

Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (4):601-613
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.886497>

Ali YİĞİT^{1*} 

Adem GÖKÇÖL² 

¹ Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 09100, Koçarlı, Aydın, Türkiye

² Ege Üniversitesi, Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi, 35040, Bornova, İzmir, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):

ali.yigit@adu.edu.tr

Anahtar sözcükler: çeltik, vigor, EC, çimlenme, hızlandırılmış yaşlanma

Keywords: rice, vigor, EC, germination, accelerated aging

Çeltik (*Oryza sativa* L.) Tohumlarına Uygulanabilecek Vigor Test Yöntemlerinin Optimizasyonu*

Optimization of Vigor Test Methods for Rice (*Oryza sativa* L.) Seeds

* Bu makale Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 12ZRF050 Numaralı proje olarak desteklenmiştir.

Alınış (Received): 25.02.2021

Kabul Tarihi (Accepted): 05.05.2021

ÖZ

Amaç: Çeltik yetiştiriciliğinde çimlenme gerçekleşinceye kadar birçok abiyotik ve biyotik stres koşulları meydana gelmektedir. Bu nedenle tohum gücü (vigor) değeri optimum bitki sıklığını ve birim alandan daha yüksek verimi elde edebilmek için en önemli etmen olmaktadır. Çalışmamızda farklı tohum gücü test yöntemi ve koşullarının tarla çıkış testine göre optimizasyonu yapılarak uygun tohum gücü test koşullarının tohum test laboratuvarlarında kullanılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen 14 adet çeltik çeşidi 6 farklı lokasyondan çiftçi ve tohumluk firmalarından elde edilmiştir. Bu tohumlara ait 38 adet tohum lotunda standart çimlenme, elektriksel iletkenlik (EC), 10 adet hızlandırılmış yaşlanma test koşulu (41°C 48/72, 42°C 48/72, 43°C 48/72, 44°C 48/72, 45°C 48/72 s) ve tarla çıkış testleri uygulanarak vigor testleri ile tarla çıkış testi arasında korelasyon analizleri yapılmıştır.

Araştırma Bulguları: Türkiye’de yaygın olarak kullanılan çeltik çeşitlerinde tohum depolama ve tarla çıkış potansiyelinin belirlenmesinde hızlandırılmış yaşlanma testinin vigor testi olarak kullanılabileceği ve 44°C 72 s koşulunun tarla çıkış testi ile yüksek korelasyon ($r=0.984^{**}$) gösterdiği belirlenmiştir.

Sonuç: Tohum test laboratuvarlarında çeltik tohumları için standart çimlenme testinin yanı sıra vigor testi olarak hızlandırılmış yaşlanma testinin 44°C 72 s koşulunda yapılabileceği tespit edilmiştir.

ABSTRACT

Objective: Several abiotic and biotic stress conditions could be occurred in paddy rice fields until germination. Therefore, seed vigor value is the most important factor to obtain optimum plant density and higher yield per unit area. In the research, it was aimed that proper test conditions for seed vigor by optimizing different seed vigor test methods and conditions based on field emergence tests were to be used in seed test laboratories.

Material and Methods: The number of 14 rice varieties commonly grown in Turkey was obtained from both farmers and seed companies at six different locations. For the total of 38 seed lots, standard germination, electrical conductivity (EC), 10 accelerated aging test conditions (namely 41°C 48/72h, 42°C 48/72h, 43°C 48/72h, 44°C 48/72h, 45°C 48/72 h) and field emergence tests were performed, and then correlation analyzes were made between vigor tests and field emergence tests.

Results: It was revealed that accelerated aging test can be used as vigour test for predicting of seed storage and field germination potential of rice varieties grown widely in Turkey. Moreover, high correlation ($r=0.984^{**}$) was demonstrated between 44°C 72 h condition and field emergence test.

Conclusion: It has been determined that accelerated aging test as a vigor test can be performed under the condition of 44°C 72 h in seed testing laboratories besides standard germination test for rice seeds.

GİRİŞ

Dünya tahıl ekilişinin yaklaşık %22.3'ünü karşılayan çeltik (*Oryza sativa* L.), üretiminde ise %25'lik pay almaktadır. Dünya çeltik ekim alanının %85'lik bir kısmını oluşturan Asya kıtasında bulunmaktadır. Çeltik bitkisi burada yaşayan insanların günlük beslenmesinde temel besin kaynağı olarak tüketilmektedir. Türkiye'de 126,419 ha olan çeltik ekim alanı son 10 yıl içerisinde %28.5'lik bir artış göstermesine karşın verim değerlerinde son yıllarda azalma eğilimi gözlemlenmektedir (FAOSTAT, 2019). Ekim alanlarının artış göstermesine rağmen özellikle iklim koşullarının son yıllarda toprak hazırlığı için uygun olmayışı, hastalık etmenlerinin yaygınlığı, yabancı ot sorunu ve ekim zamanındaki gecikmeler çeltik tarımını olumsuz yönde etkilemektedir. Çeltik tarımında kaliteli tohumluk kullanımı kırmızı pirinç oranını azaltmakla birlikte verim ve pirinç randımanının artmasını sağlayan önemli ilkelerden birisidir. Ancak ülkemizde sertifikalı çeltik tohumluk üretimi 9,952 ton olup, tohumluk kullanımı oranı %39 düzeyindedir. Sertifikalı tohum kullanımı istenilen miktarın altında olması nedeniyle kalite ve hastalık yönünden olumsuz sonuçlara sebep olmakta ve verimi düşürmektedir (Sürek, 2002; TÜİK, 2019). Çeltik yetiştiriciliğinin diğer kültür bitkilerinden farklı olarak su dolu tavalarda içerisinde yapılması, ekimden itibaren abiyotik stres koşullarını da beraberinde getirmektedir. Stres koşullarında, iyi bir tohum ve fide çıkışının sağlanabilmesi için çimlenme hızı yeterli, yüksek çıkış gücü (vigor) özelliğine sahip tohumlukların ekilmesi gerekmektedir (IRRI, 2013).

