

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

ISPANAK, KIRMIZI PANCAR VE PAZI TOHUMLARINDA TOHUM GÜCÜ
TESTLERİNİN TARLA ÇIKIŞI VE DEPO ÖMRÜNÜN TAHMİNİNDE
KULLANILMASI

Tuba GÜLÖKSÜZ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2024

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

ISPANAK, KIRMIZI PANCAR VE PAZI TOHUMLARINDA TOHUM GÜCÜ TESTLERİNİN TARLA ÇIKIŞI VE DEPO ÖMRÜNÜN TAHMİNİNDE KULLANILMASI

Tuba GÜLÖKSÜZ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim DEMİR

Bu çalışma, tohum güç testlerinin (standart çimlenme; TÇO, kökçük çıkışı; KÇO, hızlı yaşlandırma testi; HYT, elektriksel iletkenlik testi; Eİ) iki farklı ekim dönemi ve farklı ortam koşullarında fide çıkış oranı ve depolama sonrası (15°C sıcaklık/12 ay depolama) çimlenme ile ilişkisini saptamak amacıyla 3 farklı tür (ıspanak, pazı ve kırmızı pancar) ve bu türlere ait (ıspanak;14, pazı;12, pancar; 13) farklı tohum partilerinde yürütülmüştür. KÇO testi 48-168 saat arasında 2 mm'lik kökçük çıkışı, standart çimlenme;14 gün, HYT 41°C 72 saat %100 oransal nemde, Eİ testi ise 40 ml distile suda, 20 °C, 24 saatte saf suda tutularak yapılmıştır. HYT ve depo sonrası da KÇO testleri yürütülmüştür. Araştırmamızda KÇO testinin yüksek düzeyde fide çıkışı ve depolama sonrası çimlendirme ile istatistiksel anlamlı ilişki vermesi bu testi diğerlerine göre öne çıkarmaktadır. Fide çıkış testlerinde KÇO bakımından (KÇO, HYT+KÇO) ıspanakta toplam 70 kombinasyonun 54'nde, pazıda 28 kombinasyonun 11'nde istatistiksel manada %5 ve üzeri anlamlılık göstermiştir. Depolama sonrası çimlenme ile güç testleri arasındaki korelasyon değerleri KÇO testinde (KÇO, HYT+KÇO) 55 adet $p<0.05$ ve üzeri düzeyindeki anlamlılıkla öne çıkmıştır. KÇO ve HYT+KÇO ile HYT testleri ıspanak ve pazı türlerinde yüksek düzeyde anlamlı sonuçlar verirken, pancar türünde hiçbir güç testinde elde edilememiştir. Hem başlangıç hem de yaşlanma sonrası yapılan elektriksel iletkenlik testi sonuçları da ne fide çıkış oranı ne de depolama sonuçları ile anlamlı ilişki göstermemiştir.

Aralık 2024, 153 sayfa

Anahtar Kelimeler: Tohum gücü, sebze tohumu, fide çıkış testleri, depolama sonrası çimlenme testi

ABSTRACT

PhD Thesis

SEED VIGOUR TESTS TO PREDICT FIELD EMERGENCE AND SEED STORAGE POTENTIAL IN SPINACH, RED BEET AND SWISS CHARD SEEDS

Tuba GÜLÖKSÜZ

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. İbrahim DEMİR

This work was conducted on seed lots of three species—spinach, swiss chard, and red beet—comprising 14, 12, and 13 seed lots, respectively, to determine the relationship between vigour tests (standard germination, radicle emergence, accelerated aging, and electrical conductivity tests) with seedling emergence percentage. Germination after storage at 15°C over 12 months. The radicle emergence (RE) test was based on the emergence of a 2 mm radicle at 48-168 hours; the standard germination test was conducted at 15°C for 14 days, the accelerated aging (AA) test at 41°C for 72 hours under 100% relative humidity, and the electrical conductivity (EC) test in 40 ml of distilled water at 20°C for 24 hours. Additional RE tests were performed after accelerated aging and storage. Our findings indicate that the RE test was notably effective, showing a statistically significant association with seedling emergence and post-storage germination, distinguishing it from other tests. In the seedling emergence tests, the RE test, particularly when combined with AA (RE, AA+RE), showed statistically significant results ($p < 0.05$ or higher) in 54 of 70 combinations for spinach and 11 of 28 combinations for Swiss chard. In terms of correlations between vigour tests and post-storage germination, the RE test (RE, AA+RE) was predominant, with 55 instances showing statistical significance at $p < 0.05$ or higher. The study revealed significant results for spinach and swiss chard with the RE, AA+RE, and AA tests, while similar results were not observed for beet. Additionally, the EC test, performed both at the initial stage and after aging, showed no significant relationship with either seedling emergence or storage germination.

December 2024, 153 pages

Key Words: Seed vigour, radicle emergence test, cold test, accelerated aging test, electrical conductivity, field emerge, storage germination

TEŞEKKÜR

Yaşamımın önemli adımlarından, akademik hayatımın da en önemli durağı olan doktora tez çalışmasını sonlandırmış olmaktan mutluluk duyuyorum. Yürüdüğüm bu yolda yanımda olan sizlere teşekkürü bir borç bilirim.

Akademik hayata adım attığım günden bugüne kadar dostluğu, desteği, bilgisiyle yakın ya da uzak farketmeksizin yanımda olduğunuz, bugün bu çalışmayı ve doktora eğitimimi tamamlayarak yıllar önce verdiğim sözü yerine getirebilmiş olmama imkan sağladığınız için, bugünün en büyük mimarı canım Hocam Prof. Dr. İbrahim DEMİR'e varlığı, sevgisi ve dostluğu ile desteğini en derinde hissettiğim sevgili eşiniz canım hocam Prof. Dr. Nilsun DEMİR'e çok teşekkür ederim. Söylenecek çok söz var sizin için ama iyi ki sizin öğrenciniz oldum, ekibinizin ve ailenizin bir parçası olduğum için minnetarım.

Doktora araştırmamın yürütülmesindeki her aşamada bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Gölge Sarıkamış'a (Ankara Üniversitesi), Prof. Dr. Hayrettin KENDİR'e (Ankara Üniversitesi), Prof. Dr. Şebnem KUŞVURAN'a (Çankırı Karatekin Üniversitesi), Prof. Dr. Kazım MAVİ' ye (Mustafa Kemal Üniversitesi) katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Başta bahçe bitkileri Bölüm Başkanı Prof. Dr. Hatice DUMANOĞLU olmak üzere öğretim üyeleri ve Mehmet Türkoğlu, Uğur YENİPİNAR teşekkür ederim.

Çalışmamda emeği geçen Zir. Yük. Müh. Neslihan KADIOĞLU, her zaman desteği ile yanımda olan can dost Zir. Müh. A. Hakan EKER, desteği, yardımları ve dostluğu ile beni yalnız bırakmayan Dr. Gamze ÇAKIRER SEYREK iyi ki varsınız çok teşekkür ederim. Yılların dostluğu, arkadaşlığı ve desteğiyle hep yanımda olan Dr. Serpil MİS, Dr. Nihal ERTÜRK siz olmadan olmazdı, iyi ki varsınız teşekkür ederim.

Hayatımın her aşamasında, verdiğim her kararda, varlıkları ve destekleri ile yolumu açan, yanımda olan canlarım annem Gül ÇELİKKOL, babam Selahattin ÇELİKKOL, kardeşim Zeynep KANTAR, desteklerini her zaman hissettiren annem Narin GÜLÖKSÜZ, babam Mustafa GÜLÖKSÜZ, her zaman bilgisi ve desteği ile yoluma ışık tutan abim Prof. Dr. Ahmet KILIÇ,

Mehmet hayat arkadaşım, bu çalışmanın görünen ve görünmeyen her aşamasında bana olan inancını hiç kaybetmeden hep yanımdaydın, canımın içi oğlum Ozan; varlığıyla beni hep ayakta tuttuğun için teşekkürler. Minik ailem sizi çok seviyorum...

Dedem Terzi Ali İhsan KUZUCUOĞLU, yeniden başladım, geri döndüm dediğimde en güzel doğum günü hediyesini sen verdin demiştin. Son doğum gününe yetiştiremedim ama bitirdim. Sözümü tuttuğumu iletirsin. Tezimi sana ve hayatta en çok sevdiğin yere ithaf ediyorum. Teşekkür ederim...

Tuba GÜLÖKSÜZ
Ankara, Aralık 2024

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
SİMGELER DİZİNİ	viii
Kısaltmalar	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
2.1 Tohumda Kalite ve Güç Kavramları	7
2.2 Tohum Gücü Testlerinin Tarihsel Gelişimi ve Değerlendirilmesi.....	14
2.3 Tohum Gücünün Değerlendirilmesinde Kullanılan Uluslararası Testler	15
2.4 Kökçük Çıkış Testi (KÇ) ve Ortalama Çimlenme Zamanı (OÇZ) ile İlgili Yapılan Çalışmalar	16
2.5 Hızlı Yaşlandırma Testi (HYT) ile Yapılan Çalışmalar	30
2.6 Elektriksel İletkenlik Testi (Eİ).....	38
3. MATERYAL VE YÖNTEM	48
3.1 Materyal	48
3.2 Yöntem	51
3.2.1 Tohum partilerinin deneme için hazırlanması	51
3.2.2 Tohum nem tayini.....	51
3.2.3 Standart çimlendirme testi (TÇO, %).....	53
3.2.4 Tohum gücü testleri.....	55
3.2.3 Tohum partilerinin fide çıkış oranı.....	59
3.2.4 Tohum partilerinin depo sonrası çimlenmesi (DSTÇO)	66
3.2.5 İstatistiksel Analiz.....	67
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	68
4.1 İspanak	68
4.1.1 Tohum nemi, 100 tane ağırlıkları ve üretim yılı	68
4.1.2 İspanak tohum partilerinde başlangıç canlılıkları (TÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün)	69
4.1.3 İspanak tohum partilerinde kökçük çıkış testi (KÇO, %)	70
4.1.4 İspanak tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi (HYT, %).....	71
4.1.5 İspanak tohum partilerinde hızlı yaşlandırma sonrası kökçük çıkış testi (HYT+KÇO, %)	72

4.1.6 Ispanak tohum partilerinde elektriksel iletkenlik testi ($Eİ, \mu Scm^{-1}g^{-1}$).....	72
4.1.7 Ispanak tohum partilerinde fide kalite parametreleri.....	73
4.1.8 Ispanak tohum partilerinde depo ömrü testi.....	75
4.1.9 Ispanak tohum partilerinde depo sonrası kökçük çıkış testi (DSKÇO, %).....	77
4.1.10 Ispanak tohum partilerinde fide çıkış testleri ile güç testleri arasındaki korelasyon analiz sonuçları	78
4.1.11 Fide çıkış testleri ile yüksek ilişki veren tohum gücü testlerinin regresyon eğrileri.....	80
4.1.12 Ispanak tohum partilerinde depolama sonrası çimlendirme testi ile güç testleri arasındaki korelasyon analiz sonuçları	81
4.1.13 Depolama sonrası yüksek ilişki veren tohum gücü testlerinin regresyon eğrileri.....	84
4.2 Pazı	87
4.2.1 Yüz tane ağırlıkları ve üretim yılı.....	87
4.2.2 Pazı tohum partilerinde başlangıç canlılıkları (TÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün)	88
4.2.3 Pazı tohum partilerinde kökçük çıkış testi (KÇO, %).....	89
4.2.4 Pazı tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi (HYT, %)	90
4.2.5 Pazı tohum partilerinde hızlı yaşlandırma sonrası kökçük çıkış testi (HYT+KÇO, %)	91
4.2.6 Pazı tohum partilerinde elektriksel iletkenlik testi ($Eİ, \mu Scm^{-1}g^{-1}$)	93
4.2.7 Pazı tohum partilerinde fide kalite parametreleri	94
4.2.8 Pazı tohum partilerinde depo ömrü testi (DSÇO, %)	95
4.2.9 Pazı tohum partilerinde depo sonrası kökçük çıkış testi (DSKÇO, %).....	97
4.2.10 Pazı tohum partilerinde fide çıkış testleri ile güç testleri arasındaki korelasyon analiz sonuçları	97
4.2.11 Fide çıkış testleri ile yüksek ilişki veren tohum gücü testlerinin regresyon eğrileri.....	100
4.2.12 Pazı tohum partilerinde depolama sonrası çimlendirme testi ile güç testleri arasındaki korelasyon analiz sonuçları	101
Pazı tohum partilerinin güç testleri ile depolama sonrası yapılan analizleri arasında yapılan regresyon denklemlerinden hesaplanan korelasyon katsayıları Çizelge 4.24’de özetlenmiştir.	101
4.2.13 Depolama sonrası yüksek ilişki veren tohum gücü testlerinin regresyon eğrileri.	102
4.3 Kırmızı Pancar	105
4.3.1 Yüz tane ağırlıkları ve üretim yılı.....	105
4.3.2 Pancar tohum partilerinde başlangıç canlılıkları (TÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün)	106
4.3.3 Pancar tohum partilerinde kökçük çıkış testi (KÇO, %).....	107
4.3.4 Pancar tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi (HYT, %)	108
4.3.5 Pancar tohum partilerinde hızlı yaşlandırma sonrası kökçük çıkış testi....	109
4.3.6 Pancar tohum partilerinde elektriksel iletkenlik testi ($Eİ, \mu Scm^{-1}g^{-1}$)	111
4.3.7 Pancar tohum partilerinde fide kalite parametreleri	112

4.3.8 Pancar tohum partilerinde depo ömrü testi	113
4.3.9 Pancar tohum partilerinde depo sonrası kökçük çıkış testi (DSKÇO, %).116	
4.3.10 Pancar tohum partilerinde fide çıkış testi ile güç testleri arasındaki korelasyon analiz sonuçları	117
4.3.11 Pancar tohum partilerinde depolama sonrası çimlendirme testi ile güç testleri arasındaki korelasyon analiz sonuçları	119
4.3.12 Depolama sonrası yüksek ilişki veren tohum gücü testlerinin regresyon eğrileri.....	121
5. TARTIŞMA.....	123
6. SONUÇ.....	136
KAYNAKLAR.....	137
ÖZGEÇMİŞ.....	151



SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat Derece
%	Yüzde
g	Gram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
cm	Santimetre
R ²	Regresyon Katsayısı
r	Korelasyon
NaCl	Sodyum klorür
µScm ⁻¹ g ⁻¹	Mikrosiemens Santimetre Başına her bir gram için

Kısaltmalar

NÇO	Normal çimlenme oranı
TÇO	Toplam çimlenme oranı
KÇO	Kökçük çıkış oranı
OÇZ	Ortalama çimlenme zamanı
HYT	Hızlı yaşlandırma testi
HYT+KÇO	Hızlı yaşlandırma testi sonrası kökçük çıkış oranı
HYT+OÇZ	Hızlı yaşlandırma testi sonrası ortalama çimlenme zamanı
Eİ	Elektriksel iletkenlik
HYT+Eİ	Hızlı yaşlandırma testi sonrası elektriksel iletkenlik
TRLFÇO	Tarla fide çıkış oranı
SRFÇO	Sera fide çıkış oranı
SROÇZ	Sera ortalama çıkış zamanı
İOFÇO	İklim odası fide çıkış oranı
İOOÇZ	İklim odası ortalama çıkış zamanı
DSTÇO	Depo sonrası toplam çimlenme oranı
DSNÇO	Depo sonrası normal çimlenme oranı
DSOÇZ	Depo sonrası ortalama çimlenme zamanı
ISTA	Uluslararası Tohum Test Birliği
AOSA	Amerikan Tohum Test Birliği
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TTZ	Tetrazolyum Testi
KB	Kontrollü Bozulma

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Çimlenmenin tohum depolamada zamana karşı değişimi	13
Şekil 3.1 Ispanak tohumu ve bitkisi	50
Şekil 3.2 Kırmızı pancar tohumu ve kökü	50
Şekil 3.3 Pazı tohumu ve bitkisi.....	50
Şekil 3.4 Denemede kullanılan tohumların görüntüsü	50
Şekil 3.5 Deneme öncesi hazırlık aşamaları	51
Şekil 3.6 Tohum nem tayini aşamaları	52
Şekil 3.7 Türlerin kağıt arası çimlendirme testlerinden görünüm.....	54
Şekil 3.8 Ispanak tohum partilerinin normal (1) ve anormal (2) fide çimlenme görselleri	54
Şekil 3.9 Pancar tohum partilerinin normal (1) ve anormal (2) fide görselleri.....	55
Şekil 3.10 İlk kökçük çıkışı görselleri (1:pancar, 2: pazı, 3: ıspanak).....	56
Şekil 3.11 Hızlı yaşlandırma testi aşamaları	58
Şekil 3.12 Elektriksel iletkenlik testi ölçüm aşamala.....	59
Şekil 3.13 Nisan 2023 tarla fide çıkış denemesi başlangıç (1) ve bitiş (2) görselleri ...	61
Şekil 3.14 Nisan 2023 Tarla ıspanak (1), pancar (2), pazı (3) fide denemesi	62
Şekil 3.15 Ekim 2023 Tarla fide çıkış denemesi	62
Şekil 3.16 Sera koşulları ıspanak fide çıkış testi.....	63
Şekil 3.17 İklim odası fide kurulum çıkış testleri	64
Şekil 3.18 Ispanak iklim odası fide çıkış testi kurulum	64
Şekil 3.19 Pancar iklim odası fide çıkış testi kurulum.....	65
Şekil 3.20 Pazı iklim odası fide çıkış testi kurulum.....	65
Şekil 3.21 Tohum partilerinin depolama için hermetik olarak paketlenmesi.....	67
Şekil 4.1 Ispanak tohum partilerinin OÇZ ve KÇO168 ile sera (SRFÇO, %), iklim odası (İOFÇO, %) ve tarla çıkış oranları (TRLFÇO, %) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*:p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001) düzeyleri	80
Şekil 4.2 Ispanak tohum partilerinin HYT+KÇO168 ile sera (SRÇO, %) ve iklim odası (İOÇO,%) çıkış oranları ve ortalama çıkış zamanı (OÇZ) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*:p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001) düzeyleri	81
Şekil 4.3 Ispanak tohum partilerinin ortalama çimlenme zamanı ile depolama sonrası standart çimlenme (DSTÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanı (DSOÇZ, gün) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*:p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001) düzeyleri.....	85

Şekil 4.4 Ispanak tohum partilerinin 72 ve 96. saatler kökçük çıkış testi çimlenme oranı ile depolama sonrası ortalama çimlenme zamanı arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*:p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001) düzeyleri	85
Şekil 4.5 Ispanak tohum partilerinin HYT+KÇO120 (%), HYT+KÇO144 (%) kökçük çıkış testi çimlenme oranı ile depolama sonrası toplam çimlenme oranı ve ortalama çimlenme zamanı arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*:p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001) düzeyleri	86
Şekil 4.6 yüksek korelasyon gösteren güç testi ile tarla ve iklim odası çıkış oranlarının regresyon eğrilerini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar güç testlerinin tarla ve iklim odası çıkışında tahmin edilebilir sonuçlar verdiğini göstermektedir. HYT+KÇO120 ve HYT+KÇO144. saatler fide kalite parametreleri ile p<0.01 düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlılık göstermiştir	100
Şekil 4.6 Pazı tohum partilerinin HYT+KÇO ile iklim odası (İOÇO, %) ve tarla çıkış oranları (TRLFÇO, %) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*:p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001) düzeyleri	100
Şekil 4.7 Pazı tohum partilerinin TÇO, OÇZ, HYTTÇO ile depolama sonrası toplam çimlenme ve ortalama çimlenme zamanı arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*:p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001) düzeyleri	103
Şekil 4.8 Pazı tohum partilerinin HYTOÇZ ve HYTKÇO ile depolama sonrası toplam çimlenme ve ortalama çimlenme zamanı arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*:p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001) düzeyleri	104
Şekil 4.9 Kırmızı Pancar tohum partilerinin ortalama çimlenme zamanı, KÇO72 ve KÇO88 ile depolama sonrası standart çimlenme ve ortalama çimlenme zamanı arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*:p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001) düzeyleri	121

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Çeşitli sebze ve çiçek türlerine ait ticari tohum partilerinin tarla çıkış değerleri	10
Çizelge 3.2 Türlerle ait tohum partilerinin başlangıç tohum nem oranları (%)	53
Çizelge 4.1 Ispanak tohum partilerinin 100 tane ağırlığı ile üretim yıllarına ait değerler.....	68
Çizelge 4.2 Ispanak tohum partilerinin standart çimlendirme ve ortalama çıkış zamanı testi sonuçları.....	69
Çizelge 4.3 Ispanak tohum partilerinin kökçük çıkış (KÇO, %) oranlarının saat bazında değişimi	70
Çizelge 4.4 Ispanak tohum partilerinin 41 °C 72 saat hızlı yaşlandırma testi sonrasında standart çimlenme testi (HYT+TÇO) ve ortalama çimlenme zamanı (HYT+OÇZ) sonuçları.	71
Çizelge 4.5 Ispanak tohum partilerinin 41°C’de 72 saat hızlı yaşlandırma testi (HYT, %) sonrası erken kökçük sayımı (HYT+KÇO) değerleri (saat/%)72	
Çizelge 4.6 Ispanak tohum partilerinin başlangıç (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ve 41°C 72 saat yaşlandırma (HYT+Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) sonrası elektriksel iletkenlik değerleri	73
Çizelge 4.7 Ispanak tohum partilerinin tarla (TRLFÇO, %) iklim odası (İOFÇO, %) ve sera (SFÇO, %) koşullarında elde edilen fide çıkış oranları	74
Çizelge 4.8 Depolama öncesi tohum partilerinin nem düzeyleri (%)	75
Çizelge 4.9 Ispanak tohum partilerinin 12 aylık depolama sonrasında toplam (DSTÇO) ve normal (DSNÇO) çimlenme oranları (%) ile ortalama çimlenme zamanı (DSOÇZ, gün) değerleri	76
Çizelge 4.10 Ispanak tohum partilerinin depolama sonrası saat bazında kökçük çıkış (DSKÇO) yüzdeleri (saat/%)	77
Çizelge 4.11 Ispanak tohum partilerinde fide çıkış testleri ile güç testleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	79
Çizelge 4.12 Ispanak tohum partilerinde depolama sonrası çimlendirme testi (DSTÇO, %), ortalama çimlenme zamanı DSOÇZ, gün) ile güç testleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	83
Çizelge 4.13 Pazı tohum partilerinin 100 tane ağırlığı ile üretim yıllarına ait değerler.87	
Çizelge 4.14 Pazı tohum partilerinin standart çimlendirme (TÇO, %) ve ortalama çıkış zamanı (OÇZ, gün) testi sonuçları	88
Çizelge 4.15 Pazı tohum partilerinin kökçük çıkış (KÇO, %) yüzdelerinin saat bazında değişimi	90
Çizelge 4.16 Pazı tohum partilerinin 41°C 72 saat hızlı yaşlandırma testi sonrasında standart çimlenme testi (Toplam: TÇO, ve ortalama çimlenme zamanı. OÇZ, gün) sonuçları.	91

