***Sisymbrium loeselii* L.'de (Brassicaceae:Cruciferae)**
ENFEKSİYONA NEDEN OLAN VİRÜSLERİN
ELEKTRON MİKROSKOBU İLE BELİRLENMESİ

Aiperi MURATBEKOVA

Yüksek Lisans Tezi
Bitki Koruma Ana Bilim Dalı
Fitopatoloji Bilim Dalı
Prof. Dr. Hidayet BOSTAN
2019
Her Hakkı Saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sisymbrium loeselii L.'de (Brassicaceae:Cruciferae) ENFEKSİYONA NEDEN OLAN VİRÜSLERİN ELEKTRON MİKROSKOBU İLE BELİRLENMESİ

Aiperi MURATBEKOVA

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI
Fitopatoloji Bilim Dalı

ERZURUM
2019

Her Hakkı Saklıdır

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen BilimleriEnstitüsüMüdürlüğü

TEZ ONAY FORMU

***Sisymbrium loeselii* L.'de (Brassicaceae:Cruciferae) ENFEKSİYONA NEDEN OLAN VİRÜSLERİN ELEKTRON MİKROSKOBU İLE BELİRLENMESİ**

Prof. Dr. Hidayet BOSTAN danışmanlığında, Aiperi MURATBEKOVAtarafından hazırlanan bu çalışma, 4../07./2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bitki KorumaAnabilim Dalı – FitopatolojiBilim Dalı'nda Yüksek Lisans teziolarak**oybirliği/~~oy çokluğu~~ (3../3..)** ile kabul edilmiştir.

~~Başkan~~: ~~Prof. Dr. Hidayet BOSTAN~~ İmza :

Üye : Doç. Dr. Elif TOZLU İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi. İsmail BEZİRGANOĞLU İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun 11.07./2019 tarih ve ..28../..92..... nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri kapsamında desteklenmiştir. (Proje No: 6629, Proje Süresi: 16/10/ 2018-16/04/2019)

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

***Sisymbrium loeselii* L.'de (Brassicaceae:Cruciferae) ENFEKSİYONA NEDEN OLAN VİRÜSLERİN ELEKTRON MİKROSKOBU İLE BELİRLENMESİ**

Aiperi MURATBEKOVA

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Ana Bilim Dalı
Fitopatoloji Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Hidayet BOSTAN

Farklı zamanlarda (2007-2018), Türkiye'nin farklı illerinde (Afyonkarahisar, Kütahya, Ankara, Amasya ve Tokat) ana yol güzergahları boyunca tarla, meyve ve sebze bahçeleri ile şehirlerde park ve boş alanlarda yaygın olarak yetişen bir yabancı ot türü olan *Sisymbrium loeselii* L'de (Brassicaceae:Cruciferae) virüslere özgü simptomlar gözlenmiştir. 2018-2019 yılları arasında toplam 164 simptomlu ve 24 simptomsuz örnek toplanmış ve 48 simptomlu ve 11 simptomsuz örnek elektron mikroskopta incelenmiştir. Simptomsuz örneklerden virüslere özgü herhangi bir görüntü elde edilemezken simptom gösteren örneklerde tek ya da karışımlar halinde *Tobamovirus*, *Potexvirus*, *Potyvirus* ve *Closterovirus* cinslerine ait boyaları 286-2012 nm, enleri 16-42 nm arasında değişen virüsler belirlenmiştir. Partikül boyları ve genişliklerine göre tobamovirüs grubundan 4, *Potexvirus* grubundan 3, *Potyvirus* grubundan 2, *Closterovirus* grubundan 4 farklı boyutta virüs yanında herhangi bir cins içerisinde konumlandırılamamış çubuk ve küresel şekle sahip 3 farklı virüs partiküli tespit edilmiştir.

2019, 63 sayfa

Anahtar Kelimeler: Elektron mikroskobu, *Closterovirus*, *Potexvirus*, *Potyvirus*, *Tobamovirus*, *Sisymbrium loeselii*

ABSTRACT

Master Thesis

IDENTIFICATION OF THE VIRUSES THAT CAUSES INFECTIONS ON *Sisymbrium loeselii* L. (Brassicaceae: Cruciferae)

Aiperi MURATBEKOVA

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection
Phytopathology

Supervisor: Prof. Dr. Hidayet BOSTAN

At different times (between 2007 and 2018), symptoms peculiar to viruses were observed on *Sisymbrium loeselii* (L.) (Brassicaceae: Cruciferae) weed species which is commonly grown in agricultural fields, fruit and vegetable gardens, city parks and empty areas of different provinces (Afyonkarahisar, Kütahya, Ankara, Amasya and Tokat) in Turkey. In 2017-2018, a total of 164 plant samples showing virus-specific symptoms and 24 symptomless samples were collected and 48 with symptoms and 11 without symptoms were examined in an electron microscope using negative staining technique. While no virus-specific images were detected from the symptomless samples, it was identified single or mixed of viruses with the size changing between 286-2012 nm in length and 16-42 nm with belonging to *Tobomovirus*, *Potexvirus*, *Potyvirus* and *Closterovirus* genus. According to their length and width, they were classified as 4 *Tobomovirus*, 3 *Potexvirus*, 2 *Potyvirus*, 4 *Closterovirus* and in addition to these viruses, uncategorized 3 different virus particles with rod and spherical shapes from the samples which showing symptoms. Most of these viruses were detected at the first time on this plant species in Turkey.

2019, 63 pages

Keywords: Electron microscope, *Closterovirus*, *Potexvirus*, *Potyvirus*, *Tobamovirus*, *Sisymbrium loeselii*

TEŞEKKÜR

Tez yöneticiliğimi üstlenip, tez çalışmalarım süresince ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Hidayet BOSTAN başta olmak üzere yabancı ot örneklerini teşhis eden Prof. Dr. Ahmet ULUDAĞ'a (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü), Elektron mikroskobunda örneklerin görüntülemesinde yardımcı olan Ferhunde AYDIN'a (Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü), tezimin okunmasındaki katkısından dolayı Dr. Öğr. Üyesi Mustafa USTA'ya (Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü), maddi katkı sağlayan Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine (BAP, Proje No: 6629, 16/10/ 2018-16/04/2019) ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Aiperi MURATBEKOVA
Haziran 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
TEŞEKKÜR iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ v
ŞEKİLLER DİZİNİ viii
ÇİZELGELER DİZNİ x
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ÖZETLERİ 4
3. MATERYAL VE YÖNTEM 10
3.1. Materyal 10
3.2. Yabancı Otların Toplanması ve Teşhisleri 11
3.3. Elektron Mikroskobu Çalışmaları 11
4. ARAŞTIRMA BULGULARI 12
4.1. Hastalığın Yayılış Durumu 12
4.2. Simptomatolojik Farklılıklar 15
4.3. Elektron Mikroskobu Sonuçları 27
4.3.1. *Tobamovirus* (280–360 nm arası) 28
4.3.2. *Tobamovirus*-*Potexvirus* arası (360–470 nm arası) 30
4.3.3. *Potexvirus* (470–580 nm arası) 32
4.3.4. *Potexvirus*-*Carlavirus* (580–610 nm arası) 35
4.3.5. *Potyviru*s (700–900 nm arası) 37
4.3.6. 900–1250 nm arası virüsler (*Potyvirus*–Closterovirus) 39
4.3.7. *Closterovirus* (1260 nm ve üzeri) 41
5. TARTIŞMA ve SONUÇ 55
KAYNAKLAR 60
ÖZGEÇMİŞ 64

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
cm	Santimetre
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimolar
nm	Nanometre
nt	Nükleotid
^{o}C	Santigrat derece
µm	Mikrometre

Kısaltmalar

ACMV	*African cassava mosaic virus*
AltMMV	*Alternanthera mild mosaic virus*
AMV	*Alfalfa mosaic virus*
AVY	*Apium virus Y*
BCTV	*Beet curly top virus*
BMCTV	*Beet mild curly top virus*
BNYVV	*Beet necrotic yellow vein virus*
BtMV	*Beet mosaic potyvirus*
BYDV-PAV	*Barley yellow dwarf virus*-PA V
CaMV	*Cauliflower mosaic virus*
CMV	*Cucumber mosaic virus*
CoYVYuV	*Corchorus yellow vein Yucatan virus*
Cr -TMV	*Crucufer infectin tobamovirus*
CTMV-W	*Crucifer tobamovirus* Wasabi

CVYV	*Cucumber vein yellowing virus*
CYDV-RPV	*Cereal yellow dwarf virus*-RPV
DAS-ELISA	Double Antibody Sandwich Enziyme-Linked Immunosorbent Assay
DAYTAM	Doğu Anadolu İleri Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
EACMCV	*East African cassava mosaic Cameroon virus*
ELISA	Enziyme-Linked Immunosorbent Assay
HrCTV	*Horseradish curly top virus*
IYSV	*Iris yellow spot virus*
LBVaV	*Lettuce big-vein associated virus*
MDMV	*Maize dwarf mosaic virus*
MLBVV	*Mirafiori lettuce big-vein virus*
MVCV	*Malva vein clearing virus*
ORMV	*Odontoglossum ringspot virus*
PAS-ELISA	Protein A Sandwich Enziyme-Linked Immunosorbent Assay
PeYDV	*Pepper yellow dwarf virus*
PLRV	*Potato leafroll virus*
PMTV	*Potato mop-top virus*
PRSV-P	*Papaya ringspot virus* - P
PVY	*Potato virus Y*
PZSV	*Pelargonium zonate spot virus*
RaMV-J	*Radish mosaic virus*
RMV	*Ribgrass mosaic virus*
RNA	Ribo Nükleik Asit
SCMV	*Sugarcane mosaic virus*
SuCMoV	*Sunflower chlorotic mottle virus*
TICV	*Tomato infectious chlorosis virus*
TMV	*Tobacco mosaic virus*
TMV-cg	*Tobacco mosaic virus garlic strain*
TMV-Cr	*Tobacco mosaic virus* crucifer strain
ToCV	*Tomato chlorosis virus*
ToMV	*Tomato mosaic virus*

ToSRV	*Tomato severe rugose virus*
TSWV	*Tomato spotted wilt virus*
TuMV	*Turnip mosaic virus*
TVCV	*Turnip vein clearing virus*
TYLCV-AL	*Tomato yellow leaf curl geminivirus*
TYMV	*Turnip yellow mosaic virus*
UA	Uranyl asetat
WDV	*Wheat dwarf virus*
YoMV	*Youcai mosaic virus*

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1. Simptomlu bitkilerin yaprak görüntüleri 13
Şekil 4.2. Simptomlu bitkilerin gövde yapıları 14
Şekil 4.3. Hafif mozaik simptomu 16
Şekil 4.4. Hafif mozaik simptomu 16
Şekil 4.5. Hafif mozaik simptomu 17
Şekil 4.6. Hafif mozaik simptomu 17
Şekil 4.7. Mozaik simptomu 18
Şekil 4.8. Mozaik simptomu 18
Şekil 4.9. Mozaik simptomu 19
Şekil 4.10. Şiddetli mozaik simptomu 20
Şekil 4.11. Şiddetli mozaik simptomu 20
Şekil 4.12. Şiddetli mozaik simptomu 21
Şekil 4.13. Şiddetli mozaik simptomu 21
Şekil 4.14. Şiddetli mozaik simptomu 22
Şekil 4.15. Şiddetli mozaik simptomu 22
Şekil 4.16. Şiddetli mozaik simptomu 23
Şekil 4.17. Şiddetli mozaik simptomu 24
Şekil 4.18. Şiddetli mozaik simptomu 24
Şekil 4.19. Şiddetli mozaik simptomu 25
Şekil 4.20. Şiddetli mozaik simptomu 25
Şekil 4.21. Şiddetli mozaik simptomu 26
Şekil 4.22. Şiddetli mozaik simptomu 26
Şekil 4.23. Şiddetli mozaik simptomu 27
Şekil 4.24. Amasya, düz-çubuk formunda, 306x23 nm boyutlarında 29
Şekil 4.25. Amasya, düz-kalın-çubuk formunda, 290x32 nm boyutlarında 29
Şekil 4.26. Amasya, düz-çubuk formunda, 310x22 nm boyutlarında 30
Şekil 4.27. Ankara, düz-çubuk formunda, 314x19 nm boyutlarında 31
Şekil 4.28. Amasya, düz-çubuk formunda, 336x15 nm boyutlarında 31
Şekil 4.29. Ankara, düz-çubuk formunda, 343x15 nm boyutlarında 32

Şekil 4.30. Kütahya, düz-kalın-çubuk formunda, 565x36 nm boyutlarında..... 34
Şekil 4.31. Kütahya, düz-kalın-çubuk formunda, 575x28 nm boyutlarında..... 34
Şekil 4.32. Amasya, düz-kalın-çubuk formunda, 580x20 nm boyutlarında 35
Şekil 4.33. Amasya, düz-kalın-çubuk formunda, 586x45 nm boyutlarında 36
Şekil 4.34. Amasya, düz-kalın-çubuk formunda, 594x45 nm boyutlarında 36
Şekil 4.35. Kütahya, düz-kalın-çubuk formunda, 608x45 nm boyutlarında..... 37
Şekil 4.36. Amasya, esnek-çubuk formunda, 713x19 nm boyutlarında 38
Şekil 4.37. Afyonkarahisar, düz-çubuk formunda, 762x19 nm boyutlarında..... 38
Şekil 4.38. Afyonkarahisar, düz-çubuk formunda, 1257x26 nm boyutlarında..... 40
Şekil 4.39. Ankara, esnek-çubuk formunda, 1122x24 nm boyutlarında 40
Şekil 4.40. Kütahya, düz-çubuk 1047x28 nm boyutlarında..... 41
Şekil 4.41. Amasya, düz-çubuk 1306x32 ve ipliksi 1386x16 nm boyutlarında karışım 45
Şekil 4.42. Ankara, kavisli-çubuk, 1306x24 nm boyutlarında 45
Şekil 4.43. Afyonkarahisar, düz-çubuk, 1419x32 nm boyutlarında 46
Şekil 4.44. Ankara, kavisli-çubuk, 1419x24 nm boyutlarında 46
Şekil 4.45. Ankara, kavisli-çubuk, 1451x24 nm boyutlarında 47
Şekil 4.46. Tokat, kavisli-çubuk, 1451x24 nm boyutlarında..... 47
Şekil 4.47. Afyonkarahisar, hafif kavisli, 1461x24 nm boyutlarında..... 48
Şekil 4.48. Afyonkarahisar, kavisli-çubuk, 1483x24 nm boyutlarında 48
Şekil 4.49. Ankara, kavisli-çubuk, 1483x24 nm boyutlarında 49
Şekil 4.50. Ankara, kavisli-çubuk, 1483x24 nm boyutlarında 49
Şekil 4.51. Afyonkarahisar, kavisli-çubuk, 1500x24 nm boyutlarında 50
Şekil 4.52. Ankara, kavisli-çubuk, 1500x24 nm boyutlarında 50
Şekil 4.53. Ankara, kavisli-çubuk, 1500x24 nm boyutlarında 51
Şekil 4.54. Ankara, kavisli-çubuk, 1532x24 nm boyutlarında 51
Şekil 4.55. Kütahya, kavisli-çubuk, 1548x24 nm boyutlarında..... 52
Şekil 4.56. Ankara, kavisli-çubuk 1596x24 nm boyutlarında 52
Şekil 4.57. Amasya, kavisli-çubuk 1612x24 nm boyutlarında 53
Şekil 4.58. Ankara, kavisli-çubuk, 1661x32 nm boyutlarında 53
Şekil 4.59. Ankara, kavisli-çubuk, 2121x24 nm boyutlarında 54

ÇİZELGELER DİZNİ

Çizelge 3.1. İllere göre alınan ve elektron mikroskopta incelenen örnek sayıları 10
Çizelge 4.1. Düz çubuk formunda (280-310 nm arası) partiküller 28
Çizelge 4.2. Düz-çubuk formunda (310 - 470 nm arası) partiküller 30
Çizelge 4.3. İller bazında incelenen örneklerden elde edilenen virüslerin boyutları 32
Çizelge 4.4. İller arası incelenen örneklerden elde edilen virüslerin boyutları 35
Çizelge 4.5. İller bazında incelenen örneklerden elde edilen virüslerin boyutları 37
Çizelge 4.6. İller bazında incelenen örneklerden elde edilen virüslerin boyutları 39
Çizelge 4.7. İller bazında incelenen örneklerden elde edilen virüslerin boyutları 41

1. GİRİŞ

Yabancı ot biyolojik açıdan tarım arazisinde bulunan ve doğal dengenin korunması açısından bulunması gerekli; bitki koruma açısından ise kültür bitkilerinin ışığına, suyuna, besin elementlerine ortak olarak verim ve kalite kayıplarına neden olan kültür bitkileri içerisinde yetişmesi arzu edilmeyen, faydadan çok zararlı olduğu düşünülen bitkilerdir (Güncan 2001). Diğer taraftan yabancı otlar virüslerin vektörleri için sığınak, virüsler için ise alternatif konukçu olarak rol oynamaktadırlar (Duffus 1971; Thresh 1981; Johnson *et al*. 1996; Bedford *et al.* 1998; Wisler and Norris 2005). Zira kültür bitkilerinde enfeksiyona neden olan virüslerin kültür bitkilerinden yabancı otlara, yabancı otlardan kültür bitkilerine vektörlerle taşınarak yayılış gösterdikleri ve virüslerin yabancı otların tohumlarında uzun süre enfektif kalıp sonraki yıllarda virüs epidemiyolojisi için rezerv enfeksiyon kaynağı olarak rol oynadığı kaydedilmiştir (Norris and Kogan 2000; Ambrozevicius *et al*. 2002; Navarro *et al*. 2005).

