



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KONYA İLİNDEKİ BUĞDAY EKİLİŞ
ALANLARINDA ARPA SARI CÜCELİK
VİRÜSÜ (*Barley yellow dwarf virus, BYDV*),
BUĞDAY ÇİZGİ MOZAIK VİRÜSÜ (*Wheat
streak mosaic virus, WSMV*) İLE BUĞDAY
CÜCELİK VİRÜSÜ (*Wheat dwarf virus, WDV*)
HASTALIK ETMENLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**
Hakan EREN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Aralık-2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Hakan EREN

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KONYA İLİNDEKİ BUĞDAY EKİLİŞ ALANLARINDA ARPA SARI CÜCELİK VİRÜSÜ (*Barley yellow dwarf virus*, BYDV), BUĞDAY ÇİZGİ MOZAİK VİRÜSÜ, (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV) İLE BUĞDAY CÜCELİK VİRÜSÜ (*Wheat dwarf virus*, WDV) HASTALIK ETMENLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Hakan EREN

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Serkan YEŞİL

2023, 68 Sayfa

Jüri

Dr. Öğr. Üyesi Serkan YEŞİL

Prof. Dr. Nuh BOYRAZ

Doç. Dr. İsmail Can PAYLAN

Poaceae familyası içerisinde bulunan buğday (*Triticum aestivum*) türü, dünyada ilk olarak ıslah edilerek kültüre alınmış bir bitki türüdür. Dünyada ve ülkemizde ekiliş alanı olarak ilk sırada yer almaktadır. İnsan ve hayvan beslenmesinde çok önemli bir yeri olan buğdayın üretim miktarı da ekim alanlarına bağlı olarak oldukça yüksektir. Buğday üretiminde fungal ve bakteriyel hastalıkların yanında virüs hastalıklarına bağlı olarak önemli ölçüde verim ve kalite kayıpları yaşanabilmektedir. Bu çalışma ile Konya merkezi ile merkeze yakın bulunan ilçelerdeki buğday üretim alanlarındaki bazı virüs hastalıklarının varlığı araştırılarak bu hastalıkların üretim alanlarındaki yaygınlıkları tespit edilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışma kapsamında; 2022-2023 yılları üretim sezonunda Konya ilinde bulunan ve buğday üretimi yapılan arazilerde gerçekleştirilen sürveyler ile virüs hastalıkları belirtileri gösteren buğday bitkilerinden yaprak örnekleri alınarak, laboratuvar koşullarında bitki örnekleri Double antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (DAS-ELISA) yöntemi ile Arpa Sarı Cücelik Virüsü (*Barley yellow dwarf virus*, BYDV-PAV), Buğday Çizgi Mozaik Virüsü, (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV) ile Buğday Cücelik Virüsü (*Wheat dwarf virus*, WDV) isimli virüslere karşı testlenmiştir. Virüs ile enfekteli örnekler tekli ve çoklu enfeksiyon şeklinde belirlenmiştir. Test edilen örneklerin % 17,7'si BYDV-PAV, % 2'si WDV virüsleri ile pozitif sonuç vermiştir. Diğer taraftan 1 örnekte ise BYDV-PAV+WDV reaksiyonu pozitif olarak tespit edilmiştir. WSMV virüsü için gerçekleştirilen testlemelerde örneklerin hiçbirisinde pozitif reaksiyon gözlenmemiştir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen bilgiler ile üretim alanı ve miktarı bakımından ülkemizde önemli bir yere sahip olan Konya ili özelinde, buğday üretim alanlarındaki olması muhtemel bazı virüs hastalıklarının varlığı teyit edilmiş, üreticilere aktarılması ve virüs hastalıkları ile daha etkin mücadele edilebilmesi olanağı sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Buğday, BYDV-PAV, DAS-ELISA, Konya, WDV, Virüs

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF DISEASE FACTORS OF BARLEY YELLOW DWARF VIRUS (*Barley yellow dwarf virus*, BYDV), WHEAT STREAK MOSAIC VIRUS (*Wheat streak mosaic virus*, WSMV) AND WHEAT DWARF VIRUS (*Wheat dwarf virus*, WDV) IN WHEAT PLANTING AREAS IN KONYA PROVINCE

Hakan EREN

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN PLANT PROTECTION

Advisor: Assist. Prof. Dr. Serkan YEŞİL

2023, 68 Pages

Jury

Assist. Prof. Dr. Serkan YEŞİL

Prof. Dr. Nuh BOYRAZ

Assoc. Prof. Dr. İsmail Can PAYLAN

Wheat (*Triticum aestivum*), a species of the Poaceae family, is a plant species that was first bred and cultivated in the world. It ranks first in terms of cultivation area in the world and in Türkiye. The production amount of wheat, which has a very important place in human and animal nutrition, is also quite high depending on the cultivation areas. In wheat production, significant yield and quality losses may occur due to fungal and bacterial diseases as well as virus diseases. In this study, the presence of some virus diseases in wheat production areas in Konya center and districts close to the center was investigated and the prevalence of these diseases in production areas was tried to be determined..

Within the scope of this study; In the production season of 2022-2023, leaf samples were taken from wheat plants showing symptoms of virus diseases with the surveys carried out in the wheat production areas in Konya province, Plant samples were tested against *Barley yellow dwarf virus* (BYDV-PAV), *Wheat streak mosaic virus* (WSMV) and *Wheat dwarf virus* (WDV) by double antibody sandwich enzyme-linked immunosorbent assay (DAS-ELISA) method under laboratory conditions. Virus infected samples were determined as single and multiple infections. Of the tested samples, 17,7% were positive for BYDV-PAV and 2% for WDV viruses. On the other hand, BYDV-PAV+WDV reaction was positive in 1 sample. No positive reaction was observed in any of the samples tested for WSMV virus.

With the information obtained as a result of this study, the presence of some possible virus diseases in wheat production areas in Konya province, which has an important place in our country in terms of production area and quantity, has been confirmed, and the results of the study have been transferred to the producers and it has been possible to control virus diseases more effectively.

Keywords: BYDV-PAV, DAS-ELISA, Konya, WDV, Virus, Wheat.

ÖNSÖZ

Başta değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Serkan YEŞİL ve meslektaşım Atalay KILINÇ olmak üzere bu tez çalışması süresince bana yardımcı olan herkese teşekkürlerimi sunarım.

Hakan EREN
KONYA-2023



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Buğdayın Orijini.....	1
1.2. Buğdayın Üretim ve Ekonomik Açıdan Önemi	1
1.3. Buğdayda Görülen Önemli Viral Hastalıklar	3
1.3.1. Arpa çizgili mozaik virüsü (BSMV).....	4
1.3.2. Buğday çizgi mozaik virüsü (WSMV)	5
1.3.3. Arpa sarı cücelik virüsü (BYDV)	6
1.3.4. Buğday cücelik virüsü (WDV)	8
1.3.5. Toprak kökenli buğday mozaik virüsü (SBWMV).....	9
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	29
3.1. Materyal	29
3.1.1. Buğday yaprak örnekleri.....	29
3.1.2. ELISA testi için kullanılan materyaller	31
3.2. Metot	31
3.2.1. Arazide yapılan gözlemler ve bitki örneklerinin elde edilmesi	31
3.2.2. Elde edilen bitki materyallerinin muhafaza edilmesi	32
3.2.3. Hastalık (Yaygınlık) oranlarının hesaplanması	32
3.2.4. Serolojik çalışmalar	33
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	35
4.1. Arazi Çalışmaları, Örnekleme ve Hastalık Yaygınlık Oranı Hesabı	35
4.2. Arazi Çalışmalarında Buğday Bitkilerinde Gözlenen Belirtiler	37
4.3. Serolojik Test (DAS-ELISA) Çalışmasına Ait Sonuçlar.....	38
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	45
5.1 Sonuçlar	45
5.2 Öneriler	46
KAYNAKLAR	48
EKLER	57

ÖZGEÇMİŞ	59
----------------	----



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

µl	Mikrolitre
da	Dekar
g	Gram
L	Litre
mg	Miligram
mL	Mililitre
°C	Santigrat derece
pH	Çözeltinin asitlik bazlık seviyesi (Power of Hydrogen)
sn	Saniye
w/v	Ağırlık/Hacim
ha	Hektar

Kısaltmalar

BYDV	<i>Barley yellow dwarf virus</i>
BMV	<i>Brome mosaic virus</i>
BSMV	<i>Barley stripe mosaic virus</i>
CYDV-RPV	<i>Cereal yellow dwarf virus</i>
DAS-ELISA	Double Antibody Sandwich-ELISA
DNA	Deoksiriboznükleik Asit
ELISA	Enzyme Linked Immunosorbent Assay
SBWMV	<i>Soil-borne wheat mosaic virus</i>
TriMV	<i>Triticum mosaic virus</i>
WDV	<i>Wheat dwarf virus</i>
WMoV	<i>Wheat mosaic virus</i>
WSMV	<i>Wheat streak mosaic virus</i>
WSSMV	<i>Wheat spindle streak mosaic virus</i>
WYMV	<i>Wheat yellow mosaic virus</i>
vb.	Ve benzeri

1. GİRİŞ

1.1. Buğdayın Orijini

Buğday dünya genelinde en temel besin maddesi olarak kabul edilmekle birlikte, dünyadaki nüfusun yaklaşık %55'i, gerekli enerji ihtiyacının %20'sini bu üründen karşılamaktadır. Buğday bitkisi ılıman iklime sahip bölgelerde hâkim olarak yetişmekte ve dünyada milyonlarca küçük ve orta ölçekli çiftçi için önemli bir gelir kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır. Buğday, kışlık veya baharlık olarak yetiştiriciliği yapılan bir bitkidir. Yetiştirme süresi kışlık çeşitlerde 6-8 aya kadar sürerken baharlık çeşitlerde biraz daha kısalabilmektedir. Buğday, *Triticum* cinsine ait birçok türü barındırır, ancak en önemlisi ve yaygın olarak yetiştirilen türü, *T. turgidum* ile birlikte yaklaşık MÖ 7500 civarında Orta Doğu bölgesinde 'Bereketli Hilal' alanında ıslah edilen *Triticum aestivum*'dur (Anonymous, 2023b).

Poaceae familyası içerisinde bulunan buğday (*Triticum aestivum*) türü, dünyada ve ülkemizde ekiliş alanı olarak ilk sırada yer almaktadır. İnsan ve hayvan beslenmesinde çok önemli bir yeri olan buğdayın üretim miktarı da ekim alanlarına bağlı olarak oldukça yüksektir.

İnsan beslenmesinde kayda değer en önemli besin kaynaklarından biri olarak buğday yer almaktadır. Ülkemizde ve Dünya çapında insan beslenmesinde tüketilen besin maddeleri içerisinde birinci sırada buğday gelmektedir. Buğday tanesinin %82'sinin endosperm, %15'inin kepek, %3'ünün ruşeymden teşekkül olduğu bildirilmiştir (Ertugay ve ark., 1992).

1.2. Buğdayın Üretim ve Ekonomik Açıdan Önemi

USDA verilerine göre, 2021, 2022 ve 2023 yılında Dünya'da buğdayın üretim alanı ve miktarı açısından başta gelen ülkelere ait veriler dikkate alındığında üretim alanı bakımından ilk üç sırada Hindistan, Rusya ve Çin yer almaktadır. Üretim miktarı bakımından ise, ilk üç sırada Çin, Hindistan ve Rusya yer almaktadır. Dünya'da buğday üretimi gerçekleştirilen ülkeler arasında Türkiye 2023 yılında 7.200.000 ha buğday üretim alanı ile 8. sırada, 19.5 milyon ton üretim miktarı ile yine 8. sırada yer almaktadır.

Çizelge 1.1. Dünya’da bazı ülkelerde buğdayın üretim alanı (bin ha) (USDA, 2023)

No	Ülke	2021/2022	2022/2023	2023/2024
1	Hindistan	31125	30459	32000
2	Rusya	27630	29000	28300
3	Çin	23568	23519	23700
4	ABD	15032	14358	15326
5	Avustralya	12728	13045	12600
6	Kazakistan	12,719	12,811	13600
7	Pakistan	9168	9000	8860
8	Ukrayna	7409	5600	5000
9	Türkiye	7050	6800	7200

Çizelge 1.2. Dünya’da bazı ülkelerde buğdayın üretim miktarı (milyon ton) (USDA, 2023)

No	Ülke	2021/2022	2022/2023	2023/2024
1	Çin	136,946	137,723	137
2	Hindistan	109,586	104	113,5
3	Rusya	75,158	92	85
4	ABD	44,804	44,902	47,197
5	Avustralya	36,237	39,685	26
6	Ukrayna	33,007	21,5	22,5
7	Pakistan	27,464	26,4	28
8	Türkiye	16	17,25	19,5
9	Kazakistan	11,814	16,404	15

Türkiye’de temel besin maddesi olarak ekmek ve türevleri ön plana çıkmaktadır. Günlük enerji ihtiyacının %43’ü tahıl ve türevlerinden karşılanmaktadır (Pekcan ve ark., 2006). Dünyada 2000’li yılların başında günlük enerji ihtiyacının %48’i tahıl ve türevlerinden elde edilmektedir. Bu değerin 2050 yılında %41 civarında gerçekleşmesi

beklenmektedir (Kruse, 2010; Nelson ve ark., 2010). Tahıllar arasında buğdayın oranı ise % 19 dur (Borneo ve León, 2012).

Konya ilinde 2,2 milyon hektar tarım arazisi bulunmakta olup bunun yaklaşık 700.000 hektarlık kısmında buğday tarımı gerçekleştirilmektedir. Türkiye'deki buğday üretim miktarının yaklaşık %10'u ve sertifikaya esas buğday tohumluk üretiminin ise %20'si Konya'dan karşılanmaktadır. Konya ilinde yıllık buğday üretimi 2- 2,5 milyon ton civarlarında olmaktadır. Konya il olarak hem üretim miktarında hem de birim alandan aldığı verim ile Türkiye'de ilk sırada yer almaktadır (Mülayim, 2023).

Türkiye'de toplam buğday ekiliş alanı yaklaşık 67 milyon dekadır. Konya'daki toplam buğday ekiliş alanı ise yaklaşık 6 milyon dekar olup Türkiye'deki ekiliş alanı içerisinde 1. sırada yer almaktadır. Bu ekim alanı toplam ekim alanının yaklaşık %9'una karşılık gelmektedir (TÜİK, 2022).

Yine aynı yılın verilerine göre, Türkiye'de toplam buğday üretim miktarı yaklaşık 20 milyon tondur. Konya'daki toplam buğday üretim miktarı ise yaklaşık 1,9 milyon ton olup Türkiye'deki toplam üretim miktarı içerisinde 1. sırada yer almaktadır. Bu üretim miktarı toplam üretim miktarının yaklaşık %9'una karşılık gelmektedir (TÜİK, 2022).

1.3. Buğdayda Görülen Önemli Viral Hastalıklar

Buğday tarımı yapılan alanlarda hastalık etmenleri ve zararlı organizmalar verim ve kaliteyi önemli ölçüde etkilemektedir. Verim ve kalitede düşüş meydana getiren hastalık etmenleri içerisinde fungal, bakteriyel ve viral etmenler yer almaktadır. Fungal ve bakteriyel kökenli hastalıklara karşı kimyasal bileşenler kullanılarak mücadele edebilmek mümkündür. Ancak virüs kökenli etmenlerle kimyasal düzeyde mücadele imkanı mümkün olmamaktadır. Bu nedenle virüs kaynaklı etmenlerden meydana gelen hastalıklar ve buna bağlı verim kayıpları buğday tarımında bu açıdan bakıldığında farklı bir önem arz etmektedir (Çandar ve Gümüş, 2013).

Buğday bitkisi, fazla sayıda virüsün doğal konukçusu durumundadır. Brunt ve ark. (1996) buğday bitkisinin 55 virüse karşı duyarlı olduğunu, Wiese (1987) ise yaklaşık 30 virüsün buğday bitkisini doğal yollarla enfekte edebildiğini bildirmişlerdir.

Buğday üretiminin gerçekleştirildiği gelişmekte olan ülkelerde sık olarak görülen virüs hastalıkları, *Barley yellow dwarf virus* (BYDV), *Soil-borne wheat mosaic virus* (SWMV) ve *Wheat yellow mosaic virus* (WYMV) virüsleridir. Bunlara ilave

olarak *Cereal yellow dwarf virus* (CYDV-RPV), *Brome mosaic virus* (BMV), *Wheat dwarf virus* (WDV), *Barley stripe mosaic virus* (BSMV) ve *Wheat streak mosaic virus* (WSMV) virüsleri de oldukça yaygın virüs etmenleri içerisinde (Hoffman ve Kolb, 1998; Duveiller ve ark., 2007; Gaunce ve Bockus, 2015).

Ülkemizde üretim miktarı bakımından oldukça önemli bir yere sahip olan buğday üzerinde görülen virüs hastalıklarının belirlenmesine yönelik çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Konya ili özelinde ise yok denecek kadar azdır. Konuyla ilgili Dünya ve Türkiye literatüründeki geçmiş çalışmalara bakıldığında, WSMV, BYDV-PAV ve WDV'nin buğday bitkisinde virüs kaynaklı yaygın hastalık etmenleri arasında olduğu görülmektedir. Bu etmenlerin iklim değişikliğine bağlı olarak sıcaklık artışı ile beraber yoğunluklarının da artmaya başladığı bildirilmektedir.

Bu yüksek lisans tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen survey çalışmaları sonucunda toplanan bitki örneklerinin serolojik olarak söz konusu yaygın bu üç virüsün varlığı açısından testlenmeleri ile Konya ili buğday ekim alanlarında sorun olan virüs hastalıklarının bazılarının varlığının ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu ve benzeri çalışmalar araştırmamanın gerçekleştirildiği bölgeler için etkili bir mücadele yönteminin ortaya konulmasını sağlamaları ve ayrıca konuyla ilgili çalışacak bilim insanları için veri ortaya koymaları sebebiyle önemli görülmektedir.

1.3.1. Arpa çizgili mozaik virüsü (BSMV)

Arpa Çizgili Mozaik Virüsü *Martellivirales* takımının *Virgariviridae* familyasında *Hordevirus* cinsine bağlı olup dar bir konukçu yelpazesine sahip bir virüstür. Virüs polen yoluyla veya mekanik yollarla bulaşabilmektedir. BSMV dünya çapında dağılıma sahip olup önemli bir buğday hastalığıdır (Klerks ve Weis, 1987; Henry ve Plumb, 2002; Bragg ve Jackson, 2004).

Arpa Çizgi Mozaik Virüsü buğday, arpa yulaf, çavdar, mısır, darı ve bazı dikotiledon çayır türleri ile birlikte yabancı yulaf ve bazı yabancı *Bromus* spp. türlerinde enfeksiyon meydana getirebilmektedir. Yapraklarda şiddetli mozaik, sarı beyaz lekeler, cücelik, rozetleşme ve yaygın olarak doku nekrozları görülür. Ülkemizde Eskişehir, Sivas, Isparta, Burdur, Tekirdağ illerinde saptanmıştır (Bremer, 1974; Kılıç ve ark., 2012; İlbağı ve ark., 2013).

Arpa çizgili mozaik virüsünün (BSMV) bilinen hiçbir doğal vektörü yoktur. Virüs bitki dokularının her yerinde çoğalabilmektedir. Virüs mezofil ve epidermal

hücrelerin sitoplazmasında da bulunmuştur (De Zoeten ve Shalla, 1966). Ayrıca, virüs tohumda, (McKinney ve Greeley, 1965) ve ovüllerde de tespit edilmiştir (Carroll ve Mayhew, 1976a; 1976b). Tohum bulaşabilirliği (%90-100) virüs suşuna (Timian, 1974) olduğu kadar hastalığın evresine de bağlıdır.

1.3.2. Buğday çizgi mozaik virüsü (WSMV)

Buğday çizgi mozaik virüsü, *Potyviridae* ailesinin bir üyesidir. Buğday çizgili mozaik virüsünün tam nükleotit dizisi ve filogenetik ilişkileri Stenger ve ark. (1998) tarafından rapor edilmiştir.

Buğday çizgi mozaik virüsü ilk olarak *Potyviridae*'nin diğer akarlarla bulaşan virüsleriyle birlikte *Rymovirus* cinsine yerleştirilmiştir. Buğday çizgi mozaik virüsünün tamamlanmış nükleotit dizisi kullanılarak yapılan bir filogenetik analizi, *Rymovirus* cinsinin bir üyesi olan Ryegrass mozaik virüsü ile değil, beyaz sinekle bulaşan Tatlı patates hafif benek virüsü ile en son ortak atayı paylaştığını göstermiştir. Bu, *Potyviridae* familyası içinde *Tritimovirus* cinsi olan ve Buğday çizgi mozaik virüsünün tip üyesi olduğu yeni bir cinsin önerilmesiyle sonuçlanmıştır (Stenger ve ark., 1998).

Yapraklarda, Buğday çizgi mozaik virüsünün belirtileri küçük klorotik çizgiler olarak başlar. Simptom gelişimi ilerledikçe, klorotik çizgiler yapraklarda bir mozaik desen oluşturan süreksiz sarı ile soluk yeşil çizgiler oluşturmak üzere uzar. Şiddetli vakalarda, şeritler birleşerek büyük klorotik alanlar oluşturabilir ve genellikle yaprak dokusu nekrozuna bağlı olarak bitki ölümü ile sonuçlanır. Bodurluk, enfekte olmuş bitkilerin bir başka belirgin belirtisidir. Akarlar çimenli alanlardan ve çevredeki ekinlerden göç ederken, hastalıklı bitkiler genellikle ilk önce tarla kenarlarında görülür (Bockus ve ark., 2010).

Buğday çizgi mozaik virüsü ile enfekte olmuş buğday tarlaları, genellikle tarla kenarlarında veya yabancı otların veya kendi gelen konukçuların yakınında olmak üzere düzensiz alanlarda sararma ve bodurlaşma sergiler. Mevsim ilerledikçe enfeksiyon yayılabilir ve tarla içinde belirtiler ortaya çıkabilir. Buğday kıvrıcıklık akarları, dolu veya şiddetli yağmurdan sonra kendi gelen buğdayda kolonize olur (Gibson, 1957). Sonuçta, bir sonraki buğday mahsulleri için bir buğday kıvrıcıklık akarı ve Buğday çizgi mozaik virüsü kaynağı olarak hizmet edebilir (Somsen ve Sill, 1970).