Çizelge 4.17 Pazı tohum partilerinin 41°C’de 72saat hızlı yaşlandırma testi (HYT, %) sonrası erken kökçük sayımı (HYT+KÇO) değerleri (saat/%)	92
Çizelge 4.18 Pazı tohum partilerinin başlangıç (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ve 41 72 saat hızlı yaşlandırma (HYT+Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) testi sonrası elektriksel iletkenlik değerleri	93
Çizelge 4.19 Pazı tohum partilerinin farklı yetiştirme koşullarında tarla (TRLFÇO, %) ve iklim odasında (İOFÇO, %) elde edilen fide çıkış oranları değerleri.....	94
Çizelge 4.20 Depolama öncesi tohum partilerinin nem düzeyleri (%)	95
Çizelge 4.21 Pazı tohum partilerinin 12 aylık depolama sonrasında toplam (DSTÇO, %) ve normal (DSNÇO) çimlenme oranları (%) ile ortalama çimlenme zamanı (DSOÇZ, gün) değerleri	96
Çizelge 4.22 Pazı tohum partilerinin depolama sonrası saat bazında kökçük çıkış (DSKÇO) yüzdeleri (saat/%)	97
Çizelge 4.23 Pazı tohum partilerinde güç testleri ile tarla fide çıkış oranı (TRLFÇO, %) ve iklim odası fide çıkış oranı (İOFÇO, %) arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	98
Çizelge 4.25 Pancar tohum partilerinin 100 tane ağırlığı ile üretim yılı ve çeşit isimlerine ait veriler	105
Çizelge 4.26 Pancar tohum partilerinin standart çimlendirme (TÇO, %) ve ortalama çıkış zamanı (OÇZ, %) testi sonuçları	106
Çizelge 4.27 Pancar tohum partilerinin kökçük çıkış (KÇO, %) yüzdelerinin saat bazında değişimi	108
Çizelge 4.28 Pancar tohum partilerinin 41°C 72 saat hızlı yaşlandırma testi sonrasında standart çimlenme (HYT+TÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanı testi (HYT+OÇZ, gün) sonuçları.	109
Çizelge 4.29 Pancar tohum partilerinin 41°C’de 72saat hızlı yaşlandırma testi (HYT, %) sonrası erken kökçük sayımı (KÇO) değerleri (saat/%)	110
Çizelge 4.30 Pancar tohum partilerinin başlangıç (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ve 41°C 72 saat yaşlandırma (HYT+Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) testi sonrası elektriksel iletkenlik değerleri	112
Çizelge 4.31 Pancar tohum partilerinin farklı yetiştirme koşullarında tarla (TFÇO, %) iklim odası (İOFÇO, %) elde edilen fide çıkış oranları ve ortalama çıkış zamanı değerleri	113
Çizelge 4.32 Depolama öncesi tohum partilerinin nem düzeyleri (%)	114
Çizelge 4.33 Pancar tohum partilerinin 12 aylık depolama sonrasında toplam (DSTÇO, %) ve normal (DSNÇO, %) çimlenme oranları ile ortalama çimlenme zamanı (DSOÇZ, gün) değerleri	115
Çizelge 4.34 Pancar tohum partilerinin depolama sonrası saat bazında kökçük çıkış (DSKÇO) yüzdeleri (saat-%)	116

Çizelge 4.35 Pancar tohum partilerinde fide çıkış testleri ile güç testleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	118
Çizelge 4.36 Pancar tohum partilerinde güç testleri ile depolama sonrası çimlenme (DSTÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanı (DSOÇZ, gün) arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	120
Çizelge 5.1 Ispanak tohum partilerinin fide çıkış ve depolama sonrası çimlenme (canlılık ve ortalama çimlenme zamanı) değerleri ile güç testleri arasındaki korelasyon değerlerinin istatistiksel değerlendirme özeti.....	126
Çizelge 5.2 Pazı tohum partilerinin fide çıkış ve depolama sonrası çimlenme (canlılık ve ortalama çimlenme zamanı) değerleri ile güç testleri arasındaki korelasyon değerlerinin istatistiksel değerlendirme özeti.....	128
Çizelge 5.3 Pancar tohum partilerinin fide çıkış ve depolama sonrası çimlenme (canlılık ve ortalama çimlenme zamanı) değerleri ile güç testleri arasındaki korelasyon değerlerinin istatistiksel değerlendirme özeti.....	130

1. GİRİŞ

İnsanlığın yerleşik hayata geçişinden bugüne kadar önemli bir yere sahip olan tohum, tarımsal üretimin başlangıcı, sebze türleri, süs bitkileri, tarla bitkileri, meyve ve orman ağaçları için de temel çoğaltma materyali olarak önem taşımaktadır. Tohum; bitkilerde döllenme ile birlikte meydana gelen embriyo, besin deposu ve tohumu dış etkenlerden koruyan kabuğunun taşıyıcısı generatif çoğaltım materyali olarak tanımlanmaktadır. Genel anlamıyla ele alındığı zaman tohumluk, yeni bitkiler elde etmede yararlanılan generatif ya da vejetatif özelliğe sahip her türlü, bitki organ ve kısımlarını ifade etmektedir. Bitkiye özgü, genetik enformasyon, tohum ile gelecek nesillere taşınmaktadır.

Dünya üzerindeki 8 milyarı aşan nüfusun sağlıklı bir şekilde yaşamını sürdürebilmesi için ihtiyaç duyulan miktarda gıdayı alması, yeterli ve dengeli beslenmesi, gıda güvenliğinin sağlanması son derece önemlidir. Bu durum tarım sektörünün önemini her zamankinden daha fazla öne çıkarmaktadır. Tohum, gıda zincirinin ilk halkasını, üretimin temelini, biyolojik ve kültürel çeşitliliğin de temelini oluşturur. Günümüzde tohum sadece tarımsal bir girdi değil, aynı zamanda ileri teknoloji kullanılarak elde edilen ve yüksek gelir getiren, ekonomik değere ve stratejik öneme sahip bir metadır.

Yüzyıllardır mahsulden ayrılan ürün çoğaltma amaçlı tohum olarak kullanılmaktayken, XIX. yüzyıldan itibaren tohum bilimi ve tohumda kalite standartlarına yönelik çalışmalar sonucunda nitelikli tohum üretimine ve kullanımına başlanılmış ve tohum ticari bir değer kazanmıştır. XX. yüzyılın ilk çeyreğinden sonra gelişmiş ülkelerde tohumculuk kuruluşları yaygınlaşmış ve kamu, tohumluk üretim ve dağıtım sistemlerinden zaman içerisinde çekilerek yerini özel sektöre bırakmıştır. Buna paralel olarak 1970'lerden sonra özel tohumculuk kuruluşları AR-GE için önemli kaynaklar ayırarak yatırımlar yapmaya başlamıştır. Bilimsel ve teknolojik gelişmeler, Dünya Tohumculuğu'nun gelişmesinde daima belirleyici ve önemli bir unsur olmuştur. Günümüzde Dünya'da tohum ticaretinin 50 milyar dolar gibi bir rakamı bulduğu (Anonim 2022) belirtilmektedir. Tohumculuk sektörünün ve tohumluk ticaretinin denetim altında tutulmasına olan ihtiyaç, en başından itibaren kendisini hissettirmiş ve XIX. yüzyılın sonuna doğru ilk ulusal tohum kalite

laboratuvarları kurulmuş ve beraberinde tohumluk standartları belirlenmiştir (Anonim 2022).

Uluslararası tohumluk ticareti, tohumculuk sektöründe sağlanan gelişmelere paralel olarak son çeyrek yüzyılda önemli artışlar göstermiştir. Bu artışta, farklı ekolojilere uygun yeni çeşitler, tohumluk üretiminde ihtisaslaşma ve tohumculuk teknolojisinde sağlanan gelişmeler etkili olmuştur. Üretimin, yeterliliğin ve beslenmenin temeli olan tohumların korunması ve gelecek kuşaklara aktarılması, ekonomik ve sosyal açıdan da önem taşır.

Yüksek kaliteli tohumların üretimi, satışı ve dağıtımı tarımsal kalkınma ve gıda güvencesi açısından kritik önem taşımaktadır. Düşük kaliteli tohum kullanımı sadece verimi değil, ürün içindeki karışım unsurlarının oranına bağlı olarak üretim kalitesini de olumsuz yönde etkilemektedir. Bu durum ürünün pazar değerinin ve buna paralel olarak elde edilecek gelirin de düşmesine de neden olmaktadır. Tarımsal üretimde kullanılan gübre, ilaç, vs. gibi girdiler en üst seviyede kullanılmış olsa bile, kaliteli olmayan tohumlukla yüksek verimin yakalanması olanaklı değildir.

Tohumda kaliteyle, tarımsal üretimde değişen oranlarda verim artışı sağlanabilmektedir (Kün vd. 1995, Devi vd. 2003, Bektaş vd. 2014, Kara vd. 2014). Tohum tek başına önemli bir tarımsal girdi olmakla beraber başarılı üretim için diğer girdilerin etkisi de önemsenmelidir. Tarımda genetik potansiyeli düşük bitki çeşitleri ve kalitesiz tohumların kullanılması halinde, çoğu zaman diğer girdilerden beklenen yararları gerçekleştirmek mümkün değildir. Bu sebeplerle, bitkisel üretimde diğer girdilerin verim üzerine sağlayacağı potansiyel etkiyi artırmak için yüksek genetik potansiyele sahip kaliteli tohumların kullanımı ön koşuldur.

Sebze tarımında tohum üretimi diğer tarım alanlarında olduğu gibi ve hatta bazen daha fazlasıyla özen, bilgi ve tecrübe gerektirmektedir. Sebze türlerinde hibrit kullanımındaki yaygınlık, birim alandaki yoğun gider ile tarımsal üretimde ayrı bir yer tutar. Sebzelerde tohum kalitesi ve üretim süreleri, çiçeklenme özellikleri, hasat ve sonrası işlemler gösterilmesi gereken özen nedeniyle ayrı bir hassasiyete sahiptir.

Ticari amaçlı üretilen tohumların, üretildikleri yıl satılamaması veya üretim fazlası olarak depolanması durumu da hasattaki olgunluk farkları, kalite unsurları kadar önemli bir sorun oluşturmaktadır. Depo koşulları ne kadar ideal düzeylerde tutulmuş olsa da depolama ile canlılık düşüşü ve kalite farklılıkları oluşabilmektedir. Çeşitli sebeplerle meydana gelen tohum yaşlanması ile fide kalitesi olumsuz etkilenmektedir (Demir vd., 2008; Powell 2022). Bu sebeplerle ticari amaçlı üretimi yapılan her tohum partisi çimlenme için standart seviyeyi sağlayamamakta ve bu da arazi koşullarında zayıf fide oluşumuna sebep olmaktadır.

Tohumda kalite bütünsel bir değerlendirmeye fizyolojik, morfolojik ve çevresel faktörlerin etkisinin tamamıdır. Saflık, hastalıklarla bulaşık olmama ve çimlenme standartlarını karşılaması gibi özellikler tohumun temel kalite değerlerini belirler. Farklı ortam koşullarında hızlı ve tekdüze çıkış özelliklerini taşıyabilecek nitelikteki (tohum gücü yüksek) tohumun nasıl üretileceği de sektör için oldukça önemli bir diğer ayrıntıdır.

Tohum ve fide üreticilerinin ürünlerini piyasaya sunmadan ya da ticari olarak pazarlamadan önce canlılık ve çıkış performanslarını test etmeleri oldukça önem taşımaktadır. Fide üretiminde ya da tarlaya ekimde her tohumun çimlenmesi ve sağlıklı bitkiler meydana getirmesi ideal beklentidir. Fide üretimi yapmak masraflı ve zahmetli bir tekniktir. Çimlenmeyen her tohum için harcanan enerji, kullanılan ortam hazırlıkları ve malzemeler ile işçilik giderleri üretim kaybı ve masraf olarak kabul edilir. Bu gerekçe ile üretimi yapılacak tohum partilerinin canlılıklarını ve gücünü belirlemek iş gücü ve zaman kaybını önleyici ve başarıyı arttırıcı bir işlemdir.

Tohumlarda canlılık en sağlıklı olarak, standart çimlendirme testi ile belirlenmektedir. Tohum canlılığı en temel kalite faktörü olmakla beraber aynı canlılıktaki tohum partilerinin gücü farklıdır. Özellikle stres koşullarında laboratuvardaki çimlenme ile tarla performansı arasındaki farklar daha da öne çıkmakta ve bu farkların en önemli unsurunu da tohum gücü oluşturmaktadır.

Günümüzde tohum kalitesinin önemli bir özelliği halini alan tohum gücünün belirlenmesi ve bu amaca yönelik güç testlerinin uygulanması ve geliştirilmesi yönündeki çalışmalar

artmıştır. Bugün geçerli olan ve en geniş anlamda kabul gören iki tanımlamaya göre tohum gücü, “Tohum veya tohumluk partilerinin çimlenme ve fide çıkışı sırasındaki performans ve aktivitelerini belirleyen tüm özelliklerinin toplamı” (Perry 1978, Powell 2022). Diğer tanımlamada ise “Tohumun geniş çevre koşulları altında hızlı, bir örnek çıkış ve normal fide oluşturma kabiliyeti” (Anonymous 1983) olarak tanımlanmıştır. Tanımlardan da anlaşılacağı gibi tohum gücü birçok faktörden etkilenmektedir.

Tohum gücüne etkili olan temel faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Genetik yapı
2. Ana bitkinin yetiştirildiği ekolojik koşullar
3. Tohumun hasat olgunluğu
4. Tohumun ağırlığı ve yeknesaklığı
5. Tohumun mekanik bütünlüğü (kırılmamış, çatlamamış olması)
6. Tohumdaki yaşlanmalar ve hasat sonrası işlemler
7. Depo patojenleri (Bradnock 1975, Perry 1980, Cantliffe 1981, Şehirli 1989, Özden vd. 2017, Powell 2022).

Tohum gücünün belirlenmesi, tohumların fizyolojik kalitesine göre sınıflandırılmasına, farklı yetiştirme ve depolama koşullarına maruz kalan tohum partilerinin kalitesinin tespit edilmesine, ayrıca taşıma, depolama ve pazarlama koşulları hakkında bilgi edinilmesine yardımcı olur. Bu sayede, tohum partisinin gücü hakkında daha ayrıntılı bilgi sahibi olunabilir (Venter 2000, Demir vd. 2020b, Mis vd. 2022). Bu avantajları nedeni ile tohum gücünün tahmin edilmesi hem üreticiler hem de yetiştiriciler açısından değer taşımaktadır.

Tohum partisinin gücündeki farklılıkları dört temel özellik ile belirlemek olanaklıdır.

Bunlar:

1. Çimlenme sırasındaki biyokimyasal reaksiyonlar
2. Çimlenme hızı, daha erken çimlenme ya da geç çıkış

3. Tarlada fide çıkış oranı ve hızı,
4. Olumsuz çevre koşulları altında çimlenme ve fide çıkış kabiliyetidir (Perry 1980, Şehirali 1989, Mavi vd. 2016, Ermiş vd. 2023).

Tohum gücü testleri belirtilen özellikler dikkate alınarak geliştirilir. Ancak tohumlu türlerin tamamında, tohum yapıları ve özellikleri nedeni ile tek bir güç testinin kullanılması olanaklı değildir. Bu nedenle türlere göre farklı güç testleri geliştirilmiş ya da aynı güç testi türe uygun şekilde modifiye edilmiştir. Powell (2022) tohum gücünün temel mekanizmasının etkilendiği özellikler nedeni ile çok yönlü olduğunu ve pratik olarak belirlenmesinin türlere göre değişen bir yapı gösterdiğini ifade etmektedir. Bütün türlere uygun tek bir güç testi bulunmamakla beraber, her bir tür için hangi geniş kullanım alanı olan güç testinin uygun olacağı tespit edilmeye çalışılmaktadır. Tohum gücü testleri temel anlamda performans testleri, stres testleri ve biyokimyasal testler olmak üzere üç grupta özetlenebilir (Venter 2000). Ancak birçok araştırmacının hemfikir olduğu konu tohum gücü testlerinin olumsuz tarla koşullarında (stres koşullarında) tohum partilerinin tarla performansının tahmininde ve de depolamada tohum canlılığının tahmininde kullanılmalarına imkan sağlamasıdır. (Powell 2022).

Ispanak, pazı ve kırmızı pancar ülkemizde son yıllarda geniş alanlarda üretim potansiyeli olan sebze türleridir. Türkiye’de ıspanak 232.699 ton, pazı 9.352 ton ve kırmızı pancar 21.188 ton üretilmektedir (TUİK 2024). Belirtilen türler tarlaya doğrudan ekilerek yetiştirilmektedir. Ispanakta su kültüründe sera koşullarında da bitki yetiştirilmektedir. Ancak bu açık arazi ekimlerine göre çok daha düşük bir seviyededir. Tohumun tarlaya doğrudan ekilmesi, kullanılan tohumun kalitesinin fide çıkışına doğrudan ve efektif şekilde etkili olduğunu gösterir. Ayrıca bu türler yılın farklı zaman dilimlerinde yetiştirilmektedirler. Bu durumda da sıcak-soğuk döngüsü, yükseklik, farklı toprak yapısı ve coğrafi farklılıklar da tohum çıkışını doğrudan etkileyebilir. Bu bakımdan tohum partilerinin tarla çıkış potansiyellerinin saptanması ve buna göre ekim planlamasının yapılması sağlıklı üretim açısından yararlı olacaktır. Bir diğer nokta belirtilen türler yaprak ya da yumruları için yetiştirilmektedir. Diğer bir ifadeyle, meyveli türler kadar uzun bir generasyon süresine ihtiyaç duymazlar. Bu bakımdan hızlı ve uniform çıkış birim alandaki bitki sayısını etkileyerek verimi doğrudan etkileme potansiyeline sahiptir. Güç

testinin bu açıdan önemli olabileceğini ifade etmeliyiz. Tohum güç testlerinin en önemli işlevlerinden birisi daha önce de ifade edildiği gibi Powell (2022) tarafından da öngörüldüğü şekliyle tarla fide çıkış potansiyelini tahmin etmek ve partileri buna göre güçlü, orta ve zayıf olarak sınıflandırmaktır. Nitekim bizim çalışma grubumuz tarafından yapılan çalışmalarda dere otu (Özden vd. 2021), roka (Özden vd. 2020), tatlı mısır (Çatıkkaş vd. 2024) gibi doğrudan ekilen türlerde tohum gücü testlerinin, tarla çıkış performansını başarılı bir şekilde tahmin ettiği saptanmıştır.

Tohum gücü testlerinin bir diğer önemli yararı, partilerin depo ömrünü tahmin etmek ve buna göre sınıflandırmaktır. Tohum teknolojisinde yaşlanma hem üretim öncesi faktörler nedeniyle hem de depolama sırasında oluşabilir ve çimlenme performansını etkiler (Matthews vd. 2012, Powell 2022). Bu nedenle yaşlanma sürecini ve etkilerini güç testleriyle tür bazında belirlemek tohum teknolojisi için yararlı sonuçlar verecektir. Hızlı yaşlandırma ve elektriksel iletkenlik testleri ISTA (2020) tarafından yıllar önce kabul edilmiş, soya fasulyesi ve bezelyede uluslararası düzeyde kullanılmaktadır (ISTA 2020). Hızlı yaşlandırma testi kabakgiller (Mavi vd. 2009) tatlı mısır (Çatıkkaş vd. 2024), elektriksel iletkenlik ise lahana ve karnabahar (Mirdad vd. 2006, Demir vd. 2009), roka (Özden vd. 2020), fasulye (Özden vd. 2019), tere (Demir vd. 2019) gibi türlerde başarı ile kullanılmıştır. Son yıllarda kökçük çıkış testi de çok farklı türlerde güç testi olarak kullanılmaya başlamış, sadece fide çıkış oranı değil depo ömrünün de tahmininde başarılı sonuçlar vermiştir (Özden vd. 2017, 2018, Ermiş vd. 2015, 2022, Powell 2022).

Ispanak, kırmızı pancar ve pazı türlerinde tohum güç testleri konusunda araştırma sayısı sahip olduğumuz literatür kaynaklarına göre sınırlıdır. Bu araştırma, bu üç türde güç testlerinin tarla çıkış oranı ve depo ömrünün tahmininde kullanımını araştırmak amacıyla planlanmıştır. Tezde kökçük çıkışı, hızlı yaşlandırma testi, elektriksel iletkenlik testi ve hızlı yaşlandırma sonrası kökçük çıkışı ve iletkenlik testi kombinasyonlarının tohum gücü testi olarak kullanımının tarla çıkışı ve depo ömrü ile ilişkisini ortaya koymak amacıyla planlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Tohumda Kalite ve Güç Kavramları

Yüksek canlılık gösteren bir tohum partisinin iki temel özelliği, yüksek çıkış potansiyeline sahip olması ve depolama süresince yüksek çimlenme oranını korumasıdır. Ancak, optimum koşullarda yapılan çimlenme testleri her zaman tohum partilerinin çıkış potansiyelini yansıtmaz; çünkü tarlada ya da fide üretim sistemlerinde her zaman ideal çevresel koşullar mevcut olmayabilir.

Tohum kalitesi, özellikle çimlenme ve canlılık hem tarla hem de serada eş zamanlı ve düzenli fide çıkışı ile güçlü ve homojen fideler elde edilmesinde büyük rol oynar. Tohum canlılığı, tohum kalitesinin önemli bir bileşeni olup çimlenmenin ötesinde, tohum partilerinin tarlada çıkış potansiyeli ve depolama süresince dayanıklılığı hakkında bilgi verir. Yüksek canlılığa sahip tohum partileri, çeşitli çevresel koşullarda hızlı ve başarılı fide gelişimi sergileyerek uzun süre boyunca canlı kalabilme özelliğine sahiptir. Hızlandırılmış yaşlandırma, kontrollü bozulma, elektriksel iletkenlik ve doymuş tuz hızlandırılmış yaşlandırma gibi canlılık testlerinin, birçok türde tohum partilerinin fide çıkış yüzdesi ve dayanıklılığı ile ilişkili olduğu bulunmuştur. İyi bir canlılık testi hızlı, tekrarlanabilir ve tohum partilerini etkin bir şekilde ayırt edebilen bir test olarak kabul edilir.

Geç çıkışın, küçük ve homojen olmayan fide boyutunun bir nedeni, üretim ve depolama sırasında meydana gelebilecek olan tohum bozulması ve genetik faktörlerdir. Farklı türlerin çıkış ve depolama potansiyelini tahmin etmek amacıyla çeşitli tohum canlılık testleri geliştirilmiş ve uygulanmıştır.