Kaliteli tohumluk kullanımı yüksek verim elde etmenin en önemli şartlarından biri olduğu bilinen bir gerçektir. Tohumlukta kimlik özellikleri ve hijyenin yanı sıra tarla çıkış oranı gibi performans özelliklerinin de iyi olması gerekmektedir (Duman ve Gökçöl, 2017). Diğer yandan tohum yaşlanması ile çimlenme gücü ve hızı azalmakta, anormal fide gelişimi artmaktadır (İlbi ve Eser, 2004; Wang et al. 2010). Tohumların tarla koşullarında gösterecekleri sağlıklı bitki oluşturma performansları şeklinde tanımlanabilen "tohum gücü" aynı zamanda tohumun depolama performansı hakkında da bilgi vermektedir. Tohum vigoru testleri ile bozulma ve yaşlanma farklılıkları sonucu tohumların çok değişik stres faktörlerinin toplam etkilerini aşabilme ve bitki oluşturabilme gücü test edilebilmektedir (Eser vd. 2005; Kenanoğlu ve Dinler, 2018). Tohumlarda yaşlanma sırasındaki hücre membranındaki değişimler, yağlardaki değişim ve lipid peroksidasyonu, protein ve enzimlerdeki değişimler, DNA'daki değişim ve kromozom anormallikleri, karbonhidrat, hormon ve uçucu bileşiklerdeki değişimler meydana gelmektedir. Lipid peroksidasyonu ise en çok üzerinde durulan konu olup oksijen varlığında yağ asidi hidrokarbon zincirinin yüksek oranda serbest radikalli ortamlar oluşturarak okside olması sonucu meydana gelmekte ve bu durum tohum canlılığının azalmasına neden olmaktadır (Arın vd., 2019). Tohumların depolanması esnasında yaşlanmaya bağlı olarak meydana gelen değişimler; tohum kabuğu ve embriyoda renk değişimi, radisil çıkışı ve çimlenme oranlarında değişim, çimlenme kapasitesinin azalması, stres koşullarında çimlenme kapasitesi ve hızının azalması (vigorun düşmesi) ve anormal bitki oluşumlarında artış meydana gelmektedir (İlbi ve Geren, 2005). Biyokimyasal bozulmalar veya fiziksel parçalanma yolu ile belirlenen hücre membranlarının sağlamlığı tohum vigorunda ortaya çıkan farklılıkların temel sebebi olmakta ve indirek olarak iletkenlik testi, elektrolitlerin hücre dışına sızması ile ölçülmektedir. Hücre membranlarının sağlamlığını yitirmesi ve elektrolitlerin sızması tohum bozulmasının ilk semptomlarıdır. Bu sebeple, elektriksel iletkenlik testi (EC), yüksek ve düşük vigora sahip tohumların bozulmalarını en erken safhalarda belirleyen, en önemli ve etkili vigor testidir (McDonald, 1999). Çeltik yetiştiriciliğinde tohumlar depolarda 6 ay ile 1 yıl arasında tutulabilmektedir. Bu tohumların çimlenme testleri gerçekleştirilse de sonuçlar en uygun (optimum) çimlenme koşullarına göre olduğundan elde edilen veriler tarla çıkış oranlarından daha yüksek olmaktadır. Çeltikte, tohum vigorunun değerlendirilmesinde hızlandırılmış yaşlanma testi uygulanmaktadır. Tohum test laboratuvarlarında vigor testi olarak kullanılan hızlandırılmış yaşlanma test koşulları; 42 °C/72 s, 45 °C/96 s, 41 °C/72 s ve 41 °C/84 s kullanılmaktadır (Chhetri, 2009). Hızlandırılmış yaşlanma testi tohumların depolanma süreleri ve tarla çıkış performansları hakkında önemli bilgi vermektedir. Bu test ile tohumlar belirli bir sürede yüksek sıcaklık (40-45 °C) ve yüksek nispi nemin (%100) olduğu ortamda bekletilmektedir. Bu süre sonunda yaşlanmaya maruz bırakılan tohumlar çimlenme testine tabi tutularak yüksek vigor özelliğinde olan tohumlarda yüksek

çimlenme değerleri elde edilmektedir (Marcos-Filho, 2015). Çeltikte şu ana kadar uygun vigor testi belirleme konusunda birçok çalışma yapılmasına rağmen günümüzde çeltik için önerilebilecek uygun vigor testi ve hızlandırılmış yaşlanma test koşulu belirlenmemiştir. Özellikle farklı bölgelerden temin edilen çeltik tohum lotlarının vigor testlerine tabi tutularak Türkiye için uygun test ve koşullarının belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışma; genel olarak yapılan araştırmalarda önerilen hızlandırılmış yaşlanma testi koşullarının ülkemizde ekimi yapılan çeltik çeşitlerine ait tohum lotlarına uygulanmış ve çeltik tohumları için öneri düzeyinde olan vigor testlerinin tarla çıkış testleri ile korelasyonlarına bakılarak test protokollerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan bu çalışma ile Türkiye’de yaygın olarak kullanılan çeltik çeşitlerinin uygun vigor testi koşullarının belirlenmesi ve bu sayede tohumluk kalitesi ile verim ve üretimin artırılması hedeflenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Ege Üniversitesi Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi (TOTEM) ve Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü çeltik deneme havuzlarında yürütülen çalışmada; Osmancık, Baldo, Kızıltan, Beşer, Gala, Çakmak, Durağan, Edirne, Koral, Gönen, Paşalı, Efe, Hamzadere ve Halilbey çeltik çeşitleri kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Tohumluk partilerine ait çeşit ve lokasyon bilgileri

Table 1. Variety and location information of seed lots

Lot No	Çeşit	Lokasyon	Lot No	Çeşit	Lokasyon
1	Osmancık	Karacabey	20	Baldo	Gönen (4)
2	Osmancık	Gönen (1)+	21	Gala	Gönen (3)
3	Osmancık	Keşan	22	Osmancık	Gönen (3)
4	Baldo	Gönen (1)	23	Osmancık	Gönen (4)
5	Osmancık	İpsala (1)	24	Efe	Gönen
6	Kızıltan	Gönen	25	Osmancık	Gönen (5)
7	Beşer	Gönen	26	Osmancık	Gönen (6)
8	Gala	Gönen (1)	27	Baldo	Gönen (5)
9	Çakmak	Edirne	28	Osmancık	Gönen (7)
10	Durağan	Gönen	29	Hamzadere	Edirne
11	Osmancık	Gönen (2)	30	Osmancık	İpsala (2)
12	Çakmak	Edirne (2)	31	Edirne	Gönen (2)
13	Baldo	Gönen (2)	32	Gala	Gönen (4)
14	Osmancık	Edirne	33	Edirne	Gönen (3)
15	Baldo	Gönen (3)	34	Halilbey	Gönen
16	Edirne	Gönen (1)	35	Gönen	Edirne
17	Gala	Gönen (2)	36	Osmancık	Gönen (8)
18	Koral	Antalya	37	Gala	Gönen (5)
19	Paşalı	Edirne	38	Edirne	Gönen (4)

+: Aynı çeşit, aynı lokasyondan farklı çiftçi ve tohumluk firmalarından temin edilmiştir.

Çeşitlere ait tohum partileri 6 farklı lokasyondan farklı çiftçi ve tohumluk firmalarından temin edilmiştir. Toplamda 38 adet tohum lotu kullanılarak iyi çimlenme özelliği gösteren tohumlukların yanında çimlenme özelliği düşük olan tohumluklarda temin edilmiştir.

Laboratuvar tohum test çalışmaları

Çeltik tohumlarına ait çimlenme ve vigor testleri Ege Üniversitesi Tohum Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi (TOTEM) alt yapısı kullanılarak yürütülmüştür.