Nitekim yapılmış araştırmalara Cruciferae, Cucurbitaceae, Papillionaceae ve Solanaceae familyalarına ait pek çok yabancı ot türünde *Cucumber mosaic virus* (CMV) (Douine *et al*. 1979; Lavin *et al*. 1996); şeker pancarı ekim alanlarında yaygın olarak yetişen sekiz farklı familyaya ait *Bilderdykia convolvulus, Nonea pulla, Cerastium glomeratum, Galium aparine, Conyza (Erigeron)* spp, *Fumaria oficinalis, Heliotropium europaeum* ve *Rumex* spp türlerinde *Beet mosaic potyvirus* (BtMV) (Katis *et al*. 1997); Domateslerde beyazsinek tarafından taşınan *Tomato yellow leaf curl geminivirus* (TYLCV-AL) (Bedford *et al*. 1998); *Hibiscus esculentus*'da *Turnip mosaic virus* (TuMV) (Gera *et al*. 2001); *Ecballium elaterium* (Cucurbitaceae), *Convolvulus arvensis* (Convolvulaceae), *Malva parviflora* (Malvaceae), *Sonchus oleraceus*, *S. asper* ve *S. tenerrimus* (Asteraceae) türlerinde *Cucumber vein yellowing virus* (CVYV) (Janssen *et al*. 2002); *Apium prostratum* ve *Conium maculatum* bitkisinde *Apium virus Y* (Moran *et al*. 2002); *Sonchus oleraceus*'da *Lettuce big-vein associated virus* (LBVaV) ve *Mirafiori lettuce big-vein virus* (MLBVV) (Navarro *et al*. 2005); *Alternanthera tenella*'da *Alternanthera mild mosaic virus* (AltMMV) (Almeida *et al*. 2007); *Sida acuta* ve *Corchorus siliquosu*'da *Corchorus yellow vein Yucatan virus* (CoYVYuV) (Hernnadez-Zepeda *et al*. 2007);

Şeker pancarı ekim alanlarında yaygın olarak bulunan 11 yabancı ot türünde *Beet curly top virus* (BCTV), *Beet severe curly top virus* (BSCTV), *Beet mild curly top virus* (BMCTV) ve *Horseradish curly top virus* (HrCTV) (Heydarnejad *et al*. 2007); *Senna occidentalis, Leucana leucocephala, Glycine max, Ricinus communis, Combretum confertum* ve *Manihot glaziovii'*da *African cassava mosaic virus* (ACMV) ve *East African cassava mosaic Cameroon virus (EACMCV)* (Alabi *et al*. 2008); *Dipsacus fullonum*'da *Sunflower chlorotic mottle virus* (SuCMoV), *Brassicave* cinslerine mensup bazı yabancı ot türlerinde *Turnip mosaic virus* (TuMV) (Giolitti *et al*. 2009); *Malva neglecta, M. silvestris M. parviflora, M. rotundifolia, Lavatera assurgentiflora L. cretica, L. trimestris*'de *Malva vein clearing virus* (MVCV) (Lunello *et al*. 2009); *Nicandra physaloides*'de *Tomato severe rugose virus* (ToSRV) (Barbosa *et al*. 2009); *E. cicutarium, G. pusillum* ve *L. purpureum*'da PVY (Kaliciak and Syller 2009); Yirmiden fazla cinse mensup yabancı ot türünde *Pepper yellow dwarf virus* (PeYDV) (Lam *et al*. 2009); Bazı *Malva* türlerinde *Malva vein clearing virüs* (MVCV) (Lunello *et al*. 2009).

Yabancı otlardaki virüslerin belirlenmesine yönelik yapılmış çalışma sayısı fazla olmamakla birlikte farklı kültür bitkileri içerisinde ya da kenarında yetişen çok sayıda bitki türünde farklı şekillerde taşınabilen çok sayıda farklı virüsün belirlenmiş olması yabancı otların virüslerin epidemiyolojisinde önemli rol oynayabileceklerini bu nedenle de virüslerle mücadelede yabancı ot kontrolüne yönelik strateji geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Yapılmış çalışmalardan çok sayıda yabancı ot türünün çok sayıda virüs için alternatif konukçu olduğu, virüslerin vektörleri içinse hem konukçu hem de sığınak rolü oynadığı, her yıl farklı virüsler için farklı yabancı ot konukçularının tespit edildiği anlaşılmaktadır. Nitekim yabancı ot türlerinin yaklaşık %15'inin virüslerin doğal konukçusu olduğu belirtilmiştir (Brunt *et al*. 1996).

Farklı zamanlarda, farklı illerde (Afyonkarahisar, Kütahya, Ankara, Amasya ve Tokat) bahçelerin içerisinde, kenarlarında, yol boylarında ve boş alanlarda doğal olarak yetişen Brassicaceae (Cruciferae) familyasına mensup bazı yabancı ot türlerinde yaygın olarak virüslere özgü simptomlar gözlenmiştir. Literatür taraması yapıldığında ülkemizde direkt olarak yabancı otlardaki virüslerin belirlenmesine yönelik çalışma yapılmadığı gibi

Cruciferae familyasına mensup yabancı ot türlerinde enfeksiyona neden olan virüslerle ilgili de herhangi bir araştırmanın yapılmamış olduğu anlaşılmıştır. Alınan birkaç izolat bazı test bitkilerine mekaniksel olarak taşındıklarında, simptomların ve çıkış zamanlarını birbirinden farklılıklar göstermesi üzerine hem bitki türünün doğru tanısı, hemde aynı bitki türünde birden fazla virüsün karışım halinde bulunabileceği ihtimaline karşı konu projelendirilmiştir.

Bu tez çalışmasında ise:

Brassicaceae (Cruciferae) familyasına ait virüslere özgü simptom gösteren bitkilerin teşhisi,

Virüs ya da virüslerin elektron mikroskopta görüntülenerek morfolojik özelliklerine göre cins düzeyinde tanısı.

Simptom varyasyonlarının virüslerden mi, karışımlarından mı, yoksa bitki türünün farklı olmasından mı kaynaklandığının tespiti amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Turpgiller olarak bilinen Brassicaceae (Cruciferae) familyası çoğunluğu tek, bir kısmı çok yıllık ve az sayıda çalı ya da yarı çalı formunda olan, başta yemeklik, endüstriyel yağ bitkileri, sebze türleri, baharat ve yem bitkileri olmak üzere 338 cinse mensup 3700 türe sahip bir familyadır (Al-Shehbaz *et al*. 2006). Tohumla çoğalan, Brassicaceae familyasına ait yabancı ot türleri hububat, nadas, meyve ve sebze alanları, endüstri bitkileri, baklagiller, yem bitkileri, çim alanları yanında yol kenarları, döküntü alanlar ve yarı kurak çayırlarda yetişebilmektedirler (Özer ve ark. 1999).

Brassicaceae (Cruciferae) familyasına mensup kültür bitkilerinde çok sayıda virüs belirlenmiş olması yanı sıra bu familyaya ait yabancı ot türlerinde de farklı ülkelerde yapılmış çalışmalarda farklı virüsler tespit edilmiştir. Nitekim *Sisymbrium loeselii*'de doğal olarak enfeksiyona neden olan TuMV'nin 23 izolatının 11 farklı konukçudaki serolojik reaksiyonları ve konukçu hassasiyetinin değerlendirildiği çalışmada virüsün konukçularında 6 farklı reaksiyona neden olduğu belirlenmiştir (Break and Break 1980).

İki crucifer türü olan *Sisymbrium altissimum* (L.) ve *Capsdlabursa-pastoris*'in hem virüsün taşınmasında rol oynayan *Myzus persicae* (Sulzer) hem de patates yaprak kıvırcıklık virüsünün (*Potato leafroll virus*: PLRV) konukçusu olduğu saptanmıştır (Fox *et al*. 1993).

Almanya'da *Oleurucia ojjjcinalis* (L.) bitkisinden crucuferleri enfekte eden ve *Tobamovirus* cinsi içerisinde yer alan Crucufer infectin *Tobamovirus* (cr-TMV) izole edip *Brassica rapa* bitkisinde çoğaltıp, nükleik asit dizilimini çıkardıkları araştırmada serolojik olarak virüsün tütün mozaik virüsünden (*Tobacco mosic virus*: TMV) uzak olduğunu aynı zamanda bu virüsün Brassicaceae familyasına ait *Brassica cinensis* (L.) *B. rapa* (L.), *B. napus* (L.), *B. compestris* (L.) ve *A. thalliana* (L.) ve *Nicotiana tabacum*'da (L.) sistemik enfeksiyona neden olduğunu tespit ederek virüsü *Tobacco mosaic virus*'un Crucifer ırkı (TMV-Cr) olarak adlandırmışlardır (Dorokhov *et al.* 1994).

Yamanaka *et al*. (1998), Cruciferlerde belirlenen tütün mozaik virüsünün (TMV) TMV-Cg ırkını doğal olarak tarla şartlarında yetişen sarımsaklardan izole edip sekans dizilimini çıkardıklarında izolatın genomik RNA'sının 6303 nükleotid içerdiği ve genom organizasyonunun diğer Cruciferleri enfekte eden virüslere benzer olduğunu belirlemişlerdir.

Shimamoto *et al*. (1998), Cruciferde enfeksiyona neden olduğu belirlenmiş olan Crucifer *Tobamovirus* Wasabi ırkının (CTMV-W) sekans dizilimini belirleyip RNA'sının nükleotid dizilimini aynı gurupta yer alan TMV-cr, *Turnip vein clearing virus* (TVCV) ve *Tobacco mosaic virus* garlic strain (TMV-cg) ile birlikte 13 virüsle karşılaştırdıklarında CTMV-W'nin %87.4 *Odontoglossum ringspot virus* (ORMV), %87.1 TMV-cg, %85.2 oranında ise TMV-cr ile ortak nükleotid içerdiğini ve bu farklılıkların diğer Tobamovirüslerle daha yüksek oranda bulunduğunu saptayarak virüsü farklı bir alt gurup içerisinde konumlandırmışlardır.

Filho and Sherwood (2000), *Turnip yellow mosaic virus* (TYMV) ile TMV'nin *Arabidopsis thaliana* bitkisinin tohumlarıyla taşınıp taşınmadığını saptamak amacıyla yaptıkları araştırmada hem TYMV hem de TMV'nin bitkinin tohumlarına ulaştığını, bununla birlikte sadece TYMV'nin tohumla taşındığını, enfekteli bitkilerden topladıkları tohumları yetiştirilip PAS-ELISA (Protein A sandwich enziyme-linked immunosorbent assay) ile testlemek suretiyle belirlemişlerdir. Diğer yandan araştırmacılar TYMV'nin tohum kabuğuna ulaşmasının enfeksiyona neden olmadığını, polenle taşınmadığını, enfeksiyonun ancak virüsün embriyoya ulaşması ile gerektiğini de rapor etmişlerdir. Cruciferleri enfekte eden TMV-Cg'nin aynı zamanda Solanaceae familyasına mensup domates ve tütün dışında *Arabidopsis thaliana*'da da sistemik enfeksiyona neden olduğu kaydedilmiştir (Pereda *et al*. 2000).

Zhu *et al*. (2001), Çin'de RMV-Sh izolatının gen bölgelerini ve baz dizilimlerini yakın ilişkili olduğu YoMV ile Curusuferleri enfekte eden diğer Tobamavirüslerle (TMV-cg, TVCV, TMV-cr, CTMV-W) mukayese ettiklerinde RMV-Sh'nın, YoMV (*Youcai mosaic virus)* ile %97.7-99.6 oranında amino asit, %95 oranında ise nükleotid benzerliğine sahip

olduğunu belirleyip, genetik veriler doğrultusunda bu iki virüsün aynı olabileceğini, farklı olarak kabul edilebilmesi içinse daha fazla izolatın gen diziliminin belirlenmesine ihtiyaç duyulduğunu kaydetmişlerdir.

Wetzel *et al*. (2006), Almanya'da ticari olarak yetiştirilen *Impatiens* türlerinde genom organizasyonu Crucuferleri enfekte eden diğer Tobamovirüslerle benzerlik gösteren Crucifer türlerini enfekte eden 6302 nt uzunluğunda çubuk şeklinde, 20 nm çapında ve 330 nm uzunluğunda, *Ribgrass mosaic virus* (Shanghai isolate) ile son derece benzerlik gösteren *Ribgrass mosaic virus*'n yeni bir izolatı olduğunu belirlemişlerdir.

TuMV'nin Brassicaceae familyasına mensup bazı kültür bitkilerinde belirlenmiş olmasına rağmen bu familyaya ait çok sayıda yabancı ot türünün de virüsün konukçusu olabileceği, virüsün bazı bitkilerde simptomlara neden olurken bazılarında da latent kalabildiği tespit edilmiştir (Ohshima *et al*. 2002).

Komatsu *et al*. (2007), konukçu çevresi Leguminosae familyasındaki bazı türlerle sınırlı olan *Comoviridae* familyasına ait *Comovirus* gurubunda yer alan ve çok sayıda Crucifer türünde enfeksiyona neden olan, iki parçalı pozitif ss RNA içeren, *Radish mosaic virus*'un (RaMV-J) sekans analizini çıkardıklarında virüsün 6064 nükleotit içerdiğini, genomun poly A kuyruğuna sahip olduğunu belirleyerek bu virüsün *Comovirus* gurubu içerinde RaMV'nin bitkilerde enfeksiyona neden olan tek virüs olduğunu ve ilk defa bu guruptan bir virüsün Cruciferae familyası içerisinde yer alan *Raphanus sativus*'da belirlendiğini kaydetmişlerdir.

İspanya'nın farklı bölgelerinde Brassicae familyasına ait kültür ve yabancı ot türleri ile ornamental bitki türlerinde yapılan araştırmada *Brassica cretica, Brassica juncea, Brassica napus, Eruca vesicaria* subsp. *sativa* ve *Sisymbrium orientale* türlerinde 5 farklı TuMV izolatı elde edilmiş ve flogenetik analiz sonucunda bu izolatların birbirinden farklılık gösterdiği saptanmıştır (Sanchez *et al*. 2003).

Farzadfar (2009), İran'da sekiz farklı bölgeden Brassicaceae familyasına ait virüslere özgü simptom gösteren 532 yabancı ot örneğini TuMV'e sipesifik ELISA kiti ile test ettiklerinde örneklerin 340'nın bu virüsle enfekteli olduğunu ve *Rapistrum rugosum, Sisymberium loeselii, S. irio* ve *Hirschfeldia incana* bitkilerinin bu virüsün doğal konukçusu olduğunu saptamışlardır.

Giolitti *et al*. (2009), Arjantin'de ayçiçeği tarlaları içerinde yetişen ve virüslere özgü simtom gösteren bir yabancı ot türü olan *Dipsacus fullonum*'un *Sunflower chlorotic mottle virus* (SuCMoV) ile enfekteli olduğunu DAS-ELISA (Double Antibody Sandwich Enziyme-Linked Immunosorbent Assay) ile tespit etmişlerdir.

Yeni Zellanda'da Brassicaceae familyasına ait ispirto otunun (*Lepidium oleraceum* Sparrm. ex G.Forst) *Turnip mosaic virus* (TuMV) ve *Cauliflower mosaic virüs* ile enfekteli olduğunu belirleyerek sonuçları ilk kayıt olarak yayınlamışlardır (Van Vianen *et al*. 2013).

Farzadfar and Pourrahim (2014), İran'da şalgam, turp, kolza ve Brassicaceae familyasında yer alan yabancı otlarda TuMV'nin yaygınlığını belirlemek amacıyla simptom gösteren bu bitki türlerine ait 598 bitkiyi testlediklerinde şalgam, turp ve kolzada bu virüsün farklı oranlarda bulunduğunu belirlemişlerdir. Aynı araştırmada simptom gösteren Brassicaceae familyasına ait *Rapistrum rugosum, S. loeselii* ve *Raphanus raphanistrum* yabancı ot türlerinden aldıkları 155 örneği ELISA ile testlediklerinde bu bitki türlerinin virüsün konukçusu olduğunu saptamışlar ve bu yabancı ot türlerinin virüsün yayılışında önemli rol oynayabileceğini vurgulamışlardır.

Yasaka *et al*. (2015), Geniş bir konukçu çevresine sahip bir *Potyvirus* olan TuMV'nin Avustralya, Yeni Zelanda ve Avrupa izolatlarının genetik varyasyonlarını belirlemek amacıyla çoğunluğu Avustralya ve Yeni Zelanda'daki Brassicaceae familyasına ait türlerden izole edilmiş 32 izolatın sekans dizilimlerini mukayese ettiklerinde Avustralya ve Yeni Zelanda, Avrupa ve Asya izolatlarının genetik olarak birbirinden farklılıklar gösterdiklerini belirleyerek TuMV'nin Avustralya ve Yeni Zellanda'ya Avrupa'dan

taşınmış olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Boiteux *et al*. (2016), Brezilyada domates ekim alanlarında yaygın olarak yetişen ve virüslere özgü belirti gösteren *Raphanus sativus* L. ve *R. raphanistrum* L. ve *Eruca sativa* (Mill) Thell bitki türlerinde *Closteroviridae* familyası içerisinde yer alan *Crinivirus* cinsine mensup *Tomato chlorosis virus* (ToCV) ve *Tomato infectious chlorosis virus* (TICV) olduğunu tespit etmişlerdir.

Martins *et al.* (2016), Brezilya ve papaya üretiminin yapıldığı ülkelerde papaya üretimi için ciddi derecede tehdit oluşturan *Papaya ringspot virus* type P (PRSV-P) ve bu virüsün taşınmasında rol oynayan afit türleri ve virüs için konukçu olabilecek yabancı ot türlerini belirlemek amacıyla yaptıkları araştırmada içlerinde PRSV-P'nin taşınmasında önemli rol oynayan *Aphis craccivora* Koch, *A. gossypii* Glover, *A. spiraecola* Patch, *Myzus persicae* (Sulzer), ve *Toxoptera citricidus*'un da (Kirkaldy) bulunduğu 38 farklı afit türünü belirlemişlerdir. Aynı araştırmada *Chamaesyce hyssopifolia* (L.) Small, *Euphorbia hirta* (L.) (Euphorbiaceae), *Commelina benghalensis* (L.) (Commelinaceae), *Lepidium virginicum* (L.) (Brassicaceae) ve *Sida* sp. (Malvaceae) yabancı ot türlerinin afitler için konukçu olduklarını ve PRSV-P'nin taşınmasında rol oynayan afitlerin kontrolü için bu yabancı otlarla mücadele edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Japonya'da Brassicaceae familyasına ait iki yabancı ot türü olan *Arabidopsis halleri* ve *Rorippa indica* türlerinde Bromoviridae familyası içerisinde yer alan *Anulavirus* cinsine mensup *Pelargonium zonate spot virus* (PZSV) tespit edilmiştir (Kamitani *et al*. 2017).

Ukrayna'da virüslere özgü simptom gösteren *Brassica rape*, *Raphanus sativus*, *Brassica juncea*, *Raphanus* sp., *Sinapis alba*, *Camelina sativa* ve bir yabancı ot olan *Bunias orientalis* bitkilerinden aldıkları 54 örneği testlediklerinde örneklerin TuMV ile enfekteli olduğu saptanmıştır (Shevchenko *et al*. 2018).