Ülkemizde de geçerli olduğu gibi Dünya’da birçok ülkede ticari olarak satılan tohumların belirlenen standartlar gereğince asgari bir çimlenme oranına (yüzde değer) sahip olması gerekmektedir. Bu oran türlere göre değişmekle beraber genel olarak %70 ve 80’in üzerinde kabul edilmektedir. Ticari amaçlı üretilen tohumlar, çimlenme oranlarının satışa sunuldukları paketlerde yazıldığı gibi 'etiketlemede doğruluk' ilkesi altında satılmaktadır.

Tohum kalitesinin belirlenmesinde en temel değişken olan tohum canlılığı kavramı ilk kez 19. yüzyılda, 1876 yılında Friedrich Nobbe'nin itici güç anlamına gelen 'Triebcraft' terimini ortaya atmasıyla tanınmıştır (Perry 1973). Bu durum, 20. yüzyıl boyunca canlılığın tanımı ve canlılık testi yöntemlerine ilişkin çok sayıda gelişmeye yol açmış ve bunlar kapsamlı bir şekilde incelenmiştir (McDonald 1994, Dornbos 1995, AOSA 2009). Yıllarca canlılık kavramı ve tanımı üzerine yapılan tartışmaların ardından, Uluslararası Tohum Test Birliği (ISTA) 2001 yılında tohum gücünü ISTA Tohum Test Kurallarına dahil etmiştir. ISTA (2018) tohum gücünü; “çeşitli koşullarda asgari düzeyde çimlenme gösteren tohum partilerinin aktivitesini ve performans seviyesini belirleyen özelliklerin toplamıdır” şeklinde tanımlamıştır. Canlılıkla ilişkilendirilen bir tohum partisinin özellikleri, tohum çimlenmesinin ve fide büyümesinin hızı ve düzgünlüğü, olumsuz çevre koşulları altında tohumların fide oluşturabilme yeteneğı ve depolamadan sonra tohum partisinin performansı, özellikle çimlenme yeteneğinin korunmasıdır. Bu özellikler, başarılı sebze üretimi için tohumun gereklilikleriyle açıkça örtüşmektedir

Yüksek canlılık gösteren tohum partisinin aynı zamanda yüksek kalitede olması da, fiziksel olarak yabancı materyallerden temizlenmiş, herhangi bir patojenle temas etmemiş olması şeklinde tanımlanabilir. Tohum kalitesi, genetik, fizyolojik ve fiziksel özelliklerin tümünü barındıran ve çeşidin potansiyeli ile ilişkili olarak ürün performansı ve verimini belirlemektedir. Tohumun kalitesinin belirlenmesinde; genetik ve fiziksel saflık, canlılık, güç (vigor), tohum büyüklüğünün yeknesaklığı, tohum kaynaklı hastalık ve zararlılar ile tarlada tohum performansını etkileyen diğer faktörler gibi çeşitli parametrelerden yararlanılmaktadır (Doijode 2006, Elias 2006).

Tohum canlılığının belirlenmesinin temelini oluşturan çimlenme, ISTA (2022) tarafından tanımlanan optimum sıcaklık ve ışık koşulları altında test edilir. Ancak, yüksek bir çimlenme testi sonucu her zaman tarla koşullarında, özellikle koşullar elverişsiz olduğunda iyi çıkışla sonuçlanmayabilir (Egli ve Rucker 2012, Powell ve Matthews 2012, Powell 2022). Bu nedenle, tarla koşullarındaki tohum partilerinin performansındaki farklılıklar, tohum canlılığını tanımlarken, "geniş bir ortam yelpazesinde kabul edilebilir çimlenme sağlayan tohum partilerinin aktivitesini ve performansını belirleyen özelliklerin toplamı" olarak tanımlanır (ISTA 2022).

Pisum sativum (Matthews 1977), *Phaseolus vulgaris* (Powell vd. 1986), *Raphanus sativus* (Mavi vd. 2014), *Cucurbitaceae* (Mavi ve Demir 2007a-b, Mavi vd. 2010) ve *Capsicum annuum* (Basak vd. 2006) gibi sebze ürünlerinin ticari tohum partileri için tarla çıkışında belirgin farklılıklar gösterilmiştir (Çizelge 2.1). Bunlar özellikle tohumların düşük sıcaklık ve mekanik stres gibi olumsuz koşullarda ekildiği durumlarda daha kolay tespit edilebilmiştir. Daha kontrollü çevre koşullarında ekilen tohum partileri ise genellikle çıkışta belirgin farklılıklar göstermemiştir (Powell vd. 1991). Ancak, çeşitli *Brassica* türlerinden elde edilen tohum partilerinin performansındaki farklılıklar, çıkış hızına (ortalama çıkış süresi) ve fide boyutundaki değişime yansımıştır (Powell vd. 1991). Bu nedenle, yüksek canlılığa sahip tohumlar, düşük canlılığa sahip tohumlardan daha büyük ve kuru maddesi yüksek fideler üretmiştir. Finch-Savage (1986) ayrıca karnabahar (*Brassica oleracea* var *botrytis*), pırasa (*Allium porrum*) ve soğanın (*Allium cepa*) fide uzunluğunun azaldığını ve bu fide uzunluklarının değişim katsayısının çimlenme için gereken su alım süresinin artmasıyla arttığını gözlemlemiştir. Her üç türde de yavaş çimlenen tohumlar, daha hızlı çimlenen tohumlardan daha az normal sağlıklı fide üretmiştir. Benzer şekilde, düşük canlılığa sahip lahana ve karnabahar tohum partileri, ortalama çıkış süresini ve fide ağırlığının değişim katsayısını artırmıştır (Finch-Savage ve McKee 1990).

Çizelge 2.1 Çeşitli sebze ve çiçek türlerine ait ticari tohum partilerinin tarla çıkış değerleri

Türler (lot sayısı)	Normal çimlenme değeri aralığı (%)	Fide çıkış oranları değer aralığı (%)
Bahçe bezelyesi (80) ¹	>80	8-85
Yeşil fasulye (90) ²	75-100	34-93
Soğan (12) ³	77-92	46-72
Marul (22) ³	88-98	27-71
Lahana (31) ³	80-98	7-78
Karnabahar (12) ³	85-96	10-64
Mısır (29) ⁴	92-98	48-98
Turp (9) ⁵	79-100	50-95
Karpuz (9) ⁶	90-100	12-58
Karpuz (10) ⁷	94-98	35-79
Karpuz (10) ⁷	>98	80-35 (düşük sıcaklık ekimi) 82-13 (mekanik stres, derin ekim)
Kavun (10) ⁷	>98	82-40 (düşük sıcaklık ekimi) 82-30(mekanik stres, derin ekim)
Hıyar (9) ⁷	>98	82-35 (düşük sıcaklık ekimi) 83-28 (mekanik stres, derin ekim)
Biber (13) ⁸	86-97	71-96 (düşük sıcaklık ekimi) 63-93 (yüksek sıcaklık ekimi)
Sardunya (9) ⁹	84-97	29-91 (M)
Adaçayı (9) ⁹	70-96	2-89 (M)
Koyungözü (9) ⁹	80-97	21-71 (M)
Camgüzeli (9) ⁹	70-100	6-66 (M)
Hercai menekşe (9) ¹⁰	86-98	21-94 (M)

¹ Çeşitli makalelerden elde edilen verilerin birleştirilmesi; Matthews 1977, ² Powell vd. 1986, ³ Matthews 1980, ⁴ Matthews ve Khajeh Hosseini 2006, ⁵ Mavi vd. 2014, ⁶ Mavi ve Demir 2007, ⁷ Mavi vd. 2010, ⁸ Basak vd. 2006, ⁹ Gülöksüz ve Demir 2012, ¹⁰ Demir vd. 2011.

Tohumun depoda kalma süresi de, tohum canlılığının bir diğer özelliğidir. Yüksek canlılık oranına sahip tohum partileri, yalnızca elverişsiz çeşitli tarla koşullarında yüksek çıkış performansı ile değil, aynı zamanda daha uzun depolama süreleri için uygulanabilir olmalarıyla da aynıdır (Powell ve Matthews 2012, Demir vd. 2022). Yüksek canlı tohum partileri, düşük canlı partilere göre daha uzun süre depolandıktan sonra çimlenme yeteneğini korur. Bu durum, soğanların (Powell ve Matthews 1984a) ve Brüksel lahanalarının (Powell ve Matthews 1984b) hem ticari ortam koşullarında hem de kontrollü koşullarda depolanması sırasında gösterilmiştir. Tüm tohum partileri çimlenme yeteneğini korusa bile, depoda yaşlanmanın bir sonucu olarak canlılık azalacak; bu nedenle başlangıçta düşük canlılığa sahip partiler, başlangıçta yüksek canlılığa sahip tohum partilerine göre depolamadan sonra çok daha fazla canlılık kaybı gösterecektir.

Tohumların ekim öncesinde, 'tohumun çimlenmesi ve çıkışı sırasında gösterdiği aktivite ve performansını belirleyen özelliklerin bütünü' olarak tanımlanan güç özelliklerinin tespiti, yüksek güçlü tohumların kullanılmasıyla tohumdan büyük oranda tasarruf sağlanması ve üniform bir üretimin gerçekleştirilmesi önemli avantajlar arasında sayılmaktadır (Perry 1978, Tomer ve Maguire 1990).

Tohum gücü, ana bitki üzerinde gelişirken fizyolojik olgunluğa ulaştığında en yüksek seviyeye erişir ve daha sonra ekim dönemine kadar kademeli olarak azalma gösterir. Bu nedenle, herhangi bir tohum partisinde maksimum tohum gücünü sağlamak amacıyla;

- a) Yetiştirme için uygun ortam koşullarını sağlamak, sonuç olarak güçlü tohum partileri geliştirebilmek,
- b) Fizyolojik olgunlukla beraber hasadın gerçekleştirilmesi,
- c) Tohumun işlenmesi ve depolanması öncesinde oluşabilecek zararların minimuma indirilmesi gerekir.

Tohum gücü testlerinin temel amacı, ekim sonrasında veya depolama sırasında iyi performans gösterme olasılığı daha yüksek olan tohum partilerini belirlemek, ticari değeri yüksek ve benzer çimlenme oranlarına sahip tohum partileri arasındaki fizyolojik potansiyel farklılıklarını net bir şekilde ortaya koymayı hedefler. Bu nedenle, etkili bir

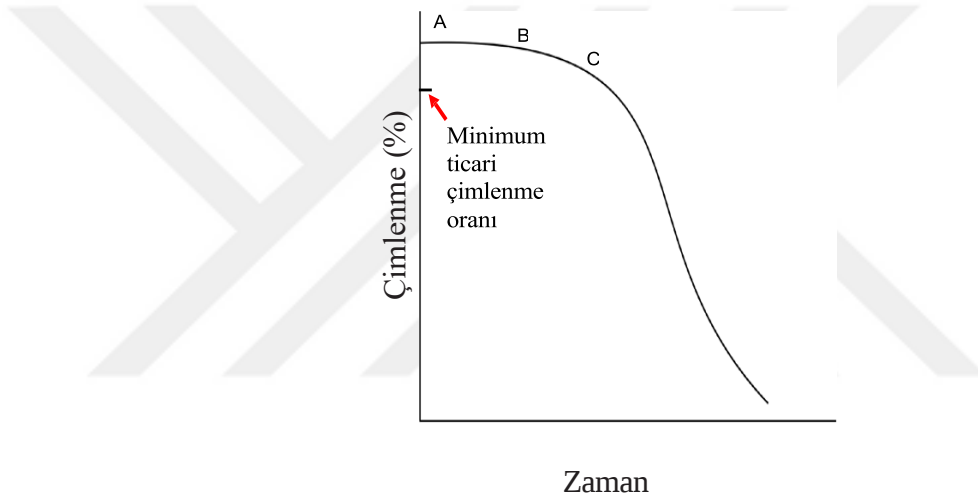
güç testinin, canlılık testleriyle tespit edilemeyen fizyolojik potansiyel farklılıklarına karşı yüksek duyarlılığa sahip olması ve tohum partilerini performans potansiyellerine göre sıralayabilmesi gerekir. Ayrıca, yüksek ve düşük güçlü tohum partilerini, tarla fide çıkışı ile kıyaslanabilir bir şekilde ayırt edebilmelidir.

Düşük güçlü tohumlar, iyi çıkış gösteren güçlü tohumların aksine, özellikle zayıf çıkışa eğilimli olanlar olarak tanımlanmıştır. Tohum gücünün çıkış üzerindeki etkilerine ek olarak, çimlenme oranı ve fide büyümesi (Dornbos 1995, Powell 2006, AOSA 2009) ile verim (TeKrony ve Egli 1991) üzerindeki etkileri de incelenmiştir. Tohum canlılığı testlerinin geliştirilmesi, tohum canlılığı farklılıklarının bir nedeni olarak yaşlanmanın incelenmesi ve tohum yaşlanmasının mekanizması da bunun en temel araştırma konusu olmuştur.

Tohumların çoğu da yaşam döngüsünün normal süreci gibi yaşla birlikte bozulması nedeniyle tohum yaşlanma sürecinin bir sonucu olarak ortaya çıkar. Tohum yaşlanması canlılığın azalmasının ve çimlenmenin düşmesinin başlıca nedeni olarak bilinmektedir (Powell vd. 1984, McDonald 1999). Tohumların yaşlanması, tohum üretimi, işlenmesi veya depolanması sırasında meydana gelebilir (Powell 2006, Matthews ve Powell 2010). Tohum yaşlanmasının ilerlemesi, tohum yaşam eğrisinde daha kolay açıklanabilir (Şekil 2.1). Başlangıçta, normal fidelerde bir düşüşle önce gelen ve ardından hem toplam hem de normal çimlenmede hızlı bir düşüşle takip edilen, kökçük çıkış aşamasına kadar çimlenmede yavaş bir düşüş olur. Bu düşüşün ne kadar süreceği, tohum nem içeriğine ve sıcaklığına bağlıdır. Yüksek normal çimlenmeye sahip ticari tohum partileri, tohum yaşam eğrisinin başlangıçtaki düşüşünde yer alır, ancak yaşlanma ve dolayısıyla bozulma sürecinin farklı aşamalarında olabilirler. Bu nedenle tohum partisi A (Şekil 2.1), tohum partisi B'den daha az yaşlıdır, yani fizyolojik olarak daha gençtir ve yüksek canlılığa sahiptir, oysa fizyolojik olarak daha yaşlı parti B düşük canlılığa sahiptir. Bu nedenle, yüksek çimlenme potansiyeline sahip tohum partilerinin yaşlanma derecesindeki farklılıklar, tohum partilerinin canlılığını belirler.

Yaşlanma / onarım hipotezi (Powell ve Matthews 2012) iki kavrama dayanmaktadır. Bu kavramlardan ilki tohum yaşlanma sürecinde bir tohum partisinin çimlenme oranındaki

düşüşü tanımlar. Başlangıçta çimlenme oranında çok yavaş bir düşüş olur, ardından canlılık kaybı hızı artar ve sonunda çimlenme oranında hızlı bir düşüş gerçekleşir (Şekil 2.1). Ticari tohum partilerinin çimlenme oranı genellikle yüksektir (normal fide yüzdesi) ve bu nedenle eğrinin başındaki yavaş düşüş aşamasında bir yerde bulunurlar. Ancak tohumlar yaşlandıkça eğri boyunca ilerler. Bu nedenle, A noktasındaki bir tohum partisi, B noktasındaki bir tohum partisine göre fizyolojik olarak daha gençtir. C noktasındaki bir tohum partisi ise en yaşlı partidir ve yaşlanma sürecindeki fizyolojik bozulmalar sonucunda çimlenme oranının yavaş düşüş evresinin sonuna ulaşmıştır.



Şekil 2.1 Çimlenmenin tohum depolamada zamana karşı değişimi

Tohum canlılığındaki farklılıkların varlığı tohum canlılığı testlerinin geliştirilmesine yol açmıştır. Bunlar, standart çimlenme testinin sağladığı bilgileri tamamlamayı, yüksek normal çimlenmeye sahip tohum partilerinin tarlada, serada veya depolamada potansiyel performanslarında farklılıklar olup olmadığını ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Birçok canlılık testi vardır, ancak hepsinin tohum canlılığının pratik bir ifadesiyle açıkça ilişkili olduğu veya bir laboratuvarla tekrarlanabilir veya farklı laboratuvarlarda yeniden üretilebilir olduğu gösterilmemiştir. Buna karşılık, ISTA Kuralları'ndaki tüm canlılık testleri titiz bir araştırma ve geliştirmeden geçmiştir ve sonuçların canlılığın pratik bir ifadesiyle ilişkili olduğundan ve tekrarlanabilir ve yeniden üretilebilir olduğundan emin olmak için ISTA Yöntem Doğrulama Programını tamamlamıştır. Bu, canlılık testlerinin

sonuçlarının güvenilir olmasını ve uluslararası ticarete yararlı olmasını sağlamaktadır (Powell 2022).

2.2 Tohum Gücü Testlerinin Tarihsel Gelişimi ve Değerlendirilmesi

20. yüzyıl boyunca, tohum gücünün tanımı ve test yöntemleri üzerine birçok tartışma ve gelişme yaşanmış ve bu konular geniş kapsamlı olarak incelenmiştir (McDonald 1994, Dornbos 1995, AOSA 2009). Bu tartışmalara paralel olarak, yüksek ve ticari olarak kabul edilebilir düzeyde çimlenme oranına sahip tohum partilerinin çıkış potansiyelindeki farklılıklar da gözlemlenmiştir; bu durum, partilerin yüksek oranda normal fide üretmesi ile sonuçlanmıştır (Powell, 2006). Çıkıştaki bu farklılıklar, tarla koşullarının ideal olmadığı durumlarda özellikle sorun yaratmıştır. Düşük güce sahip tohumların çıkış başarısı düşük olurken, yüksek güce sahip tohumlar daha başarılı çıkış göstermiştir. Gücün çıkış üzerindeki etkilerine ek olarak, çimlenme hızı, fide büyümesi (Dornbos, 1995; Powell, 2006; AOSA, 2009) ve verim üzerindeki etkileri de belgelenmiştir (TeKrony ve Egli, 1991).

20. yüzyılın sonları ve 21. yüzyılın başlarında yapılan araştırmalar, tohum gücünün üç ana yönüne odaklanmıştır: tohum gücü testlerinin geliştirilmesi, yaşlanmanın tohum gücü farklarına yol açması ve tohum yaşlanma mekanizması. Tohum gücü testlerinin gelişimi, gözlemsel bir yaklaşımdan, hipotez temelli bir yaklaşıma doğru değişmiştir. Örneğin, Hiltner (Hiltner ve Ihssen 1911) ve soğuk testlerin (Isley 1950, Hoppe 1956) ilk gelişimi, sırasıyla mekanik stres ve soğuk, nemli koşullar altında tohum partilerinin çıkış gözlemlerine dayanmaktaydı; bu testler laboratuvarında benzer koşulları simüle etmiştir. Aynı şekilde, fide büyümesindeki farklılıkların gözlemlenmesi, fide büyüme testlerinin gelişimine yol açmıştır. Daha sonra, elektriksel iletkenlik testi hem gözleme hem de hipoteze dayalı olarak geliştirilmiş (Matthews ve Bradnock, 1968; Matthews ve Whitbread 1968, Matthews 1971) ve hızlandırılmış yaşlandırma testi ise yaşlanma hipotezi temelinde oluşturulmuştur (Delouche ve Baskin 1973). Bu iki test, 2001 yılında tohum gücünün ilk kez ISTA Kurallarına dahil edilmesiyle ISTA Kurallarına eklenen ilk testler olmuştur. O zamandan bu yana, ISTA test geliştirmeyi yaşlanma / onarım hipotezi üzerine temellendirmiştir. 21. yüzyılda tohum gücü testlerinin geliştirilmesi, birkaç farklı

yaklaşım ile ilerlemiştir. ISTA tarafından doğrulanmış testlere türlerin eklenmesi, doğrulanmış testlerde yapılan değişiklikler, ISTA doğrulamalı testlerin daha geniş bir tür yelpazesi için uygulanabilirliğinin araştırılması, fizyolojik değerlendirmelerle (örneğin solunum) gücün test edilmesi ve ileri teknolojilerin (örneğin görüntü analizi, yakın kızılötesi görüntüleme) uygulanması gibi çalışmalar yapılmıştır.

2.3 Tohum Gücünün Değerlendirilmesinde Kullanılan Uluslararası Testler

Tohum güç testleri üzerine kapsamlı çalışmalar yapmakta olan Matthews (1980) yılında bu testlerin temelini oluşturan kriterleri tanımlamış ve şu şekilde ifade etmiştir. “Bir güç testi, iyi bir teorik altyapıda, basit ve çeşitli tohum test ortamlarında uygulanabilir olmalıdır; sonuçların hızlı bir şekilde raporlanması sağlanabilmeli, objektif değerlendirilebilmeli ve standardizasyonu kolaylıkla yapılabilmesi hem laboratuvar içinde hem de laboratuvarlar arasında tekrarlanabilmeli ayrıca ekonomik olmalıdır.”

Tohum güç testleri tohumun genetik (çeşit saflığı), fiziksel (mekanik saflık), fizyolojik kalitesi (çimlenme ve gücü) ve sağlığı hakkında bilgi vermektedir (Powell ve Matthews 2012). Güç testlerinin ucuz, basit, hızlı, objektif, tekrarlanabilir olması tercih edilmektedir. Güç testleri 2'ye ayrılmaktadır. Bunlar doğrudan testler ve dolaylı testlerdir. Güç testlerini aşağıdaki şekilde sınıflandırmıştır (Powell 2006):

a) Fizyolojik Testler (Direkt Testler)

1. Çimlenme esaslı testler: İlk sayım testi, fide büyüme testi ve fide büyüme hızı testi
2. Stres (Baskı) testleri: Hiltner testi, soğuk testi, serin çimlendirme testi ve bileşik stres testi

b) Biyokimyasal Testler (İndirekt Testler): Elektriksel iletkenlik testi, enzim aktivitesinin ölçülmesi (TTZ testi ve GADA testi)

c) Tüm Yaşlanma Sürecini İçeren Testler: Hızlandırılmış yaşlandırma testi, kontrollü bozulma testi ve Ki (Başlangıç teorik canlılığı) belirleme testi

Ayrıca, ISTA tarafından onaylanan ve tavsiye niteliğinde olan güç testleri de aşağıda verilmiştir (ISTA 1995, 2012, 2022):

a) ISTA Tarafından Onaylanmış Testler

1. Elektriksel İletkenlik Testi: Bezelye, fasulye ve soya
2. Hızlandırılmış Yaşlandırma Testi: Soya
3. Kontrollü Bozulma Testi: Lahanagiller (Lahana, karnabahar, şalgam, vd.)
4. Radikula Çıkış Testi: Mısır, turp, lahana

b) ISTA Tarafından Tavsiye Edilen Testler

1. Soğuk Testi: Mısır, soya, sorgum, pamuk, soğan, havuç ve bezelye
2. Serin Çimlendirme Testi: Pamuk
3. Bileşik Stres Testi: Mısır ve buğday
4. Hiltner Testi: Mısır, buğday, arpa, yulaf ve çavdar
5. Fide Büyüme Testleri: Buğday, arpa, yulaf, mısır, soya, bezelye ve bakla
6. Tetrazolyum Testi: Bahçe ve tarla bitkileri tohumları

Çalışmamıza konu olan testler ve bu testlerle ilgili yıllar içinde yapılmış olan araştırmalar tezde anlatıldığı sıralama ile aşağıda özetlenmeye çalışılmıştır.

