



Research of affiliation between virulence and cell size of different *Tilletia foetida* Isolates By SEM analysis

Ahmet UMay ^{*1}, İsmail POYRAZ ², Gülçin AKGÖREN PALABIYIK ², Aysel YORGANCILAR ³

¹ Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi, Test Araştırma Birimi, Eskişehir, Türkiye

² Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Bilecik, Türkiye

³ Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye

Abstract

Common bunt is a fungus causing serious yield loss in wheat farming at the world and Turkey. Especially, *Tilletia foetida* ve *Tilletia caries* species cause to this disease in Turkey. The disease infect and separate via exploding of wheat seed carrying common bunt spores in harvest time. There isn't any a detailed scanning electron microscope (SEM)'s working about comparison of different populations of *T. foetida* until today. In this study, SEM analysis of 13 different *T. foetida* isolates that have different pathogenicity against same wheat variety (Heinles VI) was performed. An isolate of *T. caries* was also analyzed for showing of morphological diversity between two species. In addition, SEM data with pathogenicity rates of these 13 isolates from different locations and hosts were compared and a possible correlation was analyzed.

Key words: common bunt, *Tilletia foetida*, SEM analysis, pathogenicity

----- * -----

Farklı *Tilletia foetida* İzolatlarının SEM analizi ile virülans ve hücre boyutları arasındaki ilişkinin araştırılması

Özet

Sürme, Türkiye ve dünyada buğday tarımında ciddi verim kaybına neden olan bir mantardır. Türkiye'de bu hastalığa başlıca *Tilletia foetida* ve *Tilletia caries* türleri neden olmaktadır. Hastalık, hasat zamanında sürme sporlarını taşıyan buğday tanelerinin patlaması yoluyla bulaşmakta ve yayılmaktadır. Günümüze kadar *T. foetida*'nın farklı popülasyonlarının karşılaştırılmasına yönelik detaylı bir taramalı elektron mikroskobu (SEM) çalışması bulunmamaktadır. Bu çalışmada, aynı buğday çeşidine (Heinles VI) karşı farklı oranlarda patojeniteye sahip oldukları görülen 13 farklı *T. foetida* izolatının SEM analizi yapılmıştır. İki tür arasındaki morfolojik farklılığı göstermek amacıyla *T. caries*'e ait bir izolatın da analizi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ayrıca, farklı lokalite ve konakçılardan izole edilen bu 13 izolatın patojenite oranları ile SEM verileri karşılaştırılmış ve aralarında olası bir korelasyon olup olmadığı analiz edilmiştir.

Anahtar kelimeler: sürme, *Tilletia foetida*, SEM analizi, patojenite

1. Giriş

Sürme, Anadolu'da halk arasında Kör, Karamuk ve Karadoğu gibi isimlerle bilinen (Tuncel, 2006; Erarslan, 2007) ve tüm dünyada önemli verim kayıplarına neden olan bir hububat hastalığıdır. Ülkemizde bu hastalığa başlıca iki mantar türü *Tilletia caries* (Bjerk.) Wint. (syn. *T. tiritici* (DC) Tul) ve *T. foetida* Kuhn (syn. *T. levis*, *T. laevis* (Wallr.) Liro, *T. foetens* (Berk. & Curt.) Schoert.) sebebiyet vermektedir (Eibel vd., 2005; Gang ve Weber, 1996). Çeşitli *Tilletia* türlerinin sebep olduğu hastalık İngiltere, Kanada, Amerika Birleşik Devletleri, Kuzey Afrika ve Kuzey Asya gibi bölgeler başta olmak üzere tüm dünyada görülmektedir (Matanguihan ve Jones, 2011). Dünya genelinde en yaygın olan sürme etmeni *T. caries* olmasına rağmen, (Ingold, 1997). Türkiye'de yapılan araştırmalara göre *T. foetida* 'nın % 95 oranında en baskın tür olduğu tespit edilmiştir (Akan, 2008; Özkan ve Damgacı, 1985). *T. foetida* ülkemizin tüm