Her bir tohum lotuna ait tohumlar çimlendirme ve vigor testlerinden önce 5 g örnek 130 °C'de 1 saat süre ile tohum nemi belirlendikten sonra istenen nemdeki tohum ağırlığı hesaplanarak tohumların nem içeriği %14 olacak şekilde ayarlanmıştır. Çalışmada kullanılan 38 adet tohum lotunda ISTA (2014) kurallarında belirtildiği üzere standart çimlendirme testi çimlendirme kağıdında bohça usulü yöntemde 4 tekerrürlü olacak şekilde 50'şer adet ve embriyo kısımları yukarı gelecek şekilde dizilmiştir. Çeltik tohumları standart çimlendirme testi iklim odasında optimum 25 °C sıcaklıkta, %50 nem ve aydınlık ortamda 14 gün süre ile yürütülmüştür. Yapılan çalışmada özellikle çimlenme değeri düşük olan tohumlara da yer verilerek tohum vigor testleri açısından uygun varyasyonun yakalanması da amaçlanmıştır. Elektriksel iletkenlik (EC) testi öncesi kullanılacak materyallerde temizlik testi yapılmıştır. Bu amaçla; 250 ml saf su (saf su iletkenlik testi 5µS/cm'den düşük) erlenmayer içerisine konulduktan sonra 20 °C'de 24 saat süre sonunda kondüktivimetre ile iletkenlik değerleri ölçülmüştür. Her bir tohum lotunda 4 tekerrür kullanılarak 50'şer adet tohum tartılıp, tartım sonrası tohumlar 20 °C'de bekleyen içinde saf su bulunan (250 ml) beherlere konularak, 24 saat sonunda kaplar içerisinde bulunan saf su kondüktivimetre cihazı ile ölçümleri yapılarak, ortalama kontrol iletkenlik değeri ile her kaptaki tohum ağırlıkları kullanılarak tohumların elektriksel iletkenlik değerleri hesaplanmıştır (ISTA, 1995). ISTA tarafından belirlenen 20 °C 24 saat süresine ek olarak çalışmada ayrıca 48 ve 72 saat süreleri de deneme desenine dahil edilmiştir (ISTA, 1995). Hızlandırılmış yaşlanma (HYT) testinde ise çeltik tohum lotlarına ait 4 tekerrürlü olacak şekilde 200 adet tohum tel ağ sepetlerin (8 cm çap ve 9 cm uzunluğunda 3.5 cm'lik bacaklara sahip) içine yerleştirilmiştir. 40 ml saf su (dezenfekte edilmiş) plastik kutulara eklenmiştir. Tohumlar hızlandırılmış yaşlanma kabini içerisinde önceki çalışmalar dikkate alınarak belirlenen şartlar altında 10 adet hızlandırılmış yaşlanma koşulunda (41, 42, 43, 44 ve 45 °C sıcaklıkta, 48 ve 72 saat) 48-72 saat ve 40-45 °C sıcaklık aralıklarında ve hızlandırılmış yaşlanma kabini içinde %100 ortalama nemli koşullarda maruz bırakılmıştır (Chhetri, 2009, ISTA, 1995). Yaşlandırma uygulamalarının ardından tohumlar standart çimlenme alınarak her bir tohum lotunun vigoru hakkında % değer elde edilmiştir.

Tarla çıkış testi

Çalışmada kullanılan tüm vigor testlerin tarla koşullarında performanslarını da belirlemek amacıyla çeltik tohum lotlarına tarla çıkış testi de uygulanmıştır. Bu amaçla; tüm tohum lotları Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde yer alan çeltik yetiştirme havuzunda, her bir sıraya 15 adet tohum gelecek şekilde 4 tekerrürlü olacak şekilde ekim işlemi yapılmıştır. Havuz içerisinde ekimden sonra sürekli su miktarı kontrol edilerek göllenmesi sağlanmıştır. Tarla çıkış testi için 14 gün boyunca her bir lot için fide (Zadoks 13) sayımı yapılmış ve bu süre sonunda her bir lot için % olarak tarla çıkış değerleri elde edilmiştir.

İstatistiksel değerlendirme

Çalışmada elde edilen verilerin istatistik değerlendirmesi için SPSS 19 paket programı kullanılarak tesadüf parselleri deneme desenine uygun olacak şekilde ANOVA testi uygulanmış ve farklılıkların gruplandırması ise DUNCAN çoklu karşılaştırma testi ile yapılmıştır. İncelenen tüm test yöntemleri arasında korelasyon analizleri de yapılarak hangi vigor testi ve koşulunun tarla çıkış testi ile uyumlu olduğu analiz edilmiştir.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Standart çimlenme oranı (%)

Tohumluk kalite kontrollerinde yaygın kullanılan standart çimlendirme testi, optimum tarla koşullarındaki çıkışın tahmin edilmesi amacıyla uygulanmaktadır. Tohumların canlılıklarının ekim öncesi bilinmesi tarla çıkışı ve ekim sıklığı açısından büyük önem arz etmektedir (Akbudak ve Başay, 2009). Her bir tohum lotunun çimlenme oranı ortalaması dikkate alınarak yapılan varyans analiz sonuçlarında tohum lotları arasında istatistiksel anlamda önemli fark olduğu ($p<0.01$) belirlenmiştir. Toplam 38 lot içerisinde 25 adet tohum lotunun çimlenme değeri %85 ve üzeri bulunarak yüksek çimlenme değerine sahip

oldukları belirlenmiştir. En yüksek çimlenme oranı %99.0 değeri ile 38. tohum lotunda elde edilirken, en düşük çimlenme oranı %12.1 ile 20. tohum lotunda bulunmuştur (Çizelge 2). Genel olarak çeltik tohumlarının standart çimlenme oranı değerleri tarla çıkış testine oranla daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu nedenle optimum koşullarda yapılan çimlendirme testinin tohumların tarla performanslarını net olarak yansıtamadığı bu yüzden vigor testlerinin de tohum kalitesi yönünden mutlaka değerlendirilmesi gerekmektedir (Başak, 2006).

Çizelge 2. Çeltik tohum lotlarına ait standart çimlenme ve elektriksel iletkenlik değerleri

Table 2. Standard germination and electrical conductivity test mean values of rice seed lots

Standart Çimlenme Oranı (%)				Elektriksel İletkenlik Değeri ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$)			
Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama
1	86.0 f-i	20	12.1 o	1	5.33 cd	20	3.41 pq
2	74.5 klm	21	96.0 abc	2	3.40 pq	21	4.31 jkl
3	92.7 a-e	22	82.5 hij	3	2.91 r	22	4.26 kl
4	82.5 hij	23	69.0 m	4	4.93 efg	23	2.62 s
5	92.5 a-f	24	92.8 a-e	5	3.43 pq	24	3.53 opq
6	81.0 ijk	25	84.1 g-j	6	2.90 r	25	5.23 de
7	96.0 abc	26	84.0 g-j	7	4.39 ijk	26	3.41 pq
8	95.5 abc	27	92.5 a-f	8	3.73 no	27	6.22 a
9	88.5 d-h	28	95.7 abc	9	3.63 nop	28	5.32 cd
10	94.5 a-d	29	95.0 a-d	10	4.08 lm	29	4.54 hij
11	94.5 a-d	30	82.5 hij	11	5.70 b	30	4.92 fg
12	94.5 a-d	31	96.7 ab	12	3.83 mn	31	5.61 bc
13	94.7 a-d	32	95.7 abc	13	4.80 gh	32	2.72 rs
14	70.7 m	33	97.8 ab	14	4.53 ij	33	4.51 ijk
15	92.0 b-f	34	87.5 e-i	15	4.34 jk	34	4.60 hi
16	98.5 ab	35	94.7 a-d	16	3.61 nop	35	6.33 a
17	55.7 n	36	96.7 ab	17	3.31 q	36	3.32 q
18	78.5 jkl	37	89.8 c-g	18	4.52 ij	37	3.47 pq
19	74.2 lm	38	99.0 a	19	5.11 def	38	4.25 kl
Ortalama: %86.3, HKO: 8.19**				Ortalama: 4.2 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, HKO: 0.43**			
*: 0.05, **: 0.01 düzeyinde önemli; HKO: Hata kareler ortalaması							