Bu hastalığın yaygın olarak görüldüğü buğday tarlalarında, belirtiler ilk önce tarla kenarlarında bulunmayabilir, bunun yerine hassas buğday kümelerinin etrafındaki

tarla boyunca dağılmış olabilir. Buğday çizgi mozaik virüsü enfeksiyonları, kök biyokütlesini ve su kullanım etkinliğini azaltarak, sınırlı su bulunan bölgelerde ciddi bir endişe kaynağı haline gelebilir (Price ve ark., 2010).

Buğday çizgili mozaik virüsü bulaşmış buğday kullanılarak üretilen tahıllar, daha yüksek protein içeriğine sahiptir ancak, sağlıklı buğdayla karşılaştırıldığında daha düşük su emilimine sahip un verir (Atkinson ve Grant, 1967).

Buğday çizgili mozaik virüsünün neden olduğu enfeksiyon nedeniyle verim kaybı, enfeksiyon zamanı ile ilişkilidir. Genel olarak, bitkinin erken dönemlerinde Buğday çizgi mozaik virüsü ile enfeksiyon, daha yüksek verim kaybına neden olur (Hunger ve ark., 1992).

Buğday çizgi mozaik virüsü, küresel olarak yaygın bir buğday hastalığıdır. İlk olarak 1922'de Nebraska'da "sarı mozaik" olarak tanımlanmıştır. ABD, Kanada, Meksika, Doğu Avrupa, Batı Asya ve Avustralya'nın çeşitli eyaletlerinde buğday çizgili mozaik vakaları bildirilmiştir (Bockus ve ark., 2010).

Tarlada Buğday çizgili mozaik virüsü, buğday ve mısır gibi bitkilere Buğday çizgili mozaik virüsünün bilinen tek vektörü olan bir akar vektörü, buğday kıvrıcıklık akarı, *Aceria tosichella* Keifer tarafından bulaşır (Slykhuis, 1955; Sill ve Delrosario, 1959; Jeppson ve ark., 1975).

Buğday kıvrıcık akarı küçük (0,3 mm veya 1/100 inç) beyaz, puro şeklindedir çıplak gözle görülemez (Jeppson ve ark., 1975).

1.3.3. Arpa sarı cücelik virüsü (BYDV)

Tahıl ürünlerinde hastalık meydana getiren sarı cücelik virüs hastalıkları (yellow dwarf viruses, YDVs) dünya genelinde geniş alanlarda kendini gösteren, ekonomik açıdan önem arz eden virüs hastalıklarıdır. Son dönemde ülkemizdeki tahıl üretiminin gerçekleştirildiği alanlarda sık olarak görülmeye başlanan hastalıklar içerisinde yer almaktadır. Tahıl ürünlerinde verim ve kalite açısından yüksek oranda zararlar meydana getirebilen YDVs Poaceae familyası içerisinde yer alan bitkilerin bir çoğunda hastalık meydana getirebilmektedir. Bu virüsler buğday bitkisi başta olmak üzere arpa, yulaf, çavdar, darı, tritikale, mısır, çeltik ve sorgumda hastalık etmeni olarak kaşımıza çıkmaktadır. Bunun dışında konukçusu olduğu 150 türden fazla çayır, mera ve yem bitkilerinde de ot verimini düşürmek suretiyle zararlı olmaktadır (Gould ve Shaw, 1983; İlbağı, 2017).

Arpa sarı cücelik virüsü ilk olarak Rochow ve Brakke (1964) tarafından saflaştırılmış ve virionları elektron mikroskopunda incelenmiştir. Virion boyutlarının 25-30 nm çapında ve 20 yüzlü biçimde olduklarını saptamışlardır. Virüsün bu virüse karşı hassas olan bitkilerin floem dokusu içerisinde dağılarak bitki içerisinde hareket ettikleri belirlenmiştir. Virüsün çok sayıda yaprakbiti tarafından persistent olarak ve vektör içerisinde çoğalmadan taşındığı, vektörler içerisinde ise en yaygın olanının *Rhopalosiphum padi* olduğu bildirilmiştir.

Tür sayısı olarak gün geçtikçe artış gösteren YDVs'nin sınıflandırmadaki yerine bakıldığında, *Luteoviridae* familyası içerisinde *Luteovirus* cinsinden BYDV-PAV, BYDV-MAV ve BYDV-PAS, *Polerovirus* cinsinden ise CYDV-RPS, CYDV-RPV, WYDV-GPV, MYDV-RMV, BYDV-GAV ve BYDV-SGV olmak üzere toplam 9 türünün bulunduğu İlbağı (2017) tarafından yapılan araştırmalarla bağlantı kurularak ifade edilmiştir.

Bu virüsler, Dünya çapında tahıl üretiminin gerçekleştirildiği alanlarda görülen en önemli virüs hastalıkları içerisinde yer almakta olup buğday, arpa ve yulafta %15-25 oranında verim yönünden kayıplara neden olmaktadır (Lister ve Ranieri, 1995). Türkiye'de önceki yıllardan kalan anıza erken ekim yapılan kışlık karakterli buğdayda %80'e varan oranda verim düşüklüğüne neden oldukları gibi verim ve kalite unsurlarını olumsuz şekilde etkiledikleri Dayan ve İlbağı (2014) tarafından ifade edilmiştir.

Bu virüs ile enfekte olan bitkilerde bodurluk, kök büyümesinde azalma, kardeşlenmede azalma ve yapraklarda renk değişikliği (sararma) gibi belirtiler görülebilmektedir. Diğer taraftan, buğdayda enfeksiyonlar asemptomatik olabilmesine rağmen yine de verimi azaltabilmektedir (Perry ve ark., 2000).

Afit türü vektörlerle persistent olarak taşınan *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) mekanik şekilde ve tohumla taşınmamaktadır (Thackray ve ark., 2009). BYDVs, 15 farklı cinsten en az 25 afit türüyle taşınmaktadır (Halbert ve Voegtlin, 1995). BYDV-MAV *Macrosiphum (Sitobion) avenae*; BYDV-PAV *Rhopalosiphum padi* ve *Sitobion avenae* ile taşınmaktadır (Deligöz ve ark., 2011; Fidan ve ark., 2014).

Arpa sarı cücelik virüsüne bağlı verim kaybı, hem tahıl üretiminin azalması hem de dane ağırlığının azalması nedeniyle meydana gelmektedir. Erken sonbahar enfeksiyonlarının ortaya çıkması, üretim üzerinde büyük etkiye yol açabilmektedir. Ciddi şekilde etkilenen tarlalarda %70 ila %100'e yaklaşan verim kayıpları görülebilmektedir (Marshall ve Rashed, 2014). Ancak, doğal şartlar altında üretim yapılan tarla alanlarında BYDV enfeksiyonuna bağlı olarak gerçekleşen ortalama verim

kayıplarının % 11 ile % 33 arasında olabileceği bildirilmektedir (Kaddachi ve ark., 2014).

1.3.4. Buğday cücelik virüsü (WDV)

Floem ile sınırlı Buğday cücelik virüsü (WDV), *Geminiviridae* familyası içerisindeki *Mastrevirus* cinsine bağlıdır (Fauquet ve ark., 2000). İlk olarak 1961'de eski Çekoslovakya'da Vacke tarafından tanımlanmıştır (Vacke, 1961; Lindsten ve Vacke, 1991). Daha sonra Afrika ve Asya ile birlikte Avrupa ülkelerinde de tahıllarda verim kaybı açısından önemli bir patojen haline gelmiştir (Lindsten ve ark., 1970; Lapierre ve ark., 1991; Huth, 1994; Najar ve ark., 2000; Erlund, 2007; Xie ve ark., 2007; Ramsell ve ark., 2008; Wu ve ark., 2008; Yan ve ark., 2012).

WDV, yaprak zararlısı *Psammotettix alienus* tarafından iletilir (Harrison ve ark., 1977). Konukçu bitkiler, çeşitli yabancı otlar ve ekonomik açıdan önemli tahıllar gibi Poaceae familyasının üyelerini içerir (Vacke, 1972).

Birincil enfeksiyona sonbaharda yetişkin yaprak zararlıları (*P. alienus*) neden olur ve ilkbaharda nimfler tarafından ikincil enfeksiyon meydana getirilir (Lindblad ve Sigvald, 2004).

Wheat dwarf virus (WDV) kışlık ve yazlık karakterli buğday çeşitlerinin yanında arpa ve çavdarda da enfeksiyonlara neden olmaktadır. Virüsün belirtileri arasında en belirgin olanı cüceliktir. Virüs tarafından enfekte olarak hastalığa yakalanan bitkilerde bitki boyu çok düşük kalmaktadır. Bu nedenle bitkiler başak oluşumunu sağlayamamaktadır. Virüsten görece az etkilenmiş bitkilerin oluşturduğu başaktaki daneler buruşuk ve seyrek olabilmektedir. Virüs, cüce ağustos böceği türleri vasıtasıyla taşınır. Böcek popülasyonunun artışına bağlı olarak enfeksiyon oranı da artış gösterir ve hastalık çıkışı da daha yoğun olarak gerçekleşir. Ülkemizde Trakya Bölgesi (Edirne, Kırklareli), İç Anadolu Bölgesi (Kayseri, Ankara, Konya, Eskişehir, Sivas, Nevşehir), Ege Bölgesi (Afyon, Kütahya) ve Marmara Bölgesi'nde (Çanakkale) tespit edilmiştir (İlbağı ve ark., 2003; Pocsai ve ark., 2003).

Yaz sonunda ve sonbaharda daha uzun sıcak dönemler, enfeksiyon baskısını artırır, bu nedenle kışlık buğday ve kışlık arpanın erken gelişim aşamaları özellikle risk altındadır (Mehner ve ark., 2003; Manurung ve ark., 2004).

Buğdayda WDV enfeksiyonunun belirtileri arasında yapraklarda çizgilenme, kloroz, başak sayısının azalması, kışa dayanıklılığın azalması ve erken gelişme aşamasında bitkilerin ölümü yer alır (Vacke, 1972; Lindblad ve Waern, 2002).

Hasarın boyutu, büyük ölçüde enfeksiyon anındaki gelişim aşamasına bağlıdır. İki ila üç yapraklı aşamadaki enfeksiyon, kışa dayanıklılık ve verim üzerinde olumsuz etkilerle daha belirgin simptomlara yol açarken, sürgünden sonraki enfeksiyonlar sadece sürgünlerin biraz kışalmasına neden olur (Lindblad ve Waern, 2002).

Belirti gösteren bitkiler tarlada genellikle kümeler halinde görünür ve ortalama %35'e varan verim kayıpları yaşar. Bazı durumlarda, yerel salgınlar %90'a varan verim kayıplarıyla ortaya çıkar (Fohrer ve ark., 1992; Lindblad ve Waern, 2002; Širlová ve ark., 2005).

1.3.5. Toprak kökenli buğday mozaik virüsü (SBWMV)

Toprak kökenli buğday mozaik virüsü (*Soil-borne wheat mosaic virus*, SBWMV), *Furovirus* cinsinin tip üyesidir. Cinsin üyeleri, katı çubuk şeklindeki parçacıklar ve ayrı parçacıklar halinde paketlenmiş iki molekülden oluşan pozitif anlamda (doğrudan mRNA olarak hizmet eden) RNA genomları ile karakterize edilir. İki partikülün uzunluğu farklıdır ve daha kısa partikül (138-160 nm) enfekte dokuda daha uzun partiküle (281-300 nm) göre 10 ila 20 kat daha yaygındır, ancak enfeksiyon için her iki partikül de gereklidir. Bu virüs, *Polymyxa graminis* fungusu ile taşınmaktadır. Bu organizma, viral RNA ve hareket proteinini barındıran istirahat sporları üretir. Bu sporlar, enfeksiyon için elverişli bir ortamda çimlenen, bir sonraki Poaceae familyasına ait konukçusunu enfekte etmeyi bekleyerek 30 yıla kadar toprakta uykuda kalabilir ve bu sırada virüs barındıran zoosporlar çimlenir. Toprak suyu, yüzen zoosporun konukçu köke ulaşması için kritik öneme sahiptir (Anonymous, 2023a).

Verim kaybı tek başına *P. graminis* enfeksiyonundan kaynaklanmaz, ancak *P. graminis* enfeksiyonu SBWMV virüsünün bulaşmasına neden olduğunda meydana gelir (Slykhuis ve Barr, 1978).

Hastalık ilk kez 1919'da ABD'de buğdayda tanımlanmış olup o zamandan beri hem Avrupa'da hem de Doğu Asya'da görülmektedir (Clover ve ark., 2001).

Sonbaharda ekilen mahsullerin enfeksiyonu tipik olarak kış aylarında ortaya çıksa da, hastalık belirtileri erken ilkbahara kadar görülmez. Virüsü barındıran *P. graminis*'in dinlenme sporları toprakta onlarca yıl hayatta kalabilir (Brakke ve

Langenberg, 1988). Bu da hastalığı kontrol altına almak için ürün rotasyonunun bir seçenek olmadığı, toprağa kimyasal uygulamanın ise hem ekonomik hem de ekolojik açıdan kabul edilebilir durumdan uzak olduğu anlamına gelmektedir. Sonuç olarak, tek pratik kontrol önlemi, genetik direnci artıracak ıslah yöntemlerinin uygulanmasıdır (Okada ve ark., 2020).

Tarladaki düzensiz, klorotik yamalar, toprak kaynaklı viral enfeksiyonu düşündürür, ancak benzer belirtilere bir dizi başka virüs veya diğer biyotik veya abiyotik faktörler de neden olabilir. Kuru ortamlarda, semptomatik SBWMV ile enfekte olmuş bitki yamaları genellikle tarlanın alçakta bulunan, protozoan viral vektörü *Polymyxa graminis*'in yüzen zoosporları tarafından enfeksiyona elverişli olan ıslak bölgelerinde meydana gelir. Daha nemli iklimlerde, bu yamalar tarlanın herhangi bir yerinde oluşabilir. Daha yakından bakıldığında, SBWMV ile enfekte olmuş bitkiler genellikle bodurlaşır ve yapraklarda genel bir klorotik mozaik veya düzensiz beneklenme ve çizgiler olabilir. Virüsün birkaç ırkı, duyarlı buğday çeşitlerinde rozetleşmeye neden olur; yapraklar ve kardeşler kısa kalır, büyüme salkım veya kompakttır ve kardeşlenme aşırıdır. SBWMV enfeksiyonunun belki de en belirgin özelliği, semptomların, ortalama sıcaklık 20 °C'nin (68 °F) üzerine çıktıktan sonra ortaya çıkan yapraklarda ifade edilmemesidir. Bu nedenle, SBWMV klorotik belirtileri ilkbaharın sonlarında kaybolma eğilimindedir. SBWMV, çoğunlukla, bodurluğa ve kloroza neden olabilen ve aynı zamanda sıcaklığa duyarlı olan başka bir toprak kaynaklı virüs olan *Wheat spindle streak mosaic virus* (WSSMV) hastalık belirtileri ile karıştırılır. Bu iki virüs arasında ayırım yapmak için iyi bir teşhis özelliği, WSSMV'nin uzun ve iğ şeklinde olan ve genellikle merkezlerinde koyu yeşil bir ada bulunan klorotik çizgiler oluşturmalarıdır (Anonymous, 2023a).

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Buğday üretimi açısından olumsuz etki gösteren bazı virüslerle ilgili yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Fitzgerald ve Stoner (1967), *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) hastalığının birbirinden farklı üç buğday çeşidinde önemli derecede verim kaybına neden olduğunu saptamışlardır. Buğdayda verim azalmasının, başak sayısındaki ve her bir başaktaki dane sayısının azalması ile dane ağırlığının azalmasına bağlı olarak gerçekleştiğini tespit etmişlerdir. Diğer taraftan, sonbaharda meydana gelen enfeksiyonlara bağlı olarak gerçekleşen verim kaybının ilkbaharda oluşan enfeksiyonlar nedeniyle gerçekleşen verim kayıplarından fazla olduğunu saptamışlar ve bildirmişlerdir.

Jensen ve ark. (1971), *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) enfeksiyonunun tarımsal ve fizyolojik etkilerini belirlemek üzere 10 farklı yazlık kırmızı sert buğday çeşidindeki durumları karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada, hastalıklı bitkilerdeki verimin normal bitkilerin sadece dörtte biri ya da yarısı olduğu belirlenmiştir.

1969 ve 1970 yıllarında New York'ta yürütülen bir çalışmada, tahıl bitkilerinden alınan 173 bitki örneğinin 167'sinden elde edilen BYDV izolatlarının *Rhopalosiphum padi* (L.) ve *Macrosiphum avenae* (F.) ile nonspesifik olarak taşınan PAV ırkına dahil olduğu belirlenmiştir (Rochow ve Muller, 1971).

Nolt ve ark. (1981), tarafından 1977 ve 1978 yıllarında gerçekleştirilen araştırmada survey çalışmaları neticesinde 76 buğday tarlası taranmıştır. Bunlardan 36 tarlada WSSMV tespit etmişlerdir. Hastalık belirtileri, semptom oluşumu bakımından gerekli olan sıcaklık isteği ve virüs partikülleri ile bir ilişki ile tanımlanmıştır. Tarlada WSSM'nin ortaya çıkmasının *P. graminis*'in varlığıyla ilişkili olduğu belirlenmiştir.

Gates (1986), 10 sezon boyunca (1973-82) WSSMV belirtilerini belirlemek için yaptığı çalışmada, hastalık şiddetini 5 yılda orta ila belirgin, 1973 ve 1974 yıllarında çok yaygın ve şiddetli ve 1977, 1979 ve 1982 yıllarında hafif olarak tespit etmiştir. Görünür enfeksiyonların ortalama yoğunluğu genellikle % 4-33 arasında değişiklik göstermiştir. 3 ilçede buğdayda görülebilir enfekteli sürgün oranı 1974 ve 1975'te ortalama %60 olarak belirlenmiştir.

Eweida (1986), tarafından 1983 yılında, İsveç'te 15 bölgeden toplanan *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) belirtilerini içeren tahıl bitkileri, ELISA kullanılarak

BYDV tespiti amacıyla teste tabi tutulmuştur. Test edilen 607 yulaf ve arpa bitkisinin 57'sinde virüs varlığına rastlanmamıştır.

Sherwood ve ark. (1987) tarafından WSSMV ilk kez 1987 yılında Oklahoma'nın Kay İlçesinde Mustang ve Stallion buğdayında tespit edilmiştir. Simptomlar, yapraklarda bronzlaşma ve klorotik iğ şeklinde çizgiler, bodurlaşma ve azalan kardeşlenmeyi içermiştir. WSSMV, yaprak örneklerinden serolojik olarak spesifik Elektron Mikroskop, protein A sandviç ELISA ve Western Blotting ile tanımlanmıştır. WSSMV genellikle buğday üretiminin gerçekleştiği nispeten soğuk bölgelerle sınırlı bulunmuştur.

Gildow ve ark. (1987) tarafından *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) varlığı, Pennsylvania'daki sekiz ilçeden 1984'ten 1986'ya kadar arpa, buğday ve yulaf bitkilerinden toplanan 376 örnek üzerinden değerlendirilmiştir. Çevresel olarak farklı üç tahıl yönetim alanındaki ticari alanlardan geri kazanılan BYDV izolatları, DAS-ELISA tahlili ve yaprak biti transmisyon özgülüğünün bir kombinasyonu ile karakterize edilen dört New York izolatı (RPV, RMV, MAV ve PAV) ile karşılaştırılmıştır. BYDV, test edilmek üzere seçilen 376 bitkiden 300'ünden geri kazanılmıştır. BYDV-pozitif bitkilerin yüzde on altısı birden fazla BYDV izolatı ile enfekte olmuştur. Tekli ve karışık enfeksiyonlardan birleştirilen veriler, RPV, RMV, MAV ve PAV'a benzeyen izolatlarla enfekteli bitki yüzdelерinin sırasıyla %19, 4, 9 ve 82 olduğunu göstermiştir.

Cunfer ve ark. (1988) *Wheat spindle streak mosaic virus* (WSSMV)'nin tahıllarda etkisini görmek amacıyla yaptıkları çalışmada, Florida 301, Florida 302 ve Coker 797 buğday çeşitlerinin verim unsurlarının ciddi şekilde olumsuz olarak etkilendiğini tespit etmişlerdir. Coker 797, çeşitli verim ve kalite kriterlerine göre en duyarlı çeşit olarak bulunmuştur. Dirençli çeşitler Stacy ve Coker 916, WSSMV enfeksiyonuna bağlı olarak verim veya tahıl kalitesi yönünden herhangi bir bileşende önemli bir değişiklik göstermemiştir. WSSMV ile enfekte olmuş bitkilerde çiçeklenme 7-10 gün, olgunlaşma 5-7 gün gecikmiştir. Duyarlı çeşitlerin hayatta kalan kardeşlerinde büyüme ve gelişmenin azalmasına bağlı olarak, biyokütlede, 1000 dane ağırlığında ve dane ağırlığında önemli bir azalma tespit edilmiştir. ELISA testleri neticesinde, dirençli çeşitlerin köklerinde de WSSMV varlığı saptanmıştır.

Gaborjanyi ve Nagy (1988), tarafından WSMV, Macaristan'da negatif seçimle tespit edilmiştir. Mozaik belirtileri gösteren 100'den fazla buğday ve arpa yaprağı örneği SDS-PAGE ile incelendiğinde, *Brome mosaic virus* (yaklaşık %74) ve *Barley stripe mosaic virus* (yaklaşık %5) doğal enfeksiyonları kaydedilmiştir. Negatif sonuç veren

numuneler test bitkilerine aşılannıştır. İki izolat WSMV antiserumu ile pozitif reaksiyon vermiştir.