* Corresponding author / Haberleşmeden sorumlu yazar: Tel.: +905446659964; Fax.: +902223204910; E-mail: ahmetumays@hotmail.com

bölgelerinde yayılış gösterirken, Türkiye’de % 5 oranında yayılış gösteren *T. caries* sadece Güneydoğu Anadolu bölgesinde görülmektedir (Akan, 2008). Hastalık, bulaşık tohumların ekilmesiyle yayılmaktadır. Hastalığının bulaşmasındaki en önemli faktör, kör adı verilen hastalıklı tanelerdeki sporların hasat zamanı patlayarak sağlıklı tohumlara ulaşmasıdır (Nagy ve Moldovan, 2007). Sürme etmenine ait sporlardan gelişen hifler, yetişmekte olan buğday fideciklerine koleoptil’den girerler ve intrasellüler olarak yayılarak etki ederler (Agrios, 1997; Umay, 2015). Hastalıklı bir buğday başağında yaklaşık 150 milyon sürme sporu bulunmaktadır ve bunlar ortalama 3 milyon sağlıklı tohumu kontamine etmektedir (Koprivica vd., 2004). Hastalıkla mücadelede kimyasal tarım ilacı kullanımının yanında, son yıllarda dayanıklı çeşitlerin ıslahı ve geliştirilmesi de önem kazanmaktadır. Bt (Bt1 - Bt15) adı verilen direnç genleri içeren buğday çeşitlerinin moleküler yöntemlerle desteklenen ıslah çalışmaları ile çoğaltılması, buğday üretiminde ekonomik olmayan ve olumsuz çevresel etkileri olan tarım ilaçlarının kullanımının azaltılmasına katkı sağlamaktadır.

İki türün yaşam döngüleri, çoğalma gereksinimleri ve hastalık yapma etkileri birbirine benzemesine rağmen, mikroskopla bakıldığında teliospor şekillerinin morfolojik olarak birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Bu iki türün sınıflandırılmasındaki en belirgin morfolojik fark; *T. foetida*’nın düz hücre duvarına sahipken, *T. caries*’in ağsı hücre duvarına sahip olmasıdır (Matanguihan ve Jones, 2011; Shi vd., 1996).

Bugüne kadar sürme hastalığı ile ilgili birçok çalışmada teşhis için türün teliospor morfolojisi, sorus rengi ve şekli, teliosporun çimlenme koşulları, ve patojenite değerleri gibi fenotipik özellikler belirteç olarak kullanılmıştır (Shi vd., 1996). Günümüze kadar farklı *T. foetida* izolat veya popülasyonları ile ilgili detaylı bir elektron mikroskobu çalışması bulunmamaktadır. Bu çalışmada, ülkemizde sürme hastalığına sebep olan *T. foetida*’nın Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope) ile morfolojik olarak incelemesi yapılmış farklı izolatlara ait spor boyutlarının hastalık yapma dereceleri ile bağlantılı olup olmadığı, korelasyon analizi yapılarak araştırılmıştır.

2. Materyal ve yöntem

2.1 Mantar örnekleri

Çalışmada, Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilmiş, farklı lokalite ve konakçılardan elde edilen 13 *T. foetida* izolatı ile 1 *T. caries* izolatı kullanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışmada kullanılan *Tilletia* izolatlari, coğrafi orijinleri ve izole edildikleri konakçılar.

İzolat No	Tür	Coğrafi Orijin	Konakçı Buğday Çeşidi
İzolat 1	<i>T. foetida</i>	Tozman Yaylası Düden Mevkii	Kırkambar Awnless
İzolat 2	<i>T. caries</i>	Tozman Yaylası Düden Mevkii	Kırkambar Awnless
İzolat 3	<i>T. foetida</i>	Tozman Yaylası Düden Mevkii	Kırkambar Awnless
İzolat 4	<i>T. foetida</i>	Tozman Yaylası Düden Mevkii	Kırgız
İzolat 5	<i>T. foetida</i>	Tozman Yaylası Düden Mevkii	Kırgız
İzolat 6	<i>T. foetida</i>	Tozman Yaylası Düden Mevkii	Kırgız
İzolat 7	<i>T. foetida</i>	Kavacık Köyü	Gerek-kırgız-A
İzolat 8	<i>T. foetida</i>	Kavacık Köyü	Gerek-kırgız-A
İzolat 9	<i>T. foetida</i>	Kavacık Köyü	Gerek-kırgız-A
İzolat 10	<i>T. foetida</i>	Kavacık Köyü	Gerek-kırgız-B
İzolat 11	<i>T. foetida</i>	Kavacık Köyü	Gerek-kırgız-B
İzolat 12	<i>T. foetida</i>	Kavacık Köyü	Gerek-kırgız-B
İzolat 13	<i>T. foetida</i>	Tozman Yaylası Düden Mevkii	Katea
İzolat 14	<i>T. foetida</i>	Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü	Gerek