Elektriksel iletkenlik testi (EC)

Tohumlarda yaşlanma esnasında canlılıkta meydana gelen azalma ile ters orantılı olarak hücre zarlarının bozulma oranı artarak hücre zarları seçici geçirgenlik özelliğini kaybederek zamanla daha çok zarar görmekte ve sitoplazmadan dışarı sızan maddelerin (şekerler, amino asitler, iyonlar, vs.) miktarlarında da artışlar meydana gelmektedir. Bu prensibe dayalı olarak, EC testi daha çok bezelye, fasulye ve soya tohumları için kullanılsa da diğer birçok türün tohumlarında canlılık hakkında bilgi verebilmektedir (Sivritepe, 2011). Tohumdan suya geçen iyon ve özellikle K iyonlarının yarattığı elektrik akımını ölçmeye dayalı olan EC testi, hücrelerde membran sistemlerindeki bütünlüğün bozulmasından dolayı tohumdan suya geçen iyon miktarı arttıkça, çözeltideki elektrik iletkenliği de artmaktadır (Eser ve İbi, 2019). EC test sonucu $<25 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ise vigoru yüksek uygun olmayan çevre koşullarında ekimi yapılabilecek tohumluk, $>43 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ise ekim için uygun olmayan tohumluk sınıfındadır (ISTA, 1995).

Bu çalışmada incelenen çeltik tohum lotları 24 saat süre sonunda elde edilen ortalama değerler Çizelge 2'de verilmiştir. Çalışmada 24 ve 48 saat sonunda tohumların iletkenlik değerleri $25 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ değerinin oldukça altında elde edilmiştir. Çeltikte iletkenlik testi için tohumlar tekrar ölçüm için 72 saat

inkübatöre konulduğunda ise tohumlarda çimlenme görülmüştür. Her bir tohum lotunun ortalaması dikkate alınarak yapılan varyans analiz sonuçlarında tohum lotları arasında 0.01 düzeyinde istatistiksel anlamda önemli fark ortaya çıkmıştır. Ancak elde edilen değerler incelendiğinde çimlenme değeri düşük olan tohumlarında EC değerinin düşük yani vigor değerinin yüksek olduğu bulunmuştur. Bu nedenle yapılan çalışmada çeltik tohumları için iletkenlik testinin vigor testi olarak kullanılmasının uygun olmadığı bulunmuştur.

Önceki yapılan araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilerek; bezelyede tarla çıkışı ile tohum kalitesi arasındaki korelasyonu incelendiğinde ve su stresi ($r=0.78^{**}$), kontrollü bozulma ($r=0.91^{**}$) ve laboratuvar toprak çıkışı ($r=0.94^{**}$) testlerinin tarla çıkışını tahminlemede iyi olduğunu fakat elektriksel iletkenlik ($r=0.51$) testinin başarısız olduğu belirlenmiştir (Chhetri, 2009). Farklı vigor test yöntemlerinin karşılaştırıldığı çalışmada çeltik tohumlarında yapılan EC testi sonuçlarının 57-84 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ değerleri arasında olduğu ve tohum lotları arasında çok fazla varyasyon olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. İncelenen vigor testleri içerisinde en uygun olarak soğuk ve hızlandırılmış yaşlanma testlerinin uygun olduğu ifade edilmiştir (Patin ve Gutormson, 2015).

Hızlandırılmış yaşlanma testi (HYT) 41 °C, 48 ve 72 saat koşulu

Delouche ve Baskın (1973) hızlandırılmış yaşlanma prosedürünü tohum depolanabilirliğini ölçmek ve vigoru değerlendirmek üzere geliştirmiştir. Bu testin temelinde daha yüksek vigora sahip tohumların yüksek nem ve sıcaklık koşullarını daha iyi tolere edebilmektedirler.

Çizelge 3. Hızlandırılmış yaşlanma 41 °C, 48 ve 72 saat test koşulu ortalama değerleri (%)

Table 3. Accelerated aging test mean values of 41 °C, 48 ve 72 hour condition (%)

HYT 41 °C 48 saat (%)				HYT 41 °C 72 saat (%)			
Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama
1	26.5 g	20	0.00 i	1	18,5 h	20	0,00 i
2	0.00 i	21	85.5 ab	2	0,00 i	21	83,0 a-d
3	83.5 abc	22	0.00 i	3	86,5 ab	22	0,00 i
4	29.5 g	23	0.00 i	4	22,0 h	23	0,00 i
5	75.0 cd	24	0.00 i	5	72,5 def	24	0,00 i
6	0.00 i	25	16.0 h	6	0,00 i	25	7,00 i
7	25.5 g	26	2.00 i	7	25,0 h	26	3,50 i
8	6.00 i	27	53.5 ef	8	6,00 i	27	63,5 f
9	2.00 i	28	83.0 abc	9	0.00 i	28	84.0 abc
10	26.5 g	29	3.50 i	10	22.5 h	29	3.50 i
11	85.5 ab	30	7.00 i	11	75.5 b-e	30	6.00 i
12	53.0 ef	31	69.0 d	12	51.7 g	31	80.2 a-d
13	59.0 e	32	78.5 bc	13	66.0 ef	32	83.5 a-d
14	2.00 i	33	92.5 a	14	2.00 i	33	86.0 abc
15	84.0 abc	34	76.0 bcd	15	75.0 cde	34	83.5a-d
16	91.5 a	35	75.0 cd	16	91.5 a	35	75.5 b-e
17	0.00 i	36	84.0 abc	17	0.00 i	36	81.5 a-d
18	52.0 ef	37	45.0 f	18	28.5 h	37	41.5 g
19	0.00 i	38	91.0 a	19	0.00 i	38	91.5 a
Ortalama: %41.3, HKO: 13.15**				Ortalama: %39.9, HKO: 19.52**			

Çalışmada hızlandırılmış yaşlanma test koşullarından biri olan 41 °C 48 ve 72 saat süre vigor testi sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Her bir tohum lotuna ait değerler dikkate alındığında varyans analiz sonuçlarına göre 0.01 düzeyinde istatistiksel anlamda önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Her iki test

koşulunda bazı tohum lotlarına ait değerlerde herhangi bir çimlenme aktivitesi görülmezken 16, 33, 38 ve 21 numaralı tohum lotlarında oldukça yüksek değerler elde edilmiştir. Tohum gücünün değişmesine bağlı olarak tarla çıkış değerlerinin de arttığı ve azaldığı görülmektedir. Ancak elde edilen değer ve korelasyon analizleri incelendiğinde 41 °C 48 ve 72 saat HYT vigor test koşullarının tarla çıkış değerlerini yansıtmadığı görülmüştür (Çizelge 9). Rodo ve Filho (2003)'nun soğan tohumları için hızlandırılmış yaşlanma testinin 41°C/48 ve 72 saat test koşullarının vigor testi olarak en uygun test yöntemi olduğunu belirtmişlerdir. Ancak çalışmamızda bu test koşullarının çeltik için uygun olmadığı anlaşılmıştır.