Türkiye'de yabancı otlarda virüslerin belirlenmesine yönelik doğrudan yapılmış bir araştırma olmamakla birlikte bazı kültür bitkileri içerisinde doğal olarak yetişen yabancı

ot türlerinde sınırlı sayıda araştırma yapıldığı doğrudan Brassicaceae familyasına ait yabancı ot türlerindeki virüslerin belirlenmesine yönelik ise yapılmış herhangi bir araştırmanın yapılmamış olduğu anlaşılmıştır.

Arli-Sokmen *et al*. (2005), Samsun'da biber ekim alanlarında yetişen 15 familyaya ait 24 yabancı ot türünden aldıkları örnekleri *Alfalfa mosaic virus* (AMV), *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Potato virus Y* (PVY), *Tomato mosaic virus* (ToMV), *Tobacco mosaic virus* (TMV) ve *Tomato spotted wilt virus*'e (TSWV) sipesifik ELISA (Enziyme-Linked Immunosorbent Assay) kitleri ile testlemişler ve çalışmada 16 bitkinin en az bir virüsle enfekteli olduğunu *Amaranthus retroflexus* (Redroot pigweed) bitkilerinin CMV ve PVY'nin *Hibiscus trionum* (*Venice mallow*) bitkisinin ise PVY ve TSWV virüslerininin konukçuları olduğunu belirlemişlerdir.

Ilbağı (2006), Trakya bölgesinde tahıllar içerisinde yaygın olarak bulunan bir yabancı ot türü olan *P. communis* bitkisine ait 234 örnek *Maize dwarf mosaic virus* (MDMV), *Sugarcane mosaic virus* (SCMV), *Barley yellow dwarf virus-PA V* (BYDV-PAV), *Cereal yellow dwarf virus-RPV* (CYDV-RPV) ve *Wheat dwarf virus* (WDV) ile *Barley yellow dwarf virus*-PA V'ya (BYDV-PAV) sipesifik ELISA kitleri ile tetsledikleri çalışmada 9 örneğin SCMV ile enfekteli olduğunu belirlemişdir.

Korkmaz *et al.* (2008), Marmara Bölgesinde Brassicaceae familyasına ait Bürüksel lahanası, lahana, yabani hardal, hardal ve turp bitkilerinden virüse özgü simptom gösteren 142 örneği ELISA ile testlediklerinde örneklerin %14.4'ünün TuMV ile enfekteli olduğunu ve genom analizi sonucunda ise iki farklı izolatın bulunduğunu belirlemişlerdir.

Yılmaz *et al.* (2016), Samsun'da Şeker pancarı (*Beta vulgaris*) ekim alanlarında *Beet necrotic yellow vein virus*'un (BNYVV) yaygınlığını belirlemek amacıyla yaptıkları sürvey çalışmaları esnasında virüse sipesifik simptom gösteren yabani turp (*R. raphanistrum*) ve ıspanak (*Spinacia oleracea*) bitkisinde de bu virüsü belirlemişler ve bu bitkilerin virüs için rezerv konukçu olduklarını kaydetmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmanın materyalini Afyonkarahisar, Kütahya, Ankara, Amasya ve Tokat illerinde bahçelerin içerisinde, kenarlarında, yol boylarında ve boş alanlarda doğal olarak yetişen Brassicaceae (Cruciferae) familyasına ait virüslere özgü simptom gösteren yabancı ot türlerinden alınan örnekler oluşturmuştur (Çizelge 3.1). Çalışma materyali 10 Temmuz-20 Ağustos 2018 tarihleri arasında toplanmış ve buz kutusu içerinde laboratuvara getirilerek kullanılıncaya kadar -20 ^{o}C'de muhafaza edilmiştir.

Çizelge 3.1. İllere göre alınan ve elektron mikroskopta incelenen örnek sayıları

Örnek Alınan İller	**Simptomlu Örnek Sayısı**	**Elektron Mikroskopta İncelenen Örnek Sayısı**	**Simptomsuz Örnek Sayısı**	**Elektron Mikroskopta İncelenen Simptomsuz Örnek Sayısı**
Afyonkarahisar	36	12	6	3
Kütahya	24	6	3	1
Ankara	48	18	6	3
Amasya	32	6	6	3
Tokat	24	6	3	1
Toplam	164	48	24	11

Afyonkarahisar, Kütahya, Ankara, Amasya ve Tokat illerinden sırasıyla 36, 24, 48, 32 ve 24 olmak üzere toplam 164 simptomlu; 6, 3, 6, 6 ve 3 olmak üzere toplam 24 simptomsuz bitkiden yaprak örneği alınmıştır. Alınan simptomlu örneklerden illere göre sırasıyla 12, 6, 18, 6 ve 6 olmak üzere toplam 48; simptomsuz örneklerden ise 3, 1, 3, 3 ve 1 olmak üzere toplam 11 örnek incelenmiştir.

3.2. Yabancı Otların Toplanması ve Teşhisleri

Virüslere özgü simptom gösteren bitkilerin tanıları yaprak, çiçek ve tohum yapısına göre arazide elektron mikroskobu çalışmaları için örnekler toplanırken aynı zamanda bitkilerin tür düzeyinde tanısı Prof. Dr. Ahmet Uludağ (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü) tarafından yapılmıştır. Herbaryumları hazırlanan bitki örnekleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Herboloji Laboratuvarında muhafaza edilmektedir.

3.3. Elektron Mikroskobu Çalışmaları

Virüslerden görüntü elde edilmesinde negatif boyama tekniği kullanılmış ve örnekler Milne (1984), tarafından tarif edildiği şekilde hazırlanıp incelenmiştir. Buna göre:
Virüslere özgü simptom gösteren her bir örnekten 4x4 mm^2'lik bir doku kesilerek bir eppendorf tüpüne konulup 1/5 oranında yaklaşık 50 µl'lik potasyum fosfat buffer (0.01 M fosfat bufferda, pH:7.0) içerisinde ezilmiş takiben altın gritlerin karbon kaplı yüzeyine 1 damla damlatılarak 5 dakika bekletilmiş, peçete ile ekstrak uzaklaştırılmış ve gritler 45 derecelik açıda tutularak 10 damla siteril su ile yıkanmıştır.

Su kalıntısı da peçeteyle uzaklaştırıldıktan sonra gıritlerin üzerine 1 damla %2'lik UA (Uranyl Asetat) damlatılıp, 1 dakika kadar bekletilmiş, yine aynı şekilde kurutma kâğıdı ile kurulanmış ve elektron mikroskopta incelenineye kadar gırit kutuları içerisinde oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

Gritler elektron mikroskopta 20.000-60.000 arası büyütmede taranarak görüntü elde edilip en uygun büyütmede fotoğraflanmışlardır. Elektron mikroskopi çalışmaları Doğu Anadolu İleri Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde (DAYTAM) yürütülmüş ve toplam 48 simptomlu 11 simptomsuz olmak üzere toplam 59 örnek incelenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Hastalığın Yayılış Durumu

2007-2018 yılları arasında Afyonkarahisar, Kütahya, Ankara, Amasya ve Tokat illerinde ana yol güzergahları, güzergah boyunca yer alan tarla, meyve sebze bahçeleri ve kenarları ile şehirlerde park ve boş alanlarda yabancı otlarda virüslere özgü simptom gösteren yabancı otlara yönelik gözlemler yapıldığında Afyonkarahisar, Kütahya, Ankara, Amasya ve Tokat illerinde Brassicaceae (Cruciferae) familyası içerisinde yer alan bitkilerde yaygın olarak virüslere özgü simptomlar gözlenmiştir (Şekil 4.1,2).



Şekil 4.1. Simptomlu bitkilerin yaprak görüntüleri



Şekil 4.2. Simptomlu bitkilerin gövde yapıları

Gözlemlerde kısmen mevsime göre yaprak şekilleri, yaprak genişlikleri, gövde rengi, dallanma şekillerinin değişkenlik arz ettiği bazı bitkilerin yaprak uçlarının sivri,

bazılarının küt uca sahip olduğu bunun yanı sıra bazılarının koyu yeşil, tüysüz ve parlak, bazılarının ise yapraklarının tüylü olduğu gözlenmiştir.

Meyve ve sebze bahçeleri ile park ve boş alanlarda genelde gölgelik yerlerde tek tek ya da kümeler halinde bulunan, görsel verilerin farklığından dolayı başlangıçta birden fazla farklı bitki türü olabileceği düşünülen bitkiler gelişme dönemi, çiçek yapısı, tohum kapsülü ve tohumları üzerinde yapılan tanılama çalışmaları sonucunda ***Sisymbrium loeselii*** L. (Brassicaceae: Cruciferae) olarak tanımlanmıştır.

4.2. Simptomatolojik Farklılıklar

Arazide yapılan gözlemlerde *S. loeselii*'de belli belirsiz farklı şiddetlerde (Şekil 4.3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) simptomları belirlenmiş olup benzer simptomlara sürvey çalışmasının yapıldığı bütün illerde de rastlanılmıştır.



Şekil 4.3. Hafif mozaik simptomu



Şekil 4.4. Hafif mozaik simptomu



Şekil 4.5. Hafif mozaik simptomu



Şekil 4.6. Hafif mozaik simptomu



Şekil 4.7. Mozaik simptomu



Şekil 4.8. Mozaik simptomu



Şekil 4.9. Mozaik simptomu

Şekil 4.2.7, 8 ve 9'da görüldüğü gibi bazı bitkilerde simptomların hafif mozaik şeklinde olduğu, renk dalgalanmasının az ve deformasyonların oluşmadığı gözlenirken, bazı bitkilerde mozaik simptomunun daha belirgin olarak ortaya çıktığı, yapraklarda kırışıklıkla birlikte deformasyonlarında olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.10, 11, 12, 13, 14, 15, 16).



Şekil 4.10. Şiddetli mozaik simptomu



Şekil 4.11. Şiddetli mozaik simptomu



Şekil 4.12. Şiddetli mozaik simptomu



Şekil 4.13. Şiddetli mozaik simptomu



Şekil 4.14. Şiddetli mozaik simptomu



Şekil 4.15. Şiddetli mozaik simptomu



Şekil 4.16. Şiddetli mozaik simptomu

Çiçeklenme öncesi bitkilerde hafif ve şiddetli mozaik yanında yapraklarda kıvırcıklık ve deformasyonlar görülürken çiçeklenme aşamasında süresince de simptomların belirgin şekilde görüldüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.17, 18, 19, 20, 21, 22, 23).



Şekil 4.17. Şiddetli mozaik simptomu



Şekil 4.18. Şiddetli mozaik simptomu



Şekil 4.19. Şiddetli mozaik simptomu



Şekil 4.20. Şiddetli mozaik simptomu



Şekil 4.21. Şiddetli mozaik simptomu



Şekil 4.22. Şiddetli mozaik simptomu



Şekil 4.23. Şiddetli mozaik simptomu

İlkbahar, yaz ve sonbahar dönemlerinde yapılan gözlemlerde aynı bitki türünde simptomların şiddetlerinde varyasyonların gözlenmesi birden fazla virüsün yada karışımlarının olabileceği şüphesi yaratmış ve bunun üzerine örnekler elektron mikroskopta incelenmiştir.

4.3. Elektron Mikroskobu Sonuçları

Afyonkarahisar (12), Amasya (6), Ankara (18), Kütahya (6) ve Tokat (6) illerinden alınan toplam 48 örnekten hazırlanan gritler elektron mikroskopta incelendiğinde düz-çubuk, düz-kalın-çubuk, eğik-çubuk, esnek-ipliksi, küresel ve çiçeksi yapıda farklı cinslere mensup virüs partikülleri belirlendiği gibi aynı cins içerisinde boyutları farklılık gösteren birden fazla farklı boyutlarda partiküllerin ve farklı cinslere ait virüslerin tek ve karışım halinde bulundukları tespit edilmiştir. Simptom göstermeyen 11 örnekten ise virüslere özgü herhangi bir görüntü elde edilememiştir.

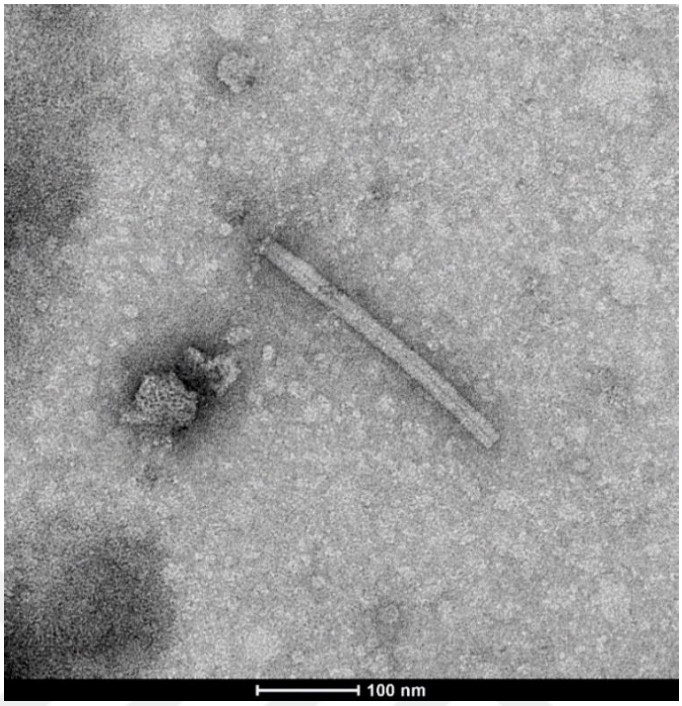
4.3.1. *Tobamovirus* (280–360 nm arası)

Amasya (3), Ankara (3) ve Tokat (2) ilerinden alınan toplam 8 örnekte düz-çubuk formunda boyları 286–310, enleri 19–32 nm arası değişen virüs partikülleri görüntülenmiştir (Çizelge 4.1).

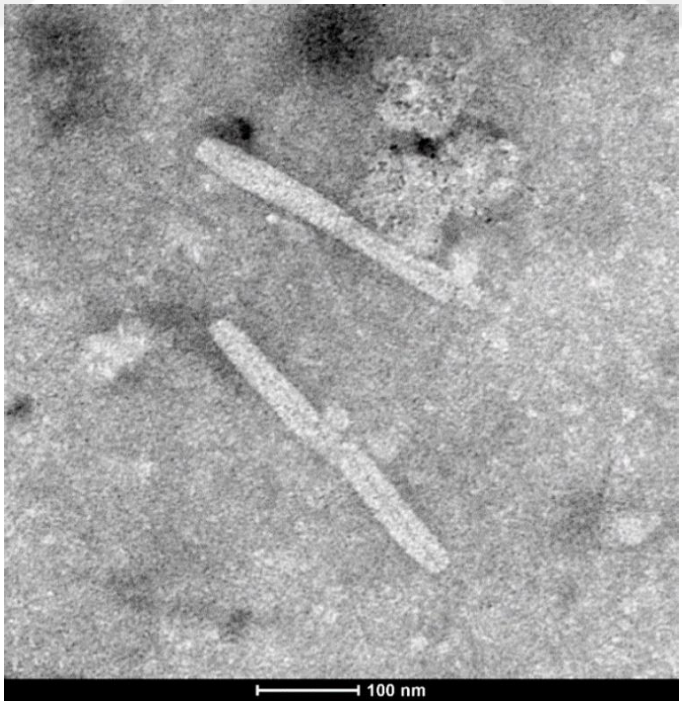
Çizelge 4.1. Düz çubuk formunda (280-310 nm arası) partiküller

İl	**Partikül Şekli**	**Boyutlar nm (Uzunluk x Genişlik)**	**Cinsi**
Amasya	Düz-çubuk	286x32	*Tobamovirus*
Amasya	Düz-çubuk	290x32	*Tobamovirus*
Ankara	Düz-çubuk	295x19	*Tobamovirus*
Ankara	Düz-çubuk	301x23	*Tobamovirus*
Ankara	Düz-çubuk	304x22	*Tobamovirus*
Tokat	Düz-çubuk	304x22	*Tobamovirus*
Amasya	Düz-çubuk	306x23	*Tobamovirus*
Tokat	Düz-çubuk	310x22	*Tobamovirus*

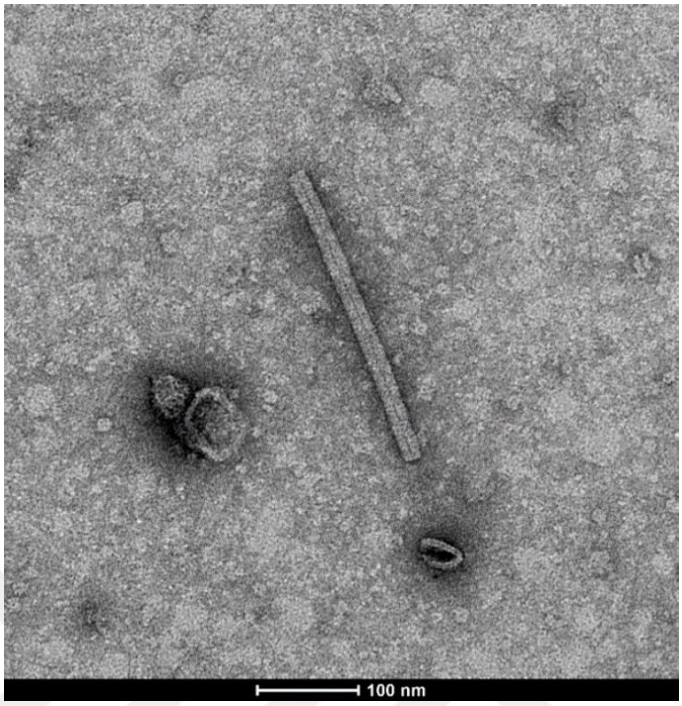
Boyutları birbirine yakın olmakla birlikte enleri değişkenlik gösterdiği gibi partikül formlarında da varyasyonların olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.24, 25, 26).