2.4 Kökçük Çıkış Testi (KÇ) ve Ortalama Çimlenme Zamanı (OÇZ) ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Standart çimlenme testi, belirli bir süre sonra normal gelişmiş fidelerin sayımıyla yapılır ve bu süre, bitki türüne göre değişiklik gösterebilir (ISTA 2022). Örneğin, sebze tohumları arasında maydanozun çimlenmesi 28 gün sürebilirken, marul tohumları yaklaşık yedi günde çimlenebilir. Tohum partilerinin büyük sayılarda test edilmesi gerektiğinde, normal fide yüzdelerini daha hızlı tahmin edebilecek yöntemler hem zamandan hem de iş gücünden tasarruf sağlayarak değerli olabilir. Ayrıca, daha hızlı yöntemler, standart laboratuvar testlerinde yüksek normal çimlenme yüzdelerine sahip

tohum partilerinin stresli koşullarda dahi tarlada veya fide modüllerinde daha iyi çıkış sağlayabileceği bilgisiyle, tohum partilerini sıralamada yararlı olabilir. Laboratuvar koşullarında elde edilen normal çimlenme yüzdeleri, tarlada güçlü fideler oluşturma potansiyeline sahip tohumları tanımlamaktadır.

Kökçük çıkış testi, standart bir çimlenme testinin parçası olarak gerçekleştirilebilmesi ve diğer canlılık testlerine kıyasla hızlı olması avantajına sahiptir. KÇ testinin ISTA Kurallarına eklenmesinin ardından, sebze, yem bitkisi, çiçek ve tahıl türleri gibi geniş bir tür yelpazesinde uygulanmasına yönelik birçok çalışma yapılmıştır. KÇ testinin temel felsefesi, su alımının başlangıcı ile kökçük çıkışı (yaklaşık 2 mm) arasındaki gecikme süresine dayanır (Noli vd. 2008). Bu test, HYT ve KB'ye kıyasla daha kısa sürede tamamlanır. Çünkü KÇ sayımı genellikle tohumların çimlenmeye bırakılmasından 24 ila 72 saat sonra yapılır. Fizyolojik olarak yaşlanmış veya düşük canlılık gösteren tohum partilerinde bu süre, metabolik onarım için daha fazla zamana ihtiyaç duyulması nedeniyle daha uzun olur ve kökçük, genç ve canlı tohum partilerine göre daha geç çıkar (Matthews vd. 2012).

Kökçük çıkış testinden elde edilen gözlemler, fide büyüme testlerinde gözlemlenen farklılıkları açıklamak için kullanılmıştır. Canlılık farklılıkları, ticari tohum partilerinde fide boyutu ve homojenlik ile ilişkilendirilmiştir; bu durum *Brassica* türlerinde (Powell vd., 1991; Matthews vd., 2010; Shinohara vd., 2021), mısırdaki (Khajeh Hosseini vd., 2009; Matthews ve Khajeh Hosseini, 2006, 2007) ve biberde (*Capsicum annuum* L.; Demir vd., 2008) gözlemlenmiştir. Her durumda, yüksek güce sahip tohumların daha büyük fideler üretmesi, erken KÇ sonrası fide büyüme süresinin daha uzun olmasından kaynaklanmıştır, buna karşılık düşük güce sahip tohumlar ise daha geç KÇ gösterir. Dolayısıyla, erken KÇ değerlendirmesi, fide büyüklüğü ve homojenliğini ifade eden canlılığın daha hızlı bir değerlendirmesini sağlar; bu, fide büyüme testine göre daha hızlıdır. Kökçük çıkışının bir diğer avantajı ise birçok durumda KÇ sayımlarının çimlenme testinin bir parçası olarak yapılabilmesidir, böylece iki test tek bir test içinde tamamlanır.

Çimlenme testinin erken aşamalarında kökçük çıkışındaki (KÇ) farklılıklar, su alımının başlangıcından kökçük çıkışına kadar olan gecikme süresiyle ilişkilendirilmiştir (Matthews ve Khajeh-Hosseini 2007). Yaşlanmış tohumlarda kökçük çıkışının daha geç başlaması, bu tohumların bozulmayı onarmak için daha fazla zamana ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Bu durum, nemlendirme sürecinde yaşlanma/onarma hipotezi olarak tanımlanmıştır. Son yıllarda, çimlenme testinde normal fide sayısının tahmini için KÇ testinin kullanımı üzerine yapılan araştırmalar artmıştır. Mısır (*Zea mays* L.), kolza (*Brassica napus* L.) ve turp gibi türlerde ISTA kuralları çerçevesinde bir güç testi olarak belirlenmiştir (ISTA 2016, Mavi vd. 2016) ve diğer türler için de dikkate alınmıştır (Lv vd. 2016). Çeşitli türlerde KÇ testinin, tarlada veya fide modüllerinde fide çıkışı ile ilişkili olduğuna dair birçok çalışma mevcuttur (Matthews ve Powell 2011, Gülöksüz ve Demir 2012, Ermiş vd. 2015, Lv vd. 2016, Mavi vd. 2016, Demir vd. 2019, İlbi vd. 2020, Mis vd. 2022, Çatıkkaş vd. 2024).

Yaşlanma ve onarım süreçlerinin incelenmesiyle bu döngünün kökçük çıkış hızını etkileyerek ortalama çimlenme süresinde (OÇZ) farklılıklara neden olduğu gözlenmiştir. Bu durum, yeni bir tohum gücü testi geliştirilmesine zemin hazırlamıştır. OÇZ, kökçük çıkışlarının belirli aralıklarla izlenmesiyle hesaplanan, ancak pratik olmayan bir testtir. Bununla birlikte, belirli bir zamanda yapılan tek bir kökçük sayımı, OÇZ ve son çıkış oranı ile güçlü bir ilişki göstermektedir. Regresyon katsayısı (R^2) genellikle 0.90'dan yüksek olup, erken dönemde yapılan bu sayımlar, hızlı çimlenme ve yüksek tohum gücünün göstergesi olurken, tarla koşullarında da daha hızlı ve yüksek çıkış ihtimalini göstermektedir (Matthews ve Powell 2011).

Kökçük çıkışının (KÇ) zamanlaması, en son geliştirilen ve doğrulanan canlılık testinin temelidir ve araştırmalar, bu testin çok çeşitli türlere uygulanma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Bu testin temeli yine yaşlanmanın etkileri olarak açıklanırken bu durumda yaşlanmanın kökçük çıkışının zamanlaması üzerindeki etkisi de görülmektedir. Bir tohum partisi içindeki KÇ zamanlamasının bir ölçüsü, Matthews ve Khajeh Hosseini (2007) tarafından belirtildiği gibi, aslında bir tohum partisinin su alımının başlaması ile kökçük çıkışı arasındaki ortalama gecikme olan ortalama çimlenme süresidir (OÇZ). Bu gecikme bazen gecikme süresi olarak adlandırılır ve ilk olarak

Osborne (1983) tarafından yaşlı çavdar (*Secale cereale*) embriyolarında tanımlanmıştır. Kökçük çıkışındaki gecikmeyi, çimlenme devam etmeden önce DNA'nın metabolik onarımı için gereken süre olarak yorumlamıştır. Bu durum tohum partileri arasında görülen farklı OÇZ'lerin (ortalama çimlenme zamanı) açıklaması olarak yaşlanma/onarım hipotezinde ele alınmıştır (Matthews ve Khajeh Hosseini 2007). Yaşlı, bozulmuş, düşük canlılıktaki tohum partilerindeki daha uzun gecikme veya gecikme süresi (daha yüksek OÇZ), yaşlanmamış (daha az bozulmuş), daha hızlı çimlenen (daha düşük OÇZ), yüksek canlılıktaki tohum partilerine kıyasla onarım için daha uzun bir zamana ihtiyaç duyulmasından kaynaklandığı vurgulanmıştır.

Gecikme süresi boyunca metabolik onarımın gerçekleştiğine ait sonuçlar bir nemlendirme ve ardından tekrar kurutma sürecinin gecikme zamanını ve OÇZ'yi düşürdüğü (Thornton ve Powell 1992) yapılan çalışmalardan gözlenmiştir. Ek olarak, gecikme periyodu daha düşük sıcaklıklarda uzarken tüm partilerin de OÇZ'si daha yüksek bulunmuştur. Ancak, OÇZ'deki göreceli farklılıklar korunmuş ve bu da metabolik onarımın gerçekleştiğini desteklemiştir (Matthews vd. 2011). Metabolik onarıma dair göstergeler mısırın (*Zea mays*, Matthews ve Khajeh Hosseini 2007) ve turpun (Mavi vd. 2016) çimlenme kağıdında 24 (mısır) veya 5 (turp) saat nemlendirilmesi ve ardından tekrar kurutulması sonrasında görülmüştür. Bu nemlendirme uygulamaları, bir sonraki çimlenme testi sırasında kökçüklerin ortaya çıkması için gereken gecikme periyodunu önemli ölçüde azaltmıştır. Turpta, nemlendirme uygulaması ayrıca tek tohumlardan ıslatma suyuna elektrolit sızmasını önemli ölçüde azaltmıştır. Hem tohum yığınları hem de turpların tek tohumları için, kök çıkışı daha yavaş olan tohumlar (yüksek OÇZ), daha hızlı KÇ'ye sahip tohumlardan (daha düşük OÇZ) önemli ölçüde daha yüksek çözünen madde sızıntısına sahiptir. Sızıntıdaki farklılıklar hücre zarlarının bütünlüğüyle ilişkilidir. Sızıntı, tohumlar yaşlandıkça ve zar bütünlüğü bozuldukça artmaktadır. Tohum partileri arasındaki sızıntıdaki farklılıklar gecikme süresinin uzunluğuyla önemli ölçüde ilişkili olup bozulmuş zarların metabolik onarımının yanı sıra DNA'nın tohumun hidrasyonunun erken dönemlerinde gerçekleşebileceği önerisini gündeme getirmiştir (Mavi vd. 2014, 2016).

Birçok türde, tüm çimlenme eğrisi üzerinde belirlenen ortalama çimlenme süresi (OÇZ) sürekli olarak tohum performansı ile ilişkili olmuştur; Bunlar arasında mısır (Matthews vd. 2011), kolza tohumu (*Brassica napus*, Matthews vd. 2012), turp (Mavi vd. 2014), biber (Demir vd. 2008), karpuz, kavun (*Cucumis melo*) ve kabak (Mavi vd. 2010) bulunmaktadır. OÇZ ve KÇ'yi belirlemek için otomatik görüntü analizi kullanan Fransız Ulusal Tohum Test İstasyonu'ndaki (SNES, GEVES) çalışma, 17 tür için OÇZ'nin tek erken sayımlarının KÇ'yi benzer şekilde yüksek oranda tahmin ettiğini göstermiştir (Powell 2022).

Kabul edilebilir normal çimlenme seviyelerine sahip birçok türün tohum partileri için erken KÇ sayımları, tarla çıkışında görüldüğü gibi, mısırdaki (Khajeh Hosseini vd. 2009), kolza tohumunda (Matthews vd. 2012) ve turpta (Mavi vd. 2014) tohum canlılığı ile ilişkilendirilmiştir; bu türler ISTA Kuralları'nda KÇ testinin kullanımı için doğrulanmıştır. Ancak, KÇ'nin erken tek bir sayımı karpuz, kavun, hıyar ve pamuk (Matthews ve Powell 2011) çıkışıyla da ilişkilendirilmiş ve menekşe (Demir vd. 2011), sardunya ve gazanya (Gülöksüz ve Demir 2012) çiçek tohumlarında çıkışın tahmin edilmesinde başarılı bulunmuştur. *Salvia splendens* ve *Impatiens walleriana*'daki OÇZ ile çıkış arasındaki yakın ilişki (Gülöksüz ve Demir 2012), tek bir KÇ sayımının bu türlerde tohum canlılığını da tahmin edeceğini güçlü bir şekilde düşündürmektedir. KÇ'nin ayrıca turp (Mavi vd. 2014) ve pırasanın (Özden vd. 2017) depolama potansiyelinde görüldüğü gibi canlılığı tahmin ettiği gösterilmiştir. Çin'de iki yem bitkisi türü, *Elymus nutans* ve *Avena sativa* (Lv vd. 2016) ve pirinç (*Oryza sativa* var *indica*, Luo vd. 2017) için bildirilen KÇ ile çıkış arasındaki benzer ilişkiler, KÇ'nin canlılıkla ilişkili olduğu tür yelpazesinin genişliğine katkıda bulunmaktadır. Bu, KÇ testinin çok çeşitli türlere uygulanabileceği önerisini desteklemektedir.

KÇ'nin zamanlaması sadece son çıkış ve depolama potansiyeli açısından önemli olmakla kalmamış, aynı zamanda fide üretimi açısından da önemlidir. Fide boyutunun ve gelişiminin KÇ zamanlamasından etkilendiği önceki çalışmalarda belirlenmiştir (Powell vd. 1991, Wheeler ve Ellis 1991, Demir vd. 2008, Buckley ve Huang 2011). Tohumların çimlenmeye başlamasından sonra belirli bir zamanda fide boyutunun değerlendirilmesi, erken KÇO'ya sahip tohumların, KÇO'nun daha sonra meydana geldiği tohumlara kıyasla

daha büyük fidelere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Sonuç olarak, uzun bir çimlenme ilerleme eğrisine ve dolayısıyla yüksek OÇZ'ye ve düşük erken KÇO sayımlarına sahip tohum partileri, değişken büyüklükte ve nakil üretimi için uygun olmayan fideler meydana getirmektedir. Bu nedenle, tohum canlılığının fide büyüme testleri basitçe kökçük çıkışının zamanlamasını yansıtır.

Matthews ve Khajeh-Hosseini 2006 ve 2007 yıllarında mısırdaki iki farklı çalışma yürütmüşlerdir. 2006 yılındaki araştırmalarında dört farklı üretim yılından elde edilen 11 ticari tohum partisinin 13°C ve 25°C'deki ortalama çimlenme süreleri (OÇZ) ile fide çıkış performansları karşılaştırılmış ve fide çıkış oranı (FÇO) ve ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ) arasında anlamlı bir korelasyon olduğunu ortaya koymuşlardır. Daha yavaş fide çıkışının, genellikle daha düşük çıkış oranlarıyla ilişkili olduğu tespit edilmiş ve bu farklılıklar, kağıt arası çimlenme testlerinde de gözlemlenmiştir. Özellikle 13°C'de yapılan testlerde, ilk ortalama çimlenme zamanı (İOÇZ) ve 2 mm'lik kök çimlenme aşamasında elde edilen OÇZ'nin fide çıkışıyla önemli bir ilişki gösterdiği bulunmuştur. 25°C'deki İOÇZ ile 13°C'deki İOÇZ ve OÇZ arasındaki ilişki ise daha güçlü olmuş ve her iki sıcaklıkta da yavaş çimlenen tohum partilerinin ortalama kök uzunluğunun daha düşük ve değişken olduğu belirlenmiştir. Daha fazla bozulma belirtileri gösteren tohum partilerinde, İOÇZ, OÇZ, OFÇZ ve fide çıkış oranları arasındaki farklılıkların fide boyutuyla da bağlantılı olduğu tartışılmıştır. Sonuç olarak, mısırdaki fide çıkışını tahmin etmek için ortalama çimlenme süresinin yararlı bir gösterge olabileceği vurgulanmıştır. 2007 yılında yaptıkları çalışmada ise hızlı yaşlandırma testi uygulanmış tohum partilerinde, 13°C ve 20°C'deki test koşulları incelemişlerdir. 20°C'de sürdürülen çalışmaya ait ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) ile 66 saatlik kökçük çıkış (KÇ) sayımı arasındaki regresyon katsayısı $r=0.95$ hesaplanırken, 13°C'de $r=0.95$ olarak hesaplanmış ve bu iki değer arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak yüksek anlamlılık gösterdiği belirlenmiştir.

Demir vd. (2008), biber tohum partilerinin ortalama çimlenme süresinin, fide büyüklüğü ve homojenliği üzerindeki etkisini incelemek için yaptıkları araştırmada, 11 biber tohum partisi kullanmış ve tohum partilerinin sınıflandırılması ve çıkış oranlarının tahmininde ortalama çimlenme sürelerinin kullanımını test etmek amacıyla, 18°C ve 25°C'de

çimlendirme testleri yapmışlardır. Elde ettikleri sonuçları da iki farklı koşulda yürütülen fide testlerinin çıkış oranları ile karşılaştırmışlardır. Korelasyon analizi sonuçlarıyla, 18°C'deki ortalama çimlenme süresinin her iki çıkış testiyle de istatistiksel olarak önemli bir ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Çalışma, ortalama çimlenme süresinin günlük veya saatlik olarak hesaplanmasının, tohum partileri arasındaki güç farklılıklarını net bir şekilde ortaya koyabileceğini göstermiştir. Standart çimlendirme testi 25°C'de yapılmış olup, OÇZ (ortalama çimlenme zamanı) değerleri 3.4 ve 7.9 gün olarak hesaplanmıştır. Daha düşük OÇZ değerlerine sahip tohum partilerinin daha büyük fideler ürettiği, daha yüksek OÇZ değerlerine sahip olanların ise daha küçük fideler ürettiği tespit edilmiştir. Her iki sıcaklıkta elde edilen OÇZ değerlerinin, fide çıkış süresi (OFÇZ) ile fide taze ve kuru ağırlıklarını tahmin edebildiği korelasyon analiziyle anlamlı bulunmuştur.

Khajeh-Hosseini vd. (2009) çalışmasında, yedi farklı mısır tohum partisi incelenmiş ve kökçük çıkışının başladığı ortalama süre (İOÇZ) ile 2 mm'lik kökçük çimlenmesiyle belirlenen ortalama çimlenme süresi (OÇZ) arasında tutarlı bir sıralama gözlemlenmiştir. Araştırmada hem laboratuvar hem de arazi koşullarında fide çıkış testleri karşılaştırılarak, farklı sıcaklıklarda (13 °C ve 20 °C) İOÇZ ve OÇZ değerleri ile birlikte sürgün uzunluğu ve kuru ağırlık gibi parametreler değerlendirilmiştir. Her iki çimlenme hız ölçütü (İOÇZ ve OÇZ), laboratuvar koşullarında yapılan fide çıkış testlerinde, sürgün uzunluğu ve kuru ağırlıkla anlamlı bir ilişki göstermiştir ve bu ilişki, soğuk stres koşulları da değerlendirilerek ele alınmıştır. Çalışma, düşük çimlenme hızına sahip tohum partilerinin daha değişken sürgünler ürettiklerini ve daha yavaş fide çıkışı sergilediklerini ortaya koymuştur. Ayrıca, 13 °C'de 6. gün ve 20 °C'de 3. gün yapılan tek sayım testinin, mısırdaki fide performansı ile ilişkili olduğu ve rutin bir güç testi olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Khajeh-Hosseini vd. (2010) doğal yaşlanmış kolza tohum partilerinde standart çimlenme testiyle; normal çimlenme oranlarının, ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) ve çimlenme hızı ile ilgili olduğunun savunulduğu bir çalışmada elde ettikleri sonuçlara göre; OÇZ ile normal fidelerin yüzdesi ile yüksek ve negatif bir korelasyon bulmuşlardır. Çimlenme hızı ne kadar yavaşsa, normal fide oranının da paralel olarak azaldığı görülmüştür. Yaşlanmış tohum partilerindeki anormal fide artışlarının ortalama çimlenme zamanının artışı ile

tamamlanamayan onarım mekanizmasından kaynaklanmasına bağlayarak ilişkilendirilmiştir.

Tekli kökçük çıkış sayımları, OÇZ ile ilişkili bulunmuş ve çimlenme ilerleme eğrisinden elde edilen veriler, bilgisayar programı desteğiyle analiz edilebilmektedir (Matthews ve Powell 2011). Kökçük çıkış testi, kolza (*Brassica napus*) ve turp (*Raphanus sativus*) için ISTA tarafından güç testi olarak tanıtılmış ve onaylanmıştır. Ayrıca pırasa (Ermiş vd. 2015) ve tatlı mısır (Luo vd. 2015) gibi diğer bitki türlerinde de tohum gücünü ayırt etmede etkili olduğu gösterilmiştir. Tohum analistleri, güçlü tohum partilerinin laboratuvar ortamında erken dönemde daha yüksek oranda normal fide gelişimi gösterdiğini iyi bilmektedir. ISTA Güç Komitesi üyeleri, bazı bitki türlerinde tohum partilerinin kökçük çıkışına dayalı ortalama çimlenme zamanının (OÇZ) tohum gücü farklılıklarıyla ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Bu türler arasında mısır (Khajeh Hosseini vd. 2009), pamuk (Matthews ve Powell 2012), biber (Demir vd. 2008), karpuz, kavun, hıyar (Mavi vd. 2010) ve *Viola* spp. (Demir vd. 2011) yer almaktadır. Bu bağlamda, yaşlanma ve onarım süreçlerinden kaynaklanan OÇZ'deki farklılıklar, tohum gücü farklılıklarını tanımlamaktadır. OÇZ (ortalama çimlenme gecikmesi) ne kadar yüksekse, fide çıkışı o kadar yavaş olmakta ve toplam çıkış oranı da o kadar düşük olmaktadır. Ayrıca, tohum büyüklüğündeki farklılıklar, kökçük çıkış oranı ile fide çıkışı arasındaki ilişkiyi belirgin bir şekilde etkilememektedir.

