyüme aşamalarındaki etkilerini ortaya koymak için bitki vejetasyon dönemi üç farklı döneme ayrılmıştır. Erken dönem olan çiçeklenme başlangıcı (25 Mayıs 2019- Feekes 10.5.1), erken-orta dönem olan dane bağlama (06 Haziran 2019- Feekes 10.5.3), ve orta-geç dönem süt olum (15 Haziran- Feekes 10.5.4) dönemi olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda hastalıklı inokülasyonu yapılmış (%25, %50, %100 hastalık dozu) ve hasta inokülasyonu yapılmamış bitkilerin ayrılabilmesi için literatüre geçmiş 27 adet spektral indeks kullanılmıştır. Bu indekslerin adları ve açılımları Tablo 3.8’ de verilmiştir.

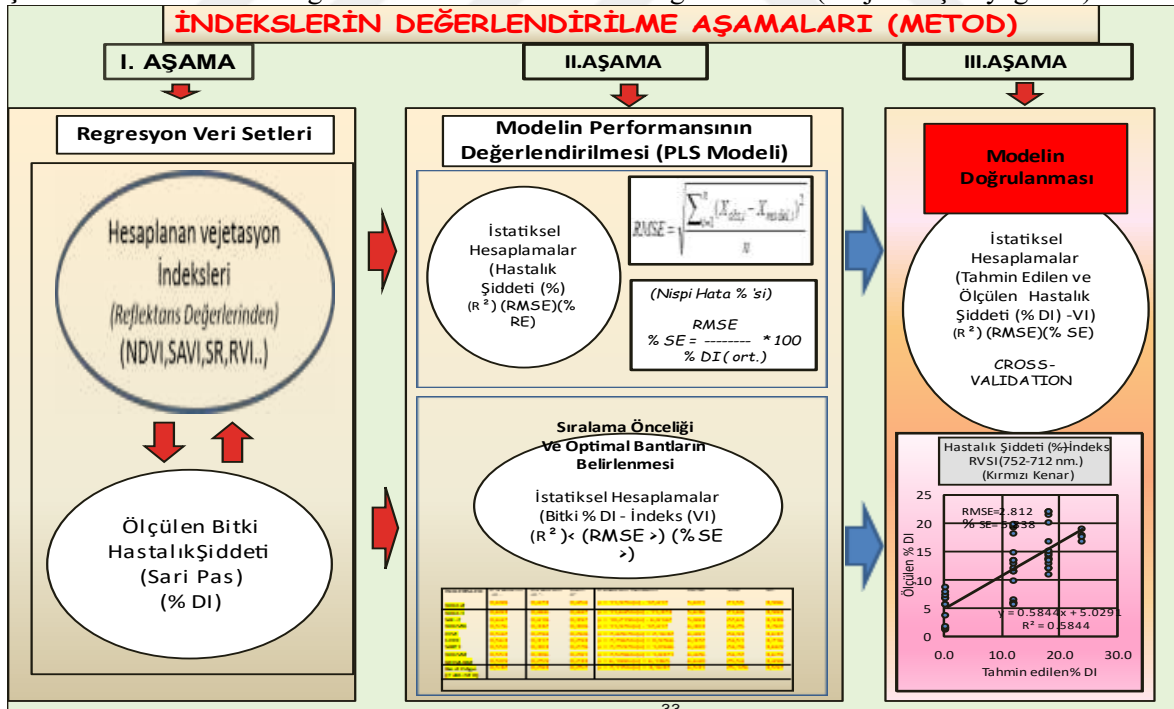
Tablo 3. 8. Hastalıklı ve Hastalıksız Bitkilerin Ayrımında Kullanılan Vejetasyon İndeksleri.

Vejetasyon İndeks	Açıklama	Formül	Kaynak	Etkili Olduğu Bölge
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index	$(R_{830} - R_{675}) / (R_{830} + R_{675})$	Rouse vd. 1974	Yaprak Alan İndeksi, Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR), veya Biyomas (PAB)
NBNDVI	Narrow-Band Normalized Difference Vegetation Index	$(R_{850} - R_{680}) / (R_{850} + R_{680})$	Thenkabail vd. 2000	Vejetasyonun Takip Edilmesinde Kullanılır
NRI	Nitrogen Reflectance Index	$(R_{570} - R_{670}) / (R_{570} + R_{670})$	Filella vd. 1995	Nitrojen Durumu
PRI	Photochemical Reflectance Index	$(R_{570} - R_{531}) / (R_{570} + R_{531})$	Gamon vd. 1992, Huang vd. 2014	Fotosentetik Radyasyon (PR)
TCARI	The Transformed Chlorophyll Absorption and Reflectance Index	$3 \times [(R_{700} - R_{675}) - 0.2 \times (R_{700} - R_{550}) \times (R_{700}/R_{670})]$	Haboudane vd. 2002	Klorofil a + b Konsantrasyonu
SIPI	Structural Independent Pigment Index	$(R_{800} - R_{445}) / (R_{800} - R_{680})$	Penuelas vd. 1995, Devadas vd. 2009	Pigment Konsantrasyonu
PhRI	Physiological Reflectance Index	$(R_{550} - R_{531}) / (R_{550} + R_{531})$	Gitelson vd. 2001	Işık Kullanım Etkinliğinin Hesaplanması
NPCI	Normalized Pigment Chlorophyll Ratio Index	$(R_{680} - R_{430}) / (R_{680} + R_{430})$	Kim vd. 1994	Pigment Kapsamının Hesaplanması
ARI	Anthocyanin Reflectance Index	$ARI = (R_{550})^{-1} - (R_{700})^{-1}$	Zarco-Tejada vd. 2005	Antosiyanin Kapsamı
CARI	Chlorophyll Absorption Ratio Index	$[(a670 + R_{670} + b) / (a2 + 1)1/2] \times (R_{700}/R_{670})$ $a = (R_{700} - R_{550})/150$, $b = R_{550} - (a \times 550)$	Zarco-Tejada vd. 2005	Klorofil Absorbsiyonunu Hesaplanması
GI	Green Index	R_{554}/R_{677}	Broge vd. 2000	Pigment Kapsamının Hesaplanması
TVI	Triangular Vegetation Index	$0.5[120(R_{750} - R_{550}) - 200(R_{670} - R_{550})]$	Haboudane vd. 2004	Bitki statüsünün Belirlenmesi
MCARI	Modified Chlorophyll Absorption In Reflectance Index	$(R_{701} - R_{671}) - 0.2(R_{701} - R_{549}) / (R_{701}/R_{671})$	Daughtry vd. 2000	Klorofil Absorbsiyonunu Hesaplanması
PSRI	Plant Senescence Reflectance Index	$(R_{680} - R_{500})/R_{750}$	Merzlyak vd. 1999	Pigment Kapsamı, Yaprak Olgunlaşması ve Sararması
RVSI	Red-Edge Vegetation Stress Index	$RVSI = [(R_{712} + R_{752})/2] - R_{732}$	Merton ve Huntington 1999	Dahili Strüktür Parametreleri
WI	Water Index	$WI = R_{900}/R_{970}$	Penuelas vd. 1997	Su Miktarındaki Değişimlerin Hesaplanması
LCCI	Leaf and Canopy Chlorophyll Index)	$LCCI = (R_{750} - R_{705}) / (R_{750} + R_{705})$	Gitelson ve Merzlyak 1994b	Klorofil Absorbsiyonunu Hesaplanması
NVI	New Vegetation Index	$NVI = (R_{777} - R_{747}) / (R_{673})$	Gupta, vd. 2001	Klorofil Absorbsiyonunu Hesaplanması

Tablo 3.8. (devam) :

GNDVI	Green Normalized Difference Vegetation Index	$GNDVI = (R_{750} - R_{550}) / (R_{750} + R_{550})$	Gitelson vd. 1996	Yaprak Alan İndeksi, Fotosentetik Aktif Radyasyon (PAR), veya Biyomas (PAB)
SRPI	Simple Ratio Pigment Index	$SRPI = R_{430} / R_{680}$	Penuelas vd. 1994	Pigment Kapsamının Hesaplanması
RVI	Ratio Vegetation Index	$RVI = R_{NIR} / R_{Red}$	Jordan 1969	Biyofiziksel Değişimler ve Hastalık Takibi
RDVI	Renormalized Difference Vegetation Index	$RDVI = (R_{800} - R_{670}) / (R_{800} + R_{670})^{0.5}$	Roujean ve Breon Francois-Maria, 1995	Biyofiziksel Parametreler Arasındaki İlişkiler
DVI	Difference Vegetation Index	$DVI = R_{890} - R_{670}$	Jordan 1969	Vejetasyondaki Değişimlerin İncelenmesi
NLI	Non-Linear Vegetation Index	$NLI = (R^2_{NIR} / R_R) / (R^2_{NIR} + R_R)$	Goel ve Qin 1994	Yaprak Alanı İndeksi Hesaplanması
SR	Simple Ratio	$SR = R_{NIR} / R_R$	Baret ve Guyot 1991	Vejetasyonun Takip Edilmesi
MSR	Modified Simple Ratio Index	$MSR = (R_{800} / R_{670} - 1) / \sqrt{R_{800} / R_{670} + 1}$	Chen ve Cihlar 1996	Yaprak Alanı İndeksi Hesaplanması
YRI	Yellow Rust Index	$YRI = (R_{730} - R_{419}) / (R_{730} + R_{419}) + 0.5R_{736}$	Huang et al., 2014	Buğday Hastalıkları

Şekil 3.5. İndekslerin Değerlendirilmesi ve Modelin Doğrulanması (Proje Akış Diyagramı)



4. BULGULAR

Çalışmada elde edilen bulgular, ilgili çalışmanın başlığı altında verilmiş ve daha önce yapılan çalışmalarda rapor edilen bulgu ve tartışmalar eşliğinde yorumlanmıştır.

4.1. Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalıklı Bitkiler için Spektral Yansıma Eğrilerinin Oluşturulması ve Hastalık Görülmeyen Bitkilerle Olan İlişkilerinin İncelenmesi

Ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde elektromanyetik spektrumun her kategorisi için hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkiler için ortalama spektral yansıma değerleri elde edilmiştir. Spektral okumalar için, her 3 nm’de bir olmak üzere 331-1141 nm bant aralığında toplam 255 okuma yapılmıştır. Hastalık gözlem bahçesinde (4 hastalık dozu uygulaması ve üç tekerrürlü), spektral okumalar bitkilerin üç farklı fenolojik döneminde yapılmıştır. Hastalığın etkisinin daha kolay ortaya konulabilmesi için, bu dönemler erken (25 Mayıs 2019, Feekes 10.5.1), erken-orta (06 Haziran 2019, Feekes 10.5.3) ve orta-geç (15 Haziran 2019, Feekes 10.5.4) olmak üzere 3 dönemde incelenmiştir. Erken dönem içerisinde çiçeklenme başlangıcı tarihinde yapılan okumalar, geç dönem içerisinde ise dane dolum dönemi tarihinde ve süt olum döneminde alınan ölçümler dahil edilmiştir.

Hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkiler, yeşil bant dışındaki “görünür” bölgede yüksek absorpsiyon (düşük reflektans) gösterirken, “Yakın Kızıl Ötesi” bölgede düşük absorpsiyon (yüksek reflektans) göstermiştir (Nilsson vd. 1995a). Bu periyot süresince hastalık belirtisi gözlenen bitkilerin yansıma eğrisinin şekli ile, hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerin yansıma eğrisi temelde birbirine benzerlik göstermekle birlikte görünür bölgede fotosentetik pigmentler nedeniyle düşük reflektans, Yakın Kızıl Ötesi bölgede ise yüksek reflektans göstermiştir. Bu yönüyle her iki çalışmanın uyumlu olduğu yorumu yapılmıştır.

Genel olarak büyümedeki artışa bağlı olarak erken dönemde görünür bölgede yansıma değerinde artış, gelişmenin ileri aşamalarında yakın kızıl ötesi bölgede düşüş eğilimi gözlemlendiği rapor edilmiştir (Feng vd. 2017). Kardeşlenme ve sapa kalkma döneminde (207-216 DAS (Ekimden Sonraki Günler), hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerin arasındaki reflektans değerleri arasındaki farklılığı belirgin olmazken, gelişmenin ileri

dönemlerinde (155 DAS, 185 DAS 197 DAS, 206 DAS ve 214 DAS) bu ayırım daha net ortaya çıkmıştır. Gelişmenin ileri dönemlerinde görünür bölgede (500-700 nm) hastalık belirtisi gözlenen bitkilerin yansımaya değerleri hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerin yansımaya değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yakın kızıl ötesi bölgede ise hastalık belirtisi gözlenen bitkilerin hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilere göre daha düşük yansımaya değerleri göstermiştir. Spektral farklılıklarının karşılaştırılması sonucu hem hastalık belirtisi gözlenen ve hem de hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerin kırmızı (RED) ve yakın kızıl ötesi bölgede 520-710 nm, 730-1000 nm (DAS 214) bant değerlerinde yüksek yansımaya değerlerine ulaştığı belirlenmiştir. Bu değişimler bitkilerin mezofil dokusundaki pigmentlerin kapsamı ve yaprakların yaşlanması ile ilgili olduğu farklı araştırmalarda rapor edilmiştir (Wang vd. 2013). Kışlık buğdayda kanopi seviyesinde yapılan incelemelerde bu yansımaya değişimleri buğdayda kanopinin spektral reflektans karakteristikleri ile hastalık şiddeti arasındaki sayısal ilişkilerin ve analizlerin oluşturulmasının temelini teşkil ettiği düşünülmektedir.

4.1.1. Farklı Hastalık Uygulama Dozlarında Hastalık Şiddetinin Farklı Dalga Boylarındaki Yansımaya Değerleri ile İlişkileri

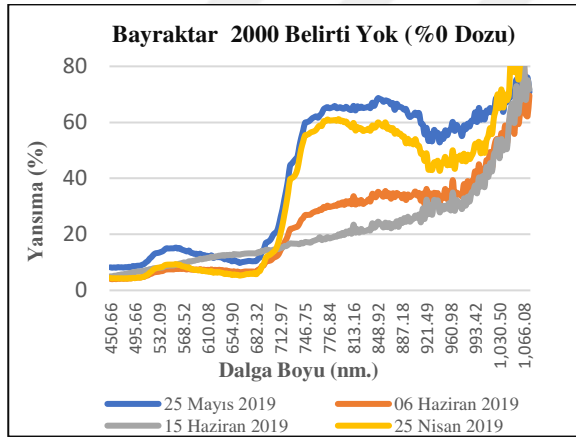
Genel olarak yeşil vejetasyon dönemi yapraklarının yansımaya değerleri, elektromanyetik bölgenin görünür, yakın kızıl ötesi ve kısa dalga boyuna sahip kızıl ötesi bölgelerde, yaprak pigmentleri, hücre yapısı ve hücresel su kapsamından etkilenir (Huang vd. 2007a; Huang vd. 2012). Farklı spektral bant aralıklarındaki yansımaya değerlerini ifade etmek için elektromanyetik spektrumun **331-1141 nm** bant aralığı içerisinde yer alan **görünür bölge bantları (331-700 nm)** ve **yakın kızıl ötesi bölge bantları (700-1141 nm)** aralığı dikkate alınmıştır.

Hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerin farklı fenolojik dönemleri için spektral yansımaya eğrileri incelendiğinde gelişmenin erken dönemlerinde bitkilerin klorofil absorpsiyonunda değişim olmadığı, görünür bölgede hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerde yansımaya değerlerinde bir düşüş gözlenirken, kırmızı bölge bantlarından itibaren yansımaya değerlerinde artış gözlenmiştir.

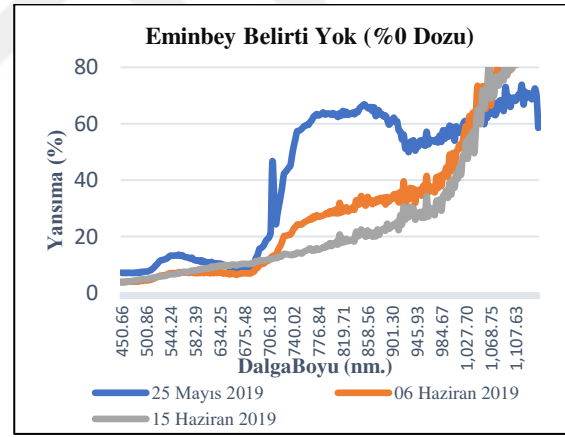
4.1.2. Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalık Belirtisi Gözlenmeyen Bitkiler için Spektral Yansım İlişkileri (%)

Ekmeklik buğday çeşitlerinden hastalık belirtisi gözlenmeyen (%0 doz uygulaması) Eser, Bayraktar 2000, Kenanbey ve Demir 2000 çeşitlerinde çiçeklenmenin başlangıcı olan (25 Mayıs 2019, Feekes 10.5.1) erken dönemde, görünür bölge bantlarında düşük yansım değerleri elde edilmiş, kırmızı bölgeden itibaren ise yansım değerlerinde bir artış kayıt edilmiştir. Dane bağlama dönemi olan erken-orta dönemde (06 Haziran 2019, Feekes 10.5.3) ve süt olum dönemine rastlayan orta-geç dönemde (15 Haziran 2019, Feekes 10.5.4) yakın kızıl ötesi bölgede ise yansım değerlerinde bir azalış meydana gelmiştir (Şekil 4.1).

Ekmeklik çeşitlere benzer şekilde makarnalık buğday çeşitlerinde çiçeklenme başlangıcı döneminde, görünür bölge bantlarında, düşük yansım değerleri belirlenirken, en yüksek yansım değerlerine hastalık belirtisi gözlenmeyen çeşitlerde kırmızı bölgeden itibaren özellikle Yakın Kızıl Ötesi bölgede rastlanılmaktadır. Bitki gelişiminin ilerleyen süreçlerinde Yakın Kızıl Ötesi bölge bantlarında yansım değerlerinde azalış eğilimi belirlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4. 1. Fenolojik Dönem-Yansım (%) İlişkisi (Bayraktar 2000 Belirti Yok).



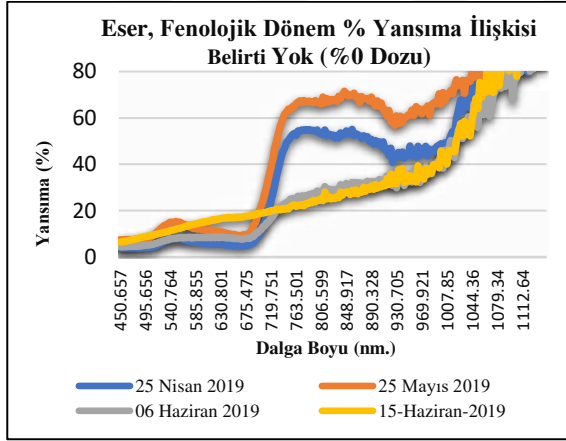
Şekil 4. 2. Fenolojik Dönem-Yansım (%) İlişkisi (Eminbey Belirti Yok).

4.1.3. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Hastalık Şiddeti (%HŞ) ve Spektral Yansım İlişkileri

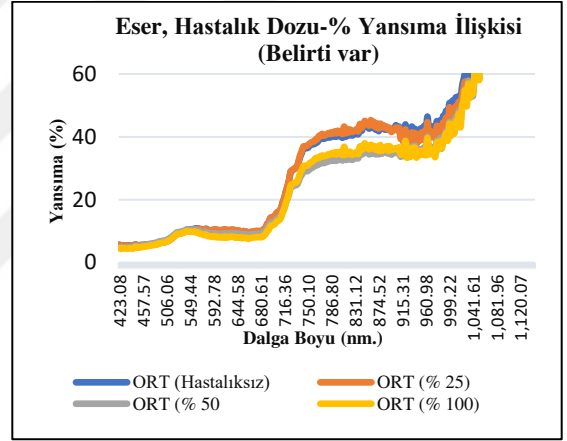
Hiperspektral uzaktan algılama verileri kullanılarak, buğday bitkisinin hastalık stresine olan spektral tepkisi, sarı pas hastalığı enfeksiyon seviyelerinin ayırt edilmesinde çok önemlidir. Araştırmada hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerin üç farklı fenolojik dönemdeki yansım değerleri kayıt edilmiştir.

Eser çeşidinde, hastalık gözlenmeyen bitkilerde, Yakın Kızıl Ötesi bölgede kanopinin yeşil olduğu pigment konsantrasyonunun en yoğun olduğu çiçeklenme başlangıcı döneminde alınan yansıma değerleri, en yüksek seviyededir. (695-930 nm). Bunu sapa kalkma dönemi takip etmiştir (695-950 nm). Gelişmenin geç aşamalarında dane bağlama ve süt olum döneminde ise daha düşük yansıma değerleri olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.3).

Yakın Kızıl Ötesi bölgede farklı hastalık dozlarına bağlı olarak hastalık gözlenen ve gözlenmeyen bitkiler arasındaki en yüksek yansıma değişimi %50 ve %100 hastalık dozu uygulamalarında elde edilmiştir. Bu durum %50 ve %100 hastalık uygulama dozlarının Yakın Kızıl Ötesi bölgede (723-970 nm) hastalık şiddetinin artışında etkili olduğunu düşündürmektedir. Erken dönemde hastalık gözlenen ve gözlenmeyen bitkiler arasındaki yansıma değerleri birbirine yakın iken, gelişmenin ileri dönemlerinde farklılık daha belirgin hale gelmiştir (Şekil 4.4).

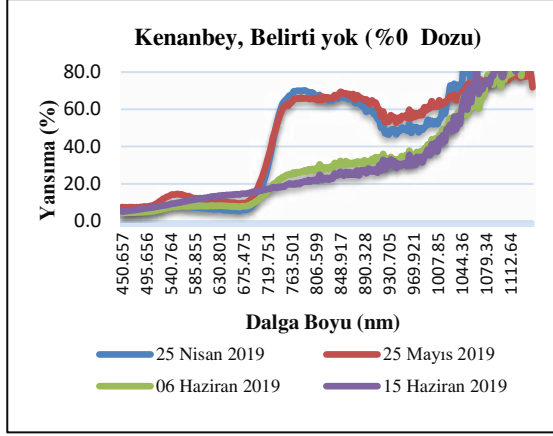


Şekil 4. 3. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) ilişkisi (Eser Belirti Yok).

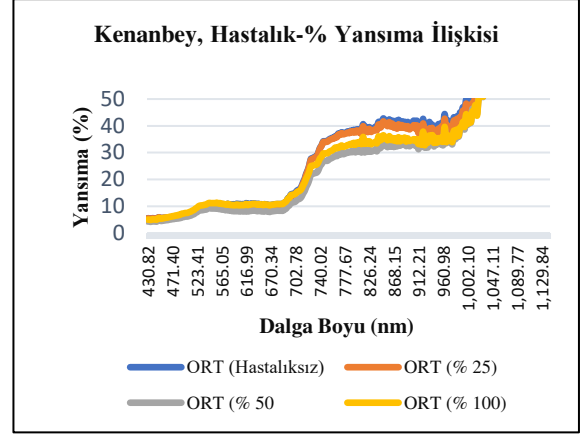


Şekil 4. 4. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) ilişkisi (Eser Belirti var).

Kenanbey çeşidinde, hastalık gözlenmeyen bitkilerin yansıma değerlerinde en yüksek değişim, erken dönemleri içine alan Yakın Kızıl Ötesi bölgede yer alan sapa kalkma döneminde ve yine aynı bölgede yer alan çiçeklenme başlangıcı döneminde, 716-930 nm bantlarında gözlenmiştir (Şekil 4.5). Hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilere farklı hastalık uygulama dozlarına bağlı olarak yansıma değerleri incelendiğinde inokülasyon yapılmayan ve %25 hastalık dozu uygulamasında 700-975 nm Yakın Kızıl Ötesi bölgesi bant aralığında en yüksek yansıma değerleri belirlenmiştir (%36-%39). Aynı bant aralığında daha düşük yansıma değerleri gösteren %100 ve %50 hastalık uygulama dozları takip etmiştir (%18-%34) (Şekil 4.6).

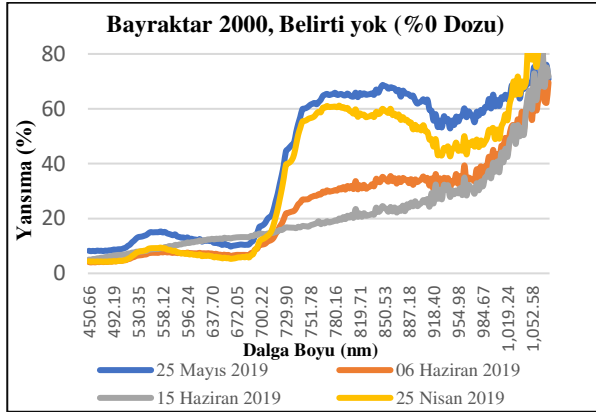


Şekil 4. 5. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) İlişkisi (Kenanbey Belirti Yok).

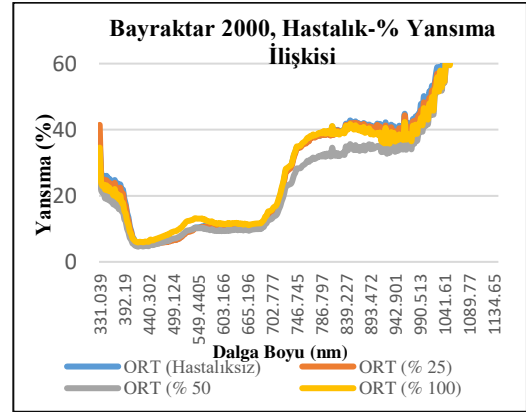


Şekil 4. 6. Hastalık Dozu-Yansıma (%) İlişkisi (Kenanbey Belirti var).

Bayraktar 2000 çeşidinde, hastalık gözlenmeyen bitkilerin en yüksek yansıma değerlerine erken dönemleri içeren çiçeklenme başlangıcı döneminde Yakın Kızıl Ötesi bölgede yer alan kırmızı+kırmızı sınır bantlarında (682-921 nm) rastlanmış, bunu sapa kalkma döneminin takip ettiği belirlenmiştir. (Şekil 4.7). Hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerin en yüksek yansıma değerleri (%18-%36), hastalık inokülasyonu yapılmayan (%0) ve % 25, %100 hastalık dozu uygulamalarında Yakın Kızıl Ötesi bant aralığında (709-930 nm) kayıt edilmiştir. Aynı bant aralığında daha düşük yansıma değerini %50 hastalık uygulama dozu takip etmiştir (%17-%33) (Şekil 4.8).



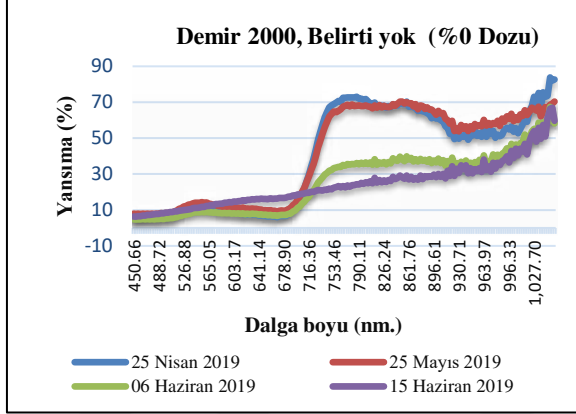
Şekil 4. 7. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) İlişkisi (Bayraktar 2000 Belirti Yok).



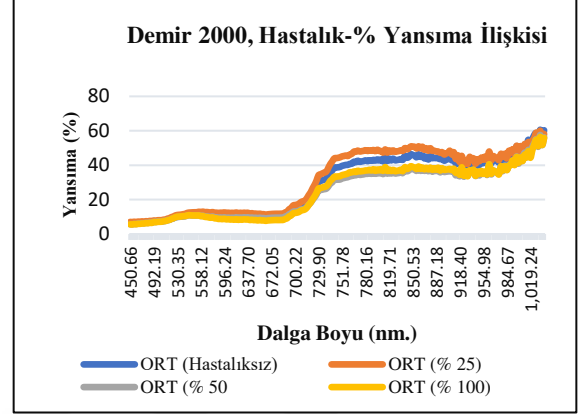
Şekil 4. 8. Hastalık Dozu-Yansıma (%) İlişkisi (Bayraktar 2000 Belirti var).

Demir 2000 çeşidinde, değerlendirme yapılan fenolojik dönemlerde hastalık gözlenmeyen bitkilerin en yüksek yansıma değerlerine erken dönemleri de içine alan sapa kalkma döneminde Yakın Kızıl Ötesi bölgede yer alan Kırmızı+Kırmızı Sınır bantlarında belirlenmiştir (685-942 nm). Bunu çiçeklenme başlangıcı dönemi, erken-orta dönem ve orta-geç dönem takip etmiştir (Şekil 4.9). Hastalık belirtisi görülen ve görülmeyen bitkilerin farklı hastalık uygulama dozlarında en yüksek yansıma değerleri (%19-%38), %25 hastalık

dozu uygulamasında Yakın Kızıl Ötesi bölgesi bant aralığında (704-940 nm) elde edilmiştir. Aynı bant aralığında daha düşük yansıma değerlerini hastalık inokülasyonu yapılmayan (%0), %100 ve %50 hastalık uygulama dozlarının takip ettiği belirlenmiştir (%12-%34) (Şekil 4.10).



Şekil 4. 9. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) ilişkisi (Demir 2000 Belirti Yok).



Şekil 4. 10. Hastalık Dozu-Yansıma (%) ilişkisi (Demir 2000 Belirti var).

Ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı sarı pas hastalığı doz uygulamalarında spektral bant aralıklarına karşılık gelen yansıma değerleri (%) olarak ifade edilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4. 1. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Spektral Band Bölgelerine Göre Farklı Hastalık Dozlarına Karşılık Gelen Yansıma Değerleri (%).

Çeşitler	Hastalık Dozları	% Yansıma Değeri Bant Aralıkları					
		Blue 335-510	Green 510-600	Red 600-700	Red Edge 700-750 nm	NIR 750-1100 nm	NIR Fark
Bayraktar 2000	%0	27.39-7.49	7.49-10.49	10.49-14.05	14.05-34.96	34.96-78.30	43.34
	%25	26.50-7.35	7.35-10.60	10.60-14.23	14.23-34.72	34.72-75.39	40.67
	%50	21.87-7.88	7.88-9.50	9.50-12.73	12.73-28.40	28.40-76.61	48.21
	%100	24.15-10.25	10.25-11.61	11.61-15.34	15.34-35.23	35.23-77.83	42.60
Demir 2000	%0	28.15-8.11	8.11-11.45	11.45-15.38	15.38-39.02	39.02-77.95	38.93
	%25	29.14-8.93	8.93-12.41	12.41-16.83	16.83-44.60	44.60-75.22	30.62
	%50	21.61-8.11	8.11-9.53	9.53-13.11	13.11-31.70	31.70-76.45	44.75
	%100	22.22-7.97	7.97-8.64	8.64-12.24	12.24-33.65	33.65-75.85	42.20
Eser	%0	27.26-7.27	7.27-10.35	10.35-14.29	14.29-36.54	36.54-78.96	42.42
	%25	25.77-7.25	7.25-10.39	10.39-14.41	14.41-37.33	37.33-74.87	37.54
	%50	21.96-8.02	8.02-9.15	9.15-12.79	12.79-29.14	29.14-75.83	46.69
	%100	20.81-7.19	7.19-8.20	8.20-11.80	11.80-30.98	30.98-74.60	43.62
Kenanbey	%0	27.13-7.47	7.47-10.86	10.86-14.58	14.58-34.44	34.44-75.61	41.17
	%25	25.13-7.57	7.57-10.19	10.19-13.99	13.99-34.16	34.16-74.52	40.36
	%50	20.99-6.87	6.87-8.26	8.26-11.41	11.41-27.00	27.00-76.04	49.04
	%100	21.92-8.39	8.39-10.53	10.53-14.26	14.26-29.81	29.81-76.51	46.70

Tablo 4.1. (devam) :

Buğdayda sarı pas hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerin ayrımında kullanılacak olan etkili bölge, “**Yakın Kızıl Ötesi**” olarak belirlenmiştir. Hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerin ayrımında kullanılan bölgenin (NIR) spektral bant aralığı içinde kalan en düşük ve en yüksek yansıma değerleri arasındaki fark, farklı dozdaki hastalık uygulamaları arasındaki hastalık şiddetini ortaya koymada etkili bulunmuştur. NIR bölgesinde hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerle karşılaştırıldığında, yansıma değerlerindeki farkların yüksek olması, hastalık şiddetinin daha yüksek çıkmasına, farkın düşük olması ise hastalık şiddetinin daha düşük olması ile ilişkilendirilmiştir.

Ekmeklik çeşitler üzerinden yapılacak bir değerlendirmede; NIR bölgesindeki hastalık inokülasyonu yapılmamış bitkiler ile farklı hastalık dozları arasındaki en yüksek yansıma değeri (%34.96-78.30) Bayraktar 2000 çeşidinde elde edilmiştir. Bunu sırasıyla, Eser (%36.54-78.96), Kenanbey (%34.44-75.61) ve Demir 2000 çeşitleri takip etmiştir. Ekmeklik çeşitlerde, %25 hastalık dozlarında en yüksek fark (%40.67) Bayraktar 2000 çeşidinde tespit edilmiş olup, en küçük fark (%30.62) ise Demir 2000 çeşidinde belirlenmiştir (Tablo 4.1).

Eser çeşidinde hastalık değişimindeki en yüksek değişim **729-1022 nm** bant aralığında %24.66 ile 49.24 arasında gerçekleşmiştir. En yüksek hastalık şiddeti değişiminin %50 hastalık dozunda gerçekleşmiş olduğu, buna karşın %100 ve %25 hastalık dozlarında ise hastalık şiddetinde önemli bir değişim olmamıştır (Şekil 4.4).

Kenanbey çeşidinde hastalık şiddetindeki en yüksek değişim **723-1010 nm** bant aralığında %21.48 ile 45.34 arasında gerçekleşmiştir. Hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerle, hastalık gözlenen bitkiler karşılaştırıldığında en yüksek hastalık şiddeti değişimi %50 hastalık dozunda gerçekleşmiştir. Bununla birlikte %100 ve %25 hastalık dozlarında önemli bir değişim gözlenmemiştir (Şekil 4.6).

Bayraktar 2000 çeşidinde hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilere göre en yüksek hastalık şiddeti değişimi **689-984 nm** bant aralığında %50 hastalık dozunda belirlenmiştir. Bunu sırasıyla %100 hastalık dozu ve %25 hastalık dozu takip etmiştir (Şekil 4.8).

Demir 2000 çeşidinde hastalık değişimindeki en yüksek değişim **729-1033 nm** bant aralığında %26.76-60.04 yansıma değerleri arasında gerçekleşmiştir. Hastalık gözlenmeyen bitkiler ile hastalık inoküle edilen bitkiler karşılaştırıldığında, en yüksek hastalık şiddeti değişimi %50 hastalık dozunda gerçekleşmiş, %100 ve %25 hastalık dozlarında önemli bir değişim gözlenmemiştir (Şekil 4.10).

Hastalık inokülasyonu yapılmayan test materyalinin farklı fenolojik dönemlerinde elektromanyetik spektrum üzerinde bant bölgelerine göre farklı yansıma değerleri belirlenmiştir. Bu farklı yansıma değerleri hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerin ayrımında hangi fenolojik dönemlerin daha etkin olarak kullanılabileceğinin bir ölçüsü olarak yorumlanmıştır. Özellikle yakın kızıl ötesi bölgedeki yansıma değerleri arasındaki belirlenen farklılıklar, hastalık belirtisi gözlenen ve hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerin ayrımında hangi bantların öncelikli olarak kullanılacağı yönünde karar vermede önemli olduğu düşünülmektedir. Hastalık gözlenmeyen bitkilerde bu farklılık, bütün ekmeklik çeşitlerde özellikle erken dönemde çok daha az, orta-geç dönemde ise en yüksek düzeydedir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. Fenolojik Dönemlere Göre Hastalık Görülmeyen (%0) Ekmeklik Çeşitlerde Bant Bölgelerine Göre Spektral Yansıma Değerleri Aralıkları.

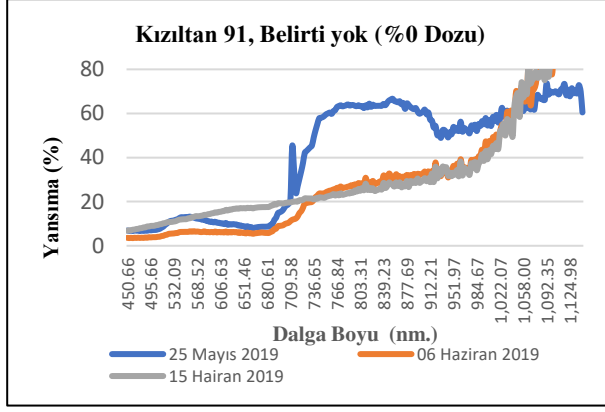
Çeşit	Fenolojik Dönem	% Yansıma Değeri Bant Aralıkları					
		Blue 335-510 nm	Green 510-600 nm	Red 600-700 nm	Red Edge 700-750 nm	NIR 750-1100 nm	NIR Fark
Bayraktar 2000	10.5.1	37.39-9.84	9.84-11.89	11.89-17.24	17.24-60.87	60.87-78.23	17.36
	10.5.3	19.71-4.91	4.91-7.85	7.85-10.43	10.43-27.09	27.09-81.14	54.05
	10.5.4	19.74-7.04	7.04-11.23	11.23-14.21	14.21-17.03	17.03-81.15	64.12
Demir 2000	10.5.1	8.03-8.92	8.92-12.14	12.14-15.95	15.95-63.37	63.37-73.11	9.74
	10.5.3	4.71-5.84	5.84-8.19	8.19-11.26	11.26-32.22	32.22-73.10	40.88
	10.5.4	6.30-8.92	8.92-14.78	14.78-18.14	18.14-21.48	21.48-81.78	60.30
Eser	10.5.1	7.15-8.96	8.96-10.98	10.98-16.99	16.99-64.35	64.35-78.96	14.61
	10.5.3	5.19-5.84	5.84-8.73	8.73-11.63	11.63-28.19	28.19-72.68	44.49
	10.5.4	4.90-6.93	6.93-10.98	10.98-14.28	14.28-17.08	17.08-85.13	68.05
Kenanbey	10.5.1	37.33-8.28	8.28-12.73	12.73-15.64	15.64-61.39	61.39-77.24	15.85
	10.5.3	19.92-5.78	5.78-7.98	7.98-10.98	10.98-23.55	23.55-77.17	53.62
	10.5.4	19.37-7.48	7.48-12.56	12.56-15.74	15.74-18.39	18.39-77.24	58.85

4.1.4. Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Hastalık Şiddeti (%HŞ) ve Spektral Yansıma İlişkileri (%)

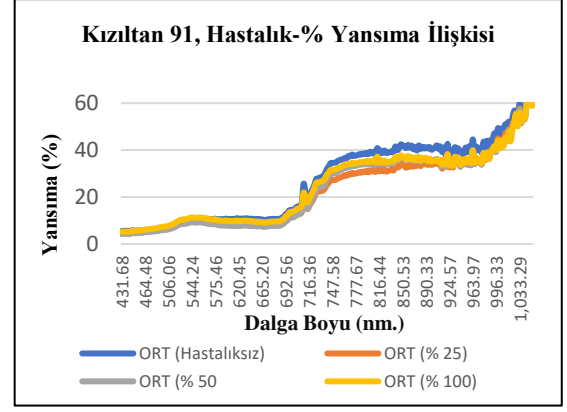
Kızıltan 91 çeşidinde, hastalık belirtisi gözlenen bitkilerin spektral yansıma değerleri aynı gelişme dönemi boyunca görünür bölgede artarken, NIR bölgesinde azalmıştır (Şekil 4.11). Bu değişimin ortaya konulabilmesi için aynı gelişme dönemi içerisinde hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerin spektral yansıma değerleri, hastalık gözlenen bitkilere oranlanmış ve elde edilen grafik yorumlanmıştır. Erken dönemde hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkiler arasındaki yansıma farklılıkları daha sınırlı düzeyde iken, gelişmenin ilerleyen dönemlerinde bu farklılık daha da belirgin hale gelmiştir. Gelişmenin ileri

aşamalarında ekimden sonraki geçen günler itibariyle (185., 197. ve 206. günler) hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkiler, görünür bölgede **550-700 nm** bant aralığında, kayıt edilmiştir. Hastalık belirtisi gözlenen bitkiler de ise, daha düşük yansıma değerleri gözlenmiş, gelişmenin ileri aşamalarında ise artan hastalık uygulama dozuna bağlı olarak NIR bölgesinde daha yüksek yansıma değerleri belirlenmiştir. Bu durum erken dönemde bitkilerin klorofil ve pigment düzeyinin fazla olması ve buna bağlı olarak ışık absorpsiyonunun yüksek olmasından kaynaklanması ile ilişkilendirilmiştir. Erken dönemde görünür bölgede hastalık belirtisi gözlenmeyen ve gözlenen bitkiler arasındaki yansıma değerleri arasında fark daha sınırlı iken, bu oran NIR bölgesinin içinde yer aldığı geç dönemde **710-972 nm** bant aralığında daha yüksektir. Yakın kızıl ötesi bölgede hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkiler karşılaştırıldığında hastalık belirtisi gözlenen bitkilerde daha düşük yansıma değeri kayıt edilmiştir. Yansıma değerleri incelendiğinde bu bant aralığında en büyük fark %25 hastalık uygulama dozunda gözlenmiş bunu sırasıyla %50 ve %100 hastalık uygulama dozları takip etmiştir (Şekil 4.12).

Bitki gelişim periyodu göz önüne alındığında hem hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerin spektral yansıma farklılıkları görünür bölgede Mavi+Yeşil bölgede **426-575 nm** bant aralığında, Kırmızı+Kırmızı-Sınır (Red Edge) bölgede **585-740 nm** bant aralığında ve NIR bölgesinde **760-1050 nm** bant aralığında yüksek korelasyon değişimleri göstermiştir (Şekil 4.18). Farklı bant aralıklarındaki bu değişimler yaprakların yaşlanma sürecine bağlı olarak mezofil dokulardaki pigmentlerin kapsamı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Gitelson et al., 2002). Buğdayda farklı büyüme aşamalarına bağlı olarak kanopinin spektral yansımalarındaki dinamik değişimler, hastalık şiddetine bağlı ilişkilerin sayısal olarak analiz edilmesine imkan vermektedir. Ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerin yansıma oranları dikkate alınarak farklı fenolojik dönemler için yansıma eğrileri oluşturulmuştur (Şekil: 4.19, 4.21, 4.23, 4.25, 4.27, 4.29, 4.31, 4.33)



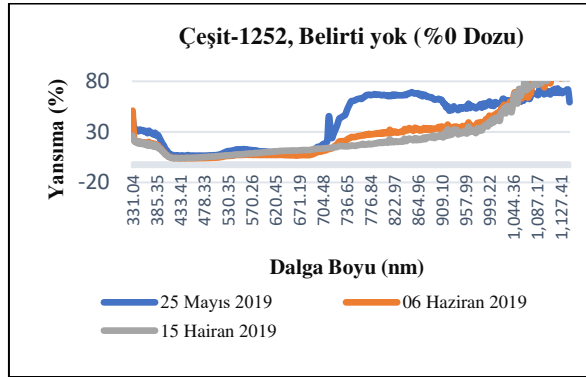
Şekil 4. 11. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) ilişkisi (Kızıltan 91 Belirti yok).



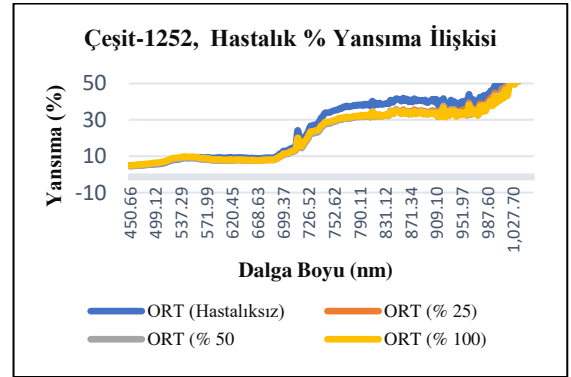
Şekil 4. 12. Hastalık Dozu-Yansıma (%) ilişkisi (Kızıltan 91 Belirti var).

Çeşit-1252 çeşidinde, farklı fenolojik dönemler itibariyle hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerde en yüksek yansıma değerlerine (%27-%68), erken dönemleri içine alan çiçeklenme başlangıcında rastlanmış ve NIR bölgesinde yer alan Kırmızı+Kırmızı Sınır bantlarında (685-930 nm) gözlenmiş olup, dane bağlama dönemi olan erken-orta dönem bunu takip etmiştir (%7.66-%35). Orta-geç dönemde (süt olum) ise aynı bant aralığında daha düşük (%14-%32) yansıma değerleri gözlenmiştir (Şekil 4.13).

Hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerin en yüksek yansıma değerleri (%26-%38). Kırmızı+Yakın Kıızıl Ötesi 730-950 nm bantları aralığında elde edilmiştir. Bu durumu aynı bant aralığında daha düşük yansıma değerleri (%24-%34) gösteren 25, 50 ve %100 hastalık uygulama dozları takip etmiştir (Şekil 4.14).



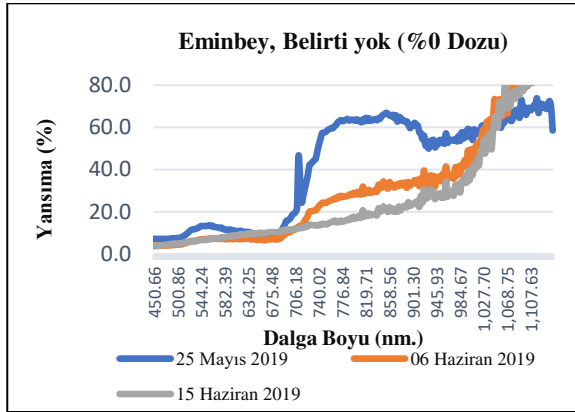
Şekil 4. 13. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) ilişkisi (Çeşit-1252 Belirti yok).



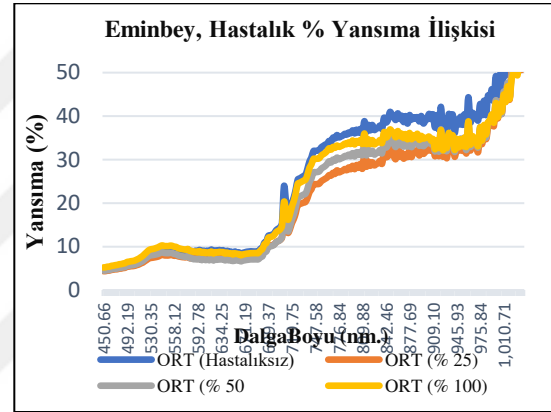
Şekil 4. 14. Hastalık Dozu-Yansıma (%) ilişkisi (Çeşit-1252 Belirti var).

Eminbey çeşidinde, hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerde en yüksek yansıma değerleri (%16-%63), çiçeklenme başlangıcı döneminde NIR bölgesinde yer alan Kırmızı+Kırmızı Sınır bantlarında (**700-930 nm**) rastlanılmış olup, bunu dane bağlama dönemi olan erken-orta dönem takip etmiştir (%12-%34). Orta-geç dönemde ise aynı bant aralığında daha düşük yansıma değerleri elde edilmiştir (%11-%27) (Şekil 4.15).

Hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerin farklı hastalık uygulama dozlarında en yüksek yansıma değerleri (%21-%41), hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerin Kırmızı+Yakın Kızıl Ötesi **720-1007 nm** bantları aralığında elde edilmiştir. Bu durumu aynı bant aralığında daha düşük yansıma değerleri (%21-%33) gösteren %100, %50 ve %25 hastalık uygulama dozları takip etmiştir (Şekil 4.16).



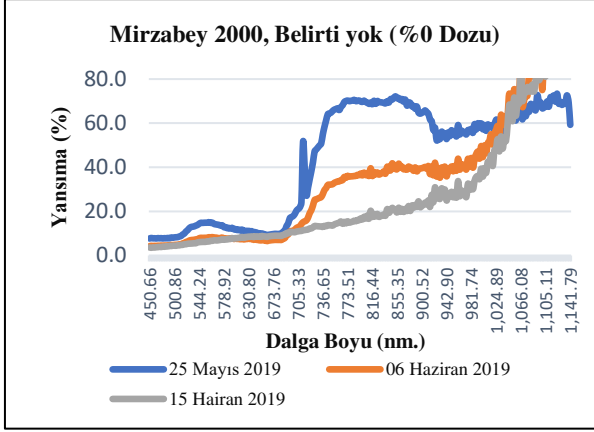
Şekil 4. 15. Fenolojik Dönem-Yansıma (%) ilişkisi (Eminbey Belirti yok).



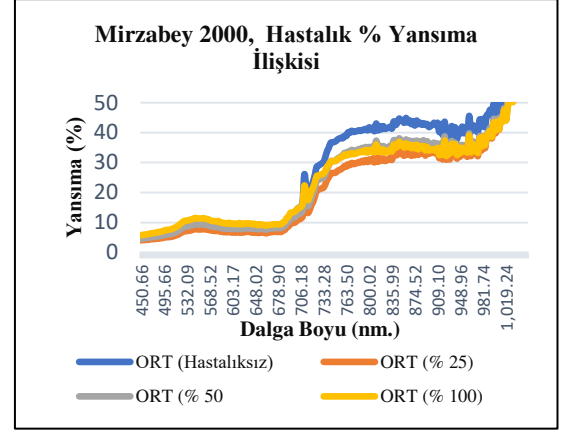
Şekil 4. 16. Hastalık Dozu-Yansıma (%) ilişkisi (Eminbey Belirti var).

Mirzabey 2000 çeşidinde, farklı fenolojik dönemler itibariyle hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerde en yüksek yansıma değerlerine (%15-%62) çiçeklenme başlangıcında NIR bölgesinde yer alan Kırmızı+Kırmızı Sınır bantlarında (**682-912 nm**) kayıt edilmiş, bunu dane bağlama dönemi olan erken-orta dönem takip etmiştir (%10-%35). Orta-geç dönemde ise aynı bant aralığında daha düşük yansıma değerleri (%10-%26) tespit edilmiştir (Şekil 4.17).

Hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerin farklı hastalık uygulama dozlarında en yüksek yansıma değerleri (%19-%44), hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerin Kırmızı+Yakın Kızıl Ötesi **712-915 nm** bantları aralığında kayıt edilmiştir. Bu durumu aynı bant aralığında daha düşük yansıma değerleri gösteren %50, %100 ve %25 hastalık uygulama dozları takip etmiştir (%17-%37) (Şekil 4.18) (Tablo 4.3).



Şekil 4. 17. Fenolojik Dönem-Yansım (%) ilişkisi (Mirzabey 2000 Belirti yok).



Şekil 4. 18. Hastalık Dozu-Yansım (%) ilişkisi (Mirzabey 2000 Belirti var).

Tablo 4.3. Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Spektral Band Bölgelerine Göre Farklı Hastalık Dozlarına Karşılık Gelen Yansım Değerleri (%)

Çeşitler	Hastalık Dozları	% Yansım Değeri Bant Aralıkları					
		Blue 335-510	Green 510-600	Red 600-700	Red Edge 700-750 nm	NIR 750-1100 nm	NIR Fark
Çeşit-1252	% 0	24.06-6.36	6.36-9.22	9.22-12.94	12.94-34.21	34.21-74.23	40.02
	% 25	19.92-6.74	6.74-7.82	7.82-11.24	11.24-28.35	28.35-76.54	48.19
	% 50	19.38-6.68	6.68-7.79	7.79-11.07	11.07-28.03	28.03-76.09	48.06
	% 100	19.87-7.22	7.22-8.14	8.14-11.43	11.43-28.95	28.95-74.88	46.03
Eminbey	% 0	24.24-6.33	6.33-9.05	9.05-12.59	12.59-32.20	32.20-76.17	43.97
	% 25	18.90-6.13	6.13-7.34	7.34-10.24	10.24-24.45	24.45-74.94	50.49
	% 50	19.29-6.44	6.44-7.08	7.08-10.04	10.04-27.16	27.16-77.15	49.99
	% 100	19.94-7.55	7.55-8.77	8.77-12.17	12.17-30.30	30.30-76.32	46.02
Kızıltan	% 0	25.74-7.48	7.48-10.72	10.72-14.49	14.49-34.79	34.79-78.17	43.38
	% 25	20.72-7.04	7.04-8.35	8.35-11.43	11.43-27.38	27.38-74.61	47.23
	% 50	20.64-6.74	6.74-7.87	7.87-11.20	11.20-30.24	30.24-78.01	47.77
	% 100	22.43-8.37	8.37-9.91	9.91-13.62	13.62-31.80	31.80-75.52	43.72
Mirzabey	% 0	25.10-6.25	6.25-9.20	9.20-13.05	13.05-37.18	37.18-75.08	37.90
	% 25	19.19-5.52	5.52-6.83	6.83-9.78	9.78-26.70	26.70-75.28	48.58
	% 50	20.38-6.56	6.56-8.05	8.05-11.51	11.51-30.74	30.74-76.92	46.18
	% 100	21.35-8.22	8.22-9.70	9.70-13.35	13.35-30.57	30.57-75.06	44.49

Buğdayda sarı pas hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerin ayırımında kullanılacak olan etkili bölge, **Yakın Kızıl Ötesi (NIR)** olarak belirlenmiştir. Hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerin ayırımında kullanılan bölgenin (NIR) spektral bant aralığı içinde kalan en düşük ve en yüksek yansım değerleri arasındaki fark, farklı dozdaki hastalık uygulamaları arasındaki hastalık şiddetini ortaya koymada etkili olabileceği belirlenmiştir. Yakın kızıl ötesi bölgede hastalık belirtisi gözlenen ve hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerin karşılaştırıldığında, yansım değerlerindeki farkların yüksek olması, hastalık şiddetinin daha yüksek olarak belirlenmesi, farkın düşük olması ise hastalık şiddetinin daha düşük olması sonucunu ortaya koyabileceğini düşündürmektedir.

Makarnalık çeşitler birlikte değerlendirildiğinde; NIR bölgesindeki hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerde hastalık dozları arasındaki yansıma değerindeki farkın en yüksek (%32.20-76.17) olduğu çeşit Eminbey'dir. Bunu sırasıyla Kızıltan 91 (%34.79-78.17), Çeşit-1252 (%34.21-74.23) ve Mirzabey 2000 çeşitleri (%37.18-75.08) takip etmiştir. Makarnalık çeşitlerde %25 hastalık dozu uygulaması hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerle karşılaştırıldığında yansıma değerleri arasındaki en yüksek fark (%50.49) Eminbey çeşidinde, en küçük fark (%47.23) ise, Kızıltan 91 çeşidinde saptanmıştır. Makarnalık çeşitlerde %50 hastalık uygulama dozunda en yüksek fark (%49.99) Eminbey çeşidinde, en düşük fark (%46.18) ise Mirzabey 2000 çeşidinde belirlenmiştir. %100 hastalık dozu uygulamasında ise NIR bölgesindeki en yüksek fark (%46.03) Çeşit-1252, en küçük fark (%43.72) ise Kızıltan 91 çeşidinde belirlenmiştir (Tablo 4.3).

Farklı hastalık dozlarının çeşitler üzerindeki etkisi göz önüne alındığında, Kızıltan 91 çeşidinde en yüksek hastalık şiddeti %25 uygulama hastalık dozunda kayıt edilmiş, bunu sırasıyla %50 ve %100 hastalık uygulama dozları takip etmiştir. Çeşit-1252 çeşidinde %25, %50 ve %100 hastalık dozları arasındaki yansıma değerleri birbirine yakın hastalık şiddeti değerleri arasında önemli bir fark belirlenememiştir. Eminbey çeşidinde en yüksek hastalık şiddeti değerlerine %25 hastalık uygulama dozunda rastlanmış olup, bunu sırasıyla %50 ve %100 hastalık dozlarının takip ettiği saptanmıştır. Mirzabey 2000 çeşidinde en yüksek hastalık şiddeti değerlerine %25 hastalık uygulama dozunda belirlenmiş olup, bunu sırasıyla %100 ve %50 hastalık dozlarının takip ettiği saptanmıştır (Tablo 4.3).

Yansıma değerleri arasındaki bu farkın hastalık belirtisi gözlenmeyen makarnalık çeşitlerde NIR bölgesinde daha düşük olması, hastalığın yoğun olarak gözlemlendiği geç dönemlerde ise hastalık şiddetinin artması ile ilişkilendirilmiştir. Bu durumun yansıma değerleri düşen bitkilerle hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerin ayrımının daha kolay olmasına imkan verebileceğini düşündürmektedir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Fenolojik Dönemlerde Hastalık Belirtisi Gözlenmeyen Makarnalık Çeşitlerde Bant Bölgelerine Göre Spektral Yansıma Değerleri Aralıkları (%).

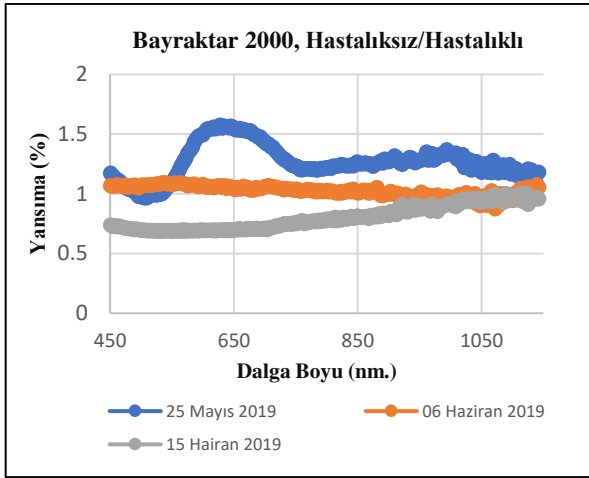
Çeşit	Fenolojik Dönem	% Yansıma Değeri Bant Aralıkları					
		Blue 335-510	Green 510-600	Red 600-700	Red Edge 700-750 nm	NIR 750-1100 nm	NIR Fark
Çeşit-1252	10.5.1	22.28-7.84	7.84-9.87	9.87-15.19	15.19-61.53	61.53-67.09	5.56
	10.5.3	20.48-4.82	4.82-7.16	7.16-15.19	15.19-24.99	24.99-81.52	56.53
	10.5.4	20.46-6.17	6.17-9.89	9.89-13.41	13.41-16.12	16.12-81.70	65.58
Eminbey	10.5.1	32.17-8.28	8.28-11.24	11.24-15.94	15.94-58.28	58.28-65.95	7.67
	10.5.3	19.92-5.17	5.17-8.42	8.42-11.46	11.46-24.33	24.33-90.41	66.08
	10.5.4	18.27-5.36	5.36-8.45	8.45-11.48	11.48-13.98	13.98-82.79	68.81
Kızıltan 91	10.5.1	22.17-8.16	8.16-10.47	10.47-15.19	15.19-58.95	58.95-69.55	10.60
	10.5.3	19.96-9.78	9.78-6.17	6.17-9.02	9.02-21.72	21.72-82.27	60.55
	10.5.4	25.92-9.89	9.89-15.27	15.27-19.25	19.25-21.72	21.72-87.29	65.57
Mirzabey	10.5.1	23.52-8.76	8.76-11.92	11.92-17.44	17.44-65.60	65.60-66.79	1.19
	10.5.3	19.05-4.78	4.78-7.87	7.87-17.44	17.44-32.37	32.37-83.67	51.30
	10.5.4	19.02-4.78	4.78-7.82	7.82-10.63	10.63-13.56	13.56-83.67	70.11

4.1.5. Spektral Yansıma Değerlerinin Oranlanmasıyla (Hastalık Belirtisi Gözlenmeyen/ Hastalık Belirtisi Gözlenen) Hastalık Takibi

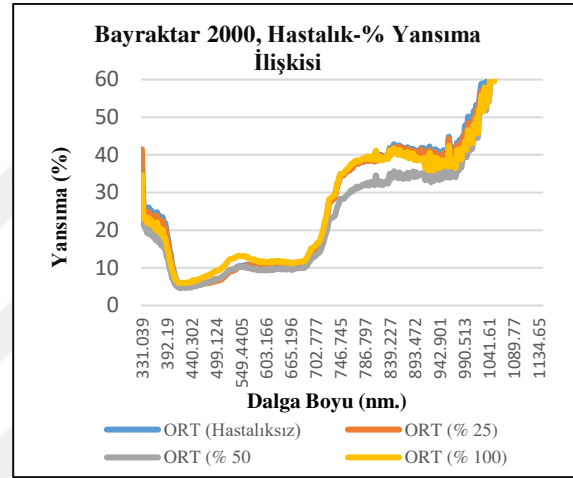
Hastalık belirtisi gözlenen ve hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkiler karşılaştırıldığında sarı pas hastalığı ile inoküle edilmiş bitkilerin spektral yansıma değerleri, aynı gelişme dönemi boyunca görünür bölgede artarken, Yakın Kızıl Ötesi bölgede azalmıştır. Bu değişimin ortaya konulabilmesi için aynı gelişme dönemi içerisinde hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerin spektral yansıma değerleri, hastalık belirtisi gözlenen bitkilerin yansıma değerlerine oranlanmış ve elde edilen grafik yorumlanmıştır. Farklı bant aralıklarındaki bu bölgelerdeki değişimler, yaprakların yaşlanma sürecine bağlı olarak mezofil dokulardaki pigmentlerin kapsamı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Buğdayda farklı büyüme aşamalarına bağlı olarak kanopinin spektral yansımalarındaki dinamik değişimler, hastalık şiddeti ile olan ilişkilerin sayısal olarak analiz edilmesini mümkün hale getirmektedir. Ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde hastalık belirtisi gözlenmeyen/ hastalık belirtisi gözlenen bitkilere olan yansıma oranları dikkate alınarak farklı fenolojik dönemler için yansıma eğrileri oluşturulmuştur.

Farklı fenolojik dönemlerde;

Bayraktar 2000 çeşidinde, fenolojik dönemler arası yansıma değerleri arası farkın en fazla olduğu erken dönem (çiçeklenme başlangıcı ve erken-orta dönem olan dane dolum dönemi içerisinde yer alan Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır bölgesi içerisindeki **550-750 nm** etkili bant aralığı olarak belirlenmiştir. Yakın Kızıl Ötesi bölge içerisinde yer alan **850-1150 nm** bant aralığı hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerin ayırımında önemli olduğu saptanmıştır (Şekil 4. 19). Hastalık şiddetinin ayırımında en etkili hastalık dozlarının yine aynı bant aralığında %50 hastalık inokülasyon dozunun olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.20).

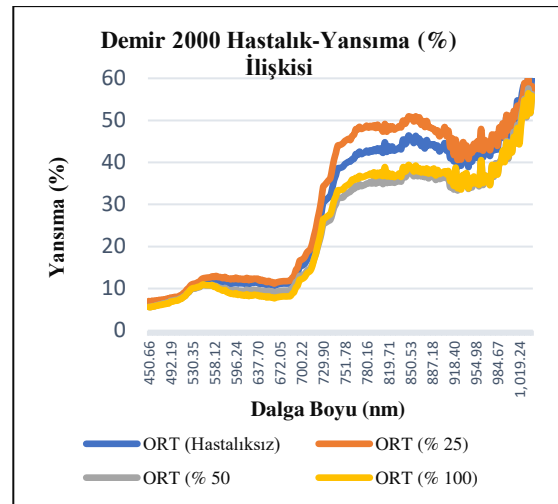
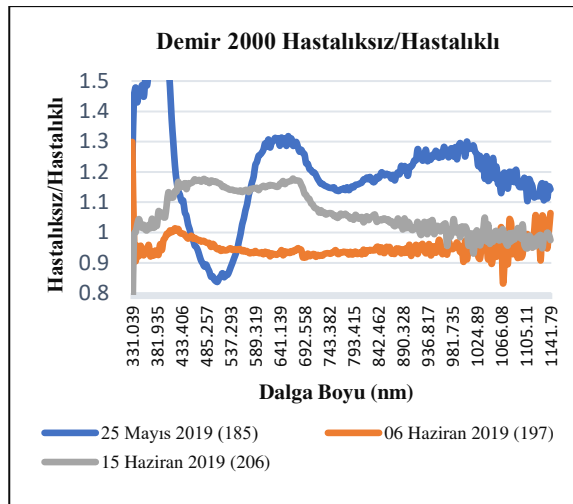


Şekil 4. 19. Bayraktar 2000 Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Fenolojik Dönem.

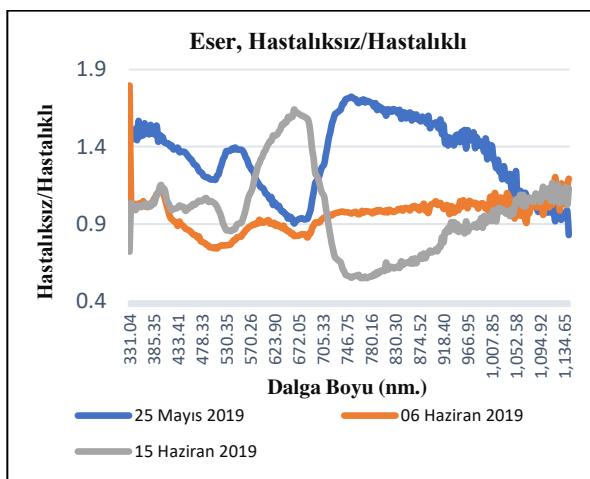


Şekil 4. 20. Bayraktar 2000 Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Bant Aralıkları.

Demir 2000 çeşidinde fenolojik dönemler arası yansıma değerleri arası farkın en fazla erken dönem çiçeklenme başlangıcı ve dane dolum dönemi içerisinde görünür bölgede Mavi+Yeşil bölgede **426-575 nm** bant aralığında, Yeşil+Kırmızı bölgesi içerisinde yer alan **540-750 nm** bant aralığının etkili olduğu saptanmıştır. Yakın Kızıl Ötesi bölge içerisinde yer alan **776-1134 nm** bant aralığı hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerin ayırımında önemli olarak değerlendirilmiştir (Şekil 4.21). Hastalık şiddetinin ayırımında en etkili hastalık inokülasyon dozunun yine aynı bant aralığında %50 dozunun olduğu, bunu sırasıyla %100 ve %25 hastalık dozu uygulamalarının izlediği belirlenmiştir (Şekil 4.22).



Eser çeşidinde, hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerin ayrımında Hastaliksız/Hastalıklı yansıma değerleri (%) hesaplanmıştır (Şekil 4.23). Eser çeşidinde hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerin ayrımında kullanılacak olan etkili bant bölgeleri, görünür bölgede Yeşil+Kırmızı bölge bantları **575-702 nm** aralığı olarak belirlenmiştir. Ancak en etkili bölgenin farklı fenolojik dönemler arası yansıma değeri aralığının en fazla olduğu erken dönemde Yakın Kızıl Ötesi bölgesi bantlarından **702-1089 nm** aralığı olduğu belirlenmiştir. Hastalık şiddetinin ayrımında en etkili hastalık inokülasyon dozlarının yine aynı bant aralığında %50 ve %100 hastalık dozu uygulamalarının olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.24).



Kenanbey Hastalksız/Hastalıklı

Y-axis: Hastalksız/Hastalıklı (0.7 to 1.8)
X-axis: Dalga Boyu (nm.) (420 to 1020)

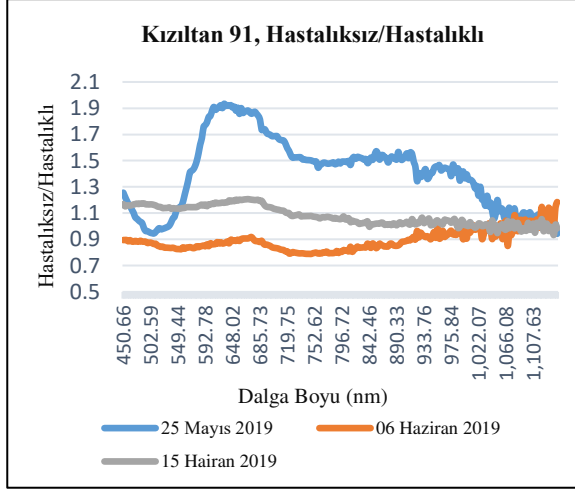
Legend:

- 25 Mayıs 2019 (185)
- 06 Haziran 2019 (197)
- 15 Haziran 2019 (206)

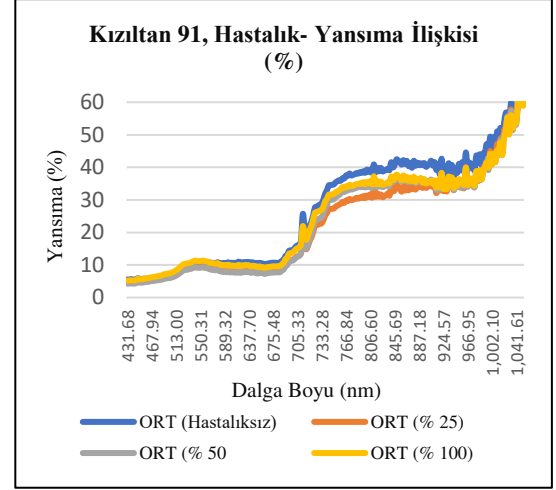
Kenanbey Hastalık-Yansıma (%) İlişkisi

Dalga Boyu (nm.)	ORT (Hastaliksız)	ORT (% 25)	ORT (% 50)	ORT (% 100)
430.82	4	5	4	5
464.48	5	6	5	6
509.53	8	9	7	10
549.44	10	11	9	12
589.32	10	11	9	12
637.70	10	11	9	12
675.48	10	11	9	12
705.33	25	28	22	30
740.02	35	38	32	40
773.51	38	40	35	42
813.16	40	42	38	44
850.53	40	40	38	42
893.47	42	40	38	40
930.71	40	40	38	40
970.66	45	42	40	42
1,007.85	48	45	42	45
1,047.11	48	45	42	45
1,084.57	48	45	42	45
1,120.07	48	45	42	45

51

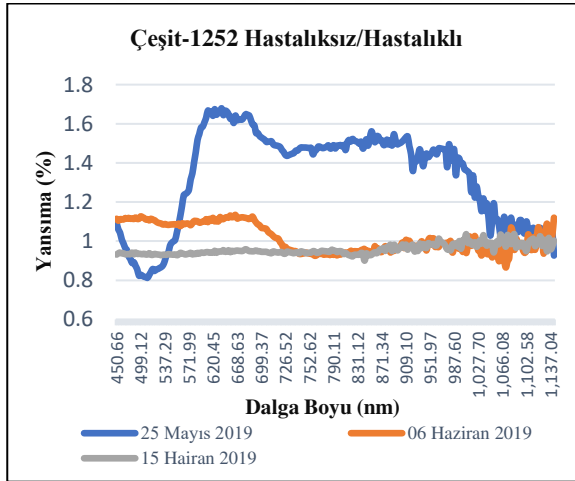


Şekil 4. 27. Kızıltan 91 Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Fenolojik Dönem.

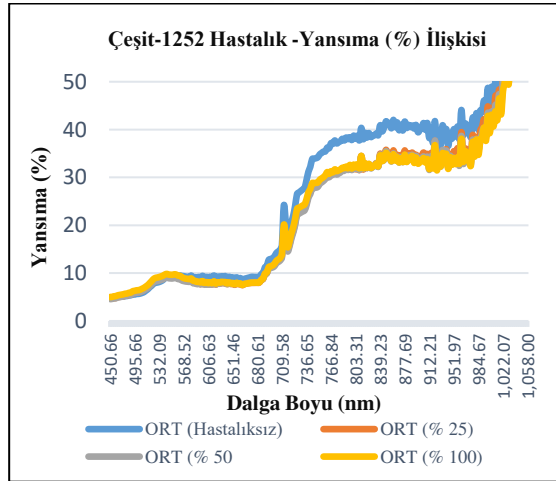


Şekil 4. 28. Kızıltan 91 Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Bant Aralıkları.

Çeşit-1252 çeşidinde, fenolojik dönemler arası yansıma değerleri arasında en yüksek fark, çiçeklenme başlangıcı olan dönemde Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır bölgede yer alan **550-730 nm** etkili bant aralığında belirlenmiştir. Yakın Kızıl Ötesi bölge içerisinde yer alan **730-990 nm** bant aralığının hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerin ayırımında önemli olarak saptanmıştır (Şekil 4.29). Hastalık şiddetinin ayırımında en etkili hastalık inokülasyon dozunun yine aynı bant aralığında (730-990 nm) %100 dozu olduğu, bunu sırasıyla %50 ve %25 dozlarının izlediği belirlenmiştir (Şekil 4.30).



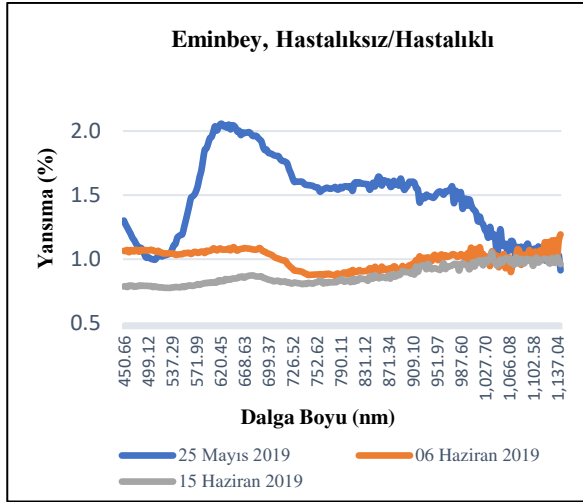
Şekil 4. 29. Çeşit-1252 Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Fenolojik Dönem.



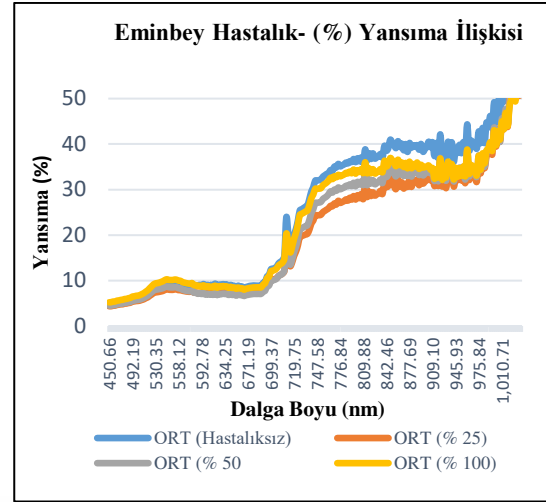
Şekil 4. 30. Çeşit-1252 Çeşidinde Bant Aralıklarının Ortaya Çıkarılması.

Eminbey çeşidinde, fenolojik dönemler arası yansıma değerleri arasında en yüksek fark, çiçeklenme başlangıcı olan dönemde Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır bölgede yer alan **544-760 nm** etkili bant aralığında belirlenmiştir. Yakın Kızıl Ötesi bölge içerisinde yer alan **776-990 nm** bant aralığı hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerin ayırımında önemli olduğu saptanmıştır (Şekil 4.31). Hastalık şiddetinin ayırımında en etkili hastalık inokülasyon

dozunun yine aynı bant aralığında (776-990 nm) %25 dozu olduğu, bunu sırasıyla %50 ve %100 dozlarının takip ettiği belirlenmiştir (Şekil 4.32).

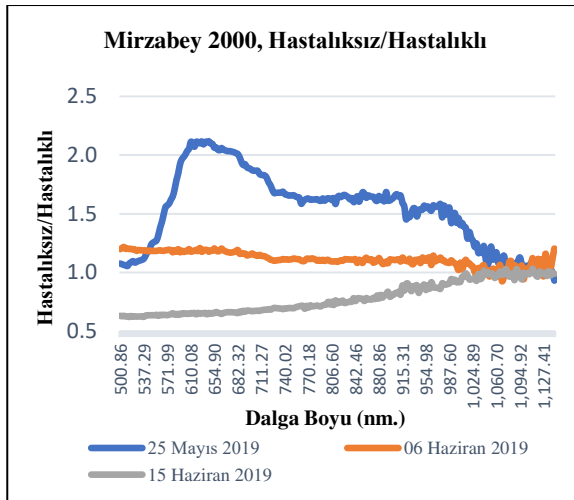


Şekil 4. 31. Eminbey Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Fenolojik Dönem.

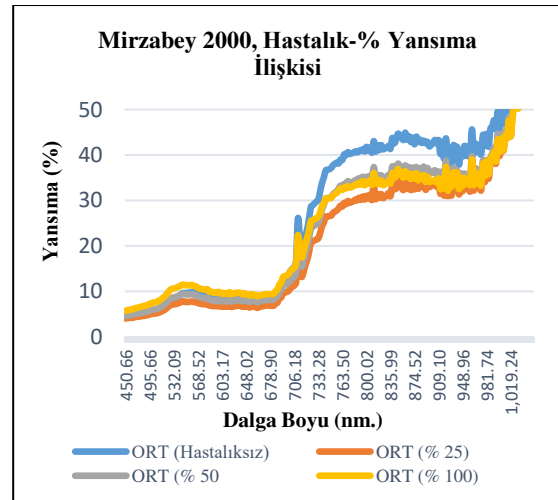


Şekil 4. 32. Eminbey Çeşidinde Bant Aralıklarının Ortaya Çıkarılması.

Mirzabey 2000 çeşidinde, fenolojik dönemler arası yansıma değerleri arasında en yüksek fark, çiçeklenme başlangıcı olan erken dönemde Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır bölgede yer alan **537-756 nm** etkili bant aralığında belirlenmiştir. Yakın Kızıl Ötesi bölge içerisinde yer alan **760-912 nm** bant aralığı hastalık belirtisi gözlenen ve gözlenmeyen bitkilerin ayırımında önemli olarak saptanmıştır (Şekil 4.33). Hastalık şiddetinin ayırımında en etkili hastalık inokulum dozlarının yine aynı bant aralığında (760-912 nm) %25 olduğu bunu sırasıyla %100 ve %50 hastalık dozlarının takip ettiği belirlenmiştir (Şekil 4.34).



Şekil 4. 33. Mirzabey 2000 Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Fenolojik Dönem.



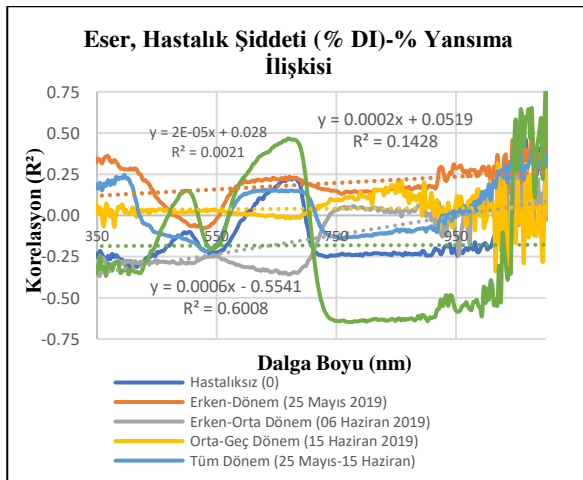
Şekil 4. 34. Mirzabey 2000 Çeşidinde Hastalık Ayırımında Etkili Bant Aralıkları.

4.2. Fenolojik Dönemlere Göre Hastalık Uygulama Dozlarının Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Hastalık Şiddetindeki Değişimin Çoklu Korelasyon ile İncelenmesi

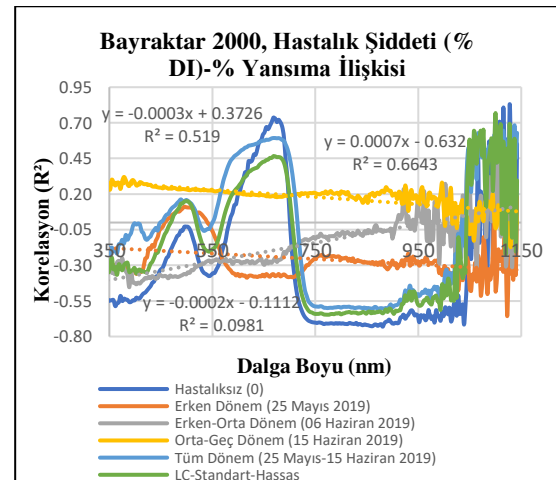
Sarı pas hastalığının farklı inokülasyon dozu uygulamalarında bitki yaprağındaki hastalık Şiddeti (%HŞ) reaksiyon değerlendirmeleri için Hastalık Şiddeti (%HŞ)-Yansıma değerleri arasındaki “Çoklu Korelasyon İlişkileri” Ekmeklik çeşitlerde incelendiğinde;

Eser çeşidinde; düşük korelasyon değerleri erken dönemde Yeşil+Kırmızı bölgede **523-672 nm** bant aralığında elde edilmiştir ($R^2 = 0.143$). En yüksek korelasyon değerlerine ise erken-orta dönemde Kırmızı+Kırmızı Sınır Bölge içerisinde yer alan **686-803 nm** bant aralığında rastlanmıştır ($R^2 = 0.601$). Hastalık teşhisi için gerekli bant bölgelerinin ve bant aralıklarının belirlenmesi yönüyle, erken dönemde hastalık uygulaması yapılmayan korelasyon eğrisine göre, yeşil ve kırmızı bölgede paralel korelasyon değerleri gözlenirken, NIR bölgesinde daha yüksek korelasyon değerleri belirlenmiştir. Tüm dönem dikkate alındığında Yeşil+Kırmızı+Yakın Kızıl Ötesi bölgesi içerisinde yer alan **569-757 nm** bant aralığı olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.35).

Bayraktar 2000 çeşidinde; düşük korelasyon değerlerine erken dönemde Yeşil+Kırmızı bölgede **464-544 nm** bant aralığında Mavi+Yeşil bölgede gözlenmiştir ($R^2 = 0.098$). Erken-orta dönemde yüksek korelasyon değerlerine Kırmızı+Yakın Kızıl Ötesi bölge içerisinde kalan **658-930 nm** bantlarında belirlenmiştir ($R^2 = 0.664$). Orta-geç dönemde ise, yüksek korelasyon değerlerine Kırmızı+Yakın Kızıl Ötesi bölge içerisinde kalan **674-909 nm** bantlarında saptanmıştır ($R^2 = 0.519$). Tüm dönemler dikkate alındığında ise Mavi+Yeşil bölge içerisinde kalan **427-530 nm** ve Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır bölge içerisinde kalan **548-716 nm** bant aralığının etkili olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.36).



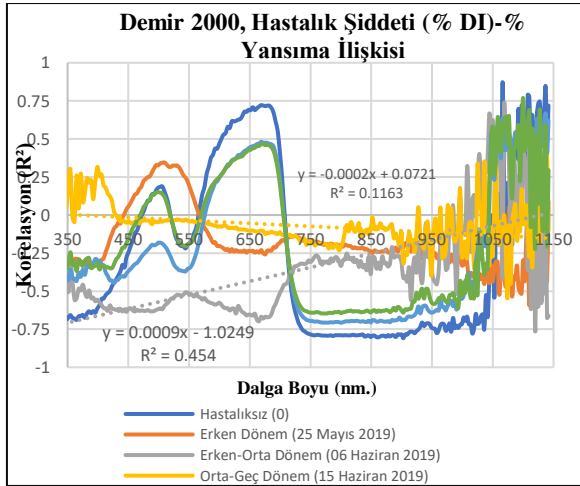
Şekil 4. 35. Eser Çeşidi Fenolojik Dönem-Hastalık (%HŞ) İlişkisi.