Skaf ve ark. (1988), *Rhopalosiphum padi*'nin Suriye'de *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) virüsünün en etkili vektörü olduğunu ortaya koymuşlardır. Bunu *Sitobion avenae* ve *Schizaphis graminum* takip etmiştir. *R. maidis* ise en az görülen tür olarak kayda geçmiştir. Al-Jazireh ve Al-Ghab bölgelerindeki 31 lokasyondan rastgele toplanan 925 tahıl yaprağının serolojik testi, Nisan 1987'de BYDV yoğunluğunun arpada(%16.3) buğday tarlalarından(%3.9) daha yüksek olduğunu göstermiştir. Ek olarak, BYDV enfeksiyonunu düşündüren belirtileri olan 84 arpa, yulaf ve buğday bitkisinin serolojik testi, BYDV'nin PAV tipinin en yaygın ırk olduğunu göstermiş, MAV ve RPV tipleri de tespit edilmiştir.

Fereres ve ark. (1989), 1985-87 yılları arasında İspanya'nın üç önemli tahıl yetiştirme bölgesinde yapılan araştırmalarında, *Barley yellow dwarf virus* virüsünün (BYDV) varlığını doğrulamıştır. BYDV benzeri belirtileri olan ve olmayan küçük taneli tahıl ve yabancı ot örnekleri orta, güneybatı ve kuzeydoğu İspanya'da toplanmıştır. 1985 yılında toplanan örneklerin yaklaşık %37'si PAV serotipinin izolatları ile enfekte olmuştur. RPV serotipinin izolatları daha az yaygın bulunmuş, sadece Madrid, El Encin'deki merkez bölgeden alınan numunelerde tespit edilmiştir. Merkez bölgede 1981-1987 yılının sonbahar ve yaz aylarında yaprak biti vektörlerinin populasyon dinamikleri izlenmiştir. *Rhopalosiphum padi* L., sonbahar ve kış aylarında otları ve buğdayı istila eden en bol vektör tür olarak ortaya çıkmıştır.

Griesbach ve ark. (1990), tarafından Kaliforniya'da 4 ana tahıl üretim alanında *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) virüsü üzerine yaptıkları araştırmada, ELISA ile tespit edilen BYDV türlerinin sıklığında bölgesel ve yıldan yıla farklılıklar olduğunu belirlemişlerdir. PAV türü en yaygın olarak, analiz edilen 1115 yulaf, buğday ve arpa örneğinde tespit edilmiş, bunu MAV ve RPV türleri izlemiştir. Rastgele toplanan ve semptomatik örneklerde BYDV türlerinin yoğunluğunu değerlendirmek ve karşılaştırmak için 1986 ve 1987'de tekrarlanan saha denemeleri yapılmıştır. Ki-kare analizi, semptomatik örneklemelerin rastgele örneklerdeki yoğunluğa göre PAV ve RPV tiplerinin miktarını daha fazla tahmin ettiğini göstermiştir.

Jasnic ve ark. (1991), eski Yugoslavya'da Vojvodina'da bodurlaşma ve kloroz belirtisi gösteren alanlarda benzer belirtilere sebep olabilecek abiyotik faktörler ile BYDV etmeninin birbirinden ayırt edilebilmesi amacıyla, 125 buğday ve 39 arpa örneği

toplamlırlardır. DAS-ELISA testine tabi tutulan bu örneklerden 43 buğday örneğinde ve 19 arpa  rneğinde BYDV varlığına rastlanmıştır.

Miller ve ark. (1991), tarafından 1988 ve 1989'da ABD'de New York'un başlıca buğday üreten ilçelerinden 112 kışlık buğday (*Triticum aestivum*) tarlasında viral patojenlerin varlığı sistematik olarak araştırılmıştır. Bitkiler iki büyüme aşamasının her birinde her tarladan  rneklenmiş, WSSMV, BYDV, SBWMV virüslerinin tespiti için ELISA ile test edilmiştir. WSSMV ve BYDV, 1988 ve 1989'da New York'ta kış buğdayında yaygın olarak bulunmuştur. WSSMV, enfekte olmuş bitkilerde %0-100 arasında değişen yoğunluk seviyelerinde tespit edilmiştir. WSSMV'nin New York'ta kışlık buğdayın erken ilkbaharda sararmasının başlıca nedeni olduğu belirlenmiştir.

Aboul-Ata ve ark. (1992), Mısır'da yaptıkları survey çalışmaları esnasında buğday ve arpa bitkilerinde *Barley yellow dwarf virus* etmeninin belirtilerini gözlemlemişlerdir. Hastalığın belirtileri güney ve kuzey Mısır'daki ekim alanlarında görülmüştür. Bu virüs belirtilere dayanarak, taşınma ve BYDV-PAV etmenine özel antikor vasıtasıyla ELISA yöntemi ile tespit edilmiştir.

El-Zoubi ve ark. (1992) tarafından Suriye'de 1987 itibariyle başlayan çalışmada BYDV ırklarından MAV, PAV, RPV ve RMV ırkları ayrı ayrı olmak üzere veya karışık enfeksiyon şeklinde tespit edilmiştir. BYDV bulaşıklık oranları buğday, darı ve mısırdaki sırasıyla %22, %35, %59 şeklinde bildirilmiştir.

Banks ve ark. (1995) Arpa sarı cücelik virüsü (BYDV) ile bulaşık bulunan tarlalarda enfeksiyona bağlı olarak 6 kışlık buğdayın verim yönünden değerlendirilmesini yapmıştır. Virüsün doğal görülme sıklığına ek olarak, bazı alanlara yaprak biti ilacı püskürtülmesi ve diğerlerine yapay olarak  oğaltılmış virüslü yaprak bitlerinin eklenmesiyle enfeksiyon seviyelerinin kapsamı genişletilmiştir. Tüm buğday  eşitlerinde BYDV'nin neden olduğu doğal enfeksiyonlara atfedilebilen önemli tane verimi kayıpları bulunmuştur. Vir sl  yaprak bitlerinin ilave edilmesinin verimi daha da azalttığı görülmüştür. Yaprak biti ila lamasının enfeksiyonu durdurmadığı ancak, yavaşlattığı ve buna bağlı olarak verimi artırdığı tespit edilmiştir. Test edilen 6 buğdaydan Lawson, Birch 41, Birch 75, Owlet ve Isis  eşitlerinin verimlerindeki önemli farklılıklara rağmen benzer BYDV toleranslarına sahip olduğu, W71  eşidinin ise önemli ölçüde hassas olduğu belirlenmiştir. BYDV'nin ortalama doğal görülme oranının %67 olduğu tespit edilmiştir.

Bashir ve ark. (1997), 1993 ve 1994 yıllarında Pakistan'da buğday, arpa, yulaf ve tritikalede BYDV belirtileri gösteren bitkilerden 45 yaprak  rneği üzerinde DAS

ELISA yöntemi ile araştırma yürütmüşlerdir. Bu numuneler, BYDV- PAV, MAV, RPV, RMV ve SGV tespiti amacıyla toplanmıştır. 33 numune BYDV ile enfekteli bulunmuştur. Test sonuçlarına göre PAV benzeri izolatlar en yaygın (%64,4), ardından MAV benzeri izolatlar (%40,0) oranında tespit edilmiştir. Bu çalışmada, Pakistan'da ilk kez SGV benzeri izolatlar tespit edilmiştir (%4,4). Kullanılan antikorların hiçbirisiyle reaksiyona girmeyen numuneler, ya diğer BYDV izolatlarının varlığını ya da bu antikorlarla tespit edilemeyen beslenme bozuklukları gibi faktörlere bağlanmıştır.

Najar ve ark. (2000), Tunus'un farklı bölgelerindeki (Beja, Bizerte, Cap-bon, Jendouba, Kairouan, Siliana ve Zaghouan) tahıl bitkilerinde hastalığa neden olan virüsleri tespit etmek maksadıyla araştırma yapmışlardır. 15 arpa, 21 durum buğdayı ve 7 ekmeklik buğday tarlasından örnekler toplamışlardır. *Barley stripe mosaic virus*, *Barley yellow dwarf virus* (PAV serotip), *Wheat streak mosaic virus*, *Barley yellow striate mosaic virus* (BYSMV) ve *Wheat dwarf virus* (WDV) virüsleri olmak üzere 5 virüsün varlığını tespit etmek amacıyla toplanan örnekler bu virüslerin antiserumları kullanılarak tissueblot immunoassay ile test edilmiştir. BYDV-PAV ırkı 7 arpa örneğinde (3 tarlada), 25 durum buğdayında (10 tarlada) ve 8 ekmeklik buğdayda (3 tarlada) belirlenmiştir. BYSMV 3 arpa (3 tarla), 16 durum buğdayı (6 tarlada) ve 4 ekmeklik buğday örneğinde (3 tarlada) tespit edilmiştir. WDV, 5 arpa (3 tarlada), 9 durum buğdayı (4 tarla) ve 4 ekmeklik buğday örneğinde (1 tarlada) belirlenmiştir. BSMV 49 arpa (6 tarlada) ve 25 durum buğday örneğinde (5 tarlada) saptanmıştır. Tunus'ta tahıl bitkilerinde hastalığa sebep olan BYSMV, BSMV ve WDV enfeksiyon oranları %1'den daha düşük oranda belirlenmiştir. BSMV hastalık oranı bir tarlada %10,5 olarak saptanmıştır. Belirti gösteren bitkilerden alınan ve testi yapılan örneklerde enfeksiyon oranları ekmeklik buğdayda WDV açısından %0,8, BSMV için ise arpada %6 şeklinde bulunmuştur.

Pocsai (2001), 1996 ve 2000 yıllarını kapsayan süreçte Macaristan'da ekimi yapılan kışlık arpa, kışlık buğday, durum buğdayı ve tritikale bitkilerinde araştırma çalışmaları yürütmüştür. Toplanan örnekler üzerinden *Wheat dwarf virus*, *Barley yellow dwarf virus*-MAV, *Barley yellow dwarf virus*-PAV, *Barley yellow dwarf virus*-RMV, *Barley yellow dwarf virus*-SGV ve *Cereal yellow dwarf virus*-RPV virüslerini tespit etmek amacıyla DAS-ELISA yöntemini kullanmıştır. Çıkan sonuçlar dikkate alındığında, *Wheat dwarf virus* etmeninin baskın olma durumu yıldan yıla değişiklik göstermiştir. Bu etmenin 1996'dan 1998'e kadar olan periyotta azalma eğiliminde olduğu görülmüştür. Kışlık buğdayda WDV varlığı 1999 yılı haricinde yüksek oranda

tespit edilmiştir. Beş yıllık süreç içerisinde teste tabi tutulan örneklerde WDV bulunma oranı %23,4 ile %87,9 arasında değişiklik arz etmiştir. Durum buğdayında WDV virüsü 1997 yılı dışındaki yıllarda baskın olarak bulunmuş, bulunma oranı %6-%100 arasında değişiklik arz etmiştir. Tritikale bitkisinde WDV virüsü testi gerçekleştirilen örneklerde her yıl çok yüksek oranda belirlenmiştir (%80-100). Buğday üretiminin gerçekleştirildiği alanlarda yapılan çalışmalar neticesinde *Barley yellow dwarf virus* ırkları sadece 1999 yılında WDV virüs etmeninden daha yüksek oranda bulunmuştur.

Jeżewska (2001), tarafından 1999 ve 2000 yıllarında bodurluk ve yapraklarda sararma belirtilerini gösteren buğday, tritikale ve çavdar bitkilerinde WDV varlığı ELISA yöntemi ile test edilmiştir. Teste tabi tutulan 576 bitki örneğinden 99'unda WDV varlığına rastlanmıştır. Virüs, Polonya'nın Wielkopolska bölgesinde iki lokasyonda toplanan kışlık buğday, kışlık tritikale ve kışlık çavdar bitkilerinde tespit edilmiştir.

Makkouk ve ark. (2001a), Lübnan'da 2000 yılında yaptıkları çalışma neticesinde arpa, buğday ve durum buğdayında virüs enfeksiyonlarına bağlı olarak gelişen belirtilerin yüksek oranlara ulaştığını bildirmişlerdir. Gözlemlenen belirtiler, genel olarak bitkilerde bodurlaşmanın yanında yapraklarda çizgi ve sararma şeklinde kendini göstermiştir. Simptom gösteren bitkilerden elde edilen örnekler (27 arpa, 37 ekmeklik buğday ve 81 durum buğdayı) *Barley yellow striate mosaic virus* (BYSMV), *Barley stripe mosaic virus* (BSMV), *Barley yellow dwarf virus* (BYDV, PAV) ve *Wheat streak mosaic virus* (WSMV) varlığı açısından TBIA yöntemi kullanılarak test edilmiştir. BYSMV 12 arpa, 56 durum ve 18 ekmeklik buğday örneğinde kendini göstermiştir. BYDV-PAV 4 arpa, 6 durum ve 7 ekmeklik buğday örneğinde tespit edilmiştir. Çalışma neticesinde BSMV ve WSMV varlığına rastlanmamıştır.

Makkouk ve ark. (2001b), Özbekistan'ın tahıl yetiştirilen iki bölgesinde 12 farklı buğday tarlasında gerçekleştirdikleri sürvey çalışmasında, teste tabi tutulan 250 örnekte yaygın olarak görülen virüsün *Barley yellow dwarf virus*-PAV (BYDV-PAV, %12) olduğunu belirlemişlerdir. Bunu sırasıyla BYDV-SGV (%10,8), *Barley yellow striate mosaic virus* (BYSMV, %2) ve *Cereal yellow dwarf virus*-RPV (CYDV-RPV, %1,2) izlemiştir.

Makkouk ve ark. (2001c) 2001 yılında *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) ve *Cereal yellow dwarf virus* (CYDV) virüslerinin tespiti için 2001 yılında Tunus'ta yaptıkları çalışmada, 12 arpa, 23 makarnalık buğday ve 13 ekmeklik buğday tarlasından yapraklarda sararma ve çizgi belirtileri ile bitkilerde bodurlaşma ile karşılarına çıkan 1650 bitkiden örnek toplamış ve bu bitkileri tissue-blot immunoassay testine tabi

tutmuşlardır. BYDV-PAV, BYDV-SGV ve BYDV-RMV için özelleştirilmiş poliklonal antiserum, CYDV-RPV ve BYDV-MAV için 2 özelleştirilmiş monoklonal antiserum (ATCC PVAS-669 ve ATCC PVAS-673) kullanılarak test işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapılan testler neticesinde 5 virüsün Tunus'ta bulunduğu ortaya çıkarılmıştır. BYDV-PAV test edilen 1650 örnekten 377'sinde (%22,8) tespit edilmiştir. Diğer virüsler açısından, BYDV-SGV (%17,2), BYDV-RMV (%5,5), BYDV-MAV (%1,1) ve CYDV-RPV (%0,7) oranlarında belirlenmiştir.

McKirdy ve ark. (2002), Batı Avustralya'da (1992'den 1994'e kadar) insektisit uygulamalarının BYDV'nin buğday ve yulafta yayılmasını baskıladığı beş arazi çalışmasından elde edilen tane verimi verilerini, BYDV yoğunluğu ile verim kayıpları arasındaki ilişkileri, 500 tane ağırlığı ve buruşmuş tane oranını ölçmek için kullanmışlardır. Bu çalışmada verim kayıplarına ilişkin elde edilen sonuçlara bakıldığında, verim kayıpları, buğdayda BYDV yoğunluğundaki her %1'lik artış için 13 ila 25 kg/ha ve yulafta BYDV yoğunluğundaki her %1'lik artış için 44 ila 55 kg/ha arasında değişmiştir. Buğday için, BYDV yoğunluğundaki her %1'lik artışta 500 tohum ağırlığının 0.04 ile 0.082 g azaldığı tespit edilmiştir.

Ákos ve ark. (2002), güney Macaristan'da beş yıllık bir süre boyunca (1994-1999) buğday genotiplerinin çoklu virüs enfeksiyonu vakaları incelenmiştir. Serolojik olarak BYDV, BSMV, BMV, WDV ve WSMV virüsleri saptanmıştır. Beklenmeyen bir sonuç olarak BYDV, BSMV ve WDV'ye kıyasla daha az sıklıkta bulunmuştur. Bu bağlamda BYDV'nin tahıllara bulaşan diğer virüslerden ekonomik olarak daha az önemli olduğu öne sürülmüştür. Birçok bitkide 2-5 farklı virüs tanımlanmıştır. Bu sonuçlar birkaç virüs türünün çok sayıda çoklu enfeksiyonunun, doğal viral enfeksiyon tahmininin yalnızca tek bir virüs türünün analizine dayanamayacağını göstermiştir. Diğer taraftan, buğdayda çoklu direncin geliştirilmesinin, bitkileri virüslere karşı savunmak için gerekli olduğu görülmüştür.

Bowen ve ark. (2003), yaptıkları araştırmada, 2000 yılından başlayarak kuzey, orta ve güney Alabama'da yetişen kışlık buğday mahsullerini, BYDV-PAV ve CYDV-RPV'nin oluşumu açısından değerlendirmiştir. Bu virüslere ek olarak, numuneler SBWMV, WSSMV ve WSMV varlığı açısından da test edilmiştir. BYDV-PAV ve CYDV-RPV, 2000 yılında elde edilen örneklerin %14,6'sında ve 2001 yılında toplanan örneklerin %12,2'sinde eyalet genelinde tek başına veya ko-enfeksiyon şeklinde bulunmuştur. PAV, 2000 yılında RPV'den (sırasıyla %4.3 ve %9.9) daha düşük

yoğunlukta bulunmuştur. 2001 yılında ise, örneklerin %8,2'sinde PAV ve %1,9'unda RPV saptanmıştır.

Lindblad ve Sigvald (2004), buğdayda bodurlaşma etmeni olan ve *Psammotettix alienus* tarafından iletilen bir geminivirüs olan WDV'yi İsveç'in merkezindeki kışlık buğday tarlalarında 4 yıl boyunca yoğunluk ve vektör oluşumu bakımından araştırmışlardır. Çalışmanın amacı, sonbaharda tarlalara göç eden yetişkin yaprak zararlıları tarafından WDV'nin birincil yayılımının boyutunu ve göçmenlerin nesli tarafından takip eden yazın başlarında ikincil yayılımın boyutunu tahmin etmek olmuştur. Saha araştırması verileri, birincil enfeksiyon oranının %5'i geçmediğini ve yaz aylarında enfeksiyon oranlarının %50'ye kadar çıktığını göstermiştir. Ekinler gövde uzamasının sonuna ulaştıkça enfeksiyon oranlarındaki artışın durduğu belirlenmiştir. Yapılan deneyler, bitkilerin büyüme aşaması DC 31'de enfeksiyona karşı dirençli hale geldiğini göstermiştir.

Köklü (2004), tarafından *Barley yellow dwarf luteoviruses* (BYDV-PAV ve BYDV-MAV), *Cereal yellow dwarf polerovirus* (CYDV-RPV), *Barley stripe mosaic hordevirus* (BSMV), *Wheat dwarf monogeminivirus* (WDV) ve *Brome mosaic bromovirus* (BMV) tespiti için Tekirdağ'ın tahıl yetiştirilen yedi ilçesini kapsayan bir çalışma yapılmıştır. 26 buğday tarlasından sararma, bodurluk veya çizgilenme görülen 260 buğday örneği toplanmıştır. Bu numuneler, heterojen antikor kullanılarak ELISA ile altı virüsün varlığı bakımından test edilmiştir. Serolojik testler, Tekirdağ'da test edilen altı virüsün bulunduğunu göstermiştir. Testi gerçekleştirilen virüsler içerisinde en yaygın olarak BYDV-MAV virüsü tespit edilmiştir (260 buğday örneğinin %25'i). Diğer virüsler açısından, BYDV-PAV (%22,3), WDV (%16,5), CYDV-RPV (%8,5), BMV (%3,1) ve BSMV (%1,5) oranlarında ortaya çıkmıştır. Bu çalışma ile ülkemizde ilk kez buğdayda BSMV ve BMV varlığı rapor edilmiştir.

Makkouk ve ark. (2004) tarafından Güney Suriye'deki tarım istasyonlarındaki buğdayı etkileyen virüs hastalıklarını belirlemek için sınırlı bir araştırma Ekim 2002'de yapılmıştır. Virüs enfeksiyonunu düşündüren semptomlara (sıyırılma, bodurluk ve sararma) sahip toplam 94 ekmeklik ve durum buğdayı örneği toplanmıştır. Tüm numuneler, poliklonal antikorlar kullanılarak *Barley stripe mosaic virus* (BSMV), *Barley yellow dwarf virus-PAV* (BYDV-PAV), *Wheat streak mosaic virus* (WSMV) ve *Barley yellow striate mosaic virus* (BYSMV) tespiti amacıyla ICARDA, Halep, Suriye Viroloji Laboratuvarında tissue-blot immunoassay ile test edilmiştir. Elde edilen serolojik sonuçlar, BYSMV'nin (%78,7) en sık rastlanan virüs olduğunu, ardından

BYDV-PAV'ın (%22,3) geldiğini, test edilen numunelerde BSMV ve WSMV'nin varlığının bulunmadığını göstermiştir.

Pocsai (2004), tarafından 2000 ve 2004 yıllarında Macaristan'ın üç bölgesinden (Kompolt, Martonvásár ve Szeged) toplanan kışlık arpa, kışlık buğday, makarnalık buğday ve tritikalenin simptom gösteren örneklerinde *Wheat dwarf virus* varlığına ilişkin araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Yapraklarda sararma ve bitkide bodurluk belirtileri ile kendini gösteren tahıl bitkilerine ait örnekler her yılın Mayıs ayında toplanmıştır. 2000 yılında 150 kışlık arpa, 150 kışlık buğday, 50 makarnalık buğday ve 40 tritikale örneği test edilirken, 2001 yılında kışlık arpadan 150, kışlık buğdaydan 150, makarnalık buğdaydan 50 ve tritikaleden 50 örnek toplanmıştır. 2002 ve 2003 yıllarında 150 kışlık arpa, 150 kışlık buğday, 50 makarnalık buğday ve 50 tritikale örneği test edilmiştir. 2004 yılında, *Wheat dwarf virus* vakasının düşük olması nedeniyle virüs testi için 100 kışlık arpa, 126 kışlık buğday ve yalnızca 2 makarnalık buğday toplanmıştır. Virüsün tespiti için DAS-ELISA yöntemi kullanılmıştır. Tahıl türleri için elde edilen sonuçlar, virüsün hastalık görülme sıklığının yıllara, bölgelere ve tahıl türüne göre değiştiğini göstermiştir. Hastalığın görülme sıklığı %29,9 ile %96 arasında değişmiştir. Kompolt'ta artan bir virüs varlığı eğilimi tespit edilmiştir. Kışlık buğdayda, beş yıl boyunca test edilen örneklerde virüsün varlığı %59,9'dan %26'ya düşmüştür. Makarnalık buğdayda virüsün 2004 yılı hariç tüm yıllarda baskın olduğu belirlenmiş, bulunma oranı %60 ila %100 arasında değişmiştir. Tritikalede, virüsün ortaya çıkışı, 2004 yılı haricinde test edilen tüm yıllarda en yüksek (%80-98) olmuştur. Beş yıllık araştırmanın verilerinden Macaristan'ın tahıl yetiştirilen bölgelerinde virüsün öneminin arttığı sonucuna varılmıştır.