Hızlandırılmış yaşlanma testi (HYT) 42 °C, 48 ve 72 saat koşulu

Hızlandırılmış yaşlanma testi 42 °C, 48 ve 72 saat koşuluna ait ortalama değerler Çizelge 4'te verilmiştir. Her iki test koşulunda tohum lotlarına ait değerler dikkate alındığında varyans analiz sonuçlarına göre 0.01 düzeyinde istatistiksel anlamda önemli olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4. Hızlandırılmış yaşlanma 42 °C, 48 ve 72 saat test koşulu ortalama değerleri (%)

Table 4. Accelerated aging test mean values of 42 °C, 48 ve 72 hour condition (%)

HYT 42 °C 48 saat (%)				HYT 42 °C 72 saat (%)			
Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama
1	3.75 lmn	20	0.00 n	1	2.50 no	20	0.00 o
2	0.00 n	21	43.7 ab	2	0.00 o	21	39.5 bcd
3	41.7 abc	22	0.00 n	3	40.7 abc	22	0.00 o
4	5.50 klm	23	0.00 n	4	5.25 mn	23	0.00 o
5	37.7 cde	24	0.00 n	5	35.5 cde	24	0.00o
6	0.00 n	25	6.25 kl	6	0.00 o	25	2.50 no
7	9.00 jk	26	1.00 mn	7	12.7 jkl	26	0.00 o
8	2.50 lmn	27	14.5 hi	8	1.00 no	27	15.2 jk
9	1.00 mn	28	40.5 a-d	9	0.00 o	28	39.7 bcd
10	11.7 ij	29	3.50 lmn	10	12.2 kl	29	1.50 no
11	41.2 a-d	30	2.33 lmn	11	39.7 a-d	30	1.33 no
12	19.5 g	31	37.0 cde	12	23.0 hi	31	33.2 ef
13	27.0 f	32	33.2 e	13	29.5 fg	32	37.2 cde
14	0.00 n	33	37.5 cde	14	0.00 o	33	44.2 ab
15	39.5 bcd	34	44.5 ab	15	35.0 def	34	35.2 cde
16	46.0 a	35	34.2 e	16	47.0 a	35	35.2 cde
17	0.00 n	36	36.2 de	17	0.00 o	36	27.0 gh
18	17.2 gh	37	17.2 gh	18	17.7 ij	37	9.75 lm
19	0.00 n	38	45.5 a	19	0.00 o	38	45.2 ab
Ortalama: %18.4, HKO: 4.13**				Ortalama: %17.5, HKO: 19.52**			

Elde edilen vigor test sonuçlarına göre; her iki test koşulunda çeltik tohumlarında tohum gücü değerlerinin azaldığı anlaşılmaktadır. 42 °C 48 saat test koşulu süresi 72 saate çıktığında ortalama değerler dikkate alındığında tohum lotlarının vigor değerlerinde genel bir azalma da gözlemlenmektedir. Bazı tohum lotlarına ait çimlenme aktivitesi görülmezken genel olarak tohum lotlarında vigor değerlerinin önceki test koşullarına oranla düştüğü anlaşılmaktadır. Elde edilen değerler tarla çıkış testi ile kıyaslandığında değerlerin genel olarak düşük kaldığı ve tarla çıkış değerlerini yansıtmadığı görülmüştür (Çizelge 9).

Hızlandırılmış yaşlanma testi (HYT) 43 °C, 48 ve 72 saat koşulu

38 adet çeltik tohum lotu için 43 °C 48 ve 72 saat koşullarında uygulanan yaşlanma testi için elde edilen ortalama değerler Çizelge 5'te belirtilmiştir. saptanmıştır. Elde edilen varyans analiz sonuçlarına

göre çeltik tohum lotlarının vigor sonuçları arasında her iki yaşlanma koşulunda 0.01 düzeyinde önemli farklılıklar meydana gelmiştir. Bazı tohum lotlarına ait sonuçlarda düşük vigordan dolayı herhangi bir çimlenme aktivitesi görülmezken genel olarak tohum lotlarının vigor değerlerinin 42 °C test koşuluna göre artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Özellikle 1, 3, 11, 15, 21, 28, 34 ve 36 no'lu tohum lotlarındaki 41 °C koşullarındaki vigor değerlerine yakın değerler elde edilmiştir. Ancak tarla çıkış testi ile kıyaslandığında 43 °C 48 saat koşulunda birçok tohum lotunda vigor değerlerinin yüksek kaldığı görülmektedir. 43 °C 48 saat test koşuluna oranla 72 saat yaşlandırılan tohum lotlarında vigor değerlerinin azaldığı anlaşılmaktadır. 48 saat test koşulunda özellikle lot 11 (%85.0), lot 15 (%81.5) ve lot 16 (%91.0) ve lot 21 (%89.0) yüksek vigor değerlerine sahip olurken, 72 saat süre sonunda bu tohum lotlarına ait vigor değerlerinde önemli düzeyde azalma tespit edilmiştir.

Çizelge 5. Hızlandırılmış yaşlanma 43 °C, 48 ve 72 saat test koşulu ortalama değerleri (%)

Table 5. Accelerated aging test mean values of 43 °C, 48 ve 72 hour condition (%)

HYT 43 °C 48 saat (%)				HYT 43 °C 72 saat (%)			
Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama
1	20.0 lm	20	2.00 pq	1	5.00 ij	20	0.00 j
2	0.00 r	21	89.0 ab	2	0.00 j	21	62.0 b-e
3	86.5 abc	22	2.00 pq	3	84.0 ab	22	0.00 j
4	39.0 i	23	30.0 jk	4	26.5 gh	23	0.00 j
5	79.0 cd	24	6.50 op	5	72.0 a-d	24	0.00 j
6	0.00 r	25	31.5 j	6	0.00 j	25	25.5 ghi
7	47.0 gh	26	3.00 pq	7	34.5 fg	26	2.00 j
8	26.0 jkl	27	12.0 no	8	12.5 hij	27	28.0 gh
9	4.00 pq	28	86.0 abc	9	2.00 j	28	85.0 ab
10	49.5 g	29	16.0 mn	10	26.5 gh	29	26.0 ghi
11	85.0 abc	30	22.0 lm	11	70.00 a-d	30	10.5 hij
12	65.0 f	31	73.0 de	12	55.5 def	31	77.5 a-d
13	66.5 ef	32	41.0 hi	13	44.5 efg	32	74.5 a-d
14	2.00 pq	33	87.0 ab	14	0.00 j	33	88.0 a
15	81.5 bc	34	22.5 l	15	59.0 cde	34	78.5 abc
16	91.0 a	35	62.0 f	16	84.0 ab	35	57.5 cde
17	0.00 r	36	25.0 kl	17	0.00 j	36	74.5 a-d
18	7.00 op	37	5.50 pq	18	8.50 hij	37	35.0 fg
19	2.00 pq	38	4.00 pq	19	0.00 j	38	76.5 a-d
Ortalama: %36.0, HKO: 6.88**				Ortalama: %36.4, HKO: 82.18**			

Her iki test koşulunda vigor değerleri 42 °C test koşuluna göre artış göstermiştir. 43 °C test koşullarında da tohum lotlarının tarla çıkış performansları incelendiğinde bazı değerlerin yüksek olduğu ancak tarla çıkış testine oranla daha düşük değerler elde edildiği ifade edilebilmektedir (Çizelge 8).