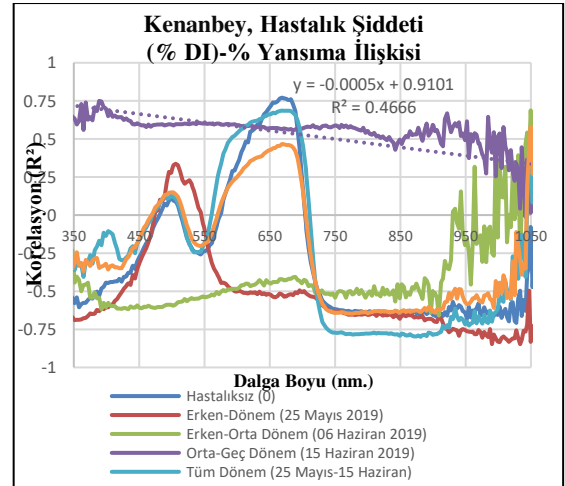
Şekil 4. 36. Bayraktar 2000 Çeşidi Fenolojik Dönem Hastalık (%HŞ) İlişkisi.

Demir 2000 çeşidinde; düşük korelasyon değerlerine erken dönemde Yeşil+Kırmızı bölgede **426-570 nm** bant aralığında Mavi+Yeşil bölgede belirlenmiştir ($R^2= 0.275$). Erken-orta dönemde hastalık inokülasyon dozlarına bağlı olarak en yüksek korelasyonu Kırmızı+Yakın Kızıl Ötesi bölgede yer **665-890 nm** bant aralığında ($R^2= 0.454$), orta-geç dönemde ise NIR bölgede **797-865 nm** bant aralığında düşük korelasyon ($R^2= 0.116$) belirlenmiştir. Tüm dönemler dikkate alındığında sarı pas hastalık şiddetinin belirlenmesinde, Yeşil+Kırmızı bölge içerisinde kalan **570-706 nm** ($R^2= 0.481$) ve Mavi+Yeşil Bölge içerisinde kalan **444-544 nm** bant aralıklarında ve NIR bölgesinde kalan **750-915 nm** bant aralığında yüksek korelasyon gösterdiği saptanmıştır ($R^2= 0.699$). Hastalık uygulama dozlarına göre hastalık şiddeti (%HŞ) artışında en yüksek korelasyon değerlerine NIR bölge bantlarında rastlanmıştır (Şekil 4.37).

Kenanbey çeşidinde; düşük korelasyon değerleri erken dönemde Yeşil+Kırmızı bölgede **471-544 nm** bant aralığında Mavi+Yeşil bölgede belirlenmiştir ($R^2=0.328$). Tüm dönemler dikkate alındığında sarı pas hastalığı şiddetinin belirlenmesinde **468-516 nm** (Mavi+Yeşil) ve **562-705 nm** bant aralıkları (Yeşil+Kırmızı) **740-906 nm** bant bölgesi, Kırmızı+Yakın Kızıl Ötesi bölge yüksek korelasyon gösterdiği değerlendirilmiştir. Kenanbey çeşidi tüm bantlarda en yüksek korelasyon değerlerini Orta-Geç dönemde göstermiştir ($R^2= 0.467$) (Şekil 4.38).



Şekil 4. 37. Demir 2000 Çeşidi Fenolojik Dönem- Hastalık (%HŞ) İlişkisi.



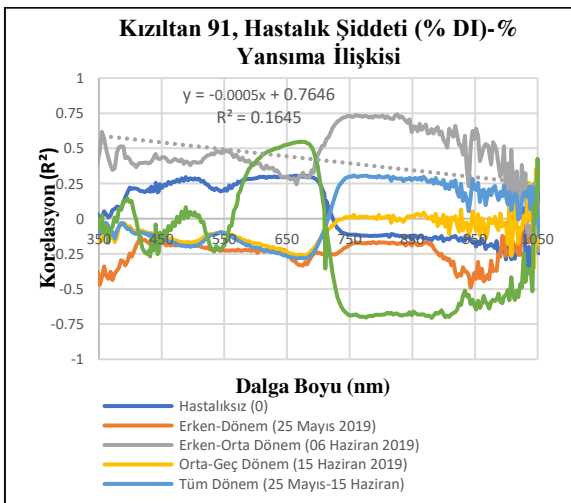
Şekil 4. 38. Kenanbey Çeşidi Fenolojik Dönem Hastalık (%HŞ) İlişkisi.

4.3. Fenolojik Dönemlere Göre Hastalık Uygulama Dozlarının Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Hastalık Şiddetindeki Değişimin Çoklu Korelasyon ile İncelenmesi

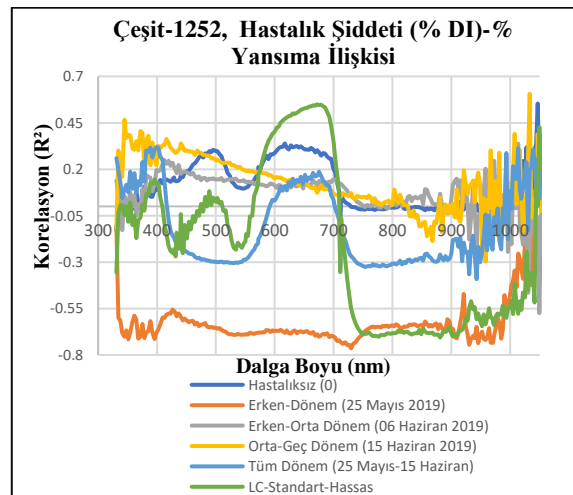
Sarı pas hastalığının farklı inokülasyon dozu uygulamalarında bitki yaprağındaki hastalık Şiddeti (%HŞ) reaksiyon değerlendirmeleri için Hastalık Şiddeti (%HŞ)-Yansıma (reflektans) değerleri arasındaki “Çoklu Korelasyon İlişkileri” Makarnalık çeşitlerde incelendiğinde;

Kızıltan 91 çeşidinde; yüksek korelasyon değerlerine erken-orta dönemde Yeşil+Kırmızı bölgede **665-816 nm** bant aralığında Kırmızı+Kırmızı Sınır+NIR bölgede rastlanmıştır. ($R^2 = 0.726$). Yeşil bölge içerisinde yer alan **513-596 nm**'lik bant aralığında yüksek korelasyon saptanmıştır ($R^2 = 0.458$). Tüm dönem dikkate alındığında sarı pas hastalık şiddetinin belirlenmesinde **680-859 nm** Kırmızı+Kırmızı Sınır+NIR bölgenin etkili olduğu belirlenmiştir ($R^2 = 0.307$). Orta-Geç dönemde yüksek korelasyon değişimleri **682-875 nm** bant aralığının içerisinde yer aldığı Kırmızı+Kırmızı Sınır bölgede gözlenmiştir (Şekil 4.39).

Çeşit-1252 çeşidinde; yüksek korelasyon değerleri erken dönemde görünür bölge içerisinde **396-430 nm**, Kırmızı Sınır bantlarından **730-764 nm** ve NIR bölgesinde ise **931-1055 nm** bant aralığında belirlenmiştir. Erken-orta dönemde ise korelasyon değişimi en fazla Kırmızı Sınır bantlarından **706-753 nm** aralığında gözlenmiştir. Orta-geç dönemde ise görünür bölgeden başlamak üzere NIR bölgesine doğru azalan bir korelasyon saptanmıştır. Tüm gelişme dönemi dikkate alındığında ise Kırmızı+Kırmızı Sınır+NIR bölge içerisinde yer alan **682-878 nm**'lik bölgenin hastalık şiddetini belirlemede etkili olduğu değerlendirilmiştir (Şekil 4.40).



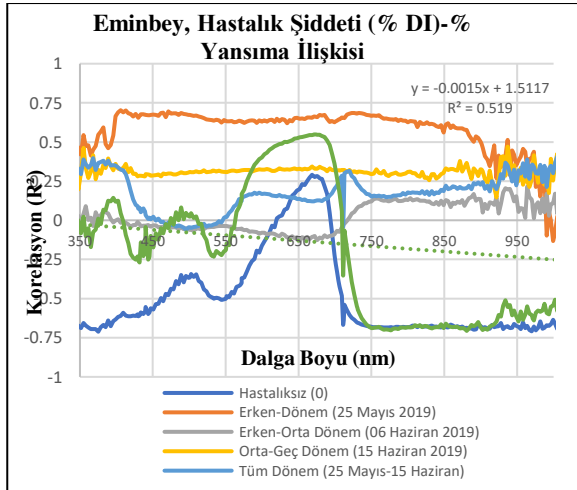
Şekil 4. 39. Kızıltan 91 Çeşidi Fenolojik Dönem-Hastalık (%HŞ) İlişkisi.



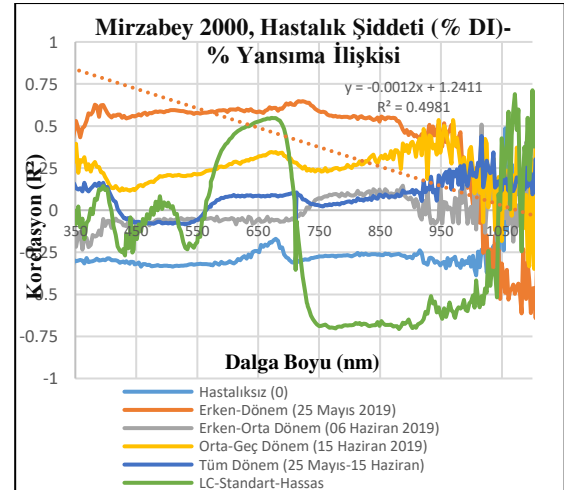
Şekil 4. 40. Çeşit-1252 Çeşidi Fenolojik Dönem Hastalık (%HŞ) İlişkisi.

Eminbey çeşidinde; yüksek korelasyon değerlerine erken dönemde görünür bölgeden başlamak üzere Yakın Kızıl Ötesi bölge içerisinde yer alan **413-881 nm**’ ye kadar olan bant aralığında rastlanmıştır ($R^2= 0.654$). Erken-orta dönemde ise korelasyon değişimi en fazla Kırmızı Sınır bantlarından **675 -797 nm** aralığında saptanmıştır. Orta-geç dönemde ise görünür bölgeden başlamak üzere NIR bölgesine doğru stabil yüksek korelasyon değerleri tespit edilmiştir. Tüm gelişme dönemi dikkate alındığında, Yeşil bölge içerisinde yer alan **520-593 nm**’ lik bant aralığında, yine Kırmızı+Kırmızı Sınır bölgenin içine aldığı **682-720 nm** bant aralığında belirlenmiştir (Şekil 4.41).

Mirzabey 2000 çeşidinde; yüksek korelasyon değerlerine erken dönemde görünür bölgeden başlamak üzere (**331 nm**) NIR bölgesi içerisinde yer alan **877 nm**’ye kadar olan bant aralığında tespit edilmiştir ($R^2= 0.635$). Erken-orta dönemde ise korelasyon değişimi en fazla Kırmızı Sınır+NIR bantlarından **692-842 nm** aralığında saptanmıştır. Orta-geç dönemde ise görünür bölgeden (mavi) başlamak üzere Yakın Kızıl Ötesine bölgesine doğru **443-682 nm** bant değerlerinde korelasyon değerlerinde bir artış, NIR bölgede ise **756-970 nm** bant değerlerinde yine yüksek korelasyon değerlerine rastlanmıştır. Tüm gelişme dönemi dikkate alındığında ise Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır bölge içerisinde yer alan **586-682 nm**’lik bölgede ve yine NIR bölgesinin içine aldığı **756-1036 nm**’lik bant aralığında belirlenmiştir (Şekil 4.42).



Şekil 4. 41. Eminbey Çeşidi Fenolojik Dönem-Hastalık (%HŞ) İlişkisi.



Şekil 4. 42. Mirzabey 2000 Çeşidi Fenolojik Dönem-Hastalık (%HŞ) İlişkisi.

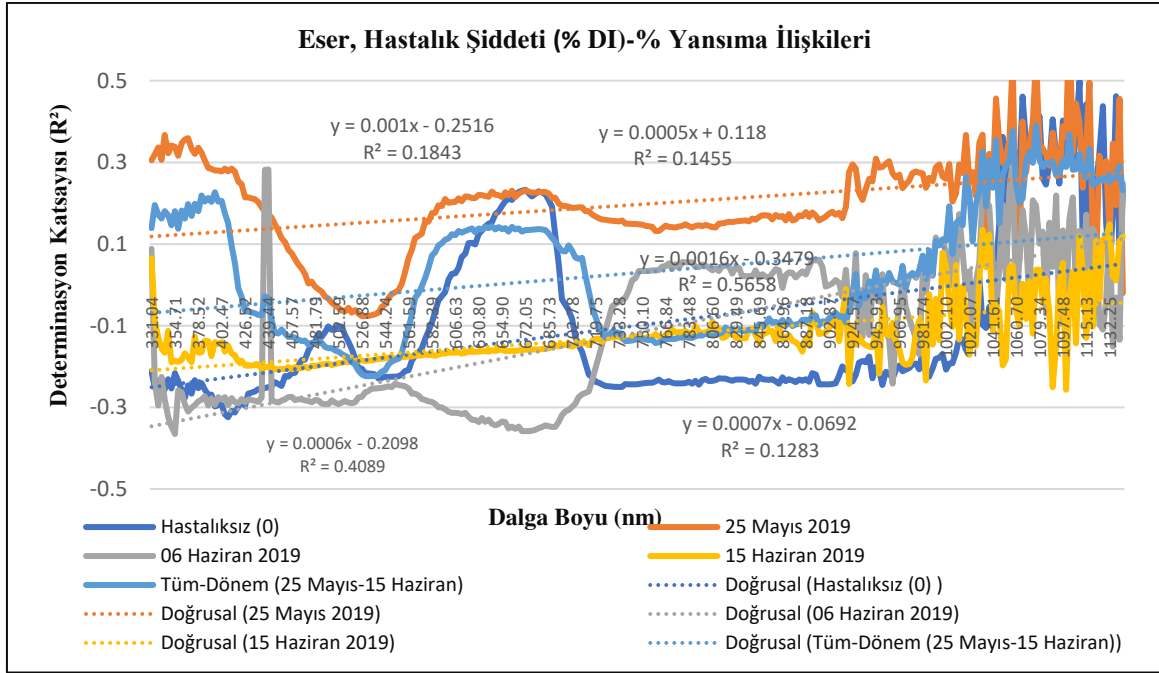
4.4. Farklı Fenolojik Gelişme Dönemlerinde Sarı Pas Hastalığının Ayırt Edilmesinde Kullanılan Hassas Spektral Bant Bölgelerinin Belirlenmesi

Hastalık belirtisi gözlenen ve hastalık belirtisi gözlenmeyen bitki örneklerinin ayrımını yapılabilmesi ve farklı fenolojik dönemlerde **331-1141 nm** aralığında etkili bant bölgelerini ortaya konulabilmesi için “**Çoklu Korelasyon**” uygulaması yapılmıştır. Ekmeklik ve makarnalık çeşitler üzerinden yapılan spektral okuma değerlerine bağlı olarak korelasyon değerlerinden yararlanılarak belirlenen ve öne çıkan bant aralıklarının istatistiksel olarak önemli ($p < 0.001$) olduğu belirlenmiştir. Erken-orta gelişme döneminde (çiçeklenme başlangıcı-Feeks 10.5.1) hastalık şiddeti (%HŞ) ile spektral indeksler arasında sarı pas hastalık semptomları tam olarak oluşmadığı için korelasyon değerleri görünür bölge içerisinde yer alan yeşil, kırmızı, kırmızı sınır dalga boylarında yoğunlaşmış, gelişmenin orta-geç (dane bağlama-10.5.3) ve geç döneminde (süt olum dönemi-10.5.4) ise Yakın Kızıl Ötesi bantlar hastalık ayırımında etkili olarak değerlendirilmiştir. Hastalık belirtisi gözlenen ve hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerin ayırımında kullanılacak olan hassas bantların seçimi için, farklı fenolojik gelişme dönemleri için belirlenmiş olan spektral yansıma değerleri ile hastalık şiddeti (%HŞ) arasında elde edilen Çoklu Korelasyon değerleri kullanılmıştır. Fenolojik gelişmenin erken dönemlerinde kardeşlenmeden sapa kalkma dönemi sonuna kadar olan dönemde hastalık belirtisi gözlenen ve hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerin arasındaki spektral yansıma değerleri arasındaki ayrım belirgin değilken, gelişmenin geç dönemlerinde bu değişim açıkça gözlenebilmektedir. Gelişmenin geç dönemlerinde özellikle çiçeklenmenin başlangıcı olan 25 Mayıs 2019, 06 Haziran 2019 (dane dolum) ve 15 Haziran 2019 (süt olum) tarihlerinde sarı pas hastalığı ile bulaşık bitkiler üzerindeki bu ayırım net olarak gözlenebilmektedir.

4.4.1. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Sarı Pas Hastalığının Ayırt Edilmesinde Kullanılan Hassas Spektral Bant Bölgelerinin Belirlenmesi

Eser çeşidinde; görünür bölgede hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerde 535-716 nm, NIR bölgesinde ise **730-1041 nm** aralığında yüksek korelasyon değerleri belirlenmiştir (Şekil 4.43). Erken dönemde, görünür bölge bantlarından Yeşil+Kırmızı bölgede **526-695 nm** ($R^2 = 0.146$), erken-orta dönemde ise, Kırmızı Sınır+ NIR bölgesinde ise **672-796 nm** bant aralığında yüksek korelasyon belirlenmiştir ($R^2 = 0.566$). Orta-Geç dönemde ise, Kırmızı Sınır+Yakın Kızıl Ötesi bölgede **726-1076 nm** bant aralığında yüksek korelasyon saptanmıştır ($R^2 = 0.409$). Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde hastalık teşhisinde en

etkili bölgenin Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır bölge içerisinde yer alan **540-716 nm** bant aralığının etkili olduğu ($R^2 = 0.128$) belirlenmiştir (Tablo 4.5 ve Tablo 4.9).



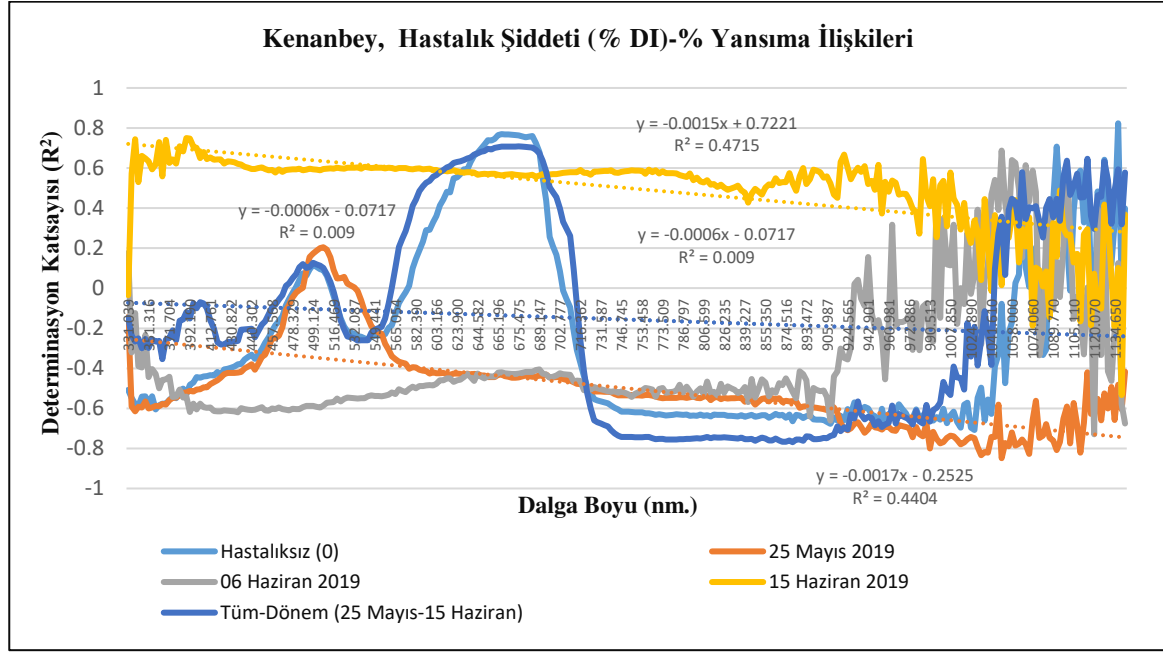
Şekil 4. 43. Eser Çeşidinde Hastalık Şiddeti (%HŞ)-% Yansıma İlişkileri.

Tablo 4. 5. Eser Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Hastalık Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığının Tespitinde Etkili Olan Spektral Bant Bölgeleri ve Korelasyon Değerleri (Determination Correlation R^2).

Çeşit	Dönem	Uygulama	R^2	Etkili Bant Aralığı (nm)	Regresyon Denklemi
Eser	Tüm Dönem 25 Mayıs-15 Haziran 2019	Hastaliksız (0)	0.184	535-716 730-1041	$y = 0.001x - 0.2516$
	Erken Dönem 25 Mayıs 2019 10.5.1	%25	0.146	526-695	$y = 0.0005x + 0.118$
		%100			
Eser	Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019 10.5.3	%25	0.566	672-796	$y = 0.0016x - 0.3479$
		%50			
		%100			
Eser	Orta-Geç Dönem 15 Haziran 2019 10.5.4	%25	0.409	726-1076	$y = 0.0006x - 0.2098$
		%50			
		%100			
Eser	Tüm Dönem 25 Mayıs-15 Haziran 2019 10.5.1-10.5.4	%25	0.128	540-716	$y = 0.0007x - 0.0692$
		%50			
		%100			

Kenanbey çeşidinde; Erken dönemde sarı pas hastalığına hassas olan Kenanbey çeşidinde görünür bölgede hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerde mavi bölgede **443-495 nm** Yeşil+Kırmızı bölgede **551-689 nm** ve Kırmızı Sınır+NIR bölgesinde **730-1047 nm** bant

aralığında yüksek korelasyon belirlenmiştir (Şekil 4.44). Erken dönemde mavi bölgede **443-537 nm** ($R^2=0.440$), Erken-Orta dönemde ise Mavi+Yeşil+Kırmızı bölge bantlarından **457-695 nm** bant aralığının etkili olduğu belirlenmiştir ($R^2=0.407$). Orta-geç dönemde ise **915-1089 nm** bant aralığı yüksek korelasyon saptanmıştır ($R^2=0.472$). Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır bölgede **544-726 nm** bant aralığı yüksek korelasyon tespit edilmiştir (Tablo 4.6 ve Tablo 4.9).

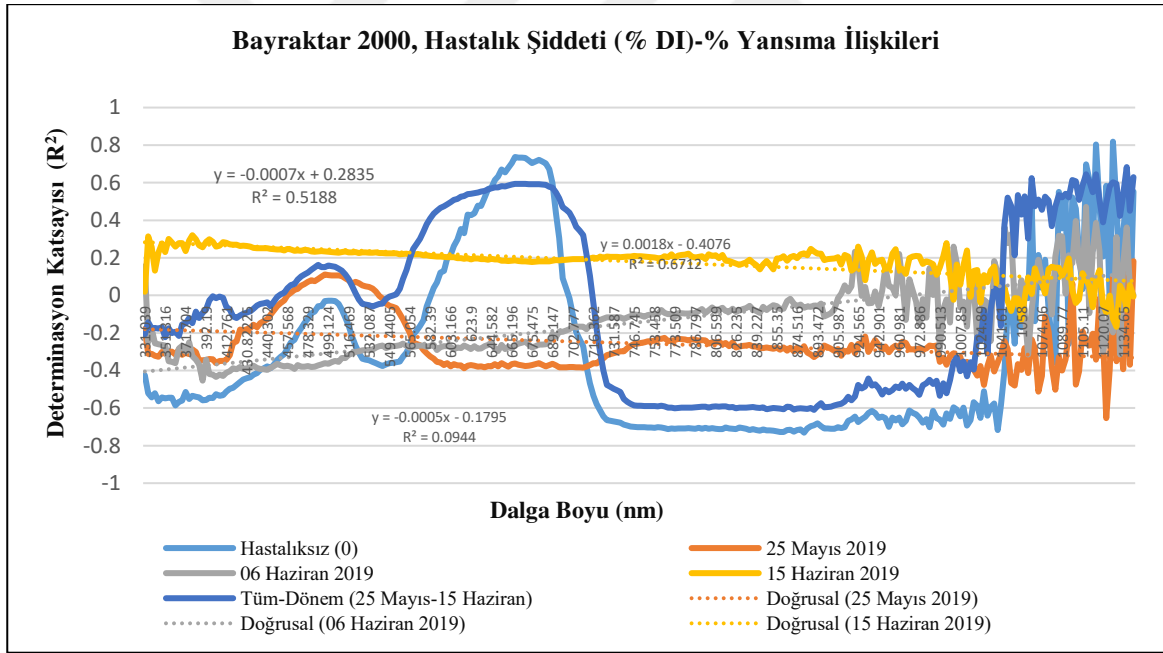


Şekil 4.44. Kenanbey Çeşidinde Hastalık Şiddeti (%HŞ)-% Yansıma ilişkileri.

Tablo 4. 6. Kenanbey Çeşidinde Fenolojik Dönelmlere Göre Farklı Hastalık Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığının Tespitinde Etkili Olan Spektral Bant Bölgeleri ve Korelasyon Değerleri.

Çeşit	Dönem	Uygulama	R ²	Etkili Bant Aralığı (nm)	Regresyon Denklemi
Kenanbey	Tüm Dönem 25 Mayıs-15 Haziran 2019	Hastalıksız (0)	0.005	443-495 551-689 730-1047	$y = -0.0004x - 0.1804$
	Erken Dönem 25 Mayıs 2019 10.5.1	%25	0.440	443-537	$y = -0.0017x - 0.2525$
		%50			
Kenanbey	Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019 10.5.3	%25	0.407	457-695	$y = 0.0023x - 0.6925$
		%50			
		%100			
Kenanbey	Orta-Geç Dönem 15 Haziran 2019 10.5.4	%25	0.472	915-1089	$y = -0.0015x + 0.7221$
		%50			
		%100			
Kenanbey	Tüm Dönem 25 Mayıs-15 Haziran 2019 10.5.1-10.5.4	%25	0.009	371-405	$y = -0.0006x - 0.0717$
		%50		440-500	
		%100		544-726	

Bayraktar 2000 çeşidinde; Fenolojik gelişme dönemi dikkate alındığında hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkiler için visible bölge içerisinde yer alan Mavi bölgede **405-500 nm**, Yeşil+Kırmızı bölgenin **558-661 nm** ve Yakın Kızıl Ötesi bölgenin **736-1038 nm** bant aralığı etkin olduğu (Şekil 4.45), erken gelişme döneminde hastalık şiddetinin tespitinde hastalık belirtisi gözlenen bitkiler için visible bölge içerisinde Mavi+Yeşil bölgede yer alan **409-570 nm** bant aralığı etkili olduğu gözlenmiştir ($R^2= 0.094$). Erken-orta dönemde (06 Haziran 2019) Kırmızı+Kırmızı Sınır+Yakın Kızıl Ötesi bölgenin içinde yer aldığı **670-775 nm** bant aralığı etkili olarak tespit edilmiştir ($R^2= 0.671$). Orta-Geç dönemde NIR bölgesinde **842-1058 nm** bant aralığında etkili olduğu saptanmıştır ($R^2 = 0.519$). Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde hastalık teşhisinde en etkili bölgenin, mavi bölge içerisinde **368-409 nm**, mavi+Yeşil bölgede **415-502 nm** Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır bölgede **551-716 nm** bant bölgelerinin etkili olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.7 ve Tablo 4.9).

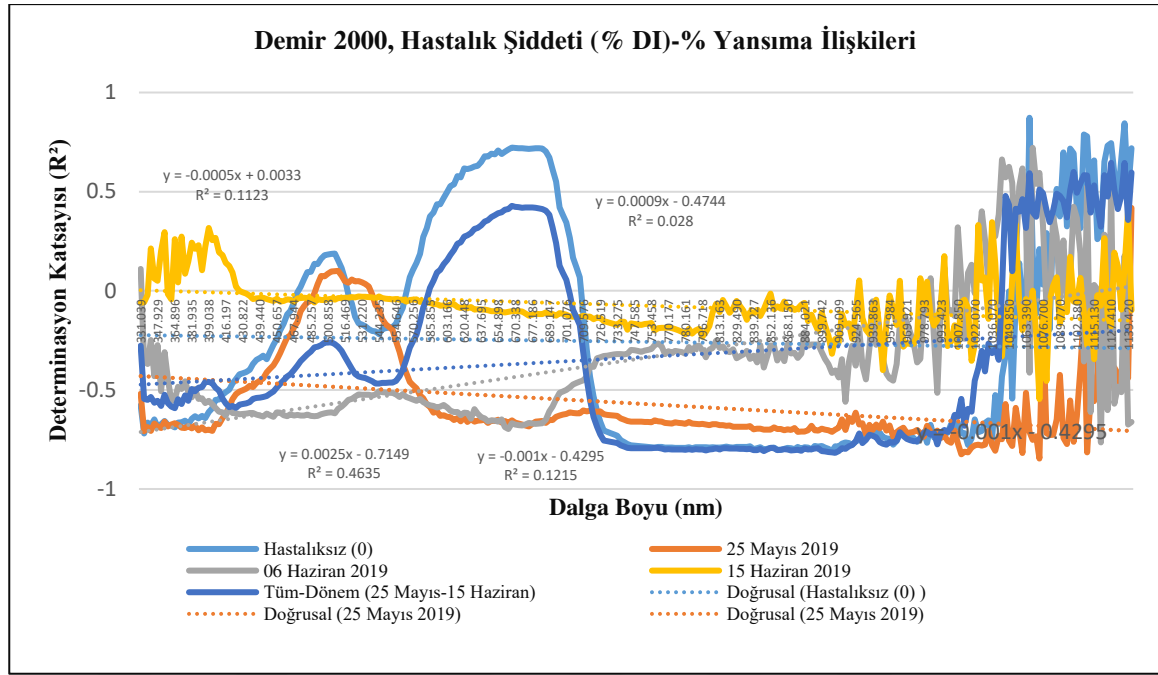


Şekil 4. 45. Bayraktar 2000 Çeşidinde Hastalık Şiddeti (%HŞ)-% Yansıma İlişkileri.

Tablo 4. 7. Bayraktar 2000 Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Hastalık Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığının Tespitinde Etkili Olan Spektral Bant Bölgeleri ve Korelasyon Değerleri.

Çeşit	Dönem	Uygulama	R ²	Etkili Bant Aralığı (nm)	Regresyon Denklemi
Bayraktar 2000	Tüm Dönem 25 Mayıs-15 Haziran 2019	Hastaliksız (0)	0.005	405-500 558-661 736-1038	y = -0.0005x - 0.29
	Erken Dönem 25 Mayıs 2019 10.5.1	%25	0.440	443-537	y = -0.0017x - 0.2525
		%50			
		%100			
Bayraktar 2000	Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019 10.5.3	%25	0.094	409-570	y = -0.0005x - 0.1795
		%50			
		%100			
Bayraktar 2000	Orta-Geç Dönem 15 Haziran 2019 10.5.4	%25	0.671	670-775	y = 0.0018x - 0.4076
		%50			
		%100			
Bayraktar 2000	Tüm Dönem 25 Mayıs-15 Haziran 2019 10.5.1-10.5.4	%25	0.519	842-1058	y = -0.0007x + 0.2835
		%50			
		%100			

Demir 2000 çeşidinde; Fenolojik gelişme dönemi dikkate alındığında hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkiler için görünür bölge içerisinde yer alan Mavi+Yeşil bölgede **405-549 nm** ve Yeşil+Kırmızı bölgenin **550-689 nm** ve Kırmızı Sınır+Yakın Kızıl Ötesi bölgenin **725-1044 nm** bant aralığı etkili olduğu (Şekil 4.46), erken gelişme döneminde hastalık şiddetinin tespitinde visible bölge içerisinde yer alan Mavi+Yeşil bölgenin **402-558 nm** bant aralığı etkili ve yüksek korelasyon değerlerine ulaştığı saptanmıştır ($R^2 = 0.122$). Erken-Orta gelişme döneminde Kırmızı+Kırmızı Sınır+ NIR bölge içerisinde yer alan **677-800 nm** bant aralığında yüksek korelasyonlar tespit edilmiştir ($R^2 = 0.464$). Orta-Geç dönemde NIR bölgesinin **796-1058 nm** bant aralığı etkili olduğu belirlenmiştir. ($R^2 = 0.112$). Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde Mavi bölgenin **364-405 nm** ve **433-485 nm**, Yeşil+Kırmızı bölgenin **554-689 nm** bant bölgesi etkili olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4. 8 ve Tablo 4.9).



Şekil 4. 46. Demir 2000 Çeşidinde Hastalık Şiddeti (%HŞ)-% Yansıma İlişkileri.

Tablo 4. 8. Demir 2000 Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Hastalık Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığının Tespitinde Etkili Olan Spektral Bant Bölgeleri ve Korelasyon Değerleri.

Çeşit	Dönem	Uygulama	R ²	Etkili Bant Aralığı (nm)	Regresyon Denklemi
Demir 2000	Tüm Dönem 25 Mayıs-15 Haziran 2019	Hastaliksız (0)	0.001	405-549 550-689 725-1044	y = -0.0002x - 0.2237
	Erken Dönem 25 Mayıs 2019 10.5.1	%25	0.122	402-558	y = -0.001x - 0.4295
		%50			
		%100			
Demir 2000	Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019 10.5.3	%25	0.464	677-800	y = 0.0025x - 0.7149
		%50			
		%100			
Demir 2000	Orta-Geç Dönem 15 Haziran 2019 10.5.4	%25	0.112	796-1058	y = -0.0005x + 0.0033
		%50			
		%100			
Demir 2000	Tüm Dönem 25 Mayıs-15 Haziran 2019 10.5.1-10.5.4	%25	0.028	364-405 433-485 554-689	y = 0.0009x - 0.4744
		%50			
		%100			

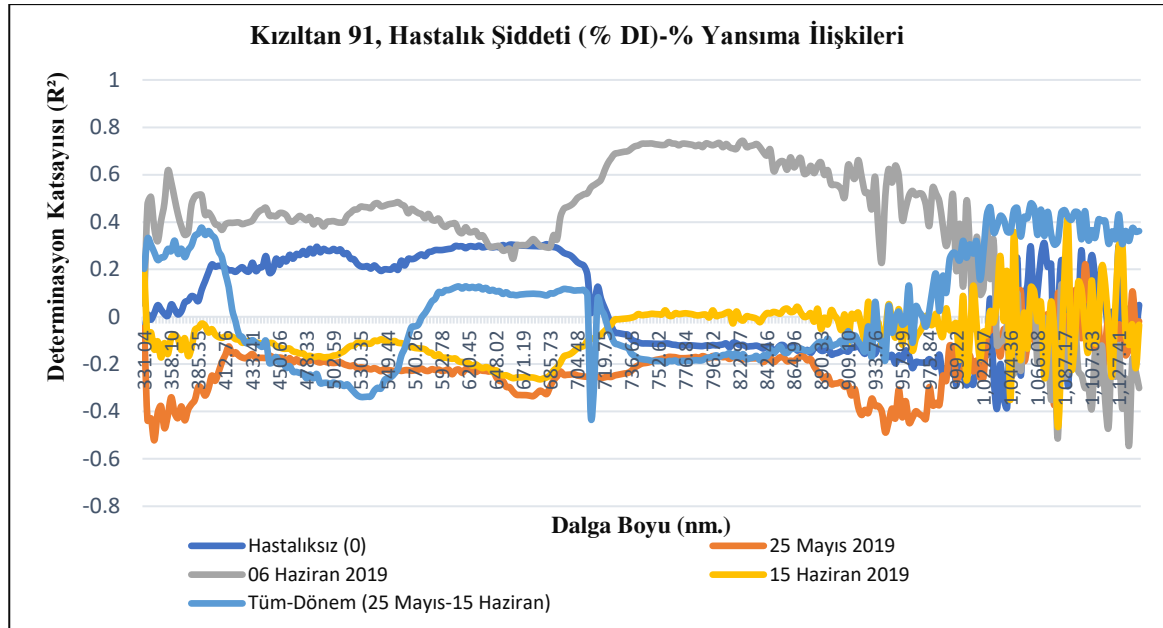
Tablo 4. 9. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Hastalık Belirtisi Gözlenen ve Hastalık Belirtisi Gözlenmeyen Bitkilerin Hastalık Şiddetinin (%HŞ) Ayrımında Kullanılan Spektral Bant Aralıkları. (nm)

Ekmeklik Çeşitler	Visible (Görünür)			Yakın Kızıl Ötesi Bölge NIR Bölge		Visible+Yakın Kızıl Ötesi
	Mavi 331-510 nm	Yeşil 511-600 nm	Kırmızı 601- 699 nm	Kırmızı Sınır (Red Edge) 700-750 nm	Yakın Kızıl Ötesi (NIR) 750-1141 nm	Mavi+Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır+Yakın Kızıl Ötesi 331-1141 nm
Dönem	Erken Dönem (25 Mayıs 2019)			Geç Dönem (06-15 Haziran 2019)		Tüm Dönem (25 Mayıs-15 Haziran)
Eser	526-695			672-796	726-1076	540-716 nm Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır
Kenanbey	443-537			457-695	915-1089	544-726 nm Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır
Bayraktar 2000	409-570			670-775	842-1058	551-716 nm Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır
Demir 2000	402-558			677-800	796-1058	554-689 nm Yeşil+Kırmızı

4.4.2. Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Sarı Pas Hastalığının Ayırt Edilmesinde Kullanılan Hassas Spektral Bant Bölgelerinin Belirlenmesi

Kızıltan 91 çeşidinde; görünür bölgede Mavi+Yeşil bölgede hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerde **440-513 nm**, Yeşil+Kırmızı bölgede **561-685 nm** ve NIR bölgesinde ise **987-1079 nm**, de yüksek korelasyon değerleri tespit edilmiştir (Şekil 4. 47). Erken gelişme döneminde hastalık şiddetinin tespitinde hastalık belirtisi gözlenen bitkilerin için visible bölge içerisinde stabil bir seyir gözlenmiş olup, visible bölgede yer alan Mavi Bölge bantları aralığında (371-415 nm) ve Kırmızı+NIR bölgesinde yer alan **675-829 nm** bant aralığında en yüksek korelasyon değişimi belirlenmiştir ($R^2=0.111$).

Erken-orta dönemde, görünür bölgede yer alan Kırmızı+Kırmızı Sınır+NIR bölgesinde yer alan **685-830 nm** bant aralığında yüksek korelasyon saptanmıştır ($R^2=0.159$). **Orta-Geç döneminde** ise hastalık değişiminin en yüksek görüldüğü ve en yüksek korelasyon değerlerine Kırmızı+Kırmızı Sınır+NIR bölge içerisinde yer alan **680-874 nm** bant aralığında belirlenmiştir ($R^2=0.181$). **Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde,** en yüksek korelasyon değişimi visible bölge içerisinde Yeşil+Kırmızı bölgede **533-637 nm** bant aralığında tespit edilmiştir (Tablo 4.10 ve Tablo 4.14).



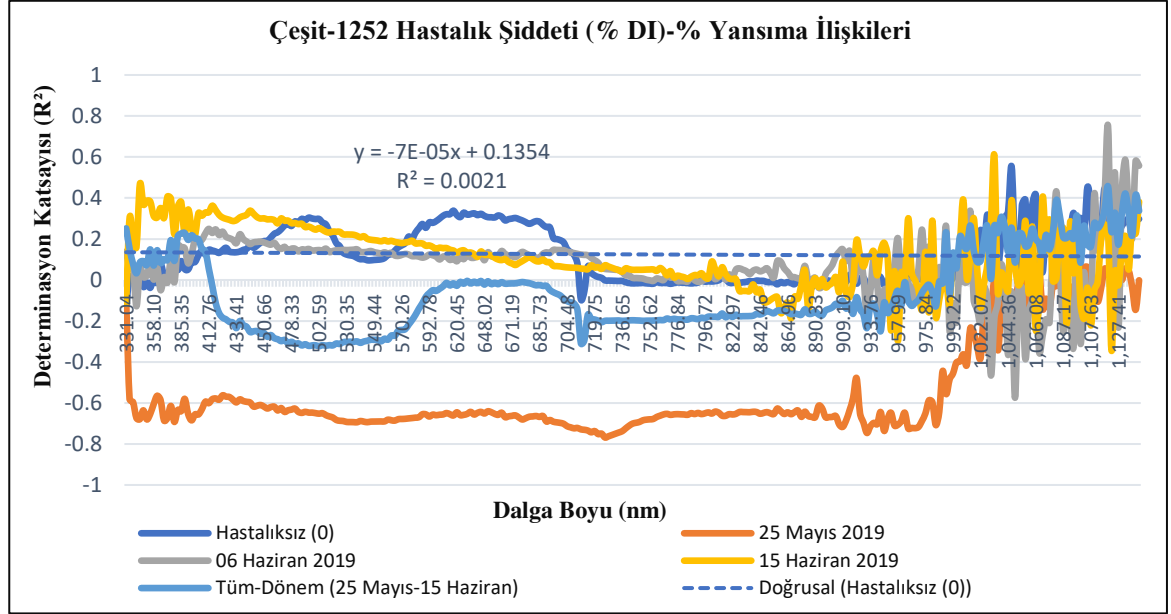
Şekil 4. 47. Kızıltan 91 Çeşidinde Hastalık Şiddeti (%HŞ)-% Yansıma İlişkileri.

Tablo 4. 10. Kızıltan 91 Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Hastalık Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığının Tespitinde Etkili Olan Spektral Bant Bölgeleri ve Korelasyon Değerleri

Çeşit	Dönem	Uygulama	R ²	Etkili Bant Aralığı (nm)	Regresyon Denklemi
Kızıltan 91	Tüm Dönem 25 Mayıs-15 Haziran 2019	Hastaliksız (0)	0.324	440-513 561-685 987-1079	y = -0.0013x + 0.2434
	Erken Dönem 25 Mayıs 2019 10.5.1	%25	0.111	371-415 675-829	y = 0.0004x - 0.2814
		%50			
		%100			
Kızıltan 91	Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019 10.5.3	%25	0.159	685-830	y = -0.0013x + 0.5903
		%50			
		%100			
Kızıltan 91	Orta-Geç Dönem 15 Haziran 2019 10.5.4	%25	0.181	680-874	y = 0.0006x - 0.1554
		%50			
		%100			
Kızıltan 91	Tüm Dönem 25 Mayıs-15 Haziran 2019 10.5.1-10.5.4	%25	0.132	533-637	y = 0.001x - 0.1126
		%50			
		%100			

Çeşit-1252 çeşidinde; Erken dönemde görünür Mavi+Yeşil bölgede hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerde **433-516** nm, Yeşil+Kırmızı bölgede **550-640** nm, Yeşil+Kırmızı+NIR bölgede **533-725** nm'de ve Yakın kızıl ötesi bölgede ise **990-1139** nm'de düşük korelasyon değerlerine rastlanmıştır (Şekil 4.48). Erken gelişme döneminde hastalık şiddetinin belirlenmesinde hastalık belirtisi gözlenen bitkiler için görünür bölge içerisinde stabil bir seyir takip etmiş, görünür bölgede yer alan Yeşil+Kırmızı 540-654 nm bant aralığında yüksek korelasyon göstermiştir ($R^2= 0.371$).

Erken-orta dönemde, Kırmızı Sınır+Yakın Kızıl Ötesi bölgede 733-813 nm bant aralığında düşük korelasyon göstermiştir ($R^2 = 0.087$). Orta-Geç döneminde ise Kırmızı+Kırmızı Sınır bölgede 641-702 nm bant aralığında yüksek korelasyon göstermiştir ($R^2 = 0.307$). Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek korelasyon değişimi NIR bölgesi içerisinde yer alan 865-1033 nm bant aralığında yüksek korelasyon göstermiştir ($R^2 = 0.198$) (Tablo 4.11 ve Tablo 4.14).

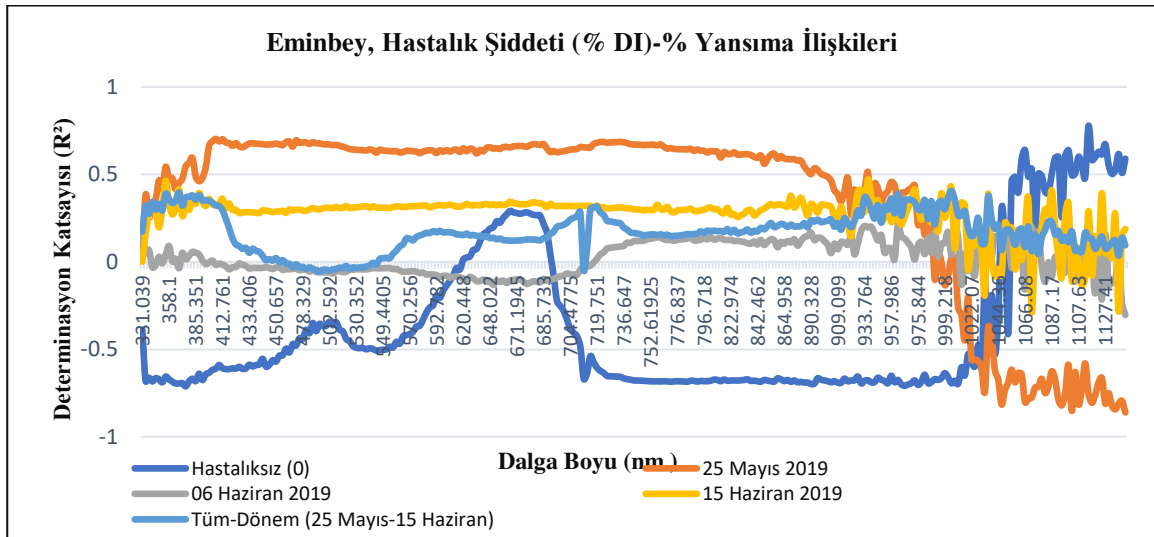


Şekil 4. 48. Çeşit-1252 Çeşidinde Hastalık Şiddeti (%DI) -Yansıma İlişkileri (%).

Tablo 4. 11. Çeşit-1252 Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Hastalık Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığının Tespitinde Etkili Olan Spektral Bant Bölgeleri ve Korelasyon Değerleri.

Çeşit	Dönem	Uygulama	R^2	Etkili Bant Aralığı (nm)	Regresyon Denklemi
Çeşit-1252	Tüm Dönem 25 Mayıs-15 Haziran 2019	Hastaliksız (0)	0.002	433-516 550-640 533-725 990-1139	$y = -0.00005x + 0.13$
	Erken Dönem 25 Mayıs 2019 10.5.1	%25	0.371	540-654	$y = 0.0016x - 0.7982$
		%50			
		%100			
Çeşit-1252	Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019 10.5.3	%25	0.087	733-813	$y = -0.0005x + 0.1478$
		%50			
		%100			
Çeşit-1252	Orta-Geç Dönem 15 Haziran 2019 10.5.4	%25	0.307	641-702	$y = -0.001x + 0.2605$
		%50			
		%100			
Çeşit-1252	Tüm Dönem 25 Mayıs-15 Haziran 2019 10.5.1-10.5.4	%25	0.198	865-1033	$y = 0.001x - 0.2086$
		%50			
		%100			

Eminbey çeşidinde; Erken dönemde hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerde görünür Mavi+Yeşil bölgede **419-506 nm**, Yeşil+Kırmızı bölgede **549-682 nm**, Yakın kızıl ötesi bölgede ise **1016-1115 nm**’ de düşük korelasyon değerleri belirlenmiştir (Şekil 4.49). **Erken dönemde** en yüksek korelasyon değerleri görünür bölgede Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır bölgede **575-736 nm** bant aralığında belirlenmiştir ($R^2 = 0.523$). Hastalık şiddetindeki artışlar tüm hastalık uygulama dozlarında (%25, %50, %100) gerçekleşmiştir. En yüksek hastalık şiddeti artışı %100 uygulama dozunda belirlenmiş olup (+%335.52), bunu sırasıyla %50 (+%287.13) ve %25 (+%141.95) doz uygulamaları takip etmiştir. **Erken-orta gelişme döneminde** hastalık şiddetinin tespitinde hastalıklı bitkiler için görünür bölge içerisinde stabil bir değişim gözlenmiş olup, görünür bölgede yer alan mavi bölge bantları aralığında (**673-803 nm**) yüksek korelasyon değişimi belirlenmiştir ($R^2 = 0.132$). Bu dönemde hastalık şiddeti değerlerinde hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilere göre tüm hastalık uygulama dozlarında hastalık şiddeti artışı +%58.83 olarak gerçekleşmiştir. **Orta-Geç dönemde** ise Yakın kızıl ötesi bölgede **829-1004 nm** bant aralığında yüksek bir korelasyon göstermiştir ($R^2 = 0.214$). Bu dönemde hastalık şiddeti artışı %50 ve %100 hastalık uygulama dozlarında +%25.0 olarak görülmüştür. **Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde** en yüksek korelasyon değişimi visible bölge içerisinde Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır bölgede **526-712 nm** bant aralığı içerisinde rastlanmıştır ($R^2 = 0.040$). Hastalık şiddetindeki değişim en fazla %100 hastalık dozunda (+%17.56), %50 hastalık dozunda (+%16.89) ve %25 hastalık dozunda (+%13.78) gerçekleşmiştir (Tablo 4.12 ve Tablo 4.14).



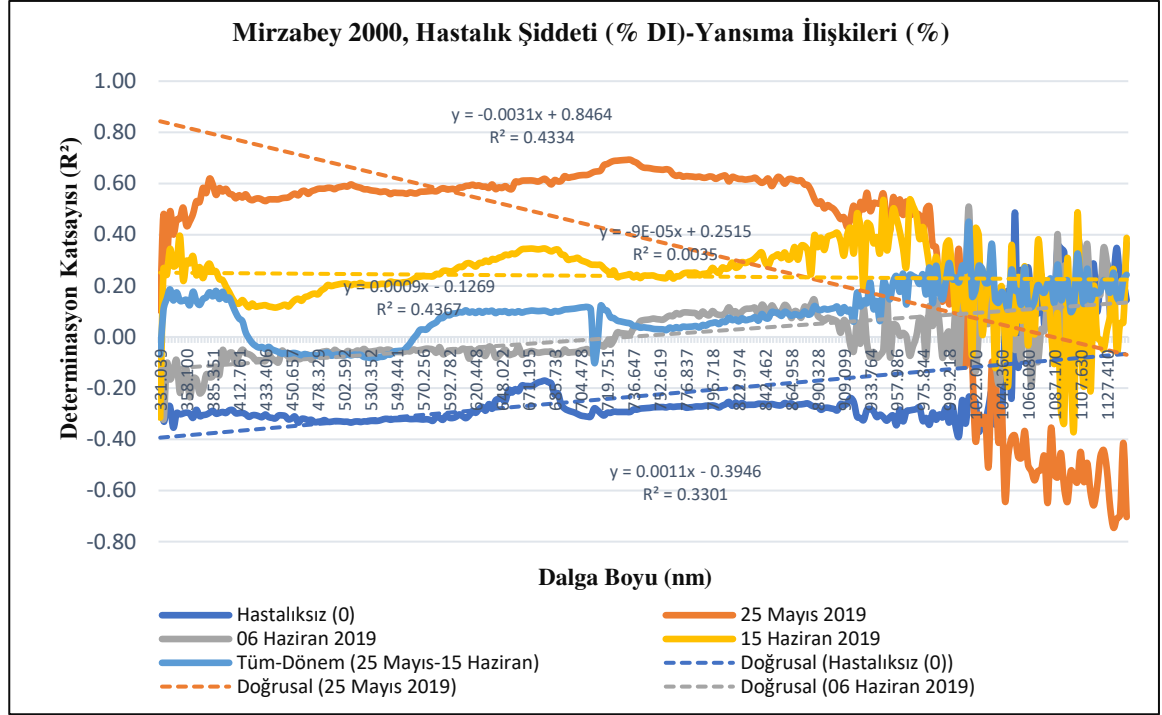
Şekil 4. 49. Eminbey Çeşidinde Hastalık Şiddeti (%HŞ)-% Yansıma İlişkileri.

Tablo 4. 12. Eminbey Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Hastalık Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığının Tespitinde Etkili Olan Spektral Bant Bölgeleri ve Korelasyon Değerleri.

Çeşit	Dönem	Uygulama	R ²	Etkili Bant Aralığı (nm)	Regresyon Denklemi
Eminbey	Tüm Dönem 25 Mayıs-15 Haziran 2019	Hastaliksız (0)	0.113	419-506 549-682 1016-1115	y = 0.0017x - 0.6142
	Erken Dönem 25 Mayıs 2019 10.5.1	%25	0.523	575-712	y = -0.0042x + 0.9792
		%50			
		%100			
Eminbey	Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019 10.5.3	%25	0.132	673-803	y = 0.0004x - 0.0405
		%50			
		%100			
Eminbey	Orta-Geç Dönem 15 Haziran 2019 10.5.4	%25	0.214	829-1004	y = -0.0006x + 0.3619
		%50			
		%100			
Eminbey	Tüm Dönem 25 Mayıs-15 Haziran 2019 10.5.1-10.5.4	%25	0.040	526-712	y = 0.0003x + 0.1329
		%50			
		%100			

Mirzabey 2000 çeşidinde; erken dönemde görünür bölge boyunca stabil bir seyir gözlenmiş olup, hastalık korelasyon değerleri Yeşil+Kırmızı bölge bantları **575-680 nm** aralığında yüksek korelasyon gösterdiği (Şekil 4.50), NIR bölgesindeki **1024 nm** bant aralığına kadar tekrar stabil bir seyir takip etmiş bu noktadan **1084 nm**'ye kadar olan bant aralığında ise yüksek korelasyon belirlenmiştir ($R^2 = 0.330$). **Erken dönemde** hastalık şiddetinin belirlenmesinde hastalık belirtisi gözlenen bitkiler için görünür bölge içerisinde yer alan **334-381 nm** bant aralığında (mavi bant) yüksek korelasyon gösterdiği belirlenmiştir ($R^2 = 0.433$). Bu dönem içerisinde hastalık şiddetinde tüm hastalık uygulama dozlarında (%25, %50, %100) hastalık şiddeti artışı saptanmıştır. Bu artışlar en fazla %100 uygulama dozunda (+%100) olmak üzere sırasıyla %50 uygulama dozunda (+%66.67) ve %25 uygulama dozunda (+%33.33) şeklinde gerçekleşmiştir. **Erken-Orta dönemde** görünür bölge içerisinde yer alan Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır bantlarından 544-736 nm aralığı etkili olduğu tespit edilmiştir ($R^2 = 0.437$). Bu dönemde hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilere göre hastalık şiddetindeki en büyük artış %25 hastalık dozunda (+%66.67) şeklinde gözlenmiş olup, bu dozu sırasıyla %50 hastalık dozu (+%65.0) ve %100 hastalık dozu (+%20.0) takip ettiği belirlenmiştir. **Orta-Geç dönemde** ise Kırmızı+Kırmızı Sınır+NIR bölgesi içerisinde yer alan **699-893 nm** bant aralığı etkili olduğu belirlenmiştir. Orta-Geç dönemde hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilere göre hastalık şiddetindeki en fazla artış, %50 hastalık dozunda (+%39.71) şeklinde gerçekleşmiş olup, diğer uygulama dozlarında azalma belirlenmiştir. **Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde,** NIR bölgesi

içerisinde yer alan **760-971 nm** bant aralığı yüksek korelasyon değişimi göstermiştir ($R^2=0.401$) (Tablo 4.13 ve Tablo 4.14).



Şekil 4. 50. Mirzabey 2000 çeşidinde Hastalık Şiddeti (%HŞ)-% Yansıma İlişkileri.

Tablo 4. 13. Mirzabey 2000 Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Hastalık Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığının Tespitinde Etkili Olan Spektral Bant Bölgeleri ve Korelasyon Değerleri.

Çeşit	Dönem	Uygulama	R ²	Etkili Bant Aralığı (nm)	Regresyon Denklemi
Mirzabey 2000	Tüm Dönem 25 Mayıs-15 Haziran 2019	Hastaliksız (0)	0.113	419-506 549-682 1016-1115	$y = 0.0017x - 0.6142$
	Erken Dönem 25 Mayıs 2019 10.5.1	%25	0.523	575-712	$y = -0.0042x + 0.9792$
		%50			
		%100			
Mirzabey 2000	Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019 10.5.3	%25	0.132	673-803	$y = 0.0004x - 0.0405$
		%50			
		%100			
Mirzabey 2000	Orta-Geç Dönem 15 Haziran 2019 10.5.4	%25	0.214	829-1004	$y = -0.0006x + 0.3619$
		%50			
		%100			
Mirzabey 2000	Tüm Dönem 25 Mayıs-15 Haziran 2019 10.5.1-10.5.4	%25	0.040	526-712	$y = 0.0003x + 0.1329$
		%50			
		%100			

Tablo 4. 14. Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Hastalıklı ve Hastalısız Bitkilerin Hastalık Şiddetinin (%HŞ) Ayrımında Kullanılan Spektral Bant Aralıkları (nm).

Makarnalık Çeşitler	Visible (Görünür)			Yakın Kızıl Ötesi Bölge NIR Bölge		Visible+Yakın Kızıl Ötesi
	Mavi 331-510 nm	Yeşil 511- 600 nm	Kırmızı 601- 699 nm	Kırmızı Sınır (Red Edge) 700-750 nm	Yakın Kızıl Ötesi (NIR) 750-1141 nm	Mavi+Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır+Yakın Kızıl Ötesi 331-1141 nm
Dönem	Erken Dönem (25 Mayıs 2019)			Geç Dönem (06-15 Haziran 2019)		Tüm Dönem (25 Mayıs-15 Haziran)
Kızıltan 91	371-415		675-829	685-830	680-874	533-637 (Visible Yeşil+Kırmızı)
Çeşit-1252		540-654		733-813	641-702	865-1033 Yakın Kızıl Ötesi (NIR)
Eminbey		575-712		673-803	829-1004	526-712 Kırmızı+ Yakın Kızıl Ötesi
Mirzabey 2000	334-381	544-736		699-893	760-971	531-719 Yeşil+Kırmızı

4.5. Hyperspektral Vejetasyon İndeks Performanslarının Değerlendirilmesi ve Test Edilmesi

Hastalık şiddetinin belirlenmesinde kullanılacak olan öncelikli vejetasyon indekslerin tespiti ve test edilmesi, modelin doğrulanması amacıyla bu çalışmada klorofil ile doğrudan ilişkili farklı bant kombinasyonuna sahip 27 adet Vejetasyon İndeksi kullanılmıştır. Araştırmada özellikle dikkati çeken ve ön plana çıkan önemli dalga boylarını ortaya belirlemek için PLS (Kısmi en az kareler Toplamı) Regresyon Modeli kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan sarı pas hastalığına hassas ve dayanıklı olarak seçilen ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitleri gelişme dönemlerine göre (Erken, erken-orta, orta-geç) hastalık şiddetlerini ortaya konulabilmesi için Lineer Diskriminant Analizi (Linear Discriminant Analysis) (LDA) kullanılmıştır. Analiz için farklı hastalık uygulama incelenmiş olup, hastalık şiddetinin (%HŞ) belirlenmesi için değerlendirilen vejetasyon indeksleri ile test materyalinde gözlenen gerçek hastalık şiddeti değerleri (%HŞ) arasındaki korelasyon değerleri incelenmiştir. Her indeks için hastalık şiddeti değeri ile ilişkili olduğu korelasyon modelinden elde edilen R^2 , Hata Kareler Toplamı (RMSE) değerleri ve standart Hata %'si (%SH), hesaplanarak modelin doğruluğu değerlendirilmiştir. Modelin performansının test edilmesi için ise, ölçülen (gözlenen) hastalık değerleri ile tahmin edilen hastalık değerleri arasındaki korelasyon değerleri incelenmiştir. Bu yöntemle indekslerin farklı gelişme dönemlerindeki tahmin performansını ortaya koyan regresyon denklemleri geliştirilmiştir. Mevcut spektral indeksler bu yöntemle yeniden optimize edilerek hastalık tahmininde kullanılır hale getirilebilmiştir.

4.5.1. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Spektral İndeksler Yardımıyla Hastalık Performansının Değerlendirilmesi (PLS)

Farklı hastalık dozu uygulamalarında bitki yaprağındaki hastalık şiddeti (%HŞ) değerlendirmeleri için Hastalık Şiddeti (%HŞ)-Yansıma (reflektans) değerleri arasındaki Çoklu Korelasyon ilişkileri incelendiğinde;

Eser çeşidinde; Yüksek korelasyon değerlerine erken dönemde Yeşil+Kırmızı bölgede **523-672 nm** bant aralığında belirlenmiştir ($R^2= 0.143$). Erken-Orta dönemde yüksek korelasyon değerlerine Kırmızı+Kırmızı Sınır bölge içerisinde yer alan **686-803 nm** bant aralığında saptanmıştır ($R^2= 0.601$). Orta-geç dönemde Kırmızı+Kırmızı Sınır+ Yakın Kızıl Ötesi bölgede **682-865 nm** aralığında düşük korelasyon belirlenmiştir ($R^2= 0.002$). **Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde;** Yeşil+Kırmızı+ Yakın Kızıl Ötesi bölgede **537-701 nm** bant aralığında düşük korelasyon tespit edilmiştir ($R^2= 0.122$). Hastalık teşhisi için gerekli bant bölgelerinin ve bant aralıklarının belirlenmesi için, erken dönemde hastalık uygulaması yapılmayan grubun korelasyon eğrisine göre, yeşil ve kırmızı bölgede paralel korelasyon değerleri gözlenirken, yakın kızıl ötesi bölgede daha yüksek korelasyon değerleri belirlenmiştir (Şekil 4. 35). Dönemsel olarak hastalık şiddetinin tahmininde öne çıkan vejetasyon indeksler aşağıda verilmiştir (Tablo 4.15).

Tablo 4. 15. Eser Çeşidinde Hastalık Şiddetinin (%DI) Tahmininde Öne Çıkan Vejetasyon İndeksleri ve Hastalık Tahmin Regresyon Denklemleri.

Dönem 2018- 2019	Gelişme Dönemi	Vejetasyon İndeks (VI)	Bant Aralığı (nm)	Korelasyon (R^2)	RMSE	%SE	Regresyon Denklemi (DI) Cross-Validation
Hastalık Uygulama Dozları (%0, %25, %50, %100)	10.5.1 (25 Mayıs 2019)	NDVI	670-570	0.178	0.897	1.869	$y = 0.0315x + 10.976$
		MSR	677-554	0.176	0.897	1.870	$y = 0.0309x + 10.983$
		LCCI	570-531	0.167	0.899	1.872	$y = 0.028x + 11.016$
		NBNDVI	700-550	0.167	0.899	1.872	$y = 0.028x + 11.016$
		NVI	845-770	0.156	0.900	1.876	$y = 0.0242x + 11.058$
		CARI	800-670	-0.119	0.905	1.886	$y = 0.0141x + 11.173$
		MCARI	701-549	-0.104	0.907	1.889	$y = 0.0108x + 11.212$
	10.5.3 (06 Haziran 2019)	NPCI	680-430	0.256	0.635	1.322	$y = 0.0654x + 10.903$
		SRPI	680-430	-0.252	0.635	1.323	$y = 0.0636x + 10.925$
		PSRI	680-500	0.227	0.639	1.332	$y = 0.0515x + 11.066$
		NRI	845-770	-0.215	0.641	1.335	$y = 0.0464x + 11.126$
		GI	667-554	-0.212	0.641	1.336	$y = 0.0448x + 11.143$
		ARI	700-550	0.211	0.642	1.337	$y = 0.0446x + 11.147$
		PRI	570-531	0.184	0.645	1.344	$y = 0.034x + 11.27$
		TCARI	700-550	-0.179	0.646	1.345	$y = 0.0319x + 11.295$
		CARI	570-531	-0.162	0.648	1.349	$y = 0.0262x + 11.36$
	10.5.4 (15 Haziran 2019)	SIPI	800-445	-0.213	0.081	0.168	$y = 0.0452x + 11.438$
		TCARI	700-550	0.189	0.081	0.169	$y = 0.0356x + 11.552$
		PhRI	550-531	0.168	0.081	0.170	$y = 0.0283x + 11.64$
		MCARI	701-549	0.162	0.082	0.170	$y = 0.0261x + 11.667$
		TVI	750-550	0.147	0.082	0.170	$y = 0.0219x + 11.717$
		RDVI	800-670	0.140	0.082	0.170	$y = 0.0198x + 11.743$
		GNDVI	750-550	0.136	0.082	0.170	$y = 0.0186x + 11.757$
		PSRI	750-500	-0.136	0.082	0.170	$y = 0.0185x + 11.758$
		NBNDVI	850-680	0.130	0.082	0.171	$y = 0.017x + 11.776$

*: Pearson Korelasyonu $p < 0.05$ düzeyinde önemli (2 kuyruklu)

**: Pearson Korelasyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli (2 kuyruklu)

Ekmeklik Bayraktar 2000 çeşidinde, Yüksek korelasyon değerlerine erken dönemde Yeşil+Kırmızı bölgede **451-548 nm** bant aralığında Mavi+Yeşil bölgede gözlenmiştir ($R^2=0.084$). Erken-orta dönemde Kırmızı+Kırmızı Sınır+ NIR bölgesi içerisinde yer alan **658-930 nm** bant aralığında yüksek korelasyon belirlenmiştir ($R^2=0.664$). Orta-geç dönemde ise aynı bölgede yer alan **674-909 nm** bant aralığında yüksek korelasyon tespit edilmiştir ($R^2=0.519$). **Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde**; sarı pas hastalık şiddetinin belirlenmesinde **427-530 nm** bant aralığında yer alan Mavi+Yeşil bölge ve **548-716 nm** bant aralıkları (Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır) bölge yüksek korelasyon belirlenmiştir (Şekil 4.36). Fenolojik dönemlere göre hastalık şiddetinin tahmininde öne çıkan vejetasyon indeksler aşağıda verilmiştir (Tablo 4.16).

Tablo 4.16. Bayraktar 2000 Çeşidinde Hastalık Şiddetinin (%DI) Tahmininde Öne Çıkan Vejetasyon İndeksleri ve Hastalık Tahmin Regresyon Denklemleri.

Dönem 2018- 2019	Gelişme Dönemi	Vejetasyon İndeks (VI)	Bant Aralığı (nm)	Korelasyon (R^2)	RMSE	%SE	Regresyon Denklemleri (DI) Cross-Validation
Hastalık Uygulama Dozları (%0, %25, %50, %100)	10.5.1 (25 Mayıs 2019)	RVSI	752-712	0.764**	2.812	5.838	$y = 0.5844x + 5.0291$
		NDVI	830-675	0.696**	3.121	6.502	$y = 0.4845x + 6.2403$
		NVI	777-673	0.692**	3.138	6.538	$y = 0.4787x + 6.3075$
		MSR	800-670	0.678**	3.195	6.656	$y = 0.4598x + 6.5374$
		LCCI	750-705	0.658**	3.272	6.818	$y = 0.4332x + 6.8584$
		NBNDVI	850-680	0.653**	3.291	6.856	$y = 0.4269x + 6.9351$
		SIPI	800-445	0.643**	3.328	6.933	$y = 0.4139x + 7.0957$
		PRI	570-531	0.636**	3.353	6.985	$y = 0.4051x + 7.1985$
		PSRI	750-500	-0.626**	3.391	7.065	$y = 0.3914x + 7.3643$
	10.5.3 (06 Haziran 2019)	PhRI	550-531	-0.626**	3.390	7.062	$y = 0.3918x + 7.3593$
		PhRI	550-531	0.399**	2.964	6.176	$y = 0.1594x + 12.609$
		NPCI	680-430	0.398**	2.966	6.179	$y = 0.1586x + 12.621$
		SRPI	680-430	-0.398**	2.966	6.179	$y = 0.1585x + 12.623$
		GNDVI	750-550	0.333**	3.048	6.351	$y = 0.111x + 13.335$
		GI	677-554	-0.274	3.110	6.478	$y = 0.075x + 13.875$
		NBNDVI	850-680	0.261	3.121	6.503	$y = 0.068x + 13.98$
		PRI	570-531	0.251	3.130	6.520	$y = 0.063x + 14.055$
		NRI	670-570	-0.240	3.139	6.540	$y = 0.0574x + 14.139$
	10.5.4 (15 Haziran 2019)	MSR	800-670	0.207	3.163	6.590	$y = 0.0427x + 14.36$
		ARI	700-550	-0.776**	0.642	1.337	$y = 0.5874x + 9.4896$
		SR	845-770	-0.655**	0.755	1.573	$y = 0.4287x + 13.139$
		RVI	845-770	-0.655**	0.755	1.573	$y = 0.4287x + 13.139$
		GNDVI	750-550	-0.579**	0.815	1.697	$y = 0.3353x + 15.288$
		NBNDVI	850-680	-0.558**	0.829	1.727	$y = 0.3115x + 15.836$
		NVI	777-673	-0.520**	0.853	1.777	$y = 0.2709x + 16.77$
		PRI	570-531	-0.510**	0.859	1.790	$y = 0.2603x + 17.013$
		YRI	736-419	0.500**	0.865	1.803	$y = 0.2498x + 17.255$

*: Pearson Korelasyonu $p < 0.05$ düzeyinde önemli (2 kuyruklu)

**: Pearson Korelasyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli (2 kuyruklu)

Demir 2000 buğday çeşidinde, Düşük korelasyon değerlerine erken dönemde **437-575 nm** bant aralığında Mavi+Yeşil bölgede gözlenmiştir ($R^2= 0.275/0.332$). Erken-Orta dönemde (06 Haziran 2019) sarı pas hastalığının reaksiyon şiddeti **665--797 nm** görünür (visible) kısımda yer alan Yeşil bölgede yüksek korelasyon ($R^2=0.454$) ve **686-760 nm** bant aralığında yer alan Kırmızı Sınır bölgede düşük korelasyonlar belirlenmiştir ($R^2=-0.232$). Orta-Geç dönemde Yakın Kızıl Ötesi bölgede düşük korelasyon değerleri ($R^2= 0.116$)

göstermiştir (Şekil 4. 37). **Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde;** sarı pas hastalık şiddetinin belirlenmesinde **570-705 nm** (Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır) ve **444-506 nm** bant aralıkları (Mavi+Yeşil) bölge yüksek korelasyon belirlenmiştir ($R^2= 0.026$). Fenolojik dönemlere göre hastalık şiddetinin tahmininde öne çıkan vejetasyon indeksler aşağıda verilmiştir (Tablo 4.17).

Tablo 4.17. Demir 2000 Çeşidinde Hastalık Şiddetinin (%HŞ) Tahmininde Öne Çıkan Vejetasyon İndeksleri ve Hastalık Tahmin Regresyon Denklemleri.

Dönem 2018-2019	Gelişme Dönemi	Vejetasyon İndeks (VI)	Bant Aralığı (nm)	Korelasyon (R^2)	RMSE	%SE	Regresyon Denklemi (DI) Cross-Validation
Hastalık Uygulama Dozları (%0, %25, %50, %100)	10.5.1 (25 Mayıs 2019)	PRI	570-531	-0.861**	1.291	2.689	$y = 0.7407x + 10.936$
		ARI	700-550	-0.859**	1.296	2.701	$y = 0.7383x + 11.034$
		PhRI	550-531	-0.856**	1.312	2.733	$y = 0.7321x + 11.296$
		GI	677-554	0.837**	1.385	2.886	$y = 0.7012x + 12.598$
		PSRI	750-500	-0.830**	1.414	2.946	$y = 0.6886x + 13.129$
		NRI	670-570	0.829**	1.416	2.950	$y = 0.6878x + 13.164$
		SIPI	800-445	-0.822**	1.442	3.004	$y = 0.6762x + 13.658$
		NPCI	680-430	-0.804**	1.508	3.142	$y = 0.6459x + 14.933$
		SRPI	845-770	0.792**	1.549	3.227	$y = 0.6265x + 15.749$
		DVI	890-670	-0.677**	1.865	3.884	$y = 0.4588x + 22.823$
		GNDVI	750-550	0.619**	1.921	4.001	$y = 0.4258x + 24.213$
		MSR	800-670	0.650**	1.925	4.011	$y = 0.4228x + 24.338$
		NLI	845-770	0.619**	1.990	4.145	$y = 0.3836x + 25.991$
		YRI	736-419	-0.595**	2.036	4.242	$y = 0.3546x + 27.213$
	10.5.3 (06 Haziran 2019)	PhRI	550-531	0.288*	1.435	2.990	$y = 0.0827x + 49.231$
		NPCI	680-430	0.298*	1.430	2.980	$y = 0.0889x + 48.896$
		SRPI	680-430	-0.290*	1.434	2.987	$y = 0.0842x + 49.145$
		RVSİ	752-712	-0.276	1.440	3.001	$y = 0.0759x + 49.592$
		WI	970-900	-0.222	1.461	3.044	$y = 0.0491x + 51.033$
		DVI	890-670	0.212	1.464	3.051	$y = 0.0447x + 51.266$
	10.5.4 (15 Haziran 2019)	RVI	845-770	0.548**	0.495	1.031	$y = 0.3004x + 53.638$
		SR	845-770	0.548**	0.495	1.031	$y = 0.3004x + 53.638$
		NRI	670-570	0.369*	0.550	1.146	$y = 0.1361x + 66.234$
		GI	677-554	0.363*	0.552	1.149	$y = 0.1315x + 66.586$
		TCARI	700-550	0.354*	0.553	1.153	$y = 0.1256x + 67.04$
		NLI	845-770	0.336*	0.557	1.161	$y = 0.1131x + 67.998$
		NPCI	680-430	-0.334*	0.558	1.162	$y = 0.1113x + 68.134$
		CARI	700-550	-0.318*	0.561	1.169	$y = 0.101x + 68.921$
		PSRI	750-500	-0.299*	0.565	1.176	$y = 0.0897x + 69.792$
		NBNDVI	850-680	0.289*	0.567	1.180	$y = 0.0836x + 70.254$

*: Pearson Korelasyonu $p < 0.05$ düzeyinde önemli (2 kuyruklu)

**: Pearson Korelasyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli (2 kuyruklu)

Kenanbey çeşidinde; Yüksek korelasyon değerlerine erken dönemde Yeşil+Kırmızı bölgede **471-544 nm** bant aralığında Mavi+Yeşil bölgede gözlenmiştir ($R^2= 0.262/0.328$). En yüksek korelasyon değerlerine orta-geç dönemde **686-767 nm** bant aralığında Kırmızı+NIR bölgesinde belirlenmiştir ($R^2= 0.467$). **Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde;** hastalık şiddetinin belirlenmesinde **468-516 nm** ve **562-705 nm** bant aralıklarının yer aldığı Mavi+Yeşil ve Yeşil+Kırmızı bölgede yüksek korelasyon tespit edilmiştir ($R^2= 0.122$). (Şekil 4. 38). Fenolojik dönemlere göre hastalık şiddetinin tahmininde öne çıkan vejetasyon indeksler aşağıda verilmiştir (Tablo 4.18).

Tablo 4. 18. Kenanbey Çeşidinde Hastalık Şiddetinin (%HŞ) Tahmininde Öne Çıkan Vejetasyon İndeksleri ve Hastalık Tahmin Regresyon Denklemleri.

Dönem 2018- 2019	Gelişme Dönemi	Vejetasyon İndeks (VI)	Bant Aralığı (nm)	Korelasyon (R ²)	RMSE	%SE	Regresyon Denklemi (DI) Cross-Validation
Hastalık Uygulama Dozları (%0, %25, %50, %100)	10.5.1 (25 Mayıs 2019)	GNDVI	750-550	-0.758**	1.556	3.241	y = 0.5742X + 17.422
		DVI	890-670	-0.684**	1.738	3.621	y = 0.4684X + 21.75
		PSRI	750-500	-0.661**	1.790	3.728	y = 0.4366X + 23.054
		RDVI	800-670	-0.644**	1.823	3.798	y = 0.4153X + 23.922
		ARI	700-550	-0.630**	1.852	3.858	y = 0.3966X + 24.689
		NRI	670-570	0.622**	1.868	3.891	y = 0.3863X + 25.109
		PhRI	550-531	-0.610**	1.890	3.936	y = 0.372X + 25.696
		GI	677-554	0.594**	1.918	3.996	y = 0.3526x + 26.49
		PRI	570-531	-0.591**	1.924	4.008	y = 0.349x + 26.639
		NLI	845-770	0.566**	1.965	4.094	y = 0.3205x + 27.804
		SIPI	800-445	-0.561**	1.974	4.113	y = 0.3144x + 28.049
		TVI	750-550	-0.549**	1.993	4.151	y = 0.3015x + 28.573
		NPCI	680-430	-0.546**	1.997	4.160	y = 0.2984x + 28.708
	10.5.3 (06 Haziran 2019)	NPCI	680-430	0.617**	1.213	2.528	y = 0.3812x + 30.683
		SRPI	680-430	-0.615**	1.217	2.535	y = 0.3777x + 30.856
		PhRI	550-531	0.543**	1.295	2.698	y = 0.2949x + 34.959
		PRI	570-531	0.513**	1.324	2.758	y = 0.2634x + 36.524
		WI	970-900	-0.392**	1.419	2.956	y = 0.1538x + 41.952
		ARI	700-550	0.367*	1.435	2.989	y = 0.1343x + 42.922
		GNDVI	750-550	0.321*	1.461	3.042	y = 0.1032x + 44.467
		DVI	890-670	0.274	1.483	3.090	y = 0.0753x + 45.849
	10.5.4 (15 Haziran 2019)	NRI	670-570	0.521**	0.738	1.538	y = 0.2711x + 60.136
		GI	677-554	0.489**	0.754	1.572	y = 0.2391x + 62.77
		RVI	845-770	-0.429**	0.782	1.628	y = 0.1836x + 67.347
		SR	800-670	-0.429**	0.782	1.628	y = 0.1836x + 67.347
		YRI	736-419	0.380**	0.800	1.667	y = 0.1445x + 70.576
		MCARI	752-712	-0.377**	0.801	1.667	y = 0.1445x + 70.576
		ARI	700-550	0.367**	0.805	1.669	y = 0.1419x + 70.794
		GNDVI	750-550	-0.367*	0.805	1.676	y = 0.1348x + 71.377
		NLI	845-770	-0.346*	0.811	1.690	y = 0.1199x + 72.608
		TCARI	700-550	0.301*	0.825	1.718	y = 0.0908x + 75.011

*: Pearson Korelasyonu p<0.05 düzeyinde önemli (2 kuyruklu)

**: Pearson Korelasyonu p<0.01 düzeyinde önemli (2 kuyruklu)

4.5.2. Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Spektral İndeksler Yardımıyla Hastalık Performansının Değerlendirilmesi (PLS)

Farklı hastalık dozu uygulamalarında bitki yaprağındaki Hastalık Şiddeti (%HŞ) değerlendirmeleri için Hastalık Şiddeti (%HŞ)-Yansıma (reflektans) değerleri arasındaki Çoklu Korelasyon ilişkileri incelendiğinde;

Kızıltan 91 çeşidinde; Yüksek korelasyon değerlerine erken dönemde Kırmızı+Kırmızı Sınır+ Yakın Kızıl Ötesi bölgede **675-875 nm** bant aralığında düşük korelasyon belirlenmiştir ($R^2=0.110$). Erken-Orta dönemde Kırmızı+Kırmızı sınır+Yakın Kızıl Ötesi bölgede **665-831 nm** bant aralığında düşük korelasyon tespit edilmiştir ($R^2= 0.165/0.406$). Yeşil bölge içerisinde yer alan **513-558 nm**'lik bant aralığında yüksek korelasyon saptanmıştır. **Orta-Geç** dönemde yüksek korelasyon değişimleri Yeşil bölgede 506-541 nm de ve 686-871 nm'lik bant aralığının içerisinde yer aldığı Kırmızı+Kırmızı Sınır+ Yakın Kızıl Ötesi bölgede belirlenmiştir ($R^2= 0.168/0.410$) (Şekil 4. 39). **Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde;** hastalık şiddetinin belirlenmesinde Yeşil bölgede 501-541 nm'de

681-871 nm Kırmızı+Kırmızı sınır+Yakın Kızıl Ötesi bölgede etkili olduğu tespit edilmiştir. ($R^2=0.159/0.398$). Fenolojik dönemlere göre hastalık şiddetinin tahmininde öne çıkan vejetasyon indeksler aşağıda verilmiştir (Tablo 4.19).

Tablo 4. 19. Kızıltan 91 Çeşidinde Hastalık Şiddetinin (%HŞ) Tahmininde Öne Çıkan Vejetasyon İndeksleri ve Hastalık Tahmin Regresyon Denklemleri.

Dönem 2018-2019	Gelişme Dönemi	Vejetasyon İndeks (VI)	Bant Aralığı (nm)	Korelasyon (R^2)	RMSE	%SE	Regresyon Denklemi (DI) Cross-Validation
Hastalık Uygulama Dozları (%0, %25, %50, %100)	10.5.1 (25 Mayıs 2019)	SRPI	680-430	0.476**	2.786	5.803	$y = 0.2267x + 6.2122$
		NPCI	680-430	-0.463**	2.808	5.849	$y = 0.2144x + 6.311$
		ARI	700-550	-0.396**	2.908	6.059	$y = 0.1571x + 6.7714$
		SIPRI	800-445	-0.385**	2.923	6.090	$y = 0.1485x + 6.8397$
		PhRI	550-531	-0.333*	2.986	6.221	$y = 0.1112x + 7.14$
		NVI	777-673	0.324*	2.997	6.244	$y = 0.1049x + 7.1909$
		PRI	570-531	-0.302*	3.019	6.290	$y = 0.0914x + 7.2991$
		NDVI	830-675	0.233	3.080	6.418	$y = 0.0543x + 7.5978$
	10.5.3 (06 Haziran 2019)	RVPI	845-770	-0.739**	2.202	4.588	$y = 0.5459x + 5.3133$
		SR	845-770	-0.739**	2.202	4.588	$y = 0.5459x + 5.3133$
		YRI	736-419	0.696**	2.345	4.886	$y = 0.485x + 6.0255$
		TVI	750-550	0.690**	2.366	4.930	$y = 0.4748x + 6.1145$
		DVI	890-670	0.679**	2.401	5.001	$y = 0.4604x + 6.3141$
		TCARI	700-550	0.646**	2.494	5.196	$y = 0.4175x + 6.815$
		RVSI	752-712	-0.664**	2.443	5.089	$y = 0.4413x + 6.5369$
		RDVI	800-670	0.643**	2.504	5.216	$y = 0.413x + 6.8684$
	10.5.4 (15 Haziran 2019)	NRI	670-570	0.623**	2.556	5.326	$y = 0.3881x + 7.1589$
		MCARI	701-549	0.615**	2.577	5.370	$y = 0.3779x + 7.278$
		SRPI	680-430	0.514**	2.467	5.141	$y = 0.2642x + 8.8785$
		NPCI	680-430	-0.514**	2.467	5.139	$y = 0.2647x + 8.8725$
		PSRI	750-500	-0.487**	2.512	5.233	$y = 0.2375x + 9.2007$
		LCCI	750-705	0.483**	2.519	5.248	$y = 0.2332x + 9.2525$
		NBNDVI	850-680	0.472**	2.536	5.284	$y = 0.2225x + 9.3814$
		MSR	800-670	0.466**	2.545	5.302	$y = 0.2173x + 9.4447$
		NDVI	830-675	0.452**	2.565	5.345	$y = 0.2047x + 9.5972$
		GNDVI	750-550	0.435**	2.591	5.397	$y = 0.1889x + 9.7876$
		NVI	777-673	0.417**	2.615	5.448	$y = 0.1737x + 9.9704$

*: Pearson Korelasyonu $p < 0.05$ düzeyinde önemli (2 kuyruklu)

**: Pearson Korelasyonu $p < 0.01$ düzeyinde önemli (2 kuyruklu)

Çeşit-1252 buğday çeşidinde; Yüksek korelasyon değerlerine erken dönemde görünür bölge içerisinde mavi bölgede **396-430 nm**, Kırmızı Sınır bantlarından **730-855 nm** ve NIR bölgesinde ise **931-1055 nm** bant aralığında gözlenmiştir. Erken-orta dönemde ise korelasyon değişimi en fazla Kırmızı+Kırmızı Sınır bölgede 614-706 nm bant aralığında ve Yakın Kızıl Ötesi bantlarından **753-859 nm** aralığında belirlenmiştir ($R^2 = 0.085$). Orta-geç dönemde ise görünür bölgeden başlamak üzere NIR bölgesine doğru azalan bir korelasyon gözlemlenmiştir. Bu dönemde hastalık şiddetini belirlemede kullanılacak olan **780-803 nm** ve **868-967 nm** bant aralıklarında NIR bölgesinde etkili olduğu saptanmıştır ($R^2 = 0.308$). **Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde;** Yeşil+Kırmızı bölge içerisinde yer alan **544-677 nm**'lik ve NIR bölgesinin **757-993 nm**'lik bant aralığının hastalık şiddetini belirlemede etkili olduğu gözlenmiştir (Şekil 4. 40). Fenolojik dönemlere göre hastalık şiddetinin tahmininde öne çıkan vejetasyon indeksler aşağıda verilmiştir (Tablo 4. 20).