Şekil 4.24. Amasya, düz-çubuk formunda, 306x23 nm boyutlarında



Şekil 4.25. Amasya, düz-kalın-çubuk formunda, 290x32 nm boyutlarında



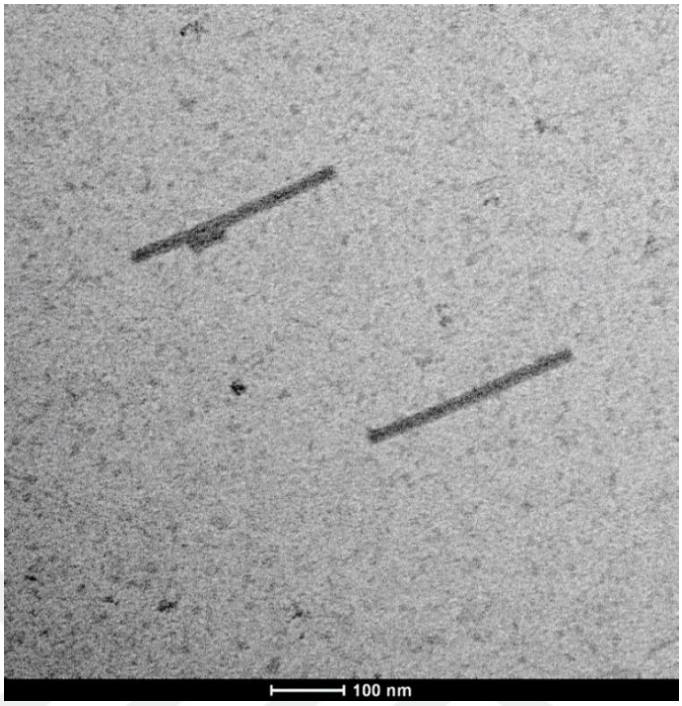
Şekil 4.26. Amasya, düz-çubuk formunda, 310x22 nm boyutlarında

4.3.2. *Tobamovirus-Potexvirus* arası (360–470 nm arası)

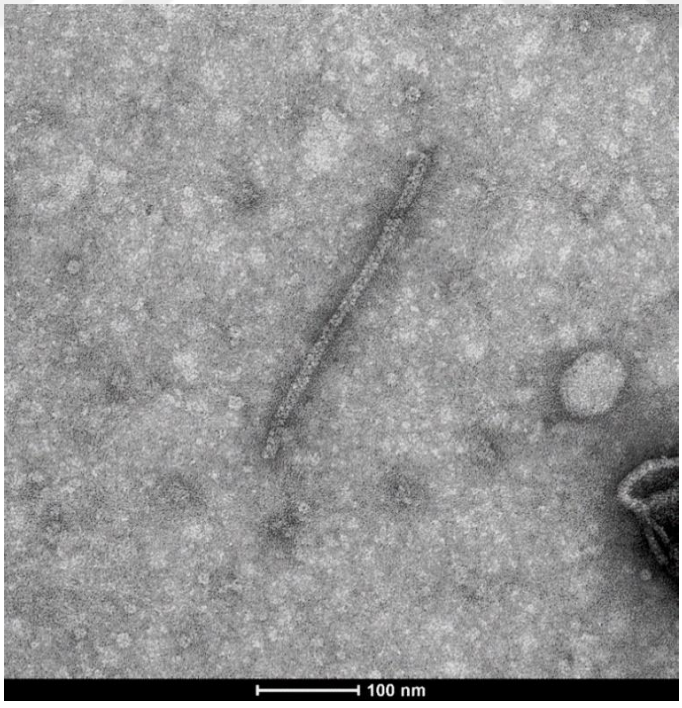
Düz-çubuk formunda olmakla birlikte boyutları 310–470, genişlikleri 15x22 nm arası değişen (Çizelge 4.2) partiküllere de rastlanılmıştır (Şekil 4.27, 28, 29).

Çizelge 4.2. Düz-çubuk formunda (310 - 470 nm arası) partiküller

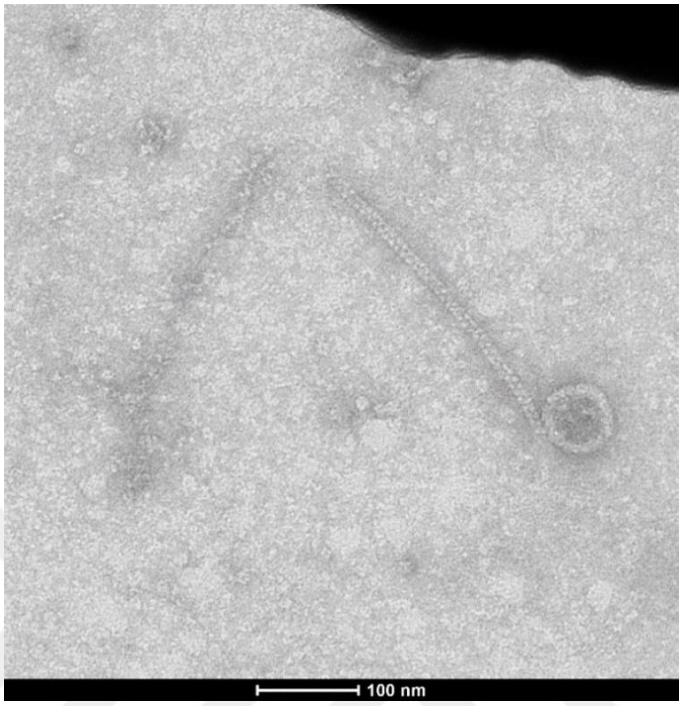
İl	**Partikül Şekli**	**Boyutlar nm (Uzunluk x Genişlik)**	**Cinsi**
Ankara	Düz-çubuk	314x19	*Tobamovirus - Potexvirus*
Ankara	Düz-çubuk	320x18	*Tobamovirus - Potexvirus*
Ankara	Düz-çubuk	320x18	*Tobamovirus - Potexvirus*
Amasya	Düz-çubuk	336x15	*Tobamovirus - Potexvirus*
Ankara	Eğimli Çubuk	343x15	*Tobamovirus - Potexvirus*
Ankara	Düz Çubuk	360x15	*Tobamovirus – Potexvirus*
Kütahya	Düz, kalın, çubuk	393x28	*Tobamovirus - Potexvirus*



Şekil 4.27. Ankara, düz-çubuk formunda, 314x19 nm boyutlarında



Şekil 4.28. Amasya, düz-çubuk formunda, 336x15 nm boyutlarında



Şekil 4.29. Ankara, düz-çubuk formunda, 343x15 nm boyutlarında

4.3.3. *Potexvirus* (470–580 nm arası)

Amasya 4, Kütahya 10 ve Tokat linden 3 olmak üzere toplam 17 örnekte boyları 483–580, enleri 20–47 nm arasında değişen *Potexvirus* tespit edilmiştir (Çizelge 4.3).

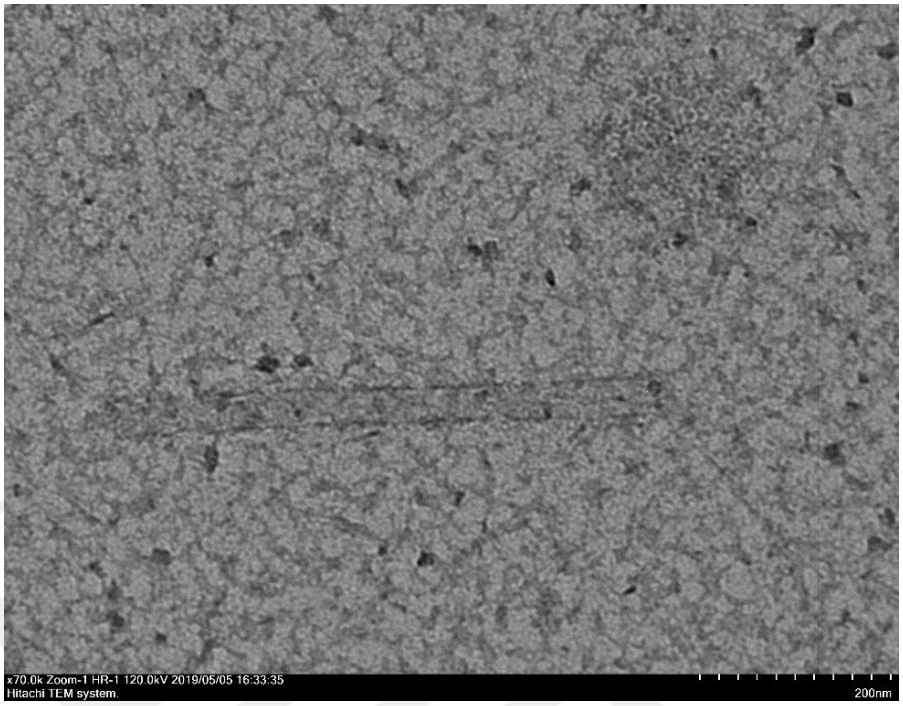
Çizelge 4.3. İller bazında incelenen örneklerden elde edilenen virüslerin boyutları

İl	**Partikül Şekli**	**Boyutlar nm (Uzunluk x Genişlik)**	**Cinsi**
Kütahya	Düz-kalın-çubuk	483x40	*Potexvirus*
Kütahya	Düz-kalın-çubuk	503x32	*Potexvirus*
Kütahya	Düz-kalın-çubuk	527x36	*Potexvirus*
Tokat	Düz-kalın-çubuk	527x36	*Potexvirus*
Kütahya	Düz-kalın-çubuk	533x34	*Potexvirus*
Tokat	Düz-kalın-çubuk	533x34	*Potexvirus*
Kütahya	Düz-kalın-çubuk	551x34	*Potexvirus*

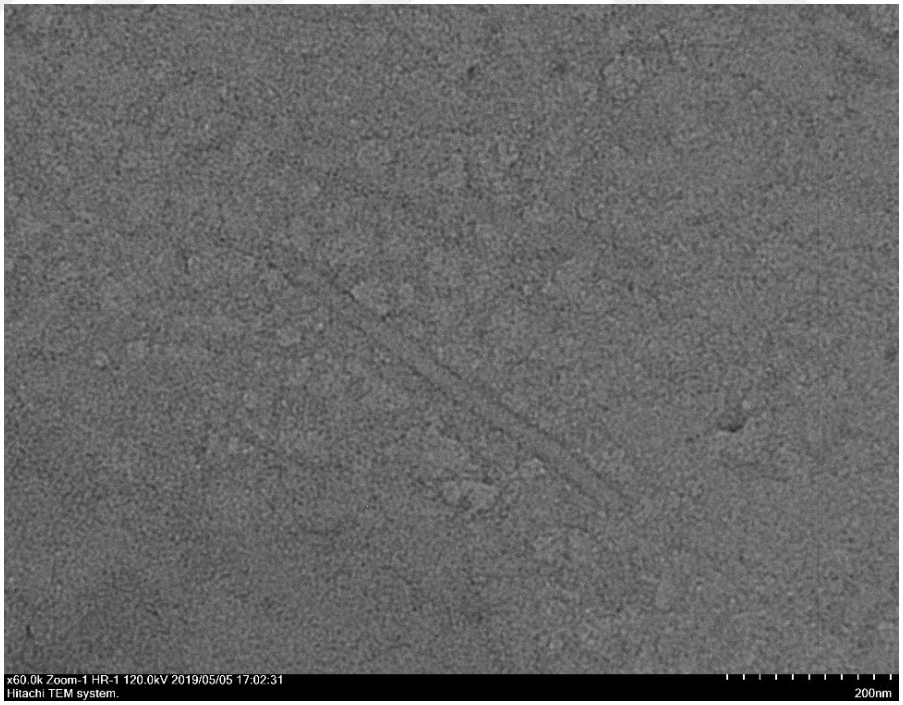
Çizelge 4.3. (devam)

Kütahya	Düz-kalın-çubuk	551x36	*Potexvirus*
Kütahya	Düz-kalın-çubuk	562x30	*Potexvirus*
Kütahya	Düz-kalın-çubuk	562x30	*Potexvirus*
Kütahya	Düz-kalın-çubuk	565x36	*Potexvirus*
Amasya	Düz-kalın-çubuk	575x28	*Potexvirus*
Kütahya	Düz-kalın-çubuk	575x28	*Potexvirus*
Amasya	Düz-çubuk	580x20	*Potexvirus*
Amasya	Düz-çubuk	580x20	*Potexvirus*
Tokat	Düz-çubuk	580x20	*Potexvirus*
Amasya	Düz-çubuk	580x47	*Potexvirus*

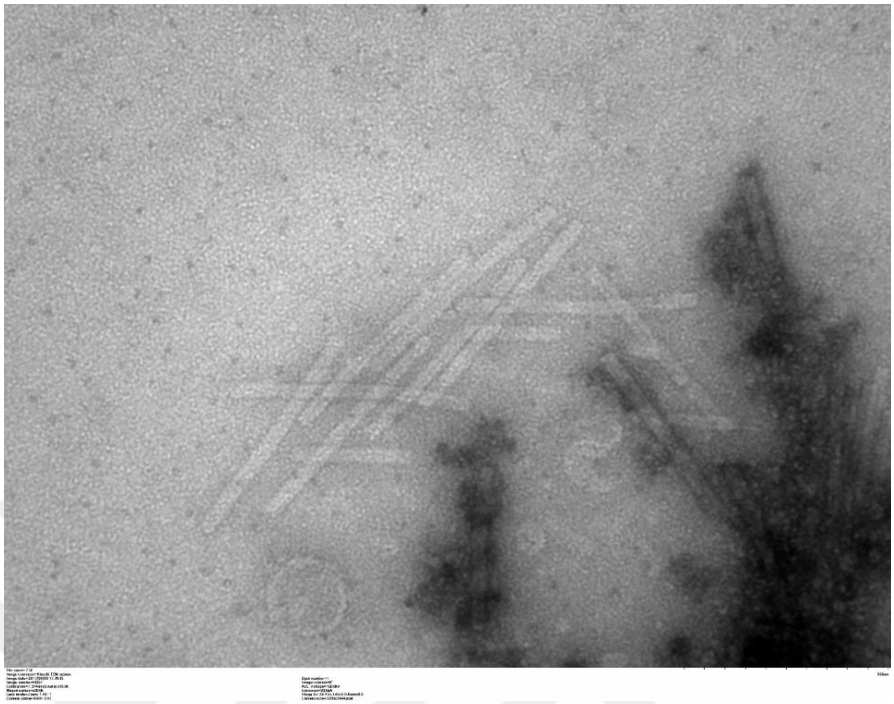
En kısa partikül boyu 483x40 olarak ölçülürken, en uzun 580x47 nm olarak ölçülmüştür. Diğer taraftan boyları 580 nm olmakla birlikte partiküllerden bazılarının genişliği 20 bir izolatın ise 47 nm genişliğe sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.30, 31, 32).



Şekil 4.30. Kütahya, düz-kalın-çubuk formunda, 565x36 nm boyutlarında



Şekil 4.31. Kütahya, düz-kalın-çubuk formunda, 575x28 nm boyutlarında



Şekil 4.32. Amasya, düz-kalın-çubuk formunda, 580x20 nm boyutlarında

4.3.4. *Potexvirus-Carlavirus* (580–610 nm arası)

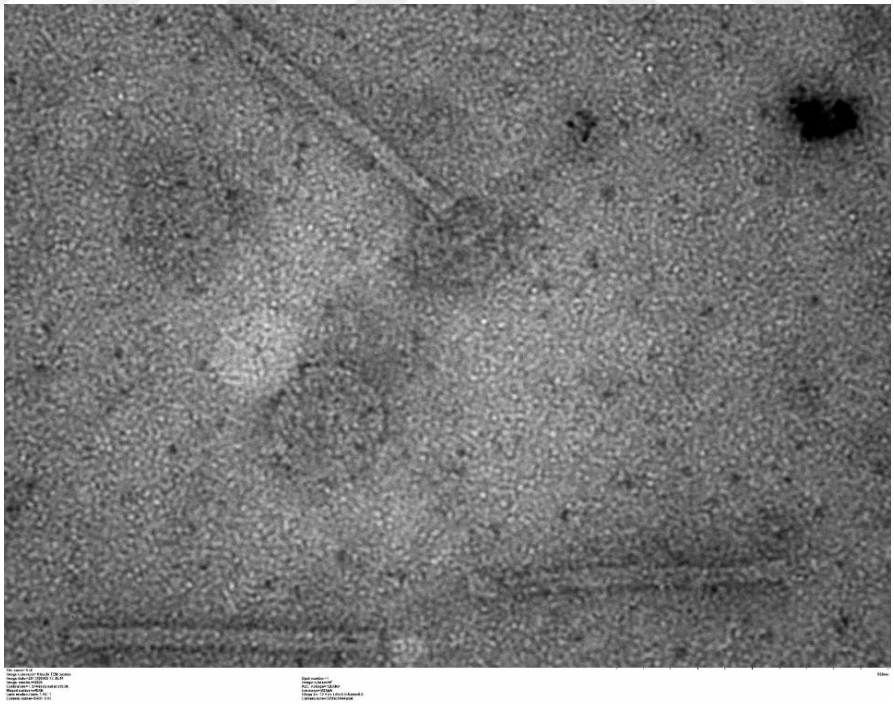
Kütahya'dan 1 ve Amasya'dan 2 olmak üzere 3 örnekten boyları 586–608, enleri 45 nm olan 3 farklı partikül (Çizelge 4) görüntülenmiştir (Şekil 4.33, 34, 35).