Ermiş vd. (2015), pırasa tohum partilerinde tek bir kökçük çıkış sayımının, fide çıkışı ve kalitesi ile olan ilişkisini inceleyerek tohum gücünün değerlendirilmesini amaçlamışlardır. Çalışmada 25 farklı pırasa partisi kullanılmış ve kökçük çıkış sayımları 72, 96, 120 ve 144 saat sonra gerçekleştirilmiştir. Fide çıkış testleri, kontrollü iklim odasında (22 °C, 72 $\mu\text{mol m}^{-2}$ saniye⁻¹ ışık) torf ortamında yapılmıştır. 16 günün ardından, fide çıkış yüzdesi, ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ), fide yaş ve kuru ağırlıkları hesaplanmıştır. Her bir kökçük çıkış sayımı, bu ölçümlerle ilişkilendirilmiştir. 120 saatlik kökçük çıkış sayımı, fide çıkışı, ortalama çıkış zamanı, fide yaş ve kuru ağırlıkları (FYA ve FKA) ile yüksek düzeyde korelasyon göstermiştir ($r=0.717-0.839$, $p<0.001$). Ayrıca, regresyon değerleri sırasıyla $R^2=0.70$, 0.65, 0.51 ve 0.63 olarak istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$). Sonuç olarak, 120 saatlik tek bir kökçük çıkış sayımının,

pırasa tohum partilerinin sıralanması ve fide çıkış potansiyelinin tahmini için hızlı ve kolay bir tohum gücü değerlendirme yöntemi olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Özden vd. (2017), 8 ticari pırasa (*Allium ampeloprasum* L. cv. Inegol) tohum partisinde tohum ömrünü tahmin etmek amacıyla tek bir kökçük çıkış sayımının kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Denemede, 120 saatlik çimlenme süresi sonunda (20°C) kökçük çıkış sayımları yapılmıştır. Tohumlar, %20 tohum nem içeriğiyle 45°C'de hermetik bir ortamda 96 saat boyunca depolanmıştır. Depolama süresi boyunca, her 8 saatte bir olmak üzere 12 alt örnek alınarak tohumların hayatta kalma eğrileri kökçük çıkış (KÇ) testine dayanarak oluşturulmuştur. 120 saatlik kökçük çıkış değerleri %75 ile %94 arasında değişmiştir. Tohum canlılığının %50'ye düşme süresi (p50) ise 26 ile 77 saat arasında farklılık göstermiştir. 120 saatlik kökçük çıkış değeri ile p50 arasında anlamlı bir regresyon ilişkisi bulunmuş ($R^2=0.848$, $p<0.01$), bu da çalışmanın sonucunda pırasa tohumlarının ömrünün tahmininde tek bir kökçük çıkış sayımının (120 saat) kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Yan vd. (2017), dört farklı İtalyan çimi (*Lolium multiflorum*) tohum partisinin ortalama çimlenme zamanını (İOÇZ ve OÇZ) inceleyerek, tohumların gücündeki farklılıkları belirlemeyi ve tarla fide çıkış potansiyelini tahmin etmeyi amaçladıkları bir çalışma yürütmüşlerdir. Standart çimlenme koşullarında (13 °C ve 20 °C) İOÇZ ve OÇZ'nin ortalama fide çıkış süresi ile sürgün uzunluğundaki değişimle pozitif; çıkış oranı ve ortalama sürgün uzunluğuyla ise negatif ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır. En kısa İOÇZ ve OÇZ'ye sahip olan tohum partisinin en hızlı çıkış süresine ve en yüksek tarla çıkış oranına sahip olduğu bulunmuştur. Buna karşın, en uzun İOÇZ ve OÇZ değerlerine sahip tohum partisinden daha yavaş fide çıkışı sergilediği, daha büyük ortalama çıkış zamanına sahip olduğu ve daha küçük, aynı zamanda değişken büyüklükte fideler oluşturduğu gözlemlenmiştir. Çalışmanın sonucunda, 20 °C'deki OÇZ ölçümünün İtalyan çimi tohumunun tarla çıkışını tahmin etmek için uygun ve hızlı bir yöntem olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Özden vd. (2018), ticari 23 farklı patlıcan (*Solanum melongena* L.) tohum partisinden fide çıkış potansiyelini kökçük çıkış testi (KÇ) ile belirlemeyi amaçlanan çalışmada, sabit

sıcaklık (25 °C) ve değişken sıcaklık (20-30 °C) değerleri altında, 96, 104, 112, 120, 128 ve 136 saat aralıklarla sık KÇ sayımları gerçekleştirilmiş ve 14 gün sonunda normal çimlenme oranları hesaplanmıştır. Sabit ve değişken sıcaklık koşullarında yapılan ölçümler, ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) ile istatistiksel düzeyde önemli ilişkili bulunmuştur ($R^2=0.769$, $R^2=0.861$; $p<0.001$). Çalışmanın sonucunda, 104 saatlik KÇ sayımının patlıcan tohum partilerindeki normal fide oranını hızlı ve tekrarlanabilir bir şekilde tahmin edebilmek için etkili bir yöntem olarak kullanılabileceği belirlenmiştir

Matthews vd. (2018), 12 farklı kolza (*Brassica napus*) tohum partisinin normal fide oranını tahmin etmek amacıyla kökçük çıkış ve elektriksel iletkenlik (Eİ) testlerini yürüttükleri çalışmada OÇZ ölçümleri, iki farklı laboratuvar verilerine göre normal fide oranıyla yüksek düzeyde ilişkili bulmuşlardır ($R^2=0.95$ ve 0.71 ; $p\leq 0.001$). İki günlük KÇ sayımı, OÇZ ve normal fide oranını öngörmeye belirleyici bir faktör olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca, tohumların ıslatma işleminden 24 saat sonra ölçülen elektriksel iletkenlik değerleri, normal fide oranıyla güçlü bir ilişki göstermiştir ($R^2=0.87$ ve 0.79 ; $p\leq 0.001$). Çalışma sonuçlarına göre, %90'ın üzerinde normal fide oranına sahip tohum partilerinin Eİ değerleri $120 \mu S cm^{-1} g^{-1}$ 'in altında kalmıştır. İki günlük KÇ sayımları ve 24 saatlik Eİ testinin, kolza tohum partilerinde normal fide oranını hızlı ve düşük maliyetle tahmin etmek için uygun yöntemler olduğu sonucuna varılmıştır.

Demir vd. (2020a), farklı çeşitlerden yirmi soğan tohum partisinin normal çimlenme yüzdeleri tahmin etmek amacıyla kökçük çıkış (KÇ) testini uygulamışlardır. Çalışmanın ilk aşamasında, 72., 76. ve 80. saatlerdeki KÇ sayımlarının, 12 gün sonra ölçülen normal çimlenme oranlarıyla güçlü bir ilişki gösterdiği belirlenmiştir ($R^2=0.94-0.95$, $p<0.001$). İkinci aşamada, 20 tohum partisinin normal çimlenme yüzdeleri tahmin etmek için 80. saatteki KÇ sayımı temel alınarak bir regresyon formülü ($y=45.9+0.52x$) geliştirilmiştir. Bu formül, 80. saat KÇ sayımlarından elde edilen oranları kullanarak tahmin edilen çimlenme yüzdeleri hesaplamak için uygulanmıştır. Sonuçlar, öngörülen çimlenme yüzdeleri gerçekteki çimlenme yüzdesiyle yüksek bir korelasyon gösterdiğini ortaya koymuştur ($R^2=0.95$, $p<0.001$) ve tahmin edilen ortalama çimlenme yüzdesi (%79), gözlemlenen ortalama çimlenme yüzdesiyle (%80) büyük ölçüde örtüşmüştür. Çalışma, soğan tohum partilerinin normal çimlenme yüzdeleri tahmin için 12 gün

süren çimlenme testi yerine KÇ testi kullanılarak daha hızlı bir şekilde değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Özden vd. (2020), Roka (*Eruca sativa* Mill.) tohum partilerinde hızlı yaşlandırma, elektriksel iletkenlik (Eİ) ve kökçük çıkış (KÇ) testlerini kullanarak iki farklı ekim zamanında tarla fide çıkışı ile bu testler arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Çalışmada, 18, 24, 36 ve 48 saatlik KÇ oranları, hızlı yaşlandırma testinden sonra 8, 16 ve 24 saatlik ölçümlerin elektriksel iletkenlik değerleriyle birlikte güç testleri olarak kullanılmıştır. Her iki ekim zamanında da Eİ24 ve KÇ24 saat değerlerinin fide çıkış yüzdeleriyle en yüksek korelasyonu sağladığı ($p<0.001$) saptanmış, korelasyon değerleri, Eİ24 saat için sırasıyla $r=-0.824$ ve $r=-0.844$ ($p<0.001$), KÇ24 saat için ise $r=0.860$ ve $r=0.874$ ($p<0.001$) olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara dayanarak, Eİ24 ve KÇ24 saat testlerinin roka tohum partilerinde fide çıkış potansiyelini tahmin etmek için hızlı ve pratik güç testleri olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Kökçük çıkış testi çoğunlukla sebze türlerinde çalışılmış bir test olmasının yanı sıra süs bitkileri alanında da çalışmalar yapılmıştır.

İlbi vd. (2020), kökçük çıkış sayımının (KÇ), kadife çiçeği (*Tagetes* spp.) tohum partilerinin tarla çıkışını tahmin etmek için kullanılıp kullanılamayacağını belirlemek için yürütmüşlerdir. %75'in üzerinde normal çimlenmeye sahip altı kadife çiçeği tohum partisi (*Tagetes erecta* ve *Tagetes patula*), standart ISTA çimlenme testi kuralları uygulanarak çimlendirilmiş ve kökçük çıkışı (2 mm kökçük üretimi) 25 ila 169 saat arasında düzenli aralıklarla sayılmıştır. Tohum partileri ayrıca fide çıkış oranları belirlemek için ekilmiş ve 25. gün fide çıkış sonuçları değerlendirilmiştir. Fide çıkışı, 49 ve 66 saatlik çimlenmeden sonraki kökçük çıkış sayısı ile (sırasıyla $r = 0.90$ ve $r = 0.91$; $p<0,01$) yüksek oranda ilişkili bulunurken, çimlenme yüzdesiyle ($r=0.26$) anlamlılık bulunmamıştır. Böylece, 49 ve 66. saatlerdeki kök çıkış sayıları, sırasıyla tarla çıkışındaki varyasyonun %81 veya %83'ünü oluşturmuştur. Sonuçlar, çimlenme sırasında 49 veya 66 saatlik kökçük çıkış sayımının, kadife çiçeği tohum partileri için tarla çıkışını tahmin etmede bir canlılık testi olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Cheshmi ve Khajeh-Hosseini (2020) yoncada çimlenme hızını ölçmek için dolaylı bir yöntem olarak kökçük çıkışının (KÇ) erken tekli sayımları incelemiş ve su alımının erken aşamalarındaki hücre döngüsü aktiviteleri araştırmışlardır. 20, 17, 15 ve 13°C'de 14 tohum partisinin 6 saatlik aralıklarla yapılan erken çimlenme ve çimlenme oranı sayımları, çıkış oranı ve ortalama çıkış zamanı ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, 20°C'de 24 saat sonra yapılan tek bir KÇ sayımının yonca tohumlarının canlılığını tahmin etmek için kullanılabileceğini göstermektedir.

Bhuker vd. (2020), (*Pennisetum glaucum*, *Brassica juncea*, *Triticum aestivum* taze (Rabi 2019-20 ve Kharif 2019 hasadı) ve bir yıllık (Rabi 2018-19 ve Kharif 2018 hasadı) tohum partileri üzerinde yapılmıştır. Buğday ve Hint hardalı için 20°C, inci darısı için 25°C'de ISTA Kurallarına uygun olarak nemlendirilmiş filtre kağıtları üzerine yerleştirilmiştir. Gözlemler belirli aralıklarla yapılarak, kök çıkışı 2 mm uzunluğuna ulaştığında maksimum çimlenebilir tohum sayısı kaydedilmiştir. Çimlenme testi için son sayımlar, hardal ve inci darısı için 7. günde, buğday için 8. günde yapılmıştır. Sonuçlar, inci darısında 25°C'de 32 saat sonra, hardalda 40 saat sonra ve buğdayda 20 °C'de taze tohum partilerinde 45 saat sonra 2 mm kök çıkışının tamamlandığını göstermiştir. İnci darısında 36 saat, hardalda 45 saat ve buğdayda benzer sıcaklıklarda 48 saat olarak kaydedilmiştir. İnci darısında kökçük çıkışı taze partide %87, bir yıllık partide %67 olarak gözlenirken, 7. günde çimlenme sırasıyla %86 ve %66 olarak bulunmuştur. Hardalda kökçük çıkışı taze partide %98, bir yıllık partide %90 iken, çimlenme oranı aynı günlerde sırasıyla %98 ve %90 olarak kaydedilmiştir. Buğdayda, kağıt üstü yönteminde kökçük çıkışı taze partide %51, bir yıllık partide %67 olarak belirlenmişken, çimlenme sırasıyla %89 ve %88 olarak kaydedilmiştir. Kağıt arası yönteminde ise kökçük çıkışı taze partide %85, bir yıllık partide %81 olarak bulunmuş ve çimlenme oranı sırasıyla %86 ve %79 olarak kaydedilmiştir. Buğdayda kökçük çıkışı ve çimlenme yüzdesi farkı kağıt üzeri yönteminde gözlenirken, kağıt arası yönteminde her iki değer de eşit bulunmuştur. Bu farklılık, kağıt üzeri yönteminde gerekli olan nemin yeterince sağlanamaması ile açıklanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, inci darısı ve hardal gibi küçük tohumlu türlerde çimlenme yüzdelerini hızlı tahmin etmek amacıyla kök çıkış testi kullanılabilir. Bu türlerde kağıt üzeri yöntemi uygunken, buğdayda kök çıkış testi için kağıt arası

yönteminin daha etkili olduğu belirlenmiştir. Kök çıkış testi kullanılarak, bu türlerde tohum test süresinde 5-6 gün tasarruf sağlanabileceği sonucuna varılmıştır.

Ermis vd. (2022) kabakgil (*C. maxima* × *C. moschata*) anaç tohum partilerinde kökçük çıkış testini yaparak (KÇ testi), depolama potansiyelinin tahminini test etmişlerdir. Kökçük çıkış oranı çimlenmenin 26. ve 100. saatleri arasındaki kökçük çıkış yüzdesi hesaplanarak bulunmuştur. Depo ömrü ise, normal çimlenme yüzdeleriyle oluşturulan yaşam eğrileri ile 100 gün boyunca 35 °C’de %75 bağıl nemde tutulma ile belirlenmiştir. Ki (probit olarak tahmini ilk canlılık), σ (zaman içindeki tohum ölümünün normal dağılımının standart sapması) ve p50 (canlılığın %50’ye düşme süresi) probit analizi ile belirlenmiştir. Korelasyon analizine göre 30 ile 34 saat arasındaki KÇ sayımlarının normal çimlenme yüzdesi Ki ve p50 ile yüksek oranda ($p<0.01$) ilişki belirlenmiştir. KÇ testinin, kabakgil anaç tohum çeşitlerinde tohum partisi ömrünün bir göstergesi olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Mis vd. (2022) karpuz, marul ve havuç tohum partilerinde normal çimlenme yüzdesini tahmin etmek için kökçük çıkış (KÇ) testini kullanmışlardır. Karpuz için 74 saat, marul için 40 saat ve havuç için 120 saat sonrası KÇ sayımları, normal çimlenme (karpuz, $R^2=0.81$; marul, $R^2=0.74$; havuç, $R^2=0.81$) ile önemli ölçüde ($p<0.001$) anlamlı sonuçlara ulaşılmıştır. KÇ testi karpuz, marul ve havuç sebze türlerinde tohum partilerinin normal çimlenmesini öngördüğü ve hızlı bir şekilde tohum kalite değerlendirilmesi için kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Dinç ve Alan (2022) 9 farklı soğan tohum partisinde, 20 ve 12 °C’de yapılan KÇ testlerinin tohum gücünün belirlenmesinde etkisini araştırmışlardır. Standart çimlenme testinde, tüm tohum partilerinden 4×50 adet tohum, 3 gün 7°C sıcaklığında ön soğutma ve 20°C sıcaklıkta 12 gün şeklinde yürütülmüştür. Standart çimlenme testi esnasında 20°C; 18, 26, 42, 50, 66, 74, 90, 98, 114, 122, 138, 146, 162 ve 170. saatlerde kökçük çıkış (2mm) sayımları yapılmıştır. Soğan tohum partileri arasındaki tohum gücü farklılıklarını belirleme ve tarla çıkışını tahminlemede kökçük çıkış testinin etkinliğinin belirlenmesi amacıyla tarla çıkışları ile kökçük çıkış testi (20°C ve 12°C) arasındaki korelasyonlar incelendiğinde, 20°C gerçekleştirilen standart çimlenme testi sırasında

yapılan kökçük çıkış sayımlarından 114 ($r=0.370^*$) ve 122. saat ($r=0.390^*$) sayımlarının $p \leq 0.05$ düzeyinde, 138. ($r=0.516^{**}$), 146. ($r=0.529^{**}$), 162. ($r=0.524^{**}$) ve 170. saat ($r=0.594^{**}$) sayımlarının $p \leq 0.01$ seviyesinde tarla çıkışı ile artan oranda korelasyona sahip olduğu, standart çimlenme testindeki toplam çimlenme ile tarla çıkışı ($r=0.430^{**}$), normal çim oranı ile tarla çıkışı ($r=0.511^{**}$) arasında $p \leq 0.01$ seviyesinde korelasyona sahip olduğu belirlenmiştir. R^2 değerleri, kökçük çıkış testi 114. saat çıkış oranları ile tarla çıkışında varyasyonun % 22, 122. saat ile %25, 138. saat ile %42, 146. saat ile % 43, 162. saat ile %49 ve 170. saat kökçük çıkış oranı ile de varyasyonun % 50'sinin açıklanabildiğini göstermektedir. Standart çimlenme testindeki toplam çimlenme, normal ve anormal fide oramı ile tarla çıkışı arasındaki R^2 değerleri, tarla çıkışlarındaki varyasyonun %6 toplam çimlenme ile % 38 normal çim ile ve % 25 anormal çim oranı ile açıklanabildiğini göstermiştir. Çalışmada, 20°C kökçük çıkış testinde 138. ve 146. saat sayımlarının tarla çıkışlarının tahmin edilmesinde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Nugraheni vd. (2023) sorgum türüne ait dört farklı çeşidin kökçük çıkış testi sonuçları incelenmiş ve bu sonuçların tarlada çimlenme ve diğer canlılık ölçütleriyle ilişkili olduğu görülmüştür. Kökçük çıkışı gözlemleri, 25°C sıcaklıkta ve 24 ile 120 saat arasında değişen sürelerde yapılmış, her çeşitte farklı gözlem süreleri ile kökçük çıkışındaki çeşitler arası farklılıklar değerlendirilmiştir. En yüksek kökçük çıkış oranı % 95 ile Suri 4 çeşidinde kaydedilmiş olup, onu % 95 ile Kawali, % 88 ile Numbu ve % 83 ile Suri 3 çeşitleri takip etmiştir. Kökçük çıkış testi sonuçlarına göre, Suri 4 çeşidi en yüksek kökçük çıkış oranına sahip olmakla birlikte, en kısa ortalama çimlenme süresini (OÇZ) göstermiştir. BKökçük çıkışı genellikle 30-72 saat arasında tamamlanmıştır.

Wagner vd. (2023) kökçük çıkışının (KÇ) değerlendirilmesinde otomasyonu sağlamak ve böylece tohum canlılık testlerinin verimliliğini artırmak amacıyla spektral görüntüleme (MSI, VideometerLab©) kullanarak üç farklı lahana çeşidinden (*Brassica oleracea* L. var *capitata*) alınan 12 ticari tohum partisi incelemiştir. 20°C'de 48 saatlik çimlenme sonrasında, 12 partinin KÇ'si hem MSI (MSI RE48) hem de manuel sayımla değerlendirilmiştir. MSI ile yapılan KÇ sayımları, aynı zamanda gözle yapılan manuel sayımlarla yüksek derecede korelasyon göstermiştir ($r=0.97$, $p<0.001$) ve RGB görüntüleme kullanılarak yapılan KÇ değerlendirmeleri ile de anlamlı bir ilişki

bulunmuştur ($r= 0.84$, $p<0.01$). MSI KÇ48 değerinin, 7 gün sonra yapılan tarla çıkışı ($r=0.87$, $p<0.01$) ve 6 gün sonra yapılan sera çıkışı ($r=0.86$, $p<0.01$) ile önemli bir ilişkisi olduğu saptanmıştır; benzer şekilde, RGB görüntüleme ile yapılan KÇ değerlendirmelerinde de çıkış ile benzer ilişkiler bulunmuştur. Elde edilen veriler, MSI görüntüleme kullanılarak KÇ testinde otomatik bir KÇ sayımının mümkün olduğunu ve bunun lahana tohumlarında canlılıkla ilişkili olduğunu göstermektedir.

2.5 Hızlı Yaşlandırma Testi (HYT) ile Yapılan Çalışmalar

Hızlandırılmış yaşlandırma testinin gelişimi, Crocker ve Groves'un (1915) depolama sürecinde tohumların bozulmasının, protein yapısındaki bozulmalardan kaynaklandığı ve tohum sıcaklığının artmasıyla da hızlandığına ilişkin gözlemleri nedeniyle başlamıştır. Araştırmacılar, tohum partilerinin depolama toleranslarını tahmin için tohumları 50 °C- 100 °C arasındaki sıcaklıklarda kısa sürelerde maruz bıraktıktan sonra çimlendirme testini önermişlerdir. Helmer vd. de (1962), yonca türünde çalışarak tohumun 35 °C - 40 °C arasındaki sıcaklıklarda %100 oransal nemdeki sonuçlarıyla hızlı yaşlandırma testinin güç ve depolama ilişkisinin değerlendirilmesinde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Sonraki yıllarda Delouche ve Baskin (1973) test yöntemini geliştirmişler 1978 yılında da McDonald ve Phannendranath şu anda kullanılan yaşlandırma testine ait protokolü revize etmişlerdir.

Hızlandırılmış yaşlandırma testi AOSA ve ISTA tarafından soya fasulyesi tohumları için onaylanmış bir güç testi (AOSA 2009, ISTA 2015) olmakla birlikte farklı türler (marul, domates, biber, soğan, fasulye, mısır, buğday, kolza, tütün, sorgum, yonca vb.) için de kullanılan bir test yöntemidir (ISTA 1995, Powell 2022).

Hızlı yaşlandırma testi ile yapılan ilk çalışmalar 60-70 °C gibi yüksek sıcaklıklar ve 1-11 saatlik sürelerle yapılmış ancak elde edilen sonuçlar tohum partilerinin sınıflandırılması ve çıkış tahmini için anlamlı sonuçlar vermemiştir (Bekendam vd. 1987). Sonraki çalışmaların tamamında ise hızlı yaşlandırma testinde 40-45 °C arasındaki sıcaklıklar kullanılmış ve teste ait sıcaklık ve süre aralıkları için Hampton ve TeKrony (1995) tarafından bazı türler için düzenlenmiştir.

Hampton ve TeKrony (1995) tarla, bahçe, orman ve süs bitkileri tohumları için hızlı yaşlandırma testinin kullanılabileceği ve test sonrasında tohum partilerini ve değerlerine göre tohum partilerinin sınıflandırılabilceğini belirtmiş bu partileri de yüksek (<%80), orta (60-80) ve düşük kalitede (>%60) tohumlar olarak sınıflandırılabilceğini ifade etmişlerdir.