Tablo 4. 20. Çeşit-1252 Çeşidinde Hastalık Şiddetinin (%HŞ) Tahmininde Öne Çıkan Vejetasyon İndeksleri ve Hastalık Tahmin Regresyon Denklemleri.

Dönem 2018-2019	Gelişme Dönemi	Vejetasyon İndeks (VI)	Bant Aralığı (nm)	Korelasyon (R ²)	RMSE	%SE	Regresyon Denklemi (DI) Cross-Validation
Hastalık Uygulama Dozları (%0, %25, %50, %100)	10.5.1 (25 Mayıs 2019)	TCARI	700-550	-0.442**	3.443	7.174	y = 0.1949x + 5.8239
		NBNDVI	850-680	0.429**	3.467	7.222	y = 0.184x + 5.9026
		NVI	777-747	0.427**	3.470	7.230	y = 0.1822x + 5.9151
		CARI	700-550	-0.423**	3.477	7.243	y = 0.1792x + 5.937
		LCCI	750-705	0.413**	3.495	7.282	y = 0.1704x + 6.0007
		NDVI	830-675	0.409**	3.501	7.294	y = 0.1676x + 6.0208
		MSR	800-670	0.393**	3.529	7.353	y = 0.1543x + 6.1175
		MCARI	701-549	-0.376**	3.556	7.409	y = 0.1414x + 6.2111
	10.5.3 (06 Haziran 2019)	PhRI	550-531	-0.313**	6.927	14.432	y = 0.0977x + 14.287
		PRI	570-531	-0.256	7.050	14.688	y = 0.0654x + 14.798
		LCCI	750-705	-0.233	7.091	14.774	y = 0.0544x + 14.972
		WI	970-900	0.227	7.102	14.796	y = 0.0516x + 15.017
		MCARI	701-549	0.179	7.175	14.948	y = 0.032x + 15.327
		TCARI	700-550	0.154	7.206	15.012	y = 0.0236x + 15.459
		NVI	777-673	-0.195	7.301	15.211	y = -7E-05x + 15.044
	10.5.4 (15 Haziran 2019)	SRPI	680-430	0.733**	2.604	5.425	y = 0.5377x + 4.0261
		NPCI	680-430	-0.731**	2.615	5.447	y = 0.534x + 4.057
		PRI	570-531	-0.690**	2.773	5.777	y = 0.4758x + 4.5653
		NRI	670-570	0.678**	2.814	5.862	y = 0.4603x + 4.7005
		PhRI	550-531	-0.668**	2.851	5.939	y = 0.446x + 4.8254
		GI	677-554	0.625**	2.989	6.227	y = 0.3911x + 5.3001
		GNDVI	750-550	-0.604**	3.051	6.356	y = 0.3653x + 5.5273
		PSRI	750-500	-0.480**	3.359	6.998	y = 0.2308x + 6.7009
		NDVI	830-675	-0.436**	3.447	7.182	y = 0.19x + 7.0536

*: Pearson Korelasyonu p<0.05 düzeyinde önemli (2 kuyruklu)

**: Pearson Korelasyonu p<0.01 düzeyinde önemli (2 kuyruklu)

Eminbey buğday çeşidinde; Yüksek korelasyon değerlerine erken dönemde, Kırmızı bölgede 603-689 nm ve Kırmızı Sınır bölgede yer alan 699-732 nm bant aralığında yüksek korelasyon gözlenmiştir ($R^2=0.519$). Erken-orta dönemde (06 Haziran 2019) ise korelasyon değişimi en fazla Kırmızı+Kırmızı Sınır + NIR bantlarında **675 -797 nm** aralığında belirlenmiştir. Orta-geç dönemde ise görünür bölgeden başlamak üzere NIR bölgesine doğru stabil yüksek korelasyon değerleri saptanmıştır. Görünür bölge içerisinde kalan Mavi+Yeşil+Kırmızı bölgede 439-686 nm ve NIR bölgesinde 829-878 nm bant aralığında düşük korelasyon göstermiştir ($R^2=0.211$). **Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde;** Mavi+Yeşil+Kırmızı bölge içerisinde yer alan **496-614 nm**'lik bölgede ve yine Kırmızı+Kırmızı sınır bölgenin içine aldığı **682-723 nm**'lik bant aralığında etkili korelasyonlara rastlanmıştır ($R^2=0.037$) (Şekil 4. 41). Fenolojik dönemlere göre hastalık şiddetinin tahmininde öne çıkan vejetasyon indeksler aşağıda verilmiştir (Tablo 4. 21)

Tablo 4. 21. Eminbey Çeşidinde Hastalık Şiddetinin (%HŞ) Tahmininde Öne Çıkan Vejetasyon İndeksleri ve Hastalık Tahmin Regresyon Denklemleri.

Dönem 2018- 2019	Gelişme Dönemi	Vejetasyon İndeks (VI)	Bant Aralığı (nm)	Korelasyon (R ²)	RMSE	%SE	Regresyon Denklemi (DI) Cross-Validation
Hastalık Uygulama Dozları (%0, %25, %50, %100)	10.5.1 (25 Mayıs 2019)	GI	677-554	0.808**	2.020	4.208	y = 0.6524x + 4.1834
		NRI	670-570	0.802**	2.045	4.261	y = 0.6436x + 4.2888
		PSRI	750-500	-0.757**	2.239	4.665	y = 0.5728x + 5.1409
		ARI	700-550	-0.693**	2.469	5.144	y = 0.4806x + 6.2503
		SRPI	680-430	0.681**	2.508	5.224	y = 0.4643x + 6.447
		RVSI	752-712	-0.651**	3.032	6.317	y = 0.2166x + 9.4288
		SR	845-770	-0.649**	2.608	5.432	y = 0.4207x + 6.9657
		DVI	890-670	-0.552**	2.856	5.951	y = 0.3048x + 8.3652
		MSR	800-670	0.547**	2.869	5.977	y = 0.2988x + 8.4385
	10.5.3 (06 Haziran 2019)	WI	970-900	0.480**	1.321	2.752	y = 0.2309x + 12.563
		MSR	800-670	0.470**	1.329	2.770	y = 0.2208x + 12.727
		NDVI	830-675	0.468**	1.331	2.773	y = 0.2189x + 12.758
		NBNDVI	850-680	0.464**	1.334	2.779	y = 0.2154x + 12.815
		CARI	700-550	-0.457**	1.340	2.792	y = 0.2084x + 12.929
		SIPI	800-445	-0.409**	1.374	2.863	y = 0.1673x + 13.602
		PSRI	750-500	-0.404**	1.377	2.870	y = 0.1636x + 13.661
	10.5.4 (15 Haziran 2019)	WI	970-900	0.552**	1.443	3.006	y = 0.0557x + 14.164
		ARI	700-550	-0.521**	1.267	2.640	y = 0.2715x + 10.928
		NLI	845-770	-0.458**	1.320	2.750	y = 0.2095x + 11.858
		CARI	700-550	0.414**	1.351	2.815	y = 0.1718x + 12.424
		NPCI	680-430	0.409**	1.355	2.823	y = 0.1671x + 12.494
		YRI	736-419	0.405**	1.357	2.828	y = 0.1644x + 12.534
		SRPI	680-430	-0.403**	1.359	2.830	y = 0.1627x + 12.559
		SIPI	800-445	0.401**	1.360	2.833	y = 0.1609x + 12.586

*: Pearson Korelasyonu p<0.05 düzeyinde önemli (2 kuyruklu)

**: Pearson Korelasyonu p<0.01 düzeyinde önemli (2 kuyruklu)

Mirzabey 2000 çeşidinde, Yüksek korelasyon değerlerine visible bölgeden başlamak üzere (437 nm) Yakın Kızıl Ötesi bölge içerisinde yer alan **881 nm**'ye kadar olan bant aralığında rastlanmıştır (R²=0.498). Erken-orta dönemde (06 Haziran 2019) ise korelasyon değişimi en fazla kırmızı sınır bantlarından **692-842 nm** aralığında gözlemlenmiştir (R²= 0.121). Orta-geç dönemde ise görünür bölgeden (Mavi) başlamak üzere Yakın Kızıl Ötesi bölgeye doğru **443-682 nm** korelasyon değerlerinde bir artış, Yakın Kızıl Ötesi bölgede ise **756-970 nm** aralığında düşük korelasyon değerleri belirlenmiştir (R²= 0.003). **Tüm dönemler birlikte değerlendirildiğinde;** Yeşil+Kırmızı bölge içerisinde yer alan **586-689 nm**'lik ve Kırmızı+Kırmızı Sınır+Yakın Kızıl Ötesi bölgede yer alan **711-921 nm**'lik bant aralıklarında yüksek korelasyon belirlenmiştir (R²=0.434) (Şekil 4. 42). Fenolojik dönemlere göre hastalık şiddetinin tahmininde öne çıkan vejetasyon indeksler aşağıda verilmiştir (Tablo 4.22).

Tablo 4. 22. Mirzabey 2000 Çeşidinde Hastalık Şiddetinin (%HŞ) Tahmininde Öne Çıkan Vejetasyon İndeksleri ve Hastalık Tahmin Regresyon Denklemleri.

Dönem 2018- 2019	Gelişme Dönemi	Vejetasyon İndeks (VI)	Bant Aralığı (nm)	Korelasyon (R ²)	RMSE	%SE	Regresyon Denklemi (DI) Cross-Validation
Hastalık Uygulama Dozları (%0, %25, %50, %100)	10.5.1 (25 Mayıs 2019)	NRI	670-570	-0.607**	1.722	3.588	y = 0.2306x + 14.619
		PSRI	750-500	0.480**	1.793	3.735	y = 0.1665x + 15.836
		ARI	700-550	-0.408**	1.913	3.986	y = 0.0506x + 18.039
		GI	677-554	0.453**	1.750	3.647	y = 0.2054x + 15.097
		NPCI	680-430	-0.402**	1.798	3.746	y = 0.1613x + 15.935
		SRPI	680-430	0.396**	1.803	3.756	y = 0.1569x + 16.019
		WI	970-900	0.382**	1.814	3.781	y = 0.1457x + 16.231
	10.5.3 (06 Haziran 2019)	NDVI	830-675	0.256	4.435	9.239	y = 0.0653x + 25.782
		NVI	777-673	0.249	4.443	9.256	y = 0.0618x + 25.88
		NBNDVI	850-680	0.238	4.455	9.282	y = 0.0566x + 26.025
		MSR	800-670	0.231	4.463	9.297	y = 0.0535x + 26.108
		LCCI	750-705	0.225	4.469	9.310	y = 0.0508x + 26.18
		GNDVI	750-550	0.210	4.485	9.343	y = 0.0441x + 26.365
		RVSİ	752-712	0.194	4.500	9.374	y = 0.0377x + 26.544
	10.5.4 (15 Haziran 2019)	NPCI	680-430	0.491**	3.930	8.188	y = 0.241x + 17.646
		SRPI	680-430	-0.479**	3.961	8.252	y = 0.2291x + 17.922
		SİPI	800-445	0.410**	4.114	8.572	y = 0.1682x + 19.339
		MSR	800-670	-0.352*	4.222	8.797	y = 0.124x + 20.367
		PSRI	750-500	0.330*	4.259	8.873	y = 0.1087x + 20.724
		NVI	777-673	-0.315*	4.281	8.919	y = 0.0994x + 20.939

*: Pearson Korelasyonu p<0.05 düzeyinde önemli (2 kuyruklu)

**: Pearson Korelasyonu p<0.01 düzeyinde önemli (2 kuyruklu)

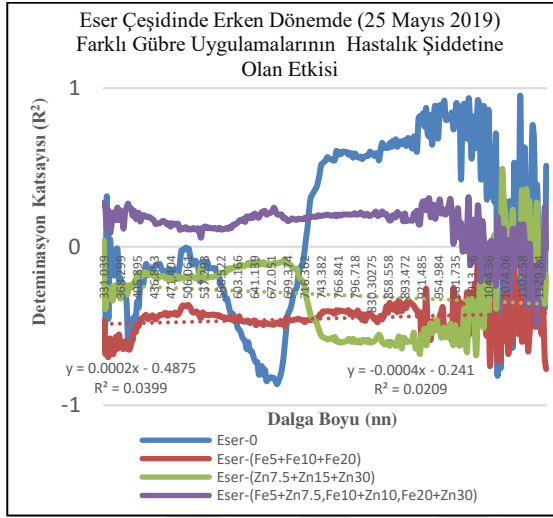
4.6. Mineral Gübre Uygulamalarının Hastalık Şiddetine olan Etkisinin Spektral Özellikler Yönünden İncelenmesi

4.6.1. Ekmeklik Çeşitlerde Mineral Gübre Uygulamalarının Hastalık Şiddetine olan Etkisinin Spektral Özellikleri Yönünden İncelenmesi

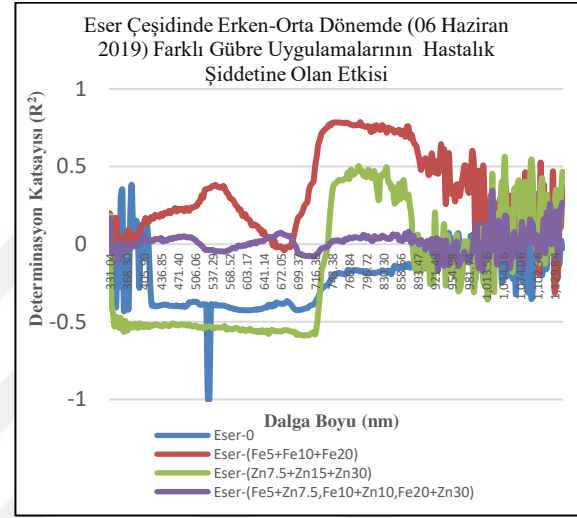
Eser çeşidinde; Erken dönemde gübre uygulama yapılması yapılmayan alanlardaki bitkiler de **551-680 nm** Yeşil+Kırmızı bölgede düşük korelasyon gözlenirken **680 nm**'den itibaren Kırmızı+Kırmızı Sınır ve NIR bölgesinde yüksek korelasyon değerleri belirlenmiştir.

Farklı dozda Demir (Fe) dozu uygulamaları (Fe₅+Fe₁₀+Fe₂₀) görünür ve Yakın Kızıl Ötesi bölge bantları boyunca önemli bir korelasyon değişimi belirlerken, hastalık şiddetinde sınırlı bir azalmaya sebep olmuştur. Farklı dozda Çinko (Zn) uygulamalarının Kırmızı Sınır bölgeden itibaren (**730-900 nm**) (Zn_{7.5}+Zn₁₅+Zn₃₀) hastalık şiddetinde artışa neden olduğu belirlenmiştir. Farklı dozda Fe+Zn gübre dozu uygulamaları Yakın Kızıl Ötesi bölgede (Fe₅+Zn_{7.5}, Fe₁₀+Zn₁₅, Fe₂₀+Zn₃₀) hastalık değişiminde önemli bir değişikliğe neden olmadığı belirlenmiştir (Şekil 4.51, 4.52, 4.53, 4.54). **Fenolojik dönemlerde gübre uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde; Eser çeşidinin, gübre uygulamalarına olan reaksiyonları hastalık şiddetindeki değişiminde en yüksek korelasyon değerlerinin**

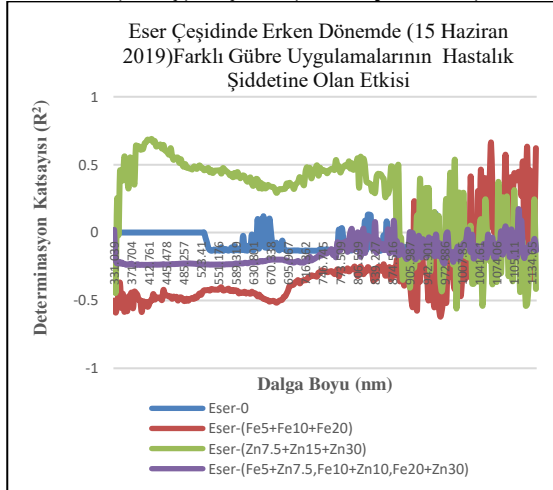
belirlendiği Orta-Geç ve Geç dönem olduğu saptanmıştır. Orta-Geç dönemde Fe ve Zn uygulamalarının yüksek korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir ($R^2 = 0.538$ ve 0.522). Geç dönemde Zn uygulamalarında yüksek ($R^2 = 0.455$) korelasyon belirlenmiştir. Araştırma sonucu, Eser çeşidinin gübre uygulamalarının hastalık şiddetine olan etkisi en fazla Zn uygulamalarında belirlenmiştir. Bu etki erken dönemde hastalık şiddetini artırıcı, geç dönemlerde azaltıcı şeklinde olduğu saptanmıştır (Tablo 4.23).



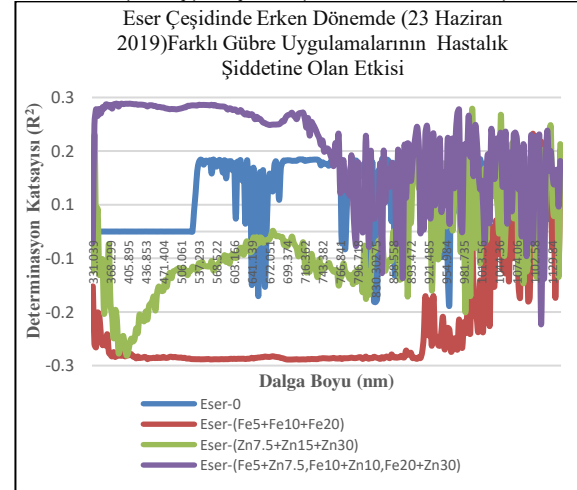
Şekil 4. 51. Eser Çeşidinde Gübre Uygulama-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (25 Mayıs 2019).



Şekil 4. 52. Eser Çeşidinde Gübre Uygulama-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (06 Haziran 2019).



Şekil 4. 53. Eser Çeşidinde Gübre Uygulama-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (15 Haziran 2019).



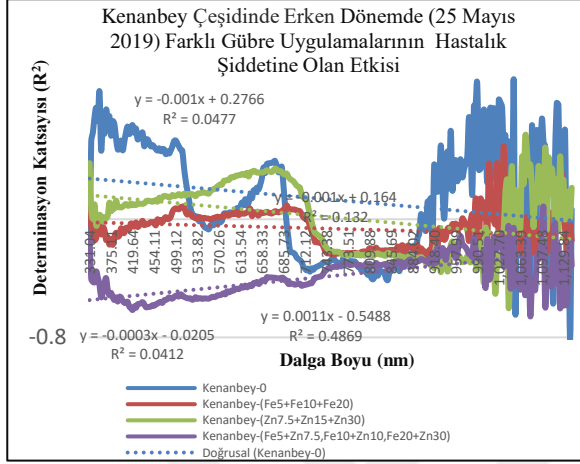
Şekil 4. 54. Eser Çeşidinde Gübre Uygulama-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (23 Haziran 2019).

Tablo 4. 23. Eser Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Gübre Uygulama Dozlarında Sarı Pasa Etkili Spektral Bant Aralıkları ve Regresyon Eşitlikleri.

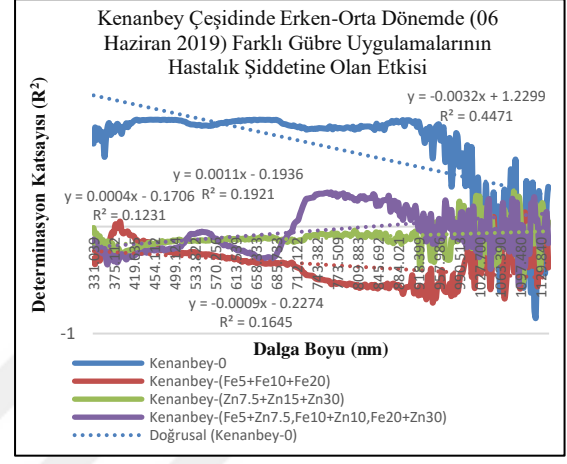
Dönem	Uygulama	R ²	Etkili Bant Aralığı (nm)	Regresyon Denklemi
Erken Dönem 25 Mayıs 2019 10.5.1	Gübresiz (0)	0.335	685-1027	y = 0.0036x - 0.4019
	Fe5+Fe10+Fe20	0.040	730-900	y = 0.0002x - 0.4875
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.020	695-918	y = -0.0004x - 0.241
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.209	839-972	y = -0.0007x + 0.2342
Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019 10.5.3	Gübresiz (0)	0.261	699-1074	y = 0.0013x - 0.3888
	Fe5+Fe10+Fe20	0.051	677-886	y = 0.0007x + 0.2325
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.467	716-886	y = 0.0032x - 0.6305
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.015	719-884	y = 0.0001x - 0.0046
Orta-Geç Dönem 15 Haziran 2019 10.5.4	Gübresiz (0)	0.095	777-822	y = -0.0002x - 0.03
	Fe5+Fe10+Fe20	0.538	675-918	y = 0.0023x - 0.6293
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.522	675-819	y = -0.0026x + 0.6517
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.439	712-830	y = 0.0006x - 0.2536
Geç Dönem 23 Haziran 2019 5. 11.1	Gübresiz (0)	0.095	531-630	y = 0.0002x + 0.0352
	Fe5+Fe10+Fe20	0.421	905-1060	Y = 0.0008x - 0.2985
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.455	819-1079	y = 0.0007x - 0.1336
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.439	729-1074	y = -0.0006x + 0.2536

Kenanbey çeşidinde; Fe (Fe₅+Fe₁₀+Fe₂₀) uygulamalarının geç dönemde (23 Haziran 2019) NIR bölgesinde (402-1076 nm) yüksek korelasyon değerleri gösterdiği belirlenmiştir (R² = 0.716). Gübre uygulaması yapılmayan bitkilerde, hastalık şiddeti değerlerinde en çok hastalık artışı, erken dönemde Fe₅ dozunda kayıt edilmiş (%71.40) ve bunu Fe₂₀ dozu takip etmiştir (%28.55). Farklı Zn dozu uygulamalarında (Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₃₀) erken dönemde Kırmızı Sınır+NIR bölgesinde **726-1027 nm** bant aralığında hastalık şiddeti değerlerinde artış gözlenmiştir (%71.40, %35.67, %7.12). Fe+Zn farklı doz uygulamaları (Fe₅+Zn_{7.5}, Fe₁₀+Zn₁₅, Fe₂₀+Zn₃₀) erken dönemde **447-1058 nm** bant aralığında yüksek hastalık şiddeti (%HŞ) değerleri belirlenmiştir (%21.42, %17.84, %42.85). Erken-Orta dönemde farklı dozda Fe uygulamaları NIR bölgesinde **945-1102 nm** bant aralığında Fe₅, Fe₁₀ uygulamalarında hastalık şiddetinde artışa sebep olduğu belirlenmiştir (%6.25). Zn₁₅ ve Fe+Zn_{5+7.5} dozlarında **726-1027 nm** bant aralığında hastalık şiddetinde artış tespit edilmiştir (%6.25) (Şekil 4. 26 a,b,c,d). Orta-Geç dönemde hastalık şiddetinde artış Fe₅+Zn_{7.5} dozunda Görünür+Kırmızı ve NIR bölgesi bantları boyunca **412-1016 nm** bant aralığında tespit edilmiştir (%8.70). Geç dönemde hastalık şiddetinde artış, **402-1076 nm** bant aralığında Fe₅ dozunda belirlenmiştir (%3.45). **Fenolojik dönemlerde gübre uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde;** Kenanbey çeşidinde gübre uygulamalarına karşı hastalık şiddeti değişiminde en yüksek korelasyon değerlerine geç dönemde Fe dozu ve erken dönemde

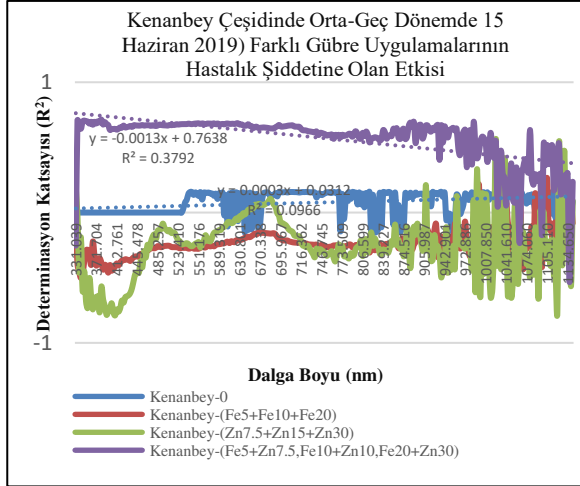
Fe+Zn dozu uygulamalarında rastlanmıştır ($R^2 = 0.716, 0.487$). Kenanbey çeşidinde, gübre dozlarının hastalık şiddetine olan etkisi en fazla Fe uygulamalarında gözlenmiştir. Bu etki genel olarak erken ve erken-orta dönemde Fe ve Zn uygulamalarında hastalık şiddetini artırıcı, orta-geç ve geç dönemde ise azaltıcı yönde etkili olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.55, 4.56, 4.57, 4.58) (Tablo 4.24).



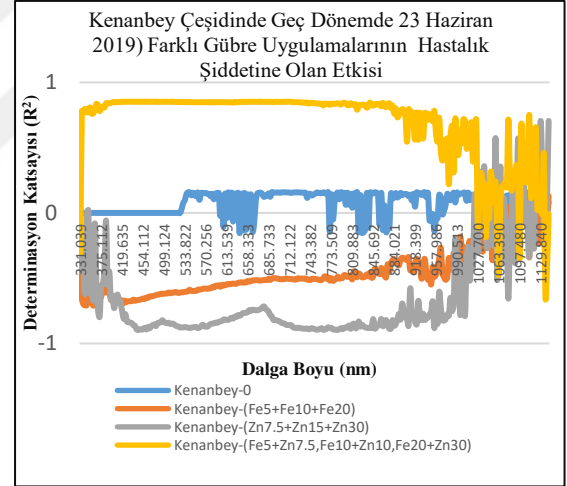
Şekil 4.55. Kenanbey Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (25 Mayıs 2019).



Şekil 4.56. Kenanbey Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (06 Haziran 2019).



Şekil 4.57. Kenanbey Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (15 Haziran 2019).



Şekil 4.58. Kenanbey Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (23 Haziran 2019).

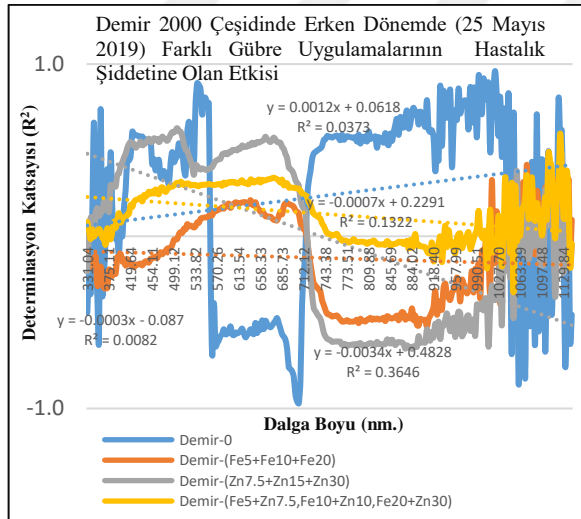
Tablo 4. 24. Kenanbey Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Gübre Uygulama Dozlarında Sarı Pasa Etkili Spektral Bant Aralıkları ve Regresyon Eşitlikleri.

Dönem	Uygulama	R ²	Etkili Bant Aralığı (nm)	Regresyon Denklemi
Erken Dönem 25 Mayıs 2019 10.5.1	Gübresiz (0)	0.048	685-893	y = -0.001x + 0.2766
	Fe5+Fe10+Fe20	0.041	692-921	y = -0.0003x - 0.0205
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.132	677-1004	y = -0.001x + 0.164
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.487	447-1058	y = 0.0011x - 0.5488
Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019 10.5.3	Gübresiz (0)	0.447	429-899	y = -0.0032x + 1.2299
	Fe5+Fe10+Fe20	0.165	945-1102	y = -0.0009x - 0.2274
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.123	726-1027	y = 0.0004x - 0.1706
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.192	680-912	y = 0.0011x - 0.1936
Orta-Geç Dönem 15 Haziran 2019 10.5.4	Gübresiz (0)	0.097	530-1120	y = 0.0003x + 0.0312
	Fe5+Fe10+Fe20	0.339	678-1102	y = 0.0008x - 0.3471
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.045	692-1137	y = 0.0006x - 0.3429
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.379	412-1016	y = -0.0013x + 0.7638
Geç Dönem 23 Haziran 2019 5. 11.1	Gübresiz (0)	0.097	530-1120	y = 0.0003x + 0.0312
	Fe5+Fe10+Fe20	0.716	402-1076	y = 0.0021x - 0.7488
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.255	678-1036	y = 0.0021x - 0.9591
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.412	375-1038	y = -0.0021x + 1.0055

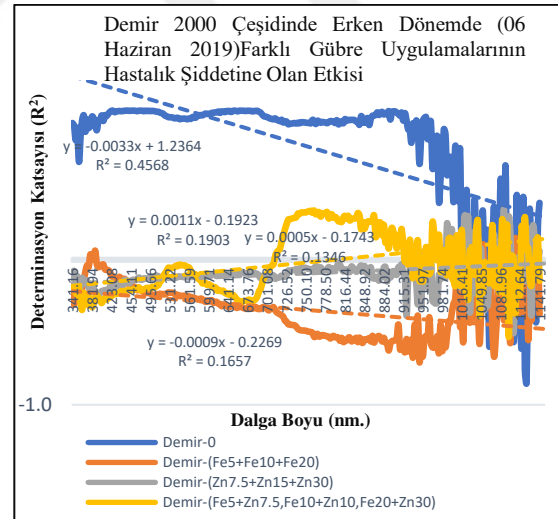
Demir 2000 çeşidinde; Elektromanyetik spektrum üzerinde hastalık şiddetine bağlı olarak dalga geçişlerini ortaya koymak ve etkili bant kombinasyonlarını ortaya çıkarmak için kanopinin ortalama spektral yansıma değerleri ile hastalık şiddeti arasındaki Çoklu Korelasyon değerleri incelenmiştir. Gübre uygulaması yapılmayan bitkilerde korelasyon değerleri **706-1058** nm bant aralığında gözlenmiştir. Erken dönemde farklı Fe dozu uygulamalarında hastalık şiddeti değerlerinde artış gözlenmiş olup, en yüksek artış Fe₅ dozunda NIR bölgesinde **695-1022** nm bant aralığında belirlenmiştir. Erken dönemde Zn uygulamaları görünür Yeşil+Kırmızı bölgede **568-678 nm** ve Kırmızı+Kırmızı Sınır+NIR bölgesi aralığında (**677-1036 nm**) yüksek korelasyon değerleri tespit edilmiştir (R²= 0.365). Fe₅+Zn_{7.5} dozu uygulamaları hastalık şiddeti değişiminde Kırmızı Sınır+NIR bölgesinde **689-1013** nm bant aralığında %28.55' lik bir artış göstermiştir. Erken dönemde NIR bölgesi hastalığa karşı daha az hassasken, daha geç dönemde bu bölgenin hastalığa olan hassasiyeti artmıştır. Erken-Orta dönemde gübre uygulaması yapılmayan bitkiler incelendiğinde, korelasyon değerleri **416-918** nm aralığında belirlenirken, Fe dozu uygulamalarında (Fe₅, Fe₁₀, Fe₂₀) hastalık şiddetinde önemli bir değişim gözlenmezken, Fe+Zn₁₀₊₁₅ uygulamasında Kırmızı Sınır+Yakın Kızıl Ötesi bölgede **675-918** nm bant aralığında artış belirlenmiştir (%6.25).

Orta-Geç dönemde Fe ve Zn farklı doz uygulamalarında hastalık reaksiyonlarında artışlara rastlanmıştır. Fe₁₀ ve Fe₂₀ doz uygulamalarında hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerde sırasıyla %9.52 ve %14.29 artış, Zn₃₀ uygulamasında ise %14.29 ve Fe+Zn_{5+7.5} uygulamasında ise %4.76 'lık bir artış gözlenmiştir. Fe dozunda gerçekleşen hastalık reaksiyonu şiddeti artışları Kırmızı+Kırmızı Sınır+NIR **671-1137** nm bant aralığında, Zn uygulamasında ortaya çıkan hastalık reaksiyonu şiddeti artışları ise aynı bölgenin **896-115** nm bant aralığında gözlemlenmiştir ($R^2=0.175$). Fe+Zn_{5+7.5} dozundaki artış ise **378-909** nm bant aralığında gerçekleşmiştir.

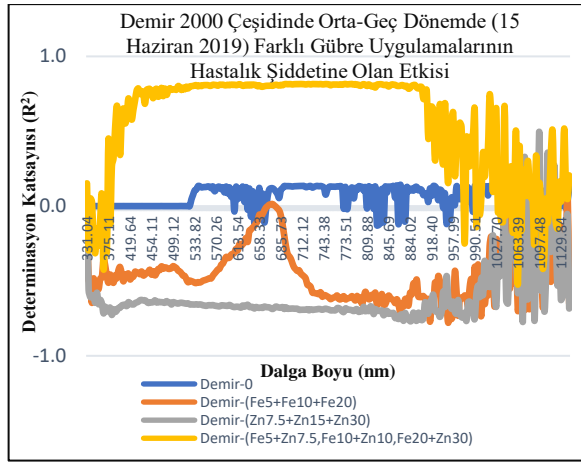
Geç dönemde yüksek korelasyon değerlerine farklı Fe dozlarında **510-905** nm bant aralığında rastlanmıştır ($R^2= 0.499$). Fe uygulama dozlarının hepsinde (Fe₅, Fe₁₀, Fe₂₀) hastalık şiddetinde artış gözlemlenmiştir (%12, %8, %12). Farklı Zn dozu uygulamaları (Zn_{7.5} ve Zn₁₅) ise **803-1089** nm bant aralığında etkili olmuş, hastalık şiddetinde artışa sebep olduğu tespit edilmiştir (%8, %12). Demir 2000 çeşidinde farklı dozda Fe+Zn uygulama kombinasyonları **485-942** nm bant aralığında etkili olmuş, gübre uygulaması yapılmayan bitkilerle karşılaştırıldığında Fe₅+Zn_{7.5} ve Fe₂₀+Zn₃₀ dozlarında hastalık şiddetinde artışa sebep olduğu belirlenmiştir (%12, %12) (Şekil 4. 59, 4.60, 4.61, 4.62) (Tablo 4.25).



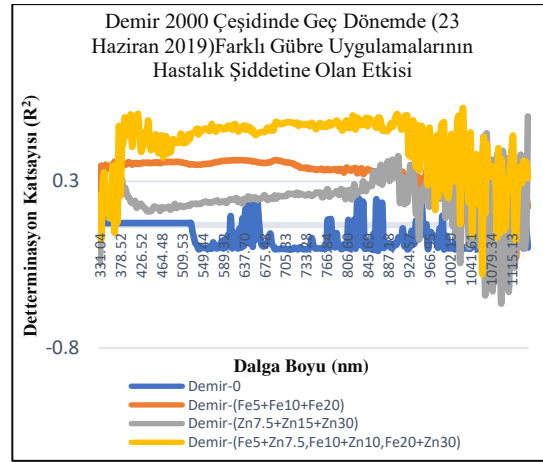
Şekil 4. 59. Demir 2000 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (25 Mayıs 2019).



Şekil 4. 60. Demir 2000 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (06 Haziran 2019).



Şekil 4. 61. Demir 2000 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (15 Haziran 2019).



Şekil 4. 62. Demir 2000 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (23 Haziran 2019).

Tablo 4. 25. Demir 2000 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Gübre Uygulama Dozlarında Sarı Pasa Etkili Spektral Bant Aralıkları ve Regresyon Eşitlikleri.

Dönem	Uygulama	R ²	Etkili Bant Aralığı (nm)	Regresyon Denklemi
Erken Dönem 25 Mayıs 2019 10.5.1	Gübresiz (0)	0.037	706-1058	y = 0.0012x + 0.0618
	Fe5+Fe10+Fe20	0.008	695-1022	y = -0.0003x - 0.087
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.365	677-1036	y = -0.0034x + 0.4828
	Fe5+Zn7.5, Fe10+Zn15, Fe20+Zn30	0.132	689-1013	y = -0.0007x + 0.2291
Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019 10.5.3	Gübresiz (0)	0.457	416-918	y = -0.0033x + 1.2364
	Fe5+Fe10+Fe20	0.166	709-1047	y = -0.0009x - 0.2269
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.135	719-972	y = 0.0005x - 0.1743
	Fe5+Zn7.5, Fe10+Zn15, Fe20+Zn30	0.190	675-918	y = 0.0011x - 0.1923
Orta-Geç Dönem 15 Haziran 2019 10.5.4	Gübresiz (0)	0.087	532-942	y = 0.0002x + 0.0312
	Fe5+Fe10+Fe20	0.010	671-1137	y = -0.0002x - 0.42
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.175	896-1115	y = 0.001x - 0.7494
	Fe5+Zn7.5, Fe10+Zn15, Fe20+Zn30	0.121	378-909	y = -0.0014x + 0.7808
Geç Dönem 23 Haziran 2019 11.1	Gübresiz (0)	0.087	530-948	y = -0.0003x - 0.0366
	Fe5+Fe10+Fe20	0.499	510-905	y = -0.001x + 0.4301
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.007	678-1089	y = 0.0001x + 0.1293
	Fe5+Zn7.5, Fe10+Zn15, Fe20+Zn30	0.059	485-942	y = -0.0005x + 0.5517

Bayraktar 2000 çeşidinde; Erken dönemde gübre uygulaması yapılmayan ve gübre uygulaması yapılan farklı Fe dozu (Fe₅+Fe₁₀+Fe₂₀) uygulamaları visible bölgede Yeşil bölgede **506-550 nm** kırmızı bölgede **682-700 nm** ve NIR bölgesinde **909-1068 nm** bant aralığında yüksek korelasyon değişimleri gösterdiği saptanmıştır. Farklı Zn dozu uygulamaları (Zn_{7.5}+Zn₁₅+Zn₃₀) Yeşil bölgede **506-550 nm** ve Kırmızı+NIR bölgesinde **678-924 nm** bant aralığında yüksek korelasyon, farklı dozda Fe+Zn uygulamaları (Fe₅+Zn_{7.5}, Fe₁₀+Zn₁₀, Fe₂₀+Zn₃₀) ise Yeşil bölgede **506-550 nm** ve Kırmızı+NIR

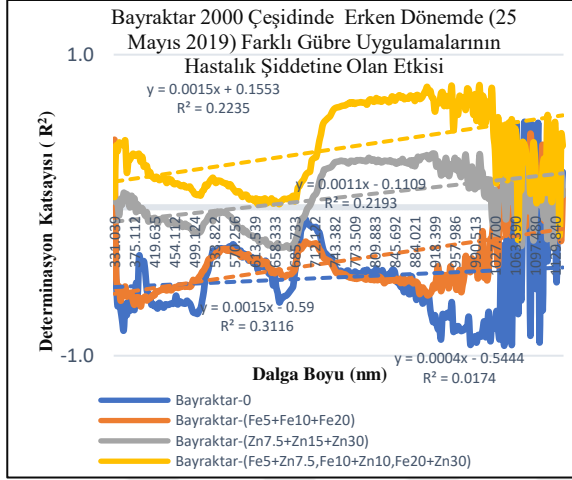
bölgesinde **685-909 nm** bant aralığında en yüksek korelasyon değerlerine ulaştığı tespit edilmiştir. Hastalık şiddeti değişimi en fazla Fe+Zn₂₀₊₃₀ ve Fe₅ ve dozlarında artış (%39.88, %19.94), Zn_{7.5} dozunda ise azalış (%40.03) olarak belirlenmiştir.

Erken-orta dönemde, gübre uygulaması yapılmayanlara göre farklı Fe dozu (Fe₅+Fe₁₀+Fe₂₀) uygulamaları visible bölgede Yeşil bölgede **506-533 nm** Kırmızı ve NIR bölgesinde **685-763 nm** bant aralığında yüksek korelasyon değişimleri belirlenmiştir. Farklı Zn dozu uygulamaları (Zn_{7.5}+Zn₁₅+Zn₃₀) Yeşil bölgede **506-550 nm** ve Kırmızı+Yakın Kızıl Ötesi **678-909 nm** bant aralığında yüksek korelasyon, farklı dozda Fe+Zn uygulamaları (Fe₅+Zn_{7.5}, Fe₁₀+Zn₁₅, Fe₂₀+Zn₃₀) ise Kırmızı+NIR bölgesinde **682-709 nm** bant aralığında en yüksek korelasyon değerlerine ulaşmıştır. Hastalık şiddetinde en fazla değişim Fe+Zn₁₀₊₁₅ ve Zn₁₅ ve Fe₅, Fe₁₀ dozlarında artış şeklinde gözlenmiştir (%49.95, %37.49). En yüksek korelasyon değerlerine tüm gübre uygulamalarında (Fe, Zn, Fe+Zn) geç dönemde (23 Haziran 2019) belirlenmiştir. Farklı Fe dozu (Fe₅+Fe₁₀+Fe₂₀) uygulamalarında erken dönemde Fe₅ ve Fe₁₀ ve Fe₂₀ uygulama dozlarında Visible+NIR bant aralıklarında (**436-893 nm**) en yüksek hastalık şiddeti artış değerlerine (%80.0) rastlanılmaktadır ($R^2 = 0.407$). Bunu orta-geç dönemdeki **809-1071 nm** bant aralığındaki Fe dozu uygulamaları takip ettiği belirlenmiştir ($R^2 = 0.407$).

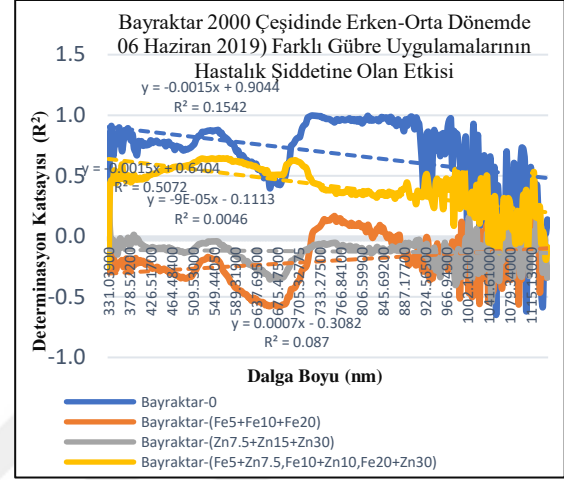
Farklı Zn dozu uygulamalarından Zn₁₅ dozu, erken ve geç dönemde hastalık şiddetinde artış (%37.49, %80.0), Zn₃₀ dozu ise erken-orta dönemde hastalık şiddetinde azalış gözlemlenmiştir (%50.05). Farklı Fe+Zn uygulama dozları, erken-orta dönemde yüksek korelasyon ($R^2 = 0.507$) ve hastalık şiddeti değişimleri gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle Fe+Zn₁₀₊₁₅ uygulamasının erken-orta dönemde hastalık şiddetinde yüksek oranda artış gösterdiği tespit edilmiştir (%49.95) (Şekil 4.63, 4.64, 4.65, 4.66) (Çizelge 3.33). **Fenolojik dönemlerde gübre uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde;** Bayraktar 2000 çeşidinde gübre uygulamalarına karşı hastalık şiddetindeki değişimin en yüksek korelasyon değerleri erken-orta dönemde (06 Haziran 2019) dönemde Fe+Zn dozu uygulamalarında tespit edilmiştir ($R^2 = 0.507$). Bunu orta-geç ve geç dönemde Fe dozları uygulamalarının takip ettiği belirlenmiştir ($R^2 = 0.405$ ve 0.407).

Bayraktar 2000 çeşidinin gübre uygulamalarının hastalık şiddetine olan etkisi en fazla Fe uygulamalarında olduğu tespit edilmiştir. Bu etki genel olarak Fe₅ dozunda tüm dönemlerde hastalık artışı şeklinde Fe₁₀ ve Zn₁₅ dozunda erken-orta ve orta-geç dönemde hastalık artışı şeklinde görülmektedir (%37.49). En önemli hastalık artışı değeri Fe+Zn₁₀₊₁₅ dozunda erken-orta dönemde görülmektedir (+%49.95). Hastalık şiddetinde en önemli azalmalar Zn₃₀ dozunda erken-orta ve orta-geç dönemde belirlenmiştir (%50.05 ve %39.98).

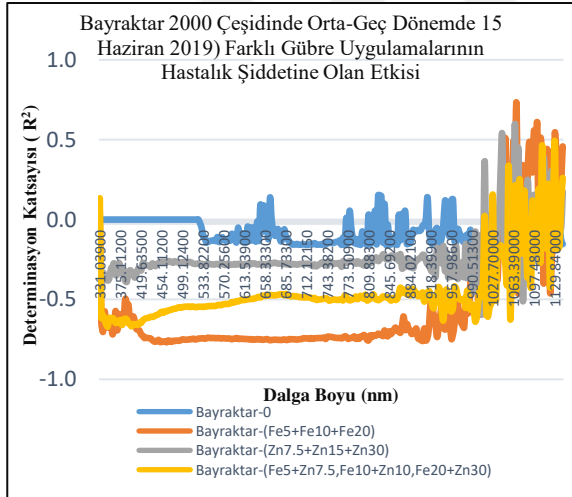
Geç dönemde en yüksek hastalık şiddeti değerlerine Görünür+NIR bölgesinde farklı Fe+Zn uygulama kombinasyonlarında rastlanmıştır. Farklı Fe ve Zn uygulamalarında ise hastalık şiddetindeki artışlar yine Görünür+NIR bölgesinde görülmüştür (Tablo 4.26).



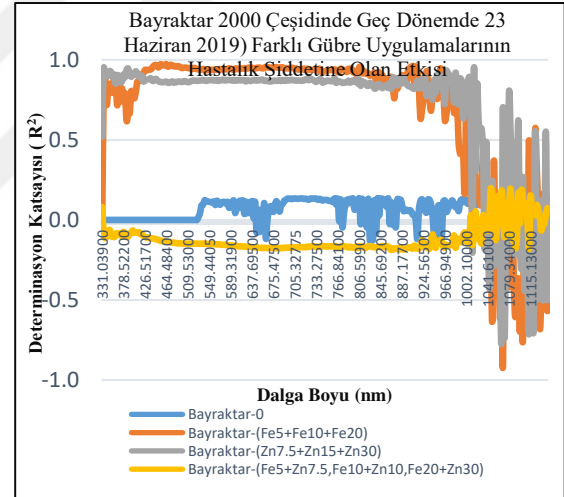
Şekil 4. 63. Bayraktar 2000 Çeşidinde Gübre Hastalık (%HŞ) İlişkisi (25 Mayıs 2019).



Şekil 4. 64. Bayraktar 2000 Çeşidinde Gübre Hastalık (%HŞ) İlişkisi (06 Haziran 2019).



Şekil 4. 65. Bayraktar 2000 Çeşidinde Gübre Hastalık (%HŞ) İlişkisi (15 Haziran 2019).



Şekil 4. 66. Bayraktar 2000 Çeşidinde Gübre Hastalık (%HŞ) İlişkisi (06 Haziran 2019).

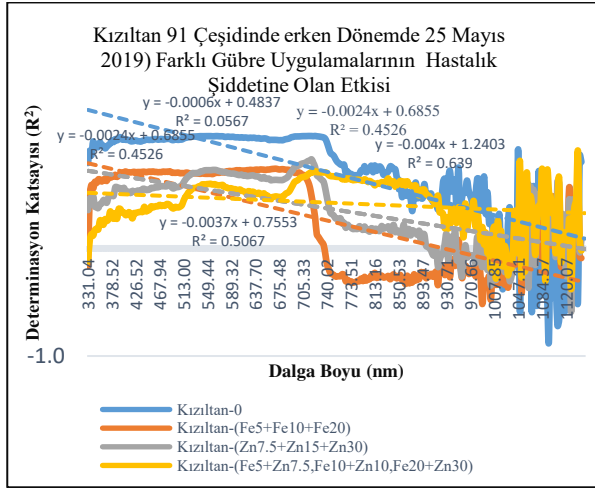
Tablo 4. 26. Bayraktar 2000 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Gübre Uygulama Dozlarında Sarı Pasa Etkili Spektral Bant Aralıkları ve Regresyon Eşitlikleri.

Dönem	Uygulama	R ²	Etkili Bant Aralığı (nm)	Regresyon Denklemi
Erken Dönem 25 Mayıs 2019 10.5.1	Gübresiz (0)	0.017	678-701	y = 0.0004x - 0.5444
	Fe5+Fe10+Fe20	0.312	668-702	y = 0.0015x - 0.59
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.219	680-918	y = 0.0011x - 0.1109
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.224	695-909	y = 0.0015x + 0.1553
Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019 10.5.3	Gübresiz (0)	0.154	678-901	y = -0.0015x + 0.9044
	Fe5+Fe10+Fe20	0.087	680-773	y = 0.0007x - 0.3082
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.005	682-753	y = -9E-05x - 0.1113
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.507	675-704	y = -0.0015x + 0.6404
Orta-Geç Dönem 15 Haziran 2019 10.5.4	Gübresiz (0)	0.081	695-960	y = -0.0003x - 0.0353
	Fe5+Fe10+Fe20	0.405	809-1071	y = 0.0026x - 0.9432
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.265	954-1076	y = 0.0009x - 0.367
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.386	927-1124	y = 0.0015x - 0.6721
Geç Dönem 23 Haziran 2019 11.1	Gübresiz (0)	0.081	525-855	y = 0.0002x + 0.0301
	Fe5+Fe10+Fe20	0.407	436-893	y = -0.0033x + 1.191
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.362	429-960	y = -0.0026x + 1.1031
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.139	972-1134	y = 0.0004x - 0.1731

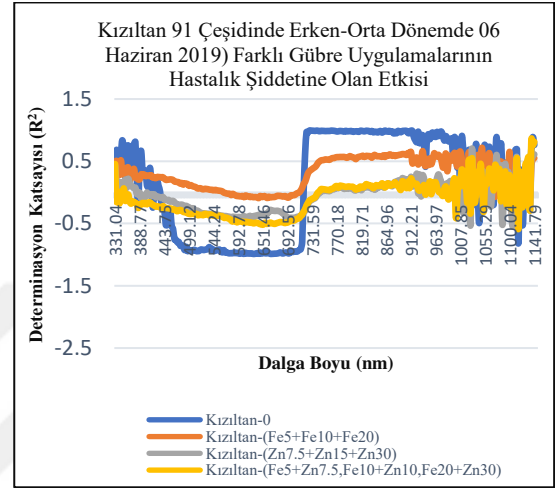
4.6.2. Makarnalık Çeşitlerde Mineral Gübre Uygulamalarının Hastalık Şiddetine olan Etkisinin Spektral Özellikleri

Kızıltan 91 çeşidinde; Erken dönemde, gübre uygulaması yapılmayan bitkilerde hastalık şiddetini belirlemede kullanılan etkili bant aralığı Yakın Kızıl Ötesi bölgede **746-1092 nm** olarak belirlenmiştir ($R^2= 0.639$). Farklı Fe uygulama dozları ($Fe_5+Fe_{10}+Fe_{20}$) altında en yüksek korelasyon değişimi Kırmızı Sınır+NIR **719-912 nm** bölgesinde gözlenmiştir ($R^2=0.507$). Farklı Fe uygulamaları erken dönemde hastalık şiddetinde azalmaya neden olurken, en fazla azalma ise Fe_5 dozunda belirlenmiştir (%55.33). Farklı Zn dozu uygulamaları ($Zn_{7.5}+Zn_{15}+Zn_{30}$) altında hastalık şiddeti değişiminin en fazla görüldüğü bant aralığı Kırmızı Sınır+NIR bölgesi bantlarında **723-990 nm** olarak hesaplanmış, $Zn_{7.5}$ dozunda hastalık şiddetinde artış (%11.17), diğer Zn dozlarında azalış belirlenmiştir (%62.17). Fe+Zn farklı doz uygulamaları ise Kırmızı Sınır+NIR bölge bantları (**680-996 nm**) hastalık değişimine (%HŞ) değişen düzeylerde etkisi belirlenmiş olup, bütün Fe+Zn uygulamalarının hastalık şiddetini azaltma yönünde etkisi olduğu belirlenmiştir (**%62.17**). **Erken-Orta dönemde,** tüm Fe, Zn ve Fe+Zn uygulamalarında hastalık şiddetinde Kırmızı Sınır+Yakın Kızıl Ötesi bölge de **680-930 nm** bant aralığında azalma gözlenmiş ($R^2= 0.398$), en fazla azalma Fe+Zn uygulamalarında gözlenmektedir (-%36.40). **Orta-Geç dönemde,**

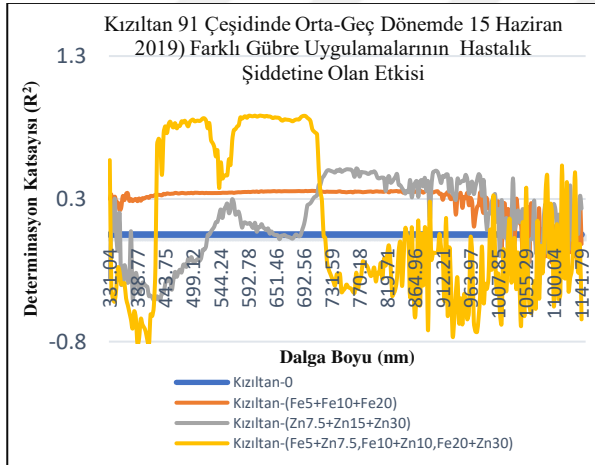
genel olarak bütün gübre uygulamalarında (Fe 5gr/5lt ve Fe+Zn 20+30 gr/5lt uygulaması hariç) hastalık şiddetinde (%HŞ) artışa sebep olduğu belirlenmiştir. En fazla hastalık artışı Zn_{7.5} uygulama dozunda belirlenmiştir (%23.79). **Geç dönemde** hastalık şiddetinde artış sadece Fe+Zn₁₀₊₁₅ dozunda gözlenmiş (%25), diğer tüm dozlarda değişim belirlenememiştir (Şekil 4.67, 4.68, 4.69, 4.70) (Tablo 4.27).



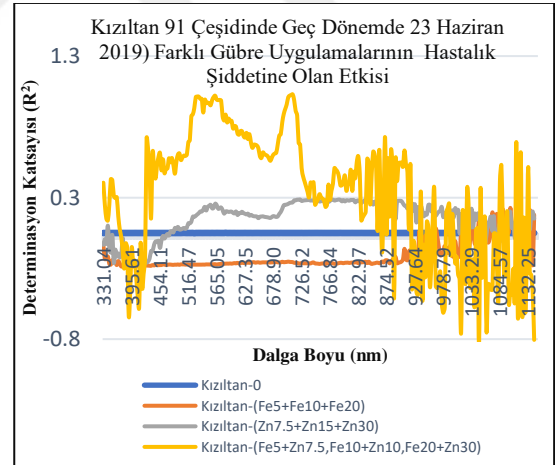
Şekil 4. 67. Kızıltan 91 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (25 Mayıs 2019).



Şekil 4. 68. Kızıltan 91 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (06 Haziran 2019).



Şekil 4. 69. Kızıltan 91 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (15 Haziran 2019).



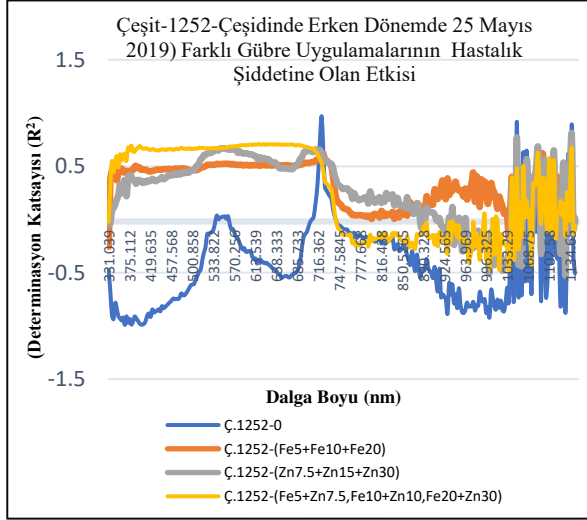
Şekil 4. 70. Kızıltan 91 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (23 Haziran 2019).

Tablo 4. 27. Kızıltan 91 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Gübre Uygulama Dozlarında Sarı Pasa Etkili Spektral Bant Aralıkları ve Regresyon Eşitlikleri.

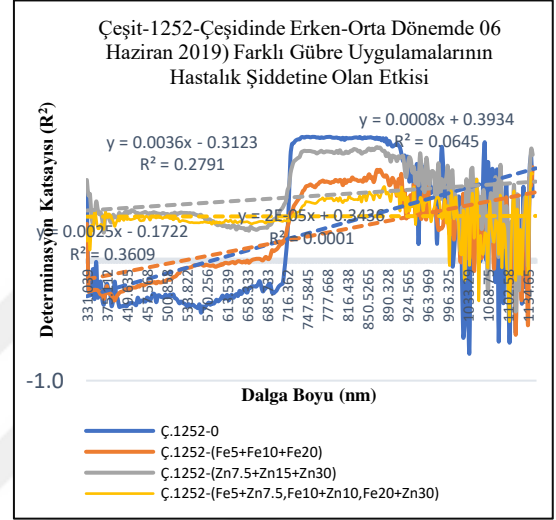
Dönem	Uygulama	R ²	Etkili Bant Aralığı (nm)	Regresyon Denklemi
Erken Dönem 25 Mayıs 2019 10.5.1	Gübresiz (0)	0.639	746-1092	y = -0.004x + 1.2403
	Fe5+Fe10+Fe20	0.507	719-912	y = -0.0037x + 0.7553
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.453	723-990	y = -0.0024x + 0.6855
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.057	680-996	y = -0.0006x + 0.4837
Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019 10.5.3	Gübresiz (0)	0.224	709-915	y = 0.0046x - 0.5295
	Fe5+Fe10+Fe20	0.162	695-912	y = 0.0012x + 0.1113
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.247	693-1076	y = 0.0015x - 0.2703
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.398	680-930	y = 0.0021x - 0.4088
Orta-Geç Dönem 15 Haziran 2019 10.5.4	Gübresiz (0)	0.003	331-1139	y = -9E-11x + 2E-08
	Fe5+Fe10+Fe20	0.338	402-896	y = -0.0008x + 0.3563
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.250	431-565/ 685-796	y = 0.0016x - 0.1144
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.172	409-526/ 540-695/760-893	y = -0.0026x + 0.45
Geç Dönem 23 Haziran 2019 5. 11.1	Gübresiz (0)	0.003	331-1139	y = -9E-08x + 2E-05
	Fe5+Fe10+Fe20	0.515	880-1035	y = 0.0009x - 0.2879
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.154	431-558/682-726	y = 0.0006x + 0.0154
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.235	488-565	y = -0.0025x + 0.6456

Çeşit-1252 çeşidinde tüm fenolojik dönemler dikkate alındığında, gübre uygulaması yapılmayan bitkilerde hastalık inokulasyonu yapılan bitkilerde hastalık şiddetinde artış görülmemiştir. Aksine hastalık şiddetinde azalma belirlenmiştir. En fazla azalma **erken dönemde** Farklı Fe+Zn_{5+7.5}, Fe+Zn₅₁₀₊₁₅, Fe+Zn₅₂₀₊₃₀ gübre dozu uygulamalarında Kırmızı Sınır+NIR bölgesinde **695-777 nm** bant aralığında rastlanmıştır (R²= 0.512). Bunu farklı dozda Fe uygulamaları (Fe₅, Fe₁₀, Fe₂₀) Kırmızı Sınır+Yakın Kızıl Ötesi bölgede yer alan **726-845 nm** bant aralığının takip ettiği saptanmıştır (R²= 0.412). Farklı Zn dozu uygulamalarının (Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₃₀) son sırada yer aldığı tespit edilmiştir (R²= 0.320). **Erken-orta dönemde**, tüm gübre uygulama dozlarında hastalık şiddetinde azalma belirlenmiş, en fazla azalma Zn (Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₃₀) uygulama dozlarında Kırmızı+Yakın kızıl Ötesi bölgede **672-880 nm** bant aralığında belirlenmiştir (%46.16). **Orta-geç dane dolum döneminde**, hastalık şiddetinde en fazla azalma farklı Fe uygulama dozlarında (%25), **geç dönemde** (23 Haziran 2020) farklı Zn uygulama dozlarında belirlenmiştir (%63.31). Farklı Fe+Zn uygulamalarında hastalık şiddetinde önemli azalmalar saptanmıştır (%63.80). **Tüm fenolojik dönemlerde** hastalık şiddetinde azalma gözlenmiştir. En fazla azalma erken ve geç gübre uygulama dozlarında belirlenmiştir. **Erken dönemde** Fe+Zn uygulamalarında **695-777 nm** bant aralığında (R²= 0.512), Zn uygulamalarında **701-918 nm** bant aralığında tespit edilmiştir (R²= 0.320). **Geç dönemde** Zn dozu uygulamalarında **665-830 nm** bant

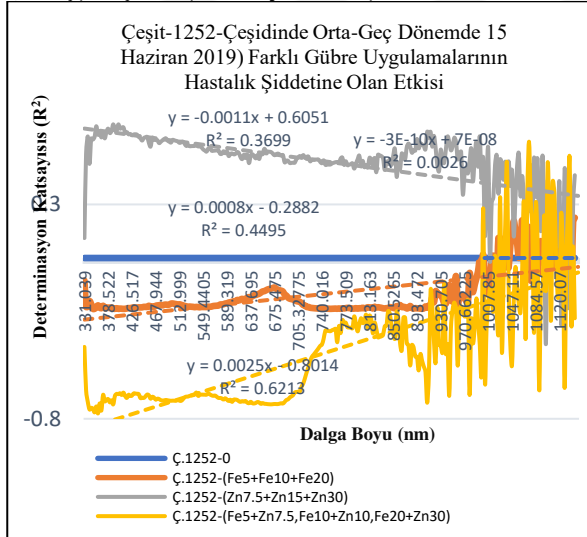
aralığında Kırmızı+Yakın Kızıl Ötesi bölgede ($R^2= 0.230$) ve Fe uygulama dozlarında **550-680 nm** bant aralığında Yeşil+Kırmızı+NIR bölgesinde belirlenmiştir ($R^2= 0.450$). Zn dozu uygulamalarında hastalık şiddetindeki en fazla azalış, erken dönemde Zn_{15} dozunda **701-918 nm** bant aralığında Kırmızı+Yakın Kızıl Ötesi bölgede (%63.80), geç dönemde ise **665-830 nm** bant aralığında Kırmızı+NIR bölgesinde Zn_{30} dozunda (%63.31) tespit edilmiştir (Şekil 4.71, 4.72, 4.73, 4.74) (Tablo 4.27).



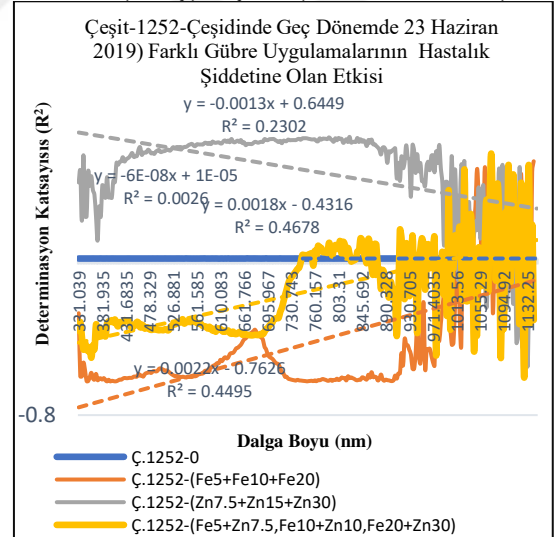
Şekil 4. 71. Çeşit-1252 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (25 Mayıs 2019).



Şekil 4. 72. Çeşit-1252 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (06 Haziran 2019).



Şekil 4. 73. Çeşit-1252 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (15 Haziran 2019).



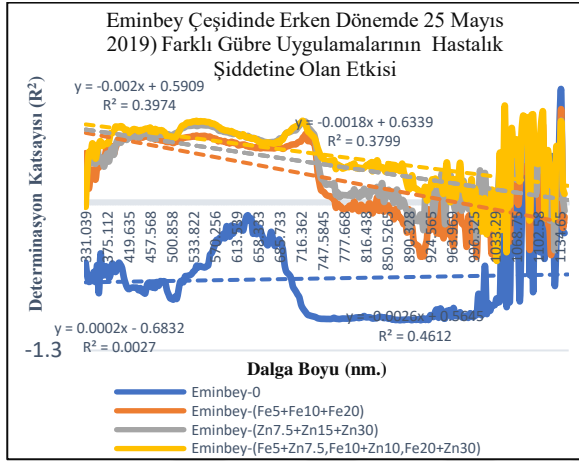
Şekil 4. 74. Çeşit-1252 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (23 Haziran 2019).

Tablo 4. 28. Çeşit-1252 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Gübre Uygulama Dozlarında Sarı Pasa Etkili Spektral Bant Aralıkları ve Regresyon Eşitlikleri.

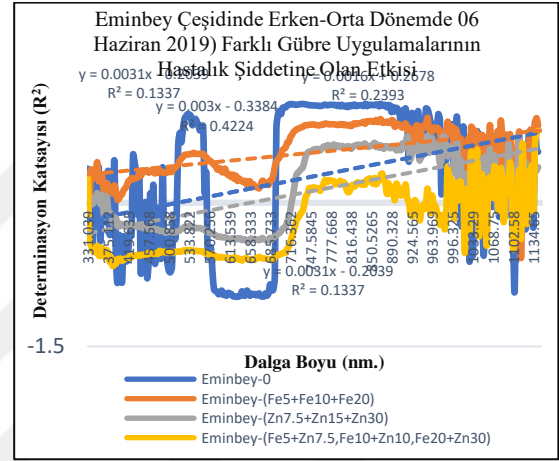
Dönem	Uygulama	R ²	Etkili Bant Aralığı (nm)	Regresyon Denklemi
Erken Dönem 25 Mayıs 2019 10.5.1	Gübresiz (0)	0.053	665-723	y = 0.0011x - 0.5647
	Fe5+Fe10+Fe20	0.412	726-845	y = -0.0016x + 0.5436
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.320	701-918	y = -0.0021x + 0.5732
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.512	695-777	y = -0.0035x + 0.7663
Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019 10.5.3	Gübresiz (0)	0.279	700-893	y = 0.0036x - 0.3123
	Fe5+Fe10+Fe20	0.361	692-880	y = 0.0025x - 0.1722
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.065	672-880	y = 0.0008x + 0.3934
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.0001	719-884	y = 2E-05x + 0.3436
Orta-Geç Dönem 15 Haziran 2019 10.5.4	Gübresiz (0)	0.003	331-1139	y = -3E-10x + 7E-08
	Fe5+Fe10+Fe20	0.450	570-678	y = 0.0008x - 0.2882
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.370	855-918	y = -0.0011x + 0.6051
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.621	685-855	y = 0.0025x - 0.8014
Geç Dönem 23 Haziran 2019 5. 11.1	Gübresiz (0)	0.003	331-1139	y = -6E-08x + 1E-05
	Fe5+Fe10+Fe20	0.450	550-680	y = 0.0022x - 0.7626
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.230	665-830	y = -0.0013x + 0.6449
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.468	685-855	y = 0.0018x - 0.4316

Eminbey çeşidinde, hastalık şiddeti değerlerindeki değişimin en dikkat çekici spektral bant aralıkları erken dönemde, farklı Fe+Zn uygulamalarında (Fe5+Zn7.5, Fe10+Zn15, Fe20+Zn30) Kırmızı Sınır+NIR bölgesi içerisinde yer alan **682-723 nm** bant aralığında gerçekleştiği gözlenmiştir ($R^2 = 0.380$). En yüksek korelasyon değerlerine bu bant aralığında rastlanmıştır. Farklı Fe dozu uygulamaları (Fe5+Fe10+Fe20) korelasyon değişimini Kırmızı sınır+NIR bölgesinde **692-731 nm** bant aralığında belirlenmiştir ($R^2 = 0.461$). Farklı Zn dozu uygulamaların da (Zn7.5+Zn15+Zn30) yine Kırmızı Sınır+NIR bölgesinde **726-918 nm** bant aralığında hastalık şiddetini artırıcı yönde eğilim gösterdiği tespit edilmiştir ($R^2 = 0.397$). Gübre uygulaması yapılan bitkilerde hastalık şiddetine bağlı olarak korelasyon değerlerindeki değişim en fazla Fe+Zn dozu uygulamalarında (Fe5+Zn7.5, Fe10+Zn15, Fe20+Zn30) gerçekleşmiş olup, bu durumu Zn dozu uygulamaları (Zn7.5+Zn15+Zn30) ve en son olarak farklı dozda Fe dozu uygulamalarının (Fe5+Fe10+Fe20) takip ettiği belirlenmiştir. Korelasyondaki bu değişimin en fazla görüldüğü bant aralığı Kırmızı Sınır+NIR bölgesini içine alan **692-930 nm** bant aralığı olarak belirlenmiştir. Hastalık şiddetine bağlı olarak korelasyondaki en büyük değişim farklı Fe uygulamasında (Fe5+Fe10+Fe20) Mavi+ Yeşil+ Kırmızı+Kırmızı Sınır bölgeyi içine alan **392-775 nm** bant aralığında gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu durumu farklı Fe+Zn uygulamaları (Fe5+Zn7.5, Fe10+Zn10, Fe20+Zn30) Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır bölgeyi içine alan 540-719 nm bant aralığı ve en sonunda da

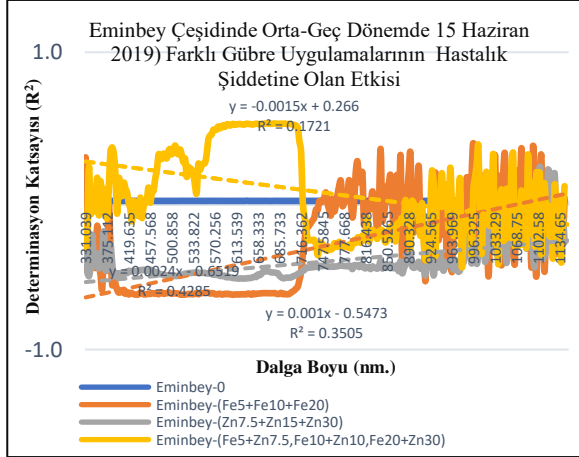
Zn farklı doz uygulamalarının etkin rol aldığı Görünür+NIR bantlarını içine alan (Mavi+Yeşil+Kırmızı+Kırmızı Sınır+Yakın Kızıl Ötesi) 388-978 nm bant bölgesinin takip ettiği tespit edilmiştir. **Tüm fenolojik gelişme dönemleri birlikte değerlendirildiğinde;** hastalık şiddetinde genel olarak önemli artışlar gözlenmiştir. En yüksek artışlar Orta-geç dönem Fe+Zn uygulama dozlarında ($Zn_{7.5}$, Zn_{15} , Zn_{30}) tespit edilmiştir ($R^2 = 0.573$). Bunu erken dönemde Fe uygulama dozları takip ettiği saptanmıştır ($R^2 = 0.461$). Fe_{10} ve Fe_{20} dozları Orta-Geç Dönemde yüksek hastalık şiddeti artışı göstermiştir ($R^2 = 0.429$) (Şekil 4.75, 4.76, 4.77, 4.78). (Tablo 4. 29)



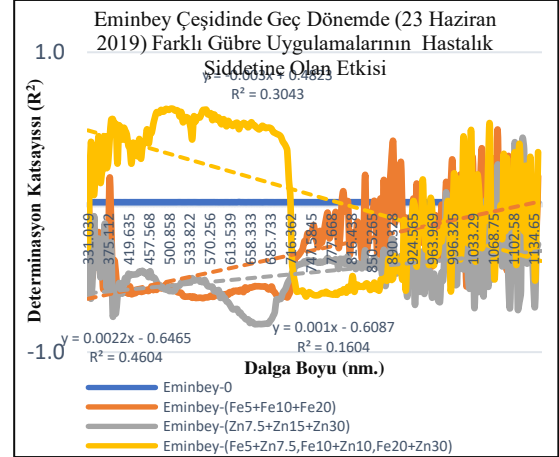
Şekil 4. 75. Eminbey Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (25 Mayıs 2019).



Şekil 4. 76. Eminbey Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (25 Mayıs 2019).



Şekil 4. 77. Eminbey Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (15 Haziran 2019).



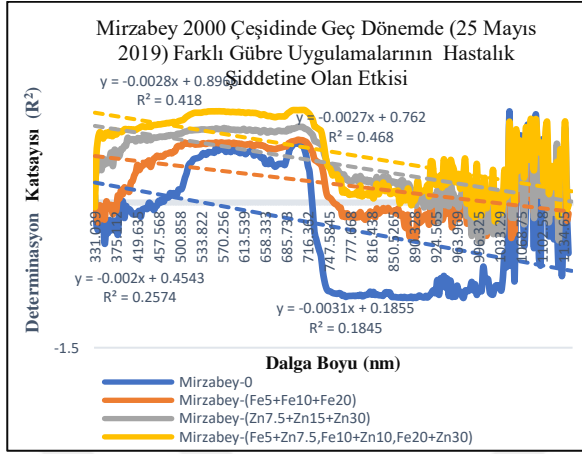
Şekil 4. 78. Eminbey Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (23 Haziran 2019).

Tablo 4. 29. Eminbey Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Gübre Uygulama Dozlarında Sarı Pasa Etkili Spektral Bant Aralıkları ve Regresyon Eşitlikleri.

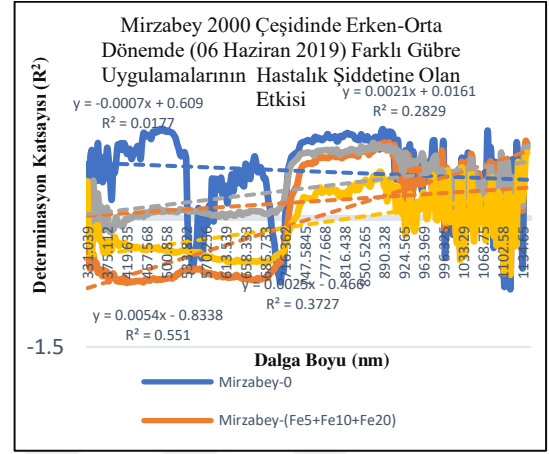
Dönem	Uygulama	R ²	Etkili Bant Aralığı (nm)	Regresyon Denklemi
Erken Dönem 25 Mayıs 2019 10.5.1	Gübresiz (0)	0.003	637-1060	y = 0.0002x - 0.6832
	Fe5+Fe10+Fe20	0.461	692-731	y = -0.0026x + 0.5645
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.397	682-726	y = -0.002x + 0.5909
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30)	0.380	682-723	y = -0.0018x + 0.6339
Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019 10.5.3	Gübresiz (0)	0.134	615-1019	y = 0.0031x - 0.2039
	Fe5+Fe10+Fe20	0.240	685-905	y = 0.0016x + 0.2678
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.422	689-987	y = 0.003x - 0.3384
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30)	0.573	692-871	y = 0.0032x - 0.6725
Orta-Geç Dönem 15 Haziran 2019 10.5.4	Gübresiz (0)	0.003	331-1139	y = -7E-08x + 1E-05
	Fe5+Fe10+Fe20	0.429	419-726	y = 0.0024x - 0.6519
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.351	412-716	y = 0.001x - 0.5473
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30)	0.172	540-723	y = -0.0015x + 0.266
Geç Dönem 23 Haziran 2019 5. 11.1	Gübresiz (0)	0.003	331-1139	y = -7E-08x + 1E-05
	Fe5+Fe10+Fe20	0.460	510-709	y = 0.0022x - 0.6465
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.160	540-700	y = 0.001x - 0.6087
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30)	0.304	471-709	y = -0.003x + 0.4823

Mirzabey 2000 çeşidinde; Hastalık şiddeti ile doğrudan etkili olmak üzere **erken dönemde** yüksek korelasyon değerlerine Zn dozu uygulamalarında Kırmızı+NIR bölgede yer alan **712-890 nm** bant aralığında rastlanmıştır ($R^2= 0.468$). Bunu görünür bölge (Mavi+Yeşil+Kırmızı+Kırmızı sınır) bantlarında **712-887 nm** bant aralığında farklı Fe+Zn dozu uygulamalarının takip ettiği saptanmıştır ($R^2 = 0.418$). Bütün bu uygulamaların hastalık şiddetini azaltıcı yönde etkili olduğu saptanmıştır. **Erken-orta dönemde** hastalık şiddetinde en önemli azalışlar **689-1016 nm** bant aralığında farklı Fe dozu uygulamalarında belirlenmiş ($R^2= 0.551$), bunu 692-921 nm bant aralığında Fe+Zn uygulamalarının takip ettiği tespit edilmiştir ($R^2= 0.378$). Farklı Zn dozu uygulamalarında Kırmızı Sınır+NIR bölgesinde yer alan **702-1016 nm** bantlarının hastalık şiddetinin azaltmada etkili olduğu dikkati çekmiştir ($R^2= 0.283$). **Orta-geç dönemde**, hastalık şiddetinde artışlar gözlenmiştir. En yüksek korelasyon değerlerine **547-692 nm** bant aralığında Zn dozu uygulamalarında rastlanılmıştır ($R^2= 0.632$). Bunu farklı Fe uygulamaları **665-1013 nm** bant aralığında takip etmiştir ($R^2= 0.167$). **Tüm fenolojik gelişme dönemleri birlikte değerlendirildiğinde;** hastalık şiddetinde genel olarak önemli azalışlar gözlenmiştir. **Geç dönemde**, hastalık şiddetinde önemli azalışlar Zn uygulama dozunda (Zn_{7.5}) yüksek korelasyonlar 675-921 nm bant aralığında tespit edilmiştir ($R^2= 0.517$). Bunu Fe+Zn uygulama dozları takip etmektedir

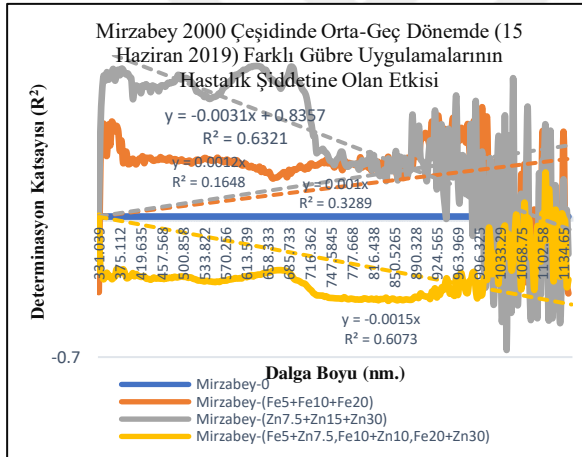
($R^2 = 0.324$). Bu dönemde Fe uygulama dozlarının hastalık şiddetinde azalışlara sebep olduğu belirlenmiştir ($R^2 = 0.238$) (Şekil 4.79, 4.80, 4.81, 4.82) (Tablo 4.30).



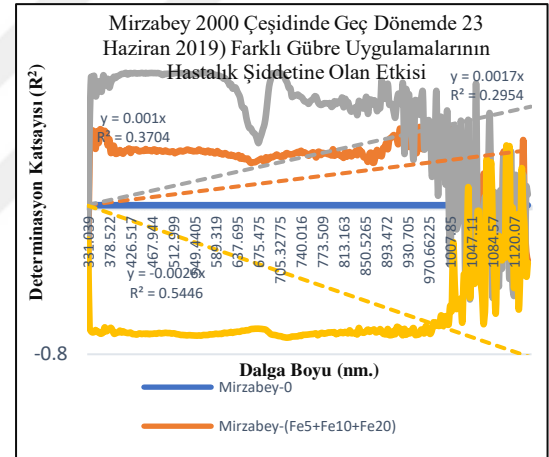
Şekil 4. 79. Mirzabey 2000 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (25 Mayıs 2019).



Şekil 4. 80. Mirzabey 2000 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (06 Haziran 2019).



Şekil 4. 81. Mirzabey 2000 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (15 Haziran 2019).



Şekil 4. 82. Mirzabey 2000 Çeşidinde Gübre-Hastalık (%HŞ) İlişkisi (23 Haziran 2019).

Tablo 4. 30. Mirzabey 2000 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Gübre Uygulama Dozlarında Sarı Pasa Etkili Spektral Bant Aralıkları ve Regresyon Eşitlikleri.

Dönem	Uygulama	R ²	Etkili Bant Aralığı (nm)	Regresyon Denklemi
Erken Dönem 25 Mayıs 2019 10.5.1	Gübresiz (0)	0.185	723-1044	y = -0.0031x + 0.1855
	Fe5+Fe10+Fe20	0.257	709-975	y = -0.002x + 0.4543
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.468	712-890	y = -0.0027x + 0.762
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.418	712-887	y = -0.0028x + 0.8966
Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019 10.5.3	Gübresiz (0)	0.018	706-1024	y = -0.0007x + 0.609
	Fe5+Fe10+Fe20	0.551	689-1016	y = 0.0054x - 0.8338
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.283	702-1016	y = 0.0021x + 0.0161
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.378	692-921	y = 0.0025x - 0.466
Orta-Geç Dönem 15 Haziran 2019 10.5.4	Gübresiz (0)	4E-08	331-1139	y = 0.003-12x + 0.008
	Fe5+Fe10+Fe20	0.167	665-1013	y = -0.0008x + 0.3554
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.632	547-692	y = -0.0031x + 0.8357
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.060	689-896	y = 0.0003x - 0.3501
Geç Dönem 23 Haziran 2019 5. 11.1	Gübresiz (0)	0,000008	331-1139	y = 0,00011x + 0,0007
	Fe5+Fe10+Fe20	0.238	671-1010	y = -0.0008x + 0.3407
	Zn7.5+Zn15+Zn30	0.517	675-921	y = -0.0024x + 0.7929
	Fe5+Zn7.5,Fe10+Zn15,Fe20+Zn30	0.324	692-1013	y = 0.0012x - 0.7486

4.7. Buğdayda Fenolojik Dönemlere Göre Farklı Hastalık Uygulama Dozlarında Hastalık Şiddeti Gelişiminin İzlenmesi

4.7.1. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Sarı Pas Hastalığının Fenolojik Dönemlere Göre Değişiminin İzlenmesi

Ekmeklik ve Makarnalık çeşitlere uygulanan farklı sarı pas hastalık uygulama dozlarının, farklı fenolojik dönemlere göre etkilerini belirlenebilmesi için, her çeşit, hastalık şiddeti ile, uygulanan hastalık dozu arasında farklı fenolojik dönemlere göre tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Böylece farklı hastalık dozu uygulamalarının fenolojik dönemlere göre hastalık şiddeti üzerindeki değişiminin etkileri değerlendirilmiştir.