Lemmetty ve Huusela-Veistola (2005)'ya göre, WDV etmeni bitkilerde şiddetli bodurlaşma, farklı seviyelerde sararma, hiç başak oluşturmama veya başaklanma oranlarında azalma gibi belirti veren bitkilere neden olmakta, %20-40 oranları arasında değişiklik gösteren verim azalmasına neden olmakta, bazen de verim kayıpları %100'e kadar ulaşabilmektedir.

Kennedy ve Connery (2005), ilk sırada buğday olmakla beraber diğer tahıl bitkilerini de aynı düzeyde etkileyen virüsler arasındaki BYDV'lerin dünya genelinde yaygın şekilde görülen ve ekonomik bakımdan önem arz eden tahıl bitkilerinin en çok zarar verici virüsleri olarak belirtildiğini ifade etmişlerdir.

Pocsai ve ark. (2006) tarafından 2006 yılında, Kompolt'un kışlık arpa ıslah materyallerinde virüs baskınlığının belirlenmesi için BYDV MAV, BYDV-PAV,

BYDV-RMV ve BYDV-SGV yoğunluğu incelenmiştir. Kompolt'ta yaprak sararması ve bodurluk belirtileri gösteren hatlarda araştırmalar yapılmıştır. Virüs testi için toplam 490 örnek toplanmış, yaprak örneklerinden tespit için DAS-ELISA kullanılarak virüs teşhisi yapılmıştır. ELISA testi sonuçlarına göre test edilen 490 kışlık arpa bitkisinin 337'sinin BYDV virüsleri ile enfekte olduğu tespit edilmiştir. BYDV'ler için pozitif sonuç veren 337 bitkinin %66,7'sinin tek başına veya karma enfeksiyonda BYDV-MAV içerdiği, bunun BYDV-PAV için %24, BYDV-RMV için %18,6 ve BYDV-SGV için %19,8 olduğu bulunmuştur. Verilerin gösterdiği gibi, BYDV-MAV, Kompolt'un kışlık arpa ıslah materyallerinde baskın virüs olarak tespit edilmiştir. BYDV'lerin ıslah materyallerindeki baskınlığı üzerine yapılan bu çalışma, tahıl virüslerinin epidemiyolojisinin daha iyi anlaşılmasını amaçlamıştır.

Bukvayová ve ark. (2006) tarafından yapılan araştırma Slovakya'da kışlık buğday ve kışlık arpa ekim alanlarındaki BYDV-PAV, BYDV-RMV, CYDV-RPV ve WDV virüslerinin yoğunluğunu izlemek ve varlığını tespit etmek amacıyla yapılmış, 2001–2004 döneminde 150 bölgeden gelen toplam 292 örnek analiz edilmiş, örnekler 190 kışlık buğday örneğini (39 çeşit ve 13 yetiştirme hattı) ve 102 kışlık arpa örneğini (17 çeşit ve 7 yetiştirme hattı) içermiştir. Virüslerin saptanması, DAS ve TAS ELISA yönteminin yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırılan yıllar boyunca, çeşitli virüslerin oluşumu farklılık göstermiştir. 2001'de en çok temsil edilen virüsün WDV (%68) olduğu, 2002'de BYDV virüsünün PAV ırkının (%93), 2003'te WDV virüsü (%71) ve BYDV virüsünün PAV ırkının (%67), 2004'te ise WDV ve BYDV-PAV virüslerinin (%75) en yaygın virüsler olduğu tespit edilmiştir.

Kumari ve ark. (2006) tarafından Yemen'in farklı yerlerinde arpa ve ekmeklik buğday mahsullerini etkileyen virüs hastalıklarını belirlemek için 15-24 Eylül 2004 tarihleri arasında bir araştırma yapılmıştır. Rastgele seçilen 13 arpa ve 23 ekmeklik buğday tarlasında sürvey yapılmıştır. Virüslerin tanımlanması ve yoğunlukları, altı tahıl virüsüne karşı (*Barley yellow dwarf virus-PAV*, *Barley stripe mosaic virus*, *Barley yellow striate mosaic virus*, *Wheat streak mosaic virus*, *Barley yellow dwarf virus-MAV* ve *Cereal yellow dwarf virus-RPV*) yapılmış, test işlemleri antiserum kullanılarak tissue blot immunoassay ile her alandan rastgele toplanan 100-200 numune ve 2-20 simptomatik numunenin laboratuvar testi ile belirlenmiştir. Rastgele toplanan örneklerde tespit edilen en yaygın virüs, arpada %7,0 ve ekmeklik buğdayda %4,3 genel görülme sıklığıyla BYDV-PAV olmuş, bunu BSMV virüsü izlemiştir. Arpa tarlalarında tespit edilen en yüksek virüs hastalığı yoğunluğu, Arpa çizgi mozaik virüsü ve Arpa sarı

cücelik virüsü ile enfekte olan El-Bon vadisinde (%28,9) olmuştur. *Barley yellow striate mosaic virus*, *Cereal yellow dwarf virus-RPV* ve *Barley yellow dwarf virus-MAV* gibi diğer virüsler nadiren tespit edilmiştir. Bu çalışma, Yemen'deki tahılları doğal olarak enfekte eden *Barley stripe mosaic virus*, *Barley yellow striate mosaic virus*, *Barley yellow dwarf virus-MAV*, *Barley yellow dwarf virus-PAV* ve *Cereal yellow dwarf virus-RPV*'nin ilk raporudur.

Köklü ve ark. (2007), WDV'nin buğday bitkisinde bodurlaşma ile birlikte sararma şeklinde belirti meydana getirdiğini, buğday bitkisinin yanında çavdar ve arpa bitkilerinde de hastalık etmeni olarak görüldüğünü, Cüce Ağustos böceklerinin virüsün taşınma işlevi açısından en önemli vektör olduğunu bildirmişlerdir.

Kúdela ve ark. (2008) tarafından *Wheat streak mosaic virus* (WSMV) varlığı Mart ile Haziran 2007 arasında Slovakya'nın çeşitli yerlerinden toplanan 91 buğday ve arpa örneğinin test edilmesiyle izlenmiştir. Numuneler, ticari bir çift antikorlu DAS-ELISA kiti (Loewe Biochemica, Sauerlach, Almanya) ile taranmış, Batı Slovakya'nın aynı bölgesinden alınan iki buğday (*Triticum aestivum* L.) örneğinden olumlu sonuçlar alınmıştır.

Erkan ve Yılmaz (2009), yaptıkları çalışma ile Samsun ilinde 2005 ve 2006 yıllarında virüs kaynaklı hastalık etmenlerinin durumunu belirlemek amacıyla bitkilerden toplamda 126 adet toprak örneği toplamışlar ve *Soil-borne wheat mosaic virus* (SBWMV), *Wheat spindle streak mosaic virus* (WSSMV), *Barley mild mosaic virus* (BaMMV) ve *Barley yellow mosaic virus* (BaYMV) etmenlerini DAS-ELISA ile tespit etmeye çalışmışlar ve bu virüslerin vektörü olan *Polymyxa graminis*'i kök boyama yaparak analiz ederek araştırmışlardır. Toprak kökenli virüslere ilaveten 2006'da toplanan 154 bitki örneği yaprak bitleriyle taşınan *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) -PAV ve -MAV ırklarının tespit edilebilmesi amacıyla araştırmaya dahil edilmiştir. ELISA test sonuçlarına göre, WSSMV ile infekteli 1 örnek belirlenmiş (%0,7), 5 örnek BYDV-PAV (%3,4), 3 örnek BYDV-MAV (%2), 1 örnek ise BYDV-PAV+MAV ile 2'li enfeksiyon (%0,7) şeklinde belirlenmiştir.

Burrows ve ark. (2009), 2008'deki saha araştırmalarıyla, Great Plains buğday mahsullerinde bulunan virüslerin yaygınlığını ve çeşitliliğini belirlemişlerdir. Dokuz eyaletteki simptomatik bitkiler indirect-ELISA kullanılarak *Wheat streak mosaic virus* (WSMV), *Wheat mosaic virus* (WmoV), *Triticum mosaic virus* (TriMV), *Barley yellow dwarf virus-PAV* (BYDV-PAV), ve *Cereal yellow dwarf virus-RPV* (CYDV-RPV) için test edilmiştir. Çalışmada virüs yaygınlığı büyük farklılıklar göstermiş, ortalama tespit

sıklığı en yüksek WSMV (%47), ardından WMoV (%19), TriMV (%17), BYDV-PAV (%7) ve en düşük CYDV-RPV (%2) olarak bulunmuştur. Pozitif bitki numunelerinin çoğunda (%37) bir virüs bulunurken, birlikte enfeksiyon sıklığı iki virüs için %19 , üç virüs için %5 ve dört virüs için %1 olarak tespit edilmiştir. TriMV ilk kez Colorado, Nebraska, Oklahoma, South Dakota, Texas ve Wyoming'de tespit edilmiş, WMoV ise ilk kez Montana ve Wyoming'de tanımlanmıştır.

Lebas ve ark. (2009) tarafından virüs belirtisi gösteren 591 bitki örneği toplanmış ve WSMV enfeksiyonunu tespit etmek için DAS-ELISA ile test edilmiştir. Örneklerin 81'inde pozitif sonuç alınmıştır. Pozitif örnekler, Canterbury ortasından Kuzey Otago'ya kadar yetiştirme bölgelerinde örneklenen 108 alanın 28'inden (%26) toplanan 56 buğday çeşidinin 30'unu (%54) temsil etmiştir. Bu sonuçlara göre, WSMV'nin Yeni Zelanda'da üretimi gerçekleştirilen çeşitler içerisinde yaygın olduğu anlaşılmıştır.

Pakdel ve ark. (2010), İran'ın orta ve güney illerinde yapraklarda sararma veya kırmızılaşma ve genel bodurluk belirtileri gösteren 148 buğday, 70 arpa ve 24 yabancı ot örneği toplayarak *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) ve *Cereal yellow dwarf virus* (CYDV) virüslerinin varlığını tespit etmek amacıyla, test için enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) ve tissue print immunoassay (TPIA) yöntemini kullanmışlardır. Sonuç itibariyle, çoğu bölgede virüslerin varlığını tespit etmişler, BYDV-PAV, BYDV-MAV, CYDV-RPV ve BYDV-SGV antiserumlarına karşı pozitif sonuçlar kaydedilmiştir.

Sahragard ve ark. (2010), Chahar Mahal ve Bakhtiari eyaletlerinde buğday bitkisinde ekonomik önemi bulunan virüs etmenlerinin erken ekim yapılan alanlarda %100'e varan oranda ürün kaybına sebep olduklarını bildirmişlerdir. DAS-ELISA veya TAS-ELISA yöntemlerini kullanarak *Barley yellow dwarf* (BYDV-PAV ve BYDV-MAV), *Cereal yellow dwarf virus* (CYDV-RPV), *Wheat dwarf virus* (WDV), *Wheat streak mosaic virus* (WSMV), *Maize Iranian mosaic virus* (MIMV) ve *Barley yellow striate mosaic virus* (BYSMV) virüslerini tespit etmişlerdir. Belirti gösteren örneklerin %64'ünde en az bir virüs varlığını belirlemişlerdir. BYDV (BYDV-PAV, BYDV-MAV ve CYDV-RPV dahil), MIMV, BYSMV ve WSMV virüslerini sırasıyla örneklerde %27, %25,5, %21,5 ve %20,5 oranlarında belirlenmiştir.

Deligöz ve ark. (2011) tarafından *Barley yellow dwarf virus*-PAV (BYDV-PAV) and *Barley yellow dwarf virus*-MAV (BYDV-MAV) varlığını belirlemek için 2006 ve 2007 yıllarında yapılan sürveylerde sırasıyla Samsun ve Amasya illerinde yoğun olarak

yetiştirilen buğdaydan toplam 116 ve 100 yaprak örneği toplanmıştır. Örnekler ELISA ile test edilmiştir. ELISA testleri, Samsun'da 10 örneğin BYDV-PAV (%8,6), 6 örneğin BYDV-MAV (%5,1) ve 2 örneğin (%1,7) BYDV-PAV+MAV enfeksiyonu ile enfekte olduğunu, Amasya'da 4 örnekte BYDV-PAV (%4), 1 örnekte BYDV-MAV (%1) ve 4 örnekte (%4) ise BYDVPAV+MAV enfeksiyonunu olduğunu göstermiştir.

Behjatnia ve ark. (2011), İran'ın farklı bölgelerinde yaptıkları araştırmada buğday ve arpada BYDV'lere ek olarak, WDV'nin İran'daki tahıl tarlalarında sarı oluşumda ve bodurlaşmada önemli bir bileşen olduğu sonucuna varmışlardır. Prob olarak WDV'nin İran arpa izolatının tam ssDNA genomu ile dot blot hibridizasyonu ve virüsün tam uzunluktaki DNA'sını çoğaltan primerlerle PCR kullanılarak 211 BYDV pozitif arpa ve buğday numunesinin 46'sında WDV tespit edilmiştir.

Ekzayez ve ark. (2011) tarafından Mayıs 2009'da Suriye'nin başlıca tahıl üretim alanlarını kapsayan bir saha araştırması yapılmıştır. 45 buğday ve 58 arpa tarlasından tipik viral enfeksiyon belirtileri gösteren toplam 938 buğday ve 971 arpa örneği toplanmıştır. Toplanan tüm numuneler, WDV için poliklonal antikor AS-0216 dahil olmak üzere altı spesifik tahıl virüsü antiserumu kullanılarak ICARDA, Suriye Viroloji Laboratuvarında test edilmiştir. Serolojik testler, Al-Hasskah vilayetinden (Suriye'nin doğu bölgesi) toplanan 16 buğday ve beş arpa numunesinde WDV'nin varlığını ortaya koymuştur.

Byamukama ve ark. (2012) tarafından TriMV (Triticum Mozaik Virüsü) veya WSMV (Buğday Çizgi Mozaik Virüsü) ayrı ayrı inokülasyonu ve ikili (TriMV+WSMV) inokülasyonunun WSMV'ye duyarlı buğday çeşidi Millennium ve WSMV dayanıklı buğday çeşidi Mace'in iki yetiştirme mevsiminde tarla koşullarında verim ve verim bileşenleri üzerindeki etkilerini araştırmak için çalışma yürütülmüştür. Çalışma kapsamında klorofil ölçer (SPAD) okumaları, tane verimi, verim bileşenleri (başak/m², tane/başak, 1000 tane ağırlığı) ve kuru madde ağırlığı belirlenmiştir. 2011 ve 2012'de Mace çeşidinde, ölçülen tüm değişkenler (SPAD okumaları, başak/m², tane/başak, verim, 1000 tane ağırlığı) için virüs inokülasyon yöntemleri (TriMV, WSMV, TriMV+WSMV) arasında önemli farklılık bulunmamıştır. Tarladaki yüksek sıcaklıklara rağmen, her iki yılda da TriMV ve WSMV ile tek veya ikili inoküle edilen Mace çeşidinde verimde önemli olmayan bir düşüş olmuştur, bu da Mace'in tarla koşullarında her iki virüse de dayanıklı olduğunu göstermiştir. Millennium çeşidinde TriMV+WSMV uygulamasındaki SPAD okumaları, 2011'de kontrol, TriMV ve WSMV uygulamalarından sırasıyla %39, 34 ve %30 daha düşük çıkmıştır. Sonuçlar 2012

yılında da benzerlik göstermiştir. Bu durum, Millennium çeşidinde, iki virüsle birlikte enfeksiyonun sinerjistik etki oluşturduğunu göstermektedir. Mevcut çalışmada, TriMV'ye bağlı olarak 2011 yılında Millennium ve Mace'de sırasıyla %70 ve %9, 2012 yılında ise aynı çeşitlerde sırasıyla %53 ve %3 verim kayıpları tespit edilmiştir. Bu veriler, tarla koşullarında TriMV'den kaynaklanan verim kaybı miktarının çeşide bağlı olduğunu göstermektedir. Millennium'da 2011 ve 2012'de sırasıyla %96 ve %81'lik ikili inokülasyondan (TriMV+WSMV) kaynaklanan verim kayıpları tespit edilmiştir. Bu çalışma sonuçları itibariyle, tarla koşullarında, WSMV'ye dayanıklı bir çeşit olan Mace'in TriMV'ye de dayanıklı olduğunu, kışlık buğdayın TriMV + WSMV ikili inokülasyonunun, duyarlı çeşitte belirtileri ve verim kaybını şiddetlendirdiği tespit edilmiştir.

Kılıç ve Altındal (2012) yürüttükleri çalışmada, Isparta ve Burdur illerinde tohumluk amacıyla kullanılan buğdaylardan numune alıp DAS-ELISA tekniğini kullanarak *Wheat streak mosaic virus* (WSMV) ve *Barley stripe mosaic virus* (BSMV) virüslerini tespit etmek amacıyla araştırmışlardır. Bu kapsamda farklı noktalardan toplamda 142 tohum örneği elde edilmiştir. Sonuç olarak, test edilen örneklerin WSMV ve BSMV bakımından sırasıyla %3,5 ve %12,67 oranlarında bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Usta (2013)'ya göre, WSMV buğdayda hastalık meydana getirdiği gibi mısır, yulaf, çavdar ve darı gibi bitkilerde de hastalığa neden olabilmektedir. Virüsün meydana getirdiği belirtiler ilk etapta tarla kenarlarında görülürken, çevre faktörlerinin uygun olması halinde daha geniş alanlara yayılım gösterebilmektedir. Hastalık belirtileri cücelik ve kloroz şeklinde başlamakta, ileri düzeydeki enfeksiyonlarda sarı çizgiler, yapraklarda beneklenme ve kahverengileşme görülebilmektedir. Virüsün daha geniş alanlara yayılmasında en önemli taşıyıcılar akarlardır.

Mar ve ark. (2013), Brezilya'da *Wheat streak mosaic virus* (WSMV) oluşumunu belirlemek ve buğday yetiştirme alanlarından izolatları karakterize etmek amacıyla 2009-2011 yılları arasında daha önce akar varlığının ilişkili olduğu buğday (*Triticum aestivum*) yetiştirme alanlarından toplam 40 örnek toplamışlar ve virüs tespiti için RT-PCR ile test etmişlerdir. Altı WSMV izolatı elde edilmiş ve sekanslama ile karakterize edilmiştir.

Lotfipour ve ark. (2013) yaptıkları çalışmada WDV belirtisi gösteren bitkilerden topladıkları 270 örnekten 155'inin PCR testleri sonucunda WDV ile bulaşık olduğunu saptamışlardır.

Dayan (2013) tarafından Tekirdağ ilinin merkezinde yer alan Karaevli ve İncecik Köyleri ile Yarapsan Çiftliğinde yürütülen çalışmada, 2011 ve 2012 yılı üretim sezonunda 8 farklı kışlık ekmeklik buğday çeşidinde tahıl bitkilerinde hastalık meydana getiren bazı virüs etmenlerinin kalite üzerine etkilerini saptamak amacıyla, üç farklı bölgede, farklı tarihlerde ekimi yapılan bu çeşitlerden (Tina, Esperia, Guadalupe, Flamura-85, Albatros, Krasunia, Syrena, Sagittario) elde edilen 200 adet örnek üzerinden 8 ayrı tahıl virüsü için DAS-ELISA yöntemi kullanılarak test işlemi gerçekleştirilmiştir. Testlenen 200 adet yaprak örneğinden 60 adedinde *Barley yellow dwarf virus- PAV* (BYDV-PAV), *Barley yellow dwarf virus-MAV* (BYDV-MAV), *Cereal yellow dwarf virus-RPV* (CYDV-RPV), *Wheat streak mosaic virus* (WSMV), *Wheat dwarf virus* (WDV) ve *Brome mosaic virus* (BMV) virüslerinin varlığı saptanmıştır. Testlenen buğday yaprak örneklerinde *Maize dwarf mosaic virus* (MDMV) ve *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) virüslerinin varlığına rastlanmamıştır. Deneme alanlarındaki ekmeklik buğday çeşitlerinden toplanan 200 farklı dane örneği üzerinde 9 farklı kalite testi uygulanmıştır. Kalite test sonuçlarına göre, tahıllara arız olan virüs kaynaklı hastalıkların bilhassa dane yapısını doğrudan etkilediği gibi bin dane ve hektolitre ağırlıklarında önemli ölçüde düşüslere neden olduğu görülmüştür. Danenin muhteviyatı içerisindeki gluten ve toplam protein miktarlarında artış tespit edilmiştir. Dane protein miktarında artış olmasına karşın, protein kalitesini belirlemede esas alınan sedimantasyon ve hamur enerji değerlerinin ise virüs hastalıklarından negatif yönde etkilendiği belirlenmiştir.

Barley yellow dwarf virus ile bulaşık olan bitkilerde kök gelişimi olumsuz etkilenmekte, sürgün sayısında azalma olmakta ve bitkiler şiddetli bir şekilde bodurlaşmaktadır. Yapraklarda ise sararma ve kızarıklık gibi renk değişimleri görülmektedir. Buğdayda, sarı ve bazen kırmızı tonlarındaki renk değişikliği hastalığın en tipik belirtileri arasında yer almaktadır. Hastalığın şiddetli durumlarında büyümede gerilik, kısır olma durumu ve dane doldurmama gibi durumlar ortaya çıkabilmektedir (Wiese, 1987; Perry ve ark., 2000). Buğdayda virüs etmeninin % 5-25 arasında değişiklik gösteren oranlarda kayıplara neden olduğu bildirilmiştir. BYDV enfeksiyonları nedeniyle buğdayda % 46, arpada % 25 ve yulafta % 15'e varan verim azalmalarının olabileceği bildirilmiştir (Kaddachi ve ark., 2014).