Örnekler, hastalıklı konakçuları olan ekmeklik buğday taneleri ile birlikte temin edilmiş ve çalışmalarda kullanılmak üzere bu taneler kullanılmıştır. Hastalıklı tanelerden sürme sporları, her bir başağın içindeki sporlu tane ayrı ayrı kırılarak ve sadece sürme sporları kalana kadar buğdayın kavuz kısmı uzaklaştırılarak elde edilmiştir (Şekil 1). Hastalık yapma dereceleri, sürme hastalığına direnç geni içermediği bilinen Heinles VI buğday çeşidinde, tarla çalışmaları sonucu elde edilen veriler ile sağlanmıştır.



Şekil 1. *Tilletia* sp. izolatlarının spor görüntüleri.

2.2 SEM analizi

T. foetida ve *T. caries*'e ait tüm örneklerin SEM görüntüleri, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarlarında (MARAL) fotoğraflanmıştır. Sürme sporlarına ait her bir izolatın ayrı ayrı 100X, 1000X, 2500X, 5000X ve 10.000X büyütmede görüntüleri elde edilmiş ve bu görüntüler kullanılarak sporların morfolojik analizleri gerçekleştirilmiştir. Sporlara ait hücresel boyut ölçümleri, her büyütme oranı için büyütme oranına bağlı cihaza ait ölçeklendirme sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.3 Etmenin patojenisitesini (Hastalık Oranlarını) belirlemek için Heines VII buğday çeşidinin ekilmesi

Heines VII buğday çeşidinin sürme hastalık oranlarının belirlenmesi için yapılan denemeler 2011-2012 yıllarında Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarlalarında yapılmıştır. Heines VII buğday çeşidi 1m X 1m boyutlarındaki parsellere, sıra arası 30 cm ve bloklar arasında 50 cm mesafe kalacak şekilde ekilmiştir.

2.4 Verilerin istatistik analizi

Her bir izolattan 50 spor hücresinin ölçümü yapılmıştır. Hücre ebatlarına ait ölçüm değerlerin aritmetik ortalamaları alınmıştır. Örneklerin ebatlarını birebir karşılaştırmak amacıyla 10000X büyütmede cihazın ölçüm programı kullanılmıştır. Elde edilen veriler, her bir izolata ait hastalık yapma oranları ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalardaki korelasyon analiz hesaplamaları SAS (1987) paket programı kullanılarak yapılmıştır.

3. Bulgular

3.1 SEM analizi

Sürme sporlarına ait her bir izolatın 100X, 1000X, 2500X, 5000X ve 10.000X büyütmede görüntüleri elde edilmiştir (Şekil 2). Spor örneklerinin ölçümlerinde, 10000X büyütmede cihaza ait software yardımı ile ölçüm değerleri fotoğraflanmıştır (Şekil 3). *T. foetida* ve *T. caries*'e ait örnekler incelenip karşılaştırıldığında; *T. foetida* izolatlarının tamamının düz hücre duvarına sahip oldukları, küre ve oval şeklinde olmasına karşın *T. caries*'e ait örneğin daha çok küresel ve golf topu şeklinde karakteristik bir görünüme sahip olduğu görülmüştür. 100X'lik büyütmede ayrımın mümkün olmadığı, ancak 1000X'lik büyütmede belirgin olarak farklılığın gözlemlenebildiği tespit edilmiştir.

3.2 Verilerin istatistik analizi

T. foetida ve *T. caries*'e ait spor örneklerinin hücre boyutlarının aritmetik ortalamaları ve çalışmada Heines VII buğday çeşidi üzerinde tarla verilerinden elde edilen hastalık yapma oranları Tablo 2'de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

Çalışmada elde edilen ve tabloda da karşılaştırmalı olarak gösterilen veriler göz önüne alınarak yapılan pearson korelasyon analiz sonucunda, Ortalama Hücre Boyutları (μm) değişkeni ile Hastalık Yapma Oranı (%) değişkeni arasında pozitif doğrusal bir ilişki söz konusudur ($P < 0.05$). Yani yukarıda sözü geçen iki değişken arasındaki P değeri 0.0114 olarak bulunmuştur. İki değişken arasındaki korelasyon katsayısı (r) ise 0.67452 olarak elde edilmiştir. Bu istatistiksel sonuçlar doğrultusunda *T. foetida*'nın tüm izolatları için verilerin anlamlı olduğu gözlenmiştir.