Hızlandırılmış yaşlanma testi (HYT) 44 °C, 48 ve 72 saat koşulu

Her iki test koşulunda tohum lotlarına ait değerler dikkate alındığında varyans analiz sonuçlarına göre 0.01 düzeyinde istatistiksel anlamda önemli farklılıklar bulunmuştur.

Çizelge 6. Hızlandırılmış yaşlanma 44 °C, 48 ve 72 saat test koşulu ortalama değerleri (%)**Table 6.** Accelerated aging test mean values of 44 °C, 48 ve 72 hour condition (%)

HYT 44 °C 48 saat (%)				HYT 44 °C 72 saat (%)			
Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama
1	67.2 fgh	20	0.00 n	1	46.1 no	20	0.00 t
2	35.0 k	21	82.0 bcd	2	21.5 q	21	65.3 cde
3	82.0 bcd	22	56.0 j	3	61.5 e-h	22	47.1 mno
4	58.0 ij	23	2.00 n	4	43.5 o	23	4.00 st
5	84.5 ab	24	64.0 hi	5	56.8 g-k	24	43.5 o
6	21.5 l	25	55.5 j	6	34.5 p	25	47.5 mno
7	81.5 bcd	26	28.0 kl	7	54.4	26	47.5 mno
8	80.5 bcd	27	72.5 efg	8	54.3 jkl	27	55.0 i-l
9	65.0 ghi	28	87.0 ab	9	43.0 o	28	55.8 h-l
10	85.0 ab	29	84.0 ab	10	62.0 d-g	29	66.8 b-e
11	92.0 a	30	74.5 def	11	60.5 e-i	30	51.5 k-n
12	83.5 abc	31	91.5 a	12	53.0 j-m	31	63.8 def
13	79.5 b-e	32	76.0 cde	13	50.5 lmn	32	62.5 d-g
14	27.0 l	33	91.5 a	14	15.1 r	33	71.0 abc
15	83.5 abc	34	72.0 efg	15	64.0 c-f	34	74.0 ab
16	92.0 a	35	79.5 b-e	16	58.2 f-j	35	68.5 a-d
17	0.00 n	36	83.5 abc	17	8.00 s	36	73.9 ab
18	12.0 m	37	81.5 bcd	18	15.5 r	37	64.6 cde
19	53.5 j	38	79.5 b-e	19	18.5 qr	38	77.0 a
Ortalama: %64.3, HKO: 10.25**				Ortalama: %48.9, HKO: 6.42**			

Elde edilen değerler incelendiğinde 41, 42 ve 43 °C HYT test koşullarına göre en yüksek ortalama değerler 44 °C 48 saat (%64.3) ve 72 saat (%48.9) test koşullarında bulunmuştur. 33 no'lu tohum lotu % 91,5 değeri ile en yüksek vigor değerine sahip iken 17, 18 20, 23 ve 26 no'lu tohum lotları oldukça düşük vigor değerine sahip olmuşlardır. 44 °C 72 saat test koşulunda tohum vigoru değerleri 44 °C 48 saat test koşuluna oranla vigor değerlerinde düşüş görülmüştür (Çizelge 6).

Tohum lotlarının 44 °C 48 saat HYT koşulu ile tarla çıkış testi kıyaslaması yapıldığında; genel olarak tarla çıkış değerlerinin üzerinde değer elde edilmiş ve tarla performansı iyi olmayan bazı tohum lotlarının değerleri yüksek bulunarak tarla çıkış testi ile değerlerin uyuşmadığı bulunmuştur. 44 °C 72 saat HYT test koşulu diğer koşullara göre tarla çıkış testine en yakın değerleri vererek yüksek korelasyon değerine sahip olmuştur (Çizelge 9). Bu nedenle yapılan 10 adet HYT test koşulu içerisinde tarla çıkış testine en yakın değerler alan 44 °C 72 saat test koşulu ülkemiz çeltik tohumlarında vigor testi olarak hızlandırılmış yaşlanma testinin önerilebileceği anlaşılmaktadır (Çizelge 8). Tayland çeltik çeşitlerinde hızlandırılmış yaşlanma testi optimizasyon çalışmasında; 42 °C 72/96/120 saat, 43 °C 72/96/120 saat ve 44 °C 72/96/120 saat koşulları test edilerek tarla performansı ile korelasyon sonuçlarına bakılmıştır. Yapılan çalışmada da elde edilen ve önerilen HYT test koşulu ile aynı sonuçlar elde edilerek ülkemiz çeltik çeşitleri içinde en uygun test yöntemi ve koşulunun 44°C 72 saat olduğu anlaşılmıştır. Hızlandırılmış yaşlanma vigor testinin çeltik tohumlarında kullanılabilirliği ve çeltik tohumlarında vigor testi olarak kullanılabilirliği tavsiye edilmiştir (Chhetri, 2009).

Hızlandırılmış yaşlanma testi (HYT) 45 °C, 48 ve 72 saat koşulu

45 °C 48 ve 72 saat koşullarında uygulanan yaşlanma testi için elde edilen ortalama değerler Çizelge 7'de belirtilmiştir. 45 °C test koşulunda her bir tohum lotuna ait değerler 0.01 düzeyinde

istatistiksel anlamda önemli oranda değişmiştir. 45 °C 48 saat test koşulunda tohum vigor değerleri diğer test koşulları içerisinde en yüksek değere ulaşarak ortalama olarak en yüksek değeri (%69.8) almıştır. En yüksek vigor değerini 33 no'lu lot %93,5 alırken 38 no'lu tohum lotu % 91.5 değeri ile onu takip etmiştir.