Çizelge 4.4. İller arası incelenen örneklerden elde edilen virüslerin boyutları

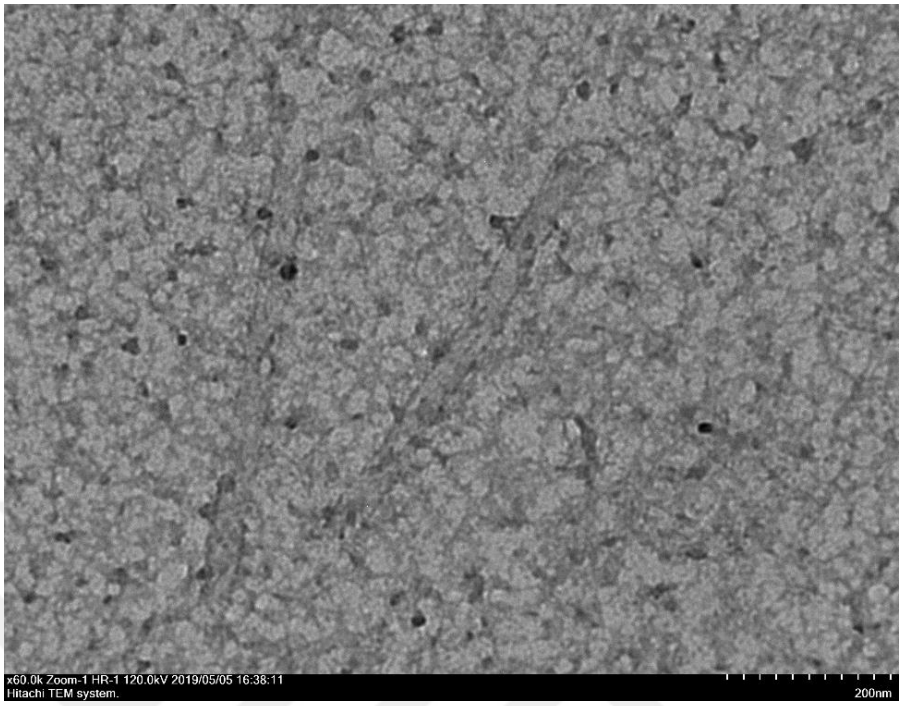
İl	**Partikül Şekli**	**Boyutlar nm (UzunlukxGenişlik)**	**Cinsi**
Amasya	Kalın-çubuk	586x45	*Potexvirus-Carlavirus*
Amasya	Kalın-çubuk	594x45	*Potexvirus-Carlavirus*
Kütahya	Kalın-çubuk	608x45	*Potexvirus-Carlavirus*



Şekil 4.33. Amasya, düz-kalın-çubuk formunda, 586x45 nm boyutlarında



Şekil 4.34. Amasya, düz-kalın-çubuk formunda, 594x45 nm boyutlarında



Şekil 4.35. Kütahya, düz-kalın-çubuk formunda, 608x45 nm boyutlarında

4.3.5. *Potyvirus* (700–900 nm arası)

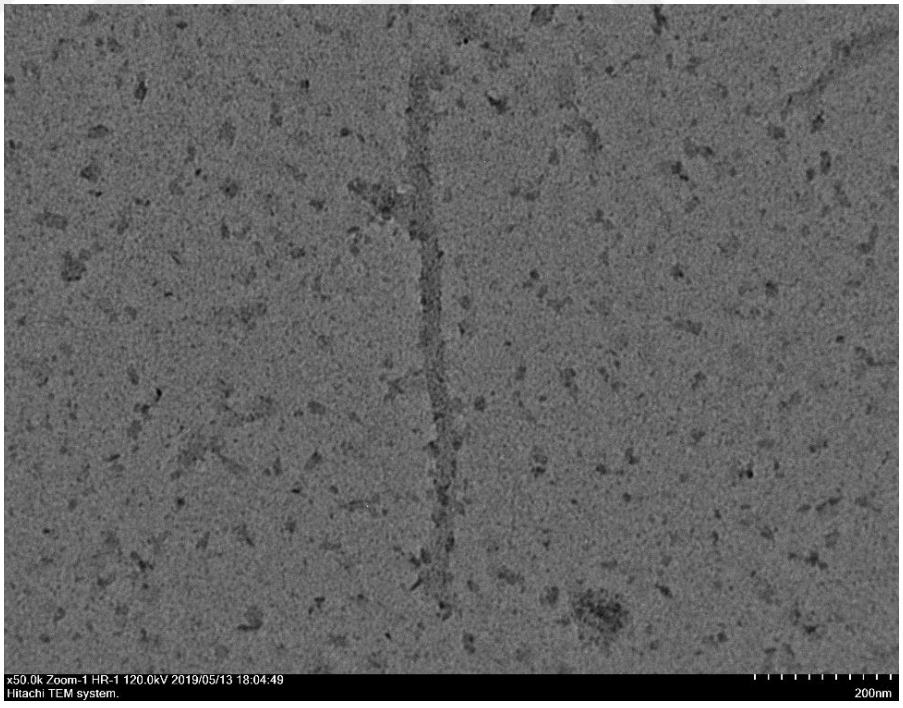
Afyonkarahisar, Amasya ve Tokat illerinde alınan birer örnekten yapılan çok sayıda partikül ölçümlerinde boyları 713–762, genişlikleri 19 nm olan *Potyvirus* (Çizelge 4.5) tespit edilmiştir (Şekil 4.36, 37).

Çizelge 4.5. İller bazında incelenen örneklerden elde edilen virüslerin boyutları

İl	**Partikül Şekli**	**Boyutlar nm (Uzunluk x Genişlik)**	**Ginsi**
Amasya	Esnek-çubuk	713x19	*Potyvirus*
Afyonkarahisar	Düz-çubuk	762x19	*Potyvirus*
Tokat	Düz-çubuk	762x19	*Potyvirus*



Şekil 4.36. Amasya, esnek-çubuk formunda, 713x19 nm boyutlarında



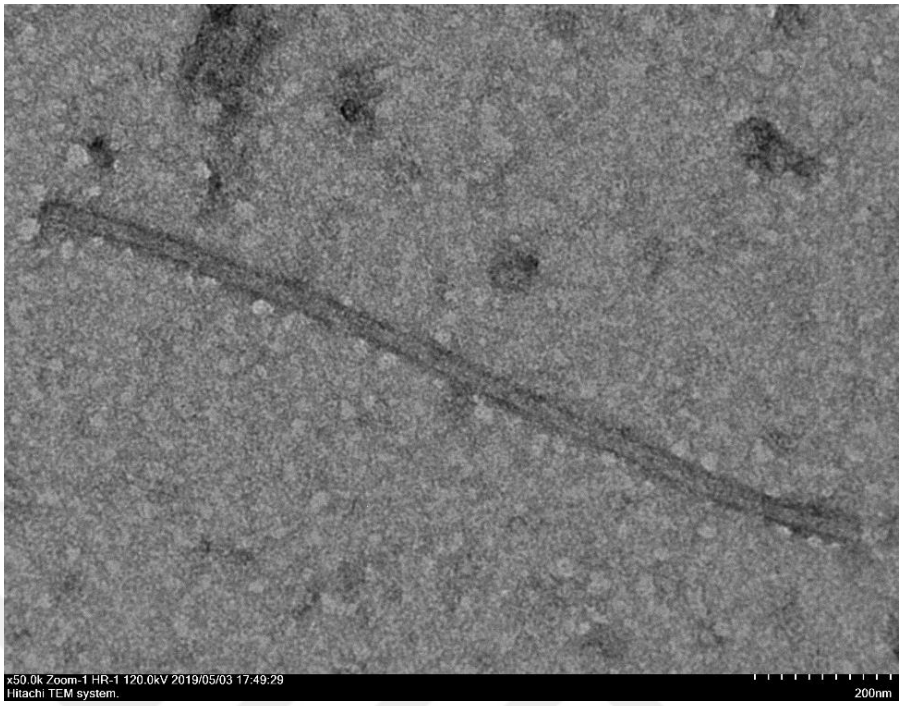
Şekil 4.37. Afyonkarahisar, düz-çubuk formunda, 762x19 nm boyutlarında

4.3.6. 900–1250 nm arası virüsler (*Potyvirus*–Closterovirus)

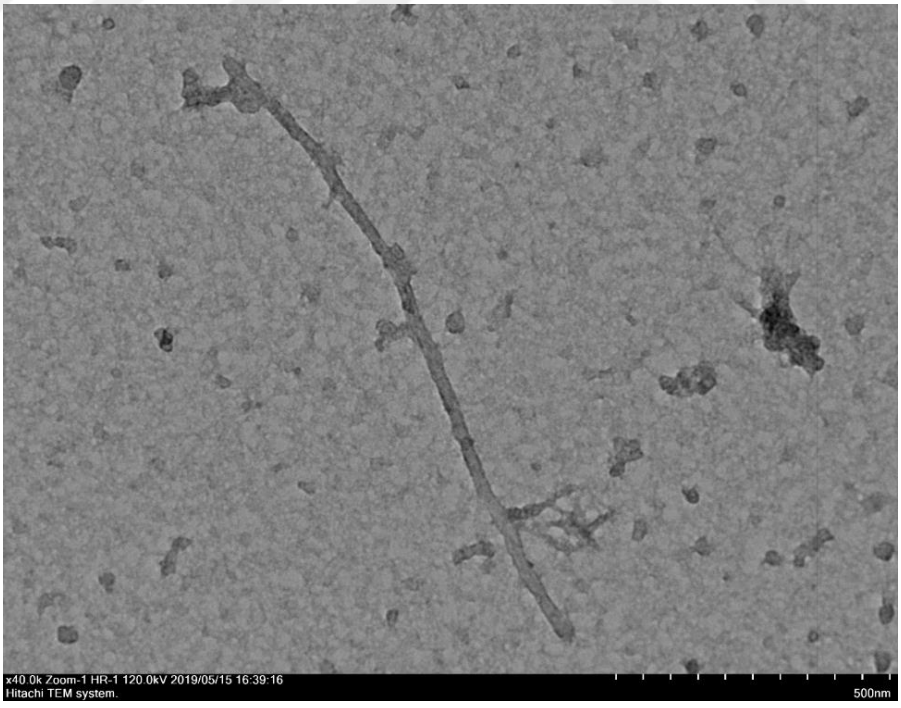
Afyonkarahisar (4), Ankara (2), Kütahya (2) olmak üzere toplam 8 örnekte boyları 1047–1257, enleri 20-28 nm arasında değişen (Çizelge 4.6), uzun-düz-çubuk formunda virüsler görüntülenmiştir (Şekil 4.38,39,40).

Çizelge 4.6. İller bazında incelenen örneklerden elde edilen virüslerin boyutları

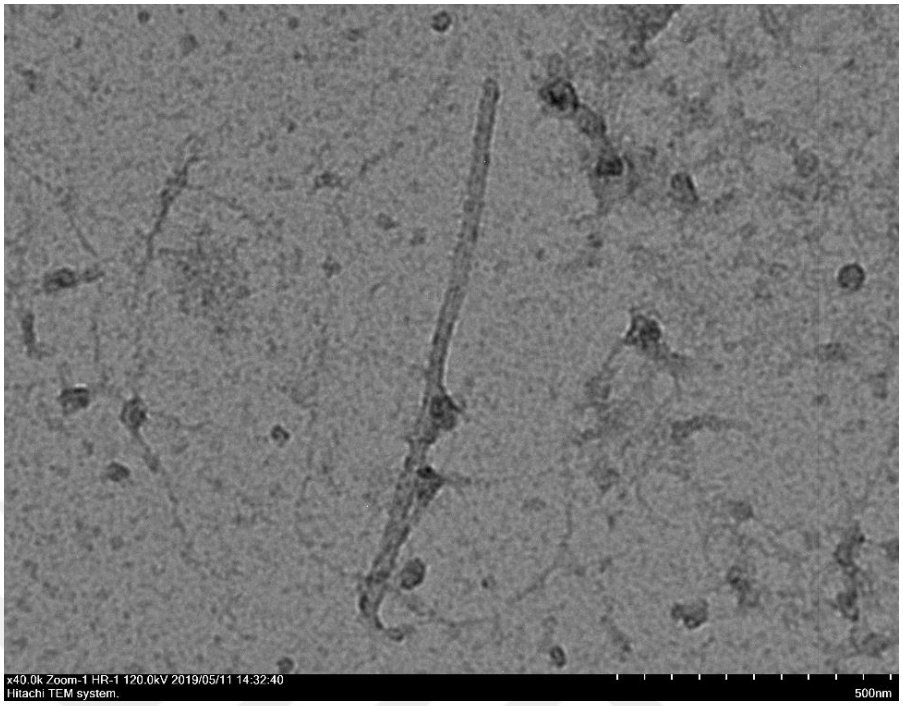
İl	**Partikül Şekli**	**Boyutlar nm (Uzunluk x Genişlik)**	**Cinsi**
Afyonkarahisar	Düz-çubuk	1257x26	*Potyvirus - Closterovirus*
Afyonkarahisar	Düz-çubuk	1257x28	*Potyvirus - Closterovirus*
Afyonkarahisar	Düz-çubuk	1257x28	*Potyvirus - Closterovirus*
Afyonkarahisar	Düz-çubuk	1257x25	*Potyvirus - Closterovirus*
Ankara	Esnek-çubuk	1122x24	*Potyvirus - Closterovirus*
Ankara	C şeklinde	1146x20	*Potyvirus - Closterovirus*
Kütahya	Düz-çubuk	1047x28	*Potyvirus- Closterovirus*
Kütahya	Düz-çubuk	1047x28	*Potyvirus- Closterovirus*



Şekil 4.38. Afyonkarahisar, düz-çubuk formunda, 1257x26 nm boyutlarında



Şekil 4.39. Ankara, esnek-çubuk formunda, 1122x24 nm boyutlarında



Şekil 4.40. Kütahya, düz-çubuk 1047x28 nm boyutlarında

4.3.7. *Closterovirus* (1260 nm ve üzeri)

Afyonkarahisar, Amasya, Ankara, Kütahya ve Tokat illerinden alınan çok sayıda boyları 1306-2121 nm genişlikleri ise16, 20, 24, 28, 32 ve 36 nm olan düz-çubuk, kavisli-çubuk, ipliksi, C ve S şekillerinde çok sayıda partiküller görüntülenmiştir (Çizelge 4.7; Şekil 4.41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56 ,57, 58, 59).

Çizelge 4.7. İller bazında incelenen örneklerden elde edilen virüslerin boyutları

İzolat	**Partikül Tanımı**	**Boyut nm**	**Tahminen Cinsi**
Amasya	Düz-çubuk	1306 x 32	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1306 x 24	*Closterovirus*
Kütahya	Kavisli-çubuk	1322 x 32	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1338 x 24	*Closterovirus*

Çizelge 4.7. (devam)

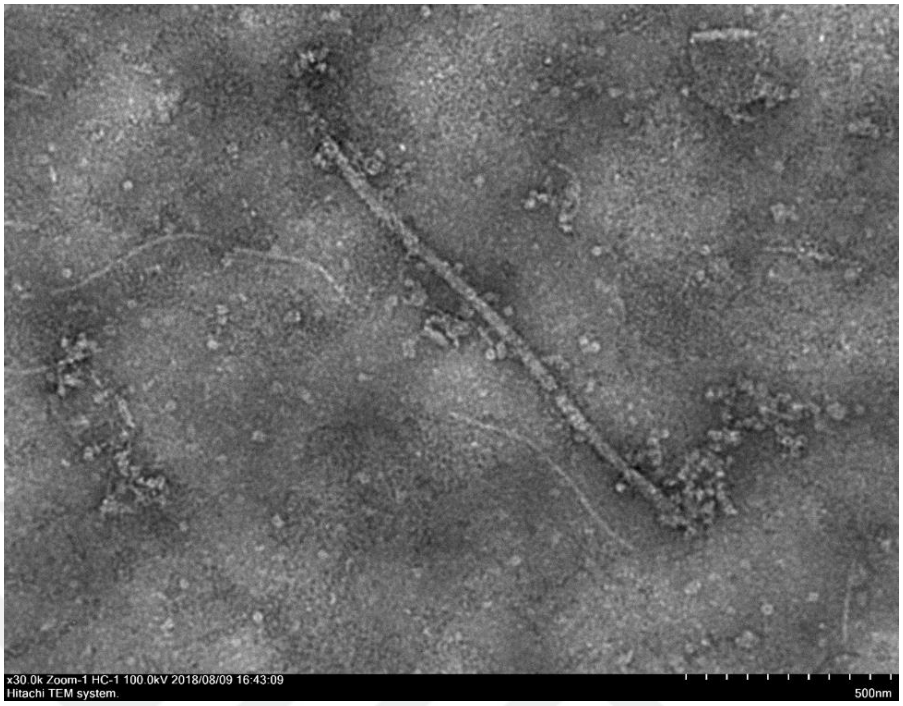
Ankara	Kavisli-çubuk	1371x24	*Closterovirus*
Amasya	İpliksi	1386x16	*Closterovirus*
Afyonkarahisar	Kavisli-çubuk	1387x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1403x24	*Closterovirus*
Afyonkarahisar	Kavisli-çubuk	1409x28	*Closterovirus*
Afyonkarahisar	Kavisli-çubuk	1419x32	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1419x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1419x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1419x24	*Closterovirus*
Afyonkarahisar	Kavisli-çubuk	1435x24	*Closterovirus*
Afyonkarahisar	Kavisli-çubuk	1451x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1451x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1451x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1451x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1451x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1451x24	*Closterovirus*
Tokat	Kavisli-çubuk	1451x24	*Closterovirus*
Afyonkarahisar	Kavisli-çubuk	1461x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1461x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1461x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1461x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1461x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1461x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1461x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1461x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1461x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1483x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1461x24	*Closterovirus*

Çizelge 4.7. (devam)

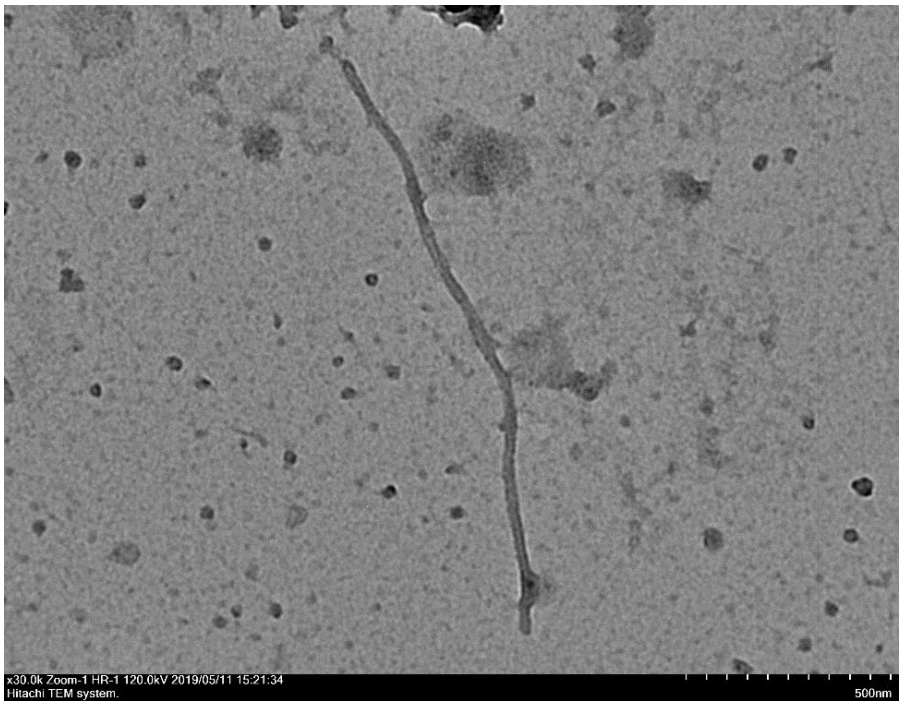
Afyonkarahisar	Kavisli-çubuk	1483x20	*Closterovirus*
Afyonkarahisar	Kavisli-çubuk	1483x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1483x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1483x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1483x24	*Closterovirus*
Ankara	Çengel şeklinde	1483x24	*Closterovirus*
Ankara	S şeklinde	1483x24	*Closterovirus*
Ankara	Düz çubuk	1483x24	*Closterovirus*
Afyonkarahisar	Kavisli-çubuk	1500x24	*Closterovirus*
Afyonkarahisar	Kavisli-çubuk	1500x24	*Closterovirus*
Ankara	Düz-çubuk	1500x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1500x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1500x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1500x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1500x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1500x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1500x24	*Closterovirus*
Ankara	Kavisli-çubuk	1500x24	Closterovirus
Ankara	Kavisli-çubuk	1500x24	Closterovirus
Ankara	Kavisli-çubuk	1532x24	Closterovirus
Ankara	Kavisli-çubuk	1532x24	Closterovirus
Ankara	C şeklinde	1532x24	Closterovirus
Ankara	Kavisli-çubuk	1581x24	Closterovirus
Ankara	Düz-çubuk	1560x24	Closterovirus
Ankara	Kavisli-çubuk	1548x24	Closterovirus
Ankara	Kavisli-çubuk	1564x24	Closterovirus
Ankara	Kavisli-çubuk	1548x24	Closterovirus
Kütahya	Kavisli-çubuk	1548x24	Closterovirus
Tokat	Düz çubuk	1560x24	Closterovirus