Tablo 2. *T. foetida* ve *T. caries* 'e ait izolatlarına ait hücre boyutları ve hastalık yapma oranları.

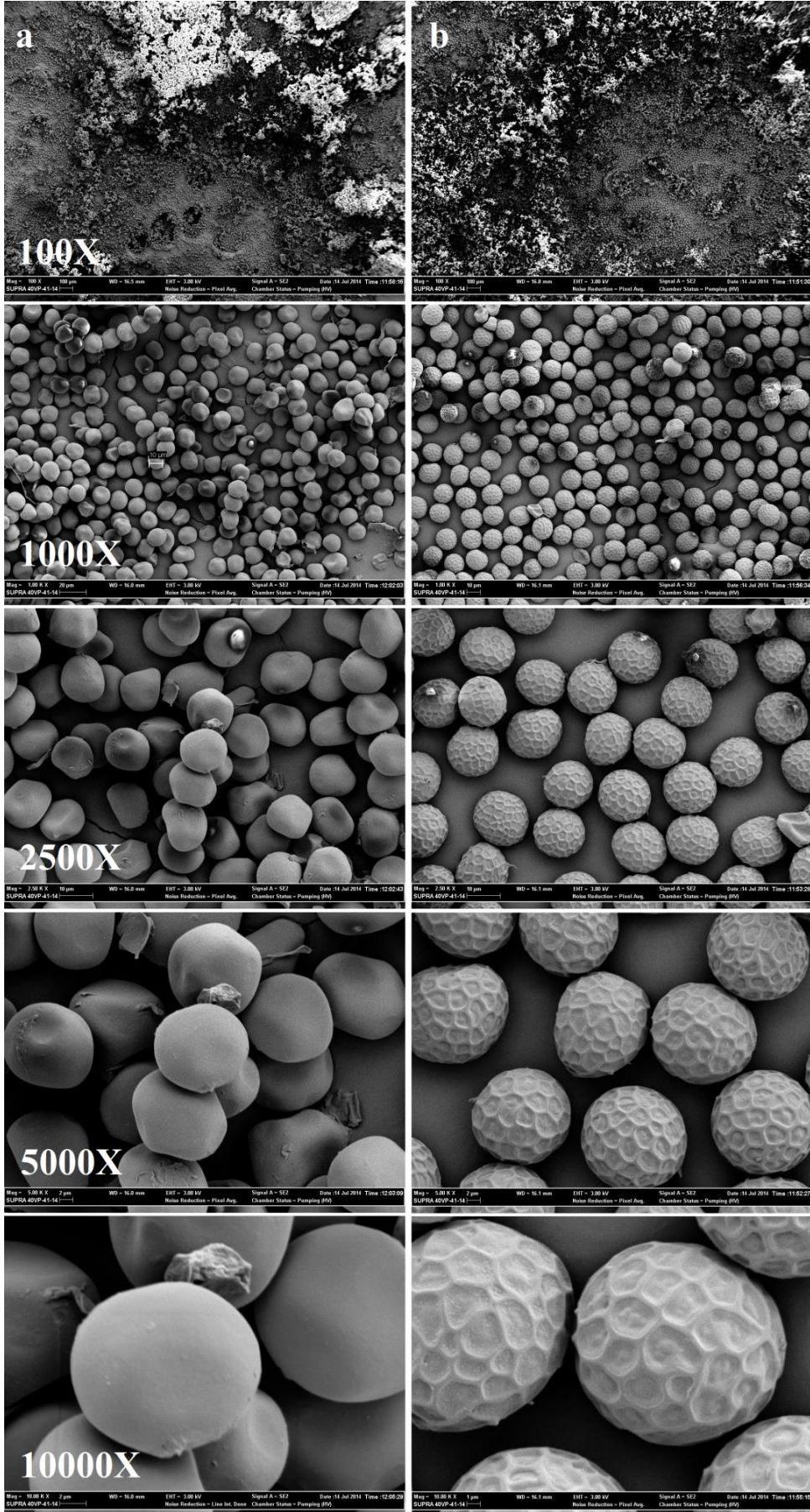
İzolat No	Tür	Ortalama Hücre Boyutları (μl)	Hastalık Yapma Oranı (%)
İzolat 1	<i>T. foetida</i>	13,470	33
İzolat 2	<i>T. caries</i>	15,955	66
İzolat 3	<i>T. foetida</i>	14,205	88
İzolat 4	<i>T. foetida</i>	13,514	54
İzolat 5	<i>T. foetida</i>	13,235	64
İzolat 6	<i>T. foetida</i>	14,411	73
İzolat 7	<i>T. foetida</i>	14,882	86
İzolat 8	<i>T. foetida</i>	14,514	85
İzolat 9	<i>T. foetida</i>	14,088	86
İzolat 10	<i>T. foetida</i>	14,338	81
İzolat 11	<i>T. foetida</i>	13,264	78
İzolat 12	<i>T. foetida</i>	14,764	93
İzolat 13	<i>T. foetida</i>	14,441	78
İzolat 14	<i>T. foetida</i>	14,117	76