Ekmeklik çeşitlerden; Eser çeşidinde farklı sarı pas uygulama dozları, hastalık şiddeti değerleri ile farklı fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde, çiçeklenme başlangıcı ve dane dolum döneminde tüm dozlarda hastalık şiddetinde %12.46 'lık bir artış gözlenmiştir. Diğer taraftan geç dönemde ise hastalık şiddeti oranlarında önemli bir değişim gözlenmemiştir. Farklı hastalık dozlarının etkisinin en fazla gözlemlendiği ekmeklik çeşit, Bayraktar 2000 olarak belirlenmiştir. Bayraktar 2000 çeşidinde özellikle çiçeklenme başlangıcı döneminde %25, %50 ve %100 hastalık dozları, hastalık belirtisi gözlenmeyen

bitkiler ile farklı grupta yer almış ve hastalık şiddetinde önemli değişiklikler olduğu saptanmıştır (Tablo 4.31). Bu değişimler hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkiye göre %25 hastalık dozunda +%250, %50 hastalık dozunda +%300 ve %100 hastalık dozunda +%350 birbirine yakın olan artışlar şeklinde gerçekleşmiştir. En yüksek hastalık şiddeti artışı, dane dolum döneminde (Feeks 10.5.3) gerçekleşmiştir. Bu dönemde %100 hastalık uygulama dozunda hastalık şiddetindeki artış +%400 iken, bunu %25 ve %50 hastalık dozlarındaki +%350'lik artış oranı izlemiştir. Diğer taraftan orta-geç dönemde bu artışın tüm hastalık uygulama dozlarında +%20 düzeyinde olmuştur. Bayraktar 2000 çeşidinden sonra en yüksek hastalık şiddeti artışları Demir 2000 çeşidinde belirlenmiştir. Demir 2000 çeşidin de erken çiçeklenme başlangıcı döneminde (Feeks 10.5.1) en yüksek hastalık şiddeti artışı %100 uygulama dozunda +%150 artış iken, bunu sırasıyla %50 doz uygulamasındaki +%112.50'lik ve %25 doz uygulamasındaki +%40.28'lik artış izlemiştir. Dane dolum döneminde (Feeks 10.5.3), %100 hastalık uygulama dozunda hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilere göre artış +%51.14, %50 dozunda +%37.40 ve %25 dozunda ise +%3.05 olarak belirlenmiştir. Hastalık uygulama dozuna bağlı hastalık şiddeti artışında Demir 2000 çeşidini Kenanbey çeşidi izlemiştir. Kenanbey çeşidinde erken dönemde hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerle karşılaştırıldığında en yüksek hastalık artış oranına, %100 hastalık dozu uygulamasında +%104.55, %50 hastalık uygulamasında +%53.41 artış olduğu tespit edilmiştir. Dane dolum döneminde bu artışlar sırasıyla %100 hastalık dozunda +%73.40, %50 dozunda +%48.63 ve %25 hastalık dozunda +%23.85 şeklinde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.31). **Fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde;** ekmeklik çeşitlerin hastalık şiddetindeki genel artış oranları karşılaştırıldığında, Eser çeşidi ayrı tutulduğunda diğer tüm ekmeklik çeşitlerin sarı pas hastalığına olan dayanıklılığın sınırlı düzeyde olduğunu söylemek yanlış olmaz. Bayraktar 2000, Kenanbey, Demir 2000 çeşitlerin de tüm fenolojik dönemlerde birlikte değerlendirildiğinde hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilere göre hastalık şiddetinde önemli oranda artışlar göstermiştir. Hastalıktan en fazla etkilenen veya en hassas çeşidin erken, erken-orta ve orta-geç dönemde Bayraktar 2000 çeşidi olduğu bu çeşidi Demir 2000 çeşidinin takip ettiği belirlenmiştir.

Orta hassas grubunda yer alan Kenanbey çeşidi ise tüm fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde önemli oranda artışlar göstermiştir. Eser çeşidinin ise hastalığa dayanıklı olduğu değerlendirilmiştir. Hastalık dozları arasındaki etkileşim incelendiğinde Bayraktar 2000, Kenanbey, Demir 2000 çeşitlerinde, farklı hastalık dozu uygulamalarının hastalık şiddeti değişiminde önemli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.32 ve Tablo 4.33).

Tablo 4. 31. Farklı Dozda Sarı Pas Uygulamaları Altında Eser, Kenanbey, Bayraktar 2000, Demir 2000 Çeşitlerinin Fenolojik Dönemlerde Oransal Değişimi.

Ekmeklik Çeşitler		Fenolojik Dönemler							
		25 Mayıs 2019 (DAS-191)		06 Haziran 2019 (DAS-203)		15 Haziran 2019 (DAS-212)		Ortalama	
	Uygulama	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim
Eser	Hastaliksız (0)	10.67	0.00	10.67	0.00	12.00	0.00	11.11	0.00
	%25	12.00	+12.46	12.00	+12.46	12.00	0.00	12.00	+8.01
	%50	12.00	+12.46	12.00	+12.46	12.00	0.00	12.00	+8.01
	%100	10.67	0.00	12.00	+12.46	12.00	0.00	11.56	+4.05
Kenanbey	Hastaliksız (0)	29.33	0.00	36.33	0.00	75.33	0.00	47.0	0.00
	%25	29.33	0.00	45.00	+23.85	74.67	0.88	49.67	+5.68
	%50	45.00	+53.41	54.00	+48.63	86.67	+15.05	61.89	+31.68
	%100	60.00	+104.55	63.00	+73.40	93.33	+25.11	72.11	+53.43
Bayraktar 2000	Hastaliksız (0)	4.00	0.00	4.00	0.00	20.00	0.00	9.33	0.00
	%25	14.00	+250	18.00	+350	24.00	+20.0	18.67	+100.11
	%50	16.00	+300	18.00	+350	24.00	+20.0	19.33	+107.18
	%100	18.00	+350	20.00	+400	24.00	+20.0	20.67	+121.54
Demir 2000	Hastaliksız (0)	24.00	0.00	43.67	0.00	72.33	0.00	46.67	0.00
	%25	33.67	+40.28	45.00	+3.05	72.33	0.00	50.33	+7.84
	%50	51.00	+112.50	66.00	+37.40	81.00	+11.98	66.0	+41.42
	%100	60.00	+150.0	66.00	+51.14	81.00	+11.98	69.0	+47.85
LC Standart	Hastaliksız (0)	25.00	0.00	60.00	0.00	83.33	0.00	56.11	0.00
	%25	45.00	+75.0	70.00	+16.67	76.67	-8.00	63.89	+13.87
	%50	59.17	+125.0	80.00	+33.33	90.00	+8.00	76.39	+36.14
	%100	66.67	+150.0	80.00	+33.33	90.00	+8.00	78.89	+40.60

Tablo 4. 32. Fenolojik Dönemlerde Ekmeklik Çeşitler için Farklı Sarı Pas Hastalık Dozlarında (%0, %25, %50, %100) Bitki Yaprağındaki Hastalık Şiddeti (%HŞ) Skorları İçin ANOVA Varyans Analizi.

Çeşit	Hastalık Uygulama Dozu	Tekerrür (I+II+III)	Erken Dönem	Erken-Orta Dönem	Orta-Geç Dönem
			Çiçeklenme Başlangıcı	Dane Dolum	Süt Olum
			25.05.2019	06.06.2019	15.06.2019
			10.5.1	10.5.3	10.5.4
			Ort. ± SH	Ort. ± SH	Ort. ± SH
Hastalık Şiddeti (%HŞ)					
Eser	%0 (Hastaliksız)	12	10.67 ± 0.57 a	10.67 ± 0.57 b	12.00 ± 0.00 a
	%25	12	12.00 ± 0.00 a	12.00 ± 0.00 a	12.00 ± 0.00 a
	%50	12	12.00 ± 0.00 a	12.00 ± 0.00 a	12.00 ± 0.00 a
	%100	12	10.67 ± 0.57 a	12.00 ± 0.00 a	12.00 ± 0.00 a
	Sig		1.000	1.000	-
Kenanbey	%0 (Hastaliksız)	12	29.33 ± 2.27 c	36.33 ± 1.85 d	75.33 ± 3.28 b
	%25	12	29.33 ± 1.14 c	45.00 ± 0.00 c	74.67 ± 1.14 b
	%50	12	45.00 ± 2.22 b	54.00 ± 2.22 b	86.67 ± 1.42 a
	%100	12	60.00 ± 1.28 a	63.00 ± 0.00 a	93.33 ± 1.42 a
	Sig		1.000	1.000	0.995 / 0.102
Bayraktar 2000	%0 (Hastaliksız)	12	4.00 ± 0.00 c	4.00 ± 0.00 b	20.00 ± 1.71 b
	%25	12	14.00 ± 2.95 b	18.00 ± 1.48 a	24.00 ± 0.00 a
	%50	12	16.00 ± 2.95 ab	18.00 ± 0.00 a	24.00 ± 0.00 a
	%100	12	18.00 ± 5.12 a	20.00 ± 0.85 a	24.00 ± 0.00 a
	Sig		1.000 / 0.456	1.000 / 0.892	0.525
Demir 2000	%0 (Hastaliksız)	12	24.00 ± 1.97 d	43.67 ± 2.72 b	72.33 ± 2.09 b
	%25	12	33.67 ± 2.61 c	45.00 ± 2.22 b	72.33 ± 2.09 b
	%50	12	51.00 ± 1.28 b	66.00 ± 1.28 a	81.00 ± 0.00 a
	%100	12	60.00 ± 1.28 a	66.00 ± 1.28 a	81.00 ± 0.00 a
	Sig		0.505	0.797	0354

Tablo 4. 32 (devam) :

	%0 (Hastaliksız)	12	25.00 ± 1.51 d	60.00 ± 0.00 c	83.33 ± 1.42 b
LC	%25	12	45.00 ± 1.51 c	70.00 ± 0.00 b	76.67 ± 1.42 c
Standart	%50	12	59.17 ± 2.29 b	80.00 ± 0.00 a	90.00 ± 0.00 a
	%100	12	66.67 ± 1.42 a	80.00 ± 0.00 a	90.00 ± 0.00 a

M: Ortalama Hastalık Şiddeti (%DI) SE: Ortalamanın Standart Hatası

Aynı sütun üzerinde birbirini takip eden küçük harfler aynı fenolojik dönem içinde dozlar arasındaki farklılıkları, ifade eder. Birbirini takip eden küçük harfler istatistik açıdan önemli değildir (Tukey Post hoc testi).

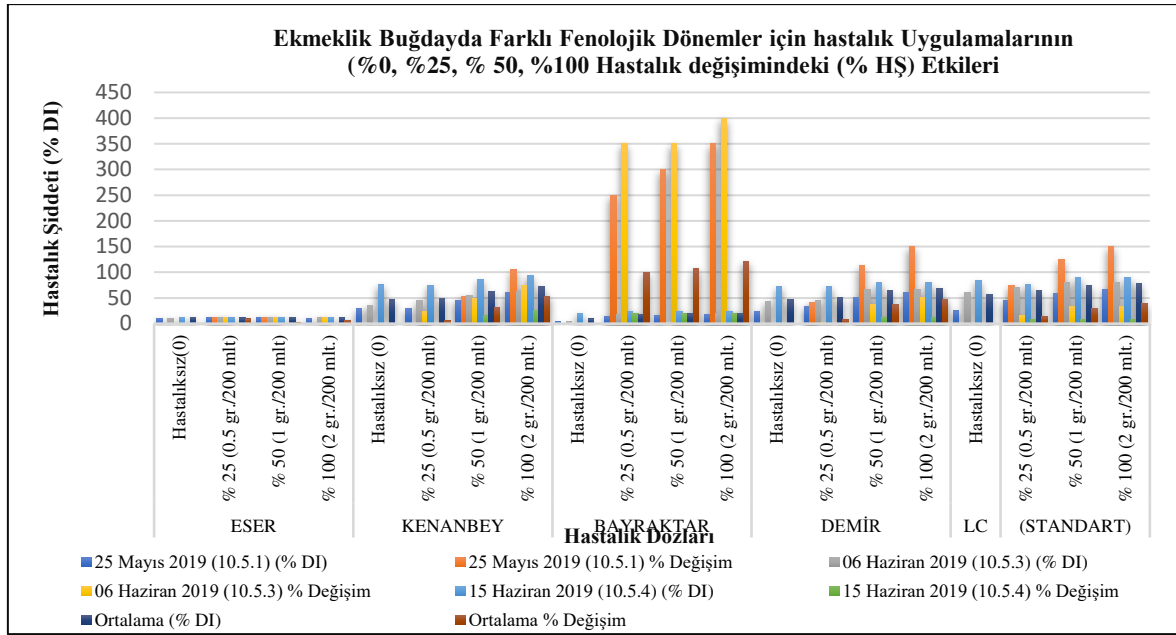
* Ortalamadaki farklılık $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli (Tukey's HSD test ($p < 0.05$)).

Tablo 4. 313. Fenolojik Dönemlerde Eser, Kenanbey, Bayraktar 2000 ve Demir 2000 Çeşitleri İçin Yapılan Anova Analiz Sonuçları ($p < 0.001$).

Çeşitler	Fenolojik Dönem (Feekes)	HKT	df	KO	F	Sig.(P)
Eser	10.5.1	21.333	3	7.111	3.667	0.019
	10.5.3	16.000	3	5.333	5.500	0.003
	10.5.4	0.000	3	0.000	-	-
Kenanbey	10.5.1	7790.333	3	2596.778	66.532	0.000
	10.5.3	4753.000	3	1584.333	63.450	0.000
	10.5.4	2969.333	3	989.778	20.517	0.000
Bayraktar 2000	10.5.1	2286.240	3	762.080	69.857	0.000
	10.5.3	1968.000	3	656.000	75.167	0.000
	10.5.4	144.000	3	48.000	5.500	0.003
Demir 2000	10.5.1	9580.000	3	3193.333	76.252	0.000
	10.5.3	4408.000	3	1469.333	31.04	0.000
	10.5.4	901.333	3	300.444	11.422	0.000
LC (Standart)	10.5.1	12089.583	3	4029.861	113.824	0.000
	10.5.3	3300.000	3	1100.000	-	-
	10.5.4	1466.667	3	488.889	40.333	0.000
HKT:Hata Kareler Toplamı		F: Örnek Ortalamalarının Karşılaştırma Tablo Değeri		df:: Serbestlik Derecesi		
KO: Kareler Ortalaması		Sig.(p): Karşılaştırmada Anlamlılık Değeri				

Sarı pas hastalığının farklı fenolojik dönemlerde gelişimi incelendiğinde; farklı hastalık uygulama dozlarında en fazla değişim, Bayraktar 2000 çeşidinde erken-orta dönemde, Feeks 10.5.3) olduğu gözlemlenmiştir. Bu dönemde hastalık uygulaması yapılan ve uygulama yapılmayan konular incelendiğinde en fazla değişime tüm hastalık uygulama dozlarında rastlanmıştır. Bu dönemde en fazla değişim, %100 hastalık uygulamasının dozunda hastalık artışı şeklinde belirlenmiştir (+%400). Bunu sırasıyla %50 dozunda, +%350 ve %25 dozunda +%300 artış takip etmiştir. Erken dönemde (Feeks 10.5.1), Bayraktar 2000 çeşidi dozları arasında yine yüksek hastalık reaksiyon değişimleri belirlenmiştir. En fazla değişim %100 hastalık dozunda +%350, %50 dozunda +%300, %25 dozunda +%250 oranında artış belirlenmiştir. Geç dönemde, (Feeks 10.5.4) en fazla değişim benzer şekilde Bayraktar 2000 çeşidinde belirlenmiştir. Bu dönemde yüksek hastalık değişimlerine %25, %50 ve %100 hastalık dozlarında rastlanmıştır (+%20). Bayraktar 2000 çeşidinin yanı sıra Demir 2000 çeşidinde benzer şekilde erken dönemde farklı hastalık dozlarından en fazla etkilenen çeşit olmuştur. Bu dönemde hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkilerle karşılaştırıldığında en yüksek değişim %100 hastalık uygulama dozunda belirlenmiştir (+%150). Bu durumu %50 hastalık dozunun takip ettiği saptanmıştır. Kenanbey çeşidinde erken dönemde özellikle

%100 ve %50 uygulama dozlarında hastalık şiddetinde önemli değişimler belirlenmiş (+%104.55 ve +%53.41) olup farklı gruplar içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir (Tukey's HSD test ($p<0.05$)). **Fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde;** Demir 2000 çeşidi hastalık reaksiyonlarının incelendiğinde %100 hastalık dozu uygulamasında erken ve erken-orta fenolojik gelişme döneminde istatistiki olarak en önemli grupta yer almıştır. Özellikle erken-orta dönem grup istatistiki açıdan önemli olarak değerlendirilmiştir ($F= 31.04$, $df= 3$, $p<0.000$). Demir 2000 çeşidini Kenanbey çeşidi takip etmekte olup, bütün fenolojik dönemlerde yüksek hastalık şiddeti değerleri gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle hastalık reaksiyonlarının orta-geç dönemde istatistik incelemesinde önemlilik yönüyle ilk sıralarda yer alan grupta olduğu belirlenmiştir ($F= 20.517$, $df= 3$, $p<0.000$). Demir 2000 çeşidi bunu takip etmiştir ($F=11.422$, $df= 3$, $p<0.000$). %50 hastalık uygulama dozundaki farklılığın Demir 2000 çeşidinde erken dönemde istatistiki olarak önemli olduğu ($F= 76.252$, $df= 3$, $p<0.000$) belirlenmiş olup, bunu Kenanbey çeşidinin erken dönemdeki %50 hastalık dozu uygulamasının takip ettiği belirlenmiştir ($F= 66.532$, $df= 3$, $p<0.000$). Kenanbey ve Demir 2000 çeşitleri bütün fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinden en fazla etkilenen çeşitler olarak belirlenmiş olup, yüksek hastalık şiddeti değerleri göstermiştir (Tablo 4.33). Erken dönemde Demir 2000 çeşidinde hastalık belirtisi gözlenmeyen gruplarla yapılan karşılaştırmalarda farklı hastalık dozları arasındaki fark istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Erken-orta dönemde ise hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkiler ile %50 ve %100 hastalık dozları uygulamaları arasında farklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Kenanbey çeşidinde hastalık belirtisi gözlenmeyen grup ile farklı uygulama dozları arasındaki fark, en fazla erken-orta dönemde belirlenmiştir. Erken dönemde Kenanbey çeşidinde hastalık belirtisi gözlenmeyen bitkiler ile %25 hastalık dozu arasında yapılan karşılaştırma istatistiki olarak önemli olarak değerlendirilmezken, %50 ve %100 dozları arasında farklar istatistiki olarak önemli olarak belirlenmiştir (Şekil 4.83).



Şekil 4. 83. Ekmeklik Çeşitlerde Farklı Fenolojik Dönemlerde Farklı Sarı Pas Hastalık Dozu (%0, %25, %50, %100) Uygulamalarında Hastalık Değişiminin (%HŞ) İncelenmesi.

4.7.2. Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Sarı Pas Hastalığının Fenolojik Dönemlere Göre Değişiminin İzlenmesi

Hastalığın fenolojik dönemler göre gelişimi incelendiğinde; farklı hastalık uygulama dozlarında en fazla değişime **Eminbey çeşidinde** erken dönemde (10.5.1) rastlanmıştır. Bu dönemde hastalık belirtisi gözlenmeyen uygulamaya göre en yüksek değişimin bütün hastalık uygulama dozlarında rastlanmıştır. Bu dönemde en yüksek hastalık reaksiyon artışı değişimi, %100 hastalık dozu uygulamasının yapıldığı hastalık dozunda (2gr /200 ml) belirlenmiştir (+%335.52). Bunu sırasıyla %50 dozu (1 gr/200 ml), +%287.13 ve %25 dozu (0.5 gr/200 ml) +%141.95 takip etmiştir. **Kızıltan 91** çeşidinin orta-geç dönemde (10.5.3) farklı hastalık uygulama dozlarında hastalık belirtisi gözlenmeyen uygulamaya göre, hastalık şiddetinde yüksek değişim oranları gösterdiği belirlenmiştir. Bu dönemde en yüksek değişimler %25 ve %100 hastalık dozları uygulamalarında hastalık reaksiyonu artışı şeklinde olduğu saptanmıştır (+%238.74). Bunu %50 hastalık uygulama dozu takip etmiştir (+%206.48). Geç dönemde (10.5.4) ise farklı hastalık uygulama dozlarındaki en yüksek değişim %25 ve %100 dozlarında **Çeşit-1252** çeşidinde belirlenmiştir (-%51.02, +%63.25). Dane dolum döneminde bütün hastalık dozlarında hastalık artışı +%58.83 olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. Orta-Geç dönemde hastalık artışları %50 ve %100 hastalık uygulama dozlarında +%25 şeklinde gözlenmiştir. Eminbey çeşidinin ardından, Kızıltan 91

çeşidinde Erken-Orta dönemde (10.5.3) hastalık şiddetinde önemli artışları belirlenmiştir. Bu dönemde en yüksek artış oranları %25 ve %100 hastalık uygulama dozlarında +%238.74 ve %50 hastalık uygulama dozunda +%206.48 olarak belirlenmiştir. **Mirzabey 2000 çeşidinde** hastalık şiddetindeki yüksek artışlar erken çiçeklenme döneminde %100 hastalık uygulama dozunda +%100, %50 hastalık uygulama dozunda +%66.67 ve %25 hastalık uygulama dozunda +%33.33 şeklinde gerçekleşmiştir. **Çeşit-1252 çeşidinde** en yüksek hastalık şiddeti artışı dane dolum döneminde (10.5.3) %25 hastalık uygulama dozunda +%193 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.34). **Tüm fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde;** farklı hastalık uygulama dozu uygulamalarında, makarnalık buğday çeşitlerinin hastalık şiddetindeki genel artış oranları dikkate alınarak bir karşılaştırma yapıldığında, hastalığın şiddetinin tüm fenolojik dönemlerde artış eğilimi içinde olduğu saptanmıştır (Tablo 4.35). Tüm makarnalık çeşitler için en fazla artışlar Kızıltan 91 çeşidi ayrı tutulduğunda erken mevsim içi dönem olan çiçeklenme başlangıcı döneminde gerçekleştiği belirmiştir. Eminbey çeşidi erken dönemde en fazla etkilenen çeşit olduğu ($F=75.272$, $df=3$, $p<0.000$) Kızıltan 91 çeşidinde Erken-Orta dönemde hastalık şiddetinde önemli artışlara belirlenmiştir ($F=30.163$, $df=3$, $p<0.000$). Bu durumu yine bu dönemde Eminbey çeşidinde gözlenen artışlar ($F=28.947$, $df=3$, $p<0.000$) ve geç dönemde Çeşit-1252 çeşidinde gerçekleşen reaksiyon artışlar takip ettiği belirlenmiştir ($F=13.379$, $df=3$, $p<0.000$). **Tüm fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde;** en dikkat çekici hastalık şiddeti artışları erken dönemden başlayarak Eminbey çeşidinde %100 hastalık dozu uygulamasında belirlenmiştir (+%335.52). Bu durumu erken-orta dönem (+%58.83) ve orta-geç dönem takip ettiği belirlenmiştir (+%25). Kızıltan 91 çeşidinde erken-orta dönemde yüksek oranda etkilenmiş, bunu Eminbey çeşidinin takip ettiği belirlenmiştir (+%238.74). Erken-orta dönemde Mirzabey 2000 çeşidinde hastalık şiddetinde önemli artışlar belirlenmiştir (Şekil 4.84). Hastalıktan en fazla etkilenen hassas çeşitlerin erken dönemde Eminbey ve Mirzabey 2000 çeşitleri olduğu, geç dönemde ise Kızıltan 91 ve Çeşit-1252 çeşitleri olarak belirlenmiştir Hastalık reaksiyonu olarak, en hassas çeşidin Eminbey çeşidi olduğu, bu çeşidi Kızıltan 91 çeşidinin izlediği, Mirzabey 2000 çeşidinin orta-hassas, Çeşit-1252 çeşidinin ise hastalığa dayanıklı reaksiyon grubunda yer aldığı yorumu yapılmıştır (Tukey's HSD test ($p<0.05$) (Tablo 4. 35) (Şekil 4.84).

Tablo 4. 34. Farklı Dozda Sarı Pas Hastalığı Uygulamaları Altında Kızıltan 91, Çeşit-1252, Eminbey, Mirzabey Çeşitlerinde Farklı Fenolojik Dönemlere Göre Hastalığın Oransal Değişimi.

Makarnalık Çeşitler		Fenolojik Dönemler							
		25 Mayıs 2019 (DAS-191)		06 Haziran 2019 (DAS-203)		15 Haziran 2019 (DAS-212)		Ortalama	
	Uygulama	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim
Kızıltan 91	Hastaliksız (0)	6.13	0.00	4.13	0.00	10.93	0.00	7.07	0.00
	%25	8.00	+30.44	14.00	+238.74	10.67	-2.43	10.89	+54.10
	%50	8.00	+30.44	12.67	+206.48	12.00	+9.76	10.89	+54.10
	%100	10.00	+63.05	16.00	+287.13	14.67	+34.15	12.89	+82.41
Çeşit-1252	Hastaliksız (0)	6.80	0.00	10.00	0.00	8.17	0.00	8.32	0.00
	%25	6.13	-9.81	29.33	+193.33	4.00	-51.02	13.16	+58.07
	%50	8.00	+17.65	12.00	+20.0	9.33	+14.28	9.78	+17.50
	%100	8.00	+17.65	12.00	+20.0	13.33	+63.25	11.11	+33.51
Eminbey	Hastaliksız (0)	4.13	0.00	11.33	0.00	13.33	0.00	9.60	0.00
	%25	10.00	+141.95	18.00	+58.83	13.33	0.00	13.78	+43.52
	%50	16.00	+287.13	18.00	+58.83	16.67	+25.00	16.89	+75.93
	%100	18.00	+335.52	18.00	+58.83	16.67	+25.00	17.56	+82.88
Mirzabey 2000	Hastaliksız (0)	16.00	0.00	20.00	0.00	22.67	0.00	18.22	0.00
	%25	16.00	+33.33	33.33	+66.67	17.33	-23.53	22.22	+21.95
	%50	20.00	+66.67	33.00	+65.0	31.67	+39.71	28.22	+54.88
	%100	24.00	+100	24.00	+20.0	21.33	-5.89	23.11	+26.83
LC Standart	Hastaliksız (0)	28.50	0.00	60.00	0.00	82.50	0.00	54.44	0.00
	%25	50.00	+75.44	70.00	+16.67	88.33	+4.00	65.56	+20.41
	%50	62.50	+119.30	80.00	+33.33	90.00	+8.00	76.67	+40.82
	%100	62.50	+119.30	80.00	+33.33	89.17	+8.00	78.89	+44.90

*HŞ : Hastalık Şiddeti

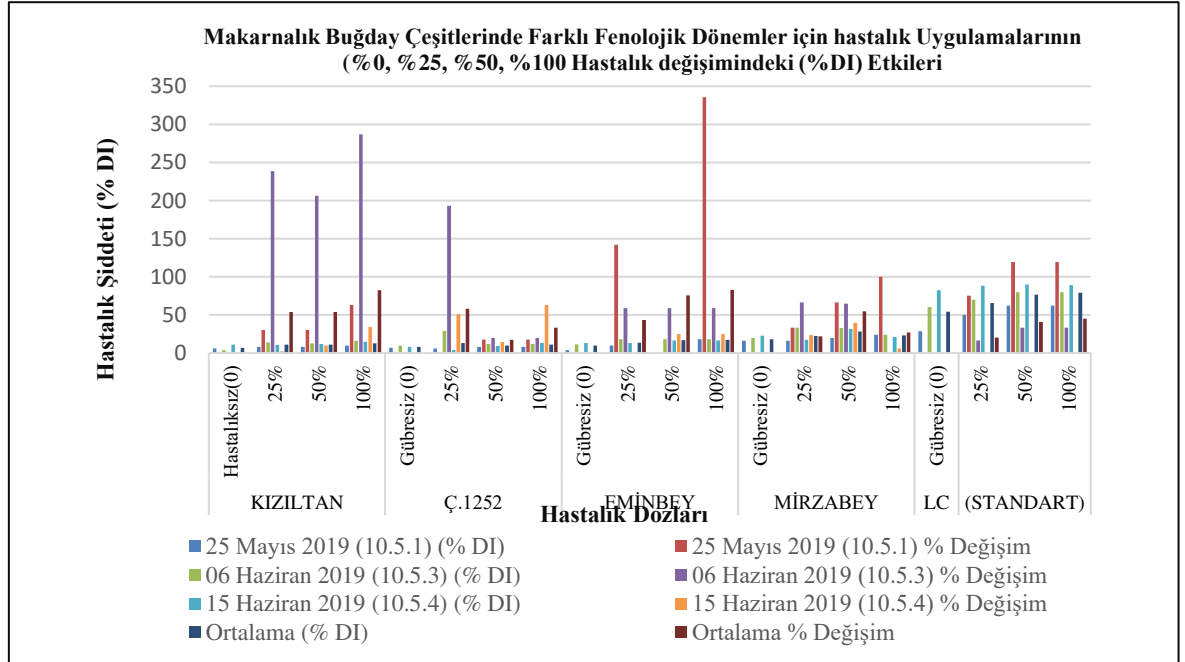
Tablo 4. 35. Fenolojik Dönemlere Göre Makarnalık Çeşitler İçin Farklı Sarı Pas Hastalık Dozlarında (%0, %25, %50, %100) Hastalık Şiddeti (%HŞ) Skorları İçin ANOVA Varyans Analizi

Çeşit	Hastalık Uygulama Dozu	Tekerrür (I+II+III)	Erken Dönem	Erken-Orta Dönem	Orta-Geç Dönem
			Çiçeklenme Başlangıcı 10.5.1	Dane Dolum 10.5.3	Süt Olum 10.5.4
			Ort. ± SH	Ort. ± SH	Ort. ± SH
			Hastalık Şiddeti (% HŞ)		
Kızıltan 91	Hastaliksız (0)	12	6.13 ± 1.43 a	4.13 ± 0.80 b	10.93 ± 2.16 a
	%25	12	8.00 ± 0.85 a	14.00 ± 0.85 a	10.67 ± 2.50 a
	%50	12	8.00 ± 0.85 a	12.67 ± 1.24 a	12.00 ± 0.98 a
	%100	12	10.00 ± 0.85 a	16.00 ± 0.85 a	14.67 ± 0.00 a
	Önem		0.680	1.000 / 0.078	0.834
Çeşit-1252	Hastaliksız (0)	12	6.80 ± 1.45 a	10.00 ± 1.71 b	8.17 ± 1.67 b
	%25	12	6.13 ± 1.43 a	29.33 ± 0.00 a	4.00 ± 0.00 c
	%50	12	8.00 ± 0.85 a	54.00 ± 2.22 b	86.67 ± 1.42 b
	%100	12	8.00 ± 0.85 a	12.00 ± 0.00 b	13.33 ± 0.57 a
	Önem		0.962	0.580	0.104
Eminbey	Hastaliksız (0)	12	4.14 ± 0.80 c	11.33 ± 1.24 b	13.33 ± 1.14 b
	%25	12	10.00 ± 0.85 b	18.00 ± 0.00 a	13.33 ± 1.14 b
	%50	12	16.00 ± 0.85 a	18.00 ± 0.00 a	16.67 ± 0.28 a
	%100	12	18.00 ± 0.00 a	18.00 ± 0.00 a	16.667 ± 0.28 a
	Sig		0.837	1.000	0.637
Mirzabey 2000	Hastaliksız (0)	12	16.00 ± 1.71 b	20.00 ± 2.61 a	22.667 ± 3.98 a
	%25	12	16.00 ± 1.71 b	33.33 ± 7.85 a	17.333 ± 3.46 a
	%50	12	20.00 ± 0.85 ab	66.00 ± 1.28 a	31.667 ± 6.68 a
	%100	12	24.00 ± 0.00 a	66.00 ± 1.28 a	21.333 ± 1.14 a
	Sig		0.136	0.866	0.750

Tablo 4. 35 (devam):					
LC Standart	Hastaliksız (0)	12	28.50 ± 5.00 b	60.00 ± 0.00 c	82.500 ± 1.31 b
	%25	12	50.00 ± 1.51 a	70.00 ± 0.00 b	88.333 ± 1.12 a
	%50	12	62.50 ± 2.29 a	80.00 ± 0.00 a	90.000 ± 0.00 a
	%100	12	62.50 ± 1.42 a	80.00 ± 0.00 a	89.170 ± 0.83 a
Ort.: Ortalama Hastalık Şiddeti (%HŞ) SH: Ortalamanın Standart Hatası Aynı sütun üzerinde birbirini takip eden küçük harfler aynı fenolojik dönem içinde dozlar arasındaki farklılıkları, ifade eder. Birbirini takip eden küçük harfler istatistik açıdan önemli değildir (Tukey Post hoc testi). * Ortalamadaki farklılık p≤0.05 seviyesinde önemli (Tukey's HSD test (p<0.05)).					

Tablo 4. 36. Fenolojik Dönemlerde Kızıltan 91, Çeşit-1252, Eminbey, Mirzabey 2000 Çeşitleri İçin Yapılan Anova Analiz Sonuçları (p<0.001).

Çeşitler	Fenolojik Dön. Feekes)	HKT	df	KO	F	Sig.(p)
Kızıltan 91	10.5.1	89.760	3	29.920	2.363	0.084
	10.5.3	983.627	3	327.876	30.163	0.000
	10.5.4	120.107	3	40.36	1.623	0.198
Çeşit-1252	10.5.1	30.880	3	10.293	0.613	0.610
	10.5.3	2948.000	3	982.667	4.166	0.011
	10.5.4	530.917	3	176.972	13.379	0.000
Eminbey	10.5.1	1414.560	3	471.520	75.272	0.000
	10.5.3	400.000	3	133.333	28.947	0.000
	10.5.4	133.333	3	44.444	5.392	0.003
Mirzabey 2000	10.5.1	528.000	3	176.000	8.963	0.000
	10.5.3	1593	3	531.000	1.619	0.199
	10.5.4	1318.333	3	439.444	1.987	0.130
LC (Standart	10.5.1	9260.250	3	3086.750	20.745	0.000
	10.5.3	3300.000	3	1100.000	-	-
	10.5.4	416.667	3	138.889	12.644	0.000
HKT:Hata Kareler Toplamı		F: Örnek Ortalamalarının Karşılaştırma Tablo Değeri			df:: Serbestlik Derecesi	
KO: Kareler Ortalaması		Sig.(p): Karşılaştırmada Anlamlılık Değeri				



Şekil 4. 84. Fenolojik Dönemler İçin Makarnalık Çeşitler İçin Farklı Sarı Pas Hastalık Dozu (%0, %25, %50, %100) Uygulamalarında Hastalık Değişiminin (%DI) İncelenmesi.

4.8. Fenolojik Dönemlerde Mineral Gübre Uygulamaları Altında Hastalık Şiddeti Değişiminin İncelenmesi

4.8.1. Ekmeklik Çeşitlerde Mineral Gübre Uygulamaları Altında Hastalık Şiddeti Değişiminin İncelenmesi

Bütün fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde;

Eser çeşidinde; Demir (Fe) gübre dozu uygulamalarının özellikle erken ve erken-orta dönemde $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli olduğu belirlenmiş olup, hastalık reaksiyonunda azalma olduğu belirlenmiştir. Bütün Fe dozu uygulamaları içerisinde Fe₁₀ ve Fe₂₀ dozları erken dönemde hastalık şiddetinde en fazla azalmaya (-%28.57 ve -%22.23) neden olmuştur ($F=14.667$, $df=3$, $p<0.00$). Benzer şekilde orta-geç dönemde ise Fe₂₀ gübre dozunun hastalık şiddetinde azalmaya (-%22.23) neden olduğu belirlenmiştir ($F=22.000$, $df=3$, $p<0.001$). (Tablo 4.37) (Tablo 4.38).

Çinko (Zn) gübre dozu uygulamalarında erken, erken-orta ve orta-geç dönemdeki Zn_{7.5} ve Zn₁₅ gübre dozu uygulamalarının, hastalık şiddetinin $p \leq 0.05$ düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Erken dönemde Zn_{7.5} ve Zn₁₅ gübre dozu uygulamalarının hastalık şiddetini artırıcı (+%28.58 ve +%14.29) etkisi olduğu saptanmıştır ($F= 6.722$, $df= 3$, $p<0.001$). Erken-orta ve orta-geç dönemde dönemde Zn₁₅ gübre dozu uygulamasının hastalık şiddetini arttırdığı (+%16.67), Zn₂₀ ve Zn_{7.5} gübre dozu uygulamalarının ise hastalık şiddetini azalttığı belirlenmiştir (-%22.23) ($F= 13.962$, $df= 3$ $p<0.001$) (Şekil 4.85). Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında ise erken dönemde Fe+Zn_{5+7.5} gübre dozu uygulamasında sınırlı düzeyde hastalık şiddetinde bir azalma (-%14.28) gözlenirken diğer tüm fenolojik dönemlerde önemli bir değişim belirlenmemiştir. (Tablo 4.39) (Şekil 4.86).

Tablo 4. 37. Eser Çeşidine Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Farklı Fenolojik Dönemler İçin Hastalık Değişim Oranları (%).

Eser	Fenolojik Dönemler									
	25 Mayıs 2019 (10.5.1)		06 Haziran 2019 (10.5.3)		15 Haziran 2019 (10.5.4)		23 Haziran 2019 (11.1.1)		Ortalama	
Uygulama	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim
Gübresiz (0)	9.333	0.00	12.00	0.00	12.00	0.00	0.00	0.00	8.33	0.00
Fe 5gr/5lt	8.000	-14.26	9.333	-22.23	12.00	0.00	0.00	0.00	7.33	-18.24
Fe 10gr/5lt	6.667	-28.57	12.00	0.00	12.00	0.00	0.00	0.00	7.67	-7.14
Fe 20gr/5lt	6.667	-28.57	9.333	-22.23	9.333	-22.23	0.00	0.00	6.33	-3.97
Zn 7.5gr/5lt	12.000	+28.58	9.333	-22.23	9.333	-22.23	0.00	0.00	7.67	-3.97
Zn 15gr/5lt	10.667	+14.29	14.00	+16.67	14.00	+16.67	0.00	0.00	9.67	+11.91
Zn 30gr/5lt	9.333	0.00	12.00	0.00	12.00	0.00	0.00	0.00	8.33	0.00
Fe+Zn 5+7.5gr/5lt	8.000	-14.28	12.00	0.00	12.00	0.00	0.00	0.00	8.00	-3.57
Fe+Zn 10+15gr/5lt	9.333	0.00	12.00	0.00	12.00	0.00	0.00	0.00	8.33	0.00
Fe+Zn 20+30gr/5lt	9.333	0.00	12.00	0.00	12.00	0.00	0.00	0.00	8.33	0.00

Tablo 4. 38. Eser Çeşidinde Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Hastalık Reaksiyonu Üzerine Olan Etkilerinin ANOVA Çoklu Karşılaştırma Varyans Analiz Sonuçları (Tukey B*HSD Testi).

Dönemler (Feekes)		10.5.1	10.5.3	10.5.4	11.1.1
Eser		25 Mayıs 2019	06 Haziran 2019	15 Haziran 2019	23 Haziran 2019
Dozlar	T	Ort.±SH DAS-185	Ort.±SH DAS-197	Ort.±SH DAS-206	Ort.±SH DAS-214
0	12	9.33±0.57 a	12.00±0.00 a	12.00±0.00 a	0.00±0.00 a
Fe5	12	8.00±0.00 a	9.33±0.57 b	12.00±0.00 a	0.00±0.08 a
Fe10	12	6.67±1.14 a	12.00±0.00 a	12.00±0.00 a	0.00±0.00 a
Fe20	12	6.67±1.14 a	9.33±0.57 b	9.33±0.57 b	0.00±0.00 a
Sig.	48	0.136	1.000	1.000	0.497
0	12	9.33±0.57 b	12.00±0.00 b	12.00±0.00 b	0.08±0.00 a
Zn7.5	12	12.00±0.00 a	9.33±0.57 c	9.33±0.57 c	0.00±0.00 a
Zn15	12	10.67±1.97 ab	14.00±0.85 a	14.00±0.85 a	0.00±0.00 a
Zn30	12	9.33±1.97 b	12.00±0.00 b	12.00±0.00 b	0.00±0.00 a
Sig.	48	0.237	0.237	1.000	0.497
Tablo 4. 38 (devam)					
0	12	9.33±0.57 a	12.01±0.01 a	12.01±0.01 a	0.08±0.00 a
Fe+Zn5+7.5	12	2.27±0.80 a	12.00±0.00 a	12.00±0.00 a	0.00±0.00 a
Fe+Zn10+15	12	2.27±0.80 a	12.00±0.00 a	12.00±0.00 a	0.00±0.00 a
Fe+Zn20+30	12	9.33±0.80 a	12.00±0.00 a	12.00±0.00 a	0.00±0.00 a
Sig.	48	0.497	0.497	0.497	0.497

Ort.: Ortalama Hastalık Şiddeti (%HŞ)

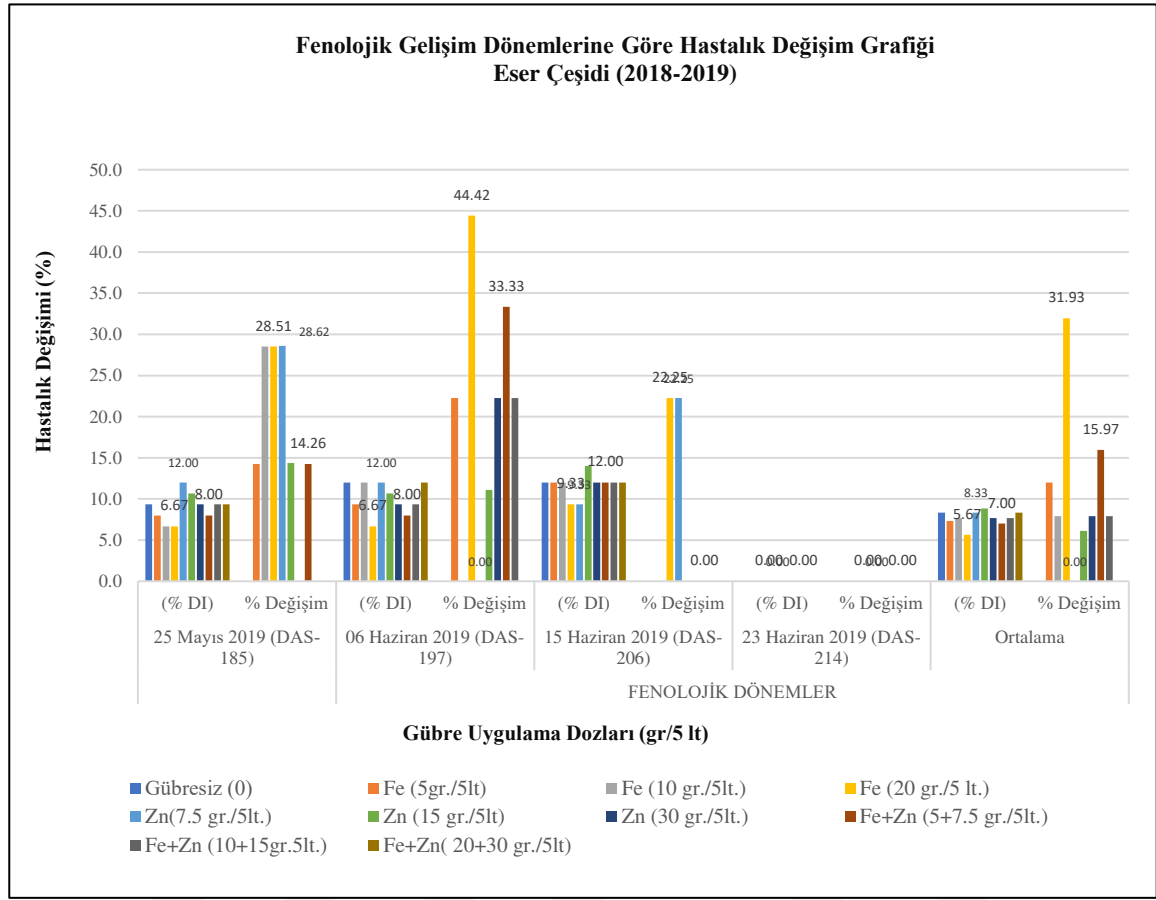
SH: Ortalamanın Standart Hatası

Aynı sütun üzerinde birbirini takip eden küçük harfler aynı fenolojik dönem içinde dozlar arasındaki farklılıkları, ifade eder. Birbirini takip eden küçük harfler istatistik açıdan önemli değildir (Tukey Post hoc testi).

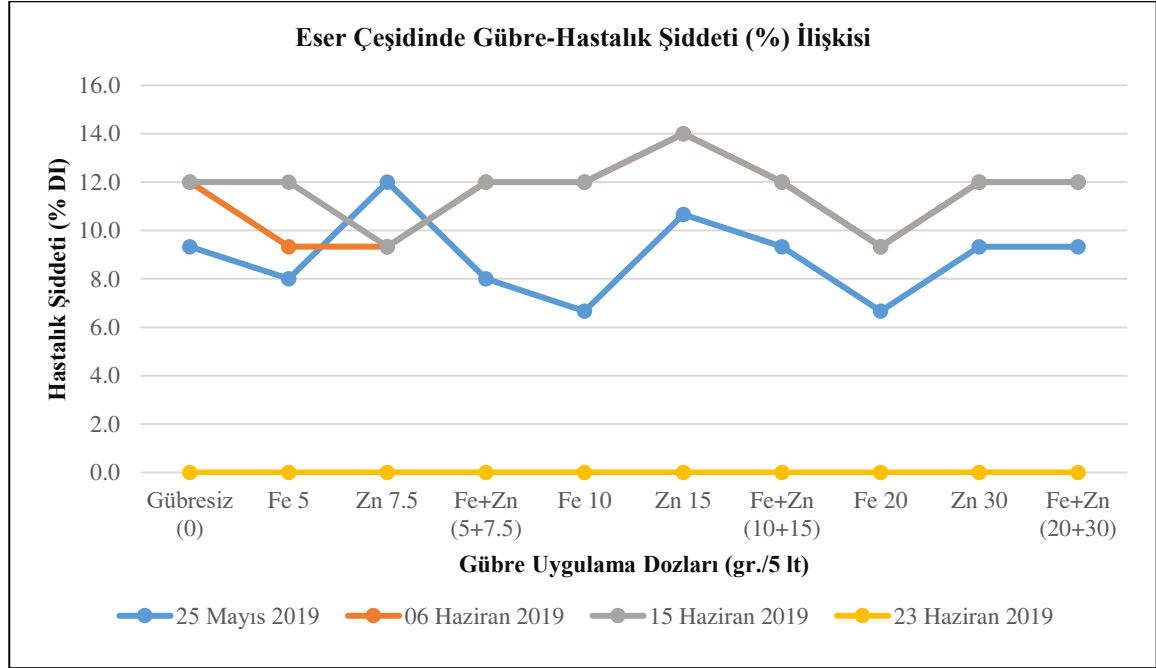
* Ortalamadaki farklılık p<0.05 seviyesinde önemli (Tukey's HSD test (p<0.05)).

Tablo 4. 39. Eser Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Tekrarlanan Gübre Uygulama (Fe, Zn, Fe+Zn) Dozları-Hastalık Şiddeti (%HŞ) Değerlendirmeleri Anova Sonuçları.

Çeşit Kenanbey	Fenolojik Dönem (Feekes)	HKT	df	KO	F	Sig. (P)
Fe	10.5.1	58.667	3	19.556	2.241	0.097
	10.5.3	85.833	3	28.444	14.667	0.000
	10.5.4	64.000	3	21.333	22.000	0.000
	11.1	0.01	3	0.000	1.000	0.402
Zn	10.5.1	58.667	3	19.556	6.722	0.001
	10.5.3	132.000	3	44.000	13.962	0.000
	10.5.4	132.000	3	44.000	13.962	0.000
	11.1	0.01	3	0.000	1.000	0.402
Fe+Zn	10.5.1	16.000	3	5.333	0.917	0.441
	10.5.3	0.001	3	0.000	1.000	0.402
	10.5.4	0.001	3	0.000	1.000	0.402
	11.1	0.001	3	0.000	1.000	0.402
HKT:Hata Kareler Toplamı		F: Örnek Ortalamalarının Karşılaştırma Tablo Değeri		df:: Serbestlik Derecesi		
KO: Kareler Ortalaması		Sig.(p): Karşılaştırmada Anlamlılık Değeri		KO: Kareler Ortalaması		



Şekil 4. 83. Eser Çeşidinin Fenolojik Gelişim Dönemlerine Göre Hastalık Değişim Grafiği.



Şekil 4. 84. Eser Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalık Reaksiyon Değişimi (%HŞ).

Ekmeklik Kenanbey çeşidinde; Fe gübre dozu uygulamalarında özellikle erken ve erken-orta dönemde hastalık reaksiyonları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak ($p \leq 0.05$) olarak önemli olarak belirlenmiş olup, ilerleyen biyolojik süreçle birlikte hastalık şiddetinde artış belirlenmiştir. Fe gübre dozu uygulamalarından Fe₅ ve Fe₂₀ dozlarının erken dönemde hastalık reaksiyon şiddetinde en fazla artışa (+%71.40, +%28.55) neden olduğu belirlenmiştir ($F=18.118$, $df=3$, $p<0.001$). Erken-orta dönemde (06 Haziran 2019) Fe₅ ve Fe₁₀ gübre uygulama dozlarında hastalık şiddetinde artış (+%6.25), orta-geç dönemde ise Fe₁₀ gübre uygulama dozunda hastalık şiddetinde azalma gözlenmiştir (-%13.04) (Tablo 4. 40) (Şekil 4.87).

Zn uygulamaları içinde erken dönemdeki Zn_{7.5} Zn₁₅ ve Zn₃₀ gübre uygulama dozlarında hastalık reaksiyonları arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli olarak belirlenmiştir. Erken dönemde Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₁₅ gübre uygulama dozlarının hastalık reaksiyon şiddetinin artışı (+%71.40, +%35.67, +%7.12) yönünde etkili olduğu tespit edilmiştir ($F=8.702$, $df=3$, $p<0.001$). Erken-orta dönemde Zn₁₅ gübre uygulama dozunda hastalık şiddetinde artış (+%6.25), Zn_{7.5} ve Zn₃₀ gübre uygulama dozlarında hastalık şiddetinde azalma (-%6.25) belirlenmiştir (Tablo 4. 41). Orta-geç dönemde bütün Zn gübre uygulama dozlarında (Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₃₀) hastalık şiddetinde azalma belirlenmiştir (-%54, -%66, -%57). Farklı Fe+Zn gübre uygulama dozlarının erken dönemde hastalık şiddetinde artışa sebep olduğu, en fazla artışın Fe+Zn₂₀₊₃₀ uygulma dozunda olduğu belirlenmiştir ($F=3.066$, $df=3$, $p<0.001$). Bu durumu sırasıyla Fe+Zn_{5+7.5} ve Fe+Zn₁₀₊₁₅ dozları takip etmiştir (+%21.42, +%17.84). Erken-orta ve orta-geç dönemlerde Fe+Zn_{5+7.5} uygulama dozunda sınırlı düzeyde hastalık şiddetinde artış gözlenmiş (+%6.25, +%8.25) olup, diğer tüm dozlarda ve uygulama dönemlerinde hastalık şiddetinde azalmalar olduğu belirlenmiştir (Tablo 4. 42) (Şekil 4. 88).

Tablo 4. 40. Kenanbey Çeşidine Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Farklı Fenolojik Dönemler İçin Hastalık Değişim Oranları (%).

Kenanbey	Fenolojik Dönemler									
	25 Mayıs 2019 (10.5.1)		06 Haziran 2019 (10.5.3)		15 Haziran 2019 (10.5.4)		23 Haziran 2019 (11.1.1)		Ortalama	
Uygulama	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim
Gübresiz (0)	18.67	0.00	48.00	0.00	69.00	0.00	87.00	0.00	55.67	0.00
Fe 5gr/5lt	32.00	+71.40	51.00	+6.25	69.00	0.00	90.00	+3.45	60.50	+8.68
Fe 10gr/5lt	16.00	-14.30	51.00	+6.25	60.00	-13.04	81.00	-6.90	52.00	-6.59
Fe 20gr/5lt	24.00	+28.55	45.00	-6.25	69.00	0.00	84.00	-3.45	55.50	-0.31
Zn 7.5gr/5lt	32.00	+71.40	45.00	-6.25	54.00	-21.74	81.00	-6.90	53.00	-4.80
Zn 15gr/5lt	25.33	+35.67	51.00	+6.25	66.00	-4.35	84.00	-3.45	56.58	+1.63
Zn 30gr/5lt	20.00	+7.12	45.00	-6.25	57.00	-17.39	72.00	-17.24	48.50	+12.88
Fe+Zn 5+7.5gr/5lt	22.67	+21.42	51.00	+6.25	75.00	+8.70	84.00	-3.45	58.17	+4.49
Fe+Zn 10+15gr/5lt	22.00	+17.84	39.00	-18.75	60.00	-13.04	72.00	-17.24	48.25	-13.33
Fe+Zn 20+30gr/5lt	26.67	+42.85	45.00	-6.25	69.00	0.00	84.00	-3.45	56.17	+0.90

Tablo 4. 41. Kenanbey Çeşidinde Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Hastalık Reaksiyonu Üzerine Olan Etkilerinin ANOVA Çoklu Karşılaştırma Varyans Analiz Sonuçları (Tukey B*HSD Testi).

Dönemler (Feekes)		10.5.1	10.5.3	10.5.4	11.1.1
Kenanbey		25 Mayıs 2019	06 Haziran 2019	15 Haziran 2019	23 Haziran 2019
Dozlar	T	Ort.±SH DAS-185	Ort.±SH DAS-197	Ort.±SH DAS-206	Ort.±SH DAS-214
0	12	18.67±2.84 ab	48.00±1.28 ab	69.00±1.28 a	87.00±1.28 ab
Fe5	12	32.00±0.00 a	51.00±1.28 a	69.00±1.28 a	90.00±0.00 a
Fe10	12	16.00±1.71 c	51.00±1.28 a	60.00±1.28 a	81.00±0.00 c
Fe20	12	24.00±0.00 b	45.00±0.00 b	69.00±2.56 b	84.00±1.28 bc
Sig.	48	0.261 / 1.000	0.237	1.000	0.103
0	12	18.67±2.84 b	48.00±1.28 ab	69.00±1.279 a	87.00±1.28 a
Zn7.5	12	32.00±0.00 a	45.00±0.00 b	54.00±0.000 b	81.00±0.00 b
Zn15	12	25.33±2.84 ab	51.00±1.28 a	66.00±1.279 a	84.00±1.28 ab
Zn30	12	20.00±0.85 b	45.00±0.00 b	57.00±1.279 b	72.00±0.00 c
Sig.	48	0.115	1.000	0.237	1.000
0	12	18.67±2.84 b	48.00±1.28 ab	69.00±1.28 a	87.00±1.28 a
Fe+Zn5+7.5	12	22.67±1.99 ab	51.00±1.28 a	75.00±1.28 a	84.00±1.28 a
Fe+Zn10+15	12	22.00±0.85 ab	39.00±1.28 c	60.00±1.28 b	72.00±0.00 b
Fe+Zn20+30	12	26.67±1.14 a	45.00±0.00 b	69.00±2.56 a	84.00±0.00 a
Sig.	48	0.441 / 0.306	1.000 / 0.237	1.000 / 0.073	1.000 / 0.237

Ort.: Ortalama Hastalık Şiddeti (%HŞ)

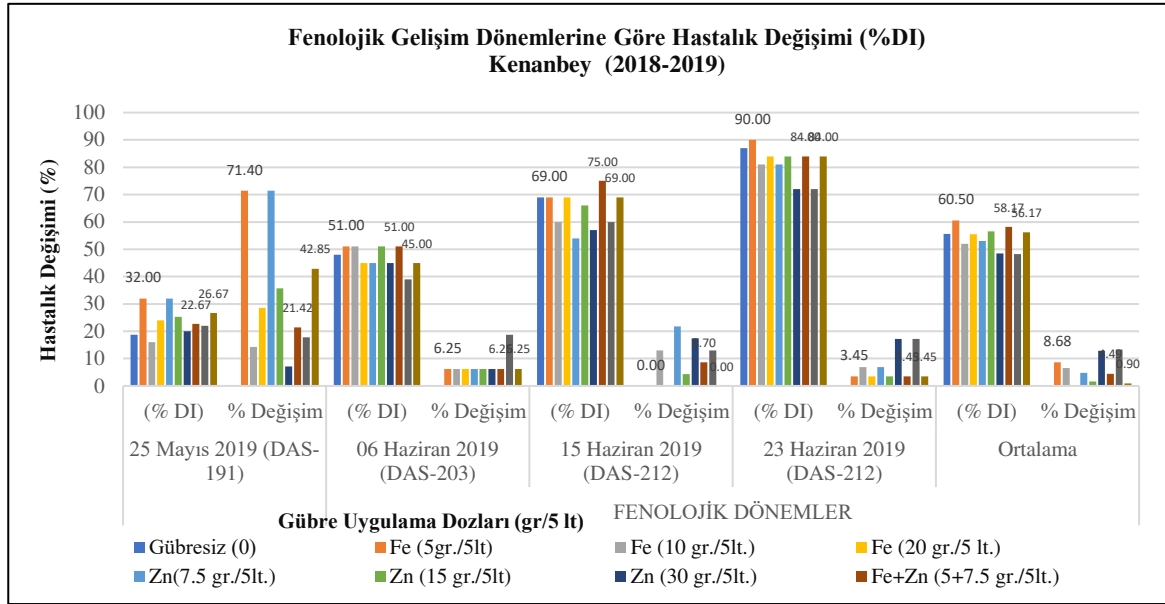
SH: Ortalamanın Standart Hatası

Aynı sütun üzerinde birbirini takip eden küçük harfler aynı fenolojik dönem içinde dozlar arasındaki farklılıkları, ifade eder. Birbirini takip eden küçük harfler istatistik açıdan önemli değildir (Tukey Post hoc testi).

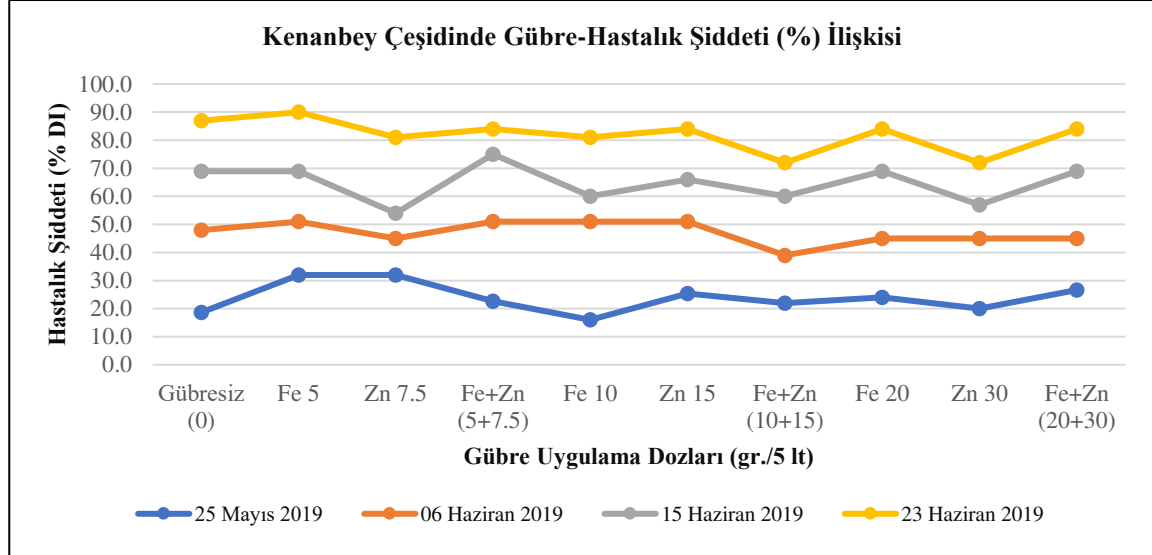
* Ortalamadaki farklılık $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli (Tukey's HSD test ($p < 0.05$)).

Tablo 4. 42. Kenanbey Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Tekrarlanan Gübre Uygulama (Fe, Zn, Fe+Zn) Dozları-Hastalık Şiddeti (%HŞ) Değerlendirmeleri Anova Sonuçları.

Çeşit Kenanbey	Fenolojik Dönem (Feekes)	HKT	df	KO	F	Sig. (P)
Fe	10.5.1	1792	3	597.333	18.118	0.000
	10.5.3	297.000	3	99.000	6.722	0.001
	10.5.4	729.000	3	243.000	7.071	0.001
	11.1	540.000	3	180.000	18.333	0.000
Zn	10.5.1	1322.667	3	440.889	8.702	0.000
	10.5.3	297.000	3	99.000	10.083	0.000
	10.5.4	1836.000	3	612.00	41.556	0.000
	11.1	1512.000	3	504.000	51.333	0.000
Fe+Zn	10.5.1	388.000	3	129.333	3.066	0.038
	10.5.3	945.000	3	315.000	21.389	0.000
	10.5.4	1377.000	3	459.000	13.357	0.000
	11.1	1593.000	3	531.000	36.056	0.000
HKT:Hata Kareler Toplamı		F: Örnek Ortalamalarının Karşılaştırma Tablo Değeri		df:: Serbestlik Derecesi		
KO: Kareler Ortalaması		Sig.(p): Karşılaştırmada Anlamlılık Değeri		KO: Kareler Ortalaması		



Şekil 4. 85. Kenanbey Çeşidinin Fenolojik Gelişim Dönemlerine Göre Hastalık Değişim Grafiği.



Şekil 4. 86. Kenanbey Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalık Reaksiyon Değişimi (%HŞ).

Bayraktar 2000 çeşidinde; artan gübre dozu uygulamalarına bağlı olarak en fazla hastalık şiddeti artışı (+%49.95) erken-orta dönemde Fe+Zn₁₀₊₁₅ uygulamasında gözlenmiştir. Bu durumu yine aynı dönemde Zn₁₅ (+%37.49), Fe₅ ve Fe₁₀ gübre dozu uygulamalarının takip ettiği belirlenmiştir (+%37.49) (F=18.549, df=3, p<0.000). Orta-geç dönemde Fe₅ ve Fe₁₀ ve Fe+Zn₁₀₊₁₅ gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde artış gözlenmiştir (+%20.03). Hastalık şiddetinde önemli azalmalar en çok erken-orta ve orta-geç dönemde Zn₃₀ uygulama dozunda belirlenmiştir (-%50.05, -%39.98) (F=19.622, df=3, p<0.000). **Tüm fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde;** Fe uygulamaları özellikle erken ve erken-orta dönemde hastalık reaksiyonları arasındaki farklılıklar istatistikî olarak (p≤0.05) olarak

önemli olarak belirlenmiş olup hastalık şiddetinde artışlar gözlenmiştir (Tablo 4. 43) (Şekil 4.89). Yüksek Zn dozu uygulamaları (Zn₃₀) erken-orta ve orta-geç dönemlerde hastalık şiddetinde azalmalar belirlenmiştir. Geç dönemde tüm fenolojik gelişme dönemlerinde hastalık reaksiyonlarında önemli artışlar belirlenmiş olup, en önemli artış Fe+Zn gübre uygulama dozunda geç dönemde belirlenmiştir (Tablo 4.44) (Tablo 4.45) (Şekil 4.90).

Tablo 4. 43. Bayraktar 2000 Çeşidine Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Farklı Fenolojik Dönemler İçin Hastalık Değişim Oranları (%).

Bayraktar 2000 Uygulama	Fenolojik Dönemler									
	25 Mayıs 2019 (10.5.1)		06 Haziran 2019 (10.5.3)		15 Haziran 2019 (10.5.4)		23 Haziran 2019 (11.1.1)		Ortalama	
	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim
Gübresiz (0)	6.67	0.00	10.67	0.00	13.33	0.00	0.00	0.00	7.67	0.00
Fe 5gr/5lt	8.00	+19.94	14.67	+37.49	16.00	+20.03	0.80	+80	9.87	+28.68
Fe 10gr/5lt	5.33	-20.09	14.67	+37.49	16.00	+20.03	0.80	+80	9.20	+19.95
Fe 20gr/5lt	5.33	-20.09	10.67	0.00	10.67	+19.95	4.00	+400	7.67	0.00
Zn 7.5gr/5lt	4.00	-40.03	10.67	0.00	10.67	+19.95	0.80	+80	6.54	+14.73
Zn 15gr/5lt	6.67	0.00	14.67	+37.49	14.67	+10.05	0.80	+80	9.20	+19.95
Zn 30gr/5lt	6.67	0.00	5.33	-50.05	8.00	-39.98	4.00	400	6.00	+21.77
Fe+Zn 5+7.5gr/5lt	5.33	-20.09	12.00	+12.46	13.33	0.00	4.00	+400	8.67	+13.04
Fe+Zn 10+15gr/5lt	7.33	+9.90	16.00	+49.95	16.00	+20.03	4.00	+400	10.83	+41.20
Fe+Zn 20+30gr/5lt	9.33	+39.88	10.67	0.00	10.67	-19.95	4.00	+400	8.67	+13.04

Tablo 4. 44. Bayraktar 2000 Çeşidinde Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Hastalık Reaksiyonu Üzerine Olan Etkilerinin ANOVA Çoklu Karşılaştırma Varyans Analiz Sonuçları (Tukey B*HSD Testi).

Dönemler (Feekes)		10.5.1	10.5.3	10.5.4	11.1.1
Bayraktar 2000		25 Mayıs 2019	06 Haziran 2019	15 Haziran 2019	23 Haziran 2019
Dozlar	T	Ort.±SH DAS-185	Ort.±SH DAS-197	Ort.±SH DAS-206	Ort.±SH DAS-214
0	12	6.67±0.57 ab	10.67±0.57 b	13.33±0.57 b	0.00±0.00 c
Fe5	12	8.00±0.00 a	14.67±0.57 a	16.00±0.00 a	8.00±0.00 b
Fe10	12	5.33±0.28 b	14.67±1.42 a	16.00±0.85 a	8.00±0.00 b
Fe20	12	5.33±0.57 b	10.67±0.57 c	10.67±0.57 c	4.00±0.00 a
Sig.	48	0.136	1.000	1.000	1.000
0	12	6.67±0.57 a	10.67±0.57 b	13.33±0.57 ab	0.00±0.00 c
Zn7.5	12	4.00±0.00 b	10.67±0.57 b	10.67±0.57 bc	8.00±0.00 b
Zn15	12	6.67±0.57 a	14.67±1.42 a	14.67±1.427 a	8.00±0.00 b
Zn30	12	6.67±0.28 b	5.33±0.57 c	8.00±0.007 c	4.00±0.00 a
Sig.	48	0.115	1.000	0.111 / 0.658	1.000
0	12	6.67±0.57 ab	10.67±0.57 b	13.33±0.568 b	0.00±1.28 b
Fe+Zn5+7.5	12	5.33±0.57 b	12.00±0.01 b	13.33±0.568 b	4.00±1.28 a
Fe+Zn10+15	12	7.33±0.29 ab	16.00±0.86 a	16.00±0.852 a	4.00±0.00 a
Fe+Zn20+30	12	9.33±1.14 a	10.67±0.57 b	10.67±0.568 c	4.00±0.00 a
Sig.	48	0.207 / 0.052	0.384 / 1.000	1.000	-

Ort.: Ortalama Hastalık Şiddeti (%HŞ)

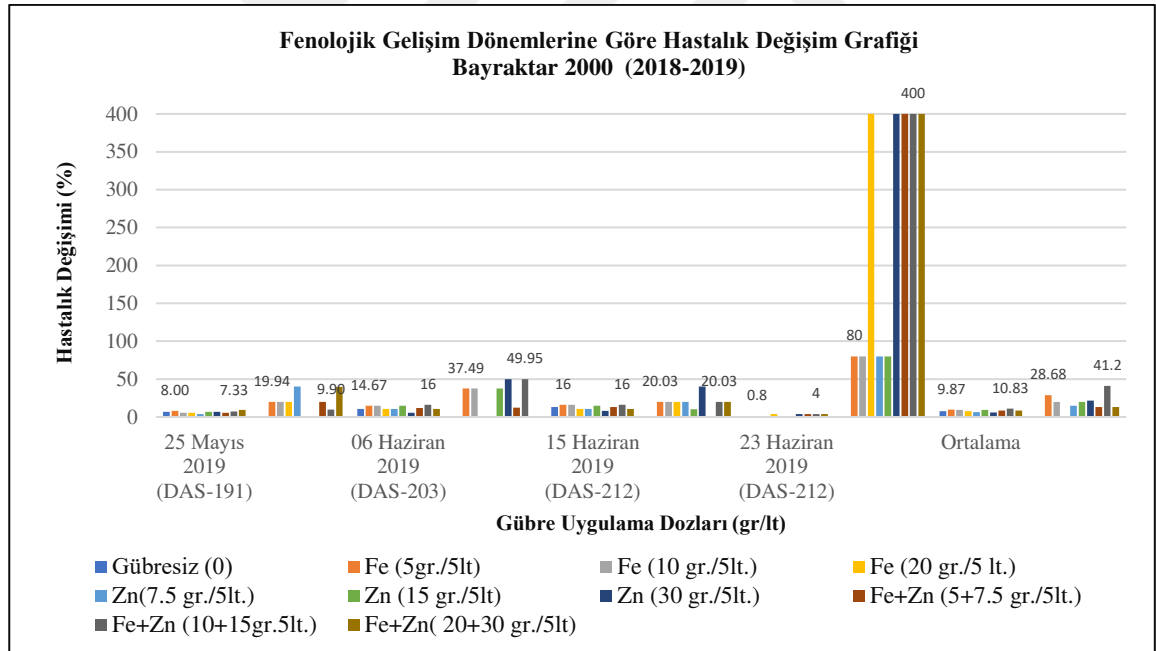
SH: Ortalamanın Standart Hatası

Aynı sütun üzerinde birbirini takip eden küçük harfler aynı fenolojik dönem içinde dozlar arasındaki farklılıkları, ifade eder. Birbirini takip eden küçük harfler istatistik açıdan önemli değildir (Tukey Post hoc testi).

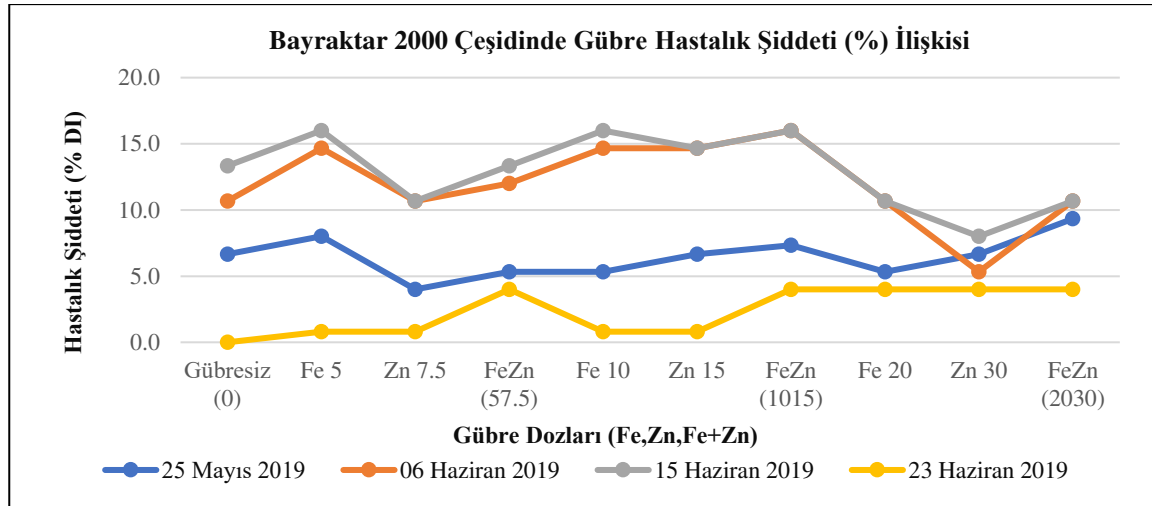
* Ortalamadaki farklılık p<0.05 seviyesinde önemli (Tukey's HSD test (p<0.05)).

Tablo 4. 45. Bayraktar 2000 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Tekrarlanan Gübre Uygulama (Fe, Zn, Fe+Zn) Dozları-Hastalık Şiddeti (%HŞ) Değerlendirmeleri Anova Sonuçları.

Bayraktar 2000	Fenolojik Dönem (Feekes)	HKT	df	KO	F	Sig. (P)
Fe	10.5.1	58.667	3	19.556	8.963	0.001
	10.5.3	192.000	3	64.000	7.135	0.001
	10.5.4	234.667	3	78.222	18.980	0.000
	11.1	113.280	3	37.760	11.134	0.000
Zn	10.5.1	64.000	3	21.333	9.778	0.000
	10.5.3	528.000	3	176.000	19.622	0.000
	10.5.4	314.667	3	104.889	13.111	0.000
	11.1	113.280	3	37.760	11.134	0.000
Fe+Zn	10.5.1	100.000	3	33.333	5.500	0.003
	10.5.3	229.333	3	76.444	18.549	0.000
	10.5.4	170.667	3	56.889	11.175	0.000
	11.1	144.000	3	48.000	-	-
HKT:Hata Kareler Toplamı		F: Örnek Ortalamalarının Karşılaştırma Tablo Değeri				
KO: Kareler Ortalaması		Sig.(p): Karşılaştırmada Anlamlılık Değeri KO: Kareler Ortalaması				



Şekil 4. 89. Bayraktar 2000 Çeşidinin Fenolojik Gelişim Dönemlerine Göre Hastalık Değişim Grafiği (2018-2019).



Şekil 4. 90. Bayraktar 2000 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalık Reaksiyon Değişimi (%HŞ).

Demir 2000 çeşidinde artan gübre dozu uygulamalarına bağlı olarak en yüksek hastalık şiddeti erken ve orta-geç dönemde gözlemlenmiştir (Tablo 4. 46) (Şekil 4. 91). Erken dönemde Fe₅, Fe₂₀, Zn_{7.5} ve Fe+Zn_{5+7.5} uygulamalarında rastlanmıştır (+%71.40, +%7.12, +%28.55, +%28.55) (F=20.533, df=3, p<0.000). Orta-geç dönemde ise Fe₁₀, Fe₂₀, Zn₃₀ ve Fe+Zn_{5+7.5} gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde artışlar gözlenmiştir (+%9.52, +%14.29, +%14.29, +%4.76) (F=36.667, df=3, p<0.000).

Değişen gübre dozu uygulamalarına bağlı olarak hastalık şiddetinde önemli azalmalar en çok erken dönemde Zn₃₀ gübre dozunda (-%35.73) ve orta-geç dönemde Zn_{7.5} ve Zn₁₅ gübre dozlarında belirlenmiştir (-%21.70, -%9.52) (F=29.927, df=3, p<0.000). Geç dönemde tüm gübre uygulama dozlarında hastalık belirtisi görülmeyen bitkilerle karşılaştırıldığında artışlar saptanmıştır (Tablo 4.47 ve Tablo 4.48) (Şekil 4.92).

Tablo 4. 46. Demir 2000 Çeşidine Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Farklı Fenolojik Dönemler İçin Hastalık Değişim Oranları (%).

Demir 2000	Fenolojik Dönemler									
	25 Mayıs 2019 (10.5.1)		06 Haziran 2019 (10.5.3)		15 Haziran 2019 (10.5.4)		23 Haziran 2019 (11.1.1)		Ortalama	
Uygulama	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim
Gübresiz (0)	18.67	0.00	48.00	0.00	63.00	0.00	75.00	0.00	51.17	0.00
Fe 5gr/5lt	32.00	+71.40	48.00	0.00	60.00	-4.76	84.00	+12.00	56.00	+9.44
Fe 10gr/5lt	17.33	+7.18	48.00	0.00	69.00	+9.52	81.00	+8.00	53.83	+5.20
Fe 20gr/5lt	20.00	+7.12	48.00	0.00	72.00	+14.29	84.00	+12.00	56.00	+9.44
Zn 7.5gr/5lt	24.00	+28.55	42.00	-12.50	49.33	-21.70	84.00	+8.00	49.08	+4.08
Zn 15gr/5lt	18.67	0.00	42.00	-12.50	57.00	-9.52	81.00	+12.00	50.42	+1.47
Zn 30gr/5lt	12.67	-35.73	45.00	-6.25	66.00	+4.76	84.00	+8.00	51.00	+0.33
Fe+Zn 5+7.5gr/5lt	24.00	+28.55	42.00	-12.50	66.00	+4.76	84.00	+12.00	54.00	+5.53
Fe+Zn 10+15gr/5lt	16.67	-10.71	51.00	+6.25	60.00	-4.76	75.00	0.00	50.67	+0.98
Fe+Zn 20+30gr/5lt	17.33	-7.18	48.00	0.00	72.00	+14.29	84.00	+8.00	55.33	+8.13

Tablo 4. 47. Demir 2000 Çeşidinde Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Hastalık Reaksiyonu Üzerine Olan Etkilerinin ANOVA Çoklu Karşılaştırma Varyans Analiz Sonuçları (Tukey B*HSD Testi).

Dönemler (Feekes)		10.5.1		10.5.3		10.5.4		11.1.1	
Demir 2000		25 Mayıs 2019		06 Haziran 2019		15 Haziran 2019		23 Haziran 2019	
Dozlar	T	Ort.±SH		Ort.±SH		Ort.±SH		Ort.±SH	
		DAS-185		DAS-197		DAS-206		DAS-214	
0	12	18.67±2.842	b	48.00±1.279	a	63.00±0.000	b	75.00±1.279	a
Fe5	12	32.00±0.000	a	48.00±2.558	a	60.00±1.279	b	84.00±1.279	b
Fe10	12	17.33±0.284	b	48.00±2.558	a	69.00±1.279	a	81.00±0.000	b
Fe20	12	20.00±0.852	b	48.00±2.558	a	72.00±0.000	a	84.00±1.279	b
Sig.	48	0.590 / 1.000		1.000		0.103		1.000 / 0.237	
0	12	18.67±2.842	a	48.00±1.279	a	63.00±0.000	a	75.00±1.279	b
Zn7.5	12	24.00±0.000	a	42.00±1.279	a	49.33±1.989	c	84.00±1.279	a
Zn15	12	18.67±1.137	a	42.00±1.279	a	57.00±1.279	b	81.00±0.000	a
Zn30	12	12.67±0.000	b	45.00±3.837	a	66.00±1.279	a	84.00±1.279	a
Sig.	48	1.000 / 0.080		0.237		1.000 / 0.402		1.000 / 0.237	
0	12	18.67±2.842	ab	48.00±1.279	ab	63.00±0.000	ab	75.00±1.279	b
Fe+Zn5+7.5	12	24.00±0.000	a	42.00±0.000	b	66.00±1.279	b	84.00±1.279	a
Fe+Zn10+15	12	16.67±0.284	b	51.00±1.279	a	60.00±1.279	c	75.00±1.279	b
Fe+Zn20+30	12	17.33±0.284	b	48.00±2.558	ab	72.00±0.000	a	84.00±1.279	a
Sig.	48	0.759 / 0.055		0.073 / 0.597		0.103 / 1.000		1.000	

Ort.: Ortalama Hastalık Şiddeti (%DI)

SH: Ortalamanın Standart Hatası

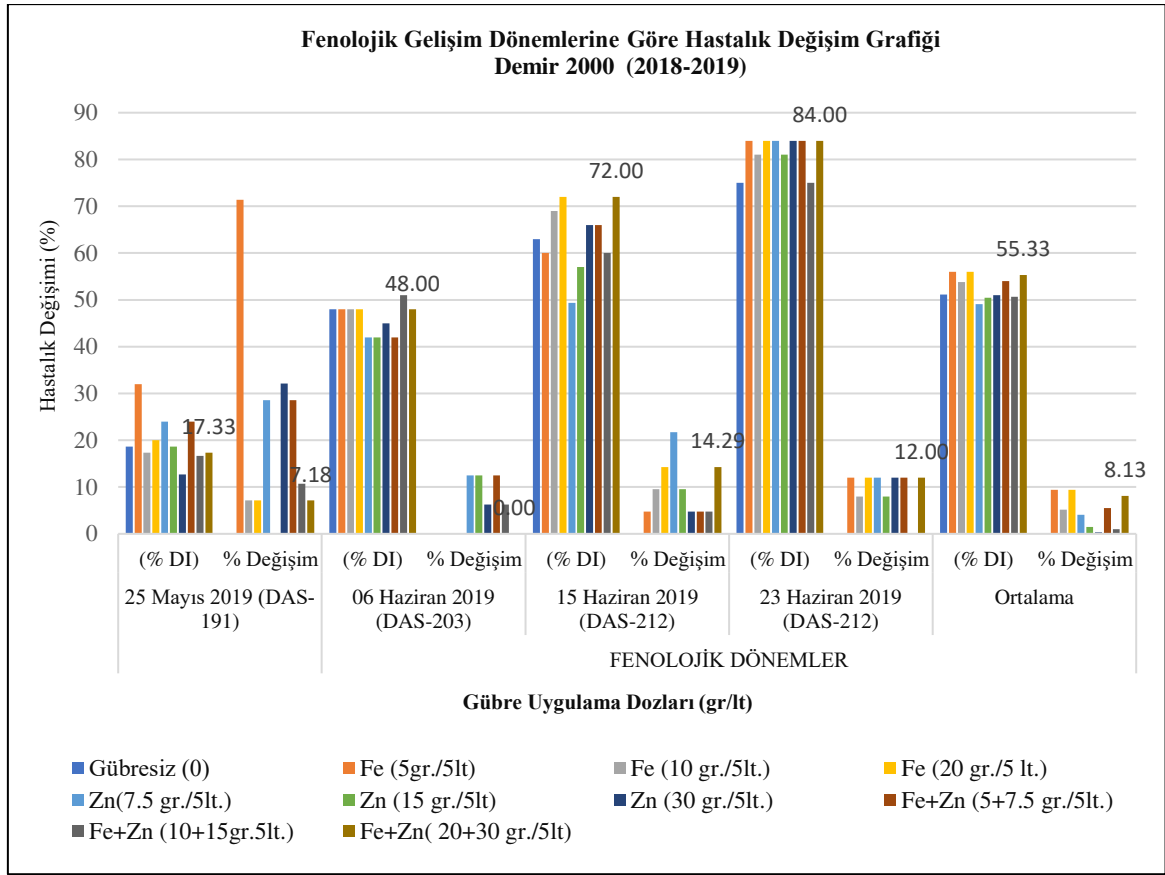
DAS: Day After Sowing

Aynı sütun üzerinde birbirini takip eden küçük harfler aynı fenolojik dönem içinde dozlar arasındaki farklılıkları, ifade eder. Birbirini takip eden küçük harfler istatistik açıdan önemli değildir (Tukey Post hoc testi).