Jeżewska ve Trzmiel, (2016), 2014 ve 2015 döneminde Polonya'nın farklı bölgelerinde yürüttükleri çalışmalarda virüs etmeni BYDV'yi yüksek düzeyde tespit etmişlerdir. Bilhassa arpa bitkisinde oldukça yüksek verim kayıplarına sebep olduğunu

belirtmişlerdir. 688 tahıl örneği ELISA testi ile test edilmiştir. Yüksek verim kaybına sebep olan etmenlerin *Barley yellow dwarf virus*-MAV (BYDV-MAV) ve *Barley yellow dwarf virus*-PAV (BYDV-PAV) oldukları ortaya çıkarılmıştır.

Beoni ve ark. (2016) tarafından Çek Cumhuriyeti'nde 4 yıllık bir survey çalışması sonucunda tahıl bitkilerinde *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) sıklığı rastgele seçilen örnekler üzerinden test edilen buğday ve arpa bitkilerinde ortalama %13,3 olarak belirlemişlerdir.

Burrows ve ark. (2016) tarafından yapılan araştırmada, ABD'nin 9 eyaletinde survey çalışması yapılarak, indirect ELISA kullanmak suretiyle 5 virüs hastalığı yaygınlık yönünden belirlenmiştir. WSMV, toplanan örnekler arasında her yıl ortalama %23 ile %47 arasında değişen oranları ile en yaygın virüs olmuştur. TriMV ve WMoV WSMV ile birlikte örneklerin %76'sının üzerinde tespit edilmiştir. Yaprakbitleriyle taşınan *Barley yellow dwarf virus* ve *Cereal yellow dwarf virus*-RPV kompleksini daha düşük oranda belirlemişlerdir (örneklerin %65'inden daha azında).

Rotenberg ve ark. (2016), Kansas eyaletindeki 9 bölgede *Barley yellow dwarf virus*-PAV (BYDV-PAV), *Cereal yellow dwarf virus*-RPV, *Wheat streak mosaic virus* (WSMV), *High plains virus*, *Soil-borne wheat mosaic virus* ve *Wheat spindle streak mosaic virus*'lerini ELISA yöntemini kullanarak tespit etmişlerdir. Araştırma neticesinde BYDV-PAV ve WSMV virüslerinin yaygın virüsler olduğu tespit edilmiştir. Bu virüsler test için kullanılan bitkilerde sırasıyla %22 ve %19 oranlarında saptanmıştır.

Milgate ve ark. (2016), 2006 ve 2014 yılları arasında Avustralya'da *Wheat streak mosaic virus* (WSMV), *Wheat mosaic virus* (WMoV), *Barley yellow dwarf virus* (BYDV), *Cereal yellow dwarf virus* (CYDV) virüslerinin yaygınlık durumlarını belirlemek amacıyla çalışma yürütmüşlerdir. New South Wales'in güneyinden elde edilen 139 buğday, arpa ve yulaf örneği kullanılarak, serolojik test yapılmak suretiyle tespit çalışmaları yapılmıştır. Sonuçlar tekli enfeksiyon olarak, örneklerin %27'inde BYDV-MAV'ın, %19'unda BYDV-PAV'ın, ve %14'ünde BYDV-RPV'nin bulunduğunu ortaya koymuştur.

Peiris ve ark. (2019), Arpa sarı cücelik virüsü hastalığının buğday dane kalite özellikleri üzerine etkilerini araştırmak için yaptıkları çalışmada, BYD'nin tahıl kalite özellikleri üzerindeki etkisi, farklı BYD seviyelerine sahip olan parseller ile insektisit uygulanan kontrol parselleri karşılaştırılarak tahmin edilmiştir. Geliştirilen regresyon modeli ile, %100 BYD yoğunluğunda, BYD'nin protein içeriğini %28,4 artıracak, nişasta içeriğini %6,3 ve verimi %66,4 azaltacağını öngörmüşlerdir.

Chrpová ve ark. (2020) Orta Avrupa'da yetiştirilen kışlık buğday çeşitlerinde BYDV-PAV dayanıklılık seviyesini incelemek, virüs enfeksiyonu oranı yüksek olduğunda çeşit direncinin verim kayıpları ve niteliksel değişkenler üzerindeki etkisinin yanı sıra besin uygulamalarının verim iyileştirmeleri üzerindeki etkisini belirlemek ve kullanılan buğday çeşitlerinde BYDV-PAV enfeksiyonuna bağlı verim kayıpları için eşikleri ortaya koymak amacıyla yaptıkları çalışmada, BYDV-PAV belirtileri olan buğday bitkilerinin yaklaşık %60'ında, optimal agronomik koşullar altında verim düşüşünün orta derecede dayanıklı çeşit için yaklaşık %17'ye ve orta derecede duyarlı çeşit için %30'a ulaştığını tespit etmişlerdir. Belirtilere dayalı olarak BYDV-PAV'a buğday dayanıklılık değerlendirmesinin etkili olmadığını biyokütledeki azalmanın güvenilir bir dayanıklılık değerlendirmesi için gerekli olduğunu göstermişlerdir. Çalışma sonuçlarına dayanarak, bir BYDV-PAV salgını sırasında, en umut verici yaklaşımın, fungusitlerin uygulanması, N besin maddesi ile desteklenmiş iyi yetiştirme koşullarının olması ve orta derecede dayanıklı çeşitlerin kullanılması olduğunu belirlemişlerdir.

Ilbağı ve ark. (2020)'na göre, Türkiye'de son yıllarda BYDV enfeksiyonu başta olmak üzere virüs kökenli hastalık enfeksiyonlarının tahıl üretiminin yüksek olduğu bölgelerde artış göstermesinin iklim değişikliğine bağlı olarak sıcaklıklardaki artış ile bağlantılı olduğunu düşündürmektedir. Bu sıcaklık artışıyla beraber BYDV vektöründeki popülasyon artışı virüsün taşınma ve yayılma kapasitesini de artırmıştır. Bu bağlamda 2016 yılı üretim sezonunda virüs kaynaklı hastalıkların ülkemizin farklı bölgelerinde artış gösterdiği bildirilmektedir.

Nancarrow ve ark. (2021), Güneydoğu Avustralya'da yetiştirilen tahıllarda BYDV-PAV enfeksiyonu ile bağlantılı verim kayıplarını belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, hem buğdayda hem de arpada, virüsle enfekte edilmiş parsellerde kontrol parsellerine kıyasla, hem erken hem de geç enfeksiyondan sonra, verim, tane sayısı, bitki biyokütlesi ve hasat indeksinde önemli düşüşler kaydetmişlerdir. Bu çalışmada, Güneydoğu Avustralya'da en yaygın BYDV ırkı olan BYDV-PAV ile enfeksiyondan kaynaklanabilecek ciddi verim kayıpları potansiyelini göstermişler, ve BYDV enfeksiyonu nedeniyle buğdayda %84'e ve arpada %64'e varan verim kayıpları tespit etmişlerdir. Buna ilave olarak, buğday veya arpada tane veriminde veya ölçülen diğer parametrelerde (tane sayısı, 1000 tane ağırlığı, tane boyutu, bitki boyu, biyokütle ve hasat indeksi) erken ve geç BYDV-PAV enfeksiyonu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark kaydedilmemiştir. Verim kayıplarını tahmin etmek

bakımından, buğday için doğal BYDV-PAV enfeksiyonundaki her yüzde birlik artış için %0,91'lik (72 kg/ha) tahmini bir verim kaybı etki faktörü elde edilmiştir.

Akbaş ve ark. (2021)'na göre, WSMV'nin biyolojisi, ekolojisi, epidemiyolojisi ve vektörü (*Aceria tosichella*) üzerindeki etkilerin iklim değişikliği ile beraber değişebileceği göz önünde bulundurularak mücadele yöntemlerine ilişkin yeni yaklaşımlar ortaya konulması ve bu konuda emek harcanması gerekliliği yapılan araştırmalar vasıtasıyla ortaya konulmuş durumdadır .

Morca ve ark. (2022), Orta Anadolu bölgesinde 2019-2020 yılları arasında kışlık buğday ve arpa ekim alanlarında gözlenen WDV enfeksiyon artışını bölgedeki iklim değişikliği ve sıcaklık artışıyla epidemisi artan yaprak piresi (*P. alienus*) popülasyonuna bağlamışlardır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Buğday yaprak örnekleri

Konya ilinin Karatay, Çumra, Karapınar, Altınekin, Sarayönü ve Selçuklu ilçelerinde buğday yetiştirilen alanlarda virüs hastalıklarının belirlenmesi amacıyla 2022-2023 yıllarında sürvey yapılan alanlardan toplanan buğday bitkilerinden elde edilen 90 adet yaprak örneği bu tez çalışmasının ana materyalini oluşturmuştur.

Çizelge 3.1. İlçelere göre örnek alınan tarla ve toplanan örnek sayısı

Örnek Alınan İlçeler	Örnek Toplanan Tarla Sayısı	Toplanan Örnek Sayısı
Karatay	5	22
Çumra	6	30
Karapınar	1	5
Altınekin	3	15
Sarayönü	2	10
Selçuklu	2	8

Materyali oluşturan örnekler, Çumra ilçesinin Güvercinlik, İnli, Yörükcamili, Uzunkuyu ve Adakale, Karapınar İlçesinin Şabanlı, Altınekin ilçesinin Ölmez ve Dedeler, Sarayönü ilçesinin Başhüyük ve Selimiye, Karatay ilçesinin Beşagıl, Aksaklı, Obruk ile Selçuklu ilçesinin Çaltı ve Bağrikurt mahallelerinden toplanmıştır.

Muhafaza edilmesi amacıyla buz kutuları içerisinde taşınan örnekler laboratuvara getirilerek burada -20 C’de saklanmıştır.

3.1.2. ELISA testi için kullanılan materyaller

Araziden elde edilen ve semptom bakımından virüs ile bulaşık olduğundan şüphelenilen buğday bitkilerinden elde edilen örnekler Double Antibody Sandwich (DAS) ELISA yöntemi kullanılarak testlenmiştir. Bunun için BYDV-PAV, WSMV ve WDV adlı virüslere spesifik virüs antiserumlar ticari olarak üreten firmalardan temin edilmiştir.

Örneklerin hazır hale getirilmesi ve test işlemlerinin gerçekleştirilmesi için ELISA plakaları, farklı hacimlerdeki mikropipetler, içeriğine göre farklı kimyasallar, çeşitli tampon çözeltiler (Ek-1), eppendorf tüpler, plastik veya cam niteliğindeki malzemeler, inkübatör ve buzdolabı kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Arazide yapılan gözlemler ve bitki örneklerinin elde edilmesi

Konya ili ve ilçelerinde buğday üretimi yapılan alanlar genel olarak belirlendikten sonra 2022 ve 2023 yılı Mayıs ayında başaklanma öncesi dönemde örnekler toplanmıştır. Örnekler toplamda 6 ilçeden 19 farklı tarladan alınmıştır. Örneklerin elde edilmesi için tarla içerisinde köşegenlere yakın alanlar dolaşarak, bodurluk, sararma, mozaikleşme, gelişmede gerilik şeklinde belirti veren bitkiler dikkate alınmıştır. Alınan örnekler numaralandırılma yapılarak polietilen torbalara konulmuştur. Örnekler laboratuvardaki soğutucu elemanlara taşınmadan önce içerisinde buz bulunan kaplarda muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.3. Araziden örneklerin toplanmasını gösteren bir görsel

3.2.2. Elde edilen bitki materyallerinin muhafaza edilmesi

Konya ilinin merkezindeki ve merkeze yakın ilçelerinden toplanan materyaller serolojik testler icra edilinceye kadar muhafaza edilmesi için laboratuvara getirilmiştir. Bu materyaller, laboratuvar ortamında yapılacak çalışmaların başlamasına kadar -20°C sabit sıcaklıkta bulunan derin dondurucu ortamına yerleştirilmiş ve burada tutularak korunmuştur.

3.2.3. Hastalık (Yaygınlık) oranlarının hesaplanması

Sürvey çalışmaları kapsamında (Bora ve Karaca, 1970)'nin izah ettiği şekliyle tarla bazında basit oranlama ile % yakalanma oranı saptanarak; ilçe ve il düzeyinde % yaygınlık oranları hesaplanmıştır. Buna göre hastalık oranlarını belirlemek için aşağıda belirtilen formülden yararlanılmıştır:

$$\text{Hastalık (yaygınlık) oranı} = \frac{(a_1 \times b_1) + (a_2 \times b_2) + \dots}{\text{Maksimum hastalık oranı}} \times 100$$

a: Her bir tarla için hesaplanan yakalanma oranı,

b: Tarla alanı (da)

Maksimum hastalık oranı = Toplam tarla alanı (da) x 100

3.2.4. Serolojik çalışmalar

Serolojik çalışmalar kapsamında hastalık belirtisine sahip olduğu değerlendirilen bitkilerden alınan 90 yaprak örneğindeki ilgili virüslerin olası enfeksiyonlarının tespit edilmesi amacıyla ELISA yöntemi kullanılmıştır.

Serolojik testlerde BYDV-PAV, WSMV ve WDV için antiserumları kullanılmıştır.

DAS-ELISA yöntemi, Clark ve Adams, (1977) ile kitlerin üretimini gerçekleştiren firmaların uygulama prosedürleri ve standart DAS-ELISA protokolü dikkate alınarak, her örnek için iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Şekil 3.4’de yöntemle ilişkin görseller bulunmaktadır. Yöntem, aşağıda sıralı halde verilen işlemler yerine getirilmek suretiyle yapılmıştır.

1. Kaplama işleminde, 1/200 veya 1/1000 oranında IgG’lerin (IgG Coating) sulandırıldığı kaplama tampon çözeltisi, mikro pipet ile 100 µl hacimde mikrolakaların her bir kuyucuğuna ilave edilmiştir. Sonrasında mikrolakalar 37°C’de 4 saat ya da 1 gece (en az 16 saat) +4°C’de inkübasyona tabi tutulmuştur.

2. Yıkama işlemi, inkübasyon ardından kuyucuklardaki sıvı boşaltılıp, yıkama tampon çözeltisi (PBST) ile kuyucuklar doldurularak 3 dakika beklenip ardından boşaltma yapılarak gerçekleştirilmiştir. Bu işlem 3 kez tekrarlandıktan sonra mikro plakalar ters çevrilerek kurutma kâğıdı üzerinde kurumaları sağlanmıştır.

3. Bitki örnekleri (yaprak), örnek ekstraksiyon tampon çözeltisi ile 1/10 oranında hazırlanarak ezme poşeti içerisinde ezilmiştir. Örnekler, pozitif (enfekteli) ve negatif (sağlıklı) kontroller ile birlikte mikrolaka kuyucuklarına 100 µl hacimde iki tekerrürlü olacak şekilde mikro pipet yardımıyla ilave edilmiştir. Sonrasında mikro plakalar +4°C’de bir gece inkübasyona tabi tutulmuştur.

4. Bir gecelik inkübasyondan sonra mikrolakalar, kuyucuklar arası karışma olmayacak şekilde boşaltılmıştır. Boşaltma sonrasında mikro plakalara, aynı süre ve tekrar sayısı ile daha önce izah edilen yıkama işlemi uygulanmıştır.

5. Konjugat tampon çözeltisi içerisine 1/200 veya 1/1000 oranında seyreltilen alkalin fosfataz enzimi ile işaretli IgG’ler (IgG-AP Conjugate), mikro pipet yardımıyla

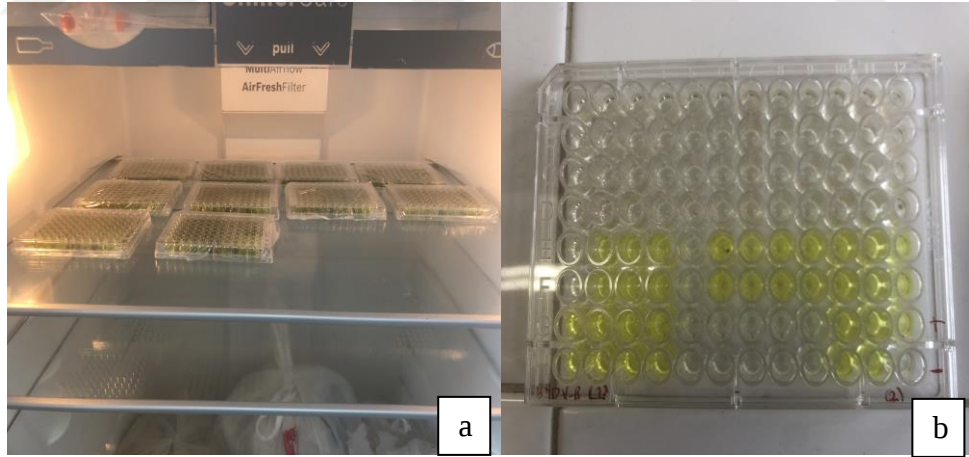
mikroplakaların her bir kuyucuğuna 100 µl ilave edilmiştir. Sonrasında mikro plakalar inkübatörde 37°C’de 4 saat inkübasyona tabi tutulmuştur.

6. İnkübasyon sonrası mikro plakalar boşaltılıp, aynı süre ve tekrar sayısı ile daha önce tarif edilen yıkama işlemi uygulanmıştır.

7.Substrat tampon çözeltisi ile 1mg/ml oranında hazırlanan substrattan (p-nitrophenylphosphate), mikro pipet yardımıyla mikroplakaların her bir kuyucuğuna 100 µl ilave edilmiştir. Sonrasında mikroplakalar oda ısısında karanlık bir ortamda inkübasyona tabi tutulmuştur.

8.İnkübasyon süreci ardından ELISA testi sonuçları, öncelikle kuyucukların görsel olarak kontrol edilmesiyle ve ardından ELISA okuyucusunda OD405 değerinin alınmasıyla elde edilmiştir. Okuma işlemi 30’ncu dakika ve 60’nci dakikalarda olmak üzere iki kez gerçekleştirilmiştir. Negatif kontrol kuyucuğuna ait OD405 değerinin en az iki katı ve üzerinde değer veren kuyucuklardaki örnekler virüsle enfekteli (pozitif) olarak kabul edilmiştir.

ELISA testlerinde her bir örnek için en az bir kuyu kullanılmış ve her bir ELISA pleytinde birer adet pozitif (enfekteli), negatif (sağlıklı) ve buffer kontrol bulunmasına dikkat edilmiştir.



Şekil 3.4. Buzdolabında 1 gece inkübasyona bırakılan bitki örneklerine ait ekstraktların yüklenmiş olduğu mikroplakalar (a), testlemeler sonucunda ilgili virüse pozitif reaksiyon veren bitki örnekleri (sarı kuyucuklar) (b)

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Arazi Çalışmaları, Örnekleme ve Hastalık Yaygınlık Oranı Hesabı

Hastalık yaygınlık oranının belirlenmesi için arazi çalışmalarında üretim alanlarındaki gözlemlere dayalı olarak hastalık belirtisi gösteren bitki sayısı, toplam bitki sayısına oranlanarak her alan için yakalanma oranı (%) tespit edilmiştir. Yakalanma oranı üzerinden il ve ilçe geneli yaygınlık oranı hesabı Bora ve Karaca (1970)'nin önerdiği formüle göre yapılmıştır.

Arazide yürütülen çalışmalar kapsamında, il ve ilçe genelinde incelenen alan büyüklüğüne bağlı olarak, Bora ve Karaca (1970) tavsiye ettiği şekliyle, tartılı ortalama yöntemi kullanılmak suretiyle elde edilen hastalık yaygınlık oranı (%) bilgileri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Genel toplama göre il ve ilçe genelinde yaygınlık oranı

İl	İlçe	İncelenen Alan (da)	Yaygınlık Oranı (%)
KONYA	Karatay	504	5,4
	Çumra	129	1,7
	Karapınar	41	2
	Altınekin	132	2,2
	Sarayönü	78	12
	Selçuklu	21	11
		905 (Toplam)	4,9 (Ortalama)

Çizelge 4.1. göz önünde bulundurulduğunda, Konya ilindeki üretim alanlarında gözlem yapılarak elde edilen sonuçlar üzerinden yapılan hesaplamada, en yüksek oranda Sarayönü ilçesinde (%12) virüs kaynaklı hastalık yaygınlık oranı tespit edilmiştir. Diğer ilçelerde hastalık yaygınlık oranı sırasıyla Selçuklu (%11), Karatay (%5,4), Altınekin (%2,2), Karapınar (%2) ve Çumra (%1,7) ilçeleri olarak tespit edilmiştir. İl geneli hastalık oranı ise (%4,9) olarak hesaplanmıştır.

Mamluk ve ark. (1997) tarafından 1992, 1993 ve 1994 yıllarında Türkiye'nin Orta Anadolu Platosu'nda buğday ve arpa hastalıkları konusunda kapsamlı saha araştırmaları yapılmıştır. Ana yetiştirme alanlarını temsil eden toplam 299 buğday tarlası ve 79 arpa tarlası sistematik olarak nematodların yanı sıra mantar ve viral hastalıklar açısından kontrol edilmiştir. Buğdayda en sık görülen hastalık olarak

Fusarium spp. türleri belirlenmiştir. Viral hastalıklar arasında, arpa sarı cücelik (PAV ve RMV serotipleri) son derece düşük yoğunlukta (%1'den az) bulunmuştur. Buğday çizgi mozaik virüsü (WSMV) ve arpa sarı çizgili mozaik virüsü (BYSMV) sadece belirli bölgelerde ve çok düşük yoğunlukta tespit edilmiştir.