Hızlı yaşlandırma testi; şalgam, lahana (Hanumaiah ve Andrews 1973), biber (Sundstrom vd. 1986), soya fasulyesi (Egli vd.1990), pamuk (Bourland ve Ibrahim 1982), ayçiçeği (Anfinrud ve Schneiter 1984), fasulye (Hampton vd. 1992), sorgum (Ibrahim vd. 1993), üçgül (Wang ve Hampton 1989), mısır (Lovato vd. 2005)'da; 'arazi çıkış oranı', soğan (Delouche ve Baskin 1973), soya fasulyesi (Egli ve TeKrony 1979), buğday (Tomer ve Maguire 1990) ve üçgül (Wang ve Hampton 1991)'de depolama ömrü açısından tohum partilerinin sınıflandırılmasına ve stres koşullarında daha iyi performans gösterecek partilerin ayırımında kullanılmıştır.

Hampton vd. (2000) *Lolium perenne* (çim bitkisi) kullanarak yaptıkları çalışmada hızlı yaşlandırma testi için 41, 43 ve 45 °C sıcaklıklar ve 48 ve 72 saat süreler kullanmışlardır. Çalışmanın sonunda *Lolium perenne* ' de 43°C/72 saat/süre kombinasyonu en uygun test koşulları olarak belirlenmiştir.

Havuç türünde de Rodo vd. (2000) yürüttükleri çalışmada Brasilia çeşidine ait dört tohum partisi kullanmışlar ve hızlı yaşlandırma testini 41 °C sıcaklıkta 48, 72 ve 96 saat sürelerde yürütmüşlerdir. Denemenin sonunda bu türde en başarılı süre kombinasyonunu 41 °C/72 saat olarak belirlemişlerdir.

Panobianco ve Marcos-Filho (2001), domates türünde yaptıkları çalışmada 38 ve 41 °C sıcaklıklar ile 48 ve 72 saat süreler kullanmışlardır. Sonuçlar, domateste bu kullanılan çeşit ve partiler için hızlı yaşlandırma testinin 41°C/72 sıcaklık/süre kombinasyonunun tohum partilerini güç açısından sınıflandırmada başarılı olduğunu göstermiştir.

Hızlı yaşlandırma testi için farklı türlerde ve farklı sıcaklık süre kombinasyonları denemeleri yıllar içinde devam etmiştir. Bunlardan bir diğeri de roka olmuştur. Ramos vd. (2004) ‘Cultuvada’ roka çeşidine ait beş tohum partisinde yaptığı çalışmada 41 ve 45°C sıcaklıklar ile 48, 72 ve 96 saat sürelerini kullanmıştır. Çalışmanın sonunda hızlı yaşlandırma testi ile roka türünde bu testin tohum partilerini güç açısından sınıflandırabileceğini saptamış, en uygun süre/sıcaklık kombinasyonunu da 48 saat/41°C olarak belirlemiştir.

Özden vd. (2020) ise farklı güç testlerini denedikleri çalışmalarında hızlı yaşlandırma testinin 45 °C’de 24 ve 48 saat kombinasyonlarını denemişlerdir. Tohum partileri 45 °C’de 24 saat ve 48 saat süreyle hızlandırılmış yaşlandırmaya (HYT) tabi tutulduğunda, normal fide çimlenme oranları düşmüştür. Bu düşüşün şiddeti, 48 saatlik süre boyunca 24 saate kıyasla daha fazla olmuştur ve partiler arasında farklılık göstermiştir. Doğal olarak daha uzun yaşlandırma süresi, yaşlanma seviyesini artırmış ve tüm tohum partilerinde potansiyel normal çimlenme yüzdeleri azaltmıştır.

İki farklı hibrit kavun çeşidinde 5’er tohum partisii kullanılarak yürütölen çalışmada ise, standart kabul edilen sıcaklık ve süre kombinasyonu (41 °C’de 72 saat) kullanılmış ve testin sonucunda, %84 ile 96 arasında değışen başlangıç tohum canlılığına sahip tohum partilerinin çimlenme oranlarının %74 ile 92 arasında değıştiğı gözlenmiştir. (Torres ve Marcos-Filho 2005).

Bhering vd. (2005) yaptıkları çalışmada karpuz türüne ait 8 tohum partisii kullanarak 42°C sıcaklıkta ve 48 saat hızlı yaşlandırma testine tabi tutmuşlardır. Başlangıç canlılıkları %73 ile 93 arasında değışen tohum partileri, hızlı yaşlandırma testi sonrasında %56 ile 87 arasında çimlenme oranı (%) göstermişlerdir. Yaşlandırma testi ve canlılık testi ile çıkış testi arasında yapılan korelasyon analizinde ise çıkış testi ile başlangıç canlılığı arasındaki ilişki $r = 0.98$ ($p < 0.01$), hızlı yaşlandırma testi ile olan ilişki ise $r = 0.93$ ($p < 0.01$) olarak belirlenmiştir.

Komba vd. (2006) yaprak lahanada tohum gücünü belirleyebilmek amacıyla hızlı yaşlandırma test koşullarını saptamışlardır. 40 °C ve 41 °C sıcaklıkları kullandıkları

çalışmada 48 ve 72 saat süreleri kullanmışlardır. Test sonucunda 41 °C’de her iki sürenin de tohum partilerinin sınıflandırılmasında kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Yaşlandırma testi sonucunda tohum partilerinin nem seviyesinin %30 ile 34 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Jain vd. (2006) Turpta; Pusa chetki ve Japanese white çeşitlerini kullanarak hızlı yaşlandırma testini 40 °C, %100 oransal nemde, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 gün uygulamışlardır. 10. gün sonunda yaşlandırma sonrası yapılan çimlenme testinde her iki çeşitte de çimlenme görülmemiştir. Deneme sonunda çeşitler karşılaştırıldığında Pusa chetki çeşidi, Japanese white çeşidine göre yaşlanmaya karşı daha hassas bulunmuştur. 40 °C’de 5 gün kombinasyonu da bu iki çeşit arasında tohum gücü yönünden başarılı bir sınıflandırma yaparken, çeşitlerin başlangıç canlılıkları %100’den, Japanese white çeşidinde %80’e, Pusa chetki çeşidinde ise %50’ye düştüğü görülmüştür.

Casaroli vd. (2006) kışlık kabak türüne ait 6 tohum partisi kullanarak türe uygun hızlı yaşlandırma test koşullarını belirlemeyi amaçladıkları çalışmada iki farklı sıcaklık (41 °C ve 44 °C) ve üç farklı süre (24, 48 ve 72 saat) kullanmışlardır. Fide çıkış oranının tahminini de yaşlandırma testi ile yapmayı amaçlamışlardır. Test için optimum koşulları 41 °C/ 48 saat olarak belirlemişlerdir. Deneme sonunda da hızlı yaşlandırma test koşulu ile çıkış testi arasındaki ilişkiyi istatistiksel olarak anlamlı bulmuşlardır.

Bal kabağı ve sakız kabağı tohumlarının güçlerini değerlendirmek için yapılan hızlı yaşlandırma testi çalışmasında “Menina Brasileira” ve “Barbara” hibrit çeşitlerine ait 5’er adet tohum partisi kullanılmıştır. Çalışmada 38 ve 41 °C sıcaklıkları ile 48 , 72 ve 96 saat süreleri test edilmiştir. Bal kabağı ve sakız kabağı tohumlarında fizyolojik potansiyelin değerlendirilmesi açısından 41 °C’de 96 saat kombinasyonunun kullanılmasının daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır (Dutra ve Vieira 2006).

Mavi ve Demir (2007), Kırkağaç kavun çeşidine ait 2005 yılında 12 ve 2006 yılında da 10 farklı tohum partisiyle yaptıkları çalışmada partiler arası kalite farklılıklarını ayırt etmeyi amaçlamışlardır. 45 ve 47 °C sıcaklıklarda 5 farklı süre (48, 72, 96, 120, 144 saat) süre kullanarak en uygun sıcaklık/süre kombinasyonunu bulmayı hedeflemişlerdir.

Çalışmanın sonunda hızlandırılmış yaşlandırma (HYT) sonrası farklı süre ve sıcaklık kombinasyonlarının büyük bir kısmı, stres altında fide çıkışı ile de anlamlı şekilde korelasyon göstermiştir. En yüksek değerler, 2005 yılında 45°C'de 120 saat ve 2006 yılında 47°C'de gözlenmiştir. Her iki yılda da dört farklı ortamda ekim sonrası fide çıkışı ile bu hızlandırılmış yaşlandırma koşulları sonrasında çimlenme arasındaki korelasyon değerleri sürekli olarak anlamlı bulunmuştur ($R^2 = 0.71-0.85$; beşi $p < 0.01$, üçü $p < 0.05$ düzeyinde)

Hızlı yaşlandırma testinde küçük tohumlu sebze ve çiçek tohumları için sonuçlar bazen başarısız olabilmektedir. Küçük tohumların suyu daha hızlı absorbe ederek tohum nem içeriğinde büyük farklılıkların oluşmasıyla partiler arasında homojenliğin kaybedilmesidir (Powell 1995). Sonuç olarak, yaşlanma oranında büyük farklılıklara ve dolayısıyla da hızlı yaşlandırma testi sonrasında çimlenme oranının düşmesine sebep olmuştur. Jianhua ve McDonald (1996), standart hızlandırılmış yaşlandırma testi prosedürünü kullanarak su yerine doymuş tuz çözeltisi (genelde NaCl) kullanılarak doymuş tuzla hızlandırılmış yaşlandırma testini önermiştir. Bu test sırasında yüksek sıcaklıklarda tohum nem içeriğinde daha düşük bir artış olması nedeniyle bu yöntemin, geleneksel hızlandırılmış yaşlandırma testinin aksine, tohumların "doğal yaşlanmasına" daha çok benzediği ileri sürülmüştür.

Hızlandırılmış yaşlandırma testi, tohumların bozulma hızının, yüksek sıcaklık ve bağıl neme maruz kalmaları nedeniyle önemli ölçüde arttığı gerçeğine dayanmaktadır; bunlar bu tohumların bozulmasıyla en çok ilişkili çevresel faktörlerdir (Pereira vd. 2010). Hızlandırılmış yaşlandırma testi için, geleneksel prosedürde kullanılan deiyonize suyun doymuş tuz çözeltileriyle değiştirilmesi, böylece bağıl nemin azaltılması ve tohumlar tarafından su emilim hızının düşürülmesi gibi daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlayan diğer alternatifler üzerinde çalışılmıştır. , tohumların daha düşük bağıl nem veren doymuş bir tuz çözeltisi üzerinde tutulduğu ve tohum nemlerinin %7 ila %15 civarında olduğu doymuş tuz hızlı yaşlandırma testi (DTYT)) olarak adlandırılan değiştirilmiş bir yaşlandırma testi geliştirildi (Jinhua ve McDonald 1996).

Jianhua ve McDonald (1997), cam güzeli çiçek tohumları üzerinde yürüttükleri çalışmalarında doymuş tuz çözeltisi (genellikle NaCl) kullanarak hızlandırılmış yaşlandırma testini uygulamışlardır. Elde ettikleri sonuçlar, geleneksel hızlandırılmış yaşlandırma testinde gözlenen fungal enfeksiyonların engellenmesi ve tohumların bozulma süreçlerinin daha dengeli olması gibi avantajları olduğunu göstermiştir. Doymuş tuz hızlı yaşlandırma testinin, yüksek sıcaklıklarda tohumun su içeriğinde olumlu bir artış sağladığını ve bu özelliği sayesinde geleneksel HYT yönteminden farklı olarak tohumlarda doğal yaşlanmaya daha yakın özellikler gösterebilmesine imkan sağladığını öne sürmüşlerdir.

Demir vd. (2011) hercai menekşe çiçek türüne ait tohum partilerinde hem erken kökçük çıkış testi (2.gün) hem de doymuş tuz çözeltisi hızlı yaşlandırma (DTHY) testiyle yapılan çalışmada ortalama çimlenme süresi ve 2. gün çimlenme oranı (6 ve 12. günleri esas alarak) ile 5 ve 25 °C’ de depolama sonrası canlılık testleri ile fide çıkışı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Başlangıç çimlenme oranları tüm tohum partileri için %80’in üzerinde bulunmuş, fide çıkış değerleri %21 ile %94 arasında ve ortalama çıkış süresi de 6.5 ile 11.0 gün arasında değişmiştir. Araştırmacılar doymuş tuz çözeltisi ile hızlı yaşlandırma testini de karşılaştırmışlar ve doymuş tuz çözeltisi hızlı yaşlandırma testinin hızlı yaşlandırma testinden daha anlamlı sonuçlar verdiğini saptamışlardır.

Gülöksüz ve Demir 2012 yılında çiçek türlerinde yaptıkları başka bir çalışmada ise Sardunya (*Pelargonium* sp.), Adaçayı (*Salvia splendens*), Koyun gözü (*Gazania spp.*) ve Cam güzeli (*Impatiens walleriana*) türlerine ait 9 tohum partisinde hızlandırılmış yaşlandırma (HYT, %100 oransal nem, 41 ve 43 °C sıcaklık, 48 ve 72 saat), doymuş tuzla hızlandırılmış yaşlandırma (DTHYT, %75 oransal nem; 41, 43, 45 °C, 72 saat), ortalama çimlenme süresi (OÇZ) ve 2. gün çimlenme yüzdesi canlılık testleri ile fide çıkışı ve ortalama çıkış süresi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Tüm tohum partileri için başlangıçtaki standart laboratuvar çimlenmesi %70’in üzerinde bulunurken, fide çıkış oranları sardunyada %29-91, adaçayında %2-89, koyun gözündeki %21-71, camgüzeli türünde ise %6-66 arasında değişmiştir. Çıkış süresi adaçayı ve camgüzeli türlerinde ortalama 9.9-12.5 gün ile en yavaş, koyungözü (4.3 gün) ve sardunya (3.4 gün) tohum partilerinde ise daha hızlı olmuştur. Hızlandırılmış yaşlanma sardunya

($r=0.75-0.98$, $p<0.05-0.001$) ve adaçayı ($r = 0.67-0.95$, $p<0.05-0.001$) tohum partilerinin çıkışını tahmin etmede başarılı olmuştur. Ortalama çimlenme zamanı sardunyada ($r =0.74$, $p<0.05$), adaçayında ($r=0.91$, $p<0.001$) ve cam güzeli tohum partilerinde ($r=0.92$, $p<0.001$) başarılı sonuçlar vermiştir. İkinci gün çimlenmesi sardunyada çıkışla yüksek oranda ilişkiliyken ($p<0.001$) ancak koyungözünde daha az önemli bulunmuştur ($p<0.05$). 41 °C/48 saat hızlı yaşlandırma, 45 °C/72 saat doymuş tuz çözeltisi hızlı yaşlandırma testi sardunya ve adaçayı türlerinde, 2. gün çimlenmesi, sardunya, adaçayı ve cam güzeli türlerine ait tohum partilerinde, ortalama çimlenme zamanı kombinasyonları canlılık testinde kullanılabilir. Standart laboratuvar çimlenmesi sardunya ve camgüzeli türlerinde yüksek oranda ayırt edici özellik gösterirken diğer iki türde daha az anlamlı bulunmuştur

Horoz ibiği (*Amaranthus cruentus*) tohumlarında, elektriksel iletkenlik ve hızlı yaşlandırma testi için uygun koşulların belirlenmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Çalışmaya göre 41 °C’de 72 saat boyunca doymuş NaCl çözeltisi kullanılarak yapılan hızlı yaşlandırma testinin, tohumların fizyolojik potansiyellerine göre sınıflandırılmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Rosa vd. 2018).

Demir vd. (2020), dokuz hibrit petunya tohum partisinin performansındaki farklılıkları ortaya koymak için çeşitli canlılık testlerinin potansiyelini incelemişlerdir. Doymuş tuz hızlandırılmış yaşlandırma testi (DTHYT) ve 48 saatlik kökçük çıkışı (KÇO48) testleri ile fide çıkışı ve tohum ömrü tahmin edilebilmiştir. Hızlı yaşlandırma (HYT) (41/43°C, 48/72 saat, %100 oransal nem), doymuş tuz hızlandırılmış yaşlandırma (DTHYT) (41/43/45°C, 72 saat, %75 bağıl nem), ortalama çimlenme süresi (OÇZ), 48 saatlik kökçük çıkışı (KÇO48) ve elektriksel iletkenlik (Eİ) testlerinin sonuçları, fide çıkışı ve depo ömrü (5°C’de 24 ay ve 25°C’de 12 ay süreyle saklanma) ile karşılaştırılmıştır. Başlangıç standart çimlenme (SÇ) yüzdeleri tüm partilerde %83’ün üzerinde bulunmuştur. Fide çıkışı %18 ile %89 arasında değişmiş, depolama sonrası çimlenme oranları 5°C’de %16 ile %88 arasında ve 25°C’de %13 ile %96 arasında gözlenmiştir. DTHYT testinin 43°C ve 45°C’de 72 saat uygulanması hem fide çıkışı hem de tohum ömrü ile ilişkili bulunmuştur. KÇO48, 5°C’de 24 ay depolama sonrası fide çıkışı ve çimlenme ile ilişkilendirilmiş; OÇZ ve SÇ ise fide çıkışı ile korelasyon göstermiştir. HYT

ve El testleri ise fide çıkışı ve tohum ömrü ile ilişki göstermemiştir. Bu nedenle hem fide çıkışı hem de depolama potansiyeli olarak ifade edilen canlılık, DTHYT testi ve KÇO48 ile başarılı bir şekilde tahmin edilmiştir.

Demir vd. (2019), on adet tere (*Lepidium sativum* L. cv. 'Tere') tohum partisi kullandıkları çalışmalarında 45 °C'de 24 saat hızlı yaşlandırma testi uygulamışlardır. Test sonrasında standart çimlendirme denemesi kurmuşlar ve elde ettikleri sonuçlarla fide çıkış oranları arasında ilişkiyi tahmin etmeye çalışmışlar ve oldukça kuvvetli bir ilişki ($r=0.81 - 0.94$) olduğunu tespit etmişlerdir.

Özden vd. (2021), on farklı ticari firmadan temin edilmiş dereotu tohumlarında uygun hızlı yaşlandırma testi süresini belirlemek için yaptıkları çalışmada 45 °C ve 24, 48 ve 72 saat yaşlandırma sürelerini kullanmışlardır. HYT testi, tohum partileri arasında geniş bir normal çimlenme yüzdesi aralığı ortaya çıkarmış ve bu durum, tohum canlılık düzeylerinde önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir. En dar aralık, 24 saatlik yaşlandırma süresinde gözlemlenmiş olup, yaşlandırma sonrası en düşük ve en yüksek çimlenme yüzdeleri sırasıyla %67 ve %89 olmuştur. Bu değerler, 48 saatlik yaşlandırmada %37 ve %70, 72 saatlik yaşlandırmada ise %29 ve %58 olarak belirlenmiştir. Test süresi arttıkça, partiler arasındaki çimlenme hızı farklılıkları da artış göstermiştir. Yaşlandırma testi sonuçları ile fide tarla çıkış oranları arasında $r= 0.89$ 'a varan oranlarda oldukça kuvvetli bir ilişkinin olduğu bildirilmiştir.

Yiğit ve Gökçöl (2021), Türkiye'de yaygın olarak kullanılan 38 çeltik genotipine ait tohumlarda depolama ve tarla çıkış potansiyelinin belirlenmesinde hızlandırılmış yaşlanma testinin güç testi olarak kullanılabilirliğinin belirlendiği araştırmalarında tohumları 44 °C'de 72 saat süreyle hızlandırılmış yaşlandırma testine tabi tutmuşlar ve sonrasında sonuçların tarla çıkış testi ile yüksek korelasyon ($r=0.98$) gösterdiğini tespit etmişlerdir.

2.6 Elektriksel İletkenlik Testi (Eİ)

2001 yılında ISTA Kurallarına eklenen ilk iki canlılık testi, tane baklagiller için elektriksel iletkenlik (Eİ) testi ve soya fasulyesi için hızlandırılmış yaşlanma (HYT) testidir. Elektriksel iletkenlik testi denenme düşüncesi ilk defa Matthews ve Bradnock (1967) tarafından önerilmiş ve ilk çalışma bu araştırmacılar tarafından bezelye tohum partilerinde fide çıkış oranı (%) üzerinden yürütülmüştür. Sonraki yıllarda çeşitli tohum türlerinde kullanımını test etmek için çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Matthews ve Bradnock yaptıkları çalışmayla, testin tohum teknolojisinde önemli bir yöntem olarak kullanılması için imkân sağlamışlardır.

Matthews ve Bradnock (1968) tarafından yaptıkları çalışmada, bezelye ve fasulye tohumlarının elektriksel iletkenlik testi ile tarla çıkış oranı üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar, 20 bezelye ve 26 fasulye tohum partisinde tohumların farklı miktarlarda akıntı ürettiğini ve yüksek akıntı üreten tohumların tarlada daha düşük çıkış oranına sahip olduğunu bulmuşlardır. Çalışmanın sonucunda, akıntının toprakta bulunan mantar ve bakteriler gibi zararlı mikroorganizmaların büyümesini teşvik ederek tohum çürümmesine ve fide ölümüne yol açabileceğini tespit etmişlerdir. Ayrıca çalışmada, bu iki türde Eİ ile tarla çıkışı arasında negatif korelasyon olduğunu ve buna bağlı olarak akıntının ölçülmesinin, tarlada düşük çıkış oranına sahip olabilecek tohumları belirlemenin bir yolu olarak kullanılabileceğini önermişlerdir.

Eİ testinin temel prensibi, tohumlardan ıslatma suyuna çözünen maddelerin sızmasıdır. Zamanla yaşlanan tohum partilerinde, özellikle de uzun süreli depolamalarda kotiledonlarda ölü doku bölgeleri oluşmaktadır bu durum bezelye ve fasulye gibi iri tohumlu baklagillerde belirgin bir şekilde gözlenmektedir (Matthews ve Powell 2006). Canlı embriyolarda hasar, su alımı sırasında oluşan ve genellikle su alım hasarı olarak adlandırılan bir etkiyle de meydana gelebilir; bu, suyun testa yoluyla hızla alınması sonucu oluşur (Powell ve Matthews 1978, 1979, Matthews ve Powell 2010). Embriyonun kritik bölgelerinin hasara uğramaması durumunda, yaşlanma veya su alım hasarı normal fide gelişimine engel olmayacaktır. Ancak, hasarlı veya ölü doku varlığı, *Pythium* spp.

gibi toprak kaynaklı mantarların neden olduğu çıkış öncesi ölümleri artırabilir ve bu durum, düşük canlılık gösteren tohum partilerinde çıkış oranının düşmesine yol açabilir (Matthews 1968, 1971). Çeşitli araştırmalarda, düşük canlılıktaki tohum partilerinin, ıslatma suyuna şekerler, amino asitler ve potasyum gibi elektrolitleri kolayca sızdırdığı gözlemlenmiştir (Matthews 1971). Tohum ıslatma suyuna geçen elektrolit miktarı, elektriksel iletkenlik ölçer kullanılarak basitçe ölçülebilir. Bu nedenle, ıslatma suyunun iletkenlik değeri, bir tohum partisindeki yaşlanma ve/veya su alım hasarı sonucu oluşan çözünen madde sızıntısının seviyesini yansıtan bir göstergedir.