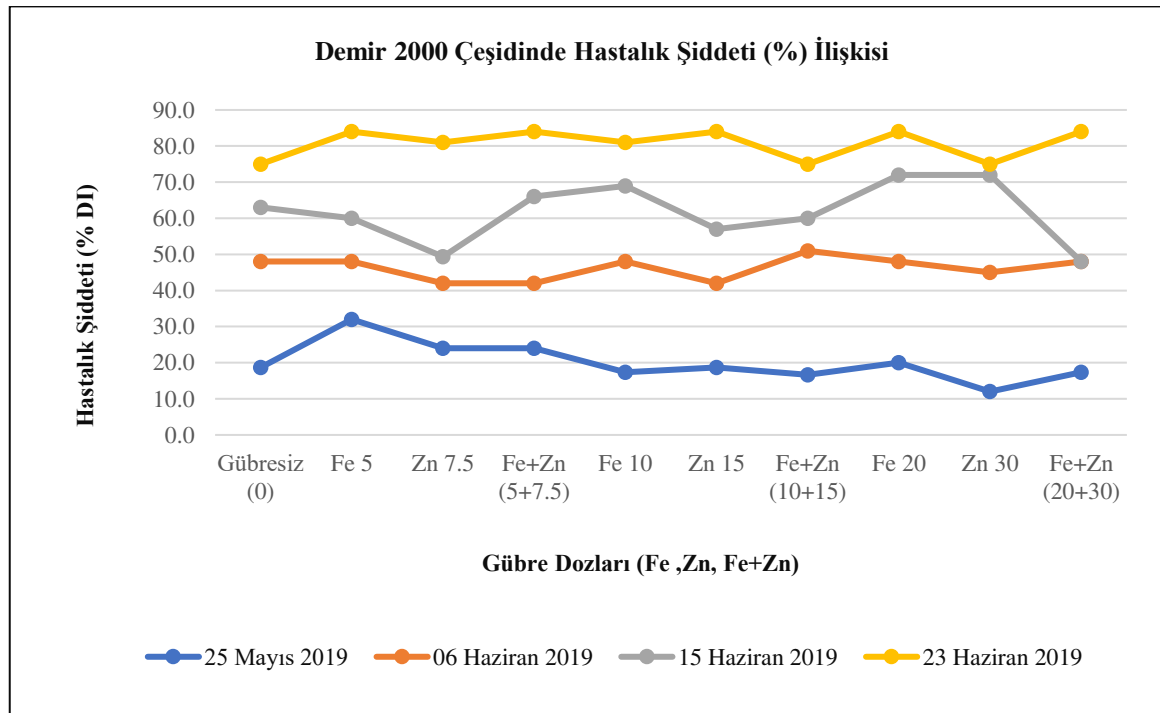
* Ortalamadaki farklılık $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli (Tukey's HSD test ($p < 0.05$)).

Tablo 4.48. Demir 2000 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Tekrarlanan Gübre Uygulama (Fe, Zn, Fe+Zn) Dozları-Hastalık Şiddeti (%DI) Değerlendirmeleri Anova Sonuçları.

Demir 2000	Fenolojik Dönem (Feekes)	HKT	df	KO	F	Sig. (P)
Fe	10.5.1	1642.667	3	547.556	20.533	0.000
	10.5.3	0.000	3	0.000	0.000	1.000
	10.5.4	1080.000	3	360.000	36.667	0.000
	11.1	648.000	3	216.000	14.667	0.000
Zn	10.5.1	869.333	3	289.778	10.305	0.000
	10.5.3	297.000	3	99.000	1.681	0.185
	10.5.4	1948.000	3	649.333	29.927	0.000
	11.1	648.000	3	216.000	14.667	0.000
Fe+Zn	10.5.1	398.667	3	132.889	5.374	0.003
	10.5.3	513.000	3	171.000	4.976	0.005
	10.5.4	945.000	3	315.000	32.083	0.000
	11.1	972.000	3	324.000	16.500	0.000
HKT: Hata Kareler Toplamı		F: Örnek Ortalamalarının Karşılaştırma Tablo Değeri		df:: Serbestlik Derecesi		
KO: Kareler Ortalaması		Sig.(p): Karşılaştırmada Anlamlılık Değeri		KO: Kareler Ortalaması		



Şekil 4. 91. Demir 2000 Çeşidinin Fenolojik Gelişim Dönemlerine Göre Hastalık Değişim. Grafiği.



Şekil 4. 92. Demir 2000 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalık Reaksiyon Değişimi (%HŞ).

4.8.2. Makarnalık Çeşitlerde Mineral Gübre Uygulamaları (Fe, Zn, Fe+Zn) Altında Hastalık Şiddeti Değişiminin İncelenmesi (Anova-Varyans Analizi)

Bütün fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde;

Kızıltan 91 çeşidinde; Farklı gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetindeki en fazla değişimin erken dönemde Zn gübre uygulama dozlarında olduğu grupta gözlenmiştir. Zn₁₅, Zn₃₀, Fe+Zn_{5+7.5}, Fe+Zn₁₀₊₁₅ ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ hastalık dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde (%HŞ) -%62.17 oranında bir azalma belirlenmiş olup, bu durumu -%55.3' lük hastalık şiddetinde azalma gözlenen Fe₅ dozu takip etmiştir (Tablo 4. 49). Erken-Orta dönemde ise, hastalık şiddetinde en fazla azalma Zn₁₅, Fe+Zn_{5+7.5}, Fe+Zn₁₀₊₁₅ ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ gübre dozu uygulamalarında -%36.40 oranında olduğu tespit edilmiştir Bu durumu sırasıyla Fe₂₀ (%18.20), Fe₅, Fe₁₀ gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde -%9.13 azalma belirlenmiştir. Diğer taraftan Zn₃₀ gübre uygulama dozunda hastalık şiddetinde herhangi bir değişim belirlenmemiştir. Orta-Geç döneminde ise genel olarak bütün Fe+Zn gübre dozu uygulamalarının hastalık şiddetini artırdığı gözlenmiştir. En fazla artışın Zn_{7.5} uygulama dozunda +%23.79 olarak gerçekleştiği, bunu sırasıyla +%14.29 hastalık şiddeti artış oranıyla Fe₁₀, Zn₃₀ ve Fe+Zn₁₀₊₁₅ gübre dozu uygulamalarının takip ettiği tespit edilmiştir. Hastalık şiddetinde sınırlı artış Fe₂₀, Zn₁₅ ve Fe+Zn_{5+7.5} gübre uygulama dozlarında (+%4.79) belirlenmiştir.

Diğer taraftan Fe_{5gr} uygulama dozunda hastalık şiddetinde değişim belirlenmemiştir. Geç dönemde hastalık şiddeti değişimi sadece Fe+Zn₁₀₊₁₅ uygulama dozunda %25' lik hastalık şiddeti artışı şeklinde belirlenmiştir. Tekerrür ortalamaları değerleri dikkate alınarak yapılan hastalık şiddetindeki değerlendirmelerde, en fazla değişim -%21.86 oranındaki azalma ile Fe+Zn₂₀₊₃₀ uygulama dozunda belirlenmiş olup bu durumu sırasıyla -%16.57'lik oranda hastalık şiddetinde azalma şeklinde Fe+Zn_{5+7.5}, Zn₁₅, Fe₅ uygulama dozlarında (-%9.23) görülmüş bunu, Fe₂₀ dozunun (%6.55), Fe+Zn₁₀₊₁₅ dozunun (-%6.08) ve Fe₁₀ dozunun (-%2.13) izlediği belirlenmiş olup, sadece Zn_{7.5} uygulama dozunda +%7.89 ve Zn₃₀ dozunda +%1.03 oranda bir artış tespit edilmiştir (Tablo 4. 50) (Şekil 4. 93). Yapılan istatistiki değerlendirmelerde erken dönemde Fe uygulamaları ve Zn uygulamalarının hastalık şiddetini azalma yönünde etkili olduğu belirlenmiştir (F=7.974, df=3, p<0.000). Orta-geç dönemde ise Zn gübre dozu uygulamasının hastalık şiddetini artırması yönünde önemli (F=4.703, df=3, p<0.000) olduğu, aynı dönemde Fe+Zn gübre dozu uygulamaları ise yine hastalık şiddetinin artırması yönünde etkili olduğu belirlenmiştir (F=10.577, df=3, p<0.000) (Tablo 4.51) (Şekil 4. 94).

Tablo 4. 49. Kızıltan 91 Çeşidine Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Farklı Fenolojik Dönemler İçin Hastalık Değişim Oranları (%)

Kızıltan 91	Fenolojik Dönemler									
	25 Mayıs 2019 (10.5.1)		06 Haziran 2019 (10.5.3)		15 Haziran 2019 (10.5.4)		23 Haziran 2019 (11.1.1)		Ortalama	
	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim
Gübresiz (0)	6.00	0.00	14.67	0.00	14.00	0.00	16.00	0.00	12.67	0.00
Fe 5gr/5lt	2.27	-55.33	13.33	-9.13	14.00	0.00	16.01	0.00	11.50	-9.23
Fe 10gr/5lt	4.27	-28.83	13.33	-9.13	16.00	+14.29	16.00	0.00	12.40	-2.13
Fe 20gr/5lt	4.67	-22.17	12.00	-18.20	14.67	+4.79	16.00	0.00	11.84	-6.55
Zn 7.5gr/5lt	6.67	+11.17	14.67	0.00	17.33	+23.79	16.01	0.00	13.67	+7.89
Zn 15gr/5lt	2.27	-62.17	9.33	-36.40	14.67	+4.79	16.00	0.00	10.57	-16.57
Zn 30gr/5lt	2.27	-62.17	14.67	0.00	16.00	+14.29	16.00	0.00	12.80	+1.03
Fe+Zn 5+7.5gr/5lt	2.27	-62.17	9.33	-36.40	14.67	+4.79	16.00	0.00	10.57	-16.57
Fe+Zn 10+15gr/5lt	2.27	-62.17	9.33	-36.40	16.00	+14.29	20.00	+25.00	11.90	-6.08
Fe+Zn 20+30gr/5lt	2.27	-62.17	9.33	-36.40	12.00	-14.29	16.00	0.00	9.90	-21.86

Tablo 4. 50. Kızıltan 91 Çeşidinde Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Hastalık Reaksiyonu Üzerine Olan Etkilerinin ANOVA Çoklu Karşılaştırma Varyans Analiz Sonuçları (Tukey B*HSD Testi).

Dönemler (Feekes)		10.5.1	10.5.3	10.5.4	11.1.1
Kızıltan 91		25 Mayıs 2019	06 Haziran 2019	15 Haziran 2019	23 Haziran 2019
Dozlar	T	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH	Ort.±SH
		DAS-185	DAS-197	DAS-206	DAS-214
0	12	6.00±0.49 a	14.67±1.42 a	14.00±0.85 a	16.01±0.01 a
Fe5	12	2.27±0.80 a	13.33±1.99 a	14.00±0.85 a	16.01±0.01 a
Fe10	12	4.27±1.65 ab	13.33±1.99 a	16.00±0.85 a	16.00±0.00 a
Fe20	12	4.67±0.28 ab	12.00±0.00 a	14.67±0.57 a	16.00±0.00 a
Sig.	48	0.301 / 0.581	0.632	0.293	0.750
0	12	6.00±0.49 a	14.67±1.42 a	14.00±0.85 b	16.01±0.01 a
Zn7.5	12	6.67±1.14 a	14.67±1.42 a	17.33±0.28 a	16.01±0.01 a
Zn15	12	2.27±0.80 b	9.33±1.14 b	14.67±0.57 b	16.00±0.00 a
Zn30	12	2.27±0.80 b	14.67±1.42 a	16.00±0.85 ab	16.00±0.00 a
Sig.	48	1.000 / 0.942	1.000	0.177 / 0.52	0.750
0	12	6.00±0.49 a	14.67±1.42 a	14.00±0.85 b	16.01±0.01 b
	12	2.27±0.80 b	9.33±1.14 b	14.67±0.57 ab	16.00±0.00 b
Fe+Zn10+15	12	2.27±0.80 b	9.33±1.14 b	16.00±0.00 a	20.00±0.00 a
Fe+Zn20+30	12	2.27±0.80 b	9.33±1.14 b	12.00±0.00 c	16.00±0.00 b
Sig.	48	1.000	1.000	1 / 0.794 / 0.269	1.000 / 0.497

Ort. Ortalama Hastalık Şiddeti (%DI)

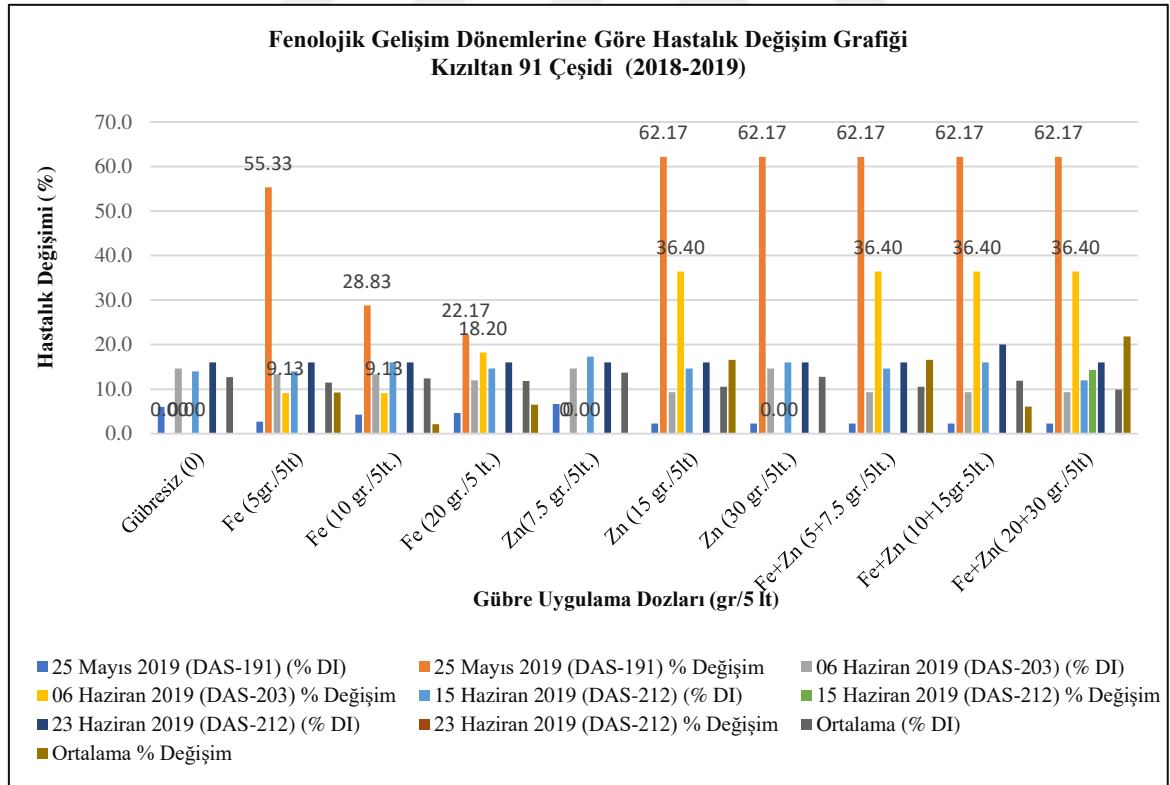
SH: Ortalamanın Standart Hatası

Aynı sütun üzerinde birbirini takip eden küçük harfler aynı fenolojik dönem içinde dozlar arasındaki farklılıkları, ifade eder. Birbirini takip eden küçük harfler istatistik açıdan önemli değildir (Tukey Post hoc testi).

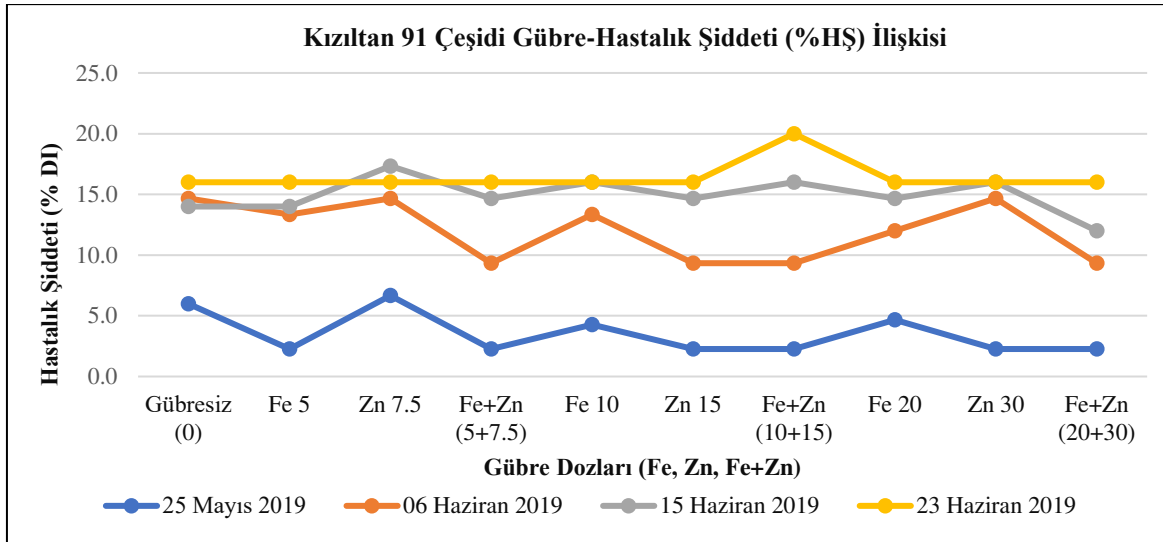
* Ortalamadaki farklılık $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli (Tukey's HSD test ($p < 0.05$)).

Tablo 4. 51. Kızıltan 91 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Tekrarlanan Gübre Uygulama (Fe, Zn, Fe+Zn) Dozları-Hastalık Şiddeti (%DI) Değerlendirmeleri Anova Sonuçları.

Kızıltan 91	Fenolojik Dönem (Feekes)	HKT	df	KO	F	Sig. (P)
Fe	10.5.1	85.920	3	28.640	2.598	0.064
	10.5.3	42.667	3	14.222	0.477	0.700
	10.5.4	32.000	3	10.667	1.419	0.250
	11.1	0.001	3	0.000	0.667	0.577
Zn	10.5.1	201.120	3	67.040	7.974	0.000
	10.5.3	256.000	3	85.333	3.868	0.015
	10.5.4	78.667	3	26.222	4.703	0.006
	11.1	0.001	3	0.000	0.667	0.577
Fe+Zn	10.5.1	125.440	3	41.813	6.504	0.001
	10.5.3	256.000	3	85.333	4.822	0.005
	10.5.4	100.000	3	33.333	10.577	0.000
	11.1	143.801	3	47.934	23.810	0.000
HKT:Hata Kareler Toplamı		F: Örnek Ortalamalarının Karşılaştırma Tablo Değeri			df:: Serbestlik Derecesi	
KO: Kareler Ortalaması		Sig.(p): Karşılaştırmada Anlamlılık Değeri				



Şekil 4. 93. Kızıltan 91 Çeşidinin Fenolojik Gelişim Dönemlerine Göre Hastalık Değişim Grafiği.



Şekil 4. 94. Kızıltan 91 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalık Reaksiyon Değişimi (%HŞ).

Çeşit-1252 çeşidinde, en fazla değişim erken dönemde (25 Mayıs 2019) Zn gübre dozu uygulamalarında belirlemiştir (Tablo 4. 52) (Şekil 4.42). Erken dönemde hastalık şiddetinde en fazla azalma Fe₁₀, Zn gübre dozu uygulamalarında (Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₃₀) ve Fe+Zn_{5+7.5}, Fe+Zn₁₀₊₁₅ dozlarında belirlenmiştir (-%63.80). Bu durumu Fe₂₀, (+%36.20), Fe+Zn₂₀₊₃₀ (-%23.88) ve Fe₅ (-%23.88) uygulama dozlarının izlediği belirlenmiştir. Erken-Orta dönemde ise, en fazla hastalık şiddeti azalmaları, Fe₁₀, Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₃₀, Fe+Zn₁₀₊₁₅ uygulama dozlarında -%46.16 olarak belirlenmiştir (Tablo 4. 53). Bu durumu sırasıyla Fe₅, Fe₂₀, Fe+Zn₂₀₊₃₀ uygulama dozları takip etmekte olup (-%38.43), en sınırlı azalma ise Fe+Zn_{5+7.5} dozunda (-%23.08) belirlenmiştir Orta-Geç döneminde genel olarak bütün Fe+Zn gübre dozu uygulamalarının hastalık şiddetini azalttığı belirlenmiştir. En fazla hastalık şiddeti azalmaları Fe₅, Fe₁₀, Fe₂₀, Zn₃₀, Fe+Zn_{5+7.5} ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ doz uygulamalarında (-%25.0) belirlenmiştir. Bu durumu sırasıyla Zn_{7.5}, Zn₁₅, Fe+Zn₁₀₊₁₅ gübre dozu uygulamaları (-%8.31) izlediği belirlenmiştir.

Geç dönemde hastalık şiddetindeki değişim en fazla Zn_{7.5}, Zn₃₀ ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ uygulama dozlarında (-%63.33) belirlenmiştir. Bu durumu sırasıyla Fe₁₀, Fe₂₀ uygulama dozları takip (%50) etmekte olup, Fe₅, Zn₁₅, Fe+Zn₁₀₊₁₅ uygulama dozlarında hastalık şiddetinde bir değişim belirlenememiştir. Ortalamalar üzerinden yapılan değerlendirmelerde; hastalık şiddetindeki en fazla değişim -%44.59 oranındaki azalmayla Fe+Zn₂₀₊₃₀ uygulama dozunda belirlenmiş olup, bunu sırasıyla -%43.88'lik oranıyla Zn₃₀ uygulama dozu, Fe₁₀ uygulama dozunda (-%43.17), Fe₂₀ uygulama dozunda (-%40.76), Zn_{7.5} uygulama dozunda (-%37.88), Fe+Zn_{5+7.5} uygulama dozunda (-%31.42), Zn₁₅ ile Fe+Zn₁₀₊₁₅ uygulama dozlarında (-%23.97) ve Fe₅ uygulama dozunda (-%19.17) belirlenmiştir (Tablo 4.54) (Şekil 4.96)

Tablo 4. 52. Çeşit-1252 Çeşidine Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Farklı Fenolojik Dönemler İçin Hastalık Değişim Oranları (%).

Çeşit-1252	Fenolojik Dönemler									
	25 Mayıs 2019 (10.5.1)		06 Haziran 2019 (10.5.3)		15 Haziran 2019 (10.5.4)		23 Haziran 2019 (11.1.1)		Ortalama	
Uygulama	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim
Gübresiz (0)	6.27	0.00	17.33	0.00	16.00	0.00	16.008	0.00	13.90	0.00
Fe 5gr/5lt	4.67	-23.88	10.67	-38.43	12.008	-24.95	16.000	-0.05	11.24	-19.17
Fe 10gr/5lt	2.27	-63.80	9.33	-46.16	12.000	-25.00	8.000	-50.00	7.90	-43.17
Fe 20gr/5lt	4.00	-36.20	10.67	-38.43	12.000	-25.00	8.000	-50.00	8.24	-40.76
Zn 7.5gr/5lt	2.27	-63.80	9.33	-46.16	14.67	-8.31	5.87	-63.33	8.64	-37.88
Zn 15gr/5lt	2.27	-63.80	9.33	-46.16	14.67	-8.31	16.00	0.00	10.57	-23.97
Zn 30gr/5lt	2.27	-63.80	9.33	-46.16	12.00	-25.00	5.87	-63.33	7.80	-43.88
Fe+Zn 5+7.5gr/5lt	2.27	-63.80	13.33	-23.08	12.00	-25.00	10.67	-33.35	9.53	-31.42
Fe+Zn 10+15gr/5lt	2.27	-63.80	9.33	-46.16	14.67	-8.31	16.000	-0.05	10.57	-23.97
Fe+Zn 20+30gr/5lt	4.67	-23.88	10.67	-38.43	12.00	-25.00	5.87	-63.33	7.70	-44.59

Tablo 4. 53. Çeşit-1252 Çeşidinde Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Hastalık Reaksiyonu Üzerine Olan Etkilerinin ANOVA Çoklu Karşılaştırma Varyans Analiz Sonuçları (Tukey B*HSD Testi).

Dönemler (Feekes)		10.5.1		10.5.3		10.5.4		11.1.1	
Çeşit-1252		25 Mayıs 2019		06 Haziran 2019		15 Haziran 2019		23 Haziran 2019	
Dozlar		T		Ort.±SH		Ort.±SH		Ort.±SH	
				DAS-185		DAS-197		DAS-206	
0	12	6.27±2.50	a	17.33±2.84	a	16.00±1.71	a	16.01±0.01	a
Fe5	12	4.67±0.28	a	10.67±0.57	b	12.01±0.01	b	16.00±0.00	a
Fe10	12	2.27±0.80	a	9.33±1.14	b	12.00±0.00	b	8.00±1.71	a
Fe20	12	4.00±0.00	a	10.67±0.57	b	12.00±0.00	b	8.00±1.71	a
Sig.	48	0.156		0.933 / 1.000		1.000		1.000	
0	12	6.27±2.50	a	17.33±2.84	a	16.00±1.71	a	16.01±0.01	b
Zn7.5	12	2.27±0.80	a	9.33±1.14	b	14.67±0.57	ab	5.87±2.16	b
Zn15	12	2.27±0.80	a	9.33±1.14	b	14.67±0.57	ab	16.00±0.00	a
Zn30	12	2.27±0.80	a	9.33±1.14	b	12.00±0.00	b	5.87±2.16	a
Sig.	48	0.211		1.000		0.204 / 0.750		1.000	
0	12	6.27±2.50	a	17.33±2.84	a	16.00±1.71	a	16.01±0.01	a
Fe+Zn5+7.5	12	2.27±0.80	a	13.33±1.99	a	12.00±0.00	ab	10.67±1.14	b
Fe+Zn10+15	12	2.27±0.80	a	9.33±1.14	b	14.67±0.57	ab	16.00±0.00	a
Fe+Zn20+30	12	4.67±0.28	a	10.67±0.57	b	12.00±0.00	b	5.87±2.16	c
Sig.	48	0.185		0.428 / 0.066		0.170 / 0.722		1.000	

Ort. Ortalama Hastalık Şiddeti (%DI)

SH: Ortalamanın Standart Hatası

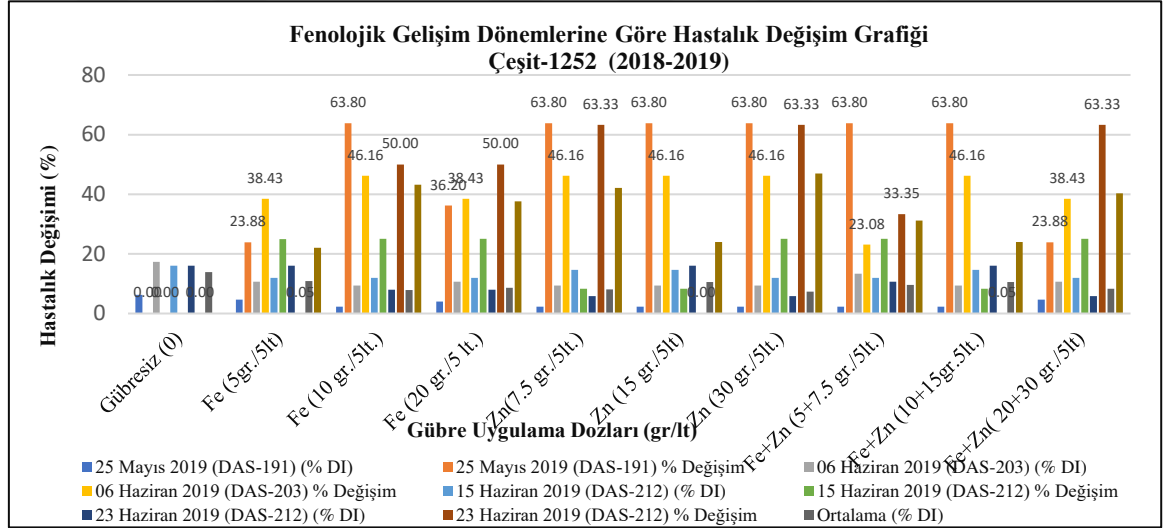
DAS: Ekimden Soraki Günlerin Sayısı

Aynı sütun üzerinde birbirini takip eden küçük harfler aynı fenolojik dönem içinde dozlar arasındaki farklılıkları, ifade eder. Birbirini takip eden küçük harfler istatistik açıdan önemli değildir (Tukey Post hoc testi).

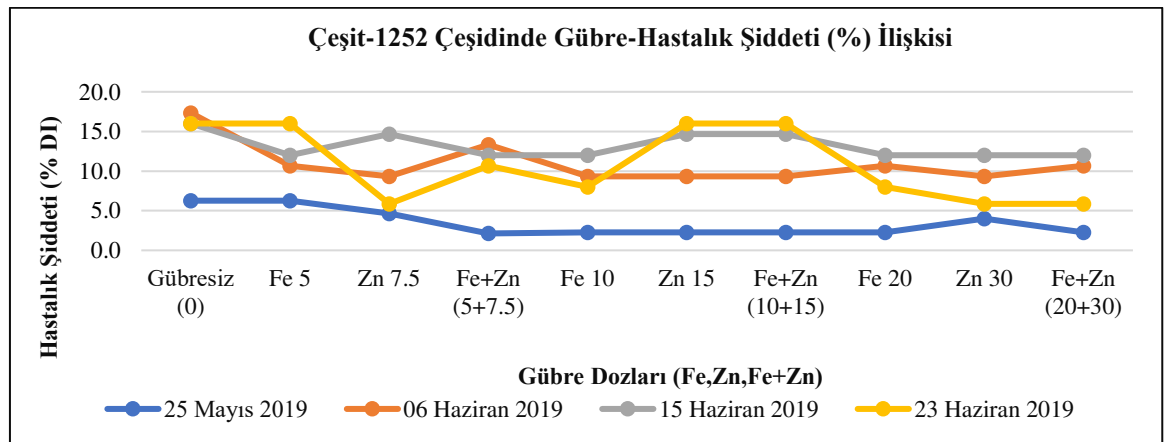
* Ortalamadaki farklılık $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli (Tukey's HSD test ($p < 0.05$)).

Tablo 4. 54. Çeşit-1252 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Tekrarlanan Gübre Uygulama (Fe, Zn, Fe+Zn) Dozları-Hastalık Şiddeti (%HŞ) Değerlendirmeleri Anova Sonuçları.

Çeşit-1252	Fenolojik Dönem (Feekes)	HKT	df	KO	F	Sig. (P)
Fe	10.5.1	98.720	3	32.907	1.573	0.209
	10.5.3	469.333	3	156.444	5.204	0.004
	10.5.4	143.801	3	47.934	5.492	0.003
	11.1	768.801	3	256.267	14.682	0.000
Zn	10.5.1	144.000	3	48.000	1.961	0.134
	10.5.3	576.000	3	192.000	5.351	0.003
	10.5.4	101.333	3	33.778	3.167	0.034
	11.1	1233.227	3	411.076	14.679	0.000
Fe+Zn	10.5.1	138.240	3	46.080	2020	0.125
	10.5.3	448.000	3	149.333	3.645	0.020
	10.5.4	144.000	3	48.000	4.950	0.005
	11.1	856.667	3	285.556	15.969	0.000
HKT: Hata Kareler Toplamı		F: Örnek Ortalamalarının Karşılaştırma Tablo Değeri		df:: Serbestlik Derecesi		
KO: Kareler Ortalaması		Sig.(p): Karşılaştırmada Anlamlılık Değeri		KO: Kareler Ortalaması		



Şekil 4. 87. Çeşit-1252 Çeşidinin Fenolojik Gelişim Dönemlerine Göre Hastalık Değişim Grafiği.



Şekil 4. 88. Çeşit-1252 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalık Reaksiyon Değişimi (%HŞ).

Eminbey çeşidi için, farklı dozda gübre uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde, hastalık şiddetindeki en yüksek artış (+%200), Zn₃₀ dozunda Orta-Geç dozunda gerçekleşmiştir. Bu durumu sırasıyla Erken-Orta dönem (+%171.49), erken dönem reaksiyonlarının takip ettiği belirlenmiştir (+%155.97) (Şekil 4. 97). Erken dönemde özellikle Fe+Zn uygulamalarının hastalık şiddetinde önemli oranda artışa neden olmuştur (Tablo 4. 55). Geç dönemde en yüksek hastalık şiddeti değeri Fe₁₀, dozunda (+%100.0) belirlenmiştir. Geç dönemde Zn_{7.5} ve Zn₁₅ gübre dozu uygulamalarının hastalık şiddetini azaltması yönünde etkisi olduğu belirlenmiştir. Genel olarak Fe ve Zn gübre uygulaması yapılan ve gübre uygulaması yapılmayan bitki materyali ile karşılaştırıldığında gübre uygulamalarının hastalık şiddetini arttırması yönünde etkisi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.56). Özellikle erken ve geç dönemdeki Zn₁₅ gübre uygulaması, Erken-Orta ve Orta-Geç dönemdeki Fe+Zn₂₀₊₃₀ gübre dozu uygulamasının hastalık şiddetini azaltması yönünde etkisi olduğu belirlenmiştir (Şekil 4. 98). Tüm fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde, fenolojik dönemler ve gübre dozu uygulama dozları ile hastalık şiddeti değerleri arasındaki ilişki istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Orta-Geç, Erken-Orta, Geç ve Erken dönemdeki Fe ve Zn gübre dozu uygulamalarının hastalık reaksiyonun değişiminde önemli (p<0.001) olduğunu belirlenmiştir (Tablo 4.57) (Şekil 4. 98).

Tablo 4. 55. Eminbey Çeşidine Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Farklı Fenolojik Dönemler İçin Hastalık Değişim Oranları (%).

Eminbey	Fenolojik Dönemler								Ortalama	
	25 Mayıs 2019 (10.5.1)		06 Haziran 2019 (10.5.3)		15 Haziran 2019 (10.5.4)		23 Haziran 2019 (11.1.1)			
Uygulama	%HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim	% HŞ	% Değişim
Gübresiz (0)	4.27	0.00	9.33	0.00	8.08	0.00	8.008	0.00	7.40	0.00
Fe 5gr/5lt	4.00	-46.84	8.00	-14.25	8.00	0.00	8.000	0.00	6.57	-11.22
Fe 10gr/5lt	8.27	+93.68	13.33	+42.87	14.67	+83.38	16.00	+100.0	13.07	+76.62
Fe 20gr/5lt	6.67	+56.21	14.67	-28.51	14.67	+83.38	13.33	+66.63	10.34	+39.73
Zn 7.5gr/5lt	4.67	+9.37	9.33	0.00	14.67	+83.38	3.20	-60.00	7.97	+7.70
Zn 15gr/5lt	4.27	0.00	13.33	+42.87	14.67	+83.38	8.00	0.00	10.07	+36.08
Zn 30gr/5lt	10.93	+155.97	25.33	+171.49	24.00	+200.0	13.33	+66.63	18.40	+148.65
Fe+Zn 5+7.5gr/5lt	6.67	+56.21	10.67	+14.36	13.33	+66.63	13.33	+66.63	11.00	+48.65
Fe+Zn 10+15gr/5lt	8.67	+103.04	13.33	+42.87	12.00	+50.00	8.00	0.00	8.00	+8.11
Fe+Zn 20+30gr/5lt	8.67	+103.04	14.67	+57.23	16.00	+100.0	13.33	+66.63	13.17	+77.97

Tablo 4. 56. Eminbey Çeşidinde Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Hastalık Reaksiyonu Üzerine Olan Etkilerinin ANOVA Çoklu Karşılaştırma Varyans Analiz Sonuçları (Tukey B*HSD Testi).

Dönemler (Feekes)		10.5.1	10.5.3	10.5.4	11.1.1
Eminbey		25 Mayıs 2019	06 Haziran 2019	15 Haziran 2019	23 Haziran 2019
Dozlar	T	Ort.±SH DAS-185	Ort.±SH DAS-197	Ort.±SH DAS-206	Ort.±SH DAS-214
0	12	4.27±1.65 a	9.33±1.14 bc	8.08±0.08 b	8.01±0.01 b
Fe5	12	4.00±0.00 a	8.00±0.00 c	8.00±0.00 b	8.00±0.00 b
Fe10	12	8.27±3.35 a	13.33±1.99 ab	14.67±1.42 a	16.00±1.71 a
Fe20	12	6.67±1.14 a	14.67±1.42 a	14.67±1.42 a	13.33±1.14 a
Sig.	48	0.420	0.897 / 0.170	1.000	1.000 / 0.269
0	12	4.27±1.65 a	9.33±1.14 b	8.08±0.08 b	8.01±0.01 b
Zn7.5	12	4.67±0.28 a	9.33±1.14 b	14.67±0.57 b	3.20±1.02 c
Zn15	12	4.27±1.65 a	13.33±1.99 b	14.67±1.42 b	8.00±0.00 b
Zn30	12	10.93±4.49 a	25.33±4.55 a	24.00±3.41 a	13.33±1.14 a
Sig.	48	0.260	0.701 / 1.000	0.076 / 1.000	1.000
0	12	4.27±1.65 a	9.33±1.14 b	8.08±0.08 c	8.01±0.01 b
Fe+Zn5+7.5	12	6.27±1.14 a	10.67±0.57 ab	13.33±1.14 ab	13.33±1.14 a
Fe+Zn10+15	12	8.67±1.99 a	13.33±1.99 ab	12.00±0.00 b	8.00±0.00 b
Fe+Zn20+30	12	8.67±0.99 a	14.67±1.42 a	16.00±0.85 a	13.33±1.14 a
Sig.	48	0.286	0.185	1.000 / 0.553 / 0.053	1.000

Ort.: Ortalama Hastalık Şiddeti (%HŞ)

SH: Ortalamanın Standart Hatası

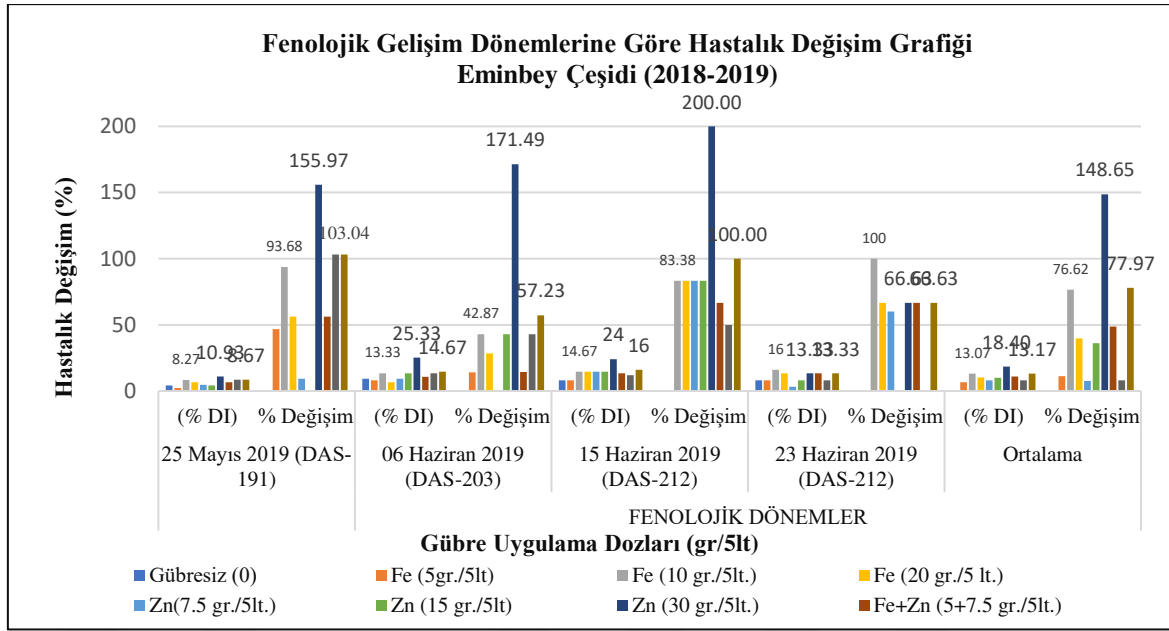
DAS: Ekimden Soraki Günlerin Sayısı

Aynı sütun üzerinde birbirini takip eden küçük harfler aynı fenolojik dönem içinde dozlar arasındaki farklılıkları, ifade eder. Birbirini takip eden küçük harfler istatistik açıdan önemli değildir (Tukey Post hoc testi).

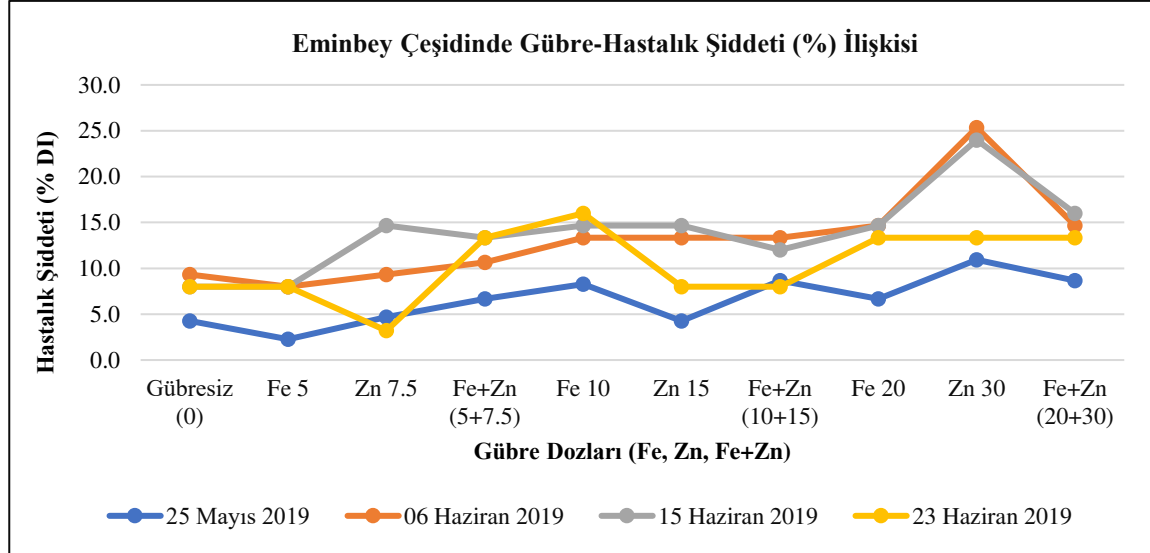
* Ortalamadaki farklılık $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli (Tukey's HSD test ($p < 0.05$)).

Tablo 4. 57. Eminbey Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Tekrarlanan Gübre Uygulama (Fe, Zn, Fe+Zn) Dozları-Hastalık Şiddeti (%HŞ) Değerlendirmeleri Anova Sonuçları.

Çeşit Eminbey	Fenolojik Dönem (Feekes)	HKT	df	KO	F	Sig. (P)
Fe	10.5.1	149.120	3	49.707	1.086	0.365
	10.5.3	362.667	3	120.889	5.541	0.003
	10.5.4	526.729	3	175.576	14.460	0.000
	11.1	575.334	3	191.778	15.213	0.000
Zn	10.5.1	385.440	3	128.480	1.667	0.188
	10.5.3	2064.000	3	688.000	8.421	0.000
	10.5.4	1542.729	3	514.243	12.255	0.000
	11.1	616.934	3	205.645	29.291	0.000
Fe+Zn	10.5.1	157.440	3	52.480	1.466	0.237
	10.5.3	213.333	3	71.111	3.121	0.035
	10.5.4	391.396	3	130.465	21.453	0.000
	11.1	340.801	3	113.600	14.643	0.000
HKT: Hata Kareler Toplamı		F: Örnek Ortalamalarının Karşılaştırma Tablo Değeri			df:: Serbestlik Derecesi	
KO: Kareler Ortalaması		Sig.(p): Karşılaştırmada Anlamlılık Değeri			KO: Kareler Ortalaması	



Şekil 4. 89. Eminbey Çeşidinin Fenolojik Gelişim Dönemlerine Göre Hastalık Değişim Grafiği.



Şekil 4. 90. Eminbey Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalık Reaksiyon Değişimi (%DI).

Mirzabey 2000 çeşidinde; farklı gübre dozu uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde hastalık şiddetindeki en fazla artış Zn_{30} uygulama dozunda orta-geç döneminde (+%45.25) belirlenmiştir. Bu durumu sırasıyla Orta-Geç dönemde Fe_{20} uygulama dozunda +%35.71 oranında artış, $Zn_{7.5}$ uygulama dozunda, Orta-Geç dönemde hastalık şiddetinde azalma - %33.34 olarak belirlenmiştir (Tablo 4. 58) (Şekil 4. 99).

Bütün gübre uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde, orta-geç dönemde gübre yapılmayan uygulamayla karşılaştırıldığında, hastalık şiddetinde artış gözlenirken, diğer tüm fenolojik dönemlerde gübre uygulamalarında (Fe, Zn, Fe+Zn) gübre uygulaması yapılmayan bitkilere göre hastalık şiddeti reaksiyonlarında azalmaya neden olduğu belirlenmiştir (Şekil

4. 100). Bu durum Mirzabey çeşidinde hastalığa dayanıklılık yönünden gübre uygulamalarının etkili olabileceği sonucunu doğurmuştur (Tablo 4.59 ve Tablo 4.60)

Tablo 4. 328. Mirzabey 2000 Çeşidine Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Farklı Fenolojik Dönemler İçin Hastalık Değişim Oranları (%).

Mirzabey 2000	Fenolojik Dönemler									
	25 Mayıs 2019 (10.5.1)		06 Haziran 2019 (10.5.3)		15 Haziran 2019 (10.5.4)		23 Haziran 2019 (11.1.1)		Ortalama	
	% DI	% Değişim	% DI	% Değişim	% DI	% Değişim	% DI	% Değişim	% DI	% Değişim
Gübresiz (0)	16.00	0.00	32.67	0.00	28.00	0.00	32.00	0.00	27.17	0.00
Fe 5gr/5lt	16.00	0.00	26.67	-18.37	26.67	-4.75	23.00	-28.13	23.09	-15.02
Fe 10gr/5lt	14.67	-8.31	32.67	0.00	29.33	+4.75	26.67	-16.66	25.84	-4.90
Fe 20gr/5lt	13.33	-16.69	32.67	0.00	38.00	+35.71	32.00	0.00	29.00	+6.74
Zn 7.5gr/5lt	13.33	-16.69	31.33	-4.10	29.33	+4.75	21.33	-33.34	23.83	-12.29
Zn 15gr/5lt	13.33	-16.69	26.67	-18.37	25.33	+9.54	26.67	-16.66	23.00	-15.35
Zn 30gr/5lt	16.00	0.00	31.33	-4.10	40.67	+45.25	32.00	0.00	30.00	+10.42
Fe+Zn 5+7.5gr/5lt	13.33	-16.69	32.67	0.00	29.33	+4.75	26.67	-16.66	25.50	-6.15
Fe+Zn 10+15gr/5lt	10.67	-33.31	25.33	-22.47	29.33	+4.75	29.33	-8.34	23.67	+12.88
Fe+Zn 20+30gr/5lt	13.33	-16.69	32.67	0.00	34.67	+23.82	32.00	0.00	28.17	+3.68

Tablo 4. 59. Mirzabey 2000 Çeşidinde Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Hastalık Reaksiyonu Üzerine Olan Etkilerinin ANOVA Çoklu Karşılaştırma Varyans Analiz Sonuçları (Tukey B*HSD Testi).

Dönemler (Feekes)		10.5.1	10.5.3	10.5.4	11.1.1
Mirzabey 2000		25 Mayıs 2019	06 Haziran 2019	15 Haziran 2019	23 Haziran 2019
Dozlar	T	Ort.±SH DAS-185	Ort.±SH DAS-197	Ort.±SH DAS-206	Ort.±SH DAS-214
0	12	16.00±5.12 a	32.67±5.259 a	28.00±1.71 b	32.01±0.01 a
Fe5	12	16.00±5.12 a	26.67±3.980 a	26.67±1.14 b	23.00±3.84 b
Fe10	12	14.67±3.70 a	32.67±5.259 a	29.33±1.14 b	26.67±1.14 ab
Fe20	12	13.33±3.98 a	32.67±5.259 a	38.00±2.99 a	32.00±0.00 a
Sig.	48	0.975	0.828	0.754 / 1000	0.571 / 0.248
0	12	16.00±5.12 a	32.67±18.22 a	28.00±1.71 b	32.01±0.01 a
Zn7.5	12	13.33±3.98 a	31.33±20.19 a	29.33±1.14 b	21.33±2.27 c
Zn15	12	13.33±3.98 a	26.67±13.79 a	29.33±1.14 b	26.67±1.14 b
Zn30	12	16.00±5.12 a	31.33±20.19 a	40.67±1.85 a	32.00±0.00 a
Sig.	48	0.976	0.852	0.921 / 1.000	1.000
0	12	16.00±5.12 a	32.67±5.26 a	28.00±1.71 b	32.01±0.01 a
Fe+Zn5+7.5	12	13.33±3.98 a	32.67±5.26 a	29.33±1.14 ab	26.67±1.14 c
Fe+Zn10+15	12	10.93±4.49 a	25.33±4.55 a	29.33±1.14 ab	29.33±0.57 b
Fe+Zn20+30	12	13.33±3.98 a	32.67±5.26 a	34.67±2.27 a	32.00±0.00 a
Sig.	48	0.849	0.739	0.938 / 0.111	1.000

M: Ortalama Hastalık Şiddeti (%HŞ) SE: Ortalamanın Standart Hatası

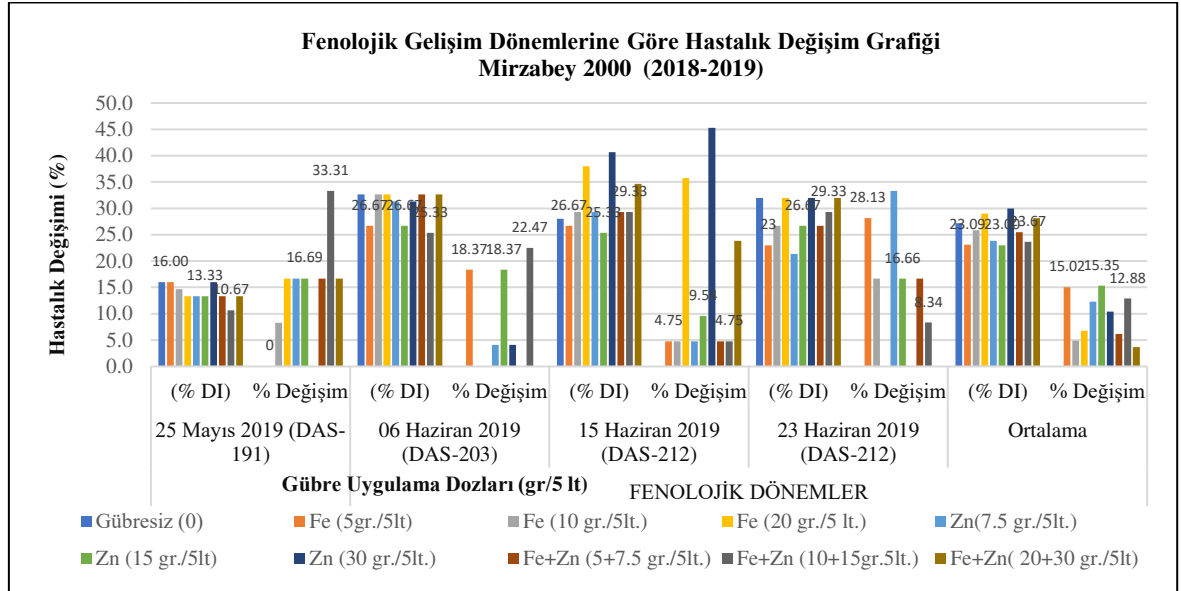
Aynı sütun üzerinde birbirini takip eden küçük harfler aynı fenolojik dönem içinde dozlar arasındaki farklılıkları, ifade eder. Birbirini takip eden küçük harfler istatistik açıdan önemli değildir (Tukey Post hoc testi).

DAS: Ekimden Soraki Günlerin Sayısı

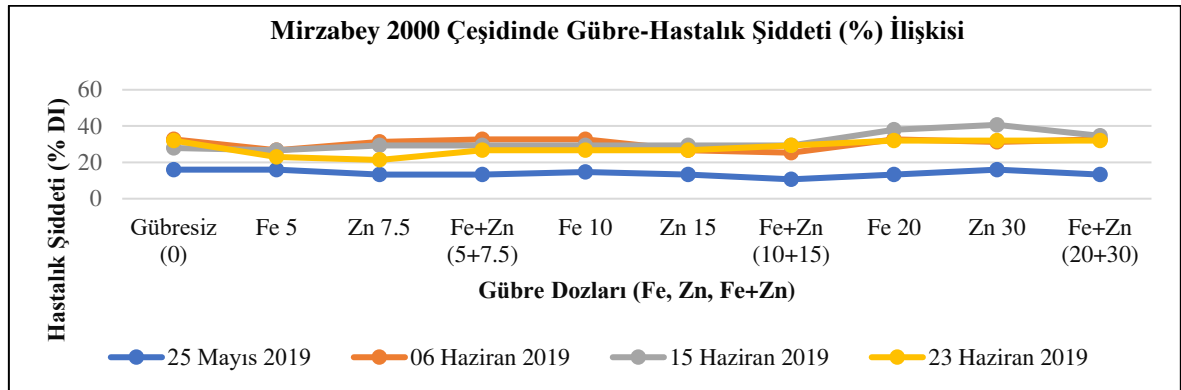
* Ortalamadaki farklılık $p \leq 0.05$ seviyesinde önemli (Tukey's HSD test ($p < 0.05$)).

Tablo 4. 60. Mirzabey 2000 Çeşidinin Fenolojik Dönemlere Göre Tekrarlanan Gübre Uygulama (Fe, Zn, Fe+Zn) Dozları-Hastalık Şiddeti (%HŞ) Değerlendirmeleri Anova Sonuçları.

Mirzabey 2000	Fenolojik Dönem (Feekes)	HKT	df	KO	F	Sig. (P)
Fe	10.5.1	58.668	3	19.556	0.080	0.971
	10.5.3	324.000	3	108.000	0.364	0.779
	10.5.4	942.667	3	314.222	7.272	0.000
	11.1	697.717	3	232.572	4.839	0.005
Zn	10.5.1	85.333	3	28.444	0.113	0.952
	10.5.3	249.333	3	83.111	0.249	0.862
	10.5.4	1262.667	3	420.889	15.748	0.000
	11.1	939.467	3	313.156	16.147	0.000
Fe+Zn	10.5.1	154.240	3	51.413	0.220	0.882
	10.5.3	484.000	3	161.333	0.519	0.672
	10.5.4	314.667	3	104.889	3.278	0.030
	11.1	235.067	3	78.356	16.160	0.000
HKT:Hata Kareler Toplamı		F: Örnek Ortalamalarının Karşılaştırma Tablo Değeri		df:: Serbestlik Derecesi		
KO: Kareler Ortalaması		Sig.(p): Karşılaştırmada Anlamlılık Değeri		KO: Kareler Ortalaması		



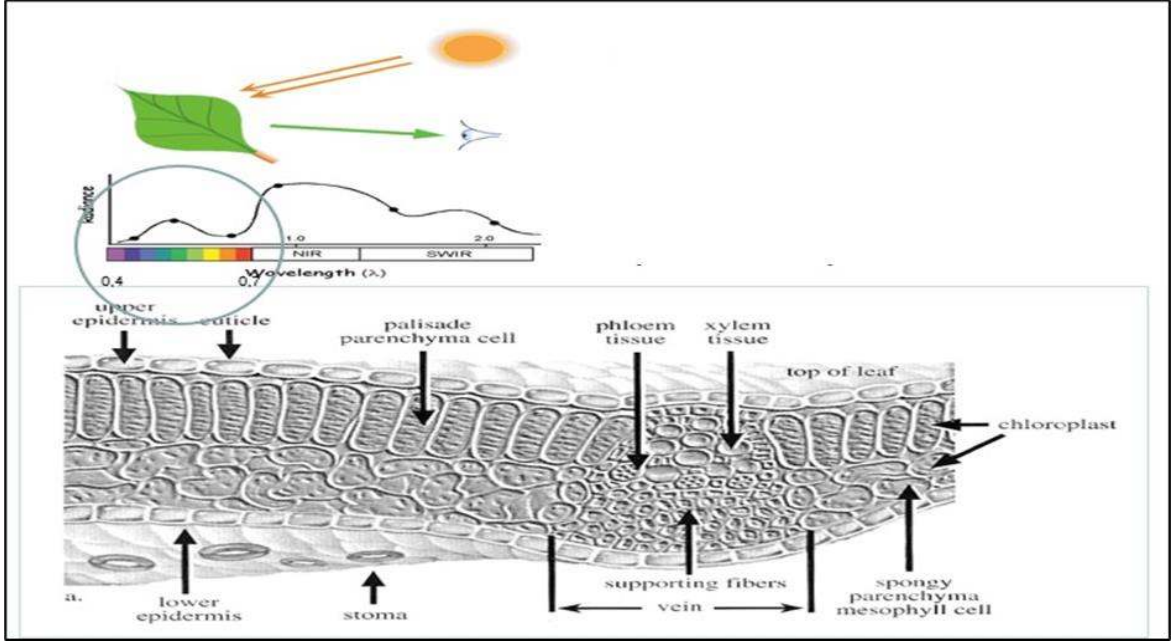
Şekil 4. 919. Mirzabey 2000 Çeşidinin Fenolojik Gelişim Dönemlerine Göre Hastalık Değişim Grafiği



Şekil 4. 100. Mirzabey 2000 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Hastalık Reaksiyon Değişimi (%HŞ).

4.9. Hastalığın Tespitinde Kullanılacak Olan En Uygun Vejetasyon İndekslerinin ve Bant Kombinasyonlarının Değerlendirilmesi

Bitki hastalıklarının tespitinde spektral indeksler yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir. Özellikle farklı vejetasyon dönemlerinde pas hastalıklarının görüntülenmesinde, analiz edilmesinde, haritalanmasında, zamansal ve alansal değişimlerin ortaya çıkarılmasında kullanılan ve uzaktan algılamanın temelini oluşturan unsurlardır. Spektral yansıma değerlerinden hesaplanan bu indeksler, biyofiziksel ve biyokimyasal ürün değişkenleri ile korelasyon halindedir. Yaprakların pigment konsantrasyonları yaprakların biyofiziksel durumları hakkında bilgi verebilmektedirler. Bitki yapraklarının ışığı yansıtma özelliklerine bağlı olarak farklı spektral indeksler hesaplanmış ve yapılan bu çalışmalar rapor edilmiştir. Bitkiye ve konuya özel olarak hesaplanan bu spektral pigment indekslerin stresin neden olduğu fungal hastalıkların tespitinde önemli rol oynayabileceği bilinmektedir (Şekil 4. 101).



Şekil 4. 101. Bitki Yapraklarının Işığı Yansıtma Özellikleri (Kidwell 1990).

Sarı pas hastalığının teşhisi için elektromanyetik spektrum üzerinden **331-1141 nm** bant aralığı üzerinden 3 nm’de bir alınan yansıma değerlerine göre hesaplanmış olan literatürde bildirilen 27 adet vejetasyon indeksi kullanılmıştır.

Farklı fenolojik dönemlerde, araştırma bitki materyalinin tekerrürlerinde hastalık reaksiyonları değerlendirilerek yapılan enfeksiyon katsayısı (Hastalık şiddeti değerleri) ile spektrum üzerinden yansıma değerlerinden hesap edilen indeks değerleri ile korelasyon olup olmadığı analiz edilmiştir. Elde edilen bu korelasyon değerleri (Determination Correlation-

R^2), hastalığın tahmininde regresyon modelleri geliştirmek için kullanılmıştır. Elde edilen hastalık tahmin regresyon modelinin performansını test edilebilmesi için araştırma bitki materyalinde gözlenen veya bildirilen (gerçek) hastalık değerlendirmeleri ile modelden elde edilen tahmini hastalık değerlendirmeleri arasındaki korelasyon değerleri (r^2), ayrıca ortalama hata kareler toplamı (RMSE) ve standart hata (%SH) değerleri her indeks için ayrı, ayrı hesap edilmiştir. Sonuç olarak daha büyük r^2 değeri ve daha küçük RMSE ve %SH değerine sahip indeksler sayesinde, bitkideki hastalık şiddetini belirlemede etkili sonuçlar elde edilmiştir. Tahmin edilen hastalık şiddeti değerleri ile gözlenen hastalık şiddeti değerleri arasında “Çapraz Doğrulama” değerlendirmesi yapılarak hastalık şiddetinin tahmine yönelik lineer regresyon denklemleri elde edilmiştir.

Bütün fenolojik dönemler için regresyon ve korelasyon analizleri SPSS-22® istatistik paket programında yapılmıştır.

4.9.1. Farklı Hastalık Uygulama Dozlarının Hastalık şiddeti Üzerindeki Etkisinin Ortaya Çıkarılmasında Kullanılacak Vejetasyon İndekslerin Farklı Fenolojik Dönelmlere Göre Belirlenmesi ve Performanslarının Değerlendirilmesi

Hastalık şiddetinin belirlenmesinde kullanılacak olan öncelikli vejetasyon indekslerin tespiti ve test edilmesi, modelin doğrulanması amacıyla bu çalışmada klorofil ile doğrudan ilişkili farklı bant kombinasyonuna sahip **27 adet vejetasyon indeksi kullanılmıştır**. Araştırmada dikkat çekici (ön planda yer alan) olan önemli dalga boylarının belirlenmesi için **PLS (Kısmi en az kareler Toplamı) Regresyon Modeli** kullanılmıştır.

Sarı pas hastalığına hassas ve dayanıklı olarak seçilen ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinin gelişme dönemlerine göre (Erken-Geç-Tüm Yıl) hastalık şiddetlerinin belirlenebilmesi için farklı dozda (%0, %25, %50, %100) hastalık dozu uygulaması yapılmış olup, hastalık şiddetinin belirlenmesi için hesaplanan vejetasyon indeksleri ile bitki materyalinde gözlenen (değerlendirilen) hastalık şiddeti değerleri arasındaki korelasyon ilişkilerinin incelenmesi için “lineer regresyon modelleri” değerlendirilmiştir.

Her indeks için, hastalık şiddeti değeri (%DI) ile değerlendirilen korelasyon modelinden elde edilen r^2 , Hata Kareler Toplamı (RMSE) değerleri ve Standart Hata % ‘si (%SH) hesap edilerek modelin doğruluğu ve performansı test edilmiştir. Sonuç olarak, yüksek performans gösteren indeksler, korelasyon (R^2) değerleri incelenerek en fazladan en aza yapılan sıralama ve ortalama hata kareler toplamının karekökü değerleri, standart hata değerleri (%) küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır. Farklı feonolojik dönemleri için spektral yansıma değerleri

kullanılarak hesaplanabilen sarı pas hastalık indeksi değerleri ile tarla şartlarında yapılan hastalık reaksiyon gözlemlerinde hastalık şiddeti değerleri arasındaki doğrusal (lineer) ilişkiler incelenerek regresyon eşitlikleri elde edilmiştir.

Spektral indekslerin performansının test edilmesinde korelasyon değerleri, Hata Kareler toplamı, ve Standart Hata Yüzdesi değerleri hesaplanarak kullanılmıştır. Mevcut spektral indeksler bu şekilde yeniden optimize edilerek hastalık tahmininde kullanılır hale getirilebilmiştir. Tahmin edilen hastalık şiddeti değerleri ile gözlenen hastalık reaksiyon değerleri arasında “Çapraz Doğrulama” yapılarak hastalık şiddetinin tahmine yönelik lineer regresyon denklemleri elde edilmiştir (Şekil 4. 102). Bu yöntem kullanılarak modelin doğruluğu test edilmiştir.

Farklı fenolojik dönemler için sarı pas hastalığının reaksiyonunun belirlenmesinde kullanılacak olan vejetasyon indeksler incelendiğinde;

Ekmeklik Çeşitler için;

Eser çeşidinde; en yüksek Pearson-korelasyon değerlerine Erken-Orta dönemde 430-750 nm bant aralığında NPCI, SRPI ve PSRI bantlarında belirlenmiştir ($R^2 = 0.256$) (Tablo 4. 61).

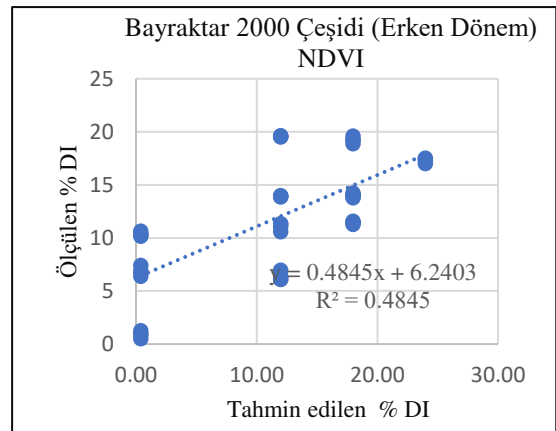
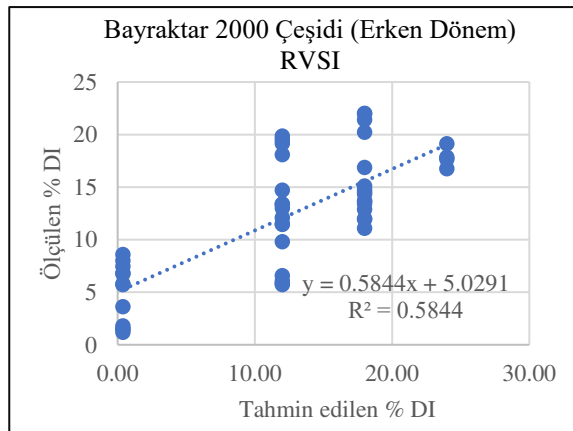
Tablo 4. 331. Eser Çeşidi İçin Hastalık Tahmininde Öne Çıkan İndeksler (Erken-Orta-Geç Dönem).
Eser Çeşidi

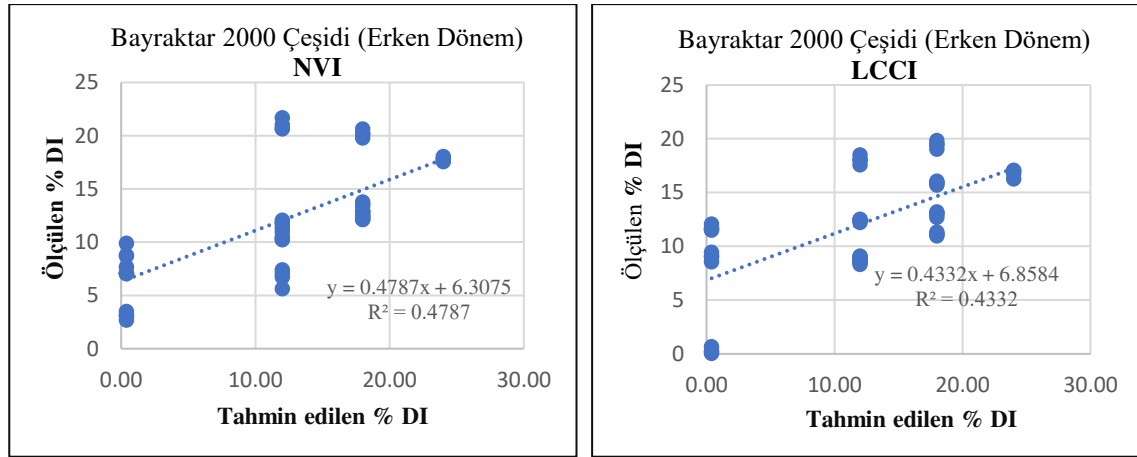
Dönem	İndeks	Bant Aralığı (nm)	R ² (Pearson)	RMSE	% SE	Regresyon Denklemi
Erken Dönem 25 Mayıs 2019	NDVI	830-675	0.178	0.897	1.869	$y = 0.0315x + 10.976$
	MSR	800-670	0.176	0.897	1.870	$y = 0.0309x + 10.983$
	LCCI	750-705	0.167	0.899	1.872	$y = 0.028x + 11.016$
	NBNDVI	850-680	0.167	0.899	1.872	$y = 0.028x + 11.016$
	NVI	777-673	0.156	0.900	1.876	$y = 0.0242x + 11.058$
Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019	NPCI	680-430	0.256	0.635	1.322	$y = 0.0654x + 10.903$
	SRPI	680-430	-0,252	0.635	1.323	$y = 0.0636x + 10.925$
	PSRI	750-500	0,227	0.639	1.332	$y = 0.0515x + 11.066$
	NRI	670-570	-0,215	0.641	1.335	$y = 0.0464x + 11.126$
	GI	677-554	-0,212	0.641	1.336	$y = 0.0448x + 11.143$
Geç Dönem 06 Haziran 2019	SIPI	800-445	-0,213	0.081	0.168	$y = 0.0452x + 11.438$
	TCARI	700-550	0,189	0.081	0.169	$y = 0.0356x + 11.552$
	PhRI	550-531	0,168	0.081	0.170	$y = 0.0283x + 11.64$
	MCARI	701-549	0,162	0.082	0.170	$y = 0.0261x + 11.667$

Bayraktar 2000 çeşidinde; en yüksek korelasyon değerlerine çiçeklenme başlangıcı olan erken dönemde RVSI₍₇₅₂₋₇₁₂₎, ($R^2 = 0.764$), NDVI₍₈₃₀₋₆₇₅₎, ($R^2 = 0.696$), NVI₍₇₇₇₋₆₇₃₎ ($R^2 = 0.692$) indekslerinde belirlenmiş, bu durumu geç dönemde yüksek korelasyon gösteren indeksler ARI₍₇₀₀₋₅₅₀₎ ($R^2 = -0.766$), SR₍₈₄₅₋₇₇₀₎ ($R^2 = -0.655$), GNDVI₍₇₅₀₋₅₅₀₎, ($R^2 = -0.579$) takip ettiği saptanmıştır (Tablo 4. 62) (Şekil 4.102).

Tablo 4. 62. Bayraktar 2000 Çeşidi İçin Hastalık Tahmininde Öne Çıkan İndeksler (Erken-Orta-Geç Dönem).

Bayraktar 2000 Çeşidi						
Dönem	İndeks	Bant Aralığı (nm)	R ² (Pearson)	RMSE	% SE	Regresyon Denklemini
Erken Dönem 25 Mayıs 2019	RVSI	752-712	0.764**	2.812	5.838	$y = 0.5844x + 5.0291$
	NDVI	830-675	0.696**	3.121	6.502	$y = 0.4845x + 6.2403$
	NVI	777-673	0.692**	3.138	6.538	$y = 0.4787x + 6.3075$
	MSR	800-670	0.678**	3.195	6.656	$y = 0.4598x + 6.5374$
	LCCI	750-705	0.658**	3.272	6.818	$y = 0.4332x + 6.8584$
Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019	PhRI	550-531	0.399**	2.964	6.176	$y = 0.1594x + 12.609$
	NPCI	680-430	0.398**	2.966	6.179	$y = 0.1586x + 12.621$
	SRPI	680-430	-0,398**	2.966	6.179	$y = 0.1585x + 12.623$
	GNDVI	750-550	0.333**	3.048	6.351	$y = 0.111x + 13.335$
	GI	677-554	-0.274	3.110	6.478	$y = 0.075x + 13.875$
Geç Dönem 06 Haziran 2019	ARI	700-550	-0.766**	0.642	1.337	$y = 0.5874x + 9.4896$
	SR	845-770	-0.655**	0.755	1.573	$y = 0.4287x + 13.139$
	RVI	845-770	-0.655**	0.755	1.573	$y = 0.4287x + 13.139$
	GNDVI	750-550	-0.579**	0.815	1.697	$y = 0.3353x + 15.288$
	NBNDVI	850-680	-0.558**	0.829	1.727	$y = 0.3115x + 15.836$





Şekil 4. 92. Sarı Pas Hastalığının Tahmininde Regresyon Eşitliklerinin Elde Edilmesi ve Doğrulamanın Yapılması (Cross-Validation).

Kenanbey çeşidinde; en yüksek korelasyon değerlerine erken dönemde GNDVI₍₇₅₀₋₅₅₀₎ ($R^2 = -0.758$), DVI₍₈₉₀₋₆₇₀₎ ($R^2 = -0.684$), PSRI₍₇₅₀₋₅₀₀₎ ($R^2 = -0.661$) indekslerinde belirlenmiş olup, bu durumu erken-orta dönemde NPCI₍₆₈₀₋₄₃₀₎ ($R^2 = 0.617$), SRPI₍₆₈₀₋₄₃₀₎ ($R^2 = -0.615$) ve PhRI₍₅₅₀₋₅₃₁₎ ($R^2 = 0.543$) takip ettiği tespit edilmiştir. Geç dönemde ise, NRI₍₆₇₀₋₅₇₀₎ ($R^2 = 0.521$), GI₍₆₇₇₋₅₅₄₎ ($R^2 = 0.489$), MSR₍₈₀₀₋₆₇₀₎ ($R^2 = -0.429$) indekslerinin takip ettiği belirlenmiştir (Tablo 4.63).

Tablo 4. 63. Kenanbey Çeşidi İçin Hastalık Tahmininde Öne Çıkan İndeksler (Erken-Orta-Geç Dönem).

Kenanbey Çeşidi						
Dönem	İndeks	Bant Aralığı (nm)	R ² (Pearson)	RMSE	% SE	Regresyon Denklemi
Erken Dönem 25 Mayıs 2019	GNDVI	750-550	-0.758**	1.326	3.24	y=0.5742X+17.422
	DVI	890-670	-0.684**	1.737	3.62	y=0.4684X+21.75
	PSRI	750-500	-0.661**	1.789	3.73	y=0.4366X+23.054
	RDVI	800-670	-0.644**	1.822	3.80	y=0.4153X+23.922
	ARI	700-550	-0.630**	1.851	3.86	y=0.3966X+24.689
Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019	NPCI	680-430	0.617**	1.973	4.11	y = 0.3812x + 30.683
	SRPI	680-430	-0.615**	1.628	3.39	y = 0.3777x + 30.856
	PhRI	550-531	0.543**	1.628	3.39	y = 0.2949x + 34.959
	PRI	570-531	0.513**	1.324	2.76	y = 0.2634x + 36.524
	WI	900-970	-0.392**	1.973	4.110	y = 0.3352x + 27.205
Geç Dönem 06 Haziran 2019	NRI	670-570	0.521**	0.738	1.538	y = 0.2711x + 60.136
	GI	677-554	0.489**	0.754	1.572	y = 0.2391x + 62.77
	MSR	800-670	-0.429	0.782	1.628	y = 0.1836x + 67.347
	YRI	736-419	0.380**	0.800	1.667	y = 0.1445x + 70.576

Demir 2000 çeşidinde; erken dönemde PRI₍₅₇₀₋₅₃₁₎ ($R^2 = -0.861$), ARI₍₇₀₀₋₅₅₀₎ ($R^2 = -0.859$), PhRI₍₅₅₀₋₅₃₁₎ ($R^2 = -0.856$) ve GI₍₆₇₇₋₅₅₄₎ ($R^2 = 0.837$) olarak belirlenmiş olup bu durumu geç dönem indeksleri RVI₍₈₄₅₋₇₇₀₎ ($R^2 = 0.548$), NRI₍₆₇₀₋₅₇₀₎ ($R^2 = 0.369$), GI₍₆₇₇₋₅₅₄₎ ($R^2 = 0.363$) ve TCARI₍₇₀₀₋₅₅₀₎ ($R^2 = 0.354$), takip ettiği tespit edilmiştir (Tablo 4.64).

Tablo 4. 64. Demir 2000 Çeşidi İçin Hastalık Tahmininde Öne Çıkan İndeksler (Erken-Orta-Geç Dönem).

Demir 2000 Çeşidi						
Dönem	İndeks	Bant Aralığı (nm)	R ² (Pearson)	RMSE	% SE	Regresyon Denklemi
Erken Dönem 25 Mayıs 2019	PRI	570-531	-0.861**	1.291	2.689	y = 0.7407x + 10.936
	ARI	700-550	-0.859**	1.296	2.701	y = 0.7383x + 11.034
	PhRI	550-531	-0.856**	1.312	2.733	y = 0.7321x + 11.296
	GI	677-554	0.837**	1.385	2.886	y = 0.7012x + 12.598
	PSRI	750-500	-0.830**	1.414	2.946	y = 0.6886x + 13.129
Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019	PhRI	550-531	0.288*	1.435	2.990	y = 0.0827x + 49.231
	NPCI	680-430	0.298*	1.430	2.980	y = 0.0889x + 48.896
	SRPI	680-430	-0.290*	1.434	2.987	y = 0.0842x + 49.145
	RVSI	752-712	-0.276	1.440	3.001	y = 0.0759x + 49.592
	WI	900-970	-0.222	1.461	3.044	y = 0.0491x + 51.033
Geç Dönem 06 Haziran 2019	RVI	845-770	0.548**	0.495	1.031	y = 0.3004x + 53.638
	SR	845-770	0.548**	0.495	1.031	y = 0.3004x + 53.638
	NRI	670-570	0.369*	0.550	1.146	y = 0.1361x + 66.234
	GI	677-554	0.363*	0.552	1.149	y = 0.1315x + 66.586
	TCARI	700-550	0.354*	0.553	1.153	y = 0.1256x + 67.04

Makarnalık Çeşitler İçin;

Kızıltan 91 çeşidinde, en yüksek korelasyon değerlerine Erken-Orta dönemde, RVI₍₈₄₅₋₇₇₀₎ ($R^2 = -0.739$), YRI₍₇₃₆₋₄₁₉₎ ($R^2 = 0.696$), TVI₍₇₅₀₋₅₅₀₎ ($R^2 = -0.690$) ve DVI₍₈₉₀₋₆₇₀₎ ($R^2 = 0.679$), indekslerinde belirlenmiş, bu durumu Geç dönem indeksleri SRPI₍₆₈₀₋₄₃₀₎ ($R^2 = 0.514$), NPCI₍₆₈₀₋₄₃₀₎ ($R^2 = -0.514$), PSRI₍₇₅₀₋₅₀₀₎ ($R^2 = -0.487$) ve LCCI₍₇₅₀₋₇₀₅₎ ($R^2 = 0.483$) indekslerinin takip ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 4. 65).

Tablo 4. 65. Kızıltan 91 Çeşidi İçin Hastalık Tahmininde Öne Çıkan İndeksler (Erken-Orta-Geç Dönem).

Kızıltan 91 Çeşidi						
Dönem	İndeks	Bant Aralığı (nm)	R ² (Pearson)	RMSE	% SE	Regresyon Denklemi
Erken Dönem 25 Mayıs 2019	SRPI	680-430	0.476**	2.786	5.803	y = 0.2267x + 6.2122
	NPCI	680-430	-0.463**	2.808	5.849	y = 0.2144x + 6.311
	ARI	700-550	-0.396**	2.908	6.059	y = 0.1571x + 6.7714
	SIPI	800-445	-0.385**	2.923	6.090	y = 0.1485x + 6.8397
	PhRI	550-531	-0.333*	2.986	6.221	y = 0.1112x + 7.14
Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019	RVI	845-770	-0.739**	2.202	4.588	y = 0.5459x + 5.3133
	SR	845-770	-0.739**	2.202	4.588	y = 0.5459x + 5.3133
	YRI	736-419	0.696**	2.345	4.886	y = 0.485x + 6.0255
	TVI	750-550	0.690**	2.366	4.930	y = 0.4748x + 6.1145
	DVI	890-670	0.679**	2.401	5.001	y = 0.4604x + 6.3141
Geç Dönem 06 Haziran 2019	SRPI	680-430	0.514**	2.467	5.141	y = 0.2642x + 8.8785
	NPCI	680-430	-0.514**	2.467	5.139	y = 0.2647x + 8.8725
	PSRI	750-500	-0.487**	2.512	5.233	y = 0.2375x + 9.2007
	LCCI	750-705	0.483**	2.519	5.248	y = 0.2332x + 9.2525
	NBNDVI	850-680	0.472**	2.536	5.284	y = 0.2225x + 9.3814

Çeşit-1252 çeşidinde en yüksek korelasyon değerlerine Orta-Geç dönemde SRPI₍₆₈₀₋₄₃₀₎ ($R^2 = 0.733$), NPCI₍₆₈₀₋₄₃₀₎ ($R^2 = -0.731$), PRI₍₅₇₀₋₅₃₁₎ ($R^2 = -0.690$) ve NRI₍₆₇₀₋₅₇₀₎ ($R^2 = 0.678$) indekslerinde belirlenmiş, bu durumu Erken dönem indeksleri TCARI₍₇₀₀₋₅₅₀₎ ($R^2 = -0.442$), NBNDVI₍₈₅₀₋₆₈₀₎ ($R^2 = 0.429$), NVI₍₇₇₇₋₆₇₃₎ ($R^2 = 0.427$) ve CARI₍₇₀₀₋₅₅₀₎ ($R^2 = -0.423$), indekslerinin takip ettiği saptanmıştır (Çizelge 4. 66).

Tablo 4. 66. Çeşit-1252 Çeşidi İçin Hastalık Tahmininde Öne Çıkan İndeksler (Erken-Orta-Geç Dönem).

Çeşit-1252 Çeşidi						
Dönem	İndeks	Bant Aralığı (nm)	R ² (Pearson)	RMSE	% SE	Regresyon Denklemi
Erken Dönem 25 Mayıs 2019	TCARI	700-550	-0.442**	3.443	7.174	y = 0.1949x + 5.8239
	NBNDVI	850-680	0.429**	3.467	7.222	y = 0.184x + 5.9026
	NVI	777-673	0.427**	3.470	7.230	y = 0.1822x + 5.9151
	CARI	700-550	-0.423**	3.477	7.243	y = 0.1792x + 5.937
	LCCI	750-705	0.413**	3.495	7.282	y = 0.1704x + 6.0007
Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019	PhRI	550-531	-0.313**	6.927	14.432	y = 0.0977x + 14.287
	PRI	570-531	-0.256	7.050	14.688	y = 0.0654x + 14.798
	LCCI	750-705	-0.233	7.091	14.774	y = 0.0544x + 14.972
	WI	900-970	0.227	7.102	14.796	y = 0.0516x + 15.017

Tablo 4. 66 (devam) :

	MCARI	701-549	0.179	7.175	14.948	$y = 0.032x + 15.327$
Geç Dönem 06 Haziran 2019	SRPI	680-430	0.733**	2.604	5.425	$y = 0.5377x + 4.0261$
	NPCI	680-430	-0.731**	2.615	5.447	$y = 0.534x + 4.057$
	PRI	570-531	-0.690**	2.773	5.777	$y = 0.4758x + 4.5653$
	NRI	670-570	0.678**	2.814	5.862	$y = 0.4603x + 4.7005$

Eminbey çeşidinde; en yüksek korelasyon değerlerine erken dönemde GI₍₆₇₇₋₅₅₄₎ ($R^2=0.808$), NRI₍₆₇₀₋₅₇₀₎ ($R^2=0.802$), PRSI₍₇₅₀₋₅₀₀₎ ($R^2=-0.757$) ve ARI₍₇₀₀₋₅₅₀₎ ($R^2=-0.693$), indekslerinde belirlenmiş olup, bu durumu geç dönem WI₍₉₇₀₋₉₀₀₎ ($R^2=0.552$), ARI₍₇₀₀₋₅₅₀₎ ($R^2=-0.521$), NLI₍₈₄₅₋₇₇₀₎ ($R^2=-0.458$) ve CARI₍₇₀₀₋₅₅₀₎ ($R^2=0.414$) indekslerinin takip ettiği belirlenmiştir (Çizelge 4. 67).