Mishchenko ve ark. (2018) tarafından ekonomik açıdan önemli buğday virüslerinin (WSMV ve BYDV) Ukrayna'nın çeşitli bölgelerinde değişen hava koşulları altındaki değişkenliğini araştırmak için yapılan çalışmada, 2011-2017 yılları arasında BYDV ve WSMV'nin yıldan yıla birbirinin yerini aldığı gözlemlenmiştir. 2011, 2013 ve 2015 yıllarında WSMV yoğunluğu %42,4, %35, %7 olarak, BYDV yoğunluğu ise sırasıyla %1,2, %1,5 ve %0,9 şeklinde tespit edilmiştir. Virüslerin periyodik değişkenliğinin (WSMV veya BYDV), agroklmatik değişikliklerle (hava sıcaklığı, yağış, toprak yüzeyindeki sıcaklık, kış bitkilerinin ve çok yıllık çimlerin kardeşlenme düğümü derinliğindeki toprak sıcaklığı ve toprak donma derinliği) yakından ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Parry ve ark. (2012) tarafından Avustralya'da cücelik virüslerinin coğrafi dağılımını ve yoğunluğunu belirlemek amacıyla incelenen literatürlerin analizinde, BYDV-PAV, Queensland hariç tüm eyaletlerde buğday ve otlaklarda en yaygın YDV türü olarak tespit edilmiştir. BYDV-RMV virüsünün buğdayda çok düşük yoğunlukla Queensland otlaklarında hakim olduğu belirlenmiştir. Avustralya genelinde buğdayda hastalık yoğunluğunun genellikle düşük olduğu (yaklaşık %10), ve yıldan yıla değiştiği, belirli dönemlerde Batı Avustralya'da %52'ye kadar yoğunluğun artabildiği belirtilmiştir.

Hastalık yaygınlık oranı hesaplanması mikroskopik gözlemlere dayalı olmadığından sabit bir değer elde edilmesi mümkün görünmemektedir (Tekinel, 2008).

Ayrıca, hastalık yaygınlık oranının tespitinde, farklı bileşenlerin (etmen, konukçu, çevre, zaman, vb.) değişiklik göstermesine bağlı olarak farklı durumlar meydana geldiği bilinmektedir (Agrios, 2005).

Yürütülen bu tez çalışmasında da konum ve bitki türüne bağlı olarak virüs kaynaklı hastalık yoğunluğunun farklılık gösterdiği yapılan hesaplar neticesinde ortaya konmuştur. Diğer taraftan, virüs kaynaklı hastalıklarda bu çalışmada dikkate alınmayan ancak hastalık yaygınlık oranına etkisi bulunan farklı faktörlerin (çevresel faktörler, virüs ırkı, bitki çeşidi vb.) Konya ilinde de mevcut olduğu değerlendirilmektedir.

4.2.Arazi Çalışmalarında Buğday Bitkilerinde Gözlenen Belirtiler

Arazide yapılan survey çalışmaları sırasında incelenen bitkilerde farklı tipte belirtilerle karşılaşmıştır. Buğday yapraklarında kloroz, nekroz, mozaik, içe doğru kıvrılma, kırışma, şekil bozukluğu, damarlar arası sararma, çizgi şeklinde sararmalar, ipliksi görünüm, solma, bitki genelinde gelişme geriliği, kuruma, bodurluk gibi belirtiler gözlemlenmiştir. Yörede özellikle erken ilkbaharda zaman zaman havaların soğuk geçmesi nedeniyle soğuk zararı görülebilmektedir. Soğuk zararı belirtileri ile bazı virüs hastalıklarının belirtileri birbirine çok benzemekte, sık sık karışıklığa neden olabilmektedir. Nitekim, araştırma kapsamında survey yapılan arazilerde WDV veya WSMV virüsü belirtileri olabileceği şüphesiyle alınan örneklerin birçoğunda, yapılan serolojik testler neticesinde virüs varlığına rastlanmamıştır. Bu belirtilere sahip bitkilerin teste tabi tutulmayan bazı virüs etmenleri ile bulaşık olabileceği düşünülmektedir. Diğer taraftan, belirtilerin soğuk zararı sebebiyle meydana gelmiş olabileceği de değerlendirilmektedir.

Belirtinin meydana gelmesi ve yoğunluğu virüs türü, bitki çeşidi, enfeksiyon aşaması, sıcaklık, ışık yoğunluğu, toprak yapısı gibi etkenlere bağlı olarak değişebilmektedir (Walkey, 2012). Örnek olarak, yüksek sıcaklıkta yapraklarda belirtinin yoğunluğu gizlenebilmektedir (Blancard, 2012). Sistemik bitki virüsü hastalıkları araştırmalarında ısının maskeleye etkisine bağlı olarak, hastalığın şiddetinin azalması veya sıcaklık değiştikçe belirtilerin ortadan kalkması iyi bilinmektedir. Örneğin, BYDV belirtileri 32°'de maskelenirken 16°'de belirgin belirtiler oluşmaktadır (Gill ve Westdal, 1966).

Şekil 4.1'de buğdayda virüs etmeni ile enfekteli olduğu belirlenen bitkilerde gözlemlenmiş belirtiler gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Buğdayda gözlemlenen viral belirtiler, yaprakta kıvrılma (a,b) ve renk değişimleri (c,ç,)

4.3. Serolojik Test (DAS-ELISA) Çalışmasına Ait Sonuçlar

Bu çalışmada Konya İli sınırları içerisindeki 6 ilçeye bağlı bulunan bazı mahallelerde, virüs ile bulaşık olduğu tahmin edilen bitkilerden elde edilen toplam 90 örnek üzerinde BYDV-PAV, WDV, WSMV virüslerini tespit etmek amacıyla DAS-ELISA testi uygulanmıştır.

Survey gerçekleştirilen Konya iline bağlı 6 ilçede 19 farklı üretim alanından elde edilen 90 örnek üzerinde yapılan testlemeler neticesinde 17 adet örnek en az bir virüs ile bulaşık olarak bulunmuştur (% 18,8). 19 farklı üretim alanından (tarladan) 4 adet tarlada en az bir virüsün varlığına rastlanmıştır. Geriye kalan 15 farklı tarladan elde edilen örneklerde virüs ile enfekteli olduğuna dair pozitif sonuç gözlemlenmemiştir.

Sarayönü ilçesindeki 10 örnekten 9'u (%90), Selçuklu ilçesindeki 8 örnekten 8'i (%100) en az bir virüs ile bulaşık olarak tespit edilmiş, geriye kalan diğer ilçelerden toplanan örneklerde testlenen virüslerden herhangi birisinin enfeksiyonuna rastlanmamıştır.

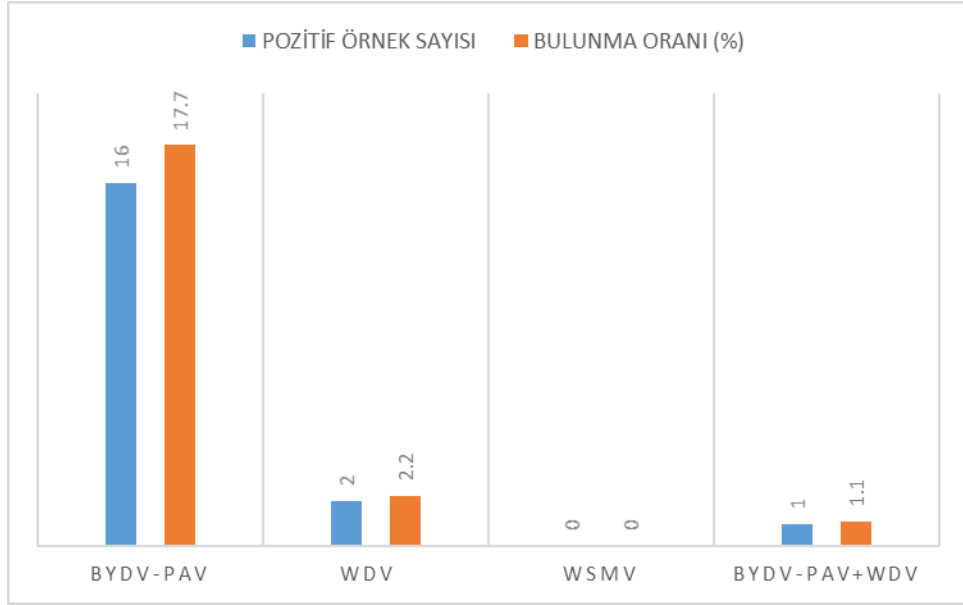
Çizelge 4.2. İlçelere göre alınan örnekler üzerinden hastalık oranları

Örnek Toplanan İlçeler	Toplanan Örnek Sayısı	İnfekteli Örnek Sayısı	Örnek Alınan Tarla Sayısı	İnfekteli Tarla Sayısı	İlçede Toplanan Örneklerdeki Hastalık Oranı %
Karatay	22	0	5	0	0
Çumra	30	0	6	0	0
Karapınar	5	0	1	0	0
Altınekin	15	0	3	0	0
Sarayönü	10	9	2	2	90
Selçuklu	8	8	2	2	100
Toplam	90	17	19	4	18.8

Virüs ile enfekteli örnekler tekli ve çoklu enfeksiyon şeklinde belirlenmiştir. Bir virüs ile enfekteli örnek sayısı, BYDV-PAV açısından 90 örneğin 16'sında (% 17,7), WDV açısından 90 örneğin 2'sinde (% 2,2) şeklinde belirlenmiştir. Diğer taraftan 1 örnekte ise BYDV-PAV+WDV reaksiyonu pozitif olarak tespit edilmiştir. WSMV virüsü için gerçekleştirilen testlemelerde, testlenen 90 örneğin hiçbirisinde pozitif reaksiyon gözlenmemiştir.

Çizelge 4.3. ELISA testleri neticesinde tespit edilen tekli ve çoklu enfeksiyon dağılımları

	Karatay	Çumra	Karapınar	Altınekin	Sarayönü	Selçuklu	TOPLAM
BYDV-PAV	0	0	0	0	9	7	16
WDV	0	0	0	0	0	2	2
WSMV	0	0	0	0	0	0	
BYDV PAV+WDV	0	0	0	0	0	1	1
TOPLAM	0	0	0	0	9	10	19



Şekil 4.2. Elde edilen örneklerdeki pozitif örnek sayısı ve bulunma oranı

Çizelge 0.4. Araştırmanın yapıldığı Konya iline bağlı ilçelerden toplanan örneklerde DAS-ELISA testleri sonucu belirlenen tekli enfeksiyonlara ait maksimum-minimum absorbans değerleri ve bulaşık örnek sayıları

İLÇELER	Maksimum - Minimum Absorbans Değerleri ve Bulaşık Örnek Sayıları		
	BYDV-PAV	WDV	WSMV
Karatay	---	---	---
Çumra	---	---	---
Karapınar	---	---	---
Altınekin	---	---	---
Sarayönü	3.763-2.964		---
	9		
Selçuklu	3.891-2.692	0.949-0.441	---
	7	2	
Enfeksiyon Oranları	%17,7	%2,2	%0

İlçeler bazında değerlendirildiğinde, Sarayönü ilçesindeki 10 örnekten 9'u (%90), Selçuklu ilçesindeki 8 örnekten 7'si (%87,5) BYDV-PAV açısından pozitif olarak, Selçuklu ilçesinde 8 örnekten 2'si (%25) WDV açısından pozitif olarak tespit edilmiştir. Karatay, Çumra, Karapınar ve Altınekin ilçelerinden elde edilen örneklerde test edilen virüslerin varlığına rastlanmamıştır. Sonuçta, test edilen virüsler içerisinde

yaygın olarak belirlenen virüs BYDV-PAV olarak bulunmuştur. Daha önce dünyada ve Türkiye’de gerçekleştirilen bazı çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Örneğin, Fabre ve ark. (2005) *Barley yellow dwarf* (BYD) etmeninin sonbaharda ekimi gerçekleştirilen tahıl bitkilerinde görülen en şiddetli viral hastalıklardan biri olduğunu bildirmiştir. Avrupa’nın batısındanki mahsul kayıplarının esas itibariyle sonbaharda en çok bulunan yaprak biti olan *Rhopalosiphum padi* tarafından taşınan BYD virüslerinin PAV ırkından kaynaklandığını tespit etmişlerdir. Sonbaharda virüs taşıyan göçmen kanatlı yaprak biti oranının hastalığın görülme sıklığının belirlenmesinde önemli bir epidemiyolojik faktör olduğu kabul edilmiştir. Fransa’nın başlıca tahıl ekim alanlarında, 1999-2002 sonbaharındaki 6 haftalık dönemde, TAS-ELISA tekniği kullanılarak değerlendirilen virüslü *R. padi*’nin oranının ortalama olarak %4,98 olduğu, bu oranın %2,01-9,91 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Yine Bisnieks ve ark. (2004) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Araştırmacılar, 2000-2002 yıllarında Litvanya’ da yazlık karakterli tahıl ve çayır yem bitkilerinde *Cereal yellow dwarf virus* (CYDV) ve *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) virüs etmenlerinin hastalık durumunu araştırmışlardır. Yürütülen çalışmada toplamda 2589 yaprak örneği (367 yazlık yulaf, 743 yazlık arpa, 1479 çayır ve yem bitkileri) toplanmıştır. Araştırma sonucuna bakıldığında *Barley yellow dwarf*-PAV (BYDV-PAV), *Barley yellow dwarf virus*-MAV (BYDV-MAV) ve *Cereal yellow dwarf virus*-RPV (CYDV-RPV) virüslerinin çayır mera bitkileri ve yazlık tahıllarda bulunduğu tespit edilmiştir. BYDV’nin yaygın olarak bulunan ırkının PAV ve MAV olduğu, bununla birlikte bu virüslerin dağılımının bölgelere ve yıllara göre farklılık arz ettiği ortaya çıkarılmıştır. TAS-ELISA tekniği kullanılarak yapılan testlerin neticesinde BYDV hastalık etmeni belirtileri ile kendini gösteren tahıl bitkilerinde pozitif reaksiyon gösteren virüs oranının % 9-15 ve çayır yem bitkilerindeki tüm BYDV/CYDV virüslerinin oranının ise % 2-19 aralığında olduğu belirtilmiştir. Bir başka çalışmada, Áy ve ark. (2008) 2006 ve 2007 sezonunda kışlık buğdayda görülen virüs enfeksiyonlarını tespit etmek amacıyla, iyi bilinen 12 kışlık buğday çeşidinin ekimini farklı iki tarihte (11 Ekim ve 3 Kasım 2006) yapmışlar, her genotipten iki bireyin yapraklarını 23 Nisan 2007 tarihinde *Wheat streak mosaic virus* (WSMV), *Barley stripe mosaic virus* (BSMV), *Barley yellow dwarf virus* (BYDV-PAV) ve *Wheat dwarf virus* (WDV) virüs etmenlerinin tespiti için toplamışlardır. Virüs kaynaklı enfeksiyonlar ELISA ve PCR teknikleri vasıtasıyla belirlenmiştir. Yapılan testler neticesinde, yaprak biti ile taşınan BYDV-PAV sıklıkla bulunurken, diğer virüslerin hiç bulunmadığı

belirtilmiştir. ELISA yöntemi ile teste tabi tutulan buğday bitkilerinin % 45'i BYDV-PAV ile enfekteli bulunurken, PCR testine göre bu örneklerin % 58'inin pozitif olduğu görülmüştür. Bir diğer çalışmada ise, Köklü (2004) tarafından yapılan araştırmada, *Barley yellow dwarf luteovirus* (BYDV)'nün PAV ve MAV ırkı, *Cereal yellow dwarf polerovirus* (CYDV-RPV), *Barley stripe mosaic hordeivirus* (BSMV), *Wheat dwarf monogeminivirus* (WDV) ve *Brom mosaic bromovirus* (BMV) virüslerini tespit etmek için Mayıs 2003'te Türkiye'nin Tekirdağ ilinde tahıl yetiştirilen yedi ilçeyi kapsayacak şekilde çalışma yürütülmüştür. İki yüz altmış (260) adet sararma ve bodurlaşma belirtilerine sahip buğday örneği, 26 buğday tarlasından toplanmış, bu numuneler, poliklonal antiserum vasıtasıyla ELISA yöntemi ile altı virüsün varlığı açısından test edilmiştir. Serolojik testler Tekirdağ'da testi gerçekleştirilen altı virüsün bulunduğunu göstermiştir. Test edilen virüsler içerisinde en sık tespit edilen BYDV-PAV (260 buğday örneğinin %25'i) olmuş, bunu BYDV-PAV (%22,3), WDV (%16,5), CYDV-RPV (%8,5), BMV (%3,1) ve BSMV (%1,5) izlemiştir. Bu çalışma, Tekirdağ'daki buğday tarlalarında altı virüsün varlığını ortaya çıkarmış ve Türkiye'de buğdayda ilk kez BSMV ve BMV'yi rapor etmiştir. Konya ilinde yapılan bu çalışmamızda BYDV-PAV açısından 90 örneğin 16'sında (% 17,7) bulunma oranı ile Köklü (2004) tarafından bulunan orana yaklaşık bir değer elde edilmiştir. Bu durum dünya genelinde yaygın olarak görülen BYDV ırklarının Konya ili özelinde de tehdit oluşturmaya devam ettiğine, iklim koşullarının uygun seyretmesine bağlı olarak vektör popülasyonunun artış göstermesi durumunda Konya ilinde epidemi oluşturma potansiyelinin yüksek olduğuna işaret etmektedir.

Jeżewska (2001) tarafından yapılan çalışmada, Polonya'da 1999 ve 2000 yıllarında bitkide bodurlaşma ve yapraklarda sararma belirtileri gösteren buğday, tritikale ve çavdar bitkilerinde WDV varlığı ELISA yöntemi ile test edilmiştir. Test edilen 576 bitki örneğinden 99'unda WDV bulunmuştur. Bukvayová ve ark. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada ise, Slovakya'da kışlık arpa ve kışlık buğdayda WDV, CYDV-RPV ve (BYDV-PAV, RMV) virüslerinin tespiti ve yoğunluğunu belirlemek amacı ile bir araştırma yapılmıştır. Bu kapsamda, 2001 ve 2004 yılları arasında 150 farklı bölgeden, 190 kışlık karakterli buğday ve 102 kışlık karakterli arpadan teşekkül eden 292 örnek toplanarak teste tabi tutulmuştur. TAS-ELISA ve DAS-ELISA yöntemleriyle gerçekleştirilen teşhislerde, çalışma yılları içerisindeki virüs yaygınlık oranları ortaya çıkarılmıştır. 2001 yılında yaygın görülen virüs % 68 ile WDV, 2002 yılında % 93 ile BYDV-PAV ırkı olurken 2003 yılında ise %71 ile WDV ve %75'le

BYDV-PAV virüsü olduğu belirtilmiştir. Diğer taraftan, Slovakya'nın doğusu ve batısında hastalıkların yüksek yoğunluğa ulaştığı ve her iki türde görülen en yaygın virüs enfeksiyonunun ise BYDV'nin PAV ırkı olduğu tespit edilmiştir. Bir diğer araştırmada ise, Behjatnia ve ark. (2011) tarafından kuzey, kuzeybatı, kuzeydoğu, orta ve güney İran'dan alınan 211 BYDV pozitif olduğu bilinen arpa ve buğday numunesinin 46'sında WDV tespit edilmiş, BYDV'lere ek olarak WDV'nin de İran'daki tahıl tarlalarındaki sararma kompleksi içerisinde önemli bir bileşen olduğu sonucuna varılmıştır. Türkiye'de Erler (2019) tarafından Bursa ilinde yapılan çalışmada ise, toplamda 21 tarladan elde edilen 210 adet buğday örneği virüslerin tespit edilmesi amacıyla DAS-ELISA veya TAS-ELISA testlerine tabi tutulmuşlardır. Bu çalışmada, tek virüsten kaynaklı hastalığa yakalanan bitkiler ve çoklu enfeksiyona sahip bitkilerin oranları ayrı ayrı belirlenmiştir. Elde edilen örneklerin, %10'un da *Wheat streak mosaic virus* (WSMV), %3,8'in de *Wheat dwarf virus* (WDV), %0,5'in de *Barley yellow dwarf virus*-PAV (BYDV-PAV) pozitif olarak belirlenmiştir. Karışık halde olduğu belirlenen enfeksiyonlar test edilen bitkilerin %4,8'inde görülmüştür. Yapılan çalışmada, 1 örnekte WDV+BYDV-PAV şeklinde çoklu enfeksiyon belirlenmiştir. Bu çalışmamızda, WDV ile enfekte olmuş bitki örneği 90 örneğin 2'sinde (% 2) şeklinde, 1 örnekte ise BYDV-PAV+WDV reaksiyonu pozitif olarak tespit edilmek suretiyle WDV açısından Erler (2019) tarafından yapılan çalışmayla benzerlik olduğu görülmüştür. Diğer taraftan, Behjatnia ve ark. (2011)'in BYDV'lere ek olarak WDV'nin de tahıl alanlarında sararma kompleksi içerisinde önemli bir bileşen olduğu tezi desteklenmiştir. Ayrıca, WDV'nin bazı ülkelerde yüksek oranda tespit edilmiş olması, BYDV'nin yanında WDV'nin de Konya ili açısından potansiyel tehdit olarak görülmesi gerektiğini, uygun şartlar altında epidemik koşullara bağlı olarak, buğday ve arpa başta olmak üzere tahıl üretiminde ciddi kayıplara neden olabileceğine işaret etmektedir.