Çizelge 4.7. (devam)

Tokat	Kavisli-çubuk	1581x24	Closterovirus
Afyonkarahisar	Düz-çubuk	1585x24	Closterovirus
Ankara	Kavisli-çubuk	1596x24	Closterovirus
Afyonkarahisar	Kavisli-çubuk	1612x20	Closterovirus
Amasya 14	Kavisli-çubuk	1612x24	Closterovirus
Ankara	Kavisli-çubuk	1661x32	Closterovirus
Kütahya	Kavisli-çubuk	1661x24	Closterovirus
Ankara	S şeklinde	1703x24	Closterovirus
Ankara	Kavisli-çubuk	1951x24	Closterovirus
Amasya	Kavisli-çubuk	1992x36	Closterovirus
Afyonkarahisar	Düz-çubuk	2000x32	Closterovirus
Ankara	Kavisli-çubuk	2121x24	Closterovirus



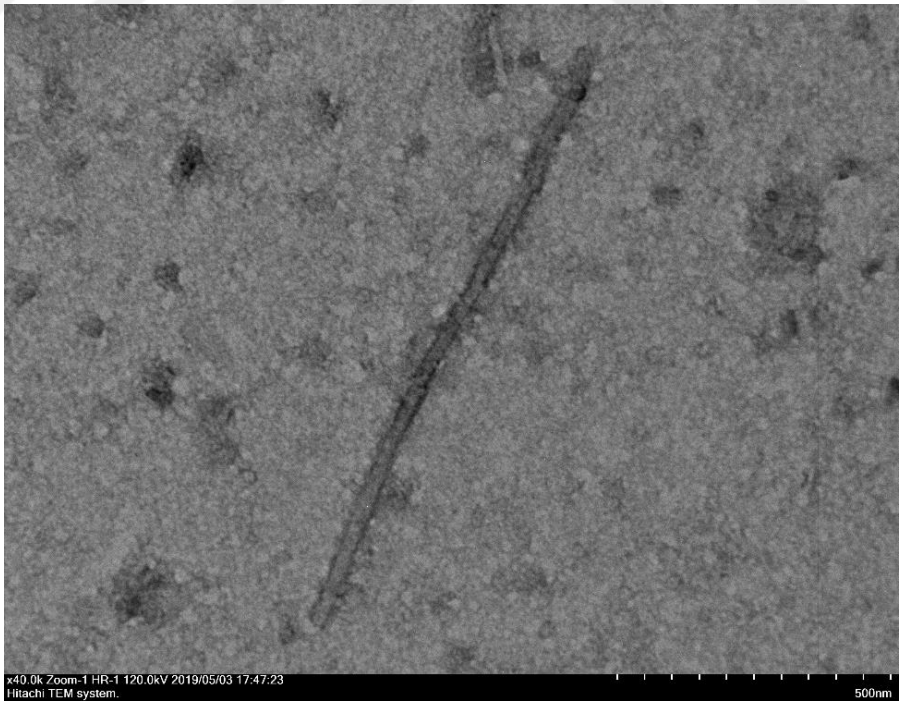
Şekil 4.41. Amasya, düz-çubuk 1306x32 ve ipliksi 1386x16 nm boyutlarında karışım



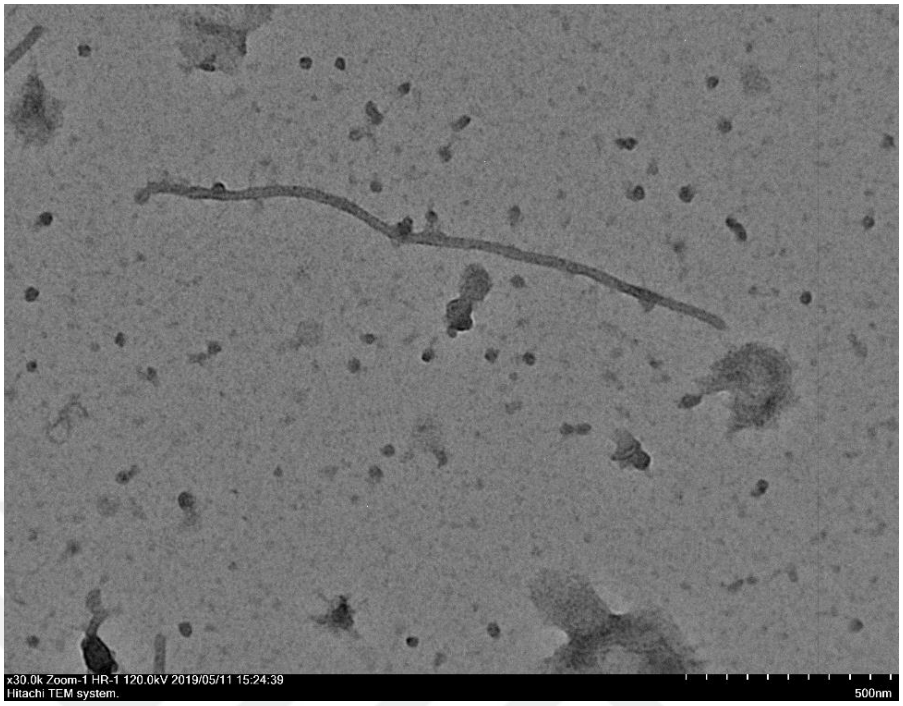
Şekil 4.42. Ankara, kavisli-çubuk, 1306x24 nm boyutlarında



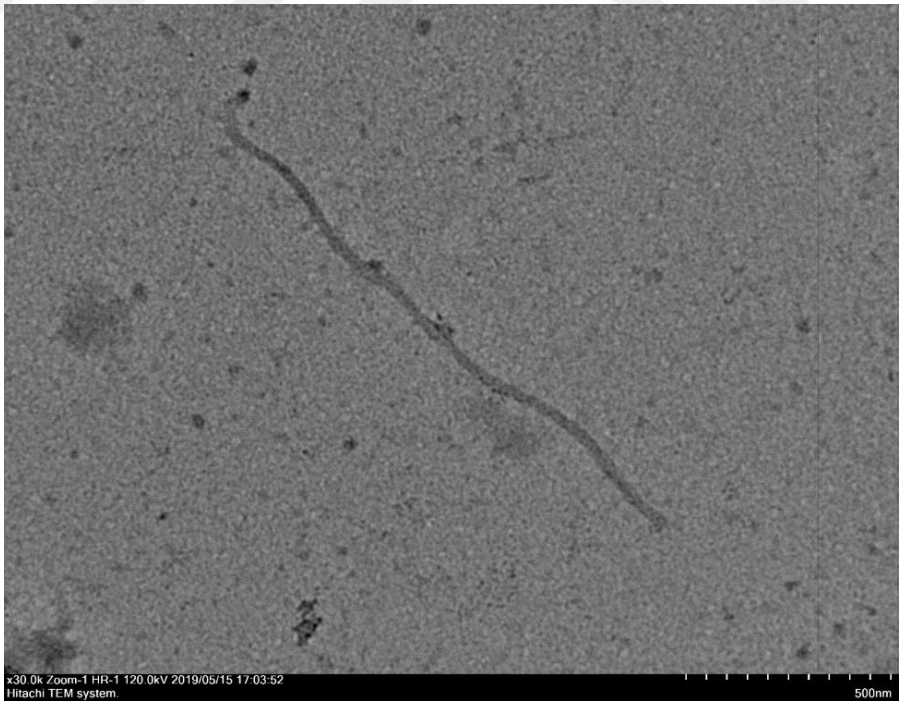
Şekil 4.43. Afyonkarahisar, düz-çubuk, 1419x32 nm boyutlarında



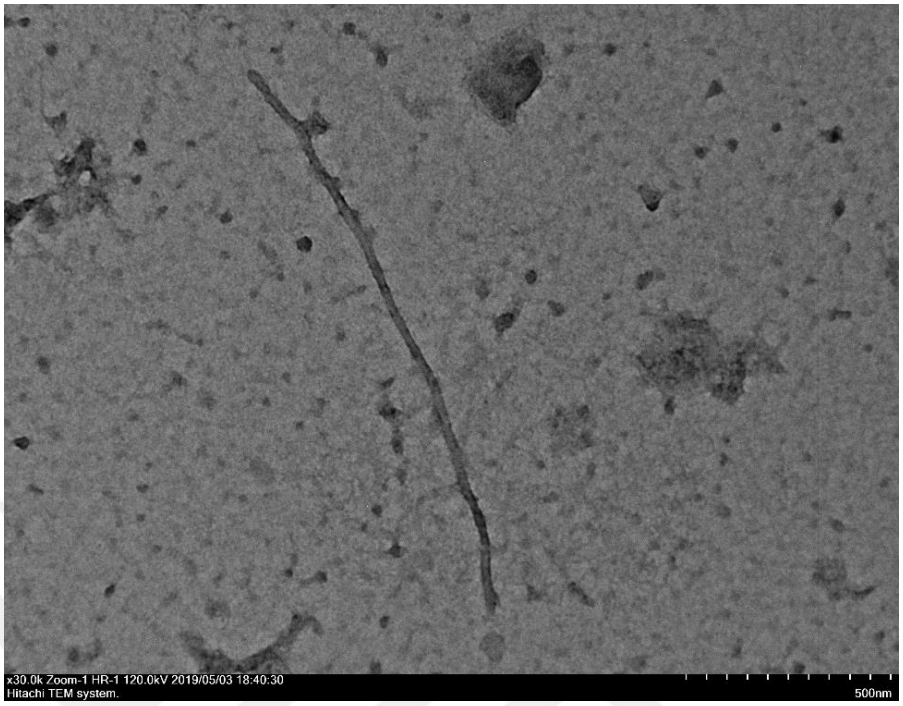
Şekil 4.44. Ankara, kavisli-çubuk, 1419x24 nm boyutlarında



Şekil 4.45. Ankara, kavisli-çubuk, 1451x24 nm boyutlarında



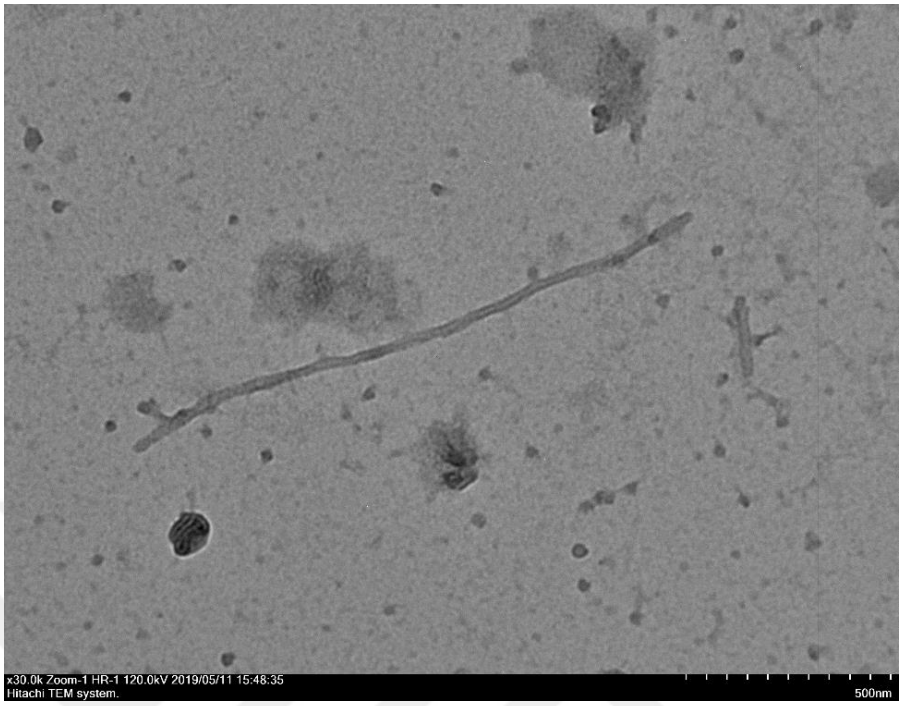
Şekil 4.46. Tokat, kavisli-çubuk, 1451x24 nm boyutlarında



Şekil 4.47. Afyonkarahisar, hafif kavisli, 1461x24 nm boyutlarında



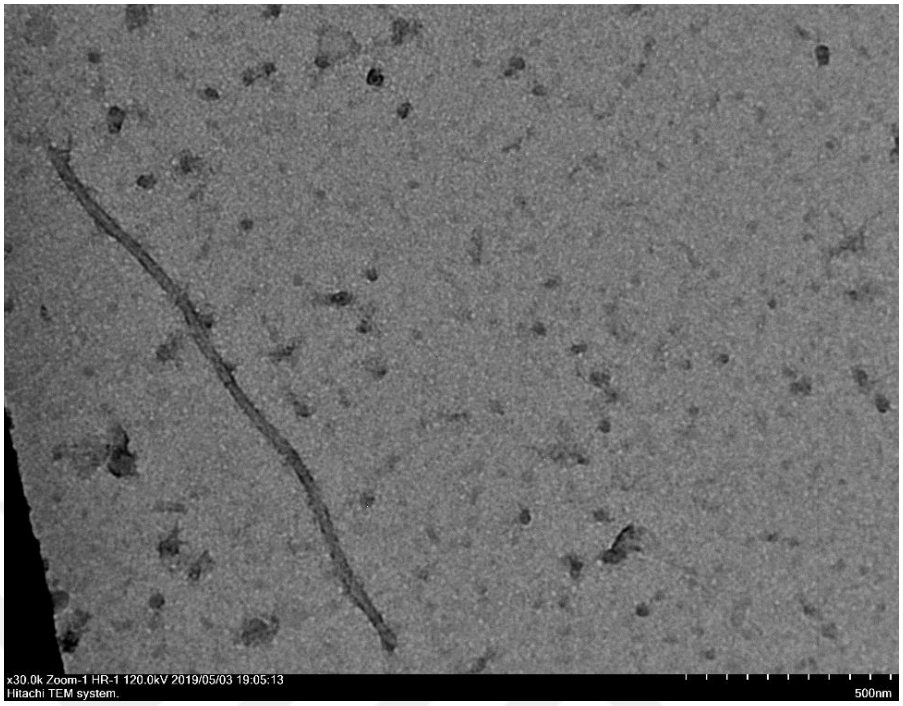
Şekil 4.48. Afyonkarahisar, kavisli-çubuk, 1483x24 nm boyutlarında



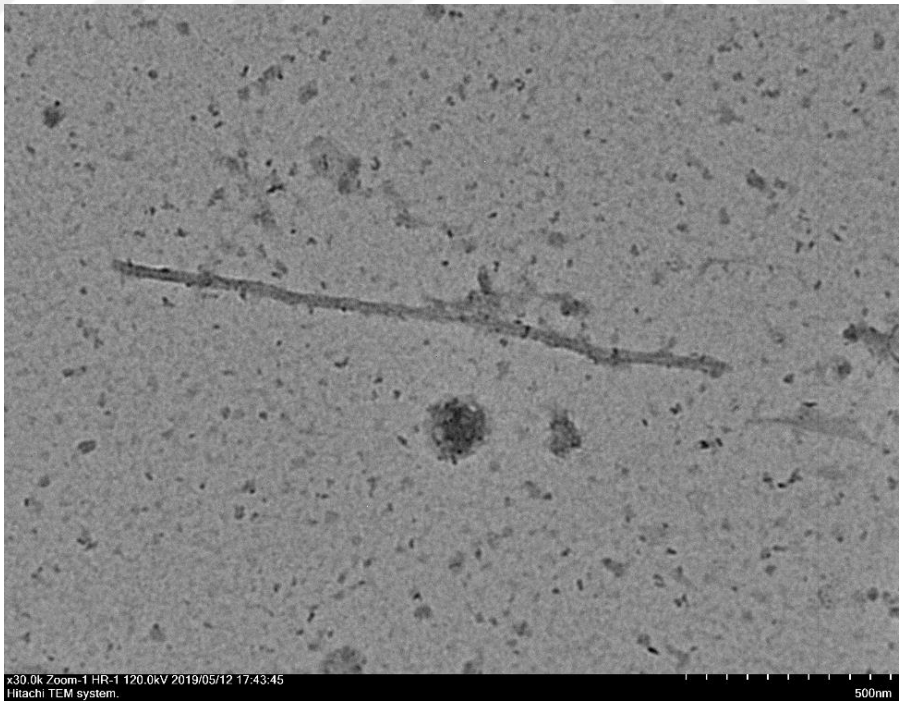
Şekil 4.49. Ankara, kavisli-çubuk, 1483x24 nm boyutlarında



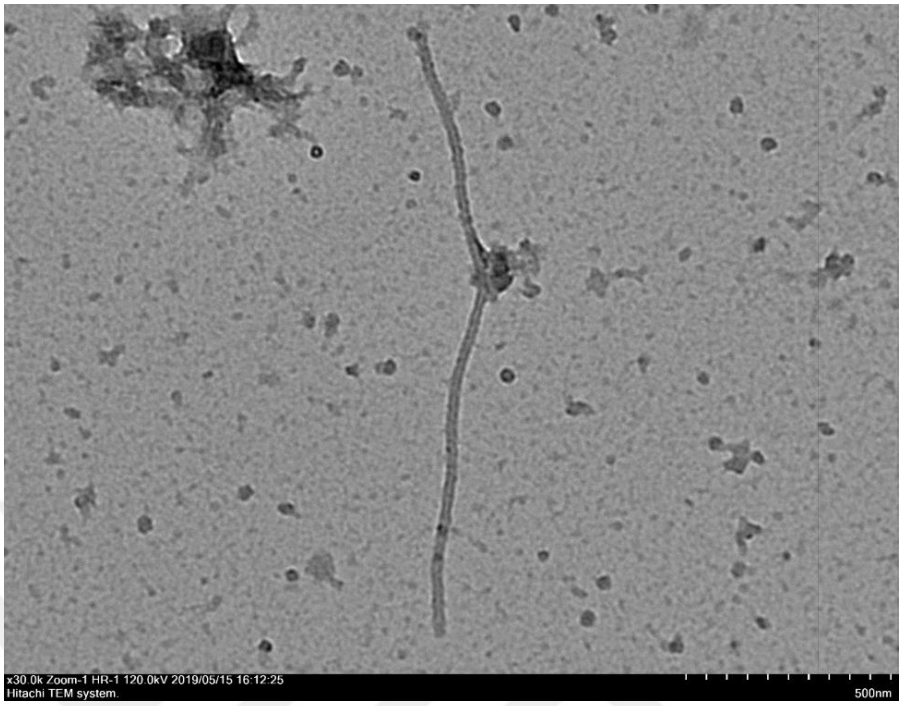
Şekil 4.50. Ankara, kavisli-çubuk, 1483x24 nm boyutlarında