Tablo 4. 67. Eminbey Çeşidi İçin Hastalık Tahmininde Öne Çıkan İndeksler (Erken-Orta-Geç Dönem).

Eminbey Çeşidi						
Dönem	İndeks	Bant Aralığı (nm)	R² (Pearson)	RMSE	% SE	Regresyon Denklemini
Erken Dönem 25 Mayıs 2019	NRI	670-570	-0.607**	1.722	3.588	$y = 0.2306x + 14.619$
	PRSI	750-500	0.480**	1.793	3.735	$y = 0.1665x + 15.836$
	ARI	700-550	-0.408**	1.913	3.986	$y = 0.0506x + 18.039$
	GI	677-554	0.453**	1.750	3.647	$y = 0.2054x + 15.097$
	NPCI	680-430	-0.402**	1.798	3.746	$y = 0.1613x + 15.935$
Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019	NDVI	830-675	0.256	4.435	9.239	$y = 0.0653x + 25.782$
	NVI	777-673	0.249	4.443	9.256	$y = 0.0618x + 25.88$
	NBNDVI	850-680	0.238	4.455	9.282	$y = 0.0566x + 26.025$
	MSR	800-670	0.231	4.463	9.297	$y = 0.0535x + 26.108$
	LCCI	750-705	0.225	4.469	9.310	$y = 0.0508x + 26.18$
Geç Dönem 06 Haziran 2019	NPCI	680-430	0.491**	3.930	8.188	$y = 0.241x + 17.646$
	SRPI	680-430	-0.479**	3.961	8.252	$y = 0.2291x + 17.922$
	SIPI	800-445	0.410**	4.114	8.572	$y = 0.1682x + 19.339$
	MSR	800-670	-0.352*	4.222	8.797	$y = 0.124x + 20.367$

Mirzabey 2000 çeşidinde; en yüksek korelasyon değerlerine erken dönemde NRI₍₆₇₀₋₅₇₀₎ ($R^2=-0.607$), PRSI₍₇₅₀₋₅₀₀₎ ($R^2=0.480$), ARI₍₇₀₀₋₅₅₀₎ ($R^2=-0.408$) ve GI₍₆₇₇₋₅₅₄₎ ($R^2=0.453$), indekslerinde belirlenmiş olup bu durumu geç dönem NPCI₍₆₈₀₋₄₃₀₎ ($R^2=0.491$), SRPI₍₆₈₀₋₄₃₀₎ ($R^2=-0.479$), SIPI₍₈₀₀₋₄₄₅₎ ($R^2=0.410$) ve MSR₍₈₀₀₋₆₇₀₎ ($R^2=-0.352$) indeksleri takip ettiği saptanmıştır (Tablo 4. 68).

Tablo 4. 68. Mirzabey 2000 Çeşidi İçin Hastalık Tahmininde Öne Çıkan İndeksler (Erken-Orta-Geç Dönem).

Mirzabey 2000 Çeşidi						
Dönem	İndeks	Bant Aralığı (nm)	R² (Pearson)	RMSE	% SE	Regresyon Denklemi
Erken Dönem 25 Mayıs 2019	GI	677-554	0.808**	2.020	4.208	y = 0.6524x + 4.1834
	NRI	670-570	0.802**	2.045	4.261	y = 0.6436x + 4.2888
	PRSI	750-500	-0.757**	2.239	4.665	y = 0.5728x + 5.1409
	ARI	700-550	-0.693**	2.469	5.144	y = 0.4806x + 6.2503
	SRPI	680-430	0.681**	2.508	5.224	y = 0.4643x + 6.447
Erken-Orta Dönem 06 Haziran 2019	WI	900-970	0.480**	1.321	2.752	y = 0.2309x + 12.563
	MSR	800-670	0.470**	1.329	2.770	y = 0.2208x + 12.727
	NDVI	830-675	0.468**	1.331	2.773	y = 0.2189x + 12.758
	NBNDVI	850-680	0.464**	1.334	2.779	y = 0.2154x + 12.815
	CARI	700-550	-0.457**	1.340	2.792	y = 0.2084x + 12.929
Geç Dönem 06 Haziran 2019	WI	970-900	0.552**	1.443	3.006	y = 0.0557x + 14.164
	ARI	700-550	-0.521**	1.267	2.640	y = 0.2715x + 10.928
	NLI	845-770	-0.458**	1.320	2.750	y = 0.2095x + 11.858
	CARI	700-550	0.414**	1.351	2.815	y = 0.1718x + 12.424
	NPCI	680-430	0.409**	1.355	2.823	y = 0.1671x + 12.494

4.9.2. Farklı Gübre Dozlarının Hastalık Şiddeti Üzerindeki Etkisinin Ortaya Çıkarılmasında Kullanılacak Vejetasyon İndekslerin Farklı Fenolojik Dönemlere Göre Belirlenmesi ve Performanslarının Değerlendirilmesi

4.9.2.1. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Fenolojik Dönemler İçin Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının Sarı Pas Hastalık Şiddeti Değişimine Olan Etkisinin Vejetasyon İndeksler ile Takip Edilmesi

Farklı dozda gübre uygulamalarının ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı dönemler için sarı pas hastalığının şiddetinin tespitinde etkili vejetasyon indeksleri belirlenerek, spektral bant aralıkları ve korelasyon (Pearson) değerleri aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

Eser çeşidinde; Farklı Fe dozu uygulamaları (Fe₅, Fe₁₀, Fe₂₀) Erken-Orta dönemde (06 Haziran 2019) ve Orta-Geç dönemde (15 Haziran 2019) hastalık şiddetinin azalması yönüyle yüksek korelasyon değerleri göstermiştir (R²= 0.538). Bu dönemde etkili indeksler PRI (R²=-0.861), RVI (R²= -0.836) ve TVI (R²=-0.776) olarak belirlenmiş olup bant aralıkları 675-918 nm olarak hesaplanmıştır. Farklı dozda Zn gübre uygulamalarının en fazla Orta-

Geç ($R^2 = 0.522$) dönemde etkili olduğu tespit edilmiş olup, bunu sırasıyla Erken-Orta ($R^2 = 0.467$) dönem ve Geç dönemin ($R^2 = 0.455$) izlediği tespit edilmiştir. Bu dönemde etkili indeksler RVI ($R^2 = -0.636$), ARI ($R^2 = 0.551$), CARI ($R^2 = 0.499$) ve bant aralıkları 675-822 nm olarak hesaplanmıştır. Fe+Zn gübre dozu uygulamalarının hastalık şiddetini azaltması yönünde olması dikkat çekici olup, en fazla Erken-Orta dönemde (06 Haziran 2019) yüksek korelasyon değerleri belirlenmiş ($R^2 = 0.439$) olup, bu durumu erken dönemin takip ettiği saptanmıştır (Tablo 4. 69).

Tablo 4. 69. Eser Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığı Üzerine Olan Etkisinin Vejetasyon İndekslerle Takibi.

Gübre Uygulamaları	Etkili Dönem	Vejetasyon İndeks (VI)	Bant Aralığı (nm)	Korelasyon (R^2)	RMSE	%SE	Regresyon Denklemi (DI)
Fe5, Fe10, Fe20	10.5.1 (-)	PRI	570-531	-0.861**	0.595	1.654	$y = 0.7408x + 2.6496$
		RVI	845-770	-0.836**	0.641	1.781	$y = 0.6991x + 3.0757$
		TVI	750-550	0.776**	0.738	2.049	$y = 0.6032x + 4.0713$
Zn7.5, Zn15, Zn30	10.5.3 (-)	RDVI	800-670	-0.720**	0.734	2.040	$y = 0.5177x + 5.1443$
		DVI	890-670	-0.678**	0.777	2.158	$y = 0.4601x + 5.7594$
		TVI	750-550	-0.676**	0.78	2.165	$y = 0.453x + 5.8936$
Fe5+Zn7.5, Fe10+Zn15, Fe20+Zn30	10.5.3 (-)	RVI	800-670	-0.636**	1.666	4.627	$y = 0.0343x + 8.5845$
		ARI	700-550	-0.551**	1.684	4.677	$y = 0.013x + 8.7731$

Kenanbey çeşidinde Fe (Fe₅+Fe₁₀+Fe₂₀) uygulamaları, en yüksek korelasyon değerlerine geç dönemde (23 Haziran 2019) rastlanmıştır. ($R^2 = 0.716$). Bu dönemde hastalık reaksiyonlarının belirlenmesinde etkili olan indeksler ARI ($R^2 = 0.780$), NLI ($R^2 = 0.778$), GNDVI ($R^2 = 0.774$), RVI ($R^2 = 0.748$) ve NVI ($R^2 = 0.704$) olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde Fe gübre dozu uygulamaları erken dönemde ve erken-orta dönemde hastalık şiddetini artırması yönünde yüksek korelasyon değerleri göstermiştir. ($R^2 = 0.165$). Bu dönemde etkili indeksler NLI ($R^2 = 0.507$), YRI ($R^2 = -0.478$), DVI (-0.465) olarak belirlenmiştir. Zn gübre dozu uygulamaları, geç dönemde hastalık şiddetini azaltması yönünde yüksek korelasyon değerleri göstermiştir ($R^2 = 0.255$). Bu dönemde etkili indeksler NLI ($R^2 = 0.896$), RVI ($R^2 = 0.862$), YRI ($R^2 = -0.883$), CARI ($R^2 = 0.882$), ARI ($R^2 = 0.794$) olarak tespit edilmiştir. Yine Zn gübre dozu uygulamalarının erken ve erken-orta dönemde hastalık şiddetini artırması yönünde etkili olduğu belirlenmiştir ($R^2 = 0.132$). Bu dönemde dikkat çeken indeksler NPCI ($R^2 = 0.545$), SRPI ($R^2 = -0.539$), PRI ($R^2 = 0.533$), NVI ($R^2 = -0.518$) olarak saptanmıştır. Fe+Zn gübre dozu uygulamaları, tüm fenolojik dönemlerde hastalık şiddetini azaltması yönünde yüksek korelasyon değerleri göstermiştir. Erken dönemde hastalık şiddetini azaltması yönünde en yüksek korelasyon değerleri belirlenmiştir ($R^2 = 0.487$). Bu dönemde

etkili indeksler sırasıyla ARI ($R^2 = 0.713$), TCARI ($R^2 = -0.517$), MCARI ($R^2 = -0.506$), RVI ($R^2 = 0.490$), NLI ($R^2 = 0.482$) olarak belirlenmiştir. Bu durumu geç dönem ($R^2 = 0.412$) ve orta-geç dönem ($R^2 = 0.379$) korelasyon değerlerinin takip ettiği belirlenmiştir (Tablo 4.70).

Tablo 4. 70. Kenanbey Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığı Üzerine Olan Etkisinin Vejetasyon İndekslerle Takibi.

Gübre Uygulamaları	Etkili Dönem	Vejetasyon İndeks (VI)	Bant Aralığı (nm)	Korelasyon (R^2)	RMSE	%SE	Regresyon Denklemi (DI)
Fe5, Fe10, Fe20	11.1 (+)	ARI	700-550	0.780**	0.199	0.552	$y = 0.6081x + 33.271$
		NLI	845-770	0.778**	0.201	0.557	$y = 0.6046x + 33.563$
		GNDVI	750-550	0.774**	0.194	0.540	$y = 0.5995x + 34.002$
Zn7.5, Zn15, Zn30	10.5.3 (-)	RVI	845-770	0.748**	0.208	0.579	$y = 0.5591x + 37.431$
	11.1 (-)	NVI	777-673	0.704**	0.227	0.630	$y = 0.495x + 42.87$
		NLI	845-770	0.896**	0.191	0.530	$y = 0.8028x + 15.58$
Fe5+Zn7.5, Fe10+Zn15, Fe20+Zn30	10.5.3 (-)	YRI	736-419	-0.883**	0.202	0.561	$y = 0.7792x + 17.44$
		CARI	700-550	0.882**	0.203	0.563	$y = 0.7771x + 17.612$

Demir 2000 çeşidinde; Fe (Fe₅+Fe₁₀+Fe₂₀) gübre dozu uygulamalarının, hastalık şiddetini artması yönünde en yüksek korelasyon değerleri erken dönemde (25 Mayıs 2019) ve orta-geç dönemde (15 Haziran 2019) belirlenmiştir ($R^2 = 0.499$). Bu dönemde hastalık reaksiyonlarının belirlenmesinde etkili olan indeksler LCCI ($R^2 = -0.866$), GNDVI ($R^2 = -0.858$), NVI ($R^2 = -0.811$), RDVI ($R^2 = -0.816$), TVI ($R^2 = -0.807$) olarak hesaplanmıştır. Farklı Zn gübre dozu uygulamaları, erken dönemde (25 Mayıs 2019) hastalık şiddetinin azalması yönünde yüksek korelasyon değerleri olduğu göstermiş ($R^2 = 0.365$) olup, bu dönemi orta-geç dönemin (15 Haziran 2019) takip ettiği belirlenmiştir ($R^2 = 0.175$). Bu dönemde öne çıkan indeksler sırasıyla NVI ($R^2 = -0.806$), MSR ($R^2 = -0.741$), LCCI ($R^2 = -0.738$), NDVI ($R^2 = -0.731$), RDVI ($R^2 = -0.754$) olarak belirlenmiştir. Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında, orta-geç dönemde yüksek korelasyon değerlerini göstermiş ($R^2 = 0.175$), ve bunu geç dönemin takip ettiği belirlenmiştir. Farklı gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetini hem artırması hem de azaltması yönünde etkisi olduğu belirlenmiştir. Zn gübre dozu uygulamaları genel olarak doz miktarına göre değişmekle birlikte, erken dönemde hastalık şiddetinde artışa, geç dönemde ise azalmaya neden olabildiği tespit edilmiştir. Bu dönemde hastalık şiddetinin tespitinde etkili olan indeks RDVI ($R^2 = -0.866$) olarak belirlenmiştir. (Tablo 4.71).

Tablo 4. 71. Demir 2000 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığı Üzerine Olan Etkisinin Vejetasyon İndekslerle Takibi.

Gübre Uygulamaları	Etkili Dönem	Vejetasyon İndeks (VI)	Bant Aralığı (nm)	Korelasyon (R^2)	RMSE	%SE	Regresyon Denklemi (DI)
Fe5, Fe10, Fe20	10.5.4 (+)	LCCI	750-705	-0.866	1.031	2.864	$y = 0.8409x + 3.9242$
		GNDVI	750-550	-0.858	0.881	2.448	$y = 0.9142x + 2.1201$
		NVI	777-673	-0.811	1.238	3.438	$y = 0.5571x + 10.928$
		RDVI	800-670	-0.816	0.328	0.911	$y = 0.6584x + 23.014$
		PSRI	750-500	0.808	0.416	1.154	$y = 0.1601x + 56.59$
Zn7.5, Zn15, Zn30	10.5.1. (-)	NVI	777-673	-0.806	1.048	2.911	$y = 0.6496x + 6.3856$
		RDVI	800-670	-0.754	1.189	3.303	$y = 0.5489x + 8.2197$
		MSR	800-670	-0.741	1.189	3.302	$y = 0.549x + 8.2181$
		LCCI	750-705	-0.738	1.196	3.321	$y = 0.544x + 8.3098$
		NDVI	830-675	-0.731	1.209	3.358	$y = 0.5337x + 8.4982$
Fe5+Zn7.5, Fe10+Zn15, Fe20+Zn30	10.5.4 (-)	RDVI	800-670	-0.754	0.586	1.629	$y = 0.5683x + 24.806$
		LCCI	750-705	-0.707	0.632	1.755	$y = 0.4992x + 28.77$
		TVI	750-550	-0.705	0.633	1.759	$y = 0.4966x + 28.928$
		CARI	700-550	0.704	0.634	1.760	$y = 0.4961x + 28.946$
		MCARI	701-549	0.701	0.317	0.880	$y = 0.4915x + 41.192$

Bayraktar 2000 çeşidinde Fe (Fe₅+Fe₁₀+Fe₂₀) gübre dozu uygulamalarının hastalık şiddetini artırması yönünde en yüksek korelasyon değerleri orta-geç dönemde belirlenmiştir ($R^2 = 0.405$). Bu dönemde hastalık şiddetinin belirlenmesinde öne çıkan indeksler sırasıyla RDVI ($R^2 = 0.782$), TVI ($R^2 = 0.777$), SIPI ($R^2 = -0.776$), SR ($R^2 = 0.771$), NBNDVI ($R^2 = 0.769$), DVI ($R^2 = 0.765$), TCARI ($R^2 = 0.761$) olarak belirlenmiştir. Zn gübre dozu uygulamalarında geç dönemde hastalık şiddetinin artması yönünde yüksek korelasyon değerleri saptanmıştır ($R^2 = 0.362$). Bu dönemde etkili indeksler YRI ($R^2 = 0.871$), SIPI ($R^2 = 0.869$), TVI ($R^2 = -0.846$), CARI ($R^2 = -0.803$), NBNDVI ($R^2 = -0.815$), NDVI ($R^2 = -0.795$), TCARI ($R^2 = -0.791$), RVI ($R^2 = -0.780$), PSRI ($R^2 = 0.781$) olarak tespit edilmiştir. Bu durumu orta-geç dönem takip ettiği tespit edilmiştir ($R^2 = 0.265$). Bu dönemde hastalık şiddetinin azalması yönünde etkili olduğu gözlenmiştir. Erken dönemin hastalık şiddetini azaltması yönünde etkili olduğu tespit edilmiştir ($R^2 = -0.219$). Fe+Zn gübre dozu uygulamaları erken ve erken-orta dönemde hastalık şiddetinin artırması yönünde etkisi olduğu ve yüksek korelasyon değerleri göstermiş ($R^2 = 0.507$) olup, bu dönemi orta-geç dönemin takip ettiği saptanmıştır ($R^2 = 0.386$) (Tablo 4.72).

Tablo 4. 72. Bayraktar 2000 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığı Üzerine Olan Etkisinin Vejetasyon İndekslerle Takibi.

Gübre Uygulamaları	Etkili Dönem	Vejetasyon İndeks (VI)	Bant Aralığı (nm)	Korelasyon (R ²)	RMSE	%SE	Regresyon Denklemi (DI)
Fe5, Fe10, Fe20	10.5.4 (+)	RDVI	800-670	0.782	0.840	2.333	y = 0.6115x + 5.5256
		TVI	750-550	0.777	0.849	2.358	y = 0.6029x + 5.6469
		SIPI	800-445	-0.776	0.849	2.359	y = 0.6028x + 5.6488
		SR	845-770	0.771	0.858	2.382	y = 0.595x + 5.7628
		NBNDVI	850-680	0.769	0.862	2.394	y = 0.591x + 5.8166
Zn7.5, Zn15, Zn30	10.5.3 (+)	YRI	736-419	0.871	2.337	6.493	y = 0.7592x + 0.4493
		SIPI	800-445	0.869	2.360	6.555	y = 0.7546x + 0.4581
		TVI	750-550	-0.846	2.540	7.057	y = 0.7142x + 0.5338
		CARI	700-550	-0.803	2.842	7.893	y = 0.6442x + 0.6646
		NBNDVI	850-680	-0.815	2.759	7.663	y = 0.6647x + 0.6259
Fe5+Zn7.5, Fe10+Zn15, Fe20+Zn30	10.5.4 (-)	DVI	890-670	0.781	1.530	4.250	y = 0.6103x + 2.8583
		RDVI	800-670	0.743	1.640	4.556	y = 0.552x + 3.2854
		NLI	845-770	-0.693	1.767	4.909	y = 0.4799x + 3.8139
		TVI	750-550	0.692	1.771	4.919	y = 0.4817x + 3.8724
		YRI	736-419	0.616	1.930	5.362	y = 0.3795x + 4.5505

4.9.2.2. Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Fenolojik Dönemler İçin Farklı Mineral Gübre Uygulamalarının Sarı Pas Hastalık Şiddeti Değişimine Olan Etkisinin Vejetasyon İndeksler Yardımıyla Takip Edilmesi

Kızıltan 91 çeşidinde; Fe gübre dozu uygulamaları erken dönemde hastalık şiddetini azaltması yönünde yüksek korelasyon değerleri göstermiştir ($R^2 = 0.507$). Bu dönemde hastalığın takibinde öne çıkan indeksler sırasıyla; SIPI ($R^2 = 0.768$), PSRI ($R^2 = 0.756$), NDVI ($R^2 = -0.696$), NBNDVI ($R^2 = -0.696$), LCCI ($R^2 = -0.694$), GNDVI ($R^2 = -0.680$), CARI ($R^2 = 0.670$), RDVI ($R^2 = -0.669$), TVI ($R^2 = -0.627$), MSR ($R^2 = -0.604$), NRI ($R^2 = -0.590$), PRI ($R^2 = 0.572$) olarak saptanmıştır. Zn gübre uygulama dozları erken dönemde hastalığı azaltması yönlü olarak yüksek korelasyon değerleri göstermiştir ($R^2 = 0.453$). Bu dönemde öne çıkan indeksler sırasıyla MCARI ($R^2 = 0.849$), NPCI ($R^2 = 0.823$), SRPI ($R^2 = -0.809$), PRI ($R^2 = 0.763$), TCARI ($R^2 = 0.740$), ARI ($R^2 = -0.628$), RVSI ($R^2 = -0.649$), NVI ($R^2 = -0.557$), GNDVI ($R^2 = -0.542$), CARI ($R^2 = 0.522$) olarak belirlenmiştir. Erken-orta dönemde hastalığı azaltması yönünde ($R^2 = 0.247$), orta-geç dönemde ise artması yönü korelasyonlar belirlenmiştir ($R^2 = 0.250$). Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında en yüksek korelasyon değerleri erken ve erken-orta dönemde (06 Haziran 2019) belirlenmiş ve hastalık şiddetini azaltması yönünde etkisi olduğu saptanmıştır ($R^2 = 0.398$). Bu dönemde etkili indeksler NBNDVI ($R^2 = 0.819$), NVI ($R^2 = 0.771$), NDVI ($R^2 = 0.755$), GNDVI ($R^2 = 0.746$), MSR ($R^2 = 0.717$), LCCI ($R^2 = 0.624$), SIPI ($R^2 = -0.595$), CARI ($R^2 = -0.516$) olarak tespit edilmiştir. Orta-geç ve geç dönemdeki korelasyonların hastalık şiddetini arttırması yönünde etkili olduğu değerlendirilmiştir ($R^2 = 0.235$) (Tablo 4.73).

Tablo 4. 73. Kızıltan 91 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığı Üzerine Olan Etkisinin Vejetasyon İndekslerle Takibi.

Gübre Uygulamaları	Etkili Dönem	Vejetasyon İndeks (VI)	Bant Aralığı (nm)	Korelasyon (R ²)	RMSE	%SE	Regresyon Denklemi (DI)
Fe5, Fe10, Fe20	10.5.4 (+)	SIPI	800-445	0.768	3.839	10.664	y = 0.5906x + 1.529
		PSRI	750-500	0.756	3.928	10.912	y = 0.5713x + 1.6004
		NDVI	830-675	-0.696	4.306	11.962	y = 0.4848x + 1.9237
		NBNDVI	850-680	-0.696	4.309	11.969	y = 0.4842x + 1.9254
		LCCI	750-705	-0.694	4.317	11.992	y = 0.4822x + 1.9334
Zn7.5, Zn15, Zn30	10.5.3 (+)	MCARI	701-549	0.849	3.172	8.812	y = 0.7204x + 1.0435
		NPCI	680-430	0.823	3.411	9.476	y = 0.6767x + 1.207
		SRPI	845-770	-0.809	3.530	9.805	y = 0.6539x + 1.2924
		PRI	570-531	0.763	3.880	10.777	y = 0.5819x + 1.5608
		TCARI	700-550	0.740	4.037	11.213	y = 0.5474x + 1.6902
Fe5+Zn7.5, Fe10+Zn15, Fe20+Zn30	10.5.4 (-)	NBNDVI	850-680	0.819	1.395	3.874	y = 0.6714x + 3.0669
		NVI	777-673	0.771	1.549	4.302	y = 0.5948x + 3.7824
		NDVI	830-675	0.755	1.596	4.434	y = 0.5696x + 4.0165
		GNDVI	750-550	0.746	1.621	4.504	y = 0.5559x + 4.1457
		MSR	800-670	0.717	1.696	4.710	y = 0.5143x + 4.5335

Çeşit-1252 çeşidinde; Fe gübre dozu uygulamaları tüm fenolojik dönemlerde yüksek korelasyon değerleri göstermiş olup, hastalık şiddetini azaltması yönünde etkisi tespit edilmiştir. En yüksek korelasyon değerlerine erken ve erken-orta dönemde belirlenmiştir ($R^2 = 0.412$). Bu dönemde öne çıkan indeksler sırasıyla SRPI ($R^2 = -0.863$), NPCI ($R^2 = 0.857$), WI ($R^2 = 0.687$), DVI ($R^2 = 0.684$), TVI ($R^2 = 0.604$), NLI ($R^2 = -0.587$), YRI ($R^2 = 0.543$), GNDVI ($R^2 = 0.527$), LCCI ($R^2 = 0.507$) olarak saptanmıştır. Zn gübre dozu uygulamaları bütün fenolojik dönemler için hastalık şiddeti değerlerinde önemli azalmaya neden olduğu gözlenmiştir. En yüksek korelasyon değerlerine ($R^2 = 0.320$) erken ve geç dönemde rastlanmış, tüm Zn gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetini azaltması yönlü olarak etkili belirlenmiştir. Bu dönemde etkili indeksler sırasıyla, PhRI ($R^2 = 0.833$), TCARI ($R^2 = 0.827$), MCARI ($R^2 = 0.793$), PRI ($R^2 = 0.730$), GNDVI ($R^2 = -0.671$), RVSI ($R^2 = -0.649$), NVI ($R^2 = -0.619$), LCCI ($R^2 = -0.584$), YRI ($R^2 = 0.488$) olarak saptanmıştır. Fe+Zn uygulamaları tüm fenolojik dönemler için hastalık şiddetini azaltması yönünde olup yüksek korelasyon değerleri tespit edilmiştir. En yüksek korelasyon değeri orta-geç dönemde tespit edilmiş ($R^2 = 0.621$) olup, bu durumu erken dönem (25 Mayıs 2019) ($R^2 = 0.512$), ve geç dönem takip ettiği belirlenmiştir ($R^2 = 0.468$). Bu dönemde öne çıkan indeksler sırasıyla LCCI ($R^2 = 0.755$), MSR ($R^2 = 0.754$), NDVI ($R^2 = 0.754$), SIPI ($R^2 = -0.754$), PSRI ($R^2 = -0.754$), NRI ($R^2 = 0.753$), NBNDVI ($R^2 = 0.751$), NPCI ($R^2 = -0.750$) olarak belirlenmiştir (Tablo 4. 74).

Tablo 4. 74. Çeşit-1252 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığı Üzerine Olan Etkisinin Vejetasyon İndekslerle Takibi.

Gübre Uygulamaları	Etkili Dönem	Vejetasyon İndeks (VI)	Bant Aralığı (nm)	Korelasyon (R ²)	RMSE	%SE	Regresyon Denklemi (DI)
Fe5, Fe10, Fe20	10.5.3 (-)	SRPI	845-770	-0.863	0.815	2.263	y = 0.7445x + 2.6116
		NPCI	680-430	0.857	0.830	2.306	y = 0.7346x + 2.7129
		WI	900-970	0.687	1.171	3.254	y = 0.4718x + 5.4002
		DVI	890-670	0.684	1.176	3.267	y = 0.4673x + 5.4439
		TVI	750-550	0.604	1.285	3.570	y = 0.3628x + 6.484
Zn7.5, Zn15, Zn30	10.5.1 (-)	PhRI	550-531	0.833	3.813	10.593	y = 0.6934x + 0.6947
		TCARI	700-550	0.827	3.874	10.760	y = 0.6836x + 0.7171
		MCARI	701-549	0.793	4.192	11.643	y = 0.6295x + 0.8396
		PRI	570-531	0.730	4.710	13.083	y = 0.5323x + 1.0599
		GNDVI	750-550	-0.671	5.107	14.185	y = 0.4501x + 1.246
Fe5+Zn7.5, Fe10+Zn15, Fe20+Zn30	10.5.4 (-)	LCCI	750-705	0.755	0.507	1.408	y = 0.5703x + 5.5378
		MSR	800-670	0.754	0.508	1.412	y = 0.5679x + 5.5698
		NDVI	830-675	0.754	0.508	1.412	y = 0.5681x + 5.5666
		SIPI	800-445	-0.754	0.508	1.411	y = 0.5687x + 5.5598
		PSRI	750-500	-0.754	0.508	1.412	y = 0.568x + 5.5675+

Eminbey çeşidinde; Fe gübre dozu uygulamaları tüm fenolojik dönemlerde hastalık şiddetini artırması yönlü olarak yüksek korelasyon göstermiştir. En yüksek korelasyon değerlerine erken, erken-orta dönemde (06 Haziran 2019) rastlanmıştır ($R^2 = 0.461$). Bu dönemde öne çıkan indeksler sırasıyla, LCCI ($R^2 = 0.792$), TVI ($R^2 = 0.779$), RDVI ($R^2 = 0.773$), RVSI ($R^2 = -0.759$), GNDVI ($R^2 = 0.737$), WI ($R^2 = 0.722$), NVI ($R^2 = 0.712$), PSRI ($R^2 = -0.701$), MCARI ($R^2 = 0.690$), NBNDVI ($R^2 = 0.680$), PRI ($R^2 = -0.673$) olarak belirlenmiştir. Bu durumu geç dönem ($R^2 = -0.460$) ve orta-geç dönemin izlediği belirlenmiştir ($R^2 = 0.429$). Zn gübre dozu uygulamaları genel olarak tüm fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde artışa neden olduğu saptanmıştır. Zn gübre dozu uygulamalarında en yüksek korelasyon değerlerine erken-orta dönemde belirlenmiş ($R^2 = 0.422$) olup, bu dönemi sırasıyla erken dönem ($R^2 = 0.397$) ve orta-geç dönemin takip ettiği değerlendirilmiştir ($R^2 = 0.351$). Erken-Orta dönemde hastalık takibinde öne çıkan indeksler sırasıyla, NVI ($R^2 = 0.786$), GNDVI ($R^2 = 0.767$), LCCI ($R^2 = 0.763$), MSR ($R^2 = 0.741$), RDVI ($R^2 = 0.733$), DVI ($R^2 = 0.722$), TVI ($R^2 = 0.668$), NDVI ($R^2 = 0.660$), NBNDVI ($R^2 = 0.643$), PSRI ($R^2 = -0.626$), SIPI ($R^2 = -0.577$) olarak belirlenmiştir. Fe+Zn gübre dozu uygulamalarının tüm fenolojik dönemlerde hastalık şiddetini artırıcı yönde yüksek korelasyon değerleri gösterdiği belirlenmiştir. En yüksek korelasyon değerleri erken-orta dönemde (06 Haziran 2019) belirlenmiştir ($R^2 = 0.573$). Bu dönemde öne çıkan indeksler sırasıyla LCCI ($R^2 = 0.902$), GNDVI ($R^2 = 0.857$), SIPI ($R^2 = -0.845$), NBNDVI ($R^2 = 0.833$), PSRI ($R^2 = -0.827$), NDVI ($R^2 = 0.808$), MSR ($R^2 = 0.796$), RDVI ($R^2 = 0.764$), CARI ($R^2 = -0.585$), SRPI ($R^2 = 0.480$) olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.75).

Tablo 4. 75. Eminbey Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığı Üzerine Olan Etkisinin Vejetasyon İndekslerle Takibi.

Gübre Uygulamaları	Etkili Dönem	Vejetasyon İndeks (VI)	Bant Aralığı (nm)	Korelasyon (R ²)	RMSE	%SE	Regresyon Denklemi (DI)
Fe5, Fe10, Fe20	10.5.3 (-)	LCCI	750-705	0.792	1.680	4.666	y = 0.6265x + 4.4822
		TVI	750-550	0.779	1.723	4.786	y = 0.6067x + 4.713
		RDVI	800-670	0.773	1.744	4.845	y = 0.5974x + 4.8311
		RVSI	752-712	0.759	1.791	4.975	y = 0.5755x + 5.0944
		GNDVI	750-550	0.737	1.857	5.157	y = 0.5438x + 5.4748
Zn7.5, Zn15, Zn30	10.5.3 (-)	NVI	777-673	0.786	2.754	7.649	y = 0.6184x + 6.1047
		GNDVI	750-550	0.767	2.859	7.942	y = 0.5887x + 6.5808
		LCCI	750-705	0.763	2.882	8.006	y = 0.5821x + 6.6872
		MSR	800-670	0.741	2.995	8.320	y = 0.5486x + 7.222
		RDVI	800-670	0.733	3.033	8.426	y = 0.5371x + 7.4073
Fe5+Zn7.5, Fe10+Zn15, Fe20+Zn30	10.5.3 (-)	LCCI	750-705	0.902	1.927	5.353	y = 0.3366x + 8.5505
		GNDVI	750-550	0.857	1.219	3.386	y = 0.7346x + 3.4217
		SIPI	800-445	-0.845	1.264	3.510	y = 0.7148x + 3.6755
		NBNDVI	850-680	0.833	1.309	3.637	y = 0.6937x + 3.9478
		PSRI	750-500	-0.827	1.330	3.695	y = 0.6838x + 4.0755

Mirzabey 2000 çeşidinde; Fe gübre dozu uygulamaları orta-geç dönemi hariç tüm fenolojik dönemlerde hastalık şiddetini azaltıcı yönde yüksek korelasyon değerleri göstermiştir. En yüksek korelasyon değerleri erken-orta dönemde (06 Haziran 2019) saptanmıştır ($R^2=0.551$). Bu dönemde öne çıkan indeksler sırasıyla, DVI ($R^2=0.853$), NVI ($R^2=0.818$), GNDVI ($R^2=0.808$), NBNDVI ($R^2=0.808$), LCCI ($R^2=0.796$), RDVI ($R^2=0.790$), NDVI ($R^2=0.786$), WI ($R^2=0.723$), TVI ($R^2=0.697$), CARI ($R^2=-0.746$), NLI ($R^2=-0.677$), PSRI ($R^2=-0.520$), ARI ($R^2=0.511$) olarak tespit edilmiştir. Bu dönemi erken dönemdeki yüksek korelasyon değerlerinin izlediği tespit edilmiştir ($R^2=0.257$). Farklı Zn gübre dozu uygulamalarının orta-geç dönemi hariç diğer tüm fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinin azaltması yönlü olarak yüksek korelasyonlar belirlenmiştir. En yüksek korelasyon orta-geç dönemde ($R^2=0.632$) ve geç dönemde ($R^2=0.517$) belirlenmiştir. Bu dönemde öne çıkan indeksler sırasıyla, NLI ($R^2=-0.797$), WI ($R^2=0.789$), YRI ($R^2=0.687$), DVI ($R^2=0.672$), RVSI ($R^2=-0.646$), NVI ($R^2=0.632$), RVI ($R^2=-0.605$), GNDVI ($R^2=0.615$), LCCI ($R^2=0.602$), TVI ($R^2=0.600$), NDVI ($R^2=0.461$) olarak belirlenmiştir. Bu dönemi erken dönemdeki yüksek korelasyon değerlerinin takip ettiği saptanmıştır ($R^2=0.468$). Orta-geç dönemde hastalık şiddetini artırması yönünde yüksek korelasyon değerleri belirlenmiştir ($R^2=0.632$). Diğer tüm dönemlerde hastalık şiddetinin azaltması yönlü olarak etkili olduğu tespit edilmiştir. Farklı Fe+Zn uygulamaları Orta-Geç dönem hariç (15 Haziran 2019) diğer tüm dönemlerde hastalık şiddetinin azaltması yönlü yüksek korelasyonlar belirlenmiştir. En yüksek korelasyon değerlerine Erken dönemde ($R^2=0.418$) ve erken-orta dönemde ($R^2=0.378$) dönemlerde rastlanmıştır. Bu dönemlerde öne çıkan indeksler sırasıyla LCCI ($R^2=-$

0.961), SIPI ($R^2 = 0.959$), PSRI ($R^2 = 0.950$), GNDVI ($R^2 = -0.940$), NPCI ($R^2 = 0.938$), SRPI ($R^2 = -0.934$), MCARI ($R^2 = 0.927$), NDVI ($R^2 = -0.928$), NBNDVI ($R^2 = -0.921$), MSR ($R^2 = -0.914$), RDVI ($R^2 = -0.883$), TCARI ($R^2 = 0.878$), PRI ($R^2 = 0.826$) olarak belirlenmiştir (Tablo 4.76).

Tablo 4. 76. Mirzabey 2000 Çeşidinde Farklı Fenolojik Dönemlerde Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Sarı Pas Hastalığı Üzerine Olan Etkisinin Vejetasyon İndekslerle Takibi.

Gübre Uygulamaları	Etkili Dönem	Vejetasyon İndeksi (VI)	Bant Aralığı (nm)	Korelasyon (R^2)	RMSE	%SE	Regresyon Denklemi (DI)
Fe5, Fe10, Fe20	10.5.3 (-)	DVI	890-670	0.853	1.674	4.650	$y = 0.7271x + 8.3697$
		NVI	777-673	0.818	1.845	5.124	$y = 0.6686x + 10.162$
		GNDVI	750-550	0.808	1.888	5.245	$y = 0.6529x + 10.646$
		NBNDVI	850-680	0.808	1.887	5.242	$y = 0.6533x + 10.635$
		LCCI	750-705	0.796	1.939	5.387	$y = 0.6338x + 11.231$
Zn7.5, Zn15, Zn30	10.5.4 (-)	NLI	845-770	-0.797	2.149	5.970	$y = 0.6347x + 10.876$
		WI	970-900	0.789	2.183	6.064	$y = 0.6231x + 11.219$
		YRI	736-419	0.687	2.584	7.177	$y = 0.4721x + 15.719$
		DVI	890-670	0.672	2.634	7.317	$y = 0.4514x + 16.337$
		RVSI	752-712	-0.646	2.714	7.538	$y = 0.4176x + 17.343$
Fe5+Zn7.5, Fe10+Zn15, Fe20+Zn30	10.5.1 (-)	LCCI	750-705	-0.961	1.839	5.109	$y = 0.9233x + 0.9624$
		SIPI	800-445	0.959	1.873	5.202	$y = 0.9204x + 0.9939$
		PSRI	750-500	0.950	2.071	5.752	$y = 0.9028x + 1.2182$
		GNDVI	750-550	-0.940	2.259	6.276	$y = 0.8842x + 1.4503$
		NPCI	680-430	0.938	2.299	6.385	$y = 0.8802x + 1.5028$

4.10. Dane Verimi-Hastalık-Spektral İndeksler Arasındaki İlişkiler

4.10.1. Hastalık Uygulamaları Altında Ortaya Çıkan Verim-İndeks İlişkileri

4.10.1.1. Ekmeklik Çeşitlerde Hastalık Uygulamalarında Belirlenen Verim-Hastalık-İndeks İlişkileri

Hastalıktan etkilenen ekmeklik çeşitlerde farklı hastalık dozu uygulamaları altında birim alandan hesaplanan verim üzerinde ortaya çıkan değişikliklerin belirlenebilmesi için “Descriptive Analiz” yapılmış olup, yapılan değerlendirmelerin sonucu incelendiğinde (Tablo 4.77), en yüksek verim Bayraktar 2000 çeşidinde belirlenmiş olup (427.475 kg/da), bunu Demir 2000 çeşidinin takip ettiği belirlenmiştir (274.680 kg/da). Eser ve Kenanbey çeşitlerinde ise birbirine yakın verim değerleri belirlenmiştir (185.675 kg/da 184.868 kg/da). Bayraktar 2000 çeşidi için farklı fenolojik dönemlerde, tekerrürler ortalaması dane verimi (kg/da) değerleri ile spektral indeksler arası ilişkiler incelendiği zaman, en yüksek “Pearson Korelasyon” değerlerine erken dönemde SRPI (680-430), ($R^2 = 0.918$), GI (554-677), ($R^2 = 0.899$), NRI (670-570) ($R^2 = 0.893$), PSRI (750-500) ($R^2 = 0.891$), ARI (700-550), ($R^2 = -0.934$), NPCI (680-430) ($R^2 = -0.923$), PhRI (550-531), ($R^2 = -0.920$), PRI (570-531) ($R^2 = -$

0.916), indekslerin içerisinde yer aldığı çiçeklenmenin başlangıcı olan 25 Mayıs 2019 tarihi (10.5.1 Feekes Dönem) spektral bant bölgesinin etkili olduğu bulunmuştur. Bayraktar 2000 çeşidinde, dane veriminin tahmin edilmesinde çiçeklenmenin erken döneminden başlayarak (10.5.1) dane dolum (10.5.3) ve süt olum (10.5.4) dönemlerine doğru spektral indekslerin korelasyon değerlerinde bir azalma tespit edilmiştir (Şekil 4.77).

Tablo 4. 77. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Tekerrür Ortalamalarına Göre Hastalık Dozu-Ortalama Verim İlişkileri (Descriptive Analiz).

Çeşit	Birim Alanda Hesaplanan Verim (kg/da)		
	Tekerrür	Ortalama	Standart Sapma
Bayraktar 2000	12	427.475	115.208
Demir 2000	12	274.680	100.417
Eser	12	185.675	43.473
Kenanbey	12	184.868	20.671

Ekmeklik buğday çeşitlerinin farklı sarı pas hastalık uygulama dozlarına reaksiyonlarını test etmek ve verim ortalamalarını tahmin etmek için, ekmeklik çeşitlerin birim alan, tekerrür verim ortalamaları, farklı fenolojik dönemler için spektral yansıma değerleri hesap edilerek, vejetasyon indeksleriyle korelasyonları incelenmiş olup, öne çıkan fenolojik dönemler ve bu dönemlere ilişkin yüksek korelasyon gösteren indeksler hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında, Kenanbey çeşidi hariç tutulduğunda (15 Haziran 2019, 10.5.4) tüm ekmeklik çeşitler için özellikle erken dönemde (25 Mayıs 2019, 10.5.1) hesap edilen spektral indekslerin verim tahmininde etkili olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.78).

Eser çeşidi için, farklı fenolojik dönemlerde tekerrür ortalaması dane verimi (kg/da) ile spektral indeksler arası ilişkiler incelendiği zaman en yüksek Pearson korelasyon değerlerine erken dönemde (10.5.1) RVSI, PRI, PhRI, PSRI, GI, SIPI, RI, DVI, NRI, NPCI, ARI, SRP, MCARI indekslerinde $R^2 = 0.813-0.857$ aralığında belirlenmiştir

Bayraktar 2000 çeşidi için, erken dönemde ARI, NPCI, PhRI, SIPI, SRPI, PRI, GI, NRI, PSRI, GNDVI, YRI, NDVI indeksleri $R^2 = 0.537-0.933$ korelasyon aralığında,

Demir 2000 çeşidi için, erken dönemde RDVI, PRI, DVI PhRI, SIPI, GI, PSRI, SRPI, TVI, GNDVI, MCARI indeksleri $R^2 = 0.528-0.763$ korelasyon aralığında,

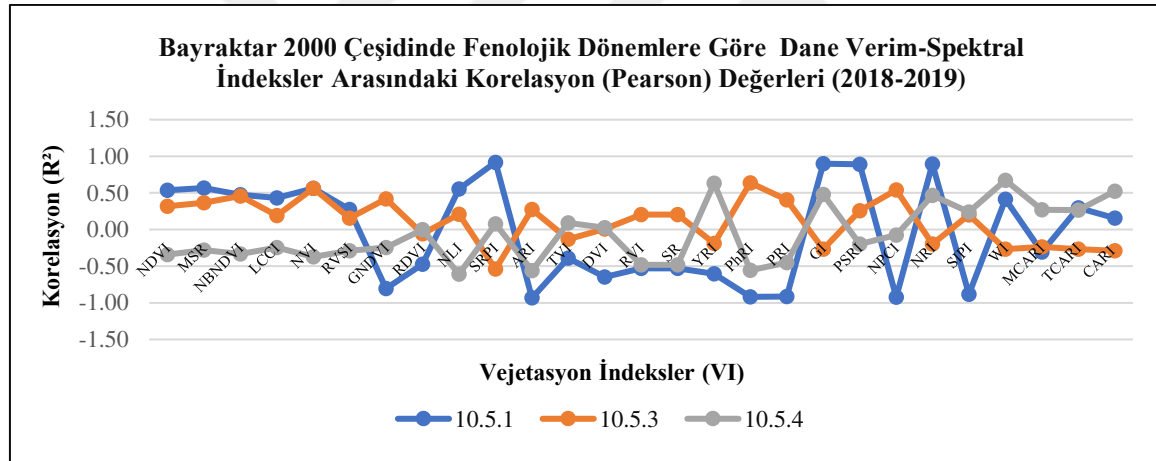
Kenanbey çeşidi için, Geç dönemde (15 Haziran 2019, 10.5.4) YRI, CARI, NLI, RVI, SR, ARI, NBNDVI, WI, SIPI, NPCI, GNDVI, indeksleri ile $R^2 = 0.702-0.936$ korelasyon aralığında yüksek korelasyon değerleri belirlenmiştir.

Ekmeklik çeşitlerde verimin tahmin edilmesi için belirlenen tüm indekslerin içinde yer aldığı çiçeklenmenin başlangıcı olan 25 Mayıs 2019 tarihi (10.5.1) spektral bant bölgesi etkili olduğu saptanmıştır. Dane veriminin tahmin edilmesinde, çiçeklenmenin erken döneminden

başlayarak (10.5.1) dane dolum (10.5.3) ve süt olum (10.5.4) dönemlerine doğru spektral indekslerin korelasyon değerlerinde bir azalma olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4. 103).

Tablo 4. 78. Ekmeklik Çeşitler İçin Fenolojik Gelişme Dönemlerinde Dane Verimi-Spektral İndeksler Arasındaki İlişkiler.

	Fenolojik Dönem	İndeksler	Korelasyon Aralığı (Pearson-R ²)
Demir 2000	10.5.1	RDVI, PRI, DVI, PhRI, SIPI, GI, PSRI, SRPI, TVI, GNDVI, MCARI	0.528-0.763
	10.5.3	PhRI, SRPI, NPCI, GNDVI, ARI, NBNDVI, PRI, PSRI	0.353-0.589
	10.5.4	SR, RVI, NLI, YRI, NPCI, SRPI, CARI	0.317-0.557
Kenanbey	10.5.1	SR, RVI, WI, NRI, GI, CARI, GNDVI	0.208-0.396
	10.5.3	PSRI, NPCI, SRPI, SIPI, LCCI, NRI, GI, MSR, PRI, NVI, RDVI, NDVI	0.368-0.592
	10.5.4	YRI, CARI, NLI, RVI, SR, ARI, NBNDVI, WI, SIPI, NPCI, GNDVI	0.400-0.805
Bayraktar 2000	10.5.1	ARI, NPCI, PhRI, SIPI, SRPI, PRI, GI, NRI, PSRI, GNDVI, YRI, NDVI	0.537-0.933
	10.5.3	PhRI, SRPI, NPCI, NVI, NBNDVI, GNDVI, PRI, MSR, CARI, NDVI	0.312-0.598
	10.5.4	YRI, NLI, WI, ARI, CARI, GNDVI, SR, RVI, GI, NRI, PhRI, PRI, NDVI	0.343-0.629
Eser	10.5.1	RVSI, PRI, PhRI, PSRI, GI, SIPI, RI, DVI, NRI, NPCI, ARI, SRP, MCARI	0.665-0.747
	10.5.3	GNDVI, PhRI, NBNDVI, NVI, MSR, NDVI, ARI, DVI, LCCI, CARI	0.321-0.552
	10.5.4	NLI, MCARI, TCARI, YRI, SR, NRI, DVI, GI, TVI, RDVI, PhRI	0.250-0.452



Şekil 4. 103. Bayraktar 2000 Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Dane Verim-Spektral İndeksler Arasındaki Korelasyon Değerleri.

Ekmeklik çeşitlerde verim ortalamaları göz önüne alındığında, hastalık uygulanmayan (0 doz) test materyali ile, farklı hastalık dozu (0, %25, %50, %100) uygulamalarından en az etkilenen çeşit Bayraktar 2000 olarak belirlenmiştir. Hastalık uygulaması dozuna bağlı olarak artan hastalık şiddetine rağmen, Bayraktar 2000 çeşidinde yüksek verim değerleri belirlenmiştir (438.94 kg/da). Verim ortalamaları göz önüne alındığında, Eser çeşidinde ilerleyen fenoloji ve artan hastalık uygulama dozlarına karşın hastalık şiddetinde önemli artışların görülmemesine karşılık verimde de azalmalar belirlenmiştir (180.620 kg/da). Kenanbey ve Demir 2000 çeşitlerinde ilerleyen fenolojik dönemlere göre artan hastalık şiddetine rağmen verimde önemli bir değişim görülmemiştir (185.390 kg/da, 278.74 kg/da).

Bu durum Bayraktar 2000 çeşidinin sarı pas hastalığına daha dayanıklı (toleranslı), Demir 2000 ve Kenanbey çeşitlerin Orta Dayanıklı-Hassas, Eser çeşidinin ise daha hassas olduğu bilgisinin doğrulanması olarak yorumlanmıştır (Tablo 4.79).

Tablo 4. 79. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Hastalık Dozu Uygulamalarında Ortalama Verim (kg/da).

Çeşit	Verim Değerleri (kg/da) (Tekerrür Ortalaması I+II+III)					
	%0	Hastalık dozu Uygulamaları (%25, %50, %100)				Azalış/Artış (%)
	Hastaliksız	%25	%50	%100	Ortalama	
Eser	255.68	178.35 (-)	156.68 (-)	151.99 (-)	180.62 (-)	%29.35 (-)
Bayraktar 2000	393.08	261.83 (-)	531.86 (+)	523.13 (+)	438.94 (+)	%11.67 (+)
Kenanbey	182.70	176.48 (-)	163.35 (-)	216.34 (+)	185.390 (+)	%1.47 (+)
Demir 2000	262.50	434.56 (+)*	214.16 (-)	187.50 (-)	278.74 (+)	%6.19 (+)
Eser	255.68	178.35 (-)**	156.68 (-)	151.99 (-)	180.62 (-)	%29.35 (-)

*(+): Hastaliksız uygulamaya göre verimde artış

**(-): Hastaliksız uygulamaya göre verimde azalış

4.10.1.2. Makarnalık Çeşitlerde Hastalık Uygulamalarında Belirlenen Verim-Hastalık İlişkileri

Makarnalık buğday çeşitlerinin farklı hastalık uygulama dozlarına reaksiyonlarının bir sonucu olarak birim alandan hesaplanan ortalama verimlerinde ortaya çıkan değişiklikler “Descriptive Analiz” sonuçları ile incelendiğinde; en yüksek verime sahip çeşidin Eminbey olduğunu (293.505 kg/da), bu çeşidi Çeşit-1252 (252.630 kg/da), Kızıltan 91 (249.976 kg/da) ve Mirzabey 2000 (173.898) çeşitlerinin takip ettiği belirlenmiştir (Tablo 4.80).

Tablo 4. 80. Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Tekerrür Ortalamalarına Göre Hastalık Dozu-Ortalama Verim İlişkileri (Descriptive Analiz).

Çeşit	Birim Alanda Hesaplanan Verim (kg/da)		
	Tekerrür	Ortalama	Standart Sapma
Kızıltan 91	12	249.976	113.814
Çeşit-1252	12	252.630	68.299
Eminbey	12	293.505	92.442
Mirzabey 2000	12	173.898	74.668

Makarnalık çeşitlerde birim alandan elde edilen verim ortalamaları birlikte değerlendirildiğinde, hastalık uygulanmayan (0 doz) gruba göre, farklı dozdaki hastalık uygulamalarından en az etkilenen çeşitlerin Mirzabey 2000 ve Çeşit-1252 olduğu belirlenmiştir. Artan hastalık dozu uygulamalarına rağmen, her iki çeşitte hastalık uygulanmayan grupla karşılaştırıldığında daha yüksek verim değerleri ölçülmüştür (206.51 kg/da ve 289.61 kg/da). Verim ortalamalarına göre sarı pas hastalığından en fazla etkilenen çeşit Kızıltan 91 olarak saptanmıştır (196.13 kg/da). Kızıltan 91 çeşidi hastalık dozu uygulaması yapılan grupla, hastalık uygulaması yapılmayan grup karşılaştırıldığında -%52.34'lük verim kaybı belirlenmiştir. Mirzabey 2000 ve Çeşit-1252 çeşitleri hastalık

uygulanması yapılmayan grupta, hastalık uygulaması yapılan grup karşılaştırıldığında verim artışları göstermiştir (+%171.55, +%104.41). Mirzabey 2000 ve Çeşit-1252 çeşitlerinin hastalığa dayanıklı reaksiyon gösterdiği ve Eminbey çeşidinin hastalık dozu uygulamalarından önemli düzeyde etkilenmediği (+%6.01) belirlenmiştir (Tablo 4. 81).

Tablo 4. 81. Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Hastalık Dozu Uygulamalarında Ortalama Verim (kg/da).

Çeşit	%0 Hastaliksız	Verim Değerleri (kg/da) (Tekerrür Ortalaması I+II+III)				
		Hastalık dozu Uygulamaları (%25, %50, %100)				
		%25	%50	%100	Ortalama	Azalış/Artış (%)
Kızıltan 91	411.53	244.95 (-)	104.18 (-)	239.25 (-)	196.13 (-)	52.34 (-)
Çeşit-1252	141.68	278.25 (+)*	311.06 (+)	279.53 (+)	289.61 (+)	104.41 (+)
Eminbey	280.84	252.08 (-)**	438.86 (+)	202.24 (-)	297.73 (+)	6.01 (+)
Mirzabey 2000	76.05	135.0 (+)	240.56 (+)	243.98 (+)	206.51 (+)	171.55 (+)
* (+): Hastalık uygulaması yapılmayan alana göre birim alanda verimde artış						
** (-): Hastalık uygulaması yapılmayan alana göre birim alanda verimde azalış						

Makarnalık buğday çeşitlerinin farklı sarı pas hastalık uygulama dozlarına reaksiyonlarını test etmek ve verim ortalamalarını tahmin etmek için, makarnalık çeşitlerin birim alan, tekerrür verim ortalamaları, farklı fenolojik dönemler için spektral yansıma değerleri hesap edilerek, vejetasyon indeksleriyle korelasyonları incelenmiş olup, öne çıkan fenolojik dönemler ve bu dönemlere ilişkin yüksek korelasyon gösteren indeksler hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında, tüm makarnalık çeşitler için özellikle erken dönemde (25 Mayıs 2019, 10.5.1) hesap edilen spektral indekslerin verim tahmininde etkili olduğu değerlendirilmiştir (Tablo 4.82).

Kızıltan 91 çeşidi için farklı fenolojik dönemlere göre tekerrür ortalaması dane verimi (kg/da) değerleri ile spektral indeksler arası ilişkiler incelendiğinde en yüksek Pearson korelasyon değerlerine erken dönemde (10.5.1) PRI, ARI, CARİ, NPCI, PhRI, NDVI, NRI, GI, SRPI, MSR indekslerinde $R^2= 0.813-0.857$ aralığında,

Çeşit-1252 çeşidi için PRI, NRI, PhRI, ARI, GI, RVSI, PSRI, SIPI, NPCI, SRPI indeksleri $R^2= 0.885-0.982$ korelasyon aralığında,

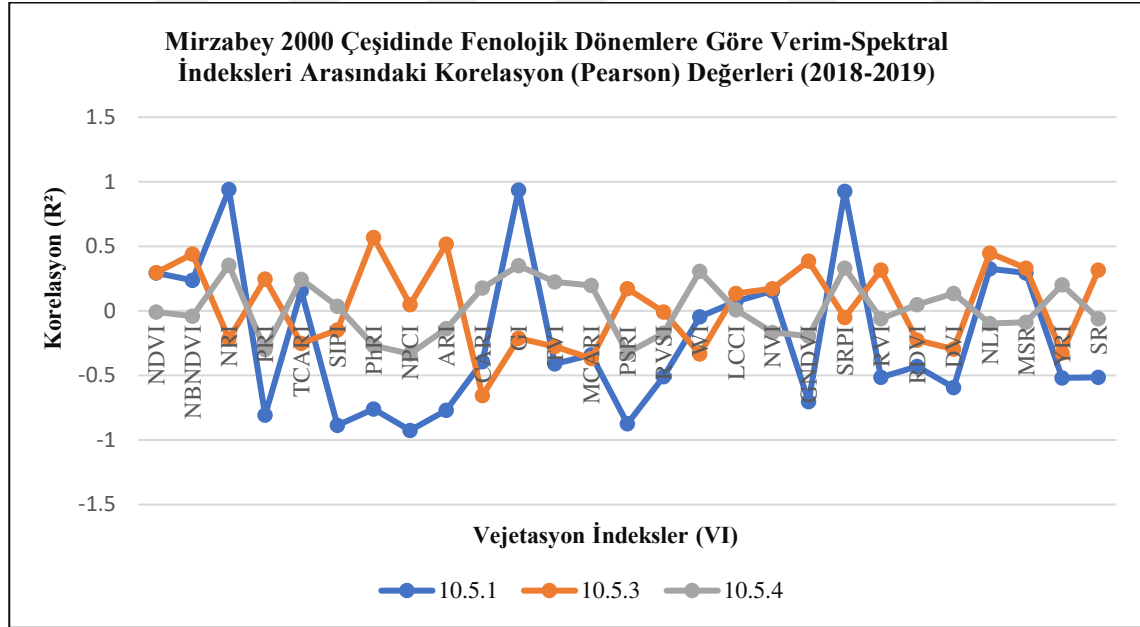
Eminbey çeşidi için WI, LCCI, NVI, NDVI, MSR, RDVI, NBNDVI, TVI indeksleri, $R^2= 0.216-0.533$ korelasyon aralığında,

Mirzabey 2000 çeşidi için, GI, SRPI, PSRI, NPCI, NRI, SIPI, PRI, ARI, GNDVI indeksleri $R^2= 0.702-0.936$ korelasyon aralığında yüksek korelasyon belirlenmiştir.

Makarnalık çeşitlerde verim tahmininde kullanılabilecek tüm indekslerin içinde yer aldığı çiçeklenmenin başlangıcı olan 25 Mayıs 2019 tarihi (10.5.1) spektral bant bölgesi etkili olarak değerlendirilmiştir. Dane veriminin tahmin edilmesinde, çiçeklenmenin erken döneminden başlayarak (10.5.1) dane dolum (10.5.3) ve süt olum (10.5.4) dönemlerine doğru spektral indekslerin korelasyon değerlerinde bir azalma belirlenmiştir. (Tablo 4.82) (Şekil 4.104).

Tablo 4. 82. Farklı Fenolojik Gelişme Dönemlerine Göre Makarnalık Çeşitler İçin Dane Verimi-Spektral İndeksler Arasındaki İlişkiler.

	Fenolojik Dönem	İndeksler	Korelasyon Aralığı (Pearson-R ²)
Kızıltan 91	10.5.1	PRI, ARI, CARI, NPCI, PhRI, NDVI, NRI, GI, SRPI, MSR	0.813-0.857
	10.5.3	PhRI, RVSI, RDVI, DVI, NDVI, TVI, NVI, LCCI, GNDVI	0.328-0.622
	10.5.4	NDVI, NBNDVI, SIPI, NVI, DVI, GNDVI, MSR,	0.327-0.417
Çeşit-1252	10.5.1	PRI, NRI, PhRI, ARI, GI, RVSI, PSRI, SIPI, NPCI, SRPI	0.885-0.982
	10.5.3	GNDVI, NDVI, NBNDVI, MSRNVI, LCCI, SIPI, ARI, PhRI, CARI	0.339-0.559
	10.5.4	WI, TCARI, TVI, DVI, GI, MCARI	0.270-0.415
Eminbey	10.5.1	WI, LCCI, NVI, NDVI, MSR, RDVI, NBNDVI, TVI	0.216-0.533
	10.5.3	WI, ARI, MCARI, CARI, YRI, NBNDVI, NVI, GNDVI	0.208-0.481
	10.5.4	SR, YRI, CARI, WI, PhRI, TCARI, GI, ARI, TVI, NLI, MCARI	0.287-0.508
Mirzabe y 2000	10.5.1	GI, SRPI, PSRI, NPCI, NRI, SIPI, PRI, ARI, GNDVI	0.702-0.936
	10.5.3	CARI, PhRI, ARI, NBNDVI, NLI, GNDVI, MCARI, MSR, WI, RVI	0.316-0.656
	10.5.4	YRI, CARI, NLI, ARI, NBNDVI, WI, NDVI, SIPI, PhRI, MSR, PRI	0.432-0.768



Şekil 4. 104. Mirzabey 2000 Çeşidinde Fenolojik Dönemlere Göre Dane Verim-Spektral İndeksler Arasındaki Korelasyon Değerleri.

4.10.2. Farklı Dozda Gübre Uygulamaları Altında Ortaya Çıkan Verim-Hastalık-İndeks ilişkileri

4.10.2.1. Ekmeklik Çeşitler İçin Farklı Dozda Gübre Uygulamaları Altında Ortaya Çıkan Verim-Hastalık-İndeks-İlişkileri

Sarı pas hastalığı gözlenen ekmeklik buğday çeşitlerinin farklı gübre dozu uygulamaları (Fe, Zn, Fe+Zn) ile gübre uygulaması yapılmayan grupların birim alanlarından elde edilen parsel verimleri karşılaştırılmıştır (Şekil 4.105). Descriptive analiz sonuçları incelendiğinde, farklı dozda Fe uygulamalarının (Fe₅, Fe₁₀, Fe₂₀) tekerrür ortalamalarından birim alandan elde edilen en yüksek verim Bayraktar 2000 çeşidinde (931.16 kg/da) belirlenirken, bu durumu Eser (810.81 kg/da), Kenanbey (517.42 kg/da) ve Demir 2000'in (472.88 kg/da) çeşitlerinin takip ettiği belirlenmiştir. Farklı dozda Zn uygulamalarının (Zn_{7.5}, Fe₁₅, Fe₃₀) tekerrür ortalamalarından birim alandan elde edilen en yüksek verim Eser çeşidinde (753.81kg/da) belirlenmiş olup, bu durumu sırasıyla Bayraktar 2000 (735.52 kg/da), Kenanbey (436.16 kg/da) ve Demir 2000 (372.92 kg/da) çeşitlerinin takip ettiği saptanmıştır. Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında, birim alanda en yüksek Bayraktar 2000 çeşidinde (705.63 kg/da) belirlenmiş olup bu durumu sırasıyla Kenanbey (626.56 kg/da), Eser (623.72 kg/da) ve Demir 2000 (451.97 kg/da) takip ettiği tespit edilmiştir (Tablo 4.83) (Tablo 4.84) (Tablo 4.85).

Tablo 4. 83. Ekmeklik Çeşitlerde Tekerrür Ortalamalarına Göre Gübre-Verim (kg/da) İlişkileri (Descriptive Analiz- 25 Mayıs 2019).

Çeşit	Gübre Uygulaması	Birim Alanda Hesaplanan Verim (kg/da)		
		Tekerrür	Ortalama	Standart Sapma
Eser	0	12	937.97	0.000
	Fe	36	810.81	281.94
	Zn	36	753.81	82.34
	Fe+Zn	36	623.72	87.91
Bayraktar 2000	0	12	568.64	0.000
	Fe	36	931.16	100.63
	Zn	36	735.52	139.61
	Fe+Zn	36	705.63	176.77
Kenanbey	0	12	732.16	0.000
	Fe	36	517.42	276.21
	Zn	36	436.16	93.75
	Fe+Zn	36	626.56	179.99
Demir 2000	0	12	472.88	0.000
	Fe	36	288.10	92.48
	Zn	36	372.92	126.32
	Fe+Zn	36	451.97	57.74

Tablo 4. 84. Ekmeklik Çeşitlerde Farklı Fenolojik Dönemlerde Gübre Uygulamalarına Göre Verim Tahmininde Etkili İndeksler ve Bant Aralıkları.

Çeşit	Etkili Fenolojik Dönem	Etkili İndeksler	Bant Aralıklı	Korelasyon Aralığı (R ²)
Eser	10.5.1	Zn: RDVI, TVI, RVI, SR, RVI, RDVI, DVI, LCCI	695-918	0.452**-.0630**
		Fe:NRI, GI, TCARI, NVI, CARI, RVSI, LCCI	730-900	0.239-0.569**
		Fe+Zn:LCCI, GNDVI, NBNDVI, NDVI, MSR, NVI, DVI, SIPI, WI, TVI	839-972	0.474**-.0666**
	10.5.3	Zn: YRIRVSI, NLI, SR, TCARI, RVI, WI, MCARI, CARI, TVI	716-886	0.361**-.0693**
		Fe: GI, NRI, PhRI, WI, SIPI, NLI, PSRI, MSR	677-886	0.237-0.418*
		Fe+Zn: LCCI, WI, NPCI, NVI, SRPI, GNDVI, RDVI, PSRI	719-884	0.404*-0.595**
	10.5.4	Zn: GI, NPCI, PSRI, NRI, TCARI, SIPI, TVI, NBNDVI, NDVI	675-819	0.735**-.0978**
		Fe: NBNDVI, NDVI, SRPI, NPCI, ARI, LCCI, CARI, PSRI	675-918	0.592**-.0989**
		Fe+Zn: NPCI, NVI, RVSI, ARI, GNDVI, RI, CARI, GI, LCCI	712-830	0.517**-.0986**
Bayraktar 2000	10.5.1	Zn: SRPI, NPCI, PSRI, SIPI, LCCI, NVI, DVI, RDVI, GNDVI, TVI, NDVI	680-918	0.543**-.0870**
		Fe: NVI, GNDVI, SRPI, LCCI, NPCI, NBNDVI, NDVI, SIPI, NPCI, MSR	668-702	0.522**-.0886**
		Fe+Zn: NVI, RVSI LCC, TCARI, GI, GNDVI	695-909	0.351**-.0601**
	10.5.3	Zn: YRI, RVSI, SR, TCARI, MCARI, CARI, WI, TVI, ARI,	682-753	0.314-0.693**
		Fe: YRI, NLI, SR, RVSI, RVI, ARI, MCARI, DVI, CARI	680-773	0.310-0.629**
		Fe+Zn: NVI, GNDVI, LCCI, NBNDVI, ARI, RDVI	675-704	0.211-0.615**
	10.5.4	Zn: YRI, SIPI, TVI, NRI, NBNDVI, NDVI, SR, TCARI, ARI, NPC	954-1076	0.902**-.0984**
		Fe:NPCI, CARI, NBNDVI, SIPI, ARI, NDVI, TCARI, NRI, PhRI	809-1071	0.713**-.0992**
		Fe+Zn:YRI, SR, CARI, NBNDVI, SIPI, WI, NDVI, ARI	927-1124	0.951**-.0997**
Kenanbey	10.5.1	Zn: NVI, RDVI, LCCI, DVI, MSR, GNDVI, PRI, NDVI, NPCI, NBNDVI	677-1004	0.582**-.0770**
		Fe: NVI, LCCI, SRPI, RVSI, NPCI, PSRI, RDVI, TVI, DVI, MSR, ARI	692-921	0.343**-.0580**
		Fe+Zn: ARI, NRI, GI, GNDVI	447-1058	0.374**-.0448**
	10.5.3	Zn: NLI, YRI, SR, RVI, CARI, ARI, PhRI, SIPI, WI	726-1027	0.312-0.668**
		Fe: YRI, NLI, SR, RVI, SR, DVI, TVI, RVSI, RDVI, RVSI	945-1102	0.376*-0.510**
		Fe+Zn: PhRI, MCARI, TCARI, NRI, GI, CARI, TVI, RVSI	680-912	0.346*-0.664**
	10.5.4	Zn: NDVI, NBNDVI, PRI, NRI, NPCI, TCARI, GI, SIPI, PhRI	692-1137	0.562**-.0855**
		Fe: PSRI, TVI, NPCI, SIPI, NDVI, NRI, NBNDVI, TCARI, PhRI, ARI,	678-1102	0.664**-.0995**
		Fe+Zn: SRPI, NVI, RVSI, NPCI, ARI, PRI, ARI, GNDVI, CARI, GI, LCCI	412-1016	0.517**-.0984**
Demir 2000	10.5.1	Zn:NVI, GNDVI, LCCI, MSR, NDVI, NBNDVI, RDVI, SIPI, CARI, TVI, DVI	677-1036	0.619**-.0809**
		Fe: NVI, SIPI, LCCI NBNDVI, PRI, NPCI, NDVI, MSR, TCARI, PhRI	695-1022	0.501**-.0719**
		Fe+Zn: NVI, LCCI, SIPI, NBNDVI, MSR NPCI, PSRI	689-1013	0.526**-.0778**
	10.5.3	Zn: DVI, TVI, PSRI, WI, SIPI, RVI, NDVI, NPCI, SRPI, PRI, LCCI	719-972	0.454**-.0758**
		Fe: LCCI, TIVI, PSRI, GNDVI, WI, SIPI, PRI, NDVI, NBNDVI, NPCI	709-1047	0.556**-.0807**
		Fe+Zn: CARI, MCARI, TCARI, PhRI, GNDVI, NVI, ARI, NBNDVI, LCCI	675-918	0.584**-.0790**
	10.5.4	Zn: RDVI, LCCI, SIPI, TVI, CARI, MCARI, NLI, YRI, NRI TCARI, ARI	896-1115	0.700**-.0905**
		Fe: RDVI, NBNDVI, NDVI, SIPI, MSR, LCCI, DVI, RVSI, PSRI, TVI, PRI	671-1137	0.733**-.0920**
		Fe+Zn: NRI, ARI, LCCI, RVSI, RVI, SR, GNDVI, SRPI, GI, DVI	378-909	0.676**-.0899**

* Korelasyon 0.05 seviyesinde önemli

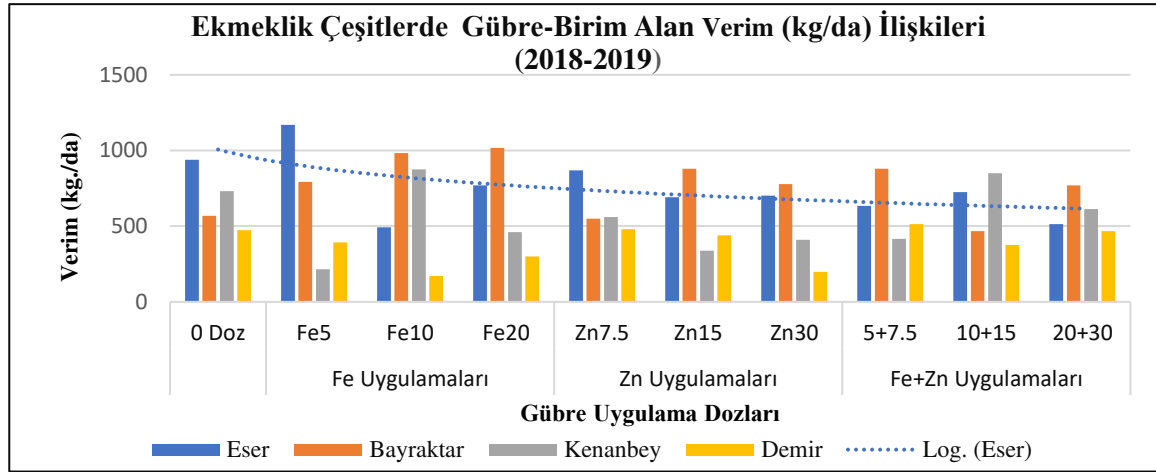
**Korelasyon 0.001 seviyesinde önemli

Tablo 4. 85. Ekmeklik çeşitlerde Gübre Dozu -Birim Alan Verim (kg/da) İlişkileri.

Çeşit	0 Doz	Birim Alan Verim Değerleri (kg/da) (Tekerrür Ort.)								
		Fe Uygulamaları			Zn Uygulamaları			Fe+Zn Uygulamaları		
		Fe5	Fe10	Fe20	Zn7.5	Zn15	Zn30	5+7.5	10+15	20+30
Eser	938.0	1170.1 (+)*	492.91 (-)**	769.44 (-)	868.43 (-)	690.51 (-)	702.51 (-)	633.3 (-)	724.75 (-)	513.07 (-)
Bayraktar 2000	568.64	792.2 (+)	983.63 (+)	1017.65 (+)	549.76 (-)	878.88 (+)	777.92 (+)	880.0 (+)	467.57 (-)	769.33 (+)
Kenanbey	732.20	216.0 (-)	875.79 (+)	460.48 (-)	559.9 (-)	337.76 (-)	410.83 (-)	416.69 (-)	850.72 (+)	612.27 (-)
Demir 2000	472.9	393.7 (-)	171.20 (-)	299.41 (-)	479.89 (+)	440.64 (-)	198.24 (-)	513.07 (+)	376.0 (-)	466.83 (-)

*(+): Gübre uygulaması yapılmayan alana göre birim alanda verimde artış

**(-): Gübre uygulaması yapılmayan alana göre birim alanda verimde azalış

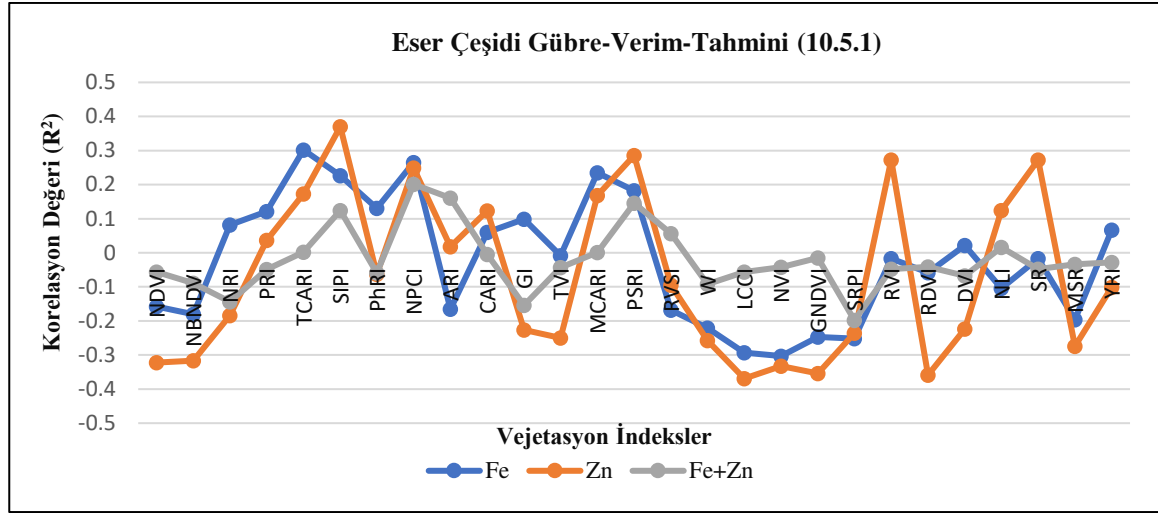


Şekil 4. 105. Ekmeklik çeşitlerde Gübre Dozu -Birim Alan Verim (kg/da) İlişkileri.

Eser çeşidi için; Gübre (0) uygulaması yapılmayan gruptan elde edilen birim alan verimlerinde en yüksek artış Fe₅ dozunda belirlenmiştir (1170.1 kg/da). Diğer tüm dozlarda gübre uygulaması yapılmayan grupla karşılaştırıldığında birimde alanda verimde azalma belirlenmiştir. En yüksek birim alan verim artışı Fe₂₀ dozunda gerçekleşmiş (1017.65 kg/da), bu durumu Fe₁₀ dozunun takip ettiği belirlenmiştir (983.63 kg/da). Fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde; Eser çeşidinde erken dönemde (25 Mayıs 2019) gübre dozu uygulamaları ile hastalık şiddeti arasındaki yüksek korelasyonlara Fe+Zn dozu uygulamalarında rastlanmıştır ($R^2 = 0.209$). Bu durumu Fe uygulamalarının takip ettiği tespit edilmiştir ($R^2 = 0.040$). Erken-orta dönemde (06 Haziran 2019) Zn uygulamaları ($R^2 = 0.467$), orta-geç dönemde (15 Haziran 2019) Fe dozu uygulamaları ($R^2 = 0.538$), geç dönemde ise Zn dozu uygulamalarında yüksek korelasyon ($R^2 = 0.455$) göstermiştir.

Farklı doz gübre uygulamalarıyla gübre uygulaması yapılmayan uygulamalar karşılaştırıldığında, Fe₅ doz uygulaması hariç verimin olumsuz etkilendiği, birim alan verimlerinde gübre uygulaması yapılmayan grupla karşılaştırıldığında gübre dozu uygulamalarında verimde azalmaların meydana geldiği belirlenmiştir. Birim alan veriminde en fazla azalmalar sırasıyla Fe₁₀ (%47.45), Fe+Zn₂₀₊₃₀ (%45.30), Fe+Zn_{5+7.5} (32.48), Zn₁₅ (%26.38) dozlarında belirlenmiş olup, birim alan verim artışları Fe₅ dozunda belirlenmiştir (+%24.74). Genel olarak Eser çeşidinin hastalık şiddetindeki artışlardan birim alan veriminde sınırlı azalmalar belirlenmiştir. Erken dönemde Zn_{7.5} ve Zn₁₅ gübre dozu uygulamalarının hastalık şiddetinde artışa sebep olduğu, fakat diğer tüm dozlarda ve fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde azalma görüldüğü belirlenmiştir. Genel olarak hastalık şiddetindeki azalmaya bağlı olarak verimde dikkat çekici bir artma veya azalma saptanmamıştır. Erken dönemde verim tahmininde Zn gübre uygulama dozlarının (Zn_{7.5},

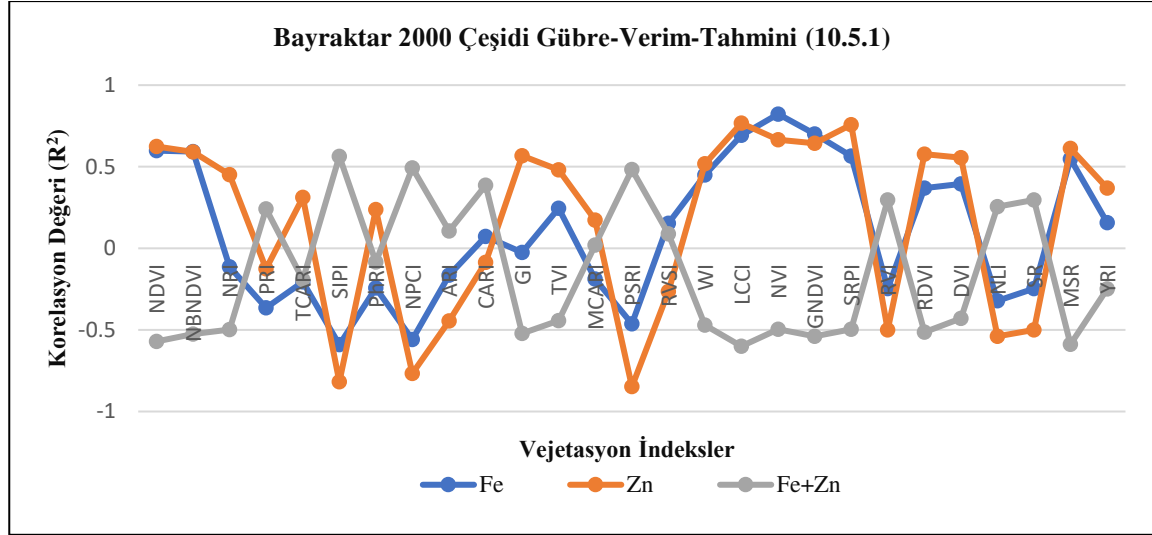
Zn₁₅, Zn₃₀) etkili olduğu ve SIPI, PSRI, RVI, SR vejetasyon indekslerinin yüksek korelasyon değerleri gösterdiği belirlenmiştir (0.370, 0.286, 0.272, 0.272) (Şekil 4.106).



Şekil 4. 106. Eser Çeşidinde Gübre Uygulaması-Verim İlişkisinde Öne Çıkan İndeksler.

Bayraktar 2000 çeşidi için; Fe gübre dozu uygulamalarındaki artışa bağlı olarak birim alan veriminde artış gözlenmiştir. Bayraktar 2000 çeşidinde genel olarak (Zn_{7.5} ve Fe₁₀+Zn₁₅ uygulamaları hariç) tüm gübre uygulamalarının verimde artışa sebep olduğu belirlenmiştir. Fe dozu uygulamalarının verimi olumlu yönde etkilediği saptanmıştır. Zn₁₅ ve Fe+Zn_{5+7.5} ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ uygulamalarında birim alan verim ortalamaları gübre uygulaması yapılmayan grubun üzerinde belirlenmiştir. Erken dönemde (25 Mayıs 2019) gübre dozu uygulamaları ile hastalık şiddeti arasındaki yüksek korelasyonlar, Fe dozu uygulamalarında görülmüş olup ($R^2 = 0.312$), bu durumu Fe+Zn uygulamaları ($R^2 = 0.224$) ve Zn uygulamalarının takip ettiği belirlenmiştir ($R^2 = 0.219$). Erken-Orta dönemde (06 Haziran 2019) Fe+Zn uygulaması ($R^2 = 0.507$), orta-geç dönemde (15 Haziran 2019) Fe dozu uygulamaları ($R^2 = 0.405$), geç dönemde ise yine Fe dozu uygulamalarının yüksek korelasyonu dikkat çekicidir ($R^2 = 0.407$). Zn_{7.5} ve Fe+Zn₁₀₊₁₅ gübre dozu uygulamaları hariç diğer tüm gübre dozları uygulamaları, gübre uygulaması yapılmayan gruptaki birim alanın verimine olumlu yönde önemli artışlar sağlamıştır. Verimde en önemli artışlar F₂₀, F₁₀, Fe+Zn_{5+7.5}), Zn₁₅ dozlarında belirlenmiş olup (%78.96, %72.97, %54.76), bu durumu sırasıyla Fe₅, Zn₃₀ ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ dozları takip etmiştir. Zn_{7.5} ve Fe+Zn₁₀₊₁₅ gübre dozu uygulamalarında verimde azalışlar gözlenmiştir (-%3.32, -%17.77). Erken dönemde verim tahmininde Zn gübre uygulama dozlarının (Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₃₀) etkili olduğu ve LCCI, SRPI, MSR, RDVI, GI, DVI, TVI vejetasyon indekslerinin yüksek korelasyonları belirlenmiştir (0.767, 0.758, 0.612, 0.578, 0.568, 0.556, 0.481) (Şekil 4.107).