McMullen ve Nelson, (1989) tarafından WSMV varlığı, ABD, Kuzey Dakota'da doğrulanmıştır. Hastalık, incelenen 223 buğday tarlasının %37'sinde mevcut olarak bulunmuştur. Diğer bir çalışmada, Lebas ve ark. (2009) tarafından semptomatik olarak hastalıkla bulaşık olduğundan şüphelenilen 591 buğday yaprak örneği DAS-ELISA ile WSMV için test edilmiştir. 591 semptomatik numuneden 81'i pozitif olarak bulunmuştur. Pozitif örnekler, Yeni Zelanda'da Canterbury ortasından Kuzey Otago'ya kadar yetiştirme bölgelerinde örneklenen 108 alanın 28'inden (%26) toplanan 56 buğday çeşidinin 30'unu (%54) temsil etmiştir. Bu sonuçlar, WSMV'nin Yeni Zelanda'da hem coğrafi olarak hem de çeşitler içinde yaygın olduğunu göstermiştir. Bir başka çalışmada

Burrows ve ark. (2009) 2008'deki saha araştırmalarıyla ABD Great Plains bölgesindeki buğday üretim alanlarında bulunan virüslerin yaygınlığını ve çeşitliliğini belirlemişlerdir. Dokuz eyaletteki simptomatik bitkiler, WSMV, WMoV, TriMV, BYDV-PAV ve CYDV-RPV için ELISA kullanılarak test edilmiştir. Sonuçlara göre virüslerin yaygınlığı büyük farklılıklar göstermiştir. En yoğun virüs olarak WSMV (%47) bulunurken diğerleri sırasıyla, WMoV (%19), TriMV (%17), BYDV-PAV (%7) ve CYDV-RPV (%2) oranlarında tespit edilmiştir. Pozitif bitki numunelerinin çoğunda (%37) bir virüs bulunurken, birlikte enfeksiyon sıklığı iki virüs için (%19), üç virüs için (%5) ve dört virüs için (%1) oranlarında görülmüştür. Bir diğer çalışmada ise, Akbaş ve ark. (2005) tarafından 2002-2003 yıllarında Türkiye’de İç Anadolu Bölgesi’nde buğday üretiminin yaygın olduğu dört farklı ilden (Ankara, Çorum, Eskişehir ve Konya) toplanan buğday tohumları tohum kaynaklı virüslere karşı test edilmiştir. Bölgede ekilen 17 farklı buğday çeşidinin tohumları kullanılmış, BSMV) ve WSMV’ye karşı ELISA testleri yapılmıştır. Test edilen 326 tohum numunesinden üç numunenin WSMV ile enfekteli olduğu bulunmuştur. Enfekte örnekler Montchill, Bezostoja ve Dağdaş çeşitlerine ait olup, sonuçlar İç Anadolu Bölgesi’ndeki yetiştiriciler tarafından kullanılan buğday tohumlarının WSMV’yi %0,92 oranında ilettiğini göstermiştir. Konya ilinin yoğun buğday ekiliş alanlarında yürütülen bu çalışmamızda elde edilen örnekler üzerinden yapılan testleme neticesinde WSMV virüsü varlığına rastlanmamıştır. Bunun sebebi olarak, WSMV’nin tohumla taşınmasının çok düşük oranda gerçekleşmesi ile virüs vektörü olarak görev yapan başta *Aceria tosichella* olmak üzere vektörlerin mevsimsel şartlara bağlı olarak yoğunluğunun düşük olması gösterilebilir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Konya ili ve yakın çevresinde Buğday üretiminin yoğun olarak yapıldığı yerlerdeki mevcutta olduğu tahmin edilen bazı virüs hastalıklarının saptanması ve buna bağlı olarak nasıl mücadele edilmesi gerektiği konusunda yol haritası belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir.

1. Güdümlü örnekleme yöntemi ile inceleme yapılan ve toplanan örneklerde, genel olarak, kloroz, nekroz, yapraklarda kıvrılma, renk değişikliği, bodurlaşma, şekil bozukluğu gibi virüs hastalıkları ile bağlantılı olduğu düşünülen belirtilere rastlanmıştır.
2. Konya ilindeki üretim alanlarında, arazi gözlemleri üzerinden hesap edilen hastalık yaygınlık oranı en yüksek oranda Sarayönü ilçesinde (%12) belirlenmiştir. Diğer ilçelerde hastalık yaygınlık oranı sırasıyla Selçuklu (%11), Karatay (%5,4), Altınekin (%2,2), Karapınar (%2) ve Çumra (%1,7) ilçeleri olarak tespit edilmiştir. İl geneli hastalık oranı ise (%4,9) olarak hesaplanmıştır.
3. DAS-ELISA yöntemi kullanılarak test edilen 90 adet bitki örneğinin 17'si en az bir virüs ile bulaşık olarak tespit edilmiştir. Enfeksiyon oranı %18,8 olarak belirlenmiştir.
4. Sarayönü ilçesindeki 10 örnekten 9'u (%90), Selçuklu ilçesindeki 8 örnekten 8'i (%100) en az bir virüs ile bulaşık olarak tespit edilmiş, geriye kalan diğer ilçelerden toplanan örneklerde testi yapılan virüslerden herhangi birine rastlanmamıştır.
5. Survey çalışması yürütülen ilçeler arasında testlemesi yapılan virüsler arasında en yaygın virüsün BYDV-PAV, ardından WDV virüsü olduğu tespit edilmiştir. WSMV virüsü 90 örneğin hiçbirinde pozitif reaksiyon göstermemiştir.
6. Virüs ile enfekteli örnekler tekli ve çoklu enfeksiyon şeklinde belirlenmiştir. Bir virüs ile enfekteli örnek sayısı, BYDV-PAV açısından 90 örneğin 16'sında (% 17,7), WDV açısından 90 örneğin 2'sinde (% 2,2) şeklinde belirlenmiştir. Diğer taraftan 1 örnekte ise BYDW-PAV+WDV reaksiyonu pozitif olarak tespit edilmiştir.
7. Genel olarak, WDV veya WSMV virüsü ile enfekteli olabileceği düşünülen örneklerde bu virüslere rastlanmamıştır. Bu belirtilerin teste tabi tutulmayan

başka virüslerden kaynaklanmasının mümkün olması yanında, yörede erken ilkbaharda sıkça görülen soğuk zararı sebebiyle olabileceği de düşünülmektedir.

5.2 Öneriler

Bu çalışmanın yürütüldüğü süreç içerisinde yapılan gözlemler, elde edilen bilgiler dikkate alındığında üretimin çeşitli kademelerinde bulunanlara tavsiye niteliğindeki hususlar aşağıda ifade edilmiştir.

1. Üretimin her aşamasında ve özellikle kimyasal uygulamasına ihtiyaç duyulduğunda insan ve çevre sağlığı dikkate alınmalıdır.
2. Viral etmenlerin neden olduğu hastalıklarla mücadelede esasın koruyucu ve önleyici tedbirlerden geçtiği, hastalığı direkt tedavi etmede bir kimyasal uygulamanın bulunmadığı bilinmeli, bu doğrultuda planlamalar yapılmalıdır.
3. Virüslerin taşınmasında etkin rol oynayan böceklerle karşı mücadele prensibi ön planda olmalı, bu amaçla doğru zamanlamaya ve uygun pestisit kullanımına dikkat edilmeli, biyolojik ve biyoteknik yöntemlere öncelik verilmelidir.
4. Koruyucu tedbirler kapsamında sağlıklı ve viral etmenlere dayanıklı üretim materyali kullanımına özen gösterilmelidir.
5. BYDV gibi virüs etmenlerinin yayılımında önemli yer tutan vektör böceklerin konaklama, barınma ve beslenme ihtiyaçlarını karşılayan yabancı otlarla gerek tarla içi gerekse tarla sınırında mücadele edilmelidir. Diğer taraftan münavebeli tarımsal üretim tercih edilmelidir.
6. Bitkilerin stres altına girmemesine dikkat edilmelidir. Bu doğrultuda ihtiyaç duyulan bitki besleme, sulama gibi kültürel faaliyetler aksatılmamalıdır.
7. Bitkileri stres altına sokacak olan soğuk zararından korunmak amacıyla soğuğa toleransı bulunan çeşitlerin üretim materyali olarak kullanılmasına özen gösterilmelidir.
8. Çiftçilerin viral bazlı hastalıklarla ilgili bilgi birikimini artıracak faaliyetlere öncelik verilmeli, mücadele yöntemleri konusunda yardımcı olunmalıdır.
9. Uygun şartlar meydana geldiğinde var olan virüslerin epidemi meydana getirebileceği unutulmamalı, bu konuda hazırlıklı olunmalıdır.
10. Dışarıdan gelebilecek virüs hastalıklarına karşı karantina tedbirlerinin dikkatle yürütülmesi sağlanmalıdır.

11. Başta BYD virüsleri olmak üzere ağırlıklı olarak vektör ile taşınan diğeri virüs hastalıklarının etkisini kırmak amacıyla olabildiğinde geç dönemde ekim yapılmalıdır. Örneğiri, Konya ili için buğdaygil ekimini Kasım ayının ortalarına kadar geciktirmek, söz konusu virüs hastalıklarının buğdaygil bitkilerine bulaşma olasılığını oldukça azaltacaktır.



KAYNAKLAR

- Aboul-Ata, A., Thouvenel, J., Makkouk, K. ve Satour, M., 1992, *Barley yellow dwarf virus* in Egypt: Natural incidence, transmission, and wild hosts. *Arab, Jour. Plant Protection*, 10 (2), 226-231.
- Agrios, G. N., 2005, *Plant pathology*, Elsevier.
- Akbaş, B., İlhan, D. ve Güner, Ü., 2005, Seed-borne viruses in wheat seeds used by growers in the Central Anatolia region, *Plant Protection Bulletin*, 45 (1), 55-60.
- Akbaş, B., Morca, A. F. ve Coşkan, S., 2021, İklim Değişikliğinin Tahıl Virüs Hastalıkları Üzerine Etkisi, *Ziraat Mühendisliği* (374), 4-14.
- Ákos, M., Richard, G., Mária, P. ve Péter, F., 2002, Multiple virus infection of wheat in South Hungary, *Cereal Research Communications*, 30, 329-334.
- Anonymous, 2023a, <https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/viral/pdlessons/Pages/Soil-borneWheatMosaic.aspx>: [27.09.2023].
- Anonymous, 2023b, <https://wikifarmer.com/wheat-plant-information-history-and-nutritional-value/>: [26.09.2023].
- Atkinson, T. ve Grant, M., 1967, An evaluation of streak mosaic losses in winter wheat, *Phytopathology*, 57 (2), 188-192.
- Áy, Z., Kerényi, Z., Takács, A., Papp, M., Petróczi, I., Gáborjányi, R., Silhavy, D., Pauk, J. ve Kertész, Z., 2008, Detection of cereal viruses in wheat (*Triticum aestivum* L.) by serological and molecular methods, *Cereal Research Communications*, 36 (2), 215-224.
- Banks, P., Davidson, J., Bariana, H. ve Larkin, P., 1995, Effects of *Barley yellow dwarf virus* on the yield of winter wheat, *Australian Journal of Agricultural Research*, 46 (5), 935-946.
- Bashir, M., Kisana, N., Mujahid, M., Hashmi, N. ve Bertshinger, L., 1997, Detection of five *Barley yellow dwarf* luteovirus serotypes in Pakistan, *Barley and Wheat Newsletter*.
- Behjatnia, S., Afsharifar, A., Tahan, V., Motlagh, M. A., Gandomani, O. E., Niazi, A. ve Izadpanah, K., 2011, Widespread occurrence and molecular characterization of *Wheat dwarf virus* in Iran, *Australasian Plant Pathology*, 40, 12-19.
- Beoni, E., Chrpová, J., Jarošová, J. ve Kundu, J. K., 2016, Survey of Barley yellow dwarf virus incidence in winter cereal crops, and assessment of wheat and barley resistance to the virus, *Crop and Pasture Science*, 67 (10), 1054-1063.
- Bisnieks, M., Kvarnheden, A., Sigvald, R. ve Valkonen, J., 2004, Molecular diversity of the coat protein-encoding region of *Barley yellow dwarf virus*-PAV and *Barley yellow dwarf virus*-MAV from Latvia and Sweden, *Archives of virology*, 149, 843-853.
- Blancard, D., 2012, *Tomato diseases: identification, biology and control: a colour handbook*, CRC Press.
- Bockus, W. W., Bowden, R. L., Hunger, R. M., Murray, T. ve Smiley, R., 2010, *Compendium of wheat diseases and pests*, Ed. 3, American Phytopathological Society (APS Press).
- Bora, T. ve Karaca, İ., 1970, Bitki Hastalıkları Surveyi, *Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi*, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı, Yayın, 167.
- Borneo, R. ve León, A. E., 2012, Whole grain cereals: functional components and health benefits, *Food & function*, 3 (2), 110-119.

- Bowen, K. L., Murphy, J. F., Flanders, K. L., Mask, P. L. ve Li, R., 2003, Incidence of viruses infecting winter wheat in Alabama, *Plant disease*, 87 (3), 288-293.
- Bragg, J. N. ve Jackson, A. O., 2004, The C-terminal region of the *Barley stripe mosaic virus* protein participates in homologous interactions and is required for suppression of RNA silencing, *Molecular Plant Pathology*, 5 (5), 465-481.
- Brakke, M. ve Langenberg, W., 1988, Experiences with *Soil-borne wheat mosaic virus* in North America and elsewhere, *Developments in applied biology*.
- Bremer, K., 1974, Virus diseases of Gramineae in Finland and Turkey, *Annales Agriculturae Fenniae*, 129-148.
- Brunt, A., Crabtree, K., Dallwitz, M., Gibbs, A. ve Watson, L., 1996, Viruses of plants.
- Bukvayová, N., Henselová, M., Vajčíková, V. ve Kormanová, T., 2006, Occurrence of dwarf virus of winter wheat and barley in several regions of Slovakia during the growing seasons 2001-2004, *Plant Soil and Environment*, 52 (9), 392.
- Burrows, M., Franc, G., Rush, C., Blunt, T., Ito, D., Kinzer, K., Olson, J., O'Mara, J., Price, J. ve Tande, C., 2009, Occurrence of viruses in wheat in the Great Plains region, 2008, *Plant Health Progress*, 10 (1), 14.
- Burrows, M., Thomas, C., McRoberts, N., Bostock, R. M., Coop, L. ve Stack, J., 2016, Coordination of diagnostic efforts in the Great Plains: Wheat virus survey and modeling of disease onset, *Plant disease*, 100 (6), 1037-1045.
- Byamukama, E., Tatineni, S., Hein, G., Graybosch, R., Baenziger, P. S., French, R. ve Wegulo, S. N., 2012, Effects of single and double infections of winter wheat by *Triticum mosaic virus* and *Wheat streak mosaic virus* on yield determinants, *Plant disease*, 96 (6), 859-864.
- Carroll, T. W. ve Mayhew, D. E., 1976a, Anther and pollen infection in relation to the pollen and seed transmissibility of two strains of *Barley stripe mosaic virus* in barley, *Canadian Journal of Botany*, 54 (14), 1604-1621.
- Carroll, T. W. ve Mayhew, D. E., 1976b, Occurrence of virions in developing ovules and embryo sacs of barley in relation to the seed transmissibility of barley stripe mosaic virus, *Canadian Journal of Botany*, 54 (21), 2497-2512.
- Chrpová, J., Veškrna, O., Palicová, J. ve Kundu, J. K., 2020, The evaluation of wheat cultivar resistance and yield loss thresholds in response to *Barley yellow dwarf virus-PAV* infection, *Agriculture*, 10 (1), 20.
- Clark, M. F. ve Adams, A., 1977, Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses, *Journal of general virology*, 34 (3), 475-483.
- Clover, G., Ratti, C. ve Henry, C., 2001, Molecular characterization and detection of European isolates of *Soil-borne wheat mosaic virus*, *Plant Pathology*, 50 (6), 761-767.
- Cunfer, B. M., Demski, J. W. ve Bays, D. C., 1988, Reduction in plant development, yield, and grain quality associated with wheat spindle streak mosaic virus, *Phytopathology*, 78 (2), 198-204.
- Çandar, A. ve Gümüş, M., 2013, Bitki virüslerinin vektörlerle taşınmasına moleküler yaklaşımlar, *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 2 (3), 207-222.
- Dayan, S. S., 2013, Tekirdağ ili buğday ekim alanlarında ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinde görülen tahıl virüs hastalıklarının buğday kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması, *Namık Kemal Üniversitesi. Yüksek lisans tezi*.
- Dayan S. ve İlbağı H. 2014, Tekirdağ ili buğday ekim alanlarında ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinde görülen tahıl virüs hastalıklarının buğday kalite özellikleri üzerine etkilerinin araştırılması. *V. Türkiye Bitki Koruma Kongresi*, 283.

- De Zoeten, G. ve Shalla, T., 1966, Purification and characterization of California tobacco rattle virus, *Phytopathology*, 56 (738).
- Deligöz, İ., Caner, Y. K. ve Akyol, H., 2011, Samsun ve Amasya illerinde buğday üretim alanlarında enfeksiyona neden olan *Barley yellow dwarf virus*-PAV ve *Barley yellow dwarf virus*-MAV virüslerinin araştırılması, *Bitki Koruma Bülteni*, 51 (2), 187-193.
- Duveiller, E., Singh, R. P. ve Nicol, J. M., 2007, The challenges of maintaining wheat productivity: pests, diseases, and potential epidemics, *Euphytica*, 157 (3), 417-430.
- Ekzayez, A., Kumari, S. ve Ismail, I., 2011, First report of *Wheat dwarf virus* and its vector (*Psammotettix provincialis*) affecting wheat and barley crops in Syria, *Plant disease*, 95 (1), 76-76.
- El-Zoubi, M., Al-Musa, A. ve Skaria, M., 1992, Studies on *Barley yellow dwarf virus* in cereal crops in Jordan, *Barley yellow dwarf in West Asia and North Africa. Proceedings of a workshop held at Rabat, Morocco, 19-21 November 1989.*, 91-101.
- Erkan, E. ve Yılmaz, N., 2009, Determination of virus diseases on wheat growing areas of Samsun province, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 24 (2), 67-75.
- Erlor, Ö., 2019, Bursa ili buğday ekim alanlarında tahıl virüslerinin belirlenmesi, *Namık Kemal Üniversitesi. Yüksek lisans tezi*.
- Erlund, P., 2007, Experiences of Wheat dwarf virus in Finland 2004-2007, *NJF Report*, 3 (5), 33.
- Ertugay, Z., Elgün, A., KOTANCILAR, G. ve AYDIN, F., 1992, Farklı Normlarla Uygulanan Kısa Süreli Hamur İşleme Metotlarının Francala Ekmeği Üretiminde Kullanım İmkanları Üzerinde Araştırma, *Gıda*, 17 (6).
- Eweida, M., 1986, Serological and biological characterisation of isolates of *Barley yellow dwarf virus* in Sweden in 1983, *Annals of applied biology*, 108 (2), 333-339.
- Fabre, F., Plantegenest, M., Mieuze, L., Dedryver, C. A., Leterrier, J.-L. ve Jacquot, E., 2005, Effects of climate and land use on the occurrence of viruliferous aphids and the epidemiology of *Barley yellow dwarf* disease, *Agriculture, ecosystems & environment*, 106 (1), 49-55.
- Fauquet, C., Maxwell, D., Gronenborn, B. ve Stanley, J., 2000, Revised proposal for naming geminiviruses, *Archives of Virology*, 145 (8), 1743.
- Fereres, A., Lister, R., Castanera, P. ve Foster, J., 1989, Identification, distribution and vector population dynamics of *Barley yellow dwarf virus* in three cereal-producing areas of Spain, *Journal of Phytopathology*, 126 (1), 79-91.
- Fidan, H., Güllü, M., Gözüaık, C., Hekimhan, H., Konuksal, A. ve Akerzurumlu, E., 2014, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Tahıl Üretim Alanlarında Arpa Sarı Cücelik Virüsü (*Barley Yellow Dwarf Virus*, BYDV)'nün Tespiti ve Virüs-Vektör İlişkilerinin Belirlenmesi. *V. Türkiye Bitki Koruma Kongresi*.
- Fitzgerald, P. J. ve Stoner, W. N., 1967, Barley Yellow Dwarf Studies in Wheat (*Triticum aestivum* L.). I. Yield and Quality of Hard Red Winter Wheat Infected With Barley Yellow Dwarf Virus 1, *Crop Science*, 7 (4), 337-341.
- Fohrer, F., Lebrun, I. ve LAPIERRE, H., 1992, Acquisitions récentes sur le virus du nanisme du blé, *Phytoma, la défense des végétaux* (443), 18-20.
- Gaborjanyi, R. ve Nagy, P., 1988, *Wheat streak mosaic virus* in Hungary, *Növénytermelés*, 37 (5), 391-395.
- Gates, L., 1986, Incidence of *Wheat spindle streak mosaic* in Essex, Kent and Lambton counties, Ontario, 1973-81, *Canadian Plant Disease Survey*, 66 (1), 1-3.

- Gaunce, G. M. ve Bockus, W. W., 2015, Estimating yield losses due to *Barley yellow dwarf* on winter wheat in Kansas using disease phenotypic data, *Plant Health Progress*, 16 (1), 1-6.
- Gibson, W. W., 1957, Observations on the wheat curl mite, *Aceria tulipae* (K.), (Acarina, Eriophyidae) on wheat and sorghum sprouted under ripening wheat, *Journal of the Kansas Entomological Society*, 30 (1), 25-28.
- Gildow, F., Frank, J., Bingaman, D. ve Powell, C., 1987, *Barley yellow dwarf* viruses in small grains of Pennsylvania: isolate identification, distribution, and vector efficiency, *Plant disease*, 71 (10), 922-926.
- Gill, C. ve Westdal, P., 1966, Effect of temperature on symptom expression of barley infected with aster yellows or *Barley yellow dwarf* viruses, *Phytopathology*, 56, 369-370.
- Gould, F. W. ve Shaw, R. B., 1983, Grass systematics, Texas A & M University Press, p.
- Griesbach, J., Falk, B. ve Valverde, R., 1990, Incidence of *Barley yellow dwarf* viruses in California cereals, *Plant disease*, 74 (2), 111-114.
- Halbert, S. ve Voegtlin, D., 1995, Biology and taxonomy of vectors of *Barley yellow dwarf* viruses, *Barley yellow dwarf*, 40, 217-258.
- Harrison, B., Barker, H., Bock, K., Guthrie, E., MEREDITH, G. ve Atkinson, M., 1977, Plant viruses with circular single-stranded DNA, *Nature*, 270 (5639), 760-762.
- Henry, M. ve Plumb, R., 2002, *Barley yellow dwarf* luteoviruses and other virus diseases, *Bread wheat: improvement and production, plant production and protection series* (30), 331-344.
- Hoffman, T. ve Kolb, F., 1998, Effects of *Barley yellow dwarf* virus on yield and yield components of drilled winter wheat, *Plant disease*, 82 (6), 620-624.
- Hunger, R., Sherwood, J., Evans, C. ve Montana, J., 1992, Effects of planting date and inoculation date on severity of *Wheat streak mosaic* in hard red winter wheat cultivars, *Plant disease*, 76 (10), 1056-1060.
- Huth, W., 1994, Weizenverzwergung-bisher übersehen, *Pflanzenschutz-Praxis*, 4, 37-39.
- İlbağı, H., Çıtır, A., Kara, A. ve Uysal, M., 2020, Molecular characterization of *Cereal yellow dwarf virus-RPV* in grasses in european part of Turkey, *Agriculture*, 66 (4), 161-170.
- İlbağı, H., Pocsai, E., Çıtır, A., Muranyı, I., Vida, G., and Korkut, Z., K. 2003, Results of Two Years Study on Incidence of *Barley Yellow Dwarf* Viruses, *Cereal Yellow Dwarf Virus-RPV* and *Wheat Dwarf Virus* in Turkey, 3rd International Plant Protection Symposium at Debrecen University. Debrecen-Hungary, pp:53-63
- İlbağı, H., Çıtır, A., Kara, A. ve Uysal, M., 2013, Trakya Bölgesi'nde tahıl üretim alanlarındaki yabancı otlarda görülen Sarı cücelik virüs hastalıklarının saptanması, karakterizasyonu ve afitlerle taşınabilirliklerinin belirlenmesi, *TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu*.
- İlbağı, H., 2017, Tahıl üretim alanlarında sarı cücelik virüs hastalıkları (*Yellow dwarf virus* diseases) epidemisi ve mücadelesi, *Bitki Koruma Bülteni*.
- Jasnic, S., Stakic, D., Falak, I. ve Balaž, F., 1991, Distribution of *Barley yellow dwarf virus* in wheat and barley in Vojvodina, *Zaštita bilja*, 42, 191-197.
- Jensen, S., Fitzgerald, P. ve Thysell, J., 1971, Physiology and Field Performance of Wheat Infected with *Barley Yellow Dwarf Virus* 1, *Crop Science*, 11 (6), 775-780.