Elektriksel iletkenlik testi, tohumların hücre zarı sağlamlığına dayalı bir testtir. Bu testte, saf suda belirli bir süre bekletilen tohumlardan ortama sızan maddelerin neden olduğu iletkenlik ölçülür ve bu değerler kullanılarak tohum partilerinin kalitesi sınıflandırılır (Powell 1988). Dolayısıyla, düşük iletkenliğe sahip tohum partilerinin, yüksek iletkenliğe sahip olanlara kıyasla daha yüksek kaliteye sahip olduğu belirtilir.

Elektriksel iletkenlik, tohum yaşlanması yanında kabuk zararlanması (Oliviera vd. 1984), patojenlerin etkisi (Loeffler vd. 1988), ilaçlama (McDonald ve Wilson 1979), düşük tohum neminden kaynaklanan çıkış problemleri ve parti içindeki üniformite eksikliği (Tao 1978) gibi durumların belirlenmesinde etkili bir araç olarak kullanılmıştır.

Eİ testi uzun yıllardır bezelye ve fasulye gibi tane baklagillerle yürütülürken sebze türlerinden turp için Eİ testinin ISTA kurallarına eklenmiş olması, özellikle *Brassica* spp. grubu olmak üzere daha küçük tohumlu türlere de uygulanabilir bir test olduğunu göstermiş ve lahanada (*Brassica oleracea* var *capitata*) yapılan çalışmada önerilmiştir (Demir 2008, Matthews vd. 2009).

Demir vd. (2008) elektrik iletkenliğinin (Eİ), yaşlanmaya dayalı bir canlılık testi olan kontrollü bozulmadan (KB) önce ve sonra lahanaya tohumlarının çimlenmesini NÇO (normal çimlenme oranı) tahmin etme potansiyeli incelemişlerdir. Ticari kaynaklardan alınan doğal yaşlandırılmış 11 adet Yalova 1 çeşidi (%6 ile %92 NÇO) ile 5 adet Möhrenkopf (%61 ile %99 NÇO) çeşidinin NÇO ile Eİ (4 x 100 tohum, her biri 40 mL deiyonize su içinde) testi arasındaki ilişkiyi 24 saat sonra 0.85 (11 beyaz lahanaya tohum

partisi) ve 0.97 (5 kırmızı lahana tohum partisi) R^2 değerleri ile yüksek oranda negatif ilişkili olarak tespit etmişlerdir. 45 °C'de 24 saat boyunca %20 nem içeriğinde ve 50 °C'de 2, 4 ve 6 gün boyunca %10 nemde yapılan KB testleri ile farklı canlılık seviyelerinde tohum partileri elde etmişlerdir. Tüm tohum partilerinin başlangıç Eİ'si (KB'den önce) ile KB çimlenmeleri arasındaki önemli negatif korelasyon tespit etmişlerdir. Bununla birlikte %75 ve üzeri normal çimlenme oranına sahip 6 Yalova 1 çeşidine ait tohum partisinde Eİ ile başlangıç ve KB sonrası NÇO ilişkisini oldukça düşük olarak tespit etmişlerdir. Çeşide bağlı olmaksızın 16 lahana tohum partisinde Eİ ile hem KB öncesi hem de KB sonrası toplam ve normal çimlenme arasında $p<0.001$ düzeyinde anlamlı bir ilişkinin olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda; lahana tohumlarında Eİ testinin, tohumlarının yaşlanma sürecinde ve sonrasındaki çimlenme yeteneğini tahmin etmede önemli bir gösterge olarak kabul edilebilir olduğunu belirtmişlerdir.

Matthews vd. (2009) standart çimlenmenin ticari olarak kabul edilebilir aralıkta (%75) olduğu lahana tohum partilerinde (Yalova 1) fide çıkışını tahmin etmek için elektriksel iletkenlik testinin potansiyel kullanımını incelemişlerdir. 13 lahana tohum partisinde gerçekleştirilen çalışmada, tohumlar %20 nemde 24 saatlik kontrollü bozulma testine tabi tutmuşlardır. Hem başlangıç hem de kontrollü bozulma (KB) sonrası lahana tohumlarında 17 ve 24 saat Eİ ölçümü gerçekleştirilmiştir. Elektriksel iletkenlik testi ile KB sonrası toplam çimlenme ve fide çıkışında negatif anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Eİ ile KB sonrası toplam çimlenme (Eİ: $R^2=0.72$, $p<0.001$; KB+Eİ: $R^2=0.83$ $p<0.001$) ve fide çıkışı (Eİ: $R^2=0.61$ $p<0.001$; KB+Eİ: $R^2=0.68$ $p<0.001$) için gerçek verilerin tahmin edilmesinde kullanılmak üzere regresyon formülleri hesaplanmıştır. Çalışmanın sonucunda; toplam çimlenme ile fide çıkış tahminlerinin birbirine yakın olmadığı, ancak en düşük güce sahip olan ve ikisi %80'in üzerinde başlangıç standart çimlenmesine sahip olan 4 parti hem Eİ hem de KB+Eİ ölçümleri ile doğru bir şekilde tanımladığını bildirmişlerdir.

Khajeh-Hosseini ve Rezazadeh (2011) İran'da yetiştirilen ve ticari olarak temin edilen 14 farklı nohut (*Cicer arietinum* L.) tohum partisinin elektriksel iletkenlik ile arazi çıkışı arasındaki ilişkiyi değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Tohumlarda elektriksel iletkenliği 20°C sıcaklıkta 2, 4, 6, 8, 12, 16, 20, 22 ve 24 saatlik aralıklarla ölçmüşler ve daha kısa bir süre olan 2 saat ile 24 saat Eİ ölçüm değerleri arasında önemli bir korelasyon tespit

edilmiştir ($r=0.62$, $p<0.05$). 2. saat ölçülen elektriksel iletkenlik değeri ile arazi çıkışı ($r=-0.73$, $p<0.01$) ve bitki çıkış oranı arasında ($r=-0.73$, $p<0.01$) anlamlı sonuçlar elde etmişlerdir. Araştırmacılar bu bulgular ile nohut tohumlarının hızlı bir şekilde değerlendirilmesi için Eİ testinin pratik bir yöntem olduğunu ve 2 saatlik bir sürede düşük kaliteli tohum partileri ile arazi çıkışının belirlenebileceğini saptamışlardır.

Demir vd. (2012) yaptıkları çalışmada turp tohumlarında (fındık) en uygun elektriksel iletkenlik ölçüm zamanı ve sıcaklığı ile canlılığın erken tahmininde elektriksel iletkenlik testinin kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Ticari 6 adet tohum partisi için iki farklı sıcaklık (15 ve 20 °C) ve dokuz farklı ölçüm saatinde (2, 4, 6, 8, 10, 14, 16, 20 ve 24 saat) Eİ ölçümleri gerçekleştirmiş ve turp tohum partileri için en uygun Eİ sıcaklığını 20 °C ve en uygun ölçüm saatini ise 8. saat olarak önermişlerdir. Daha sonra yapay yaşlandırma (45 °C'de, %24 nem, 4, 6, 10, 24, 30, 40, 48, 54, 66 ve 72 saat) ile elde ettikleri 60 adet turp tohum partisinde Eİ (20 °C'de 8 saat) ile normal çimlenme yüzdesi arasındaki ilişkinin yüksek oranda ($R^2= 0.86$, $p<0.001$) anlamlılık gösterdiğini tespit etmişlerdir. Elde ettikleri regresyon formülünü piyasadan temin ettikleri 12 adet ticari turp tohum partisinin canlılığını tahmin etmek için kullanmışlar ve tahmini çimlenme değeri ile gerçek çimlenme değerlerinin $p<0.001$ düzeyinde anlamlılık gösterdiğini belirlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda Eİ testinin turp tohum partilerinde 8 saat gibi kısa bir sürede tohum canlılığının tahmin edilmesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Mavi vd. (2016) turp tohumlarında kökçük çıkış testi ve elektriksel iletkenlik testinin normal çimlenme oranını (%) tahmin etmede kullanılabilirliğini araştırmışlardır. On adet turp tohum partisinde gerçekleştirdikleri çalışmada 48. saat sayımı ve ortalama çimlenme zamanı arasındaki korelasyon incelenmiş ve regresyon katsayısını $R^2\geq 0.900$ olarak bulmuşlardır. Eİ testi için üç farklı çimlendirme testi, beş farklı ölçüm süresi (1, 3, 5, 7 ve 24 saat) ve dört Eİ denemesi uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre Eİ ölçümleri normal fide (%) ve ortalama çimlenme zamanı için yüksek oranda tahmin edilebilir olmuştur. Ayrıca 1, 3 ve 5 saat ölçümlerinin daha sonraki okumaları öngördüğünü ve testin bir iş günü içinde (1, 3 ve 5 saat), gece boyunca (17 saat) veya günlük rutin olarak (24 saat) yapılabileceğini belirtmişlerdir. Turp tohum partilerinde Eİ testinin ucuz, hızlı ve kullanışlı bir test olduğunu vurgulamışlardır.

Özden vd. (2017) yaptıkları çalışmada, yapay ve doğal yaşlanmış pırasa tohum partilerinde elektriksel iletkenlik ölçüm değerleri ile çimlenme yüzdeleri (normal) arasında regresyon denklemi geliştirmeyi ve geliştirdikleri formül ile piyasada mevcut ticari çeşitlerin canlılığını tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Yapay yaşlandırma (kontrollü bozulma) için tohumları %20 nem içeriğinde ve 45 °C'de 0, 8, 16, 24, 32, 34, 38, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64, 68 ve 72 saat yaşlandırarak 16 adet tohum partisi elde etmişlerdir. Üretici parselinden ya da daha önceki yıllara ait laboratuvar tohum deposundan (-18 °C) temin ettikleri 22 adet tohum partisi ise doğal yaşlanmış tohum grubunu temsil etmiştir. Ticari olarak ise piyasadaki farklı firmalar tarafından üretilmiş 13 adet tohum partisi temin etmişlerdir. Gerçekleştirilen Eİ ve canlılık testi sonucunda, yaşlandırma saatinin artışına bağlı olarak canlılığın (toplam ve normal) düştüğünü ve Eİ değerinin ise arttığını tespit etmişlerdir. Doğal yaşlanmış tohumlarda da benzer şekilde %75 canlılık oranının altında kalan tohum partilerinde canlılık oranının düşüşüne paralel olarak Eİ değerinin arttığını saptamışlardır. Yapay yaşlandırılmış pırasa tohum partilerinde elektriksel iletkenlik ile toplam ($R^2=0.958$, $p<0.001$) ve normal çimlenme yüzdeleri ($R^2=0.946$, $p<0.001$) arasındaki ilişki ile doğal yaşlı tohum partilerinin toplam ($R^2=0.958$, $p<0.001$) ve normal çimlenme yüzdeleri ($R^2=0.823$, $p<0.001$) arasındaki ilişkinin yüksek düzeyde anlamlı olduğu görülmüştür. Çalışmanın sonucunda elde ettikleri regresyon formülü kullanılarak tahmin edilen çimlenme oranları ile gerçek çimlenme oranları arasında da yüksek düzeyde (toplam çimlenme; $R^2=0.716$, $p<0.001$ yapay; $R^2=0.648$, $p<0.001$ doğal, normal çimlenme; $R^2=0.843$, $p<0.001$ yapay; $R^2=0.821$, $p<0.001$ doğal) anlamlı ilişki tespit etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre pırasa tohumlarında Eİ testinin tohum canlılığını belirlemede kullanılabileceği bildirilmiştir.

Özden vd. (2017) yapay ve doğal yaşlanmış tere tohum partilerinde elektriksel iletkenlik testi ile çimlenme oranı (toplam ve normal) arasındaki ilişki tespit etmeyi amaçlamışlardır. Doğal yaşlanma için piyasadaki farklı yıllarda üretilmiş 16 adet tere tohum partisi temin etmişlerdir. Yapay yaşlandırma (kontrollü bozulma) için ise 45 °C'de %20 nem de tohumları 0, 24, 40, 50, 64, 72, 80, 88, 96, 104, 120, 128, 136 ve 144 saat yaşlandırarak 14 adet tohum partisi elde etmişlerdir. Doğal ve yapay yaşlandırılmış tere tohumlarında çimlendirme testi için 20°C'de 10. gün sonunda toplam ve normal çimlenme oranını belirlemişlerdir. Eİ testinde 40 mL distile suda 20°C'de karanlıkta 24

saat sonra ölçüm gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda; yapay yaşlandırılmış tohum partilerinin NÇO (normal çimlenme oranı) değerinin %0 ile %95 arasında, Eİ değerinin ise $259.7 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ve $1018.7 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak değiştiğini saptamışlardır. Doğal yaşlanmış tohum partilerinde NÇO değeri %21 ile %99 arasında Eİ değeri ise $327.6 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ve $860.1 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak belirlemişlerdir. Gerçekleştirilen korelasyon ve regresyon analizi sonucunda yapay yaşlandırılmış tere tohum partilerinde Eİ değerlerinin toplam ($R^2=0.927$) ve normal çimlenme ($R^2= 0.885$) yüzdeleriyle yüksek oranda ($p<0.001$) ilişkili olduğunu, aynı ilişkinin doğal yaşlandırılmış tohum partilerinin Eİ değerleri ile toplam ($R^2=0.804$, $p<0.001$) ve normal çimlenme yüzdeleri ($R^2=0.917$) arasında da olduğunu tespit etmişlerdir. Bu kapsamda elektriksel iletkenlik testinin tere tohum partilerinde tohum canlılığının hızlı bir şekilde belirlenmesinde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Lv vd. (2017) dört önemli çim tohumunda (*Elymus nutans* Griseb., *Lolium perenne* L., *Leymus chinensis* (Trin.) Tzvel, ve *Avena sativa* L.) yarı geçirgen tabakanın varlığını, yerini ve bunun tohum canlılığı ve canlılık değerlendirmesi ile ilişkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Elektriksel iletkenlik ve tetrazolyum testine tabi tutulan tohumlarda, *Avena sativa* L. çim türünde yarı geçirgen bir tabakanın olmadığını, tohumların boyandığını ve Eİ testine cevap verdiğini tespit etmişlerdir. Diğer üç çim türünde ise yarı geçirgen tabakanın varlığına bağlı olarak akıntı ve boyanmanın gerçekleşmediği ancak bu üç türde daha sonra tohum kabuklarına açılan delik sonrası iki teste de cevap verdiğini tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda; yarı geçirgen bir tabakanın varlığının, tohum ile dış ortamı arasındaki madde alışverişini sınırlayabileceğini ve böylece tohum kabuğu geçirgenliğine dayalı tohum performansını tahmin etme yöntemlerinin geçerliliğini azaltabileceğini öngörmüşlerdir.

Rosa vd. (2018) horozibiği (*Amaranthus cruentus*) tohumlarında elektriksel iletkenlik ve hızlı yaşlandırma testleri için uygun koşulların belirlenmesini amaçlamışlardır. Çalışmada beş tohum partisinde hızlı yaşlandırma için geleneksel yaşlandırma, doymamış NaCl çözeltisi, doymuş NaCl solüsyonlarında ve 41°C 'de 24, 48 ve 72 saat sonunda ölçümleri gerçekleştirmişlerdir. Eİ testi için ise 100 ve 150 adet tohumda, su hacmi olarak 25, 50 ve 75 ml kullanılmış, farklı hidrasyon süreleri (2, 4, 6, 8 ve 24 saat) sonunda

ölçümler gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda horozibiği tohumlarında doymamış NaCl çözeltisi ile 41 °C'de 72 saat süreyle yapılan hızlandırılmış yaşlandırma testi ile 25 ml su ve 100 tohum ile 8 saat süreyle yapılan elektriksel iletkenlik testinin, tohumların fizyolojik potansiyellerine göre sınıflandırılmasında etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Marin vd. (2018) *Centaurea nigra* L., *Prunella vulgaris* L., *Cyanus segetum*, *Knautia arvensis* L., *Papaver rhoeas* L., *Silene vulgaris* ve *Valeriana officinalis* L. türlerinde elektriksel iletkenlik ve kökçük çıkış testinin tohum canlılığını tahmin etmede kullanılabilirliğini test etmişlerdir. Yedi türde 83 tohum partisinde gerçekleştirdikleri çalışmada, çimlenme ile Eİ arasında *Cyanus segetum* türünde $r=-0.906$ ($p<0.001$); *Prunella vulgaris* türünde $r=-0.657$ ($p=0.005$); *Centaurea nigra* türünde $r=-0.567$ ($p=0.022$) ve *Valeriana officinalis* türünde $r=-0.479$ ($p=0.044$) negatif anlamlı ilişki tespit etmişlerdir. Elde ettikleri negatif korelasyon daha fazla elektrolit sızıntısının daha düşük çimlenme ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. *C. segetum* türünün 12 tohum partisinde 42. saatte tek bir erken kökçük çıkış sayımı ile yüksek korelasyon ($R^2=0.800$) elde etmişlerdir. Bu kapsamda hem Eİ hem de kökçük çıkış testinin yerli türlerden tohum partilerinin çimlenmesini tahmin etme potansiyeline sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca çalışmanın sonucunda Eİ testinin kullanımı tohumun yapısına bağlı olabileceği, ancak RE testi daha geniş bir tür yelpazesine uygulanabileceği kanaatine varmışlardır.

Matthews vd. (2018) iki farklı çeşide ait 12 kolza tohum partisinde normal çimlenmeyi tahmin etmek amacıyla elektriksel iletkenlik ve kökçük çıkış testini kullanmışlardır. İki farklı laboratuvarda gerçekleştirilen çalışmada (çimlenme ve kökçük çıkış testi); Eİ testi için 1, 3, 5, 18 ve 24 ölçüm saatleri, kökçük çıkış testi için 1, 2, 3, 5, 7.gün ve normal çimlenme oranının belirlenmesi için 14 gün süre kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda farklı laboratuvarlarda elde edilen normal çimlenme yüzdeleri ile Eİ arasında en yüksek regresyon değerleri $R^2=0.87$ ve 0.79 olarak 24.saat ölçüm zamanından elde edilmiş ve elde edilen bu değerlerin $P\leq 0.001$ düzeyinde anlamlı olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca %90 ve daha fazla normal çimlenme oranına sahip kolza tohumlarının Eİ değerinin $120 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ 'in altında olduğunu belirlemişlerdir. Kolza tohum partilerinde normal çimlenme oranının hızlı ve ucuz olarak belirlenmesinde; kökçük çıkış testinde 2.günün, Eİ testinde ise 24.ölçüm saatinin kullanılabileceğini önermişlerdir.

Radke vd. (2018) chia (*Salvia hispanica* L.) tohumlarında elektriksel iletkenlik testi ile fide çıkışını belirlemede en uygun Eİ metodunu araştırmışlardır. Altı adet chia tohum partisinin kullanıldığı çalışmada; tohumlar, 25, 50 ve 75 ml suda ve 1, 2, 4, 6, 8 ve 24 saat sürelerde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda; 6 saatlik ıslatma süresinde 50 ml su 25 adet tohum kombinasyonu ile 24 saatlik ıslatma süresinde 50 ml su kullanılan 50 adet tohum kombinasyonun farklı canlılık seviyelerindeki chia tohumlarının sınıflandırılmasında etkili olduğu bildirilmiştir.

Demir vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada, tere (*Lepidium sativum* L.) tohum partilerinde kontrollü oda koşulları ile iki farklı ekim zamanında arazi koşullarında fide çıkışını tahmin etmek için güç testleri kullanılmıştır. Çalışmada, 10 ticari tohum partisi için 12, 24 ve 36 saatlik erken kökçük çıkış yüzdeleri ile 16. ve 24. saatte elektriksel iletkenlik (Eİ) ve hızlı yaşlandırma (45°C, 100% oransal nem, 24 saat) testleri yapılmıştır. Güç testleri, fide çıkış potansiyeli ile çeşitli anlamlılık seviyelerinde ilişkilendirilmiştir. Özellikle, 24 saat sonrası kökçük çıkışı (KÇ24 saat) ve 16 saat sonrası elektriksel iletkenlik (Eİ16 saat), her üç ekim ortamında en yüksek korelasyon katsayısı değerlerini vermiştir ($r=0.879-0.988$, $p<0.001$; $r=0.902-0.962$, $p<0.001$). Sonuçlar, bu testlerin arazi ve kontrollü oda koşullarında tere tohumlarının fide çıkış potansiyelini başarıyla tahmin etmek için kullanılabileceğini göstermiştir. Ayrıca, her iki testin de ucuz, basit ve hızlı yöntemler olması nedeniyle arazi çıkışının tahmininde kullanımlarının önerildiği belirtilmiştir.

Özden vd. (2019) beyaz kabuklu 10 adet taze fasulye tohum partisinin, sulu ve tarla kapasitesi ekim koşullarındaki fide çıkış potansiyelini Eİ ve erken kökçük çıkış testi ile belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmada kökçük çıkış testi için 24, 28, 32, 36, 40, 44 ve 48 saat sonra 2 mm'lik kökçük sayımı yapılmış ve çalışmanın sonunda toplam ve normal çimlenme oranlarını belirlemişlerdir. Eİ testi için ise uygun Eİ ölçüm zamanını bulmak amacıyla 2, 4, 6, 18 ve 24 saat sonra ölçümler gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda; kökçük çıkış testi için en yüksek korelasyon değerini hem sulu hem de tarla koşullarda 48. saat ($r=0.905$, $p<0.001$, $r=0.918$, $p<0.001$) sayımından elde etmişlerdir. Sulu ve tarla koşullarında fide çıkışı ile Eİ ölçüm değerleri arasında en yüksek korelasyon değerini 18.saat ($r=0.966$, $p<0.001$; $r=0.965$, $p<0.001$) ve 24.saat ($r=0.947$, $p<0.001$; $r=0.952$,

$p<0.001$) ölçümlerinden elde etmişlerdir. Bu kapsamda Eİ testinin 18 ve 24. saati ile kökçük çıkış testinin 48. saatinin beyaz kabuklu taze fasulye tohumlarının tohum gücünü ayırt etmek için basit, hızlı ve ucuz bir yöntem olduğu ifade edilmiştir.