Çizelge 7. Hızlandırılmış yaşlanma 45 °C, 48 ve 72 saat test koşulu ortalama değerleri (%)

Table 7. Accelerated aging test mean values of 45 °C, 48 ve 72 hour condition (%)

HYT 45 °C 48 saat (%)				HYT 45 °C 72 saat (%)			
Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama
1	71.5 klm	20	1.33 r	1	2.00 h	20	0.00 h
2	57.2 n	21	87.0 a-f	2	0.00 h	21	19.5 c-h
3	86.0 a-g	22	80.5 e-j	3	42.5 a-d	22	0.00 h
4	31.5 p	23	17.5 q	4	10.5 e-h	23	0.00 h
5	84.7 b-h	24	79.5 g-j	5	34.5 a-f	24	0.00 h
6	78.2 h-k	25	67.2 lm	6	0.00 h	25	2.00 h
7	92.0 ab	26	37.7 op	7	2.00 h	26	0.00 h
8	78.0 h-k	27	84.2 c-h	8	2.00 h	27	7.00 fgh
9	82.2 d-i	28	85.2 b-h	9	0.00 h	28	67.5 a
10	87.2 a-e	29	87.7 a-e	10	4.50 gh	29	2.00 h
11	88.7 a-d	30	0.00 r	11	49.0 abc	30	2.00 h
12	85.0 b-h	31	85.2 b-h	12	31.0 b-g	31	16.0 d-h
13	69.0 lm	32	89.7 abc	13	9.00 e-h	32	6.50 fgh
14	73.5 jkl	33	93.5 a	14	14.0 d-h	33	27.5 b-h
15	71.5 klm	34	76.2 ijk	15	4.66 gh	34	6.00 fgh
16	91.0 abc	35	88.5 a-d	16	37.0 a-e	35	3.00 gh
17	39.7 o	36	84.2 c-h	17	52.0 abc	36	7.50 e-h
18	4.50 r	37	79.7 f-j	18	0.00 h	37	0.00 h
19	65.7 m	38	91.5 abc	19	0.00 h	38	55.5 ab
Ortalama: %69.8, HKO: 9.43**				Ortalama: %13.5, HKO: 36.84**			

Diğer test koşullarında olduğu gibi yüksek çimlenme oranına sahip tohum lotlarının vigor değerleri de yüksek bulunmuştur. 45 °C 48 saat HYT test koşulu tohumların yaşlandırılması için vigor test koşulları içerisinde en yüksek sıcaklık değeri olmasına rağmen değerler oldukça yüksek bulunmuş ve çimlenme oranlarına yakın değer elde edilmiştir. HYT koşulları içerisinde ortalama olarak en düşük değere sahip olan 45 °C 72 saat koşulu diğer 42 °C 72 saat koşulundan bile genel anlamda daha düşük değerler vermiştir (Çizelge 7). Tarla çıkış testi ile kıyaslandığında 45 °C 48 saat HYT koşulu tohumların yaşlandırılması için yetersiz kalarak vigor değerlerinin oldukça yüksek değer almasını sağlamıştır.

Tarla çıkış testi ve korelasyonlar

Yapılan çalışmada kullanılan tohum vigor ve canlılık testlerinin karşılaştırılmasının yapılması, incelenen vigor testlerinin tarla çıkışı ile korelasyonlarının saptanması amacıyla yapılan tarla çıkış testi varyans analiz sonuçları incelendiğinde tohum partileri arasında 0.01 düzeyinde istatistiksel anlamda önemli farklılıklar meydana gelmiştir. Tarla çıkış testinde tohum partileri arasında büyük farklılıklar meydana gelerek bazı tohum lotlarının tarla çıkış performansları düşük kalmıştır. Tarla çıkış testi sonuçlarına bakıldığında yapılan hızlandırılmış yaşlanma testlerinde yüksek değer alan 38 no'lu hat %78.5 değeri ile en yüksek çıkış değerine sahip olmuştur (Çizelge 8).

Çizelge 8. Tarla çıkış testi ortalama değerleri (%)**Table 8.** Field seedling emergence test mean values (%)

Tarla Çıkış Testi (%) 14. gün					
Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama	Lot No	Ortalama
1	46.6 nop	14	17.3 r	27	54.2 jkl
2	21.7 r	15	65.7 d-g	28	56.1 ijk
3	61.4 f-i	16	58.4 hij	29	67.8 cde
4	43.9 p	17	9.85 s	30	51.6 k-n
5	56.4 ijk	18	10.8 s	31	65.3 d-g
6	34.2 q	19	18.4 r	32	63.5 e-h
7	53.5 j-m	20	0.00 t	33	71.1 bcd
8	53.4 j-m	21	66.4 def	34	74.2 abc
9	44.2 p	22	47.1 nop	35	68.9 b-e
10	63.9 e-h	23	6.24 s	36	74.9 ab
11	59.5 g-j	24	44.6 op	37	66.0 def
12	51.8 k-n	25	47.7 m-p	38	78.5 a
13	50.7 k-o	26	48.5 l-p	Ortalama: 49.3, HKO: 12.64**	

Tohumluk kullanımında sadece çimlenme oranının dikkate alınması çimlenme için uygun olmayan koşullar meydana geldiğinde zarara yol açabilmektedir. Örnek olarak; genelde en yüksek değeri veren tohum lotu dikkate alındığında 38 no'lu tohum lotunun çimlenme değeri %99 iken tarla çıkış değeri %78.5'e kadar düşmektedir. Bu nedenle özellikle çeltik yetiştiriciliğinde çimlenme oranının yanı sıra vigor testlerinin de yapılması büyük önem taşımaktadır. Çimlenme oranı değerleri ile tarla çıkış testi arasında önemli düzeyde korelasyon tespit edilerek çimlenme değeri yüksek olan tohumların tarla koşullarında da yüksek çıkış değerine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Hızlandırılmış yaşlanma testi ile diğer test sonuçlarının korelasyonları incelendiğinde genel anlamda hem çimlenme oranı hem de tarla çıkış değeri ile pozitif ve olumlu korelasyon bulunmuştur (Çizelge 9).

Çizelge 9. Tohum test yöntemlerinin korelasyon analizi sonuçları**Table 9.** Correlation results of seed testing methods

	EC	HYT 1	HYT 2	HYT 3	HYT 4	HYT 5	HYT 6	HYT 7	HYT 8	HYT 9	HYT 10	TÇ
Çim.	0.231**	0.536**	0.537**	0.512**	0.514**	0.499**	0.553**	0.798**	0.796**	0.699**	0.321**	0.788**
EC	-	0.213**	0.204*	0.163*	0.164*	0.227**	0.147*	0.347**	0.252**	0.133	0.099	0.235**
HYT 1	-	-	0.981**	0.971**	0.970**	0.749**	0.925**	0.640**	0.675**	0.467*	0.637**	0.661**
HYT 2	-	-	-	0.970**	0.967**	0.736**	0.936**	0.654**	0.693**	0.506**	0.634**	0.682**
HYT 3	-	-	-	-	0.977**	0.750**	0.936**	0.628**	0.672**	0.483**	0.658**	0.663**
HYT 4	-	-	-	-	-	0.783**	0.931**	0.671**	0.540**	0.440**	0.585**	0.529**
HYT 5	-	-	-	-	-	-	0.773**	0.671**	0.540**	0.440**	0.585**	0.529**
HYT 6	-	-	-	-	-	-	-	0.705**	0.727**	0.541**	0.670**	0.717**
HYT 7	-	-	-	-	-	-	-	-	0.886**	0.716**	0.415**	0.876**
HYT 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.682**	0.356**	0.984**
HYT 9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.354**	0.686**
HYT 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.340**