4. Sonuçlar ve tartışma

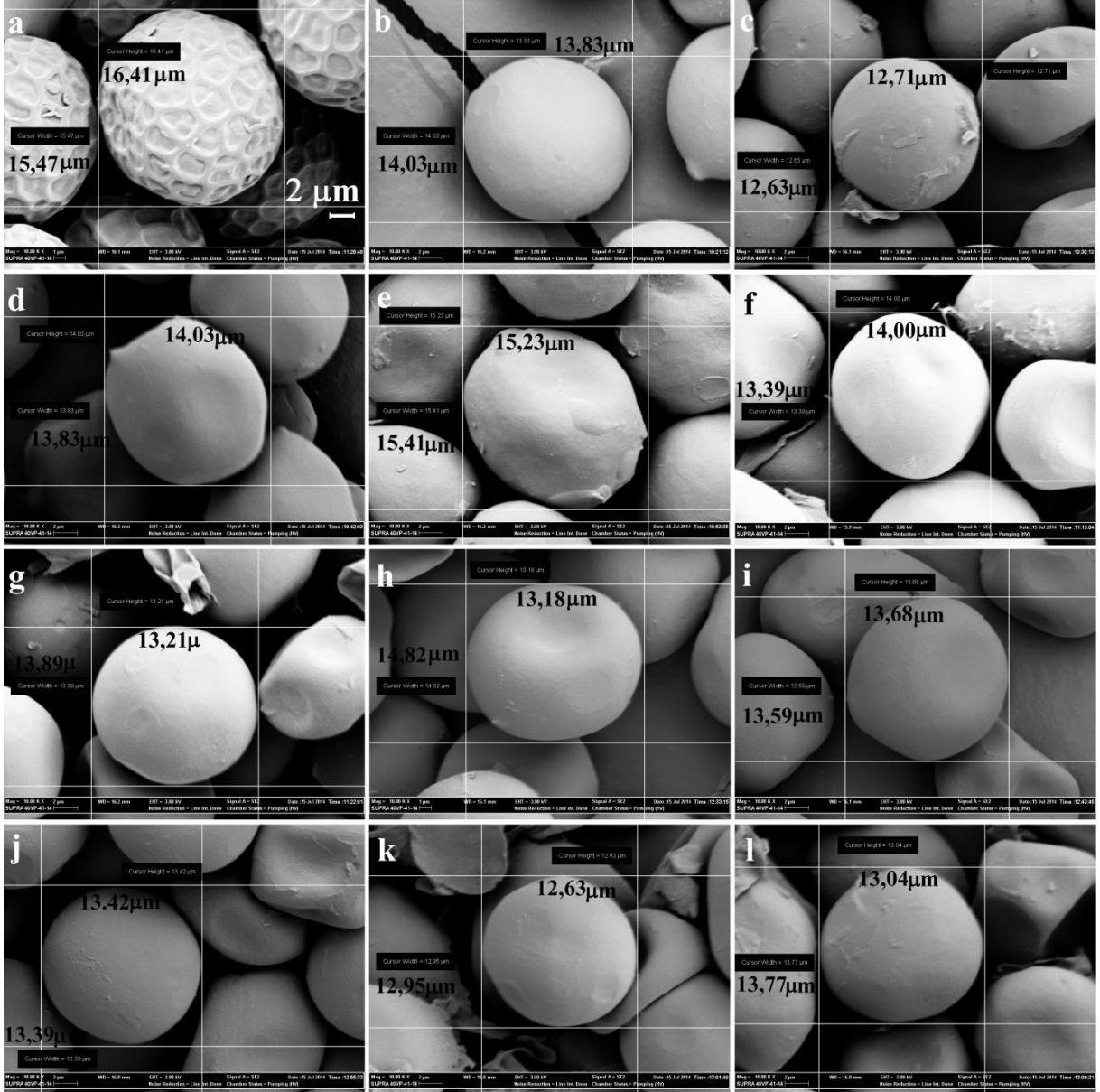
Hastalıkla mücadelede genişleyen çevre bilinci, hastalıklara karşı dayanıklı çeşit geliştirme ve organik tarıma karşı artan ilgi, kimyasal tarım ilaçlarının kullanımının azalmasına ve alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesine yol açmıştır (Josefsen ve Christiansen, 2002). Günümüzde patojenlerin teşhis edilmesinde ve tanımlanmasında mikroorganizmaların SEM analizlerinin yapılması önemli bir yer tutmaktadır.