- Jeppson, L. R., Keifer, H. H. ve Baker, E. W., 1975, Mites injurious to economic plants, Univ of California Press, p.
- Jeżewska, M., 2001, First report of Wheat dwarf virus occurring in Poland, *Phytopathologia Polonica* (21), 93-100.
- Jeżewska, M. ve Trzmiel, K., 2016, Outbreak of barley yellow dwarf in winter cereals in Poland in the season 2014/2015 Masowe wystąpienia żółtej karłowatości jęczmienia na zbożach ozimych w Polsce w sezonie 2014/2015, *Progress in Plant Protection*, 56 (3), 296-301.
- Kaddachi, I., Souiden, Y., Achouri, D. ve Chéour, F., 2014, Barley yellow dwarf virus (BYDV): characteristics, hosts, vectors, disease symptoms and diagnosis, *International Journal of Phytopathology*, 3 (3), 155-160.
- Kennedy, T. ve Connery, J., 2005, Grain yield reductions in spring barley due to Barley yellow dwarf virus and aphid feeding, *Irish journal of agricultural and food research*, 111-128.
- Kılıç, H., Aktaş, H., Kendal, E. ve Tekdal, S., 2012, İleri kademe ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) genotiplerinin biplot analiz yöntemi ile değerlendirilmesi, *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 132.
- Kılıç, H. Ç. ve Altındal, D., 2012, Farklı buğday çeşiti tohumlarında Wheat streak mosaic virus ve Barley stripe mosaic virus' ünün DAS-ELISA yöntemi ile araştırılması.
- Klerks, P. L. ve Weis, J. S., 1987, Genetic adaptation to heavy metals in aquatic organisms: a review, *Environmental Pollution*, 45 (3), 173-205.
- Köklü, G., 2004, Occurrence of cereal viruses on wheat in Tekirdag, Turkey, *Phytoprotection*, 85 (1), 19-25.
- Köklü, G., Ramsell, J. N. ve Kvarnheden, A., 2007, The complete genome sequence for a Turkish isolate of Wheat dwarf virus (WDV) from barley confirms the presence of two distinct WDV strains, *Virus Genes*, 34, 359-366.
- Kruse, J., 2010, Estimating demand for agricultural commodities to 2050, *Global Harvest Initiative*, 1-26.
- Kúdela, O., Kúdelová, M., Nováková, S. ve Glasa, M., 2008, First report of Wheat streak mosaic virus in Slovakia, *Plant disease*, 92 (9), 1365-1365.
- Kumari, S., Muharram, I., Makkouk, K., Al-Ansi, A., El-Pasha, R., Al-Motwkel, W. ve Kassem, A. H., 2006, Identification of viral diseases affecting barley and bread wheat crops in Yemen, *Australasian Plant Pathology*, 35, 563-568.
- Lapierre, H., Cousin, M.-T., Della Giustina, W., Moreau, J.-P., Khogali, M. ve Roux, J., 1991, Nanisme du blé: Agent pathogène et vecteur. Description, biologie, interactions.
- Lebas, B., Ochoa-Corona, F., Alexander, B., Lister, R., Fletcher, J., Bithell, S. ve Burnip, G., 2009, First report of Wheat streak mosaic virus on wheat in New Zealand, *Plant disease*, 93 (4), 430-430.
- Lemmetty, A. ve Huusela-Veistola, E., 2005, First report of Wheat dwarf virus in winter wheat in Finland, *Plant disease*, 89 (8), 912-912.
- Lindblad, M. ve Waern, P., 2002, Correlation of wheat dwarf incidence to winter wheat cultivation practices, *Agriculture, ecosystems & environment*, 92 (2-3), 115-122.
- Lindblad, M. ve Sigvald, R., 2004, Temporal spread of Wheat dwarf virus and mature plant resistance in winter wheat, *Crop protection*, 23 (3), 229-234.
- Lindsten, K., Vacke, J. ve Gerhardson, B., 1970, A preliminary report on three cereal virus diseases new to Sweden spread by Macrosteles-and Psammo-tettix leafhoppers, *Meddelanden fran Statens Vaxtskyddsanstalt*, 14 (123), 285-297.

- Lindsten, K. ve Vacke, J., 1991, A possible barley adapted strain of *Wheat dwarf virus* (WDV), *Acta phytopathologica et entomologica Hungarica*, 26 (1-2), 175-180.
- Lister, R. M. ve Ranieri, R., 1995, Distribution and economic importance of *Barley yellow dwarf*, 40, 29-53.
- Lotfipour, M., Behjatnia, S., Afsharifar, A. ve Izadpanah, K., 2013, Distribution and partial biological characterization of wheat and barley strains of *Wheat dwarf virus* in Iran, *Iranian Journal of Plant Pathology*, 49 (1), 7-9.
- Makkouk, K., Ghulam, W. ve Kumari, S., 2001a, First report of *Barley yellow striate mosaic virus* infecting barley and wheat in Lebanon, *Plant disease*, 85 (4), 446-446.
- Makkouk, K., Kumari, S., Kadirova, Z. ve Zueva, A., 2001b, First Record of *Barley yellow striate mosaic virus* and *Cereal yellow dwarf virus-RPV* Infecting wheat in Uzbekistan, *Plant disease*, 85 (10), 1122-1122.
- Makkouk, K. M., Najar, A. ve Kumari, S. G., 2001c, First record of *Barley yellow dwarf virus* and *Cereal yellow dwarf virus* in Tunisia, *Plant Pathology*, 50 (6).
- Makkouk, K. M., Kumari, S. G., Ghulam, W. ve Attar, N., 2004, First record of *Barley yellow striate mosaic virus* affecting wheat summer-nurseries in Syria, *Plant disease*, 88 (1), 83-83.
- Mamluk, O., Çetin, L., Braun, H.-J., Bolat, N., Bertschinger, L., Makkouk, K., Yildirim, A., Saari, E., Zencirci, N. ve Albustan, S., 1997, Current status of wheat and barley diseases in the Central Anatolian Plateau of Turkey, *Phytopathologia Mediterranea*, 167-181.
- Manurung, B., Witsack, W., Mehner, S., Grüntzig, M. ve Fuchs, E., 2004, The epidemiology of *Wheat dwarf virus* in relation to occurrence of the leafhopper *Psammotettix alienus* in Middle-Germany, *Virus Research*, 100 (1), 109-113.
- Mar, T. B., Lau, D., Schons, J., Pereira, P. R. V. d. S. ve Carminatti, A. J., 2013, Identification and characterization of *Wheat streak mosaic virus* isolates in wheat-growing areas in Brazil, *International Journal of Agronomy*, 2013.
- Marshall, J. M. ve Rashed, A., 2014, *Barley yellow dwarf virus* in Idaho cereal crops, *University of Idaho Extension, CIS*, 1210.
- McKinney, H. H. ve Greeley, L. W., 1965, Biological characteristics of *Barley stripe-mosaic virus* strains and their evolution, 1324, US Department of Agriculture, p.
- McKirdy, S., Jones, R. ve Nutter Jr, F., 2002, Quantification of yield losses caused by *Barley yellow dwarf virus* in wheat and oats, *Plant disease*, 86 (7), 769-773.
- McMullen, M. ve Nelson, D., 1989, *Wheat streak mosaic* severe in 1988, *North Dakota Farm Research*, 46 (5), 14-16.
- Mehner, S., Manurung, B., Grüntzig, M., Habekuss, A., Witsack, W. ve Fuchs, E., 2003, Investigations into the ecology of the *Wheat dwarf virus* (WDV) in Saxony-Anhalt, Germany/Untersuchungen zur Ökologie des *Wheat dwarf virus* (WDV) in Sachsen-Anhalt, Deutschland, *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz/Journal of Plant Diseases and Protection*, 313-323.
- Milgate, A., Adorada, D., Chambers, G. ve Terras, M. A., 2016, Occurrence of winter cereal viruses in New South Wales, Australia, 2006 to 2014, *Plant disease*, 100 (2), 313-317.
- Miller, N., Bergstrom, G. ve Gray, S., 1991, Identity, prevalence and distribution of viral diseases of winter wheat in New York in 1988 and 1989, *Plant disease*, 75 (11), 1105-1109.
- Mishchenko, L. T., Dunich, A. A., Mishchenko, I. A., Petrenkova, V. P. ve Mukha, T. I., 2018, Monitoring of economically important wheat viruses under weather

- conditions change in Ukraine and investigation of seed transmission of *Wheat streak mosaic virus*, *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 24 (4).
- Morca, A. F., Coskan, S. ve Akbas, B., 2022, Phylogenetic diversity of barley-and wheat-specific forms of *Wheat dwarf virus* in Turkey, *Cereal Research Communications*, 50 (4), 1029-1036.
- Mülayim, M., 2023, <https://www.konyayenigun.com/konyada-bugday-uretimi-ve-un-sanayisi>: [26.09.2023].
- Najar, A., Makkouk, K. M., Boudhir, H., Othman, F. B., Zarouk, R., Bessai, R. ve Kumari, S. G., 2000, Viral diseases of cultivated legume and cereal crops in Tunisia, *Viral Diseases of Cultivated Legume and Cereal Crops in Tunisia*, 1000-1010.
- Nancarrow, N., Aftab, M., Hollaway, G., Rodoni, B. ve Trębicki, P., 2021, Yield losses caused by *Barley yellow dwarf virus*-PAV infection in wheat and barley: A three-year field study in south-eastern Australia, *Microorganisms*, 9 (3), 645.
- Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Palazzo, A., Gray, I., Ingersoll, C., Robertson, R., Tokgoz, S., Zhu, T., Sulser, T. B. ve Ringler, C., 2010, Food security, farming, and climate change to 2050: scenarios, results, policy options, Intl Food Policy Res Inst, p.
- Nolt, B., Romaine, C., Smith, S. ve Cole Jr, H., 1981, Further evidence for the association of *Polymyxa graminis* with the transmission of *Wheat spindle streak mosaic virus*, *Phytopathology*, 71 (12), 1269-1272.
- Okada, K., Kato, T., Oikawa, T., Komatsuda, T. ve Namai, K., 2020, A genetic analysis of the resistance in barley to *Soil-borne wheat mosaic virus*, *Breeding science*, 70 (5), 617-622.
- Pakdel, A., Afsharifar, A., Niazi, A., Almasi, R. ve Izadpanah, K., 2010, Distribution of cereal Luteoviruses and molecular diversity of BYDV-PAV Isolates in central and southern Iran: Proposal of a new species in the genus Luteovirus, *Journal of Phytopathology*, 158 (5), 357-364.
- Parry, H. R., Macfadyen, S. ve Kriticos, D. J., 2012, The geographical distribution of *Yellow dwarf viruses* and their aphid vectors in Australian grasslands and wheat, *Australasian Plant Pathology*, 41, 375-387.
- Peiris, K. H., Bowden, R. L., Todd, T. C., Bockus, W. W., Davis, M. A. ve Dowell, F. E., 2019, Effects of *Barley yellow dwarf* disease on wheat grain quality traits, *Cereal Chemistry*, 96 (4), 754-764.
- Pekcan, G., Köksal, E., Küçükerdönmez, Ö. ve Özel, H., 2006, Household food wastage in Turkey.
- Perry, K. L., Kolb, F. L., Sammons, B., Lawson, C., Cisar, G. ve Ohm, H., 2000, Yield effects of *Barley yellow dwarf virus* in soft red winter wheat, *Phytopathology*, 90 (9), 1043-1048.
- Pocsai, E., 2001, Dominance of *Wheat dwarf virus* in the different cereal species, 6. *Tiszántúli Növényvédelmi Fórum*, 6-8 November 2001, Debrecen, Hungary, 27-35.
- Pocsai, E., Citir, A., Ilbagi, H., Koklu, G., Korkut, K., Muranyi, I. ve Vida, G., 2003, Incidence of *Barley yellow dwarf viruses*, *Cereal yellow dwarf virus* and *Wheat dwarf virus* in cereal growing areas of Turkey, *Journal for Agricultural Sciences*.
- Pocsai, E., 2004, Presence rate of *Wheat dwarf virus* in the symptom showing cereal species during 2000-2004, 9. *Tiszántúli Növényvédelmi Fórum*, 20-21 October 2004, Debrecen, Hungary, 189-199.

- Pocsai, E., Murányi, I. ve Horti, T., 2006, Dominance of the *Barley yellow dwarf viruses* in winter barley breeding materials of kompolt, *Symposium at Debrecen University*.
- Price, J., Workneh, F., Evett, S., Jones, D., Arthur, J. ve Rush, C., 2010, Effects of *Wheat streak mosaic virus* on root development and water-use efficiency of hard red winter wheat, *Plant disease*, 94 (6), 766-770.
- Ramsell, J., Lemmetty, A., Jonasson, J., Andersson, A., Sigvald, R. ve Kvarnheden, A., 2008, Sequence analyses of *Wheat dwarf virus* isolates from different hosts reveal low genetic diversity within the wheat strain, *Plant pathology*, 57 (5), 834-841.
- Rochow, W. ve Brakke, M. K., 1964, Purification of *Barley yellow dwarf virus*, *Virology*, 24 (3), 310-322.
- Rochow, W. ve Muller, I., 1971, A fifth variant of *Barley yellow dwarf virus* in New York, *Plant Disease Reporter*, 55 (10), 874-877.
- Rotenberg, D., Bockus, W. W., Whitfield, A. E., Hervey, K., Baker, K. D., Ou, Z., Laney, A. G., De Wolf, E. D. ve Appel, J. A., 2016, Occurrence of viruses and associated grain yields of paired symptomatic and nonsymptomatic tillers in Kansas winter wheat fields, *Phytopathology*, 106 (2), 202-210.
- Sahragard, N., Izadpanah, K., Babaei, G., Eshaghe, R., Afsharifar, A. ve Masumi, M., 2010, Integrated management of viral diseases of winter wheat in Chahar Mahal va Bakhtiari province, *Iranian Journal of Plant Pathology*, 46 (2), 135-152.
- Sherwood, J., Reddick, B., Hunger, R. ve Williams, E., 1987, First report of *Wheat spindle streak mosaic virus* in Oklahoma, *Plant disease*, 71 (9).
- Sill, W. ve Delrosario, M., 1959, Transmission of *Wheat streak mosaic virus* to corn by the eriophyid mite, *Aceria tulipae*, Amer phytopathological soc 3340 pilot knob road, st paul, mn 55121 USA. 49: 396-396.
- Širlová, L., Vacke, J. ve Chaloupková, M., 2005, Reaction of selected winter wheat varieties to autumnal infection with *Wheat dwarf virus*, *Plant Prot. Sci*, 41, 1-7.
- Skaf, J., Makkouk, K., Azmeh, F. ve Al-Kassis, W., 1988, Aphid transmission, distribution, and serotyping of *Barley yellow dwarf virus* (BYDV) in Syria, *Arab Journal of Plant Protection*, 6 (2), 97-105.
- Slykhuis, J. ve Barr, D., 1978, Confirmation of *Polymyxa graminis* as a vector of Wheat spindle streak mosaic virus, *Phytopathology*, 68 (4), 639-643.
- Slykhuis, J. T., 1955, *Aceria tulipae* Keifer (Acarina: Eriophyidae) in relation to the spread of wheat streak mosaic, *Phytopathology*, 45 (3).
- Somsen, H. W. ve Sill, W. H., 1970, The wheat curl mite, *Aceria tulipae* Keifer, in relation to epidemiology and control of *Wheat streak mosaic*, Agricultural Experiment Station Kansas, p.
- Stenger, D. C., Hall, J. S., Choi, I.-R. ve French, R., 1998, Phylogenetic relationships within the family Potyviridae: *Wheat streak mosaic virus* and *Brome streak mosaic virus* are not members of the genus Rymovirus, *Phytopathology*, 88 (8), 782-787.
- Tekinel, N., 2008, Adana, Antalya, Hatay ve İçel illerinde domates virüs hastalıklarının yayılış alanlarının ve oranlarının tesbiti üzerinde araştırmalar, *Plant Protection Bulletin*, 13 (3), 107-141.
- Thackray, D., Diggle, A. ve Jones, R., 2009, BYDV Predictor: a simulation model to predict aphid arrival, epidemics of *Barley yellow dwarf virus* and yield losses in wheat crops in a Mediterranean-type environment, *Plant pathology*, 58 (1), 186-202.
- Timian, R. G., 1974, *Barley stripe mosaic virus*, *Phytopathology*, 64, 342-345.

- TÜİK, 2022, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr,https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>; [2023].
- USDA, 2023, <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery>: [30.09.2023].
- Usta, M., 2013, Doğu Anadolu bölgesinde buğday üretim alanlarındaki bazı buğday virüslerinin multipleks RT-PCR yöntemi ile araştırılması ve virüs izolatlarının moleküler karakterizasyonu.
- Vacke, J., 1961, *Wheat dwarf virus disease*, *Biologia Plantarum*, 3 (3), 228-233.
- Vacke, J., 1972, Host plants range and symptoms of *Wheat dwarf virus*, *Věd Pr Výz Ústavu Rostl Výroby Praha-Ruzyně*, 17, 151-162.
- Walkey, D. G., 2012, *Applied plant virology*, Springer Science & Business Media, p.
- Wiese, M. V., 1987, *Compendium of wheat diseases*, American Phytopathological Society.
- Wu, B., Melcher, U., Guo, X., Wang, X., Fan, L. ve Zhou, G., 2008, Assessment of codivergence of Mastreviruses with their plant hosts, *BMC evolutionary biology*, 8 (1), 1-13.
- Xie, J., Wang, X., Liu, Y., Peng, Y. ve Zhou, G., 2007, First report of the occurrence of *Wheat dwarf virus* in wheat in China, *Plant disease*, 91 (1), 111-111.
- Yan, L., Biao, W., Vida, G., Cséplő-Károlyi, M., WU, B.-l., WU, Y.-h. ve WANG, X.-f., 2012, Genomic analysis of the natural population of *Wheat dwarf virus* in wheat from China and Hungary, *Journal of integrative agriculture*, 11 (12), 2020-2027.

EKLER

EK-1. DAS-ELISA yönteminde kullanılan tampon çözeltiler ve hazırlanışları



EK-1. DAS-ELISA yönteminde kullanılan tampon çözeltiler ve hazırlanışları

1.Fosfat tampon çözeltisi (Phosphate Buffered Saline-PBS)

Sodium chloride (NaCl)	8,0 g
Potassium phosphate monobasic (anhydrous- KH ₂ PO ₄)	0,2 g
Sodium phosphate dibasic dodecahydrate (Na ₂ HPO ₄ .12H ₂ O) veya	2,9 g 2,3 g
Sodium phosphate dibasic heptahydrate (Na ₂ HPO ₄ .7H ₂ O)	
Sodium phosphate dibasic dihydrate (Na ₂ HPO ₄ .2H ₂ O)	1,44 g
Sodium phosphate dibasic (anhydrous- Na ₂ HPO ₄)	1,15 g
Potassium chloride (KCl)	0,2 g
Sodium azide (NaN ₃)	0,2 g

Yukarıda miktarları verilen kimyasallar 1 litre saf suda eritilip pH'ı 0,1 M NaOH veya 0,1 M HCl ile 7,4'e ayarlanıp ve +4°C'de muhafaza edilmiştir.

2.Kaplama tampon çözeltisi (Coating Buffer)

1,59 g Sodium carbonate (Na₂CO₃), 2,93 g Sodium bicarbonate (NaHCO₃) ve 0,2 g Sodium azide (NaN₃) 1 litre saf suda eritilip pH'ı 9,6'ya ayarlanıp +4°C'de muhafaza edilmiştir.

3.Yıkama tampon çözeltisi (Washing Buffer-PBST)

Bir litre fosfat tampon çözeltisine (PBS) 0,5 ml Tween-20 ilave edilerek hazırlanıp +4°C'de muhafaza edilmiştir.

4.Örnek ekstraksiyon tampon çözeltisi (Sample Extraction Buffer)

Bir litre yıkama tamponu çözeltisi (PBST) içine 20 g Polyvinylpyrrolidone (PVP-40) ilave edilerek hazırlanıp +4°C'de muhafaza edilmiştir.

5.Konjugat tampon çözeltisi (Enzyme Congugate Buffer)

Bir litre örnek tampon çözeltisine 2 g ovalbumin (egg albumin) ilave edilerek hazırlanıp +4°C'de muhafaza edilmiştir.

6.Substrat tampon çözeltisi (Substrat Buffer)

97 ml Diethanolamine 800 ml saf su içine ilave edildikten sonra 0,2 g Sodium azide (NaN₃) konulup, HCl ile pH'ı 9,8'e ayarlanarak 1 litreye tamamlanıp +4°C'de muhafaza edilmiştir.