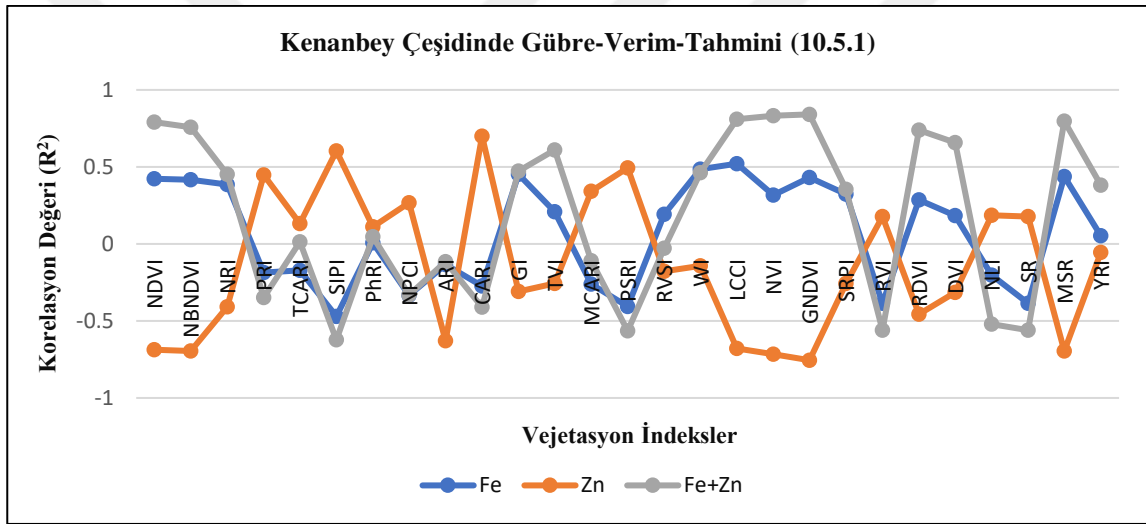
Bayraktar 2000 çeşidinin birim alan verimi farklı gübre dozu uygulamalarından olumlu yönde etkilenmiş, erken-orta ve orta-geç dönemlerde hastalık şiddetinde artışlar görülse bile, bu duruma rağmen parsel verimlerinde artışlar belirlenmiştir.



Şekil 4. 107. Bayraktar 2000 Çeşidinde Gübre Uygulaması-Verim İlişkisinde Öne Çıkan İndeksler.

Kenanbey çeşidinde, gübresiz uygulaması yapılmayan grupla karşılaştırıldığında birim alandaki verim artışları en fazla Fe₁₀ ve Fe+Zn₁₀₊₁₅ dozlarında (875.79 kg/da, 850.72 kg/da) belirlenmiştir. Diğer tüm gübre dozu uygulamalarında verimde azalmalar olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak verim artışında Fe ve Fe+Zn gübre uygulama dozlarının etkili olduğu, Zn uygulama dozlarında verimde azalma olduğu tespit edilmiştir. Erken dönemde Fe₅ dozundaki hastalık şiddetindeki yüksek artış (+%71.40), en düşük verimin elde edilmesine neden olurken (216 kg/da), bu durumu sırasıyla Zn₁₅, Zn₃₀, Fe+Zn_{5+7.5} dozlarının izlediği belirlenmiştir (337.76 kg/da, 410 kg/da, 416.69 kg/da). Erken dönemde (25 Mayıs 2019) gübre uygulamaları ile hastalık şiddeti arasındaki yüksek korelasyonlar Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında görülmüş ($R^2 = 0.487$), bu durumu Zn gübre dozu uygulamalarının takip ettiği belirlenmiştir ($R^2 = 0.132$). Erken-orta dönemde (06 Haziran 2019) Fe+Zn gübre dozu uygulaması ($R^2 = 0.192$), Orta-geç dönemde (15 Haziran 2019) Fe+Zn gübre dozu uygulamaları ($R^2 = 0.339$), geç dönemde ise yine Fe gübre dozu uygulamalarının yüksek korelasyon gösterdiği belirlenmiştir ($R^2 = 0.716$). F₁₀ ve Fe+Zn₁₀₊₁₅ uygulamaları hariç diğer tüm gübre uygulama dozları, gübre uygulaması yapılmayan grupla karşılaştırıldığında birim alan veriminde olumsuz yönde önemli azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Verimde en önemli azalmalar F₅, Zn₁₅, Zn₃₀ ve Fe+Zn_{5+7.5}, Fe₂₀ gübre dozlarında belirlenmiş (-%70.49, -%53.87, -%43.89, -%43.09, -%37.11) olup bu durumu, bunu sırasıyla Zn_{7.5} ve Fe+Zn₂₀₊₃₀,

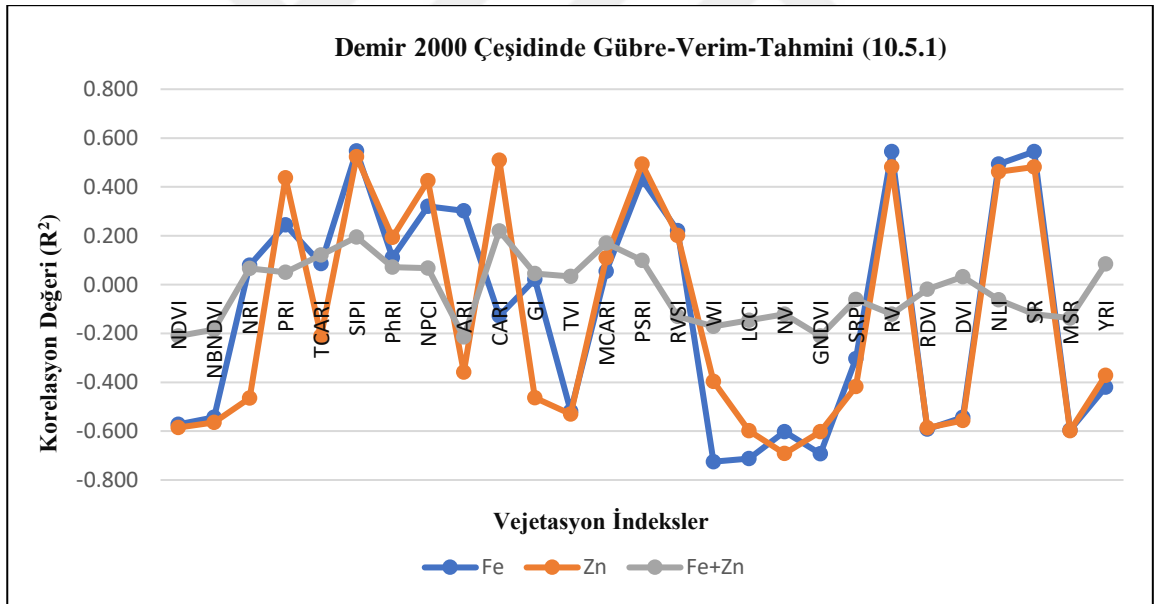
dozlarının takip ettiği belirlenmiştir. En yüksek verim artışları Fe₁₀ ve Fe+Zn₁₀₊₁₅, dozlarında belirlenmiştir (+%19.61, +%16.19). Erken dönemde verim tahmininde Fe+Zn gübre dozu uygulamalarının (Fe+Zn_{5+7.5}, Fe+Zn₁₀₊₁₅, Fe+Zn₂₀₊₃₀) etkili olduğu saptanmıştır ($R^2=0.487$). Bu dönemde CARI, LCCI, NVI, GNDVI, RDVI, DVI, MSR vejetasyon indeksleri yüksek korelasyon değerleri (0.809, 0.833, 0.841, 0.738, 0.658, 0.797) göstermiştir. Bu durumu Erken dönemde Zn gübre dozu (Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₃₀) uygulamalarının takip ettiği belirlenmiştir. Bu dönemde yüksek korelasyon gösteren vejetasyon indeksler CARI, SIPI, PSRI, ARI, GNDVI, MSR (0.700, 0.603, 0.493, -0.629, -0.755, -0.696) olarak belirlenmiştir. Kenanbey çeşidi, farklı dozda gübre uygulamalarından verim özelliği yönüyle olumsuz yönde etkilenmiş, erken ve erken-orta dönemlerdeki hastalık şiddetindeki artışlara bağlı olarak birim alan veriminde azalmalar belirlenmiştir (Şekil 4. 108).



Şekil 4. 108. Kenanbey Çeşidinde Gübre Uygulaması-Verim İlişkisinde Öne Çıkan İndeksler.

Demir 2000 çeşidinde, gübresiz uygulaması yapılmayan grupla karşılaştırıldığında birim alandaki verim artışları en fazla Zn_{7.5} ve Fe+Zn_{5+7.5} dozlarında (479.89 kg/da, 513.07 kg/da) belirlenmiştir. Diğer tüm gübre dozu uygulamalarında birim alan veriminde azalmalar tespit edilmiştir. Genel olarak verim artışında Zn ve Fe+Zn gübre dozu uygulama dozlarının etkili olduğu saptanmıştır. En düşük verim artışı Fe₁₀ ve Zn₃₀ gübre dozu uygulamalarında (171.20 kg/da, 198.24 kg/da) belirlenmiştir. Erken dönemde (25 Mayıs 2019) gübre dozu uygulamaları ile hastalık şiddeti arasındaki yüksek korelasyonlar Zn gübre dozu uygulamalarında belirlenmiş ($R^2 = 0.365$) olup, bu durumu Fe+Zn gübre dozu uygulamaları ($R^2 = 0.132$) izlemiştir. Erken-orta dönemde (06 Haziran 2019) Fe+Zn gübre dozu uygulamalarının ($R^2 = 0.190$), orta-geç dönemde (15 Haziran 2019) Zn gübre dozu uygulamalarının ($R^2 = 0.175$), geç dönemde ise yine Fe gübre dozu uygulamalarının yüksek

korelasyon gösterdiği ($R^2 = 0.499$) belirlenmiştir. $Zn_{7.5}$ ve $Fe+Zn_{5+7.5}$ gübre dozu uygulamaları hariç diğer tüm gübre uygulama dozları, gübre uygulaması yapılmayan grupla karşılaştırıldığında birim alan veriminde önemli azalmalar olduğu tespit edilmiştir. Verimde en önemli azalmalar F_{10} , Zn_{30} , Fe_{20} , $Fe+Zn_{10+15}$ ve Fe_5 gübre dozu uygulamalarında belirlenmiş olup (-%63.80, -%58.08, -%36.69, -%20.49, -%16.75), bu durumu sırasıyla Zn_{15} ve $Fe+Zn_{20+30}$ gübre dozu uygulamalarının izlediği saptanmıştır. En yüksek verim artışları ise $Zn_{7.5}$ ve $Fe+Zn_{5+7.5}$ gübre dozu uygulamalarında (+%1.48, +%8.49) belirlenmiştir. Erken dönemde verim tahmininde Zn gübre dozları uygulamalarında yüksek korelasyon belirlenmiştir. Bu dönemde yüksek korelasyon gösteren vejetasyon indeksleri SIPI, CARI, PSRI, RVI, NLI, SR, TVI, NVI, RDVI, DVI, MSR şeklinde (0.523, 0.509, 0.494, 0.481, 0.462, 0.481, -0.530, -0.692, -0.587, -0.557, -0.599) sıralanmıştır. Demir 2000 çeşidi farklı gübre dozu uygulamalarından verim özelliği yönüyle olumsuz yönde etkilenmiş, erken ve orta-geç dönemlerdeki hastalık şiddetindeki artışlara bağlı olarak birim alan verimlerinde azalışlar dikkat çekmiştir (Şekil 4.109).



Şekil 4. 109. Demir 2000 Çeşidinde Gübre Uygulaması-Verim İlişkisinde Öne Çıkan İndeksler.

4.10.2.2. Makarnalık Çeşitler İçin Farklı Dozda Gübre Uygulamaları Altında Ortaya Çıkan Verim-İndeks-Hastalık İlişkileri

Sarı pas hastalığı gözlenen makarnalık buğday çeşitlerinin farklı gübre dozu uygulamaları (Fe, Zn, Fe+Zn) ile, gübre uygulaması yapılmayan grupların birim alanlarından elde edilen parsel verimleri karşılaştırılmıştır. Descriptive analiz sonuçlarına göre incelendiğinde, farklı dozda Fe gübre dozu uygulamaları (Fe₅, Fe₁₀, Fe₂₀) bir bütün olarak değerlendirilip tekerrür ortalaması dikkate alındığında birim alan verimi en yüksek, Çeşit-1252 olarak (921.17 kg/da) belirlenmiş olup, bu durumu sırasıyla Kızıltan 91 (885.65 kg/da), Eminbey (874.83 kg/da) ve Mirzabey 2000 (802.41 kg/da) çeşitlerinin takip ettiği belirlenmiştir. Farklı Zn gübre dozu uygulamaları (Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₃₀) birlikte değerlendirildiğinde, en yüksek verim Çeşit-1252 çeşidinde (923.73 kg/da) belirlenmiş olup, bunu sırasıyla Eminbey (832.04 kg/da), Kızıltan 91 (665.42 kg/da) ve Mirzabey 2000 (642.69 kg/da) çeşitlerinin takip ettiği belirlenmiştir. Fe ve Zn gübre dozu uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde (Fe+Zn), en yüksek birim alanı verimi, Mirzabey 2000 çeşidinde (873.79 kg/da) belirlenmiş olup, bu durumu sırasıyla Çeşit-1252 (828.30 kg/da), Kızıltan 91 (695.00 kg/da) ve Eminbey (493.28 kg/da) çeşitlerinin izlediği saptanmıştır. (Tablo 4. 86 ve Tablo 87) (Şekil 4. 110).

Tablo 4. 86. Makarnalık Çeşitlerde Tekerrür Ortalamalarına Göre Gübre-Verim (kg/da) İlişkileri (Descriptive Analiz- 25 Mayıs 2019).

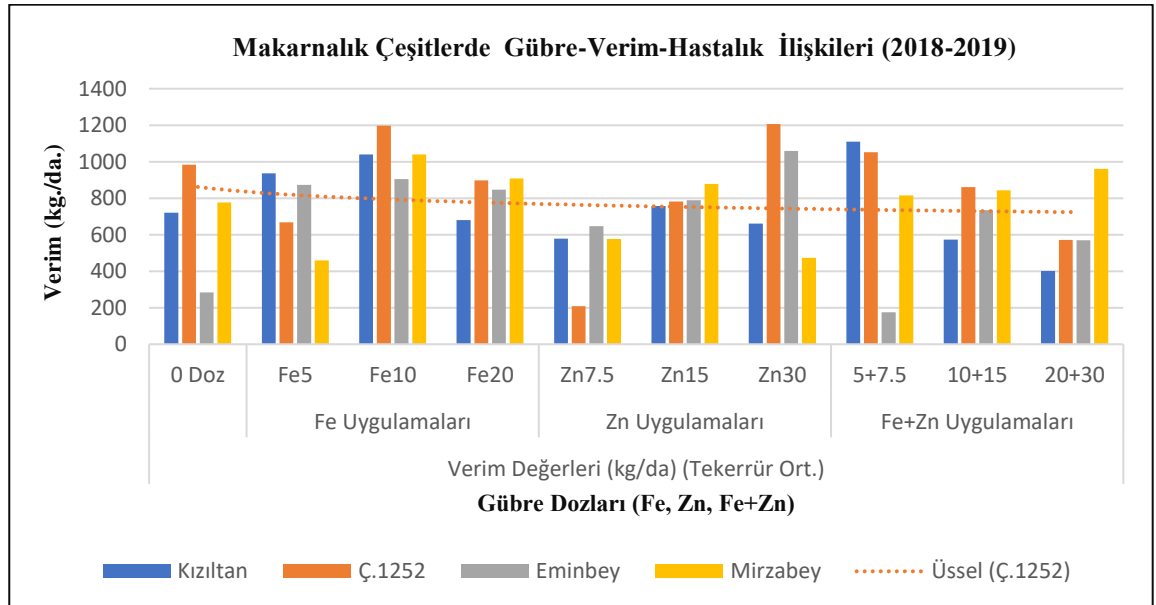
Çeşit	Gübre Uygulaması	Birim Alanda Hesaplanan Verim (kg/da)		
		Tekerrür	Ortalama	Standart Sapma
Kızıltan 91	0	12	937.97	0.000
	Fe	36	810.81	281.94
	Zn	36	753.81	82.34
	Fe+Zn	36	623.72	87.91
Çeşit-1252	0	12	568.64	0.000
	Fe	36	931.16	100.63
	Zn	36	735.52	139.61
	Fe+Zn	36	705.63	176.77
Eminbey	0	12	732.16	0.000
	Fe	36	517.42	276.21
	Zn	36	436.16	93.75
	Fe+Zn	36	626.56	179.99
Mirzabey 2000	0	12	472.88	0.000
	Fe	36	288.10	92.48
	Zn	36	372.92	126.32
	Fe+Zn	36	451.97	57.74

Tablo 4. 87. Makarnalık Çeşitlerde Farklı Fenolojik Dönemlerde Gübre Uygulamalarına Göre Verim Tahmininde Etkili İndeksler ve Bant Aralıkları.

Çeşit	Etkili Fenolojik Dönem	Etkili İndeksler	Bant Aralıkları	Korelasyon Aralığı (R ²)
Kızıltan 91	10.5.1	Zn: SRPI, NPCI, PRI, WI, SIPI, LCCI	574-742	0.307- 0.481**
		Fe: NVI, WI, ARI, MCARI, TCARI, NLI, SR, RVI, RVSI	676-767	0.311**,-0.513
		Fe+Zn: LCCI, GNDVI, NVI, MSR, NBNDVI, NDVI, CARI, ARI, SIPI	611-773	0.690**,-0.823**
	10.5.3	Zn: GI, RVSI, RVI, DVI, NRI, RDVI, TVI, SR, RVI	621-757	0.415**,-0.490**
		Fe: SR, RVI, NLI, ARI, WI, YRI, TVI, RDVI	618-791	0.234-0.458**
		Fe+Zn: YRI, RDVI, MCARI, NLI, SR, RVI	546-746	0.249-0.280
Çeşit-1252	10.5.1	Zn: NPCI, SRPI, ARI, GI, CARI, NRI, PRI, NVI, TCARI, MCARI, NLI, YRI	490-623	0.560**,-0.984**
		Fe: TVI, PRI, NRI, GI, PhRI, PSRI, GNDVI, ARI, SR, WI	582-710	0.456**,-0.986**
		Fe+Zn: MCARI, TVI, TCARI, RDVI, SIPI, MSR, NRI, GI, CARI, ARI, NDVI	582-747	0.976**,-0.988**
	10.5.3	Zn: WI, NRI, NPCI, ARI, GI, TVI, PSRI, LCC, SRPI, RVI, RDVI, DVI, SR	594-756	0.549**,-0.348*
		Fe: TCARI, NRI, NDVI, NBNDVI, SIPI, PhRI, CARI, GI, MCARI, RVSI	582-723	0.587**,-0.334*
		Fe+Zn: PRI, GNDVI, NDVI, SIPI, NBNDVI, NRI, NPCI, CARI, GI, MCARI, PSRI, DVI	559-739	0.884**,-0.722*
Eminbey	10.5.1	Zn: WI, NVI, MCARI, PhRI, NBNDVI, SIPI, NDVI, CARI, PSRI	611-770	0.228-0.454**
		Fe: PRI, RVI, SR, ARI, NLI, YRI, DVI	543-724	0.294-0.489**
		Fe+Zn: SRPI, NPCI, MSR, NBNDVI, SIPI, GNDVI, CARI, NDVI, PSRI	548-760	0.309-0.560**
	10.5.3	Zn: PSRI, PRI, GI, ARI, CARI, WI, MSR, PhRI, DVI, NLI, NBNDVI	614-746	0.466**,-0.809**
		Fe: GI, NRI, TVI, TCARI, NPCI, PSRI, MCARI, DVI, PRI, SIPI, SRPI	525-715	0.977**,-0.997**
		Fe+Zn: SR, RVI, NLI, MCARI, YRI, TCARI, TVI, RVSI, WI	613-768	0.319-0.915**
Mirzabey 2000	10.5.1	Zn: PhRI, NVI, DVI, MSR, GNDVI, LCCI, SRPI, RDVI, WI	764-644	0.913**,-0.723*
		Fe: RVSI, TCARI, YRI, PRI, PhRI, GI, DVI, NLI	567-696	0.673-0.354*
		Fe+Zn: SRPI, PRI, LCCI, NDVI, GI, NBNDVI	596-726	0.749**,-0.366*
	10.5.3	Zn: SRPI, NPCI, NVI, PhRI, SR, RVI, PRI, LCCI, DVI, MSR	580-712	0.316-0.534**
		Fe: ARI, NLI, YRI, RVI, SR, PRI, RVSI, TVI, CARI, TCARI, PhRI	549-682	0.501**,-0.887**
		Fe+Zn: TCARI, MCARI, NVI, LCCI, ARI, NRI, GNDVI, MSR, RVSI, GI	608-728	0.353**,-0.662**
Mirzabey 2000	10.5.1	Zn: NVI, CARI, ARI, NLI, RVI, SR, YRI, PRI, PhRI	542-672	0.430**,-0.759**
		Fe: GI, TVI, MCARI, NRI, LCCI, TCARI, NDVI, MSR, NPCI, NBNDVI, SRPI	580-746	0.904**,-0.995**
		Fe+Zn: ARI, NPCI, PRI, NRI, SRPI, PSRI, MCARI, GI, CARI, ARI, SIPI	523-695	0.665**,-0.951**
	10.5.3	Zn: NRI, PRI, NPCI, SRPI	490-650	-0.299-0.204
		Fe: WI, RVI, SR, NLI, TVI	725-860	0.346-0.710
		Fe+Zn: NRI, GI, PRI, TVI, TCARI, ARI	678-551	0.579-0.259
Mirzabey 2000	10.5.1	Zn: GNDVI, ARI, NDVI, LCCI, MSR, CARI, NVI, NBNDVI, SIPI, PSRI	600-771	0.431**,-0.543**
		Fe: SR, RVI, YRI, PhRI, SRPI, NPCI, NLI	453-662	0.23 3- 0.284
		Fe+Zn: TCARI, MCARI, GNDVI, LCCI, ARI, NVI, MSR, CARI, NBNDVI	609-748	0.489**,- 0.678**
	10.5.3	Zn: ARI, YRI, NLI, NPCI, SRPI, RVI, MCARI, TCARI, WI, NRI, SIPI, GI	540-731	0.430**,- 0.802**
		Fe: SRPI, NPCI, NRI, GI, PSRI, DVI, RVSI, GNDVI, TVI, SIPI, MCARI	542-736	0.747**,- 0.925**
		Fe+Zn: YRI, NLI, SR, RVI, ARI, PRI, WI, GNDVI, SIPI, NBNDVI	582-768	0.535**,- 0.998**

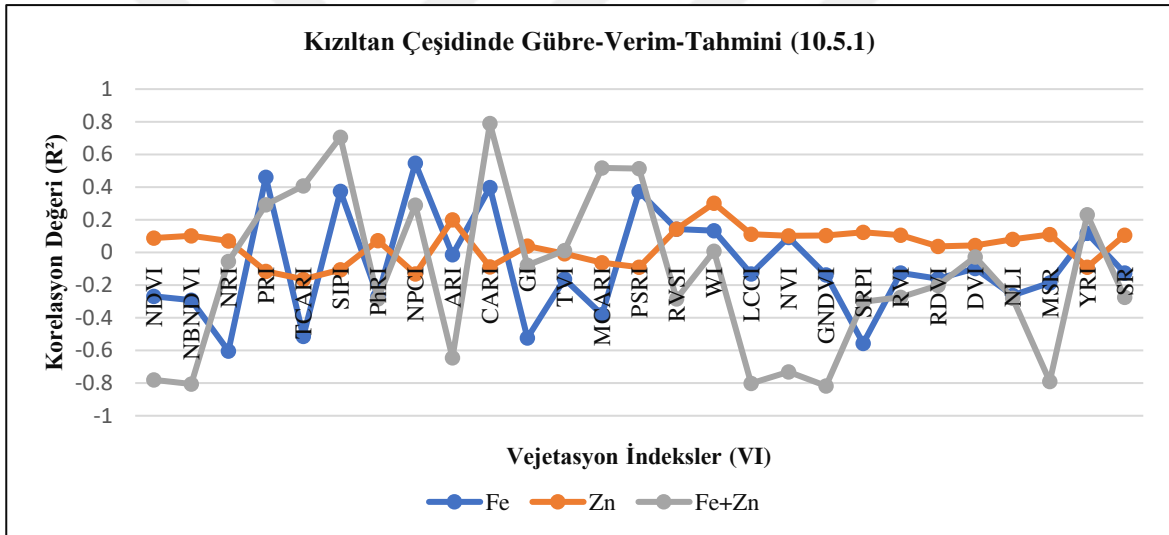
* Korelasyon 0.05 seviyesinde önemli

**Korelasyon 0.001 seviyesinde önemli



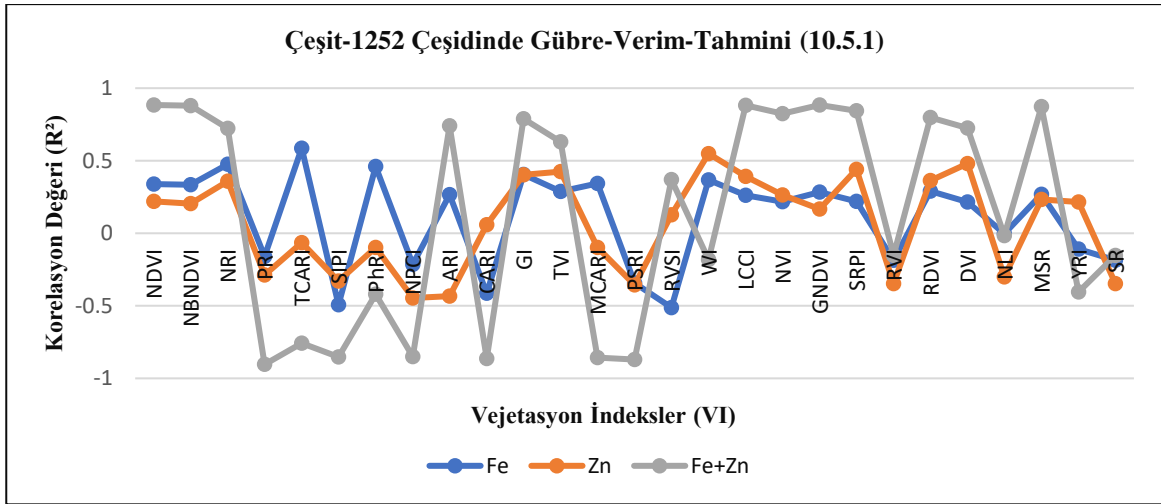
Şekil 4. 110. Makarnalık çeşitlerde Gübre Dozu-Birim Alan Verim (kg/da) İlişkileri.

Kızıltan 91 çeşidinde en yüksek birim alan verimi, hastalık şiddetindeki değişimin en fazla olduğu erken dönemdeki Fe uygulama (Fe_5 , Fe_{10}) dozlarında belirlenmiştir. Özellikle Fe_5 ve Fe_{10} dozlarında en yüksek birim alan verimleri (935.38 kg/da, 1040.43 kg/da) belirlenmiştir. Süt olum ve sararma evrelerinden içerisinde yer aldığı Geç dönemde ise $Fe+Zn_{5+7.5}$ uygulamasında en yüksek verim belirlenmiştir. Erken dönemde (25 Mayıs 2019) gübre dozu uygulamaları ile hastalık şiddeti arasındaki yüksek korelasyonlar Fe gübre dozu uygulamalarında da belirlenmiş olup ($R^2 = 0.507$), bu durumu Zn uygulamalarının izlediği belirlenmiştir ($R^2 = 0.453$). Erken-orta dönemde (06 Haziran 2019) $Fe+Zn$ gübre dozu uygulaması ($R^2 = 0.398$), orta-geç dönemde (15 Haziran 2019) Fe gübre dozu uygulamaları ($R^2 = 0.338$), geç dönemde ise yine Fe dozu uygulamaları yüksek korelasyon göstermiştir ($R^2 = 0.515$). Fe_5 , Fe_{10} , Zn_{15} , $Fe+Zn_{5+7.5}$, gübre dozu uygulamalarında birim alan verimlerinde artışlar belirlenmiştir (Şekil 4. 111).



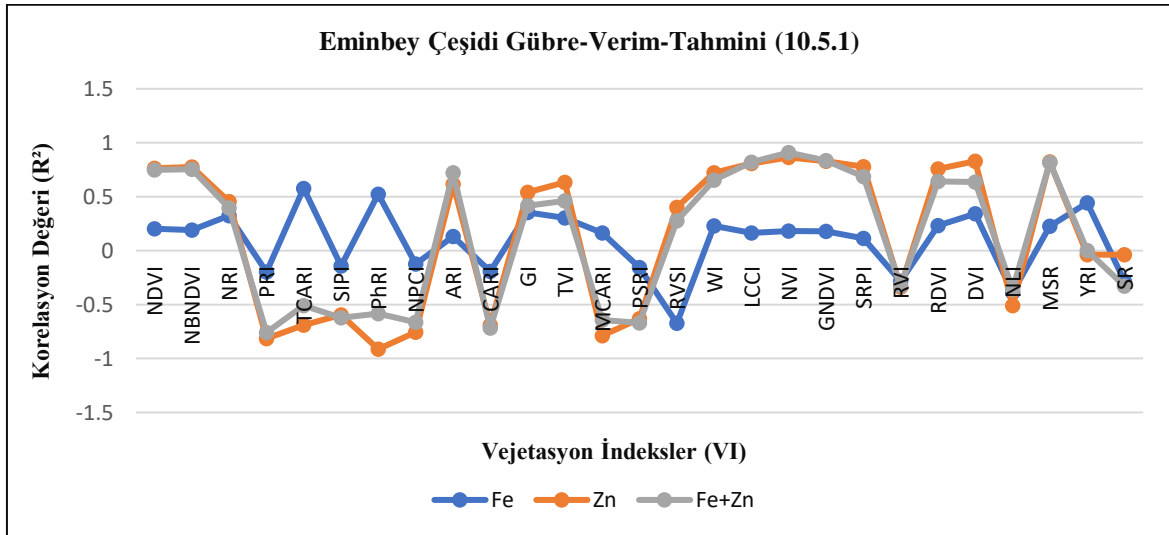
Şekil 4. 111. Kızıltan 91 Çeşidinde Gübre Dozu -Birim Alan Verim (kg/da) İlişkisinde Öne Çıkan İndeksler.

Çeşit-1252 çeşidinde en yüksek birim alan verimi, gübre uygulaması yapılmayan grupla karşılaştırıldığında hastalık şiddetindeki değişimin en fazla azalmanın olduğu erken dönemde (25 Mayıs 2019) Fe_{10} (1197.39 kg/da), Zn_{30} (1206.61 kg/da) ve $Fe+Zn_{5+7.5}$ (1052.69 kg/da) gübre uygulama dozlarında belirlenmiştir. Verimde en fazla azalmalar sırasıyla $Zn_{7.5}$, $Fe+Zn_{20+30}$, Fe_5 gübre dozu uygulamalarında (207.68 kg/da, 571 kg/da, 668.64 kg/da) belirlenmiştir. Genel olarak erken ve geç dönemde Fe ve $Fe+Zn$ gübre uygulamaları ile hastalık şiddeti arasındaki korelasyonlar yüksek olduğu için ($R^2 = 0.412-0.621$) verimde artışlar belirlenmiştir. Genel olarak gübre dozu uygulamaları hastalık şiddetinde azalmalara yol açtığı için birim alan veriminde artışlar belirlenmiştir (Şekil 4. 112).



Şekil 4. 112. Çeşit-1252 Çeşidinde Gübre Uygulaması-Verim İlişkisinde Öne Çıkan İndeksler

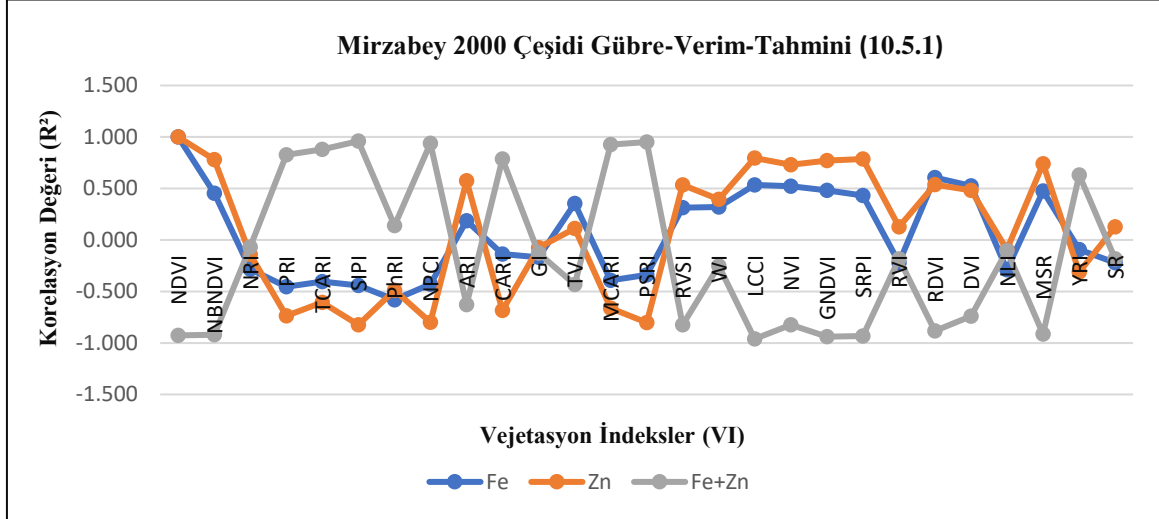
Eminbey çeşidinde, gübre uygulaması yapılamayan grupla karşılaştırıldığında en yüksek verim artışları Zn₃₀ ve Fe₁₀ gübre uygulama dozlarında (1059.84 kg/da, 904.53 kg/da) belirlenmiştir. Yapılan genel bir değerlendirmede Fe+Zn_{5+7.5} gübre dozu uygulaması dışındaki (175.04 kg/da), diğer tüm gübre dozu uygulamalarında önemli birim alan artışları gözlenmiştir. Fenolojik dönemler değerlendirildiğinde, hastalık şiddeti değerlerinde önemli artışlar belirlenmesine rağmen gübre uygulaması yapılmayan grupla karşılaştırıldığında birim alanda verimde önemli artışlar belirlenmiştir. Bu durumun Eminbey çeşidinin hastalığına dayanıklı olmasından kaynaklanabileceği yorumu yapılmıştır (Şekil 4. 113).



Şekil 4. 113. Eminbey Çeşidinde Gübre Uygulaması-Verim İlişkisinde Öne Çıkan İndeksler

Mirzabey 2000 çeşidinde; gübre uygulaması yapılmayan grupla karşılaştırıldığında, en yüksek verim artışları Fe₁₀ ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ dozlarında (1040.53 kg/da ve 961.60 kg/da) belirlenmiştir (Şekil 4. 114). Genel olarak gübre dozu uygulamalarının Fe₅ ve Zn₃₀ uygulamaları (458.77 kg/da ve 473.07 kg/da) hariç birim alan verimlerinde artışlar

belirlenmiştir. Erken ve erken-orta dönemdeki Zn ve Fe ile Fe+Zn Demir gübre dozu uygulamaları ($R^2 = 0.551-0.418$), hastalık şiddetinde azalmalara neden olduğu için verim artışı, geç dönemde (06-15 Haziran 2019) Zn uygulamalarında (Zn_{7.5} ve Zn₃₀) yüksek korelasyonlar ($R^2 = 0.632-0.517$) belirlenmiş olup, hastalık şiddetinin artmasına ve verimin azalmasına neden olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.88).



Şekil 4. 114. Mirzabey 2000 Çeşidinde Gübre Uygulaması-Verim İlişkisinde Öne Çıkan İndeksler.

Tablo 4. 88. Makarnalık çeşitlerde Gübre Dozu -Birim Alan Verimi ilişkileri (2018-2019).

Birim Alan Verim Değerleri (kg/da) (Tekerrür Ort.)										
Çeşit	0 Doz	Fe Uygulamaları			Zn Uygulamaları			Fe+Zn Uygulamaları		
		Fe5	Fe10	Fe20	Zn7.5	Zn15	Zn30	5+7.5	10+15	20+30
Kızıltan 91	720.41	935.68 (+)	1040.43 (+)	680.85 (-)	577.71 (-)	757.49 (+)	661.07 (-)	1110.03 (+)	572.86 (-)	402.13 (-)
Çeşit-1252	983.63	668.64 (-)	1197.39 (+)	897.49 (-)	207.68 (-)	782.29 (-)	1206.61 (+)	1052.69 (+)	861.17 (-)	571.04 (-)
Eminbey	284.32	873.50 (+)	904.53 (+)	846.45 (+)	647.68 (+)	788.59 (+)	1059.84 (+)	175.04 (-)	734.45 (+)	570.35 (+)
Mirzabey 2000		458.77	1040.53	907.95	576.91	878.08	473.07	815.95	843.84	961.60
	776.91	(-)	(+)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)

*(+): Gübre uygulaması yapılmayan alana göre birim alanda verimde artış
 **(-): Gübre uygulaması yapılmayan alana göre birim alanda verimde azalış

Ekmeklik çeşitlerde gübre uygulaması yapılmayan ve Fe gübre dozu uygulamaları yapılan hastalık gözlenen gruplar karşılaştırıldığında Bayraktar 2000 çeşidinde tüm Fe gübre uygulamalarında hastalık artışı belirlenmiştir. En büyük artış, Fe₂₀ gübre dozu uygulamasında belirlenmiş olup (+%78.96), bu durumu Fe₁₀ dozu (+%72.98) ve Fe₅ dozunun (+%39.31) takip ettiği görülmüştür. Bayraktar 2000 çeşidinin hastalıktan sınırlı düzeyde etkilenen ve materyal içinde bu çalışma konusunda en dayanıklı çeşit olduğu belirlenmiştir. Eser çeşidinde Fe₅ gübre dozu uygulamasında (+%24.74) ve Kenanbey çeşidinin Fe₁₀ gübre dozu uygulamasında (+%19.61) verim artışları belirlenmiştir. Demir

2000 çeşidi tüm Fe gübre dozu uygulamalarında verimde azalmalar göstermiş olup bu yüzden araştırma grubu olarak bu çeşit hassas olarak tespit edilmiştir. Bu durumu Kenanbey çeşidinin izlediği belirlenmiş olup, Eser çeşidi ise, Fe gübre dozu uygulamasına karşı orta dayanıklı-hassas olarak belirlenmiştir. Fe gübre dozu uygulamalarında verimde en fazla azalma, Kenanbey çeşidinde Fe₅ gübre dozu uygulamasında belirlenmiş olup (-%70.50), bu durumu Fe₁₀ gübre dozu uygulamasının (-%63.80) takip ettiği belirlenmiştir.

Yapılan birim alan değerlendirmelerine göre; Zn gübre dozu uygulamalarında verimde en dikkat çekici artışlar, yine Bayraktar 2000 çeşidinde belirlenmiştir. Bayraktar 2000 çeşidinde önemli verim artışları Zn₁₅ ve Zn₃₀ gübre dozu uygulamalarında (+%54.56 ve +%36.80) belirlenmiştir. Diğer tüm çeşitlerde ve Zn gübre dozu uygulamalarında verimde azalmalar belirlenmiştir. Birim alanda belirlenen en fazla azalmalar, Demir 2000 çeşidinde Zn₃₀ dozunda (-%58.08) rastlanmış olup, bu durumu Kenanbey çeşidine uygulanan Zn₁₅ ve Zn₃₀ gübre dozu uygulamalarının (-%53.87 ve -%43.89) izlediği görülmüştür. Zn gübre dozu uygulamalarında hastalığı en iyi tolere edebilen çeşit Bayraktar 2000 olarak belirlenmiş olup, diğer çeşitlerin verim özelliği dikkate alındığında Zn gübre dozu uygulamalarına olumlu bir reaksiyon göstermediği ortaya çıkmıştır.

Fe+Zn gübre dozu uygulamaları yapılan çeşitlerle gübre uygulaması yapılmayan çeşitler verim yönünden mukayese edildiğinde, hastalık gözlenen çeşitlerde, Bayraktar 2000 çeşidi dışındaki çeşitlerin birim alan verimlerinde azalmalar belirlenmiştir. Bayraktar 2000 çeşidinde verim artışları Fe+Zn_{5+7.5} ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ uygulama dozlarında (+54.76 ve +%35.29) belirlenmiştir. Kenanbey çeşidinde Fe+Zn₁₀₊₁₅ gübre dozu uygulamasında (+%16.19) ve Demir 2000 çeşidinde ise Fe+Zn_{5+7.5} gübre dozu uygulamalarında (+%8.49) verim artışı belirlenmiştir. Diğer tüm ekmeklik çeşitlerde Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında verimde azalmalar tespit edilmiştir. En fazla azalma Eser çeşidinde Fe+Zn₂₀₊₃₀ gübre dozu uygulamasında belirlenirken (-%45.30), bu durumu sırasıyla Kenanbey çeşidi Fe+Zn_{5+7.5} gübre dozu uygulaması (-%43.09) ve Eser çeşidi Fe+Zn_{5+7.5} gübre dozu uygulamalarının (-%32.48) izlediği belirlenmiştir. Fe+Zn gübre dozu uygulama dozlarında hastalığa dayanıklılık yönüyle öne çıkan çeşit Bayraktar 2000 olarak belirlenmiştir (Tablo 4.89).

Tablo 4. 89. Ekmeklik Çeşitlerde Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Verime Olan Etkisi

Çeşitler	Verim (kg/da) (Tekerrür Ort.)	Fe, Zn, Fe+Zn Uygulamaları / Verimde Artış % (+) ve Verimde Azalış % (-)					
		Verim (kg/da)	%	Verim (kg/da)	%	Verim (kg/da)	%
	0 Doz (Gübresiz)	Fe5	+/-	Fe10	+/-	Fe20	+/-
Eser	938.00	1170.10	+24.74	492.91	-47.45	769.44	-17.97
Bayraktar 2000	568.64	792.20	+39.31	983.63	+72.979	1017.65	+78.96
Kenanbey	732.20	216.00	-70.50	875.79	+19.611	460.48	-37.11
Demir 2000	472.90	393.70	-16.75	171.20	-63.8	299.41	-36.69
		Zn	%		%		%
	0 Doz	Zn7.5	+/-	Zn15	+/-	Zn30	+/-
Eser	938.00	868.43	-7.42	690.51	-26.385	702.51	-25.11
Bayraktar 2000	568.64	549.76	-3.32	878.88	+54.558	777.92	+36.80
Kenanbey	732.20	559.9	-23.53	337.76	-53.871	410.83	-43.89
Demir 2000	472.90	479.89	+1.48	440.64	-6.8217	198.24	-58.08
		Fe+Zn	%		%		%
	0 Doz	5+7.5	+/-	10+15	+/-	20+30	+/-
Eser	938.00	633.30	-32.48	724.75	-22.73	513.07	-45.30
Bayraktar 2000	568.64	880.00	+54.76	467.57	-17.77	769.33	+35.29
Kenanbey	732.20	416.69	-43.09	850.72	+16.19	612.27	-16.38
Demir 2000	472.90	513.07	+8.49	376.0	-20.49	466.83	-1.28
(+) : Gübresiz uygulamaya göre verimde artış							
(-) : Gübresiz uygulamaya göre verimde azalış							

Makarnalık çeşitlerde Fe gübre dozu uygulamaları değerlendirildiğinde Çeşit-1252 çeşidinde Fe₅ ve Fe₂₀ dozu uygulamaları ve Mirzabey 2000 çeşidinde Fe₅ dozu uygulaması hariç diğer uygulama dozlarında birim alan veriminde artışlar belirlenmiş olup, en önemli artış Fe₁₀ uygulama dozunda saptanmıştır. En fazla artışlar Eminbey çeşidinin tüm Fe uygulama dozlarında (Fe₅, Fe₁₀, Fe₂₀) tespit edilmiştir. En fazla artış Fe₁₀ uygulama dozunda (+%265.94) belirlenmiştir. Kızıltan 91 çeşidinde Fe₅ ve Fe₁₀ gübre uygulama dozlarında, Mirzabey 2000 çeşidinde ise Fe₁₀ ve Fe₂₀ dozlarında verimde artışlar saptanmıştır. Fe uygulamalarında verimde en fazla azalmalar, Mirzabey 2000 çeşidinde (-%40.95) belirlenmiş olup, bu durumu sırasıyla Çeşit-1252 (-%32.02), Kızıltan 91 (-%5.49) çeşitleri takip etmiştir. Fe uygulamalarında hastalığa en çok dayanan çeşidin Eminbey olduğu, bu durumu Kızıltan 91 ve Mirzabey 2000 çeşidinin takip ettiği tespit edilmiştir. Çeşit-1252 çeşidi verim özelliği yönüyle daha stabil bir özellik göstermiş olup, hastalıktan fazla etkilenmediği gözlemlenmiştir. Birim alan verim değerlendirme sonuçlarına göre; Zn gübre dozu uygulamalarında verimde en önemli artışlar yine Eminbey çeşidinde belirlenmiş olup tüm Zn gübre dozu uygulamalarında (Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₃₀) verim ortalamalarında önemli artışlar saptanmıştır. En yüksek artış Zn₃₀ gübre uygulama dozunda belirlenmiştir (+%272.76). Zn gübre dozu uygulamaları çeşitlerde artan veya azalan verime neden olmuştur. Eminbey

çeşidinde tüm Zn gübre dozu uygulamalarında verimde artış belirlenirken, Kızıltan 91 çeşidinde Zn₁₅ uygulama dozunda (+%5.15), Çeşit-1252 çeşidinde Zn₃₀ uygulama dozunda (+%22.67) ve Mirzabey 2000 çeşidinde Zn₁₅ uygulama dozunda (+%13.02) verim artışları gözlenmiş, diğer tüm gübre dozu uygulamalarında verimde azalmalar belirlenmiştir. En fazla azalma Çeşit-1252 çeşidinde Zn_{7.5} dozunda (-%78.89) belirlenirken bu durumu Mirzabey 2000 Zn₃₀ gübre dozu uygulaması takip etmiştir (-%39.11). Zn gübre uygulamalarında hastalığa dayanıklılık yönünden dikkat çeken çeşit Eminbey olarak belirlenmiş olup, diğer çeşitlerin ise verim özelliği yönünden Zn gübre uygulamalarına olumlu reaksiyon gösterdiği belirlenmiştir. Fe+Zn gübre dozu uygulamalarının verim üzerine etkisi incelendiğinde, gübre uygulaması yapılmayan grup ile gübre uygulaması yapılan grup karşılaştırıldığında, Eminbey çeşidi Fe+Zn₁₀₊₁₅ ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ uygulama dozlarında (+%158.32 ve +%100.60) yüksek verim artışları göstermiştir. Mirzabey 2000 çeşidinde bütün Fe+Zn uygulama dozlarında sınırlı verim artışı belirlenmiş olup, Kızıltan 91 ve Çeşit-1252 çeşitlerinde Fe+Zn_{5+7.5} uygulama dozunda verim artışları (+%54.08 ve +%7.02) tespit edilmiştir. Diğer uygulama dozlarında makarnalık tüm çeşitlerde verimde azalmalar belirlenmiştir. En dikkat çekici azalma Kızıltan 91 çeşidinde Fe+Zn₂₀₊₃₀ dozunda belirlenmiştir (Tablo 4.90).

Tablo 4. 90. Makarnalık çeşitlerde Gübre Uygulamalarının (Fe, Zn, Fe+Zn) Verime Olan Etkisi

Çeşitler	Verim (kg/da) (Tekerrür Ort.)	Fe, Zn, Fe+Zn Uygulamaları / Verimde Artış % (+) ve Verimde Azalış % (-)					
		Verim (kg/da)	%	Verim (kg/da)	%	Verim (kg/da)	%
	0 Doz (Gübresiz)	Fe5	+/-	Fe10	+/-	Fe20	+/-
Kızıltan 91	720.41	935.68	+29.88	1040.4	+44.422	680.85	-5.49
Çeşit-1252	983.63	668.64	-32.02	1197.4	+5.7745	897.49	-8.76
Eminbey	284.32	873.5	+207.22	904.53	+265.94	846.45	+197.7
Mirzabey 2000	776.91	458.77	-40.95	1040.5	+33.919	907.95	+16.87
		Zn	%		%		%
	0 Doz	Zn7.5	+/-	Zn15	+/-	Zn30	+/-
Kızıltan 91	720.41	577.71	-19.81	757.49	+5.1471	661.07	-8.24
Çeşit-1252	983.63	207.68	-78.89	782.29	-20.47	1206.6	+22.67
Eminbey	284.32	647.68	+127.8	788.59	+177.36	1059.8	+272.8
Mirzabey 2000	776.91	576.91	-25.74	878.08	+13.022	473.07	-39.1
		Fe+Zn	%		%		%
	0 Doz	5+7.5	+/-	10+15	+/-	20+30	+/-
Kızıltan 91	720.41	1110	+54.083	572.86	-20.48	402.13	-44.2
Çeşit-1252	983.63	1052.7	+7.0209	861.17	-12.45	571.04	-41.9
Eminbey	284.32	175.04	-38.44	734.45	+158.32	570.35	+100.6
Mirzabey 2000	776.91	815.95	+5.025	843.84	+8.6149	961.6	+23.77

(+): Gübresiz uygulamaya göre verimde artış

(-): Gübresiz uygulamaya göre verimde azalış

5. TARTIŞMA

Buğdayda tüm fenolojik aşamalarda sarı pas hastalığının izlenmesinde, özellikle erken dönemde hastalığın kontrol edilebilmesi ve fungusit uygulamalarının en uygun zamanda yapılabilmesi ve daha sonra oluşabilecek verim kayıplarının önüne geçilmesinde önemlidir (West vd. 2003; Sankaran vd. 2010). Sarı pas hastalığı gözlenen kışlık buğdayda görülen en açık semptomlar yeşil yapraklarda sarı renkli makina dikişine benzer çizgi şeklindeki belirtiler ve biyomas, klorofil seviyesinin su kapsamının değişimine sebep olan morfolojik ve fizyolojik gibi bazı parametreler olup, yaprak dokularının deformasyonu nedeniyle yapraklarının spektral yansıma özellikleri üzerinde de önemli değişimler gözlenir. (Feng vd. 2016; Zhao vd. 2004). Bitki hastalıklarının optik özelliklere bağlı olarak teşhis edilmesinin temeli, sağlıklı ve hastalıklı bitkilerin spektral karakteristikleri arasındaki farklılığa dayandırılmaktadır. Yürütülen çalışma kapsamında bazı ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde, farklı büyüme aşamalarında sarı pas hastalığının teşhis veya ayırt edilebilmesi için kullanılabilecek hassas bant bölgeleri belirlenmiştir. Hastalık enfeksiyonunun erken dönemlerinde sarı pas hastalığı büyük miktarlarda (sayısal) çoğalması, iklim ve çeşidin dayanıklılık reaksiyona göre zaman almaktadır. Bu nedenle hastalıkla bulaşık bitkilerin fizyolojik ve biyokimyasal karakteristiklerindeki değişimler her zaman gözle belirlenmeyebilmektedir (Zhang vd. 2012). Gelişmenin ilerleyen dönemlerinde artan hastalık spor miktarına da bağlı olarak buğdayda pigment ve su konsantrasyonlarında, kanopi strüktüründe önemli değişimlere sebep olabilmektedir. Hastalığın bitkide artan etkisine bağlı olarak artan püstül ve lezyonlara bağlı olarak yaprak renginde değişim gözlenir (Devadas vd. 2009; Zhang vd. 2011). Dane dolum ve süt olum dönemindeki hassas dalga boyundaki değişimler, görünür (visible) ve Yakın Kızıl Ötesi (NIR) bölgesi aralığında yer alır. Sarı pas hastalığının belirlenmesinde yaprak yapısındaki deformasyonlar erken-orta gelişme döneminde, orta geç dönemle karşılaştırıldığında daha az olmaktadır (Devadas, vd. 2009). Bu nedenle erken, orta dönemdeki hastalıklı bitkiler, orta-geç dönemdeki bitkilere göre Yakın Kızıl Ötesi bölge bantlarına karşı daha az hassastırlar. Konu üzerinde yapılan bazı çalışmalarda sarı pas hastalığının uzaktan algılama yöntemleriyle tespit edilmesinde kanopi seviyesinde kullanılan en etkili indekslerin ARI (700-550 nm) ve PRI (570-531nm) olduğu bildirilmiştir (Devadas vd. 2009; Huang vd. 2007b). Bu indekslerin, fotosentetik değişimlerin tespitinde önemli rolü olduğu bilinmektedir. Erken-orta gelişme döneminde

hassas bölgede yer alan 525 nm, 570 nm ve 705 nm bantları kullanan PRI indeks sarı pas hastalığının ayırt edilmesinde kullanılabilmektedir. Yeşil bölgede yer alan 570 nm ve 525 nm bantları bitkide fotosentezle ilgili olup, kloroplastları etkiler ve kloroplastların bozulmasında dikkat çekicidirler. Bu nedenle bu bölge bantları bitkide spektral özellikleri tetiklemektedirler. 526 nm bant bölgesi bitkide fotosentetik aktivite için klorofil ve karotinoidlerin kuvvetli bir şekilde absorbe edildiği bölgedir. Kırmızı Sınır (Red-Edge) bölge içerisinde yer alan 705 nm bandı, bitkide oluşturulan stres cevabının bir göstergesidir. Benzer şekilde ARI indeks sarı pas hastalığının ayırt edilmesinde kullanılabilmekte olup orta-geç dönemde daha etkili olduğu belirlenmiştir. Orta-gelişme döneminde hastalık sporlarının buğdayın yaprağını kaplaması ve hastalığın en etkili dönemine ulaşması beklenilmektedir. Bu durum yapraklarda deformasyona ve yüzey epidermisin zarar görmesine neden olmaktadır. Bitkide hastalık enfeksiyonu nedeniyle, Yakın Kızıl Ötesi bölgede kanopi yoğunluğu ve yaprak alanı değişmektedir. Bu durumda Yakın Kızıl Ötesi bölge kanopi strüktüründeki değişiklikler için hassas bir bölge oluşturmaktadır. Özellikle Yakın Kızıl Ötesi bölgedeki 860 nm ve 790 nm bantları, kanopi strüktüründeki değişiklikler ve fotosentezdeki farklılıkların tahmin edilmesinde kullanılabilmektedir. Kırmızı sınır bölgedeki bantlar (700-750 nm) vejetasyonun ilerlemesi, büyüme, nem durumu, yaprak alanı gibi parametrelerin belirlenmesinde kullanılabilmektedir. Kırmızı sınır bölgedeki 750 nm bandı, orta-geç gelişme döneminde, hastalıklı buğdayların sağlıklı buğdaylardan sarı pas hastalığının ayırımında kullanılmaktadır. Bu sonuçlar, Bravo vd. (2003) tarafından yürütülen araştırma sonuçlarında rapor edilmiştir (750 ± 10 nm ve 861 ± 10 nm). Benzer şekilde Yu vd. (2018) tarafından yürütülen araştırma sonucu Yakın Kızıl Ötesi bölgede yer alan kırmızı sınır hiperspektral dar bantların, vejetasyonda hastalık ayırımında (teşhisinde) etkili olduğunu rapor etmişlerdir.

Araştırma, bazı ekmeklik ve makarnalık çeşitlerin sarı pas hastalığına olan reaksiyonlarının farklı fenolojik dönemler için öncelikli olarak test edilmesi ve farklı gübre ve gübre dozu uygulamalarının hastalık gelişimi üzerine olan etkilerinin belirlenmesi için eş zamanlı olarak Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Ankara Yenimahalle lokasyonunda yürütülmüştür. Araştırmada hastalığa reaksiyonlarının farklı olduğu bilinen 4 adet ekmeklik çeşit (Eser, Bayraktar 2000, Kenanbey, Demir 2000) ve 4 adet makarnalık çeşit (Kızıltan 91, Çeşit-1252, Eminbey, Mirzabey 2000) kullanılmıştır. Çeşitlerin hastalığa olan reaksiyonları 3 tekerrürlü olarak yürütülen bağımsız bloklar bölünmüş parseller deneme desenine göre belirlenmiştir. Bitki hastalıklarının izlenmesinde farklı büyüme aşamalarında gözlem alınması önemlidir. Bu nedenle yürütülen çalışma kapsamında büyüme aşamaları dört

evreye ayırarak hastalık gelişimi değerlendirilmiştir. Bu evrelerden ilki, erken dönem çiçeklenme başlangıcı (25.05.2019, DAS-191 (Days After Sowing (Ekimden Sonraki Günler))), ikincisi, dane dolum erken-orta (06.06.2019, DAS-203) dönem üçüncüsü, süt olum orta-geç (15.05.2019 dönem, DAS-212) ve dördüncüsü sararma (23.06.2019, DAS-229) geç dönem olarak belirlenmiştir.

Hastalık reaksiyonlarının belirlenmesi için kontrol (Hastalık uygulaması yapılmayan) ve üç farklı hastalık uygulama (%25, %50, %100) dozları bitki materyaline inokule edilmiştir. Test materyalinde dört dönemde hastalık şiddeti (%HŞ) ve spektral yansıma değerleri eş zamanlı olarak değerlendirilerek veri tabanına işlenmiştir. Hastalık reaksiyon değerlendirmeleri, her dönem için kendi içerisinde tek yönlü ANOVA varyans analizi yapılarak farklı hastalık dozu uygulamalarının hastalık reaksiyonuna olan etkileri çeşitler düzeyinde değerlendirilmiştir.

Gözlenen farklı hastalık uygulama dozlarına bağlı olarak belirlenen hastalık şiddeti değerleri ile, eş zamanlı olarak el spektrometresi ile toplanan spektral yansıma değerleri arasındaki ilişkileri gösteren grafikler oluşturulmuştur. Ayrıca farklı fenolojik dönemler için hastalık gelişiminde dikkat çeken ve hastalık gözlenen ve hastalık gözlenmeyen bitkiler arasındaki stres ilişkilerini en iyi ifade edildiği spektral bölge bant aralıklarını ve bu bant bölgelerini en iyi korele eden spektral indeksleri ortaya belirlenmesi için, hastalık şiddeti ile spektral indeksler arasındaki çoklu korelasyon (Multiple Correlation) ilişkilerini ortaya koyan grafikler her çeşit için hazırlanmıştır.

Hastalığın tahmin edilmesinde ekmeklik ve makarnalık çeşitlerde erken ve erken-orta (Çiçeklenme başlangıcı-dane dolum) gelişme döneminde görünür (visible) bölge bantlarının, orta-geç dönemde ise Yakın Kızıl Ötesi (NIR) bantlarının daha belirleyici olduğu değerlendirilmiştir. Ürün kayıplarının tahmin edilmesinde ise orta-geç dönem (süt olum ve sararma) etkili olmuştur. Farklı hastalık dozu uygulamalarından en fazla etkilenen hassas çeşitler; ekmekliklerde Bayraktar, makarnalık çeşitlerde ise Eminbey olarak belirlenmiş, yine aynı çeşitler farklı Fe, Zn uygulama dozları altında verimde önemli artışlar göstermiştir. Ekmeklik Kenanbey ve Demir ve makarnalık Kızıltan 91 ve Mirzabey çeşitlerinde dönemlere ve gübre uygulama dozlarına bağlı olarak verimde önemli olmayan azalış ve artışlar görülmüş, Ç.1252 çeşidinde ise önemli artışlara rastlanmıştır.

6. SONUÇLAR

Sarı Pas Hastalığının Yansıma Değerleri Üzerinden Tespitinde Etkili Spektral Bant Bölgelerinin Değerlendirilmesi

Yapılan gözlemler, varyans analiz (Tek Yönlü ANOVA) tekniği kullanılarak değerlendirilmiş, elde edilen sonuçlara göre, hastalık teşhisinde erken-orta gelişme döneminde görünür bölge bantlarının, orta-geç dönemde ise Yakın Kızıl Ötesi bantlarının daha belirleyici olduğu değerlendirilmiştir. Sağlıklı buğday bitkisi ile karşılaştırıldığında sarı pas hasatlığı ile bulaşık buğday bitkilerinin spektral yansıma değerleri, aynı gelişme dönemi boyunca görünür bölgede artarken, Yakın Kızıl Ötesi bölgede azalma tespit edilmiştir. Ekmeklik buğday çeşitlerinden hastalık gözlenmeyen Eser, Bayraktar 2000, Kenanbey ve Demir 2000 çeşitlerinde çiçeklenmenin başlangıcı olan (25 Mayıs 2019) erken orta dönemde (10.5.1), görünür bölge bantlarında, düşük yansıma değerleri tespit edilmiş olup, kırmızı bölgeden itibaren yansıma değerlerinde bir artış gözlemlenmiştir. Dane bağlama dönemi olan (06 Haziran 2019) orta-geç dönemde (10.5.3) ve süt olum dönemi olan geç dönemde (10.5.4) Yakın Kızıl Ötesi bölgede ise yansıma değerlerinde bir azalma belirlenmiştir.

Makarnalık çeşitler de ekmeklik çeşitlere benzer şekilde çiçeklenme başlangıcı (25 Mayıs 2019) dönemi, erken orta dönemde (10.5.1) görünür bölge bantlarında, düşük yansıma değerleri gözlenirken, en yüksek yansıma değerlerine, hastalık gözlenmeyen bitkilerde kırmızı bölgeden itibaren özellikle Yakın Kızıl Ötesi bölgede belirlenmiştir. Gelişmenin ileri aşamalarında Yakın Kızıl Ötesi bölge bantlarında yansıma değerlerinde azalma eğilimi belirlenmiştir.

Sarı Pas Hastalığının Tespitinde Kullanılabilecek Hassas Bant Bölgelerinin Belirlenmesi

Yürütülen çalışma kapsamında, sarı pas hastalığının tespit edilmesinde sapa kalkma sonu çiçeklenme başlangıcı erken döneminde (10.5.1) kullanılacak olan hassas bant bölgeleri ekmeklik buğday çeşitleri için görünür bölgede **619-767 nm**, dane dolum ve süt olum dönemini içine alan geç dönem (10.5.3-10.5.4) için ise Yakın Kızıl Ötesi bölgede ise **820-1070 nm** aralığında, makarnalık çeşitler için ise, erken dönemde (10.5.1) kullanılacak olan hassas bant bölgeleri **586-733 nm**, geç dönemde ise (10.5.3-10.5.4), **768-951 nm** bant bölgelerinin dikkat çekici olduğu belirlenmiştir.

Ekmeklik eşitler için, Hastalık dozu uygulamalarına göre yapılan değerlendirmede; **Eser eşidi** erken dönemde %25 ve %50 hastalık dozlarında ve orta-geç dönemde ise bütün hastalık dozlarında (%0, %25, %50, %100) hastalık şiddetinin aynı oranda (+%12.46) arttığı gözlenmiş olup birim alan verimi değerlendirildiğinde tüm hastalık uygulama dozlarından elde edilen ortalama verim, hastalık gözlenmeyen uygulamadan elde edilen verimden daha düşük (-%29.35) olduğu belirlenmiştir.

Farklı hastalık uygulama dozlarının tamamı erken ve erken-orta dönemde hastalık şiddetinde artışa neden olduğu gözlenmiş olup, hastalık gözlenmeyen bitkiyle karşılaştırıldığında (255.68 kg/da) hastalıklı bitkilerin birim alan verimlerinde önemli azalmaların (180.62 kg/da) olduğu belirlenmiştir. Erken ve erken-orta dönemde hastalık dozları arasındaki hastalık artış %'si +12.46 olarak hesaplanmıştır. Fenolojik dönemler arası hastalık şiddeti değişim değerlerinin sınırlı olduğu belirlenmiştir. Birim alan veriminde en fazla azalma %100 hastalık uygulama dozunda belirlenirken (151.99 kg/da), bunu %50 ve %25 hastalık uygulama dozlarının izlediği belirlenmiştir.

Fe, Zn ve Fe+Zn gübre dozu uygulaması yapılan bitkilerle gübreleme yapılmayan bitkiler karşılaştırıldığında, birim alan verimlerinde dikkat çekici bir azalma (Fe₅ hariç) gözlenmiştir. En fazla azalma Fe₁₀ ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ uygulama dozlarında belirlenmiştir. Hastalık şiddetinde dikkat çekici değişimler gözlenmezken, farklı gübre dozu uygulamalarının verimde azalmalara neden olduğu belirlenmiştir. Tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, Eser eşidinin sarı pas hastalığına karşı hassas reaksiyon gösterdiği ve gübre uygulamalarının hastalık şiddetini artırıcı ve verimin azalması yönünde etkili olduğu belirlenmiştir.

Bayraktar 2000 eşidinde hastalık uygulaması yapılmayan grup (% 0) ile sarı pas dozlarının (%25, %50, %100) uygulandığı gruplar arasında hastalık şiddetinde yüksek oranda değişim belirlenmiştir. Özellikle erken-orta (10.5.3) ve erken (10.5.1) dönemde dozlar arasındaki hastalık değişim oranları yüksek olarak belirlenmiştir. En yüksek değişim %100 hastalık dozunda orta-geç dönemde, hastalık gözlenmeyen bitki grubuyla karşılaştırıldığında hastalık şiddetinde +%400 artış olarak belirlenmiştir. Diğer taraftan, fenolojik dönemler dikkate alınarak yapılan gözlemler sonucu hastalık şiddetleri arasındaki farkların sınırlı düzeyde olduğu belirlenmiştir. Hastalık dozu uygulamaları ile hastalık gözlenmeyen bitkiler karşılaştırıldığında birim alan verimleri, %25 sarı pas hastalığı uygulama dozu hariç, diğer dozlarda (%50, %100) verim artış şeklinde gözlenmiş olup, en yüksek verim artışı %50 hastalık uygulama dozunda (531.86 kg/da) belirlenmiştir. Ortalama

verim artışının en fazla Bayraktar 2000 çeşidinde olduğu (438.94 kg/da, +%11.67) belirlenmiştir.

Fe, Zn ve Fe+Zn gübre dozu uygulaması yapılan ve gübreleme yapılmayan bitkiler karşılaştırıldığında, birim alan verimlerinde önemli artışlar (Zn_{7.5} ve Fe₁₀+Zn₁₅ uygulaması hariç) tespit edilmiştir. En fazla birim alan verimi Fe₂₀ gübre uygulamasında (1017.65 kg/da) belirlenmiştir. Bayraktar 2000 çeşidinin sarı pas hastalığının şiddetinden en az etkilenen çeşit olduğu belirlenmiştir.

Demir 2000 çeşidinin, erken dönemde sarı pas hastalık uygulama dozlarından en fazla etkilenen çeşit olduğu belirlenmiştir. Erken dönemde hastalık gözlenen ve hastalık gözlenmeyen bitkiler karşılaştırıldığında en fazla değişimin %100 hastalık uygulama dozunda (+%150) olduğu belirlenmiştir. Fenolojik dönemler karşılaştırıldığında hastalık şiddeti değişimi Kenanbey çeşidinden sonra en fazla gözlenen çeşit olarak değerlendirilmiştir. Hastalık dozu uygulamalarına bağlı olarak hastalık gözlenmeyen bitkinin birim alan veriminde (262.50 kg/da), %25 sarı pas dozu uygulaması hariç (+ 434.56 kg/da) diğer dozlarda (%50, %100) azalma gözlenmiş (-214.16 kg/da, -187.50 kg/da), ortalama birim alan verimi 278.84 kg/da (+%6.19) olarak belirlenmiştir.

Fe, Zn ve Fe+Zn gübre dozu uygulamalarında hastalık gözlenen ve hasta gözlenmeyen bitkiler karşılaştırıldığında, hastalık gözlenmeyen bitkilerde ortalama verim 472.90 kg/da olarak belirlenmiştir. Fe ve Zn uygulamalarında (Zn_{7.5} ve Fe₅+Zn_{7.5} hariç) birim alan verim ortalamalarında azalma gözlenmiştir. En fazla azalma Fe₁₀ dozunda (171.20 kg/da) belirlenmiştir. Fe gübre dozu uygulamalarında (Fe₅, Fe₂₀, Fe₁₀) ortalama verimde önemli düzeyde azalma belirlenirken, bu durumu Zn₁₅, Fe+Zn₂₀₊₃₀, Fe+Zn₁₀₊₁₅ ve Zn₃₀ gübre dozu uygulamalarının izlediği belirlenmiştir.

Kenanbey çeşidinin, erken ve erken-orta dönemde sarı pas hastalık dozlarından fenolojik dönemler itibarıyla en fazla etkilenen çeşit olduğu belirlenmiştir. Hastalık uygulama dozları dikkate alındığında, hastalık gözlenmeyen bitkilerle karşılaştırıldığında, hastalık gözlenen bitkilerde en yüksek hastalık şiddeti artışının erken dönemde (25 Mayıs 2019) %100 hastalık dozunda (+%104.55) olduğu belirlenmiştir. Hastalık dozu uygulamalarına bağlı olarak hastalık gözlenmeyen bitkilerin birim alan ortalama verim (182.70 kg/da) değerlerine göre %100 uygulama dozu hariç (+216.34 kg/da), %25 ve %50 uygulama dozlarında birim alan veriminde azalmalar belirlenmiştir. Ortalama birim alan verimi +185.390 kg/da olarak (+%1.47) belirlenmiştir.

Fe, Zn ve Fe +Zn gübre dozu uygulamalarında hastalık gözlenen ve hasta gözlenmeyen bitkiler karşılaştırıldığında, hastalık gözlenmeyen bitkilerde ortalama verim 730.20 kg/da,

olarak belirlenmiştir. Tüm Fe ve Zn uygulamalarında (Fe_{10} ve $Fe_{10}+Zn_{15}$ hariç) birim alan verim ortalamalarında azalma belirlenmiştir. En fazla azalma Fe_5 dozunda (-216.0 kg/da) belirlenmiştir. Kenanbey çeşidinde Zn uygulama dozlarının ($Zn_{7.5}$, Zn_{15} , Zn_{30}) verimde azalmaya, Fe_{10} ve $Fe_{10}+Zn_{15}$ dozlarının ise artışa neden olduğu belirlenmiştir. Gübre uygulamalarının hastalık şiddeti üzerinde önemli bir etkisi belirlenemezken, verimde sınırlı düzeyde bir değişime neden olduğu saptanmıştır.

Genel olarak Ekmeklik çeşitlerin sarı pas hastalığına olan reaksiyonları değerlendirildiğinde; Eser çeşidinin hastalığa dayanıklı olduğu yorumu yapılmıştır. Hastalık dozları arasındaki etkileşim incelendiğinde, Eser çeşidi dışındaki diğer tüm çeşitlerde farklı hastalık dozu uygulamalarının hastalık şiddetinde değişen düzeylerde değişime neden olabileceği gözlenmiştir. Eser çeşidi dışındaki diğer tüm ekmeklik çeşitlerin sarı pas hastalığına karşı dayanıklılığının sınırlı (hassas) olduğu gözlenmiştir. Eser dışında diğer ekmeklik çeşitlerin tamamında (Bayraktar 2000, Kenanbey, Demir 2000) tüm fenolojik dönemler incelendiğinde, hastalık gözlenmeyen bitkilerle karşılaştırıldığında hastalık şiddetinde önemli oranda artışlara neden olduğu gözlenmiştir.

Hastalıktan en fazla etkilenen hassas çeşit olarak erken, erken-orta ve orta-geç dönemde, Bayraktar 2000 çeşidinin dikkat çektiği, benzer şekilde yine aynı dönemlerde bunu Demir 2000 çeşidinin takip ettiği belirlenmiştir. Orta hassas grubunda yer alan Kenanbey çeşidi ise tüm fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde önemli oranda artışlar göstermiştir.

Fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde, farklı hastalık uygulama dozlarında en fazla reaksiyonu, Bayraktar 2000 çeşidi erken-orta dönemde (06 Haziran 2019) (10.5.3) göstermiştir. Bu dönemde hastalık uygulaması yapılmayan grupla karşılaştırıldığında değişen düzeylerde reaksiyon farklılıkları bütün hastalık uygulama dozlarında belirlenmiştir. Bu dönemde en yüksek değişim %100 hastalık dozu uygulaması yapılan (+%400) grupta belirlenmiştir. Bu durumu sırasıyla %50 dozu (+%350) ve %25 hastalık dozu (+%300) uygulamalarının takip ettiği belirlenmiştir. Birim alan ortalama veriminin hastalık gözlenmeyen bitkilerle karşılaştırıldığında daha fazla (+%11.67) olduğu belirlenmiştir.

Demir 2000 çeşidi yine erken dönemde farklı hastalık uygulama dozlarından en fazla etkilenen çeşit olduğu belirlenmiştir. Bu dönemde hastalık gözlenmeyen bitkilerle karşılaştırıldığında göre en yüksek değişim %100 hastalık uygulama dozunda (+%150) saptanmıştır. Bu durumu %50 hastalık dozu takip etmektedir. Kenanbey çeşidinde erken dönemde (25 Mayıs 2019) özellikle %100 ve %50 hastalık uygulama dozunda hastalık şiddetinde önemli değişimler gözlenmiş olup (+%104.55 ve +%53.41) farklı gruplar

içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Ortalama birim alan verimleri dikkate alındığında hastalık gözlenmeyen bitkilerden daha fazla verim elde edildiğini (+%6.19) göstermektedir. Bütün fenolojik gelişme dönemleri göz önüne alındığında, Demir 2000 çeşidinin %100 hastalık dozu uygulamasında erken (25 Mayıs 2019) ve erken-orta (06 Haziran) fenolojik gelişme döneminde yapılan istatistik değerlendirme sonucu en önemli grupta olduğu belirlenmiştir. Özellikle erken-orta dönem (06 Haziran 2019) istatistiki olarak açıdan önemli olarak ($F=31.04$, $df= 3$; $p<0.000$) değerlendirilmiştir. Demir 2000 çeşidini Kenanbey çeşidi takip etmiş olup, bütün fenolojik dönemlerde yüksek hastalık şiddeti değerleri gözlenmiştir. Özellikle orta-geç dönemde (15 Haziran) yapılan istatistiki değerlendirme sonucu önemlilik yönüyle en öndeki grup'ta yer aldığı tespit ($F=20.517$, $df= 3$; $p<0.000$) edilmiştir Kenanbey çeşidinde birim alandan elde edilen ortalama verimin, hastalık gözlenmeyen bitkiden elde edilen verimden daha fazla (+%1.47) olduğu belirlenmiştir.

Kenanbey ve Demir 2000 çeşitleri bütün fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinden en fazla etkilenen çeşitler olarak değerlendirilmiş olup, yüksek hastalık şiddeti değerleri gözlenmiştir. Erken dönemde (25 Mayıs 2019), Demir 2000 çeşidinde hastalık gözlenmeyen bitkilerle karşılaştırıldığında hastalık uygulama dozları arasındaki farkın önemli olduğu, erken-orta dönemde ise hastalık gözlenmeyen bitkiler ile %50 ve %100 hastalık dozları arasında hastalık şiddeti arasında önemli farklar belirlenmiştir.

Makarnalık Çeşitler İçin, Hastalık Dozlarına Göre Yapılan Değerlendirmede;

Kızıltan 91 çeşidinde, erken-orta dönemde (06 Haziran 2019) hastalık gözlenmeyen bitkilerle karşılaştırıldığında farklı uygulama dozlarında, hastalık şiddetinde en yüksek artışlar belirlenmiştir Bu grupta en yüksek artışlar %25 ve %50 uygulama dozlarında (+%238.74) belirlenmiştir. Hastalık gözlenmeyen bitkinin birim alan verimi 411.53 kg/da olarak ölçülmüş olup, diğer tüm hastalık dozu uygulamalarında önemli düzeyde verim kayıpları gözlenmiştir. En yüksek verim kaybına %50 hastalık dozunda (104.18 kg/da) rastlanmıştır. Hastalık uygulama dozlarında ortalama verim 196.13 kg/da olarak ölçülmüş olup, hastalık gözlenmeyen uygulamalarla karşılaştırıldığında verimde ortalama %52.34' lük bir kayıp belirlenmiştir.

Gübre uygulamaları birim alan verimleri değerlendirildiğinde, gübresiz bitkiye göre (720.41 kg/da) Kızıltan 91 çeşidinde tüm Fe uygulamalarında Fe_{20} dozu hariç artış gözlenirken, çinko (Zn) uygulamalarında Zn_{15} hariç azalışlar gözlenmiştir. Fe+Zn uygulamalarında $Fe_5+Zn_{7.5}$ uygulaması hariç diğerlerinde verimde azalışlar gözlenmiştir. Kızıltan 91 çeşidinde genel olarak Fe uygulamaları verimde artışa sebep olmuştur.

Makarnalık Çeşit-1252 çeşidinde, farklı hastalık dozu uygulamalarının hastalık şiddeti üzerindeki değişimi (%HŞ) en çok dane dolum döneminde (06 Haziran 2019) ve süt olum döneminde (15 Haziran 2019) görülmüştür. Hastalık şiddeti (%HŞ) üzerindeki değişim en çok dane dolum döneminde %25 hastalık dozunda görülmüştür (+%193.33).

Hastalık gözlenmeyen bitki grubu birim alanı verimi 141.68 kg/da iken, diğer tüm hastalık dozu uygulamalarında önemli verim artışları gözlenmiştir. En yüksek verim artışına %50 hastalık dozunda rastlanmıştır (311.06 kg/da). Hastalık uygulama dozlarında ortalama verim 289.61 kg/da olurken, hastalısız uygulamaya göre ortalama verimde +%104.41 'lük bir artış görülmüştür.

Fe, Zn ve Fe+Zn gübre dozu uygulamaları birim alan verimi özelliği yönüyle değerlendirildiğinde, gübre uygulaması yapılmayan bitkilere göre (983.63 kg/da) Çeşit-1252 çeşidinde, tüm Fe uygulamalarında Fe₁₀ dozu dışında bir azalma belirlenirken, Zn uygulamalarında Zn₃₀ dışındaki uygulamalarda azalmalar belirlenmiştir. Fe+Zn uygulamalarında Fe+Zn_{5+7.5} uygulaması hariç diğer uygulamalarda verimde azalmalar tespit edilmiştir. Çeşit-1252 çeşidinde genel olarak Fe₁₀, Zn₃₀ ve Fe₅+Zn_{7.5} uygulamalarının verimde artışa neden olduğu saptanmıştır.

Eminbey çeşidinde, farklı hastalık dozu uygulamalarının hastalık şiddeti üzerindeki değişimi en çok erken-çiçeklenme döneminde (25 Mayıs 2019) ve %100 hastalık dozunda (+%335.52) belirlenmiştir.

Hastalık gözlenmeyen bitkilerin birim alan verimi 280.84 kg/da olarak belirlenirken, %50 hastalık dozu uygulaması hariç (+ 438.86 kg/da), %25 ve %100 uygulama dozlarında verimde azalmalar gözlenmektedir. Hastalık uygulama dozlarında ortalama verim +297.73 kg/da olarak ölçülmüş olup, hastalık gözlenmeyen uygulamalara göre verimde ortalama +%6.01 düzeyinde bir artış belirlenmiştir.

Gübre dozu uygulamalarında birim alan verimi birlikte değerlendirildiğinde, gübre uygulaması yapılmayan bitkilerle (284.32 kg/da) karşılaştırıldığında Eminbey çeşidinde tüm Fe, Zn ve Fe+Zn uygulamalarında (Fe₅+Zn_{7.5} dozu uygulaması hariç) birim alan verimlerinde önemli artışlar belirlenmiştir. Verimde en yüksek artış Zn₃₀ dozunda (1059.84 kg/da) tespit edilmiştir.

Mirzabey 2000 çeşidinde, farklı hastalık dozu uygulamalarının hastalık şiddeti üzerindeki değişimi, erken dönemde (25 Mayıs 2019) ve dane dolum döneminde (06 Haziran 2019) saptanmıştır. Hastalık şiddeti üzerindeki değişim, en çok erken-çiçeklenme döneminde %100 hastalık dozunda (+%100) belirlenmiştir. Hastalık gözlenmeyen bitkilerin birim alan verimleri (76.05 kg/da) olarak belirlenirken, diğer bütün hastalık dozu uygulamalarında

birim alan veriminde önemli artışlar belirlenmiştir. Verimde en fazla artış, %100 hastalık dozunda belirlenmiş olup, hastalık uygulama dozlarında ortalama verim +206.51 kg/da olarak tespit edilmiş ve hastalık gözlenmeyen uygulamaya göre verimde ortalama +%171.55 'lük bir artış belirlenmiştir.

Gübre dozu uygulamaları birim alan verimi yönüyle değerlendirildiğinde, gübre uygulaması yapılan bitkilerle karşılaştırıldığında (776.91 kg/da) Mirzabey 2000 çeşidinde Fe uygulamalarında, Fe₅ dozu hariç Fe₁₀ ve Fe₂₀ dozlarında verim artışı, Zn uygulamalarında Zn₁₅ dozunda verim artışı, Zn_{7.5} ve Zn₃₀ dozlarında verimde azalma ve tüm Fe+Zn dozu uygulamalarında önemli verim artışları olduğu belirlenmiştir.

Genel olarak Makarnalık çeşitlerin sarı pas hastalığına olan reaksiyonları değerlendirildiğinde; Fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde, farklı hastalık dozu uygulamalarının hastalık reaksiyonları incelendiğinde, hastalık şiddetinin tüm fenolojik dönemlerde artış eğilimi gösterdiği belirlenmiştir.

Makarnalık çeşitler birlikte değerlendirildiğinde en fazla artışın, Kızıltan 91 çeşidi dışında ki çeşitlerde mevsim içi dönem olan erken çiçeklenme başlangıcı döneminde gerçekleştiği belirlenmiştir (25 Mayıs 2019). Eminbey çeşidi erken dönemde (25 Mayıs 2019) en fazla hastalıktan etkilenen (F=75.272, df= 3; p<0.000) çeşit olarak belirlenmiştir. Kızıltan 91 çeşidinde erken-orta dönemde (06 Haziran 2019)) hastalık şiddetinde önemli artışlar (F=30.163, df= 3; p<0.000) belirlenmiştir. Bu durumu sırasıyla yine bu dönemde artış belirlenen Eminbey çeşidi (F=28.947, df= 3, p<0.000) ve geç dönemde Çeşit-1252 çeşidinde gözlenen artışlar takip etmiştir (F=13.379, df= 3, p<0.000). Tüm fenolojik dönemler dikkate alındığında en önemli hastalık şiddeti artışları erken dönemden (25 Mayıs 2019) başlayarak Eminbey çeşidinde %100 hastalık dozu uygulamasında belirlenmiştir (+%335.52). Bu dönemi erken-orta dönemin (+%58.83) ve orta-geç dönemin (+%25) takip ettiği saptanmıştır. Makarnalık Kızıltan 91 çeşidi, erken-orta dönemde (06 Haziran 2019) yüksek düzeyde hastalıktan etkilenmiş (+%238.74) olup, Eminbey çeşidinden sonra dikkat çekmiştir. Erken-orta dönemde Mirzabey 2000 çeşidi hastalık şiddetinde önemli artışlar göstermiştir.

Hastalıktan en fazla etkilenen hassas çeşitlerin erken dönemde, Eminbey ve Mirzabey 2000 çeşitleri olduğu geç dönemde Kızıltan 91 ve Çeşit-1252 çeşitleri olduğu belirlenmiştir. Hastalık reaksiyonu olarak en hassas çeşidin Eminbey çeşidi olduğu bunu sırasıyla Kızıltan 91 çeşidi takip etmiş olup, Mirzabey 2000 çeşidinin hastalık reaksiyonunun orta-hassas, Çeşit-1252 çeşidinin hastalık reaksiyonunun dayanıklı olduğu belirlenmiştir.

Gübre Uygulamalarının Hastalık Şiddetine Olan Etkilerinin Değerlendirilmesi;

Eser çeşidinin gübre dozu uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde, Fe gübre dozu (Fe₅, Fe₁₀, Fe₂₀) uygulamalarının özellikle erken ve erken-orta dönemde istatistiki olarak ($p \leq 0.05$) önemli olduğu belirlenmiş olup, hastalık şiddetinde azalma gözlenmiştir. Fe gübre dozu uygulamalarından Fe₁₀ ve Fe₂₀ dozlarında erken dönemde hastalık şiddetinde en fazla azalma (-%28.57 ve -%22.23) gözlenmiştir ($F=14.667$, $df= 3$, $p<0.00$). Orta-geç dönemde (15 Haziran 2019) Fe₂₀ dozunda hastalık şiddetinde azalma (-%22.23) belirlenmiştir ($F=22.000$, $df= 3$, $p<0.001$). Erken dönemde Zn_{7.5} ve Zn₁₅ gübre dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde artış (+%28.58 ve +%14.29) görüldüğü saptanmıştır. Ayrıca Zn₁₅ dozunda erken-orta ve orta-geç dönemde hastalık şiddetinde artış tespit (+%16.67) edilmiştir. Tüm fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde, hastalık şiddeti değişimleri en çok Fe gübre dozu uygulamalarında erken-orta ve orta-geç dönemde, Zn uygulamaları için ise erken, erken-orta ve orta-geç dönemde ($p<0.001$) belirlenmiştir. Fe+Zn uygulamalarında farklı fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde bir değişiklik belirlenmemiştir.