Tilletia sp. ile ilgili ilk SEM analizleri 1968 yılında mantar sporlarının yüzeyleri ile ilgili bilgi edinmek amacıyla bir grup mantar örneği arasında yer alan *T. caries* ile başlamıştır (Mosse ve Jones, 1968). 1998 yılında Aggarwal ve ark. tarafından sürme patojenlerinin tespiti amacıyla yapılan SEM ve ışık mikroskobu analizleri içinde *T. foetida*'ya ait bir SEM görüntüsüne yer verilmiştir (Aggarwal vd., 1998). Günümüze kadar dünyanın birçok yerinde farklı *Tilletia* türünün ışık mikroskobu ve SEM kullanılarak; hem karakterizasyon hem de spor çimlenme özelliklerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. 1977 yılında *T. controversa* (Trione ve Krygier, 1977), 1995 yılında *T. hyalospora* (Ingold, 1995), 1997 yılında *T. opaca*, *T. sumati* (Ingold, 1997a), ve *T. caries* (Ingold, 1997), 1998 yılında *Tilletia goloskokovii*, *T. separata*, *T. menieri* ve *T. sphaerococc* (Boyd, 1998), 1999 yılında *T. walkei* *T. indica* *T. eragrostidis* *T. horrida* ve *T. lolii* (Castlebury ve Carris, 1999), 2006 yılında *T. indica* ve *T. borrida* (Carris vd., 2006), 2007 yılında *T. vankyi* (Carris vd., 2007), 2009 yılında *T. mauritiana* (Piatek, 2009), *T. pseudoraphidis*, *T. majuscule* ve *T. sehimicola* (Shivas ve McTaggart, 2009), 2014 yılında *T. mactaggartii*, *T. geeringii* ve *T. marjaniae* (Li, 2014) türlerinin morfolojik analizleri ve çimlenme şekilleri üzerine çalışmaların olduğu görülmektedir.

Ülkemizde, Tuncel 2006 da yaptığı tez çalışmasında *Tilletia* sp. sporlarının ayrı ayrı preparatlarını hazırlayarak ışık mikroskobunda 1000x büyütmeye teliospor çeperlerinin yüzey strüktürünü incelemiş ve *T. foetida*'nın sporlarının kahverengi, küremsi, elipsoidal ve çeperinin düzensiz olduğunu; *T. caries*'in ise sporlarının sarı kahverenginden koyu yeşile kadar değişen renkte olduğunu ve hücre çeperlerinin 5-6 köşeli bal renginde olduğunu belirlemiştir (Matanguihan ve Jones, 2011). 2015 yılında Albughobeish ve Jorf tarafından İran'da yapılan bir araştırmada *T. foetida* (*leavis*) ve *T. caries*'den sadece birer izolata ait sporların SEM görüntüsü yayınlanmış, ancak hücresel boyutları hakkında bilgi verilmemiştir (Albughobeish, 2015). *T. foetida*'ya ait ilk SEM bilgisi 1998 yılında 22.5 μm ölçülerinde olduğuna dair tek bir izolata ait verilerdir (Aggarwal vd., 1998).