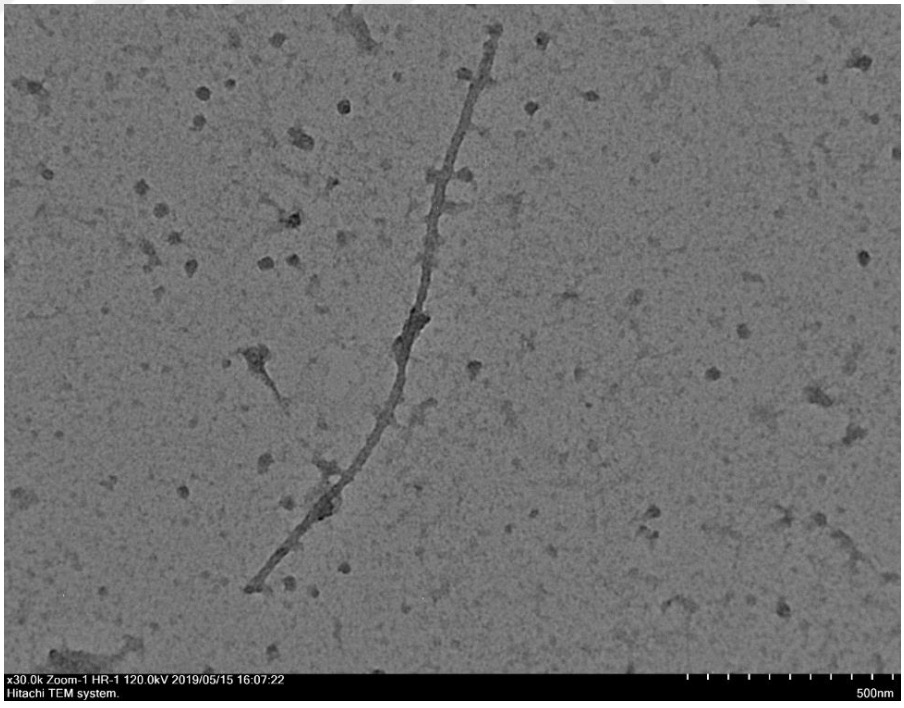
Şekil 4.51. Afyonkarahisar, kavisli-çubuk, 1500x24 nm boyutlarında



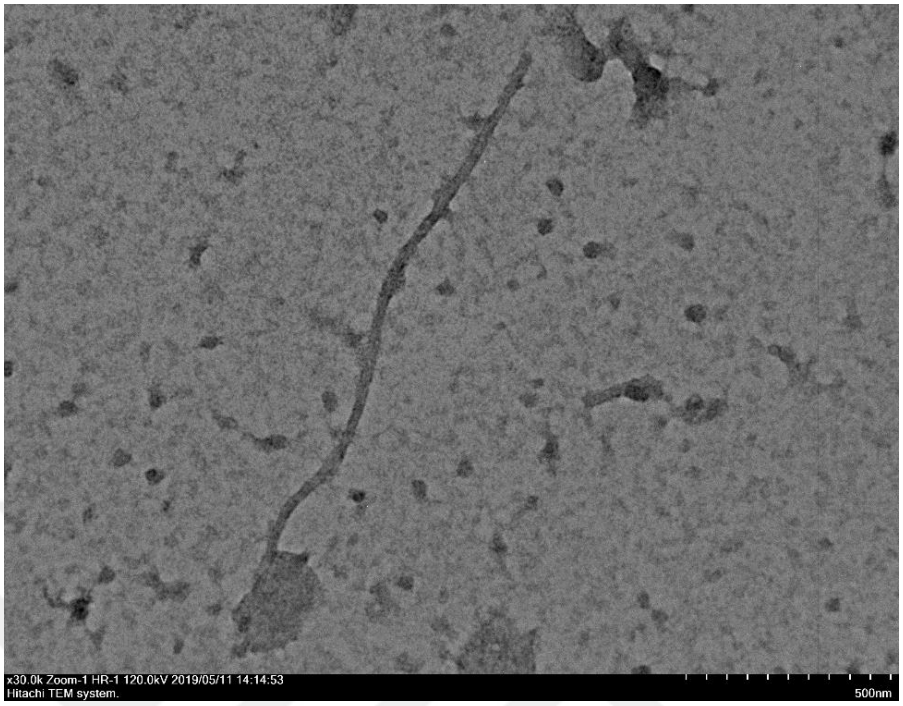
Şekil 4.52. Ankara, kavisli-çubuk, 1500x24 nm boyutlarında



Şekil 4.53. Ankara, kavisli-çubuk, 1500x24 nm boyutlarında



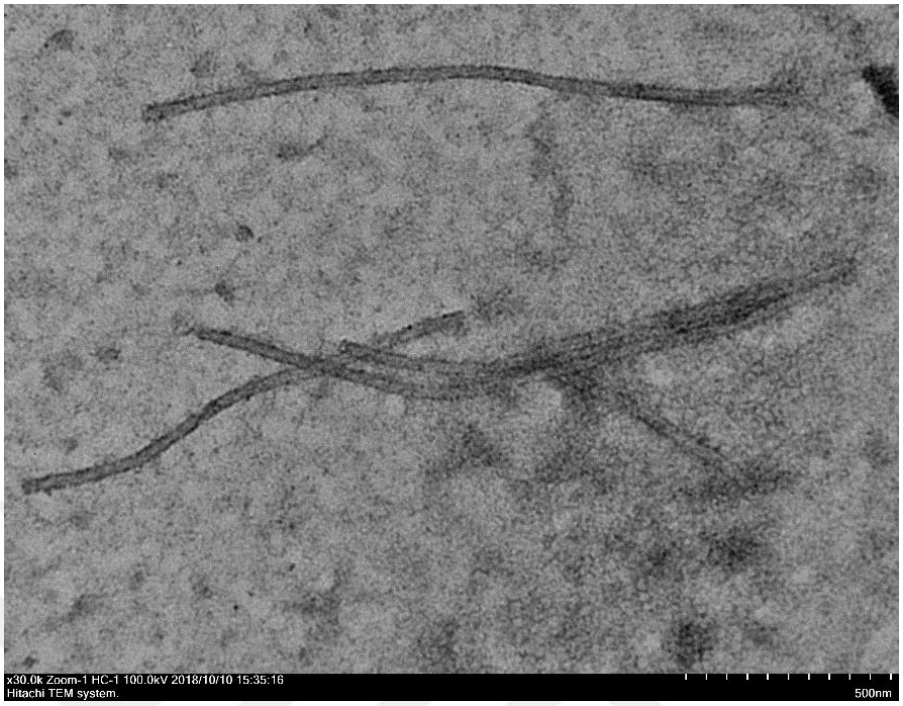
Şekil 4.54. Ankara, kavisli-çubuk, 1532x24 nm boyutlarında



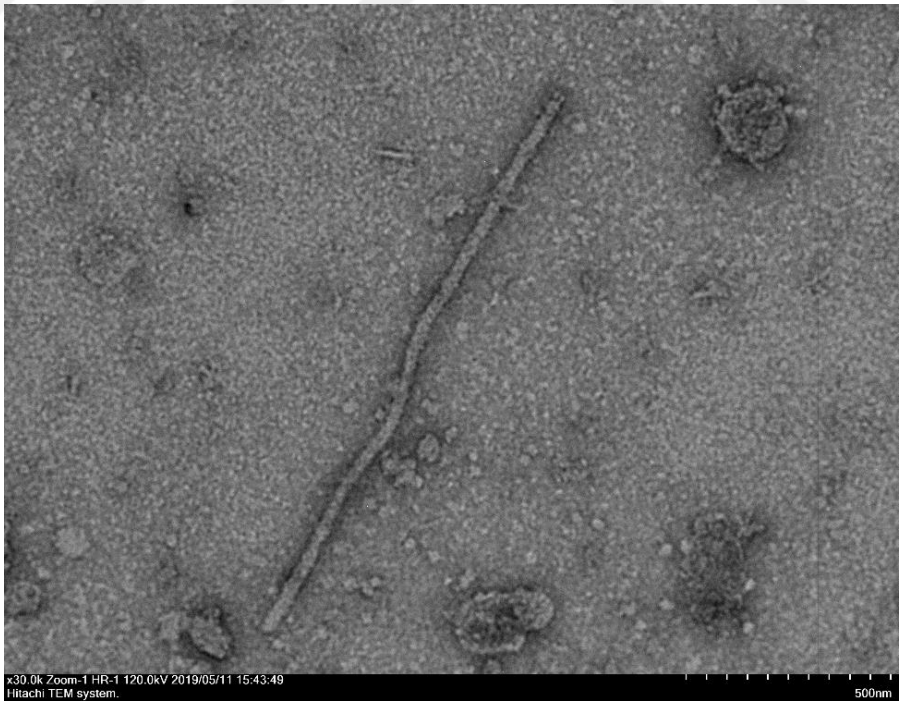
Şekil 4.55. Kütahya, kavisli-çubuk, 1548x24 nm boyutlarında



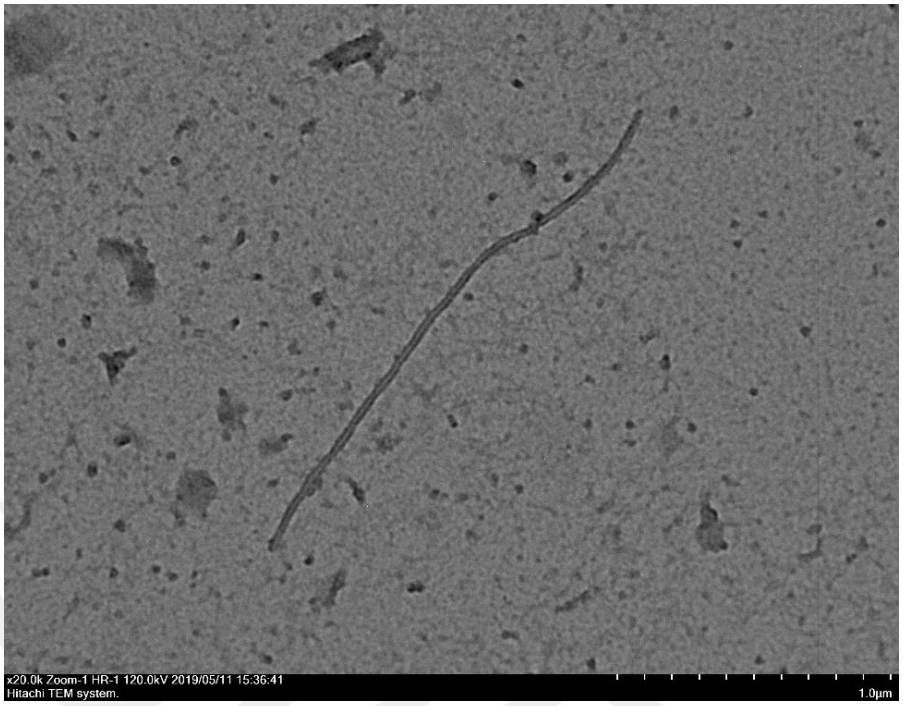
Şekil 4.56. Ankara, kavisli-çubuk 1596x24 nm boyutlarında



Şekil 4.57. Amasya, kavisli-çubuk 1612x24 nm boyutlarında



Şekil 4.58. Ankara, kavisli-çubuk, 1661x32 nm boyutlarında



Şekil 4.59. Ankara, kavisli-çubuk, 2121x24 nm boyutlarında

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Türkiye'nin farklı bölgelerinde tarla ve bahçe kenarlarında, içerisinde, boş alanlarda ve parklarda genellikle gölgelik alanlarda bulunan *S. loeselii*'de yaygın olarak farklı mozaik simptomu gözlenmiş ve simptom gösteren örnekler elektron mikroskopta incelendiğinde morfolojik özellikleri itibarı ile tek ya da karışımlar halinde farklı boyutlarda virüsler görüntülenmiştir.

Birden fazla gruba ait virüsün yanı sıra aynı grup içerinde de farklı virüslerin tek ya da karışım halinde tespit edilmiş olması bitki türündeki simptomların farklılığının nedenini göstermektedir. Nitekim bitkilerde virüslerin simptomları ve şiddetlerinin virüs ırkına, virüs ya da ırklarının karışımına, bitki tür ve çeşidine, farklı iklim ve toprak şartlarına göre varyasyon gösterebileceği bu nedenle de moleküler düzeyde çalışmalara başlamadan önce elektron mikroskobunda virüslerin gruplarının belirlenmesi önerilmiştir (Mathews, 1993).

Elektron mikroskobu incelemelerinde 8 örnekte boyları 286-310, enleri 19-32 nm arasında değişen 4 farklı boyutta virüs belirlenmiştir. Partikül boyutları ve şekli bu virüslerin *Tobamovirus* cinsinin de içerisinde yer aldığı *Virgaviridae* familyasına ait olduğunu göstermektedir. Bitkilerde enfeksiyona neden olduğu belirlenen *Virgaviridae* familyasına ait virüsler partikül şekilleri ve konukçularına göre *Furovirus, Hordeivirus, Pecluvirus, Pomovirus, Tobravirus* ve *Tobamovirus* olmak üzere altı cins altında toplanmış olup bu cinsler içerisindeki virüsler düz-çubuk formunda, 18x300 nm boyutlarında ve mekaniksel olarak taşınan virüsleri içermektedir (ICTV, 2018b).

Belirlenen virüslerin partikül özellikleri bu familya içerisindeki cinslerin partikül özellikleri ve konukçu çevreleri ile mukayese edildiğinde virüslerin *Tobamovirus* cinsi içerisinde yer alabileceğini göstermektedir. Zira diğer cinslerde partiküller kırık ve en az iki parçalı iken elde edilen görüntülerde partiküllerin tek parçalı ve bütün olduğu görülmüştür.

Nitekim *S. loeselii* türünün de ait olduğu Brassicaceae (Cruciferae) familyasındaki yabancı ot türlerinde *Tobamovirus* cinsi içerisinde yer alan virüslerden TMV-Cr (Dorokhov *et al.* 1994); ve TMV-Cg (Yamanaka *et al*. 1998; Shimamoto *et al*, 1998); RMV-Sh (Oshima and Harrison, 1975; Komatsu *et al*. 2007); *Youcai mosaic virus* (YoMV) (Wetzel *et al*. 2006) ve *Wasabi mottle virus* (WMoV) belirlenmiştir. Özellikle bazı izolatlardan yapılan ölçümlerde partiküllerin boyutlarının belirlenmiş olan virüslere yakınlık göstermekle birlikte arada boyut farklılıklarının olması ırk farklılığında ya da farklı virüs olabilme ihtimalinden kaynaklanabilir.

Partikül boyutları ve şekilleri baz alındığında belirlenmiş olan bir diğer virüs grubu ise esnek-çubuk formunda, boyları 483-580, enleri 20-47 nm arasında değişen virüslerdir (483x40, 503x32, 527x36, 533x34, 551x36, 562x30, 58 x20). Partikül boyutları ve şekilleri bu virüslerin *Alphaflexiviridae* familyasına ait olabileceğini göstermektedir. Mekaniksel olarak taşınan, vektörlerle taşınmayan, boyutları 10–15x470-800 nm arasında değişen esnek-ipliksi partikülleri olan *Alphaflexiviridae* familyası içerisinde bitkilerde enfeksiyona neden olduğu belirlenmiş virüsler *Allexivirus, Lolavirus, Mandarivirus* ve *Potexvirus* olmak üzere 4 cinse ayrılmıştır (ICTV, 2018b). Bu cinslere ait virüslerin partikül uzunlukları, konukçu çevreleri ve yayılışları mukayese edildiğinde belirlenmiş olan virüslerin *Potexvirus* cinsine ait olabileceğini desteklemektedir. Bununla birlikte *S. loeselii* türünde şu ana kadar *Potexvirus* cinsine ait herhangi bir virüs kaydına rastlanılmamış olması bu bitki türünün bu gruptaki virüslerden birisi ya da bir kaçı için belirlenmiş yeni bir konukçu olması ihtimali taşımaktadır.

Boyutları ölçü alındığında örneklerin bazılarında kavisli-esnek-ipliksi, 713x19 ve 762x19 nm boyutlarında düz çubuk formunda virüs partikülleri tespit edilmiştir. Boyut ve şekilleri bu virüslerin bitkilerde enfeksiyona neden olan tek partiküllü *Potyvirus, Brambyvirus, Ipomovirus, Macluravirus, Rymovirus, Tritimovirus* ve iki partiküllü *Bymovirus* (11–15 x 250–300 ve 500–600 nm) olmak üzere 7 cinse ayrılmış olan esnek-ipliksi formda, 11–15x650–900 nm boyutlarında virüsleri içeren *Potyviridae* familyasına mensup virüsler olabileceğini göstermektedir (ICTV, 2018b).

Partikül yapısı ve konukçu çevresi mukayese edildiğinde belirlenmiş olan virüslerin 11–13x680–900 nm boyutlarında, 40'dan fazla afit türü tarafından non-persitent olarak, bazı üyeleri bazı bitki türlerinin tohumları ile taşınan, içerisinde *Brassica* türlerinin de olduğu 30 familyaya ait çok sayıda bitki türünde enfeksiyona neden olan, 300'ün üzerinde virüsü içeren (Marine et al. 2017; ICTV, 2018b) *Potyvirus* cinsi içerisinde yer alabileceğini göstermektedir. Nitekim, bu cinse mensup virüslerden birisi olan *Turnip mosaic virus Brassica* türlerinde belirlenmiştir (Gera *et al*. 2001; Giolitti *et al*. 2009; Yasaka *et al*. 2015; Shevchenko *et al*. 2018). Türkiye'de de Bürüksel lahanası, lahana, yabani hardal, hardal ve turp'ta belirlenmiş olan TuMV (Korkmaz *et al.* 2008); aynı zamanda farklı ülkelerde *S. loeselii* türünde de tespit edilmiştir (Break and Break 1980; Farzadfar 2009; Farzadfar and Pourrahim 2014). Elde edilen sonuçlar literatür verileri ile mukayese edildiğinde belirlenen virüslerden en az birisinin TuMV olabileceğini desteklemektedir.