Kenanbey çeşidinde tüm fenolojik dönemler göz önüne alındığında, Fe uygulamalarının özellikle erken ve erken-orta dönemde ($p<0.05$) önemli etkisinin olduğu ve hastalık şiddetinde artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Erken dönemde Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₃₀ uygulama dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde artış olduğu (+%71.40 ve +%35.67 ve +%7.12) belirlenmiştir ($F= 8.702$, $df=3$, $p<0.001$). Erken-orta dönemde (06 Haziran 2019) Zn₁₅ dozunda hastalık şiddetinde artma (+%6.25), Zn_{7.5} ve Zn₃₀ dozlarında hastalık şiddetinde azalma (-%6.25) tespit edilmiştir. Orta-geç dönemde (15 Haziran 2019) bütün Zn uygulama dozlarında (Zn_{7.5}, Zn₁₅, Zn₃₀) hastalık şiddetinde azalma (-%54 ve -%66 ve %57) belirlenmiştir Farklı Fe+Zn doz uygulamalarında erken dönemde (25 Mayıs 2019) hastalık şiddetinde artma gözlenirken, en fazla artış Fe+Zn₂₀₊₃₀ dozunda belirlenmiştir ($F=3.066$, $df=3$, $p<0.001$). Kenanbey çeşidinde tüm fenolojik dönemlerdeki Fe ve Zn dozu uygulamaları (Erken dönemdeki Fe+Zn uygulamaları hariç) hastalık şiddetinin değişiminde önemli ($p<0.001$) olduğu belirlenmiştir.

Bayraktar 2000 çeşidinde bütün fenolojik dönemler göz önüne alındığında, Fe gübre dozu uygulamaları özellikle erken-orta ve orta-geç dönemde yüksek korelasyon değerleri göstermiş olup, hastalık şiddetini artırdığı (+%37.49 ve +%20.03) dikkat çekmiştir ($F= 7.135$, $df=3$, $p<0.001$). Zn dozu uygulamaları genel olarak uygulama dozlarına göre değişmekle birlikte hastalık şiddetinde hem artış, hem de azalma yönünde etkili olmuştur. Zn_{7.5} dozu uygulması tüm fenolojik dönemlerde azalma yönünde etkili olurken, Zn₁₅ dozu

ise hastalık şiddetinin artması yönünde etkili olduğu belirlenmiştir. Fe+Zn dozu uygulamalarında hastalık şiddetinde erken ve erken-orta dönemde artışlar belirlenmiştir.

Demir 2000 çeşidinde bütün fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde, Fe dozu uygulamaları özellikle erken ve orta-geç ve geç dönemde yüksek korelasyon değerleri göstermiş olup, hastalık şiddetinde artış (+%71.40 ve +%14.29) tespit edilmiştir ($F=20.533$, $df=3$, $p<0.001$). Zn uygulamaları genel olarak tüm fenolojik dönemlerde hastalık şiddetini azaltması yönünde etkili olmuş, erken dönemde $Zn_{7.5}$ ve orta-geç dönemde Zn_{30} dozu uygulamalarının hastalık şiddetinde artışa neden olduğu belirlenmiştir (+%28.55 ve +%14.29). Fe+Zn dozu uygulamalarının farklı fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde hem artışa ve hem de azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. En fazla hastalık şiddeti artışı, Fe+Zn_{5+7.5} uygulama dozunda (+%28.55) saptanmıştır.

Kızıltan 91 çeşidinde bütün fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde, Fe doz uygulamaları özellikle erken ve erken-orta dönemde hastalık şiddetinde azalmaya (-%55.33) orta-geç dönemde artırmaya (+%14.29) neden olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistiki değerlendirmede erken dönemde Fe dozu uygulamalarının ve Zn dozu uygulamalarının hastalık şiddetini azaltması yönünde etkili olduğu $F=7.974$, $df=3$, $p<0.000$) belirlenmiştir. Orta-geç (15 Haziran 2019) dönemde Zn dozu uygulamalarının hastalık şiddetini artırması yönünde önemli ($F=4.703$, $df=3$, $p<0.000$), yine aynı dönemde Fe+Zn uygulamalarının ise yine hastalık şiddetinin artırması yönünde önemli olduğu saptanmıştır ($F=10.577$, $df=3$, $p<0.000$).

Çeşit-1252 çeşidinde tüm Fe dozu uygulamalarının bütün fenolojik dönemleri birlikte değerlendirildiğinde, hastalık şiddetinde önemli azalmalara neden olduğu belirlenmiştir. Hastalık şiddetindeki en fazla değişim erken dönemde (25 Mayıs 2019) Zn uygulama dozlarında (-%63.80) belirlenmiştir. Orta-Geç (15 Haziran 2019) dönemde genel olarak bütün Fe+Zn doz uygulamalarının hastalık şiddetini azalttığı gözlenmiştir. En fazla azalmalar Fe₅, Fe₁₀, Fe₂₀, Zn₃₀, Fe+Zn_{5+7.5} ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ dozlarında (-%25) belirlenmiştir. Geç dönemde (23 Haziran 2019) hastalık değişimi en fazla Zn_{7.5}, Zn₃₀ ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ uygulama dozlarında (%63.33) belirlenmiştir.

Eminbey çeşidinde bütün fenolojik dönemler göz önüne alındığında, genel olarak tüm fenolojik dönemlerde gübre dozu uygulamalarına bağlı olarak hastalık şiddetinde önemli artışlar belirlenmiştir. Fe₁₀, Fe₂₀ dozu uygulamalarında, (Fe₅ dozu uygulaması hariç) Zn dozu uygulamalarında ve Fe+Zn uygulamalarında hastalık şiddetinde önemli artışlar tespit edilmiştir. En fazla artışlar erken dönemde Zn₃₀, Fe+Zn₁₀₊₁₅, Fe+Zn₂₀₊₃₀ dozlarında belirlenmiştir (+%155.97 ve +%103.04).

Mirzabey 2000 çeşidinde bütün fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde, Fe uygulamaları genel olarak hastalık şiddetinde azalmaya neden olurken, bu azalma en çok erken dönemde (25 Mayıs 2019) (-%16.69) belirlenmiştir. Orta-geç dönemde Fe₁₀, Fe₂₀, Zn_{7.5}, Zn₃₀ dozları Fe+Zn_{5+7.5}, Fe+Zn₁₀₊₁₅, Fe+Zn₂₀₊₃₀ doz uygulamalarında hastalık şiddetinde artış belirlenmiştir. En fazla artış oranı orta-geç dönemde Zn₃₀ dozu uygulamasında (+%45.25) belirlenmiştir.

Hastalık Şiddetine Bağlı Olarak Verimdeki Değişimlerin Değerlendirilmesi;

Hastalık Dozu Uygulamalarına Göre Yapılan Değerlendirmede;

Ekmeklik çeşitler için: Verim tahmininde erken dönemin (25 Mayıs 2019, 10.5.1) etkili olduğu belirlenmiştir.

Kenanbey çeşidi dışında (15 Haziran 2019, 10.5.4) tüm ekmeklik çeşitler için özellikle erken dönemde (25 Mayıs 2019, 10.5.1) hesap edilen spektral indekslerin verim tahmininde etkili olduğu saptanmıştır.

Bayraktar 2000 çeşidi verim özelliği yönüyle hastalık şiddetinden en az etkilenen çeşit olduğu belirlenmiş olup, en yüksek birim alan verimi elde edilmiştir.

Kenanbey ve Demir 2000 çeşitlerinde tüm fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde hastalık şiddetinde önemli artışlar belirlenmesine karşın, verimde önemli bir değişim belirlenmemiştir.

Eser çeşidinde hastalık şiddetinde önemli değişimler gözlenmezken, tüm hastalık uygulama dozlarından (%25, %50, %100) elde edilen verim, hastalık (%0) uygulaması yapılmayan verimden daha düşük (-%29.35) olarak ölçülmüştür.

Genel olarak çeşitlerin hastalığa reaksiyonu açısından verim özelliği değerlendirildiğinde; Bayraktar 2000 çeşidinin sarı pasa dayanıklılık açısından daha dayanıklı, Demir 2000 ve Kenanbey çeşidinin orta hassas, Eser çeşidinin ise daha hassas olduğu belirlenmiştir.

Makarnalık çeşitler için; Verim özelliği yönüyle yapılan değerlendirmede hastalık gözlenmeyen bitkilerle karşılaştırıldığında, hastalık dozu uygulamalarından (%25, %50, %100) en az etkilenen çeşit Mirzabey 2000 ve Çeşit-1252 olduğu belirlenmiştir. Hastalık gözlenmeyen bitkilerle karşılaştırıldığında, hastalık uygulanan çeşitlerde sınırlı verim artışları gözlenmiştir. Bu durum Mirzabey 2000 ve Çeşit-1252 çeşitlerinin hastalığa karşı toleranslı olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Eminbey çeşidinin hastalık uygulamalarından sınırlı düzeyde etkilendiği belirlenmiştir. Verim ortalamaları üzerinde yapılan bir

değerlendirmede sarı pas hastalığından en fazla etkilenen (hassas) makarnalık çeşidin Kızıltan 91 olduğu belirlenmiştir.

Makarnalık çeşitlerin verimlerinin tahmininde hastalığa olan reaksiyonları farklı uygulama dozlarında, fenolojik dönemlere göre yansıma değerlerinden elde edilen indeks değerleri ile test edilmiş olup, erken dönemde (25 Mayıs 2019, 10.5.1) elde edilen korelasyon değerlerinin yüksek ve verim tahmininde etkili olduğu belirlenmiştir.

Gübre Dozu Uygulamalarına Bağlı Olarak Verimdeki Değişimlerin Değerlendirilmesi;

Ekmeklik çeşitler için, Eser çeşidinde, gübre uygulaması yapılmayan birim alan verimleri dikkate alındığında genel olarak Fe, Zn ve Fe+Zn uygulama dozlarının tamamı (Fe₅ dozu hariç) gübre uygulaması yapılmayan uygulamaya göre verimde azalışlara neden olduğu belirlenmiştir. Eser çeşidi verim özelliği yönüyle gübre uygulamalarından olumsuz (verimde azalma) yönde etkilenmiştir.

Bayraktar 2000 çeşidinde, genel olarak (Zn_{7.5} ve Fe₁₀+Zn₁₅ uygulaması hariç) tüm gübre uygulamaları verimde artışa neden olmuştur. Genel olarak gübre uygulamalarının verim artışında etkili olduğu belirlenmiştir. Bayraktar 2000 çeşidi farklı dozda gübre uygulamalarından olumlu yönde etkilenmiş, erken-orta ve orta-geç dönemlerde hastalık şiddetinde artışlar gözlenmesine rağmen, birim alan verimlerinde artışlar belirlenmiştir.

Kenanbey çeşidinde, genel olarak birim alan verim artışında Fe ve Fe+Zn gübre uygulama dozlarının etkili olduğu, Zn dozları ise verimde azalma yönünde etkili olduğu belirlenmiştir. Fe₁₀ ve Fe+Zn₁₀₊₁₅ uygulamaları hariç diğer tüm gübre uygulama dozları, gübre uygulaması yapılmayan grupla karşılaştırıldığında, verimde olumsuz yönde önemli azalmalar göstermiştir. Farklı dozda gübre uygulamaları verimi olumsuz yönde etkilemiş olup, erken ve erken-orta dönemlerdeki hastalık şiddetindeki artışlara bağlı olarak parsel verimlerinde azalmalar belirlenmiştir

Demir 2000 çeşidinde, Zn_{7.5} ve Fe+Zn_{5+7.5} uygulamaları hariç diğer tüm gübre dozu uygulamaları, gübre uygulaması yapılmayan grupla karşılaştırıldığında verimi olumsuz yönde etkilenmiş olup, birim alan verimlerinde azalmalar belirlenmiştir. Farklı gübre dozu uygulamaları verimi olumsuz etkilenmiş olup, erken ve orta-geç dönemlerdeki hastalık şiddetinde artışlara bağlı olarak birim alan verimlerinde azalmalar belirlenmiştir.

Makarnalık çeşitler için: Kızıltan 91 çeşidinde, gübre uygulaması yapılan grupla karşılaştırıldığında en yüksek verime hastalık şiddetindeki değişimin, en fazla azalma şeklinde etkili olduğu erken dönemdeki Fe gübre uygulama dozlarında rastlanmıştır. Gübre

uygulanması yapılmayan grupla karşılaştırıldığında, en fazla verim artışları Fe₅, Fe₁₀ ve Fe+Zn_{5+7.5} gübre dozu uygulamalarında belirlenmiş olup, diğer gübre uygulama dozlarında verimde azalmalar belirlenmiştir. Erken dönemde (25 Mayıs 2019) gübre dozu uygulamaları ile hastalık şiddeti arasındaki yüksek korelasyonlara Fe dozu uygulamalarında rastlanmış, bu durumu Zn dozu uygulamaları izlemiştir.

Çeşit-1252 çeşidinde, gübre uygulanması yapılan grupla karşılaştırıldığında en yüksek verim artışı, hastalık şiddetindeki değişimin en fazla azalma eğiliminde olduğu erken dönemde (25 Mayıs 2019) Fe₁₀ gübre uygulama dozunda (1197.39 kg/da) Zn₃₀ (1206.61 kg/da) ve Fe+Zn_{5+7.5} dozlarında belirlenmiştir. Genel olarak erken ve geç dönemde Fe ve Fe+Zn doz uygulamaları ile hastalık şiddeti arasındaki korelasyonlar yüksek olduğu için verimde artışlar belirlenmiştir. Gübre uygulamaları genel olarak hastalık şiddetinde azalmalara neden olduğu ve bu durumun bir sonucu olarak verimde artışlar belirlenmiştir.

Eminbey çeşidi bütün fenolojik gelişim dönemlerinde hastalık şiddetinde artışlar göstermiş olup, gübre dozu uygulamalarının neredeyse tamamının hastalık şiddetinde artışa neden olduğu belirlenmiştir. Gübre uygulanması yapılmayan grupla karşılaştırıldığında en yüksek verim artışları Zn₃₀ ve Fe₁₀ gübre uygulama dozlarında belirlenmiştir. Fe+Zn_{5+7.5} gübre dozu uygulamaları hariç tutulduğunda bütün gübre uygulamalarında birim alan verimlerinde önemli artışlar belirlenmiştir. Tüm fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde, hastalık şiddetinde önemli artışlar gözlenmesine karşın, gübre uygulanması yapılmayan grupla karşılaştırıldığında verimde önemli artışlar gözlenmiştir.

Mirzabey 2000 çeşidinde, tüm fenolojik dönemlerle birlikte değerlendirildiğinde Fe+Zn uygulamasının içerisinde yer aldığı orta-geç dönem hariç diğer tüm dönemlerde ve tüm gübre doz uygulamalarında, hastalık şiddetinde azalmalara neden olduğu belirlenmiştir. Gübre uygulanması yapılmayan grupla karşılaştırıldığında en fazla verim artışları, Fe₁₀ ve Fe+Zn₂₀₊₃₀ dozlarında belirlenmiştir. Fe₅, Zn_{7.5} ve Zn₃₀ dozları dışındaki gübre uygulama dozlarında verimde artışlar gözlenmiştir. Erken ve erken-orta dönemde Zn ve Fe+Zn uygulamalarının hastalık şiddetinde azalmalara neden olduğu ve verimde artışlara yol açtığı, geç dönem Zn uygulamalarında ise hastalık şiddetinde artışlar ve verimde azalmalar olduğu saptanmıştır.

Araştırmada öne çıkan bazı sonuçlar ve değerlendirmeler şu şekildedir.

Hastalık dozu uygulama sonuçları değerlendirildiğinde;

1. Ekmeklik ve makarnalık çeşitlerde iki ve üç bantlı spektral indeksler kullanılarak sarı pas hastalığının tahmin edilmesinde, iki büyüme aşaması etkili olarak belirlenmiştir. **Erken-ve erken-orta** büyüme aşamasında (çiçeklenme başlangıcı-dane dolum) hastalığın tespiti ve kontrol edilmesi, **orta-geç** büyüme aşamasında (süt dolum-Sararma) ise ürün kayıplarının tahmin edilmesinin önemli olduğu görülmektedir.

2. Tüm fenolojik dönemler birlikte değerlendirildiğinde hastalıktan en fazla etkilenen (hassas) ekmeklik çeşit Bayraktar 2000 olup, bu çeşidi yine aynı dönemlerde Demir 2000 çeşidi izlemektedir. Kenanbey çeşidi orta hassas reaksiyon grubunda değerlendirilmiş olup, Eser çeşidinin hastalığa dayanıklı (toleranslı) olduğu belirlenmiştir.

3. Hastalıktan en fazla etkilenen makarnalık (hassas) çeşitlerin, erken dönemde Eminbey ve Mirzabey 2000, geç dönemde ise Kızıltan 91 ve Çeşit-1252 olduğu belirlenmiştir. Hastalığa reaksiyonu olarak en hassas çeşidin Eminbey olduğu, Kızıltan 91 çeşidinin bunu takip ettiği, Mirzabey 2000 çeşidinin orta hassas, Çeşit-1252 çeşidinin ise hastalığa dayanıklı olduğu gözlenmiştir.

4. Sarı pas hastalığının bitki üzerindeki etkileri değerlendirildiğinde, ekmeklik çeşitlerden Bayraktar 2000, makarnalık çeşitlerden ise Eminbey çeşidinin bütün fenolojik dönemlerde hastalık dozu uygulanmayan ve gübre uygulaması yapılmayan gruplarla karşılaştırıldığında hem hastalık şiddeti düzeylerinde, hem de birim alan verimlerinde, önemli artışlar belirlenmiştir. Belirlenen bu durum, Bayraktar 2000 ve Eminbey çeşitlerinde gübre uygulamalarının sarı pas hastalığına karşı dayanıklılığı olumlu yönde etkilediği sonucunu çıkarmaktadır.

5. Eser, Kenanbey ve Demir 2000 çeşitlerinin birim alan verimleri özelliğiyle gübre uygulamalarından olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Kızıltan 91 ve Çeşit-1252 çeşitleri gübre uygulaması yapılan grupla karşılaştırıldığında, en yüksek birim alan verim değerlerinin erken dönemde Fe uygulama dozlarında elde edildiği belirlenmiştir.

6. Farklı hastalık dozu uygulamalarından en az etkilenen çeşit Mirzabey 2000 ve Çeşit-1252 çeşitleri olarak değerlendirilmiştir. Hastalık gözlenmeyen grupla karşılaştırıldığında verim artışları belirlenmiştir. Bu durum Mirzabey 2000 ve Çeşit-1252 çeşitlerinin hastalığa karşı dayanıklı olması sonucu ile açıklanabilmektedir.

7. Ekmeklik ve makarnalık çeşitlerde özellikle erken dönemde (25 Mayıs 2019, 10.5.1 hesap edilen spektral indekslerin verim tahmininde etkili olduğu belirlenmiştir.

Gübre dozu uygulama sonuçları değerlendirildiğinde;

Ekmeklik çeşitler için;

1. Genel olarak gübre uygulaması yapılmayan grupla karşılaştırıldığında, Fe dozu uygulamaları birim alan verimlerinde Bayraktar 2000 çeşidinde artışa, diğer çeşitlerde (Eser, Kenanbey, Demir 2000) azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Zn dozu uygulamalarında, Bayraktar 2000 çeşidinde önemli verim artışları Zn₁₅ ve Zn₃₀ uygulama dozlarında belirlenmiştir. Fe+Zn uygulama dozlarında ise yine Bayraktar 2000 çeşidinde verimde artışlar belirlenmiştir (Fe+Zn₁₀₊₁₅ hariç). Diğer çeşitlerde (Eser, Kenanbey, Demir 2000) azalma belirlenmiştir.

2. Bayraktar 2000 çeşidinde tüm fenolojik gelişim dönemlerinde hastalık şiddetinde artış gözlenmiş, tüm Fe uygulama dozları tüm gelişme dönemi süresince hastalık şiddetini arttırmış, Zn_{7.5} dışındaki diğer Zn uygulama dozları ve Fe+Zn₁₀₊₁₅ haricinde diğer Fe+Zn uygulama dozları verimde yüksek artışlara neden olduğu belirlenmiştir. Sarı pas hastalığından en az etkilenen Bayraktar, Fe, Zn ve Fe+Zn uygulamalarına toleransı en yüksek çeşit olarak bulunmuştur. Hastalık şiddetinden en az etkilenen çeşit olarak belirlenmiştir.

3. Eser çeşidinde tüm fenolojik dönemlerde hastalık şiddetinde azalış gözlenmiş, Fe gübre dozu uygulamalarının hastalık şiddetinde azalmalara neden olduğu, Zn dozu uygulamaları, erken dönemde hastalık şiddetinde artışa, erken-orta ve orta-geç dönemde hem artışa ve hem de azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Eser çeşidinde tüm gübre uygulama dozlarında verimde önemli azalmalar belirlenmiştir. Gübre uygulaması yapılan grupla karşılaştırıldığında Fe₅ dozu hariç diğer tüm gübre uygulamalarının verimde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir.

4. Kenanbey çeşidinde bütün fenolojik gelişim dönemlerinde hastalık şiddetinde artışlar gözlenmiş, gübre uygulamalarından Fe uygulamasının orta-geç dönem hariç diğer dönemlerde hastalık şiddetinde artışa neden olduğu belirlenmiştir. Zn uygulamalarının erken dönem hariç, diğer tüm dönemlerde hastalıkta azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Fe+Zn gübre uygulamalarının erken dönem hariç, hastalık şiddetinde azalmaya neden olduğu gözlenmiştir. Gübre uygulama dozlarının birim alan verimlerine olan etkisi değerlendirildiğinde, Fe₁₀ ve Fe+Zn₁₀₊₁₅ dozları hariç verimde azalmalar olduğu belirlenmiştir.

5. Demir 2000 çeşidinde tüm fenolojik dönemlerinde hastalık şiddetinde artış gözlenmiş, gübre uygulamalarının mevsim içi gelişme dönemlerindeki hastalık şiddeti

değişiminde değişen düzeylerde etkili olduğu belirlenmiştir. Gelişme dönemlerinde hastalık şiddeti değerleri, gübre uygulama dozlarına göre azalma ve artışlar şeklinde birlikte görülebilmektedir. Tüm Fe gübre uygulamalarında verimde azalmalar belirlenmiş olup, $Zn_{7.5}$ ve $Fe+Zn_{5+7.5}$ gübre uygulama dozları hariç diğer uygulama dozlarında verimde azalmalar belirlenmiştir.

Makarnalık çeşitler için;

1- Kızıltan 91 çeşidinde, tüm fenolojik gelişim dönemlerinde hastalık şiddetinde artış belirlenmiştir. Fe gübre uygulamalarında erken ve erken-orta dönemde hastalık şiddetinde azalma, geç dönemde artış belirlenmiştir. Zn uygulama dozlarının hastalık şiddetinde hem azalma hem de artışa neden olduğu gözlenmiştir. Fe+Zn uygulaması erken ve erken-orta dönemde hastalık şiddetinde azalmaya, orta-geç ve geç dönemde artışa neden olduğu belirlenmiştir. Fe ve Zn dozu uygulamalarından Fe_5 , Fe_{10} , Zn_{15} ve $Fe+Zn_{5+7.5}$ verimde artışa neden olduğu belirlenmiştir.

2- Çeşit-1252 çeşidinde bütün fenolojik gelişim dönemlerinde hastalık şiddetinde artış gözlenmiş, fakat gübre uygulamalarının bütün dozları genel olarak hastalık şiddetinde azalmalara neden olduğu belirlenmiş olup, Fe_{10} , Zn_{30} , $Fe+Zn_{5+7.5}$ dozlarında verimde artışlar belirlenmiştir. Zn uygulamalarında hastalık şiddetinde en fazla azalma Çeşit-1252 çeşidinde belirlenmiştir. Makarnalık grup içinde Çeşit-1252 çeşidinin hastalığı en iyi tolere edebilen çeşit olduğu belirlenmiştir.

3- Eminbey çeşidinde tüm fenolojik gelişim dönemlerinde hastalık şiddetinde artış gözlenmiş olup, gübre uygulama dozlarının hemen hemen tamamı hastalık şiddetinde artışa neden olduğu belirlenmiştir. Eminbey çeşidi, Fe uygulamalarında hastalığı en iyi tolere eden çeşit olarak belirlenmiş olup, bu durumu Kızıltan 91 ve Mirzabey 2000 çeşitlerinin izlediği tespit edilmiştir. Çeşit-1252 'de hastalık reaksiyonlarının genel olarak benzer olduğu belirlenmiştir. $Fe+Zn_{5+7.5}$ gübre dozu dışındaki diğer bütün Fe ve Zn uygulama dozlarında verimde artışlar belirlenmiştir. Eminbey çeşidinde Fe uygulamaları tüm dozlarda (Fe_5 , Fe_{10} , Fe_{20}) verimde artışlar gösterirken, benzer şekilde Zn uygulamalarının tüm dozlarında ($Zn_{7.5}$, Zn_{15} , Zn_{30}) verimde artışlar gözlenmiştir. Zn uygulamalarında hastalığı en iyi tolere eden çeşit Eminbey olarak belirlenmiştir. Diğer çeşitler verim özelliği yönüyle değerlendirildiğinde Zn gübrelemeye karşı olumlu bir reaksiyon göstermediği belirlenmiştir.

4- Mirzabey 2000 çeşidinde tüm fenolojik gelişim dönemlerinde hastalık şiddetinde artışlar gözlenmiş, gübre uygulamalarından Fe+Zn gübre uygulamalarının da içerisinde yer aldığı orta-geç dönem hariç diğer tüm dönemlerde ve dozlarda hastalık şiddetinde azalmalar

belirlenmiştir. Fe₅, Zn_{7.5} ve Zn₃₀ uygulama dozları dışındaki dozlarda verimde artışlar belirlenmiştir. Fe+Zn uygulama dozları, tüm dozlarda verimde artış göstermiştir. Eminbey çeşidinde, Fe+Zn_{5+7.5} dozunda verimde azalma, diğer dozlarda artma, Kızıltan 91 ve Çeşit-1252 çeşitlerinde Fe+Zn_{5+7.5} dozunda artış, diğer dozlarda verimde azalmalar belirlenmiştir (Tablo 6.1).



Tablo 6. 1. Hastalık Gözlenmeyen ve Gübre Uygulaması Yapılmayan Ekmeklik ve Makarnalık Çeşitlerin Hastalık-Gübre-Verim İlişkileri

	Çeşitler	Hastalık Uygulama dozları (%0, %25, %50, %100)			Hastalık Değerlendirmesi (Genel)	Gübre Dozu Uygulamaları-Hastalık Şiddeti (%) Fe, Zn, Fe+Zn												Birim Alan Verimleri (kg/da)									Verim Değerlendirmesi (Genel)
		Fenolojik Dönemler				Fe				Zn				Fe+Zn				Fe			Zn			Fe+Zn			
		Erken Dönem (25 Mayıs 2019)	Erken-Orta (06 Haziran 2019)	Orta-Geç (15 Haziran 2019)		Erken	Erken-Orta	Orta-Geç	Geç	Erken	Erken-Orta	Orta-Geç	Geç	Erken	Erken-Orta	Orta-Geç	Geç	Fe ₅	Fe ₁₀	Fe ₂₀	Zn _{7,5}	Zn ₁₅	Zn ₃₀	Fe+Zn _{5+7,5}	Fe+Zn ₁₀₊₁₅	Fe+Zn ₂₀₊₃₀	
Ekmeklik Çeşitler	Eser	-	-	-	Toleranslı	-	-	-	0	+	+/-	+/-	0	-	0	0	0	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Bayraktar 2000	+	+	+	Hassas	-/+	+	+/-	+	-	-/+	-/+	+	+/-	+	+/-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+
	Kenanbey	+	+	+	Orta-Hassas	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
	Demir 2000	+	+	+	Hassas	+/-	0	-/+	+	+/-	-	-/+	+	+/-	-/+	+/-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
Makarnalık Çeşitler	Kızıltan 91	+	+	+	Hassas	-	-	+	0	+/-	-	+	0	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-
	Çeşit-1252	+	+	+	Toleranslı	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	
	Eminbey	+	+	+	Hassas	+	+	+	+	+	+	+	-/+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	
	Mirzabey 2000	+	+	+	Orta-Hassas	-	-	+	-/+	-	-	+/-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+

Ekmeklik çeşitlerde hastalık şiddetini belirlemede fenolojik dönemlere göre farklı hastalık uygulama dozlarında (%0, %25, %50, %100) öne çıkan indeksler ve bant aralıkları değerlendirildiğinde;

Ekmeklik çeşitler için; Kenanbey dışında Eser, Bayraktar 2000 ve Demir 2000 çeşitleri erken-orta dönemde, Kenanbey çeşidi ise orta-geç dönemde yüksek korelasyon göstermiş, bütün ekmeklik çeşitler için etkili bant bölgesi RED+RED EDGE+NIR aralığında, Kenanbey çeşidi ise Yakın Kızıl Ötesi (NIR) aralığında yer almış ve hastalık şiddeti değerlerinde artış (+) gözlenmiştir. Ekmeklik çeşitler için öne çıkan indeksler; **PhRI, NPCI, SRPI, GI, MSR, YRI, GNDVI, RVSİ** olarak belirlenmiştir (Tablo 6.2)

Makarnalık çeşitler için; Eminbey ve Çeşit-1252 çeşitlerinde erken dönemde, Mirzabey 2000 çeşidinde erken-orta dönemde, Kızıltan 91 çeşidinde orta-geç dönemde yüksek korelasyon göstermiştir. Kızıltan 91 çeşidinde RED+RED EDGE+NIR bölgede, Çeşit-1252 çeşidinde GREEN+RED bölgede, Eminbey çeşidinde GREEN+RED+RED EDGE bölgede, Mirzabey 2000 çeşidinde GREEN+RED+RED EDGE bölgedeki bant aralıklarında etkili olmuş ve hastalık şiddeti reaksiyonlarında artış (+) belirlenmiştir. Makarnalık çeşitler için öne çıkan indeksler; **SRPI, TCARI, NRI, MSR, LCCI, NPCI, NBNDVI, PSRI, PR** olarak belirlenmiştir (Tablo 6. 2).

Tablo 6. 2. Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Farklı Hastalık Uygulama Dozlarının Fenolojik Dönelmlere Göre Hastalık Şiddeti (%HŞ) Takibinde Etkili Hassas Spektral Bölgeler ve İndeksler

Çeşit	Hastalık Dozu (%)	R ²	Bant Aralığı (nm)	Etkili Bant Bölgesi	Etkili Dönem	% HŞ	Etkili İndeksler	Korelasyon Aralığı (R ²)
Eser	%25, %50, %100	0.566	672-796	Red+Red Edge+NIR	Erken -Orta	+	NPCI, SRPI, PSRI, NRI, GI	0.256-0.212
Kenanbey	%25, %50, %100	0.472	915-1089	YakınKızıl Ötesi (NIR)	Orta-Geç	+	NRI, GI, MSR, YRI	0.521-0.380
Bayraktar 2000	%25, %50, %100	0.671	670-775	Red+Red Edge+NIR	Erken -Orta	+	PhRI, NPCI, SRPI, GNDVI, GI	0.399-0.274
Demir 2000	%25, %50, %100	0.464	677-800	Red+Red Edge+NIR	Erken -Orta	+	PhRI, NPCI, SRPI, RVSİ, WI	0.288-0.222
Kızıltan 91	%25, %50, %100	0.181	680-874	Red+Red Edge+NIR	Orta-Geç	+	SRPI, NPCI, PSRI, LCCI, NBNDVI	0.514-0.472
Çeşit-1252	%25, %50, %100	0.371	540-654	Green+Red	Erken	+	TCARI, NBNDVI, NVI, CARI, LCCI	0.442-0.413
Eminbey	%25, %50, %100	0.523	575-712	Green+Red+Red Edge	Erken	+	NRI, PSRI, ARI, GI, NPCI	0.607-0.402
Mirzabey 2000	%25, %50, %100	0.437	544-736	Green+Red+Red Edge	Erken -Orta	+	WI, MSR, NDVI, NBNDVI, CARI	0.480-0.457

Yürütülen çalışma kapsamında hastalığın belirlenmesinde kullanılacak spektral bant bölgeleri; **Ekmeklik çeşitler için;** Visible bölgede (RED+RED EDGE) **619-767 nm**, Yakın

Kızıl Ötesi (NIR) Bölgede **820-1070 nm** (NIR), **Makarnalık çeşitlerde için;** Visible Bölgede (GREEN+RED+RED EDGE) **586-733 nm**, Yakın Kızıl Ötesi (NIR) Bölgede **768-951 nm** bant aralıklarının etkili olduğu belirlenmiştir (Tablo. 6. 3).

Tablo 6. 3. Ekmeklik ve Makarnalık Çeşitlerde Farklı Sarı Pas Hastalık Uygulama Dozlarında (%0, %25, %50, %100) Hastalık Tespiti için Yansıma Değerleri Kullanılarak Belirlenmiş Etkili Spektral Bant Aralıkları (nm)

Bölgelere Göre Bant Aralıkları (nm)			
	Çeşitler	Görünür (Visible)	Yakın Kızıl Ötesi (NIR)
Ekmeklik	Eser	672-796	726-1076
	Kenanbey	457-695	915-1089
	Bayraktar 2000	670-775	842-1058
	Demir 2000	677-800	796-1058
	Ortalama	619-767	820-1070
Makarnalık	Kızıltan 91	685-830	680-874
	Çeşit-1252	540-654	865-1033
	Eminbey	575-712	829-1004
	Mirzabey 2000	544-736	699-893
	Ortalama	586-733	768-951

Ekmeklik ve makarnalık buğday çeşitlerinde farklı gübre uygulama dozlarında fenolojik dönemlere göre hastalık şiddetinin izlenmesinde etkili spektral bant bölgeleri ve indeksler

Ekmeklik çeşitlerde hastalık şiddetini belirlenmesinde fenolojik dönemlere göre farklı gübre uygulama dozlarında öne çıkan indeksler ve bant aralıkları değerlendirildiğinde;

Ekmeklik çeşitler için; Kenanbey ve Demir 2000 çeşitlerinde geç dönemde, Eser çeşidinde orta-geç dönemde, Bayraktar 2000 çeşidinde erken-orta dönemde yüksek korelasyon belirlenmiştir. Bütün ekmeklik çeşitler için etkili bant bölgesi VISIBLE+RED+RED EDGE +NIR aralığında yer almakta olup, hastalık şiddeti değerlerinde artış (+) gözlenmiştir. Ekmeklik Çeşitler için öne çıkan indeksler **RDVI, DVI, TVI, GNDVI, NLI, NVI, ARI, LCCI, YRI, PSRI** olarak saptanmıştır (Tablo. 6. 4).

Makarnalık çeşitler için; Eminbey çeşidi erken-orta dönemde, Mirzabey 2000 çeşidi orta-geç dönemde, Kızıltan 91 çeşidinde erken dönemde, Çeşit-1252 çeşidinde orta-geç dönemde yüksek korelasyonlar belirlenmiştir. Mirzabey 2000 çeşidi dışında bütün makarnalık çeşitler için etkili bant bölgesi RED+RED EDGE+NIR aralığında yer almakta olup, hastalık şiddeti değerlerinde artış (+) belirlenmiştir. Mirzabey 2000 çeşidi için etkili bant bölgesi GREEN+RED olarak belirlenmiştir. Makarnalık çeşitler için öne çıkan indeksler **LCCI, SIPI, PSRI, NDVI, NBNDVI, MSR, GNDVI, NLI, YRI** olarak saptanmıştır (Tablo. 6. 4).

Tablo 6. 4. Ekmeklik ve Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Farklı Gübre Dozu Uygulamalarının Fenolojik Dönemlere Göre Hastalık Şiddeti (%HŞ) Takibinde Etkili Spektral Bölgeler ve İndeksler

Çeşitler	Gübre	R ²	Bant Aralığı (nm)	Etkili Bant Bölgesi	Etkili Dönem	% HŞ	Etkili İndeksler	Korelasyon Aralığı (R ²)
Eser	Zn	0.522	675-819	Red+NIR	Orta-Geç** *	+	RDVI, DVI, TVI	0.720-0.676
Kenanbey	Fe	0.716	402-1076	Visible+ NIR	Geç** **	+	ARI, NLI, GNDVI, RVI, NVI	0.780-0.704
Bayraktar 2000	Fe+Zn	0.507	675-704	Red+Red Edge	Erken-Orta**	-/+	DVI, RDVI, NLI, TVI, YRI	0.781-0.616
Demir 2000	Fe	0.499	510-905	Green+Red+Red Edge +NIR	Geç	+	LCCI, GNDVI, NVI, RDVI, PSRI	0.866-0.808
Kızıltan 91	Fe	0.507	719-912	Red Edge+ NIR	Erken*	-	SIPI, PSRI, NDVI, NBNDVI, LCCI	0.768-0.694
Çeşit-1252	Fe+Zn	0.621	685-855	Red+ NIR	Orta-Geç	-	LCCI, MSR, NDVI, SIPI, PSRI	0.755-0.754
Eminbey	Fe+Zn	0.573	692-871	Red+Red Edge+ NIR	Erken-Orta	+	LCCI, GNDVI, SIPI, NBNDVI, PSR	0.902-0.827
Mirzabey 2000	Zn	0.632	547-692	Greenl+Red	Orta-Geç	-/+	NLI, WI, YRI, DVI, RVSI	0.797-0.646
*: Erken Dönem (25 Mayıs 2019) **: Erken-Orta Dönem (06 Haziran 2019) ***: Orta-Geç Dönem (15 Haziran 2019) ****: Geç Dönem (23 Haziran 2019)								

Ekmeklik çeşitler için gübre uygulamalarında fenolojik dönemlere göre hastalık şiddetinin belirlenmesinde öne çıkan indeksler

Eser çeşidinde Fe, Zn ve Fe+Zn gübre uygulamalarının erken ve erken-orta dönemde hastalık şiddetinin azalmasına neden olduğu belirlenmiştir. Erken dönemde Fe gübre uygulaması ile hastalık şiddetinin belirlenmesinde **PRI** ve **RVI** erken-orta dönemde Zn uygulaması ile hastalık şiddetinin belirlenmesinde **RDVI** ve **TVI** indeksleri, Fe+Zn uygulamaları ile hastalık belirlenmesinde **ARI** indeksinin etkili olduğu gözlenmiştir.

Kenanbey çeşidinde Fe gübre uygulamasında geç dönemde **GNDVI** indeksi hastalık şiddetinin artmasına neden olurken, Zn gübre uygulamasında geç dönemde **NLI** ve **YRI** indeksi hastalık şiddetinin azaltılmasına, erken dönemde ise Fe+Zn uygulamasında **ARI** ve **MCARI** indeksinin hastalık şiddetinin azaltılmasında etkili olduğu belirlenmiştir.

Bayraktar 2000 çeşidinde Fe gübre uygulamasında orta-geç dönemde **RDVI** indeksi hastalık şiddetinin artmasını, Zn gübre uygulamasında orta-geç dönemde **TVI** indeksinin hastalık şiddetinin artırmasına, orta-geç dönemde ise Fe+Zn gübre uygulamasında **RDVI** ve **TVI** indekslerinin hastalık şiddetinin azaltılmasında etkili olduğu belirlenmiştir.

Demir 2000 çeşidinde Fe gübre uygulamasında orta-geç dönemde **GNDVI** ve **RDVI** indeksi hastalık şiddetinin artmasına, Zn gübre uygulamasının erken dönemde **RDVI** indeksi hastalık şiddetinin azalmasına, orta-geç dönemde ise Fe+Zn gübre uygulamasında **RDVI**, **TVI** ve **MCARI** indekslerinin hastalık şiddetinin azaltılmasında etkili olabileceği belirlenmiştir.

Ekmeklik çeşitlerde; Fe uygulamalarında hastalığın şiddetinin izlenmesinde etkili indeksler, hastalık azaltılmasında **PRI** ve **RVI**, hastalık artışında **GNDVI** ve **RDVI**, Zn uygulamaları ile hastalığın şiddetinin izlenmesinde etkili indeksler, hastalığın azaltılmasında **RDVI**, **NLI**, **YRI** hastalık artışında **TVI** indeks, Fe+Zn uygulamaları ile hastalığın şiddetinin izlenmesinde etkili indeksler, hastalığın azalmasında **ARI**, **RDVI**, **TVI** ve **MCARI** indekslerin etkili olabileceği belirlenmiştir (Tablo 6. 5).

Makarnalık çeşitler için gübre uygulamalarında fenolojik dönemlere göre hastalık şiddetinin belirlenmesinde öne çıkan indeksler

Kızıltan 91 çeşidinde Fe gübre uygulamasında orta-geç dönemde **SIPI**, **PSRI** ve **LCCI** indeksleri hastalık şiddetinin artışında, Zn gübre uygulamasında erken-orta dönemde **MCARI** ve **PRI** indeksleri hastalık şiddetinin artışında, orta-geç dönemde ise Fe+Zn uygulamasında **NBDVI**, **NDVI** ve **GNDVI** indeksleri hastalık şiddetini azaltılmasında etkili olabileceği belirlenmiştir.

Çeşit-1252 çeşidinde Fe gübre uygulamasında erken-orta dönemde **DVI** indeksi, hastalık şiddetinin azaltılmasında, Zn gübre uygulamasında, erken dönemde **MCARI**, **PRI** ve **GNDVI** indekslerin hastalık şiddetinin azalmasında, orta-geç dönemde ise Fe+Zn gübre uygulamalarının **LCCI**, **NDVI**, **SIPI** ve **PSRI** indeksleri sayesinde hastalık şiddetinin azaltılmasında etkili olabileceği belirlenmiştir.

Eminbey çeşidinde Fe gübre uygulamasında erken-orta dönemde **LCCI** ve **GNDVI** indeksleri hastalık şiddetinin azaltılmasında, Zn gübre uygulamasında erken-orta dönemde **GNDVI** indeksi hastalık şiddetinin azaltılması, erken-orta dönemde ise Fe+Zn gübre uygulamasında **LCCI**, **GNDVI**, **SIPI** ve **NBNDVI** indekslerinin hastalık şiddetinin azaltılmasında etkili olabileceği belirlenmiştir.

Mirzabey 2000 çeşidinde Fe gübre uygulamasında erken-orta dönemde **DVI** ve **GNDVI** indeksleri hastalık şiddetinin azaltılmasında, Zn gübre uygulamasında orta-geç dönemde **NLI** indeksi, hastalık şiddetinin azaltılmasında, erken dönemde ise Fe+Zn gübre uygulamasında **LCCI**, **SIPI**, **PSRI** ve **GNDVI** indekslerinin hastalık şiddetinin azaltılmasında etkili olabileceği belirlenmiştir.

Makarnalık çeşitlerde Fe uygulamalarında hastalığın şiddetinin izlenmesinde etkili indeksler hastalık azaltılmasında **DVI** ve **GNDVI**, hastalık şiddetinin artışında **SIPI** ve **PSRI**, Zn uygulamalarında hastalık şiddetinin izlenmesinde etkili indeksler **GNDVI** ve **PRI**, hastalık şiddetinin artmasında **MCARI** indeks, Fe+Zn gübre uygulamaları ile hastalığın izlenmesinde ve hastalık şiddetinin azaltılmasında **LCCI**, **NDVI**, **GNDVI**, **PSRI**, **SIPI**, **NBNDVI**, **GNDVI** indekslerin etkili olabileceği belirlenmiştir (Tablo. 6. 5).

Tablo 6. 5. Fenolojik Dönemlere Göre Gübre Uygulamalarında Hastalık Tespitinde Etkili Bant Bölgeleri ve İndeksler

Çeşit	Uygulama	Fenolojik Dönem	Bant Aralığı	Bant Bölgesi	Etkili İndeksler
Ekmeklik	Fe	Erken	-	-	PRI, RVI (-)
		Erken-Orta	-	-	-
		Orta-Geç	675-1071	Blue+Green+Red+Red Edge +NIR	RDVI, GNDVI (+)
		Geç	402-1076	-	GNDVI (+)
	Zn	Erken	677-1036	Red+Red Edge+NIR	RDVI (-)
		Erken-Orta	-	-	RDVI (-), TVI (+)
		Orta-Geç	675-819	-	-
		Geç	819-1079	-	NLI, YRI (-)
	Fe+Zn	Erken	447-1058	Blue+Green+Red+Red Edge +NIR	ARI, MCARI (-)
		Erken-Orta	675-704	-	ARI (-)
		Orta-Geç	-	Red Edge+NIR	RDVI, TVI, MCARI (-)
		Geç	729-1074	-	-
Makarnalık	Fe	Erken	692-912	Red+Red Edge+NIR	-
		Erken-Orta	689-1016	-	DVI, LCCI, GNDVI (-)
		Orta-Geç	419-726	Blue+Green+Red+Red Edge +NIR	SIPI, PSRI, LCCI (+)
		Geç	510-1035	-	-
	Zn	Erken	712-890	Red+Red Edge+NIR	MCARI, PRI, GNDVI (-)
		Erken-Orta	689-987	-	MCARI, PRI (+), GNDVI (-)
		Orta-Geç	-	-	-
		Geç	675-921	-	-
	Fe+Zn	Erken	695-887	Red+Red Edge+NIR	SIPI, PSRI, GNDVI (-)
		Erken-Orta	692-871	-	LCCI, GNDVI, SIPI, NBNDVI (-)
		Orta-Geç	685-855	-	NBNDVI, NDVI, GNDVI, LCCI, NDVI, SIPI, PSRI (-)
		Geç	685-855	-	-

*(+): Hastalık şiddetine artış (-): Hastalık şiddetinde azalış

Fenolojik Dönemler:

10.5.1: Erken Dönem (Çiçeklenme Başlangıcı)

10.5.3: Erken-orta Dönem (Dane Dolum Dönemi)

10.5.4: Orta-geç Dönem (Süt Olum Dönemi)

11.1 : Geç Dönem (Sarma)

Gelecekte daha lokal çalışmalarla yerel çeşitler için bu çalışmaların Fe, Zn ve diğer gübre uygulamaları ile hastalık gelişimine olan etkilerinin farklı fenolojik dönemler için ortaya konularak, teyit edilmesi ve doğruluğunun hassasiyetinin artırılması gerekmektedir. Önerilen bu çalışmanın yapılabilmesi için hastalıklı yaprak boyutlarının çözünürlüklerinin artırılması ve buna bağlı olarak iyi bir sınıflandırma modeli oluşturulması için, en iyi spektral bant kombinasyonlarını belirlemek önemlidir. Daha fazla sarı pas hastalık reaksiyon seviyesi tasarlayarak farklı gelişim aşamalarında, farklı dozda gübre uygulamalarının hastalık şiddeti (%HŞ) ile spektral vejetasyon indeksler (SVI) arasındaki sayısal ilişkinin ortaya konulmasına yönelik regresyon analizleri geliştirilebilir.

Son yıllarda kışlık buğdayda sarı pas hastalığında ortaya çıkan stresin otomatik olarak tespitinde düşük maliyetli, alçak irtifa platformuna sahip insansız hava araçları üzerinde yersel çözünürlüğü yüksek ileri teknoloji makine öğrenim tekniği potansiyelini kullanan multispektral ve hiperspektral kameralar kullanarak sarı pas hastalığı gelişimi izlenebilmektedir. Bu yöntem kullanılarak elde edilen hastalık sonuçları lokal düzey verilerden elde edilen spektral sonuçlarla karşılaştırılarak doğrulama analizleri yapılabilmektedir. Sonuç olarak sarı pas hastalığının geniş üretim alanlarında belirlenmesi veya ayırt edilmesine yönelik olarak kullanılacak spektral bantlar ve bunlara ilişkin performansı yüksek bitki örtüsü indeksleri (SVI) önerilmiştir. Son yapılan çalışmalarda sarı pas hastalığının tarla şartlarında belirlenmesi veya ayırt edilmesinde %90 civarında doğruluklar elde edilmektedir. Özellikle sağlıklı ve sarı pas hastalığı gözlenen buğday bitkisinin ayırt edilmesinde en güçlü vejetasyon indeksler **Yakın Kızıl Ötesi (NIR)** ve Kırmızı (Red) bölgenin içinde yer alan **SVI**, **RVI**, **NDVI** ve **OSAVI** olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu indeksler kullanılarak sarı pas hastalığının mevsim içi görülebilme zamanları ve hastalık şiddeti değerleri erken ve doğru olarak belirlenebilecek ve hastalığın kontrol edilebilmesi için en uygun yöntem veya fungusit uygulamaları için erken dönemde hazırlık yapılabilecektir.

KAYNAKLAR

- Abburu, S. and Golla, S. B. 2015. Satellite image classification methods and techniques: A review. *International Journal of Computer Applications*, 119(8), 20-25
- Acevedo, M. A. and Villanueva -Rivera, L. J. 2006. From the field: Using automated digital recording systems as effective tools for the monitoring of birds and amphibians. *Wildlife Society Bulletin*, 34(1), 211-214.
- Agrios, G. N. 2005. *Plant pathology*. 5th edn, Elsevier Academic Press, California, USA.
- Akan, K. 2019. Sarı Pas (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) hastalığına dayanıklı makarnalık buğday hatlarının geliştirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6: 661-670.
- Aktas, H., Karaman M., Tekdal, S., Kılıç, H. and Kendal E. 2012. Evaluating of yield losses caused by yellow rust pressure in some bread wheat genotypes. 13th *International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference*. Beijing, China. Abstract book: Volume I., 16 p.
- Alvarez J. and Datnoff L.E. 2001. The economic potential of silicon for integrated management and sustainable rice production. *Crop Prot.* 20, 43–48.
- Al-Wassai, F.A., Kalyankar, N.V. and Al-Zuky, A.A. 2011. *The IHS transformations-based image fusion*. *arXiv preprint arXiv:1107.4396*.
- Aparicio, N. Villegas, D. and Casadesus, J. 2000. Spectral vegetation indices as nondestructive tools for determining durum wheat yield. *Agronomy Journal* 92,83-81.
- Asseng, S., Foster, I. A. N. and Turner, N. C. 2011. The impact of temperature variability on wheat yields. *Global Change Biology*, 17(2), 997-1012.
- Atkinson, D. and McKinlay, R. G. 1997. Crop protection and its integration within sustainable farming systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 64(2), 87-93.
- Bajwa, S.G., Rupe, J.C. and Mason, J. 2017. Soybean disease monitoring with leaf reflectance. *Remote Sensing*. 9, 127. <https://doi.org/10.3390/rs9020127>
- Baret, F. and Guyot, G. 1991. Potentials and limits of vegetation indices for LAI and PAR assessment. *Remote Sens Environ* 35: 161–173
- Batish, D.R., Singh, H.P., Setia, N., Kohli, R.K., Kaur, S. and Yadav S.S. 2007. Alternative control of little seed canary grass using eucalypt oil, *Agronomy for Sustainable Development*, 27, 171–177.
- Bolle-Jones, E.W. and Hilton, R.N. 1956. Zinc-Deficiency of *Hevea brasiliensis* as a predisposing factor to *Oidium* infection. *Nature*, 177(4509), 619-620.
- Bolton, M., Kolmer, J. and Garvin, D. 2008. Wheat leaf rust caused by *Puccinia triticina*. Molecular, *Plant Pathology* 19, 563-575.
- Braun, H.J. and Saari E.E. 1992. An assessment of the potential of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* to cause yield losses in wheat on the Anatolian Plateau of Turkey. *Vortr. Planzenzuchtg.* 24,121-123.
- Bravo, C., Moshou, D., West, J., McCartney, A. and Ramon, H. 2003. Early disease detection in wheat fields using spectral reflectance. *Biosystems Eng.* 84, 137-145.
- Broge, N.H. and Leblanc, E., 2000. Comparing prediction power and stability of broad-band and hyperspectral vegetation indices for estimation of green leaf area index and canopy chlorophyll density. *Remote Sens. Environ.* 76, 156-172.
- Brown P.H., Bellaloui N., Wimmer M.A., Bassil E.S., Ruiz J., Hu H., Pfeiffer H., Dannel F. and Romheld V. 2002. *Boron in plant biology*. *Plant Biol.* 4, 205–223.
- Campbell, J.B., 1996. *Introduction to remote sensing*, The Guilford Press, New York.

- Camprubí A., Estaún V., El Bakali M.A., Garcia-Figueres F., Calvet C. 2007. Alternative strawberry production using solarization, metham sodium and beneficial soil microbes as plant protection methods, *Agron. Sustain. Dev.* 27, 179–184.
- Chen X., 2005. Epidemiology and control of stripe rust (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*) on wheat. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 27(3), 314- 337.
- Chen, J.M. and Cihlar, J. 1996. Retrieving leaf area index of boreal conifer forests using Landsat TM images, *Remote Sensing of Environment*, 55 (2), 153-162. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(95\)00195-6](https://doi.org/10.1016/0034-4257(95)00195-6).
- Chester, K.S. 1950. Plant disease losses: their appraisal and interpretation. *Plant Disease Reporter Supplement* No. 193, 189–362.
- Curtis, B.C., Rajaram, S., Macpherson., 2002. *Wheat in the world*. In: Curtis. B.C., Rajaram, S., Macpherson, H.G. (Eds.). *Bread Wheat Improvement and Production and Protection Series*. FAO. Rome, pp 1-19.
- Daughtry, C.S.T., Walthall, C.L., Kim, M.S., Brown de Colstoun, E. and Mc Murtrey, J.E. 2000. Estimating corn leaf chlorophyll concentration from leaf and canopy reflectance. *Remote Sensing of Environment*, 74, 229–239.
- Delwiche, S. and Kim, M.S., 2000. Hyperspectral imaging for detection of scab in wheat. *Biological Quality and Precision Agriculture*, II (Vol. 4203, pp. 13-20.). International Society for Optics and Photonics.
- Devadas, R., Lamb, D.W., Backhouse, D. and Simpfendorfer, S., 2015. Sequential application of hyperspectral indices for delineation of stripe rust infection and nitrogen deficiency in wheat. *Precision Agric* 16, 477–491 <https://doi.org/10.1007/s11119-015-9390-0>
- Devadas, R., Lamb, D.W., Simpfendorfer, S. and Backhouse D 2009. Evaluating ten spectral vegetation indices for identifying rust infection in individual wheat leaves. *Precision Agric* 10, 459–470. <https://doi.org/10.1007/s11119-008-9100-2>.
- Devlin, R.M., and Witham, F.H. 1983. *Plant Physiology*. 4th Edn., A Division of Wads Worth, Inc., Wadads Worth Publishing Co., Belmont, California,
- Doling, D.A. and Doodson, J. K. 1968. The effect of yellow rust on the yield of spring and winter wheat. *Transactions of the British Mycological Society*, 51(3-4), 427-434.
- Dordas C. and Brown P.H. 2005. Boron deficiency affects cell viability, phenolic leakage and oxidative burst in rose cell cultures, *Plant Soil* 268, 293–301.
- Dordas, C. 2008. Role of nutrients in controlling plant diseases in sustainable agriculture. A review. *Agronomy for sustainable development*, 28(1), 33-46.
- Düşünceli, F., Çetin, L. and Albustan, S., 1996. Occurrence and Impact of wheat stripe rust (*Puccinia striiformis*) in Turkey in 1994/95 crop season. *Cereal rusts and Powdery Mildews Bulletin*.24, Supplement.309 p. Proc. of the 9th CR&PMC,2-6 September 1996, Lunteren, The Netherlands.
- Duveiller, G., Weiss, M., Baret, F. and Defourny, P. 2011. Retrieving wheat green area index during the growing season from optical time series measurements based on neural network radiative transfer inversion. *Remote Sensing of Environment*. 115 (3), 887-896.
- Erdal, İ., Küçükyumuk, Z., Kurt, S.S., and Değirmenci, M. 2017. Effects of seed weights on plant growth and mineral nutrition of wheat and bean plants. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(3), 749-755.
- Eversmeyer, M. G. and Kramer, C.L. 2000. Epidemiology of wheat leaf and stem rust in the central great plains of the USA, *Annual Review of Phytopathology*. 38, 491–513.

- Fowler, David Brian., (September 2018). *In book: Winter Wheat Production Manuel*. Publisher: Ducks Unlimited Canada and Conservation Production Systems Ltd.
- FAOSTAT, 2020 <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. (Erişim tarihi: 30.12.2020)
- Feng, W., Qi, S., Heng, Y., Zhou, Y., Wu, Y., Liu, W., He, L. and Li, X., 2017. Canopy vegetation indices from in situ hyperspectral data to assess plant water status of winter wheat under powdery mildew stress. *Front. Plant Sci.*, 8, 1219. DOI=10.3389/fpls.2017.01219
- Feng, W., Shen, W., He, L., Duan, J., Guo, B., Li, Y., Wang, C. and Guo, T., 2016. Improved remote sensing detection of wheat powdery mildew using dual-green vegetation indices. *Precis. Agric.*, 17, 608-627.
- Filella, I., Serrano, L., Serra, J. and Penuelas, J., 1995. Evaluating wheat nitrogen status with canopy reflectance indices and discriminant analysis. *Crop Sci.* 35, 1400-1405.
- Franke, J. and Menz, G. 2007. Multi-temporal wheat disease detection by multi-spectral remote sensing. *Precision Agriculture*, 8(3), 161-172.
- Gamon, J.A., Penuelas, J. and Field, C.B. 1992, A narrow-waveband spectral index that tracks diurnal changes in photosynthetic efficiency. *Remote Sensing of Environment*, 41(1), 35-44.
- Getie, B., 2015. *Identification, genetic studies and molecular characterization of resistance to rust pathogens in wheat*. Ph. D. thesis. The University of Sydney, Plant Breeding Institute, Cobbitty 222 p.
- Gitelson, A. and Merzlyak, M.N. 1994b. Spectral reflectance changes associate with autumn senescence of *Aesculus hippocastanum* L. and *Acer platanoides* L. leaves. Spectral features and relation to chlorophyll estimation. *Journal of Plant Physiology*, 143, 286-292.
- Gitelson, A., Kaufman, Y.J., Stark, R. and Rundquist, D., 2002. Novel algorithms for remote estimation of vegetation fraction. *Remote Sensing of Environment*, 80, 76-87.
- Gitelson, A.A., Kaufman, Y.J. and Merzlyak, M.N., 1996. Use of a green channel in remote sensing of global vegetation from EOS-MODIS. *Remote Sens. Environ.* 58(3), 289-298.
- Gitelson, A.A., Merzlyak, M.N., and Chivkunova, O.B. 2001. Optical properties and nondestructive estimation of anthocyanin content in plant leaves. *Photochemistry and Photobiology*, 74, 38-45.
- Goel, N.S. and Qin, W. 1994. Influences of canopy architecture on relationships between various vegetation indices and LAI and FPAR: a computer simulation *Remote Sens. Rev.*, 10(4), 309-347, 10.1080/0275725940953225210.
- Goetz, A. F., Vane, G., Solomon, J. E. and Rock, B. N., 1985. Imaging spectrometry for earth remote sensing. *Science*, 228 (4704), 1147-1153.
- Graham D.R., 1983. Effects of nutrients stress on susceptibility of plants to disease with particular reference to the trace elements, *Adv. Bot. Res.* 10, 221-276.
- Graham D.R., Webb M.J. 1991) Micronutrients and disease resistance and tolerance in plants. In: Mortvedt J.J., Cox F.R., Shuman L.M., Welch R.M. (Eds.), *Micronutrients in Agriculture*, 2nd ed. *Soil Science Society of America Inc.*, Madison, Wisconsin, USA, 329-370 pp.
- Grewal, P.S., Gaugler, R. and Wang, Y.I., 1996. Enhanced cold tolerance of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* through genetic selection. *Annals of Applied Biology*, 129(2), 335-341.

- Huang, W.; Lamb, D.W.; Niu, Z.; Zhang, Y.; Liu, L.; Wang, J. Identification of yellow rust in wheat using in-situ spectral reflectance measurements and airborne hyperspectral imaging. *Precis. Agric.* 2007b, 8, 187–119.
- Gupta, R.K., Vijayan, D. and Prasad, T.S. 2001. New hyperspectral vegetation characterization parameters, *Advances in Space Research*, 28(1), 201-206, [https://doi.org/10.1016/S0273-1177\(01\)00346-5](https://doi.org/10.1016/S0273-1177(01)00346-5).
- Haboudane, D., Miller, J.R., Pattery, E., Zarco-Tejad, P.J., Strachan, I.B. 2004. Hyperspectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of crop canopies: Modeling and validation in the context of precision agriculture. *Remote Sens. Environ.* 90, 337–352.
- Haboudane, D., Miller, J.R., Tremblay, N., Zarco-Tejada, P.J. and Dextraze, L. 2002. Integrated narrow-band vegetation indices for prediction of crop chlorophyll content for application to precision agriculture, *Remote Sensing of Environment*, 81(2-3), 416-426.
- Hatfield, P.L. and Pinter Jr, P.J. 1993. Remote sensing for crop protection. *Crop Protection*, 12 (6), 403-413. [https://doi.org/10.1016/0261-2194\(93\)90001-Y](https://doi.org/10.1016/0261-2194(93)90001-Y).
- Huang, N., Niu, Z., Zhan, Y.L., Tappertc, M.C., Wu, C.Y., vd. 2012. Relationships between soil respiration and photosynthesis-related spectral vegetation indices in two cropland ecosystems. *Agricultural and Forest Meteorology*. 160: 80–89
- Huang, W., Guan, Q., Luo, J., Zhang, J., Liang, D., Huang, L. and Zhang, D. 2014. New optimized spectral indices for identifying and monitoring winter wheat diseases. *IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obser. Remote Sens.* 7 (6), 2516-2524.
- Huang, W., Lamb, D.W., Niu, Z., Zhang, Y., Liu, L. and Wang, J. 2007. Identification of yellow rust in wheat using in-situ spectral reflectance measurements and airborne hyperspectral imaging. *Precision Agric* 8, 187–197. doi.org/10.1007/s11119-007-9038-9
- Huber, D.M. 1980a. *The role of mineral nutrition in defense*. In: Horsfall JG, Cowling EB (eds) *Plant disease: An advanced treatise*; Vol 5: *How Plants Defend Themselves*. New York: Academic Press, pp 381-406
- Huber, D.M. and Graham, R.D. 1999b. *The role of nutrition in crop resistance and tolerance to diseases*. In: Rengel Z (ed) *Mineral nutrition of crops: fundamental mechanisms and implications*. New York: Food Products Press, 169-206 pp
- Huber, O., Korn, R., McLaughlin, J., Ohsugi, M., Herrmann, B. G. and Kemler, R. 1996a. Nuclear localization of beta-catenin by interaction with transcription factor LEF-1. *Mechanisms of Development*, 59(1), 3-10. DOI: 10.1016/0925-4773(96)00597-7.
- IBM SPSS Statistics 2014. *IBM SPSS Statistics software version 22*. Chicago.
- Jordan, C.F., 1969. Derivation of leaf area index from quality of light on the forest floor. *Ecology* 50 (4), 663–666.
- Kidwell, K.B., 1990. *Global Vegetation Index User's Guide*, US, -ppt slideplayer.com/slide/4979548/
- Kim, M.S., Daughtry, C.S.T., Chappelle, E.W. and McMurtry, J.E. 1994. The Use of High Spectral Resolution Bands for Estimating Absorbed Photosynthetically Active Radiation (APAR). In *Proceedings of the 6th International Symposium on Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing*, Val d'Isère, France, 17-21 January 1994, pp. 299-306.
- Kolmer, J. A. 2005. Tracking wheat rust on a continental scale. *Current Opinion in Plant Biology*, 8(4), 441-449.
- Krauss A. 1999 Balanced Nutrition and Biotic Stress, *IFA Agricultural Conference on Managing Plant Nutrition*, 29 June-2 July, Barcelona, Spain.

- Large, E. C. (December 1, 1954). Growth Stages In Cereals Illustration Of The Feekes Scale. *Plant Pathology*. 3 (4): 128–129. doi:10.1111/j.1365-3059.1954.tb00716.x.
- Li, G.B., Zeng, S. M. and Li, Z.Q. 1989. *Integrated management of wheat pests* (pp. 185-186). Beijing: Press of Agriculture Science and Technology of China
- Liu, L., Dong, Y., Huang, W., Du, X., Ren, B., Huang, L., ... & Ma, H. (2020). A Disease Index for Efficiently Detecting Wheat Fusarium Head Blight Using Sentinel-2 Multispectral Imagery. *IEEE Access*, 8, 52181-52191.
- Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W. 1994, *Remote sensing and image interpretation*, John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
- Line, R.F., 2002. Stripe rust of wheat and barley in North America: A retrospective historical review. *Annual Review of Phytopathology* 40, 75-118.
- Lu, J., Ehsani, R., Shi, Y., de Castro, A.I. and Wang, S., 2018. Detection of multi-tomato leaf diseases (late blight, target and bacterial spots) in different stages by using a spectral-based sensor. *Sci. Rep.* 2018, 8, 2793.
- Mahlein, A.K., Rumpf, T., Welke, P., Dehne, H.W., Plümer, L., Steiner, U. and Oerke, E.C., 2013. Development of spectral indices for detecting and identifying plant diseases. *Remote Sens. Environ.*, 128, 21–30.
- Mann R.L., Kettlewell P.S., Jenkinson P. 2004. Effect of foliar applied potassium chloride on Septoria leaf blotch of winter wheat. *Plant Pathol.* 53, 653–659.
- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*, 2nd ed. Academic, London, p. 889.
- McIntosh, R.A., Dubcovsky, J., Rogers, W.J., Morris, C., Appels, R. and Xia, X.C. 2009. *Catalogue of gene symbols for wheat: supplement*. <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/supplement2009.pdf> Merton, R.N. and Huntington, J.F. 1999. Early simulation results of the ARIES-1 satellite sensor for multi-temporal vegetation research derived from AVIRIS. *Proceedings of the Eighth Annual JPL Airborne Earth Science Workshop*. NASA, Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California, USA. 8 -14 February 1999.
- Merzlyak, M.N. and Chivkunova, O.B. 2001, Optical properties and nondestructive estimation of anthocyanin content in plant leaves, *Photochemistry and Photobiology*, 74(1), 38-45.
- Merzlyak, M.N., Gitelson, A.A., Chivkunova, O.B., Rakitin, V.Y.U. 1999. Nondestructive optical detection of pigment changes during leaf senescence and fruit ripening. *Physiol Plantarum* 106(1):135–141. doi:10.1034/j.1399-3054.1999.106119.x.
- MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
- Mirik, M., Kassymzhanova-Mirik, S., Elliott, N.C., Catana, V., Bowling, R., Bowling, R., 2006. Using digital image analysis and spectral reflectance data to quantify damage by greenbug (Hemiptera: Aphididae) in winter wheat. *Comput. Electron. Agric.*, 51, 86–98.
- Monteith, J.L. 1972, Solar radiation and productivity in tropical ecosystems, *J. Appl. Ecol.*, 9, 747–766.
- Morgounov, A., Yessimbekova, M., Rsaliev, S., Baboev, S., Mumindjanov, H. and Djunusova, M. 2004. High-yielding winter wheat varieties resistant to yellow and leaf rust in Central Asia. *Proceedings of the 11th International Cereal Rusts and Powdery Mildews Conference*.
- Morsy, M.M., 2012. Induced resistance in faba bean plants for controlling rust disease *Uromyces viciae-fabae* (Pers.) Schrot. Egypt. J. *Phytopathol.*, 40: 1-11.
- Moshou, D., Bravo, C., Oberti, R., West, J., Bodria, L., McCartney, A. and Ramon, H., 2005. Plant disease detection based on data fusion of hyper-spectral and multi-

- spectral fluorescence imaging using Korhonen maps. *Real-Time Imaging* 11(2), 75-83.
- Moshou, D., Bravo, C., West, J., Wahlen, S., McCartney, A. and Ramon, H. 2004. Automatic detection of 'yellow rust' in wheat using reflectance measurements and neural networks. *Computers and Electronics in Agriculture*, 44 (3), 173-188.
- Murray, G., Wellings, C., Simpfendorfer, S. and Cole, C. 2005. *Stripe rust: Understanding the disease in wheat*, New South Wales Department of Primary Industries. Retrieved from [http://www.ricecrc.org/reader/wintercereals/stripe-rust in heat.pdf?MIvalObj=25431&doctype=document&MItypeObj=application/pdf&name=/stripe-rust-in-wheat.pdf](http://www.ricecrc.org/reader/wintercereals/stripe-rust%20in%20heat.pdf?MIvalObj=25431&doctype=document&MItypeObj=application/pdf&name=/stripe-rust-in-wheat.pdf).
- Murray, G.M. and Brown, J.F. 1987, 'The incidence and relative importance of wheat diseases in Australia. *Australasian Plant Pathology*, 16(2), 34-37.
- Muurinen, S., and Peltonen-Sainio, P. 2006. Radiation-use efficiency of modern and old spring cereal cultivars and its response to nitrogen in northern growing conditions. *Field Crops Research* 96(2-3), 363-373.
- Myers, V. I. 1983. *Remote sensing applications in agriculture* (in Manual of Remote Sensing) American Soc. Photogramm. and Rem. Sens., Falls Church, Va 2111-228
- Naidu, R.A., Perry, E.M., Pierce, F.J. and Mekuria, T., 2009. The potential of spectral reflectance technique for the detection of Grapevine leafroll-associated virus-3 in two red-berried wine grape cultivars. *Computers and Electronics in Agriculture* 66, 38-45.
- Nicolas, H. 2004. Using remote sensing to determine of the date of a fungicide application on winter wheat, *Crop Protection*, 23(9), 853-863.
- Nilsson, H.E., 1995a. Remote sensing and image analysis in plant pathology', *Annu. Rev. Phytopathol.*, 33, 489.
- Nilsson, H.E., 1995b. Remote sensing and image analysis in plant pathology, *Canadian Journal of Plant Pathology*, 17, 154-166.
- Ohki, K., 1978. Zinc concentration in soybean as related to growth photosynthesis and carbonic anhydrase activity. *Crop Sci.*, 18: 79-82.
- Oppelt, N. and Mauser, W., 2004. Hyperspectral monitoring of physiological parameters of wheat during a vegetation period using AVIS data. *International Journal of Remote Sensing* 25 (1), 145-159.
- Parker, S.R., Shaw, M.W. and Royle, D.J. 1995, 'The reliability of visual estimates of disease severity on cereal leaves', *Plant Pathology*, 44, 856-864.
- Peñuelas, J., Baret, F., Filella, J., 1995. Semiempirical indices to assess carotenoids / chlorophyll a ratio from leaf spectral reflectance. *Photosynthetica* 31, 221-230.
- Peñuelas, J., Gamon, J.A., Fredeen, A.L., Merino, J. and Field, C.B. 1994, Reflectance indices associated with physiological changes in nitrogen- and water-limited sunflower leaves, *Remote Sensing of Environment*, 48(2), 135-146.
- Peñuelas, J., Pinol, R.O., Ogaya, R. and Filella, I. 1997. Estimation of plant water concentration by the reflectance Water Index WI (R900/R970). *International Journal of Remote Sensing*, 18, 2869-2875.
- Peterson, R.F. Campbell, A.B. and Hannah, A.E. 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. *Canadian Journal of Research*. 26 (Section C), 496-500.
- Potarzycki, J. and Grzebisz, W. 2009. Effect of zinc foliar application on grain yield of maize and its yielding components. *Plant Soil Environ.*, 55:519-527.
- Pretorius, A.M., Beati, L. and Birtles, R.J. 2004. Diversity of bartonellae associated with small mammals inhabiting Free State province, South Africa. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 54(6), 1959-1967.

- Qin, Z. and Zhang, M. 2005. Detection of rice sheath blight for in-season disease management using multispectral remote sensing, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 7(2), 115-128.
- Robert, C., Bancal, M.-O., Ney, B., Lannou, C., 2005. Wheat leaf photosynthesis loss due to leaf rust with respect to lesion development and leaf nitrogen status. *New Phytol.* 2005, 165,227-241.
- Roelfs, A. P. 1978. *Estimated losses caused by rust in small grain cereals in the United States*, 1918-76 (No. 1363). US Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
- Roelfs, A.P. 1985, *Wheat and Rye Stem Rust, in the cereal rusts, Vol. 2*, Diseases, distribution, epidemiology, and control, A.P. Roelfs, and Bushnell, W.R. (ed), Academic Press, Orlando, FL, USA, pp. 4-33.
- Roelfs, A.P. 1992. *Rust diseases of wheat: Concepts and methods of disease management*. CIMMYT.
- Römheld V. and Marschner H. 1991. Function of micronutrients in plants. In: Mortvedt J.J., Cox F.R., Shuman L.M., Welch R.M. (Eds.), *Micronutrients in Agriculture. Soil Science Society of America*, Inc. Madison, Wisconsin, USA, 297–328.
- Roujean, J.L. and Francois-Marie B. 1995. Estimating PAR absorbed by vegetation from bidirectional reflectance measurements. *Remote sensing of Environment* 51(3), 375-384.
- Rouse, Jr, J., Haas, R., Schell, J., Deering, D., 1974. *Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS*. NASA special publication 351. (1974): 309.
- Saari, E.E. and Prescott, J.M., 1985, *World distribution in relation to economic losses., in the cereal rusts, Vol. 2*, Diseases, distribution, epidemiology, and control, A.P. Roelfs and W.R. Bushnell (eds), Academic Press, Orlando, FL, USA, 259-298 pp.
- Samborski, D.J. 1985, *Wheat Leaf Rust, in The cereal rusts, Vol. 2*, Diseases, distribution, epidemiology, and control, A.P. Roelfs, and Bushnell, W.R. (ed), Academic Press, Orlando, FL, USA, 39-55 pp.
- Sankaran, S., Mishra, A., Ehsani, R. and Davis C. 2010. A review of advanced techniques for detection plant diseases. *Computers and Electronics in Agriculture* 72., pp.1-13.
- Say, M.S. 2009. Buğday üretiminde optimum hasat döneminin belirlenmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* 5(1), 61-69
- Seebold, K.W., Datnoff L.E., Correa-Victoria F.J., Kucharek T.A. and Snyder G.H. 2004. Effect of silicon and fungicides on the control of leaf and neck blast in upland rice. *Plant Dis.* 88, 253–258.
- Seebold, K.W., Datnoff, L.E., Correa-Victoria, F.J., Kucharek, T.A. and Snyder, G.H. 2000. Effect of silicon rate and host resistance on blast, scald and yield of upland rice. *Plant Dis.* 84, 871–876.
- Sharp, E.L., Perry, C.R., Scharen, A.L., Boatwright, G., Sands, D.C., Lautenschlager, L.F., Yahyaoui, C.M. and Ravet, F.W. 1985, Monitoring cereal rust development with a special radiometer. *Phytopathology*, 75, 936-939.
- Shiferaw, B., Prasanna, B. M., Hellin, J. and Bänziger, M. 2011. Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. *Food security*, 3(3), 307-327
- Somaya T. and Seham A. E. 2015. Inducing resistance against leaf rust disease of wheat by some microelements and tilt fungicide. *Plant Pathology Journal*, 14: 175-181.
- Strange, R.N., Scott, P.R., 2005. Plant disease: A threat to global food security. *Annual Review of Phytopathology* 43,83-116.
- Thenkabail, P.S. and de Pauw, E. 2000. Hyperspectral vegetation indices and their relationships with agricultural crop characteristics. *Remote Sens. Env.* 71, 158-182.

- Trotter, G.M., Whitehead, D. and Pinkney, E.J. 2002, The photochemical reflectance index as a measure of photosynthetic light use efficiency for plants of varying foliar nitrogen contents, *International Journal of Remote Sensing*, 23(6), 1207-1212.
- Wan, A., Zhao, Z., Chen, X., He, Z., Jin, S., Jia, Q. and Li, G. 2004. Wheat stripe rust epidemic and virulence of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in China in 2002. *Plant Disease* 88(8):896-904
- Wang, K., Yuan, L., Loraamm, R.-W. and Huang, W.-J., 2013. Analysis of spectral difference between the foreside and back side of leaves in yellow rust disease detection for winter wheat. *Precis. Agric.*, 14, 495–511.
- Watkins, J. E. 2006. *Leaf, stem and stripe rust diseases of wheat*. Neb Guide: University of Nebraska Lincoln. Retrieved March 23, 2006 from <http://elkhorn.unl.edu/epublic/pages/publicationD.jsp?publicationId=310#top>.
- Wellings, C. 2011. Global status of stripe rust: a review of historical and current threats. *Euphytica*, 179, 129–141.
- West, J.S., Bravo, C., Oberti, R., Lemaire, D., Moshou, D. and McCartney, H.A., 2003. The potential of optical canopy measurement for targeted control of field crop diseases, *Annual Review of Phytopathology*, 41, 593-614.
- Yahyaoui, A. and Rajaram, S., 2012. Meeting the challenge of yellow rust in cereal crops. *Proc. of the 2nd, 3rd and 4th Regional Conferences on Yellow Rust in the Central and West Asia and North Africa (CWANA) Region*. ICARDA, Aleppo, Syria. 175 p.
- Yang, Z., Rao, M.N., Elliott, N.C., Kindler, S.D. and Popham, T.W., 2005. Using ground-based multispectral radiometry to detect stress in wheat caused by greenbug (Homoptera: Aphididae) infestation. *Computers and Electronics in Agriculture* 47,121-135.
- Yu, K., Anderegg, J., Mikaberidze, A., Karisto, P., Mascher, F., McDonald, B.A., Walter, A. and Hund, A., 2018. *Hyperspectral canopy sensing of wheat Septoria tritici blotch disease*. *Front. Plant Sci.*, 9, doi:10.3389/fpls.2018.01195
- Zarco-Tejada, P.J., Berjón, A., López-Lozano, R., Miller, J.R., Martín, P., Cachorro, V., González, M., De Frutos, A., 2005. Assessing vineyard condition with hyperspectral indices: Leaf and canopy reflectance simulation in a row-structured discontinuous canopy. *Remote Sens. Environ.* 99 (3), 271-287.
- Zhang, M., Qin, Z., Ustin, S.L., 2003. Detection of stress in tomatoes induced by late blight disease in California, USA, using hyperspectral remote sensing. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 4(4):295-310. DOI: 10.1016/S0303-2434(03)00008-4.
- Zhang, J., Huang, W., Li, J., Yang, G., Luo, J., Gu, X. and Wang, J., 2011. Development evolution and application of a spectral knowledge base to detect yellow rust in winter wheat. *Precis. Agric.*, 12, 716-731.
- Zhang, J., Pu, R., Huang, W., Yuan, L., Luo, J. and Wang, J., 2012b. Using in-situ hyperspectral data for detecting and discriminating yellow rust disease from nutrient stresses. *Field Crop Res.*, 134, 165–174.
- Zhang, J.C., Pu, R.L., Wang, J.H., Huang, W.J., Yuan, L. and Luo, J.H., 2012a. Detecting powdery mildew of winter wheat using leaf level hyperspectral measurements. *Computers and Electronics in Agriculture* 85, 13-23.
- Zhao, C., Huang, M., Huang, W., Liu, L. and Wang, J., 2004. Analysis of winter wheat stripe rust characteristic spectrum and establishing of inversion models. In *Proceedings of the 2004 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS'04)*, Anchorage, AK, USA, 20-24 September 2004, Volume 4316, Pp.4318-4320.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı Metin AYDOĞDU

Doğum Yeri

Doğum Tarihi

Uyruğu

Telefon

E-Posta Adresi

Web Adresi

Eğitim Bilgileri Lisans

Üniversite Atatürk Üniversitesi
Fakülte Ziraat Fakültesi
Bölümü Toprak İlmi
Mezuniyet Yılı 04.10.1988

Yüksek Lisans

Üniversite Kırşehir Ahievran Üniversitesi
Enstitü Adı Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı Ziraat Fakültesi
Programı Tarımsal Biyoteknoloji
Mezuniyet Tarihi 2021

Makale ve Bildiriler

Uluslararası Hakemli Dergilerde Makaleler

Aydoğdu, M., Yıldız, H., Ünal, E. and Külen, S. 2020. Evaluating Hyperspectral Vegetation Indices for Estimating Nitrogen Concentration of Winter Wheat in Different Growth Stages. International Journal of Environment and Geoinformatics, 7 (3), 325-334 . DOI: 10.30897/ijegeo.673038

Ünal, E., Yıldız, H., Mermer, A. and Aydoğdu, M. 2020. Yield Estimation of Winter Wheat in Pre-harvest Season by Satellite Imagery Based Regression Models. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research, 1(2): 390-403. <https://doi.org/10.46592/turkager.2020.v01i02.013>

Ulusal Hakemli Dergilerde Makaleler

Yıldız, H., Avağ, A., Mermer, A., Ünal, E., Urla, Ö., Aydoğdu, M., Dedeoğlu, F., Özaydın, K. ve Aydoğmuş, O. 2009. Rakım ve Kuraklık İndisi Değerlerine Göre Türkiye'nin Homojen Alanlarının Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 18 (1-2), 17-21.

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tarbitderg/issue/11503/137009>

Ünal, E., Aydoğdu, M., Ceylan, N., Sezer, A., Duyar, Ö. ve Özenç, N., 2010. Giresun İlinde Fındık Alanlarının Uzaktan Algılama ile Tespit Edilmesinde Arazi Topoğrafyasının Etkisinin İncelenmesi ve Alternatif Tarım Ürünlerine Uygunluğunun Belirlenmesi Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 19 (1-2):1-10

Aydoğdu, M., Özdemir 2000, Ş., Dedeoğlu, F. ve Mermer, A. 2012. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Ankara İli Yenimahalle İlçesindeki Tarım Alanlarının Amaç Dışı Kullanımının Belirlenmesi, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 21 (2) 57-64

Ünal, S, Mutlu, Z., Mermer, A., Urla, Ö., Ünal, E., Aydoğdu, M., Dedeoğlu, F., Özaydın, K., Avağ, A., Aydoğmuş, O., Şahin, B. ve Aslan, S. 2012. Ankara İli Meralarının Değerlendirilmesi Üzerine Bir Çalışma. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 21 (2), 41-49.

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tarbitderg/issue/11499/136982>

Yavuzaslanoglu, E., Karaca, M., Ateş Sönmezoğlu, Ö., Öcal, A., Elekcioğlu, H. and Aydoğdu, M. 2020. Occurrence and abundance of cereal nematodes in Konya and Karaman Provinces in Turkey. Turkish Journal of Entomology, 44 (2), 223-236 . DOI: 10.16970/entoted.668561

Uluslararası Konferans ve Sempozyumlar

Aydoğdu, M., Mermer, A., Ünal, E., Yıldız, H. ve Avağ, A., 2011. Mera Vejetasyonunun Uydu Görüntüleri ile İzlenmesi. TUFUAB VI. Teknik Sempozyumu 23-26 Şubat 2011, Antalya.

Aydoğdu, M., Yıldız, H., Ünal, E. ve Akan, K. 2019. Kışlık Buğdayda Mevsim İçi Yaprak Alan İndeksi (LAI) Değişiminin Hyperspectral Veriler Kullanılarak Değerlendirilmesi. International Conference on Computer Technologies and Applications in Food and Agriculture 11-12 Temmuz 2019 Konya.