Şekil 2. *T. foetida* ve *T. caries*'e ait sporların 100X, 1000X, 2500X, 5000X ve 10.000X büyütmede görüntüleri. a: *T. foetida* izolat 1'e ait örnek, b: *T. caries*'e ait izolat 2 örneği.



Şekil 3. *T. foetida* ve *T. caries*'e ait sporların 10.000X büyütmede tek bireye ait görüntü ve ölçüleri. a: *T. caries* izolat-2, b-i: *T. foetida* izolat 3-14. İzolatlar

Bu çalışmada ilk kez *T. foetida*'ya ait 13 farklı izolat ve sporların SEM görüntüleri ve hüresel boyutlarının ölçümü gerçekleştirilmiştir. Ayrıca karşılaştırma amacıyla *T. caries*'e ait bir izolata da SEM analizi yapılmıştır. *T. caries*'e ait örneğin morfolojik olarak çok net bir şekilde *T. foetida*'dan ayrıldığı, ancak bu ayrımın sadece 1000x ve üzeri büyütmelelerde gözlemlenebildiği görülmüştür. Her bir izolata ait 50 sporun hüresel boyutlarının ortalama değerleri Tablo 2'de verilmiş ve bu izolatların hastalık yapma (patojenite) dereceleri ile karşılaştırılmıştır. Yapılan korelasyon analizi sonucunda *T. foetida* sporlarının hüresel boyutlarının büyüklüğü ile patojenite oranları arasında paralellik olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2). *T. foetida*'nın hücre büyüklüğü arttıkça buna paralel olarak hastalık yapma yani patojenite derecelerinin de yükseldiği görülmüştür. Bu durum, 14 izolatın 13'ünde net olarak görülmekte ve elde edilen sonucu desteklemektedir.

T. foetida izolatlarının fenotipik karakterizasyonundan elde edilen bu veriler ve izolatların patojenite oranları ile birlikte değerlendirilerek kullanılması, sürmeye dayanıklı buğday çeşitlerinin ıslah çalışmalarında, hem zaman hem de iş gücü ve ekonomik anlamda önemli bir katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- AAggarwal, R., Srivastava, K. D., Sing, D.V. 1998. Detection of bunt and smut pathogens of wheat through scanning electron microscopy. *Indian Phytopath* 51/2: 190-193.
- Agrios, G. N. 1997. *Plant Pathology*. Academic Press New York, U.S.A.