Çim.: Çimlenme oranı, EC: Elektriksel iletkenlik testi, HYT1: 41 °C /48 saat, HYT2: 41 °C /72 saat, HYT3: 42 °C /48 saat, HYT4: 42 °C /72 saat, HYT5: 43 °C /48 saat, HYT6: 43 °C /72 saat, HYT7: 44 °C /48 saat, HYT8: 44 °C /72 saat, HYT9: 45 °C /48 saat, HYT10: 45 °C /72 saat, TÇ: Tarla çıkış testi

İncelenen tohum lotlarında çimlenme oranı zayıf olanların hızlandırılmış yaşlanma test sonuçlarının da düşük değer alması canlılığı zayıf olan tohumların yaşlanma ile vigor değerlerinin düşmesi bu vigor testinin kullanılabilirliğini göstermektedir. Tayland çeltik çeşitlerinde de önerilen HYT 44 °C 72 saat test koşulunun yaptığımız çalışmada da tarla çıkış testi ile göstermiş olduğu yüksek düzeyde korelasyon ($r=0.984^{**}$) değeri nedeniyle laboratuvar koşullarında vigor testi ile çeltik tohumlarının tohum gücü değerleri hakkında önemli bilgi edinebileceği anlaşılmıştır (Chhetri, 2009).

SONUÇ

Türkiye'de çeltik yetiştiriciliğinde serpme ekim yönteminin uygulanması, sertifikalı tohumluk kullanımının yeterli düzeyde olmaması, su dolu tavalara ekim yapılması (su sıcaklığı) ayrıca iklim koşulları nedeniyle uygun zamanda ekim yapılamaması çeltik tohumunun çimlenme esnasında birçok stres faktörünün etkisi altında kalmasına neden olmaktadır bu yüzden tohum vigor değerlerinin bilinmesi optimum çıkış açısından büyük önem arz etmektedir. Çimlenme oranının yanı sıra tohumların vigor değerlerinin bilinmesi çimlenme ve çıkış nedeniyle yaşanacak sorunları azaltacaktır. Ayrıca çeltik tohumluğu satışı yapan firmaların pazarlama stratejilerini belirlemesi, depolama şartları nedeniyle canlılıkta yaşanabilecek sorunların ön görülerek kaliteli tohumlukları piyasaya sürmeleri ile güven ve kazanç elde etmeleri mümkündür. Kaliteli tohumluk kullanan üreticilerinde çimlenme ve çıkışın istenilen düzeyde olması, çeltik tohumlarının yabancı otlarla mücadele şansını artırma ve istenilen ekim normunun yakalanması sayesinde verimde artışlar yaşanacağı düşünülmektedir. Bu nedenle çalışma sonucunda çeltik üretiminde verimin artırılması amacıyla elde edilen hızlandırılmış yaşlanma vigor testinin 44 °C 72 saat süre koşulunun tohum test merkezlerince kullanılmaya başlanması ve tohum gücü yüksek tohumluk kullanımının sağlanması önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Mithat Nuri GEVREK hocamızı Türk tarımı ve bilimine, birçok ziraat mühendisi öğrencisinin ve akademisyenin yetişmesinde yaptığı katkılardan dolayı kendisini saygı, özlem ve rahmet ile anıyoruz.

KAYNAKLAR

- Akbudak, N. & S. Başay, 2009. Biber tohumlarında canlılık tespitine yönelik kullanılan tetrazolium test metodunun modifikasyonu. U.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 23 (1): 21-25.
- Arın, L., M. B. Eser & H. İlbi, 2019. Tohum Biyolojisi (II. Bölüm). Tohum Tohumculuk ve Teknolojileri, Cilt 1 (I. Basım). Editör: Prof. Dr. Tahsin Kesici. Bisab, Arkadaş Basım, sayfa: 51-138.
- Başak, Ö. 2006. Kontrollü yaşlanma testinin biberde tohum partilerinin düşük ve yüksek sıcaklıkta fide çıkışı ve depo ömrünün tahmininde kullanılması. Ankara Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 44 sayfa.
- Chhetri, S. 2009. Identification of Accelerated Aging Conditions for Seed Vigour Test in Rice (*Oryza sativa* L.), Suranaree University of Technology, Tayland, Doktora tezi, 115 sayfa.
- Delouche, J.C. & C.C. Baskin, 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. Seed Science and Technology, 1: 427-452.
- Duman, İ. & A. Gökçöl, 2017. Biber (*Capsicum annuum* L.) ve patlıcan (*Solanum melongena* L.) tohumlarının fidelik performanslarının iyileştirilmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 54 (3): 333-340.
- Eser, M. B., H. Saygılı, A. Gökçöl & E. İlker, 2005. Tohum Bilimi ve Teknolojisi, TOTEM Yayın No:3, Cilt: 2, 658-679.
- Eser, M. B. & H. İlbi, 2019. Tohumlarda Kalite Testleri (9.2. Bölüm). Tohum Tohumculuk ve Teknolojileri, Cilt 3 (I. Basım). Editör: Prof. Dr. Tahsin Kesici. Bisab, Arkadaş Basım, sayfa: 1665-1699.
- FAOSTAT, 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Erişim: Ocak, 2020.

- IRRI, 2013. International Rice Research Institute Seed Quality Training Manual. Post Harvest Unit, 23 s.
- ISTA, 1995. International Seed Testing Association. Handbook of Vigour Test Methods, 3 rd. Edition, Zurich, Switzerland.
- ISTA, 2014. International Seed Testing Association. International Rules for Seed Testing, 2014 Edition, Zurich, Switzerland.
- İlbi, H. & M.B. Eser, 2004. Tohum Uygulamalarının Soğan Tohumlarında Yaşlanmaya Etkileri. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 41 (1): 39-48.
- İlbi, H. & H. Geren, 2005. Tohum Depolamanın Temel İlkeleri. Tohum Bilimi ve Teknolojisi, TOTEM Yayın No: 3, Cilt: 1, 381-425.
- Kenanoğlu, B.B & H. Dinler, 2018. Effect of accelerated aging test on fungi formation in stored eggplant seeds. Eurasian Journal of Forest Science, 6 (2): 13-25.
- Marcos Filho, J, 2015. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. Scientia Agricola, 72 (4): 363-374.
- McDonald, M.B. 1999. Seed Deterioration: Physiology, Repair and Assessment. Seed Science and Technology, 27: 177-237.
- Patin, A.L. & T.J. Gutormson, 2005. Evaluating rice (*Oryza sativa* L.) seed vigor. Seed Technology, 25 (1): 115-120.
- Rodo, A.B. & J.M. Filho, 2003. Accelerated aging and controlled deterioration for the determination of the physiological potential of onion seeds. Scientia Agricola, 60 (3): 465-469.
- Sivritepe, H.Ö. 2011. Tohum Canlılığının Değerlendirilmesi, Alatarım Dergisi, 10 (2): 94-105.
- Süreç, H. 2002. Çeltik Tarımı. Hasad Yayıncılık Ltd Şti., İstanbul
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. www.tuik.gov.tr. Erişim: Ocak, 2020.
- Wang, Z., J. Wang, Y. Baho, F. Wang & H. Zhang, 2010. Quantitative trait loci analysis for rice seed vigor during the germination stage. Journal of Zhejiand University-Science B., 11 (12): 958-964.