Çok sayıda örnekten, çok sayıda partikül üzerinden yapılan ölçümlerde 1306x24, 1419x32, 1467x24, 1483x20, 1500x24, 1532x24, 1595x24, 1612x20, 2000x32 ve 2121x24 nm boyutlarında kavisli-ipliksi, ipliksi C ve S şeklinde, şekil olarak varyasyonların olduğu virus partikülleri tespit edilmiştir. Şekil ve boyutları bu virüslerin *Closteroviridae* familyası içerisinde yer alan virüsler olabileceğini göstermektedir. Çoğu tek yıllık olmak üzere yabancı ot, sebze ve süs bitkileri yanı sıra bazı çalımsı ve odunsu bitkilerde enfeksiyona neden olan, tohumla taşınmayan, afitler tarafından semi-persistent ve bazıları mekaniksel olarak taşınan, dar bir konukçu çevresine sahip olan, boyutlarına göre *Grinivirus* (12 x 750–900 nm), *Closterovirus* (12 x 1350–2000 nm) ve *Ampelovirus* (12 x 1400–2000) olmak üzere üç cinse ayrılan *Closteroviridae* familyası içerisinde yer alan virüsler kırılgan-ipliksi yapıda, 12x650–2000 nm arası boyutlardaki virüsleri içermektedir (ICTV, 2018b).

Bu familya içerisindeki *Ampelovirus* cinsi içerisindeki virüsler odunsu bitkilerde, afitler tarafından taşınan *Closterovirusler* ile beyaz sinekler tarafından taşınan *Grinivirus* cinsi içerisindeki virüslerin büyük çoğunluğu ise tek yıllık bitkilerde belirlenmiştir. Bu veriler *S. loeselii* türünde belirlenen virüslerin *Closterovirus* ya da *Crinivirus* cinslerine ait olabileceğini göstermektedir.

Bunların haricinde boyu 360-470 nm arasında değişen *Tobamovirus* ve *Potexvirus*, 580-610 nm *Potexvirus* ve *Carlavirus*, 900-1200 nm arasında değişen *Potyvirus* ve *Closterovirus* cinsleri arasında yer alan partikül boyutları ölçülmüştür. Bunun nedeni elektron mikroskobu için hazırlanan örneklerin dondurulmuş olması ve örneklerin hazırlanmasında kullanılan buffer nedeniyle kırılmaların vuku bulması olabilir. Zira çok sayıda partikülün kırık olduğu belirlenmiştir. Bir diğer nedeni ise bu bitki türünün yeni virüslerin ya da bilinen ancak bu türde belirlenmemiş olan virüslere konukçuluk etmesi olabilir.

Elektron mikroskopta aynı örnekte birden fazla virüsün karışım halinde bulunduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni afitler tarafından non-persistent olarak taşınan *Potyvirus* ve semi-persistent olarak taşınan *Closteroviruslerin* vektörleri vasıtasıyla, böceklerin ağız parçaları ile ve mekaniksel olarak taşınan *Potexvirus* ve mekaniksel olarak taşınan *Tobamovirüslerle* enfekteli bitkilere taşınmasından kaynaklanabilir. Ya da bu gruplar içerisinde yer alan virüslerden bir ya da bir kaçının bu bitki türünün tohumları ile taşınma ihtimali olabilir. Karışım sayısının fazla olmasının bir diğer nedeni de *S. Loeselii*'nin tohumları vasıtasıyla çoğalan iki yıllık bir bitki türü oluşudur.

Elde edilen sonuçlar yabancı otların kültür bitkilerinde de enfeksiyonlara neden olabilecek çok sayıda farklı virüs grubuna ait virüslere konukçuluk edebileceği ve virüsler için rezerv konukçu olabileceğini göstermektedir. Nitekim yabancı ot türlerinin yaklaşık %15'inin virüslerin doğal konukçusu olduğu belirtilmiştir (Brunt *et al*. 1996). Diğer taraftan kültür bitkilerinde enfeksiyona neden olan virüslerin kültür bitkilerinden yabancı ot konukçularına, yabancı otlardan da kültür bitkilerine vektörlerle taşınarak yayılış gösterdikleri ve virüslerin yabancı otların tohumlarında uzun süre enfektif kalıp sonraki yıllarda virüs epidemiyolojisi için rezerv enfeksiyon kaynağı olarak rol oynadığı belirtilmiştir (Norris and Kogan 2000; Ambrozevicius *et al*. 2002; Navarro *et al*. 2005).

Belirlenmiş olan virüslerin tür düzeyinde tanılarının yapılabilmesi, kültür bitkilerinde de enfeksiyonlara neden olup olmadıklarının belirlenebilmesi için her bir virüsün

saflaştırılarak sekans dizilimlerinin belirlenmesi, tohumla taşınıp taşınmadıklarının araştırılması gerekmektedir ki bu amaçla ayrı çalışmaların planlanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Alabi, O.J., Ogbe, F.O., Bandyopadhyay, R Kumar, P.L., Dixon, A.G.O., Hughes, J., Naidu, RA., 2008. Alternate hosts of African cassava mosaic virus and East African cassava mosaic Cameroon virus in Nigeria, Arch Virol. 153,1743–1747.

Almeida, A.M.R., Fukushigue, C.Y., Sartori, F., Binneck, E., Marin, S.R.R., 2007. Inoue-nagata, A.K., Chagas, C.M., Souto, E.R., Mituti, T. Natural infection of Alternanthera tenella (Amaranthaceae) by a new potyvirus, Arch Virol.

Al-Shehbaz, I. A., Beilstein, M. A., Kellogg, E. A., 2006. Systematics and phylogeny of the Brassicaceae (Cruciferae): an overview. Plant. Syst. Evol. 259: 89– 120.

Ambrozevicius L.P., Calegario R.F., Fontes E.P.B., Carvalho M.G., Zerbini F.M., 2002. Genetic diversity of begomovirus infecting tomato and associated weeds in southeastern Brazil. Fitopatologia Brasileira 27: 372-377.

Arlı-Sökmen, M., Mennan, H., Sevik, I., Ecevit, O., 2005. Occurrence of Viruses in Field-grown Pepper Crops and Some of Their Reservoir Weed Hosts in Samsun, Turkey *Phytoparasitica*, 33 (4),347-358.

Barbosa JC., Barreto SS., Inoue-Nagata AK., Reis MS., Firmino AC., Bergamin Filho A, Rezende JAM., 2009. Natural infection of. Nicandra physaloides by Tomato severe rugose virus in Brazil. Journal of General Plant Pathology 75:440-443

Bar-joseph, M, and Murand, A. F., 1982. Closterovirus group, CMI/AAB Descriptions of plan viruses NO, 260.

Bedford, M. R., Scott T. A., Silversides F. G., Classen H. L., Swift. M. L. and Pack M., 1998. The effect of wheat cultivar, growing environment, and enzyme supplementation on digestibility of amino acids by broilers. Can. J. Anim. Sci. 78:335-342.

Boiteux, L.S., Fonseca, M.E.N., Reis, A., Costa, A.F., Fontes, M.G. and González-Arcos. M., 2016. Wild radish (Raphanus spp.) and garden rocket (Eruca sativa) as new Brassicaceae hosts of 23 Tomato chlorosis virus in South America. Plant Dis, 100:1027.

Break J., Break J Jr., 1980. Computer aided eyaluation of differences in host reactions between isolates of turnip mosaic yirus from Sisymbrium loeselii. Biotogia Pkmtari/m (Praha) 22, 366-73

Brunt, A., Crabtree, K., Dallwitz, M., Gibbs, A., Watson, L., 1996. Viruses of Plants: Descriptions and Lists from the VIDE Database. Wallingford, UK, CAB International.

Dorokhov, Y.L., Ivanov PA., Novikov VK., Agranovsky AA., Morozov SY., Efimov VA., Casper R, Atabekov JG, 1994. Complete nucleotide sequence and genome organization of a tobamovirus infecting cruciferae plants, FEBS Letter 350: 5–8.

Douine, L., Quiot J. B., Marchoux, G. and Archange, P., 1979. Recensement des especes vegatales sensible au virus de la mosaique du concombre (CMV). Etude bibliographique. Annales de Phytopathologie 11:439–475.

Duffus, J.E., 1971. Role of weeds in the incidence of virus disease, Annu Rev Phytopathol, 15,319–335.

Farzadfar, S., Pourrahim R., Torkian M., Maleki M, 2014. An Investigation on characterization of cucumber mosaic virus isolated from lily green house in Damavand County, Iran, DOI. 10.21859/isv.8.2.3.36.

Farzadfar, S, Tomitaka, Y, Ikematsu, M, Golnaraghi, R. A., Pourrahim, R., Ohshima, K., 2009. Molecular characterisation of Turnip mosaic virus isolates from Brassicaceae weeds, Eur J Plant Pathol., 124,45–55.

Filho F.M. & Sherwood J.L., 2000. Evaluation of transmission of Turnip yellow mosaic virus and Tobacco mosaic virus in Arabidiopsis thaliana. Phytopathology, 90, 1233-1238

Fox, L., K.D. Biever., H.H. Toba., J.E. Duffus., P.E. Thomas., 1993. Overwintering and monitoring of potato leafroll virus is some wild crucifers. Amer. Potato J. (in press).

Gera, A., Lampel, M., Cohen, J., Rosner, A., 2001. Okra (Hibiscusesculentus) a new host of Turnip mosaic virus in Israel, Plant Dis., 85,336.

Giolitti, F., Bejerman, N., Lenardon, S., 2009. Dipsacus fullonum: An Alternative Host of Sunflower chlorotic mottle virüs in Argentina, J Phytopathol 157:325–328.

Güncan A., 2001. Yabancı otlar ve mücadelesi, Selçuk üniv. Ziraat Fakültesi Basım evi yayını, Ders kitabı, Konya.

Hernnadez-Zeoeda, C., Idris, A.M, Carnevali, G., Brown, J.K., Moreno-Valenzuela, O.A., 2007. Molecular characterization and phylogenetic relationships of two new bipartite begomovirus infecting malvaceous plants in Yucatan, Mexico.Virus Genes, 35,369–377.

Heydarnejad J., Hosseini Abhari H., Bolok Yazdi HR., Massumi H., 2007. Curly top of cultivated plants and weeds and report of aunique curtovirus from Iran. J Phytopathol 155:321–325.

İlbağı, H., 2006. Common Reed *(Phragmites communis)* is a Natural Host of Important Cereal Viruses in the Trakya Region of Turkey, *Phytoparasitica,* 34(5),441-448.

Janssen, D., Ruiz, L., Velasco, L., Segundo, E., Cuadrado, I.M., 2002. Non-cucurbitaceous weed species shown to be natural hosts of Cucumber vein yellowing virüs in south-eastern Spain, New Diseases Report, *Plant Pathology,* 51,797.

Johnson, W.C., Culbreath, A.K., Mullinixx, B.G., 1996. Role of warmseason weeds in spotted wilt epidemiology in the Southeastern Coastal Plain, Agron J., 88,928–933.

Kaliciak, A., Syller, J., 2009. New hosts of Potato Virus Y (PVY) among common wild plants in Europe, Eur J Plant Pathol., 124,707–713.

Kamitani M , Atsushi J., Nagano., Honjo M., Kudoh H., 2017. First report of Pelargonium zonate spot virus from wild Brassicaceae plants in Japan Journal of General Plant Pathology. Journal of General Plant Pathology 83(5):1-4, DOI: 10.1007/s10327-017-0727-6.

Katis, N.J., Kokins, G., Eleftrohorinos, I., Jones, P.,1997. Arable weeds identified as new sources of beet mosaic potyvirus in Greece, *Ann. appl. Biol.,* 130,255-260.

Komatsu M., Waguri S., Koike M., Sou Y.S., Ueno T., Hara T., Mizushima N., IwataJ I., Ezaki J., MurataS., 2007. Homeostatic levels of p62 control cytoplasmic inclusion body formation in autophagy-deficient mice Cell, 131, pp. 1149-1163

Korkmaz, S., Tomitaka, Y., Onder, S., Ohshima, K., 2008. Occurrence and molecular characterization of Turkish isolates of Turnip mosaic virus. Plant Pathology, 1365-3059.

Lam, N., Creamer, R., Rascon, J., Belfon, R., 2009. Characterization of a new curtovirus, pepper yellow dwarf virus from chile pepper and distribution in weed hosts in New Mexico, Arch Virol. 154,429–436.

Lavin, A.A., Aramburu, J., Moriones, E., 1996. Occurrence of tomato spotted wilt and cucumber mosaic virus in fieldgrown crops and associated weeds in northeastern Spain, Plant Pathology, 45,837–842.

Lunello, P., Tourino, A., Nunez, Y., Ponz, F., Sanchez, F., 2009. Genomic heterogeneity and host recovery of isolates of Malva vein clearing virüs, Virus Research, 140,91–97.

Marine G. L. Guerret, Eviness P. Nyalugwe, Solomon Maina, and Martin J. Barbetti, 2017. Biological and Molecular Properties of a Turnip mosaic virus (TuMV) Strain that Breaks TuMV Resistances in Brassica napus. Plant Disease, 101:674-683.

Martins D.D.S., Ventura J.A., 2016. Aphid vectors of Papaya ringspot virus and their weed hosts in orchards in the major papaya producing and exporting region of Brazil. Crop Protection 90:191-196.

Mathews, R.E.F., 1993. Diagnosis of Plant Virus Diseases, CRS Press, N.W. Boca Raton, Florida. 374 p.

Milne, R. G., 1984. Elektron microscopyfor the idendification of plnat viruses in in vitro preperations, Meth. Virol., 7, 87.

Moran, J., Van, Rijswijk, B., Traicevski, V., Kitajima, E.W., 2002. Potyviruses, novel and known, in cultivated and wild species of the family *Apiaceae* in Australia, Arch Virol., 147,1855–1867.

Navarro, J.A., Botella, F., Marhuenda, A., Sastre, P., Amelia, S., Sanchez-Pina, M.A. Pallas, V., 2005. Identification and partial characterisation of Lettuce big-vein associated virus and Mirafiori lettuce big-vein virus in common weeds found amongst Spanish lettuce crops and their role in lettuce big-vein disease transmission, European Journal of Plant Pathology, 113,25–34.

Norris, R.F., Kogan, M., 2000. Interactions between weeds, arthropod pests and their natural enemies in managed ecosystems, Weed Science, 48,94–158.

Ohshima K., Yamaguchi Y., Hirota R., 2002. Molecular evolution of Turnip mosaic virus; evidence of host adapta- tion, genetic recombination and geographical spread. J Gen Virol 83:1511–1521.

Oshima, N and Harrison, B.D.,1975. Ribgrass mosaic virüs. Description of Plant Viruses. No:152.

Özer, Z., Tursun, N., Uygur, F.N., 1999. Türkiye'nin Bazı Önemli Yabancı Otları (Tanımları ve Kimyasal Şavaşımları)", Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No:38, Seri: 16, 434p.

Pereda.S., Ehrenfeld N., Medina C., 2000. Comparative analysis of TMV-Cg and TMV-U1 detection methods in infected Arabidopsis thaliana. ournal of Virological Methods .90(2):135-142 DOI:10.1016/S0166-0934(00)00230-5.

Sanchez F., Wang X., Jenner CE., Walsh JA., Ponz F., 2003. Strains of Turnip mosaic potyvirus as defined by the molecular analysis of the coat protein gene of the virus. Virus Res 94: 33–43.

Shevchenko O., Yasaka R., Tymchyshyn O., 2018. First evidence of the occurrence of Turnip mosaic virus in Ukraine and molecular characterization of its isolate. Journal of Phytopathology 166(6) DOI:10.1111/jph.1270.

Shimamoto, I., Sonoda, S., Vazquez, P., Minaka, N., and Nishiguchi, M., 1998. Nucleotide sequence analysis of the 3′-terminal region of a wasabi strain of crucifer tobamovirus genomic RNA: subgrouping of crucifer tobamoviruses.Arch Virol.143(9):1801-13.

Thresh, J.M., 1981. The role of weeds and wild plants in the epidemiology of plant virus diseases. In: Thresh JM (ed.), Pest Pathogens and Vegetation, London, UK, Pitman Publications, 53–70.

Van Vianen JCCM., GJ Houliston., JD Fletcher., PB Heenan., HM Chapman., 2013. New threats to endangered Cook's scurvy grass (Lepidium oleraceum; Brassicaceae): introduced crop viruses and the extent of their spread. Australian Journal of Botany 61 (2), 161-166.

Wetzel T., Ebel R., Moury B., Le Gall O., Endisch S., Reustle GM., Krczal G., 2006. Sequence analysis of grapevine isolates of Raspberry ringspot nepo-virus Archives of Virology151, 599-606.

Wisler, G.C., Norris, R.F., 2005. Interactions between weeds and cultivated plants as related to management of plant pathogens. Weed Sci., 53,914–917.

Yamanaka, T., Komatani, H., Meshi, T., Naito, S., Ishikawa, M. and Ohno, T., 1998. Complete nucleotide sequence of the genomic RNA of tobacco mosaic virus strain Cg. Virus Genes, 16, 173–176.

Yasaka, R., Nguyen, H. D., Ho, S. Y. W., Duchêne, S., Korkmaz, S., Katis, N., Takahashi, 13 H., Gibbs, A. J. & Ohshima, K., 2015. The temporal evolution and global spread of 14 Cauliflower mosaic virus, a plant pararetrovirus. PLoS ONE 9, e85641.

Yilmaz N. D. K., 2016. Identification of strain types of some Beet necrotic yellow vein virus isolates determined in Northern and Central Parts of Turkey. July DOI:10.18393/ejss.2016.3.241-248 License CC BY-SA 4.0.

Zhu, H., Hong, J., Ye, R., Chen, J., Yu, S., Adams, M.J., 2001. Sequence analiysis shows that Ribgrass mosaic virus Shanghai isolate (RMV-Sh) is closely related to Youcai mosaic virüs, Arch. Virol., 146, 1231-1238.

ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında Kırgızistanda Isık-Köl ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Balıkçı şehrinde tamamlandı. 2012 yılında Bişkek şehrinde Kirgizistan Türkiye Manas Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'ne başladı. 2017'de lisans programına tamamladıktan sonra Yüksek lisans burs kazanarak Türkiye'ye geldi. 2018 yılında Türkiye'de Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda (Fitopatoloji) başladığı Yüksek lisans devam etmektedir.