- Akan, K., Çetin, L., Albostan, S., Düşünceli, F., Mert, Z. 2007. İç Anadolu'da Görülen Önemli Tahıl ve Nohut Hastalıkları. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Bitki Hastalıkları ve Dayanıklılık Islahı Bölümü. 29-38.
- Albughobeish, N., Ali, S., Jorf, M. 2015. New races of *Tilletia laevis* and *T. caries*, the causal agents of wheat common bunt in Khuzestan province. Iran, J. Crop Prot. 4/1: 59-65.
- Boyd, M. L., Carris, L. M., Gray, P. M. 1998. Characterization of *Tilletia goloskokovii* and Allied Species. Mycologia 90/2: 310-322.
- Carris, L. M., Castlebury, L. A., Goates, B. J. 2006. Nonsystemic Bunt Fungi *Tilletia indica* and *T. horrida*: A Review of History, Systematics, and Biology. Annu. Rev. Phytopathol. 44/1: 13-33.
- Carris, L. M., Castlebury, L. A., Huang, G., Steve, C., Aldermand, Y., Luoc, J., Baoa, X. 2007. *Tilletia vankyi*, "a new species of reticulate spored bunt fungus with non conjugating basidiospores infecting species of Festuca and Lolium. Mycological Research 1386 –1398.
- Castlebury, L. A., and Carris, L. M. 1999. *Tilletia walkeri*, a new species on *Lolium multiflorum* and *L. perenn.* Mycologia 91/1:121-131.
- Eibel, P., Wolf, G. A., Koch, E. 2005. Detection of *Tilletia caries*, Causal Agent of Common Bunt of Wheat, by ELISA and PCR. J. Phytopathology 153: 297–306.
- Erarslan, A. 2007. *Konya İlinde Buğday Tohumlarıyla Taşınan Sürme (Tilletia Spp.) Ve Açık Rastık (Ustilago Nuda Var. Tritici Schaffn.) Hastalıklarının Bulaşıklığı Üzerine Araştırmalar*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Konya, Türkiye.
- Gang, D. R. and Weber, D. J. 1996. Using random amplified polymorphic DNA to analyze the genetic relationship and variability among three species of wheat smut (*Tilletia*). Botanical Bulletin of Academia Sinica 37: 173-180.
- Ingold, C. T. 1995. Products of teliospore germination in *Tilletia hyalospora*. Mycol. Res. 99 /10: 1247-1248.
- Ingold, C. T. 1997. The Basidium of *Tilletia* and Its Evolution. Mycologist 12: 98-100.
- Ingold, C. T. 1997a. Teliospore germination in *Tilletia opaca* and *T. sumatü* and the nature of the tilletiaceus basidium. Mycol. Res. 101/3: 281-284.
- Josefsen, L., Christiansen, K. S. 2002. PCR as a tool for the early detection and diagnosis of common bunt in wheat, caused by *Tilletia tritici*. Mycological Research, 106: 1287-1292.
- Koprivica, M., Zouhar, M., Prokinova, E., Rysanek, P. 2004. Detection of *Tilletia controversa* and *Tilletia caries* in wheat by PCR method. Plant Soil Environ 50: 75–77.
- Li, Y. M., Shivas, R. G., Cai, L. 2014. Three new species of *Tilletia* on Eriachne from North-Western Australia Mycoscience. 55: 361-366.
- Matanguihan, J. B. and Jones, S. S. 2011. A New Pathogenic Race of *Tilletia caries* possessing the broadest virulence spectrum of known races. Online Plant Health Progress. doi:10.1094/PHP-0520-01-RS.
- Mosse, B. and Jones, G. W. 1968. Surface Features of Fungal Spores as Revealed in A Scanning Electron Microscope Trans. Br. Mycol. Soc. 51: 3-4.
- Nagy, E. and Moldovan, V. 2007. The Effect of Fungicide Treatments on Wheat Common Bunt (*Tilletia Spp.*) In Transylvania. Agricultural Research and Development Station Turda 401100: 33-38.
- Özkan, M. and Damgacı, E. 1985. Türkiye'de Buğdayın Sürme Türleri(*Tilletia Foetida*(Wallr.) Liro Ve *Tilletia Caries* (D.C) Tulj'nin 1949-1964 Ve 1983 Yıllarında Coğrafik Yayılışı Üzerine Araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni 25: 1-17.
- Piatek, M. 2009. Sporisorium Themediae, New to Mauritius, and *Tilletia Mauritianana*, New To Madagascar. Polish Botanical Journal 54/1:21-26.
- SAS, 1987. SAS User's Guide: Statistics, SAS institute Inc., Carry, NC,USA.
- Shi, Y. L., Loomis, P., Christian, D., Carris, L. M., Leung, H. 1996. Analysis of the Genetic Relationship Among the Wheat Bunt Fungi Using RAPD and Ribosomal DNA Markers. Phytopathology 86: 311-318.
- Shivas, R. G., and McTaggart, A. R. 2009. Three new species of *Tilletia* on native grasses from northern Australia. Australasian Plant Pathology 38: 128-131.
- Trione, E. J. and Krygier, B. B. 1977. New Tests to Distinguish Teliospores of *Tilletia controversa*, the Dwarf Bunt Fungus, from Spores of Other *Tilletia* Species. The American Phytopathological Society 66: 1166-1172.
- Tuncel, M. 2006. *Konya Yöresinde Hasat Edilen Buğday Ürünündeki Sürme Hastalığı (Tilletia Spp.) Ve Hastalığın Patojenitesini Etkileyen Bazı Faktörler Üzerine Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Konya, Türkiye.
- Umay, A. 2015. *Sürme Hastalığı Etmeni (Tilletia foetida)'nin Genotipik ve Fenotipik Karakterizasyonu*. Doktora Tezi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilecik, Türkiye.

(Received for publication 01 January 2016; The date of publication 15 April 2016)