Özden vd. (2020) tarla koşullarında 12 adet roka tohum partisinin fide çıkış potansiyelini değerlendirmek amacıyla standart çimlenme testi, kökçük çıkış testi, hızlı yaşlandırma ve Eİ testini kullanmışlardır. Eİ testi için 20 °C, 40 ml ve 50 tohum 8 saat, 16 saat ve 24 saatlik ölçümlerle gerçekleştirmişlerdir. Tohumlar tarlaya iki kez ekilmiş ve güç testi sonuçları fide çıkış yüzdeleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda; 24 saatlik elektriksel iletkenlik testi ve 24 saatlik kökçük çıkış testi her iki ekim zamanında da fide çıkış yüzdeleri ile en yüksek korelasyonu gösterdiğini bildirmişlerdir ($p<0.001$). Bu kapsamda 24 saat Eİ ve 24 saat kökçük çıkış testinin roka tohum partilerinde fide çıkış potansiyelini belirlemede pratik ve hızlı güç testleri olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Özden vd. (2021) 10 adet dereotu tohum partisinde, kontrollü koşullarda iki farklı ekim derinliğinde (2 ve 4 cm) ve arazi koşullarında iki farklı ekim tarihinde gerçekleştirdikleri fide çıkış testlerini bazı güç testleri ilişkilendirerek tahmin etmeye çalışmışlardır. Çalışmanın sonucunda güç testleri olarak kullanılan, ortalama çimlenme zamanı, hızlı yaşlandırma testi (45°C'de 24, 48 ve 72 saat), elektriksel iletkenlik testi (20°C'de 16 ve 24 saat) ile fide çıkış testleri arasında anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca dereotu tohumlarında 2 cm derinlik ve iki farklı dikim tarihi sonucunda elde edilen fide çıkış değerleri ile iki farklı ölçüm zamanında (16 ve 24 saat) gerçekleştirilen Eİ ölçüm değerleri arasında yüksek düzeyde ($p<0.001$) anlamlılık tespit etmişlerdir. Elde edilen veriler ışığında 16 saat Eİ ölçüm saatinin dereotu tohum partilerinde tohum canlılığını hızlı bir şekilde tespit etmede kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Araújo vd. (2022) nohut tohumlarında lotların canlılık seviyesine göre sınıflandırılmasında elektriksel iletkenlik testinin kullanımını araştırmışlardır. Materyal olarak iki farklı nohut çeşidi ve toplam 9 tohum partisi kullanılmış, 20 °C sıcaklıkta çimlendirme testine tabi tutarak normal çimlenme oranları belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik testi için 50 adet tohum 25 °C sıcaklıkta 2, 4, 8, 12 ve 24 olmak üzere beş farklı

ölçüm süresi ve dört farklı hacim suda (75, 100, 150 ve 250 ml) ölçüm gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, nohut tohumları için 25°C'de en uygun ölçüm saati 24. saat, en uygun su hacmi ise 150 ml olarak belirlenmiştir.

Ermış (2022) farklı tohum firmalarından temin ettiği dokuz beyaz ve dokuz renkli ticari Fransız fasulye çeşidinde, farklı ölçüm saatlerinde (2, 4, 6 ve 8 saat) elektriksel iletkenlik ile toplam ve normal çimlenme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada Eİ okuma değerleri ile TÇO arasındaki anlamlılığın beyaz çeşitlerde $R^2 = 0.728$ (2.saat)-0.814 (8.saat) ($p < 0.005-0.001$), renkli çeşitlerde ise $R^2 = 0.717$ (2.saat)-0.830 (8.saat) ($p < 0.05-0.01$) arasında değiştiğini tespit etmiştir. Ayrıca NÇO ile Eİ okumaları arasındaki ilişkinin de incelendiği çalışmada, anlamlılığın beyaz çeşitlerde 0.762 (2.saat) ile 0.897 (8.saat) ($p < 0.05-0.01$), renkli çeşitlerde ise 0.800 (4.saat) ile 0.848 (6.saat) ($p < 0.01$) arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Çalışmanın sonucunda; beyaz fasulye çeşitlerinin renkli olanlara göre daha fazla akıntı bıraktığı ve ticari fasulye çeşitlerinde sekiz gün gerektiren çimlenme testi yerine Eİ testi ile iki saat gibi kısa sürede canlılık seviyesinin belirlenebileceği ifade edilmiştir.

Çatıkkaş vd. (2024) tatlı mısır tohumlarında Eİ ile fide çıkışı depolama sonrası çimlenme ve fide çıkışı arasında yakın bir ilişki saptamıştır. Sonuçlar güç testlerinin tatlı mısırdaki başarılı şekilde kullanılabildiğini göstermektedir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

Tez konusu çalışma Kasım 2022 – Temmuz 2024 yılları arasında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Tohum Bilimi Laboratuvarı, İklim odası, bölüme ait deneme arazisi ve uygulama serasında yürütülmüştür.

3.1 Materyal

Araştırma 3 farklı tür (ıspanak, pazı, kırmızı pancar) ve bu türlere ait farklı ticari tohum partileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tohum partileri özellikle 2022 ve 2023 yıllarından temin edilmeye çalışılmış (az sayıda da olsa 2020 ve 2021 yıllarına da ait tohum partileri kullanılmıştır), her tür için piyasada bulunan ticari firmalardan farklı sayılarda tohum partisi sağlanmıştır.

Çalışmanın başlangıcında ıspanak (*Spinacia oleraceae* L.) için 21, kırmızı pancar için (*Beta vulgaris* L.) 17 ve pazı için de (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*) 16 adet ticari tohum partisi piyasadan temin edilmiştir. Bu partilerle ön çimlendirme denemesi yapılmış, ıspanak için 21, pazı ve kırmızı pancar için 14 gün sürdürülmüştür (ISTA 2020). Denemenin sonunda standart çimlenme oranının (toplam çimlenme yüzdesi) %70 ve üzeri olmasına dikkat edilmiş bu değerin altında olan tohum partileri çalışmadan çıkarılmıştır. Yapılan bu ön denemenin ardından ıspanakta 14, kırmızı pancarda 13 ve pazı türünde ise 12 parti çalışma kapsamına alınmıştır. Ispanak türünde tek çeşit kullanılırken pazı ve kırmızı pancar türlerinde farklı çeşitler de kullanılmıştır (Piyasadan tek çeşit üzerinden yeterli sayıda tohum partisi bulunamamıştır). Çalışmada kullanılan türlere ait çeşit ve üretim bilgileri Çizelge 3.1’de, tohum ve bitki görselleri ise Şekil 3.1, 3.2, 3.3 ve 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Denemede kullanılan türlerin; üretim yılı ve ticari firma bilgisi ile çeşit isimler

	ISPANAK			KIRMIZI PANCAR			PAZI		
Tohum partisi	Üretim yılı	Ticari firma	Çeşit ismi	Üretim yılı	Ticari firma	Çeşit ismi	Üretim yılı	Ticari firma	Çeşit ismi
1	2021	Bursa	Matador	2022	Birtaş	Kırmızı	2022	Arzuman	Tuna
2	2022	Nesil	Matador	2022	Tarmen	Volkan	2022	Agro-tech	Koyu yeşil
3	2021	İstanbul	Matador	2022	Şark Anaç	Bikores	2020	Makrogen	Tuna
4	2021	Arzuman	Matador	2021	Goldgen	Bikores	2021	Nesil	Tuna
5	2021	Nesil	Matador	2021	Nesil	Bikores	2022	Şark Anaç	Tuna
6	2020	Semigen	Matador	2022	Fento	Kırmızı	2021	Semigen	Tuna
7	2022	Fento	Matador	2022	Semigen	Yakut	2021	Bursa	Yeşim
8	2022	Agr	Matador	2021	Makrogen	Yakut	2021	Fento	Charlie
9	2021	Agro	Matador	2020	İstanbul	Rotared	2020	Agr	Açık yeşil
10	2021	Birtaş	Matador	2022	Bursa	Bikores	2022	Tarmen	Yaman
11	2021	Zeta	Matador	2022	Pinaper	Rotared	2021	İstanbul	Açık yeşil
12	2021	Rita	Matador	2022	Arzuman	Bikores	2021	Pinaper	Charlie
13	2021	Fento	Matador	2022	K.çiftlik	Yakut	/	/	/
14	2021	K.çiftlik	Matador	/	/	/	/	/	/



Şekil 3.1 Ispanak tohumu ve bitkisi



Şekil 3.2 Kırmızı pancar tohumu ve kökü



Şekil 3.3 Pazı tohumu ve bitkisi



Şekil 3.4 Denemede kullanılan tohumların görüntüsü

3.2 Yöntem

3.2.1 Tohum partilerinin deneme için hazırlanması

Ticari firmalardan elde edilen ıspanak, pazı ve kırmızı pancar tohumları paketlerinden çıkartıldıktan sonra kavanozlara aktarılmadan önce fiziksel safiyetin iyileştirilmesi için temizlenmişlerdir. Tohum partileri incelendiğinde -özellikle pancar ve pazı tohum paketlerinde- hem farklı türlere ait tohum kalıntıları hem de sap, kuru ot vb. gibi bitkisel materyaller oldukça fazla bulunmuştur. Ayıklanan tüm tohum partileri ağzı kapalı plastik kavanozlara alınıp etiketlenmiş ve deneme kurulum sürecine kadar buzdolabında tutulmuştur. Aşağıdaki görsellerde (Şekil 3.5) temizleme aşamaları ve deneme öncesi hazırlık aşamaları verilmiştir.



Şekil 3.5 Deneme öncesi hazırlık aşamaları

3.2.2 Tohum nem tayini

Tohumların nem içeriği “Yüksek Sabit Sıcaklık Fırın” yöntemine göre belirlenmiştir (ISTA 2020). İki tekerrürlü olarak yapılan analizde her bir tekerrürde 1 g tohum örneği 130-133°C sıcaklıkta 1 saat $\pm$ 3 dakika süre ile kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan tohum örnekleri, Şekil 3.6’da görüldüğü gibi kapakları kapatılarak nem çekici silika jel bulunan desikatörlerin içine 30 dakika süre ile konulmuş ve ortam sıcaklığında soğutulduktan

sonra tartılmıştır. Kurutma sonrası meydana gelen ağırlık kaybı tohumun başlangıç ağırlığına oranlanarak % olarak belirlenmiştir. Şekil 3.6’da tohum nem tayini aşamaları verilmiştir.

$$\text{Tohum nemi (\%)} = \frac{\text{BTA-STA}}{\text{BTA}} \times 100$$

BTA: Başlangıç tohum ağırlığı (kurutma öncesi)

STA: Son tohum ağırlığı (kurutma sonrası)



Şekil 3.6 Tohum nem tayini aşamaları

Tohum partilerinin nem oranları (%) yukarıda verilen formülle hesaplanmış ve Çizelge 3.2’de türlere ait partilerin başlangıç nem değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.2 Türlerle ait tohum partilerinin başlangıç tohum nem oranları (%)

Tohum Partisi	Ispanak	Kırmızı Pancar	Pazı
1	9.6	8.3	8.6
2	9.2	8.3	8.1
3	10.5	8.6	8.3
4	11.5	10.5	8.5
5	9.3	9.0	8.3
6	8.1	8.5	8.6
7	8.7	10.3	9.0
8	8.6	8.8	8.2
9	9.6	8.1	8.1
10	10.2	8.3	8.3
11	9.4	8.7	9.1
12	8.1	8.8	7.7
13	8.6	8.2	-
14	9.3	-	-
Değer aralığı	8.1-11.5	8.1-10.5	7.7-9.0

3.2.3 Standart çimlendirme testi (TÇO, %)

Tüm türlerle ait tohum partilerinin başlangıç canlılıklarının belirlenmesi amacıyla standart çimlendirme testi yapılmıştır. Test; ISTA (2020) koşulları esas alınarak yürütülmüş, kâğıt arası çimlendirme metodu uygulanmıştır. Her tekerrürdeki 50 adet tohum; altta 2, üstte 1 adet nemlendirilmiş 20 x 40 cm ebadındaki çimlendirme (filtre) kâğıdı (Filtrak, Germany) arasına yerleştirilmiştir (Şekil 3.7). Çimlendirme (filtre) kâğıtları saf su ile ıslatılırken (her kâğıt için 10ml su) fungus oluşumunu önlemek için de saf suyun içerisine %0.2'lik Pomarsol eklenmiştir. Kâğıtlar katlanıp rulo halinde sarılarak nem kaybının önlenmesi için kilitli buzdolabı poşetine yerleştirilerek, test edileceği sıcaklığa (15 °C) ayarlanan çimlendirme dolabına yerleştirilmiştir. Canlılık denemesi ıspanakta 21, diğer türlerde 14 gün sürdürülmüştür. Deneme sonunda toplam çimlenme oranı (%), anormal ve normal

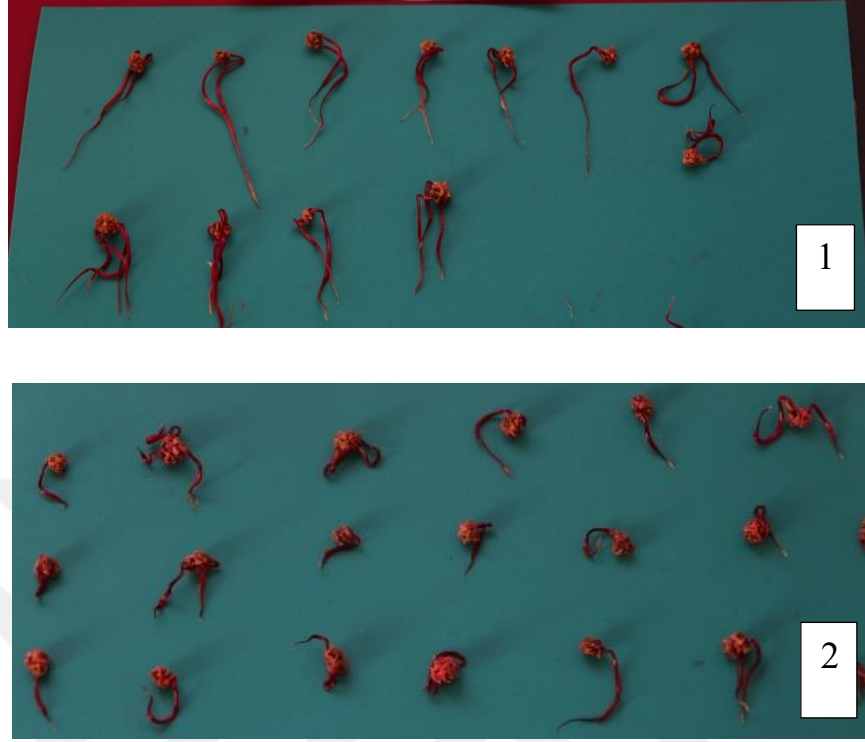
Çimlenme oranları hesaplanmıştır. şekil 3.8 ve 3.9’da ıspanak ve pancar türüne ait normal ve anormal fide görselleri verilmiştir.



şekil 3.7 Türlerin kağıt arası çimlendirme testlerinden görünüm



şekil 3.8 Ispanak tohum partilerinin normal (1) ve anormal (2) fide çimlenme görselleri



Şekil 3.9 Pancar tohum partilerinin normal (1) ve anormal (2) fide görselleri

3.2.4 Tohum gücü testleri

3.2.4.1 Kökçük çıkış testi (KÇO, %)

Bölüm 3.2.1’de yapılan çimlendirme testinin kurulumu sonrası 8. saatten başlayarak 168. saate (7.gün) kadar sayımlar aynı saat aralığında sürdürülmüştür. Yapılan ön denemede sayımlar 6 saatte bir günde 4 kez olarak yürütülmüştür. Fakat tohum partilerinin sayısının çok olması ve sayım saatlerinin pratikte uygulanabilirliği de dikkate alınınca asıl denemede 8 saatte bir günde 3 kez olarak yapılmıştır. Test sürecinde her tekerrürdeki 2 mm’lik kökçük çıkışı baz alınarak çimlenen tohum sayısı değer olarak hesaplanmış ve saatlik kökçük çıkış oranı olarak verilmiştir (KÇO48, KÇO56, vb.). Türlerle ait gözlemlenen ilk kökçük çıkışı ISTA (2020) kurallarına göre belirlenmiştir. Her türe ait kökçük çıkış görseli de Şekil 3.10’da sunulmuştur.



Şekil 3.10 İlk kökçük çıkışı görselleri (1:pancar, 2: pazı, 3: ıspanak)

3.2.4.2 Ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün)

Çimlendirme denemesi sırasında yapılan günlük sayımlarından yararlanılarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Demir ve Günay 1994). Sayımlar saatlik yapılmış, ortalama çimlenme zamanı deneme sonunda gün olarak hesaplanmıştır.

$$OÇZ = \frac{\sum n.D}{\sum n}$$

Formülde; OÇZ: Ortalama çimlenme zamanı

n: D. günde çimlenen tohum sayısı

D: Çimlenme başlangıcından itibaren geçen gün sayısını ifade etmektedir.

3.2.4.3 Hızlı yaşlandırma testi (HYT, %)

Hızlı yaşlandırma testi denemesi türlere ait her partiden 150 (3 x 50, tekerrür/adet) tohum kullanılarak kurulmuştur. Deneme ISTA (2020) kurallarına göre yürütülmüştür. İlk aşamada tohum partilerinin başlangıç ağırlıkları hassas terazide 0.0001 gram düzeyinde tartılmış, ardından tohumlar 10x10x4 cm (uzunluk x genişlik x derinlik) ölçülerinde paslanmaz örgülü tel elekler üzerine yerleştirilmiştir. Tel eleklerde %100 oransal nemin sağlanması için 40 ml saf su eklenmiş 11x11x5 cm ölçülerindeki kapaklı yaşlandırma kutularına konmuştur. Plastik kutuların kapaklarına buharlaşmayla tohumların ıslanmasını önlemek için filtre kağıtları kesilip yapıştırılmıştır. Yaşlandırma kutuları etüve konulmadan önce nem kaybının önlenmesi amacıyla streç filmle kaplanmış ve hazırlanan yaşlandırma kapları 41 °C'ye ayarlanmış etüvde 72 saat süre bekletilmiştir. Şekil 3.12'de hızlı yaşlandırma testinin aşamalarının olduğu görseller sunulmuştur. Bu aşamadan sonra tohumlar plastik kaplardan tel eleklerle çıkartılarak yarım saat kadar laboratuvar ortamında bekletilmiştir.

Tartımdan sonra tohumlar plastik kavanozlara alınarak çimlendirme denemesi için hazır hale getirilmiştir. Test sonrasında başlangıç canlılığında belirtildiği şekilde ISTA (2020) kurallarına uygun olarak çimlendirme denemeleri kurulmuştur.

Hızlı yaşlandırma testi sonrasında toplam çimlenme oranı ve kökçük çıkış oranı 3.2.1 ve 3.2.2.1'de, ortalama çimlenme zamanı 3.2.2.2 ve elektriksel iletkenlik ölçüm testi 3.2.2.3'de tanımlandığı şekilde yürütülmüştür.



Şekil 3.11 Hızlı yaşlandırma testi aşamaları

3.2.4.4 Elektriksel iletkenlik testi ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) (Eİ)

Test her partide 50 adet tohum üzerinden kurulmuştur. Denemenin başlangıcında her tohum partisinden 2x25 (tekerrür/adet) tohumun ağırlığı 0.0001 gram düzeyinde alınmış ve tartımdan sonra alüminyum kaplarda nemlerinin yükseltilmesi amacıyla (su alım zararı oluşmaması için) birkaç ml saf su püskürtüldükten sonra 20 dakika bekletilmiştir. Sonrasında plastik kavanozlardaki 40 ml saf su içine konulmuştur. Deneme için hazırlanan kavanozlar 20 °C'lik etüve yerleştirilmiş ve 24. saatin sonunda çıkarılan tohumlarda, sızıntı miktarını belirleyebilmek için Schott CG 855 marka cihazla elektriksel iletkenlik ölçümleri yapılmıştır. Şekil 3.11'de test aşamalarına ait görseller sunulmuştur. Yapılan okumalar sonucunda elektriksel iletkenlik değerleri aşağıdaki formülde yerine konularak tohum partilerinin elektriksel iletkenlik değerleri $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir Saf suyun Eİ ölçümü 2.00 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Test hem başlangıçta hem de hızlı yaşlandırma sonrasında yürütülmüştür. Değerler de Eİ ve HYT+Eİ şeklinde verilmiştir.

Elektriksel iletkenlik okuması-Saf suyun Eİ

$$\text{Elektriksel iletkenlik } (\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}) = \frac{\text{Başlangıç tohum ağırlığı (g)}}{\text{Başlangıç tohum ağırlığı (g)}}$$

Başlangıç tohum ağırlığı (g)



Şekil 3.12 Elektriksel iletkenlik testi ölçüm aşamala

3.2.3 Tohum partilerinin fide çıkış oranı

Tohum partilerinin her birinden (3x50/ tekerrür x tohum) 150 tohum tarla, sera ve iklim odası koşullarında ekilerek denemenin sonunda fide çıkış oranı belirlenmiştir. Ispanak fide testleri; tarla, sera ve iklim odası koşullarında, pazı ve kırmızı pancar ise tarla ve iklim odası koşullarında yürütülmüştür. Fide çıkış testleri için koşullar tarla ve iki dönem olarak planlanmışken; değişen mevsimsel etkiler nedeniyle yeniden revize edilmiştir. Her 3 koşul için de kurulum hazırlıkları yapılmıştır. Tarla koşulları için öncesinde arazi sürdürülmüş, yabancı ot temizliği yapılmış, damla-sulama boruları aktif hale getirilmiş, tohum sayımları ve etiketleri hazırlanmış ve deneme için hazır hale getirilmiştir. Sera koşullarında seranın kullanılacak bölgesi temizlenmiş ve peyzaj firmasından bahçe

toprağı getirtilerek deneme hazırlığı yapılmıştır. İklim odası koşulları için ise ortam olarak torf ve perlit kullanılmış. Bu çalışma için de Plantaflor marka torf temin edilmiştir

3.2.3.1 Tarla fide çıkış oranı (TRLFÇO, %)

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait uygulama arazilerinde yürütülmüştür. Tarla denemeleri Nisan 2023, Eylül 2023 ve Ispanak türü için de 3. kez Kasım 2023 tarihlerinde, tesadüf parselleri deneme deseninde, sıra arası 30 cm, sıra üzeri 3 cm verilerek, 3-5 cm derinlikte yapılmıştır. Nisan 2023 fide denemesinde arazide sulama için damla sulama sistemi kullanılmış, Ekim ve Kasım aylarında yapılan denemelerde ise sulama günlük olarak kontrol edilip ihtiyaca göre sulama hortumu ile yapılmıştır.

İki dönemde de olumsuz ve değişen hava koşulları nedeniyle beklenen sonuçlar elde edilememiştir. Nisan 2023 tarihinde yapılan ilk tarla denemesinde 40 gün süren yağmurlar nedeniyle araziye girilememiş ve günlük sayım yapılamamıştır. Tohum ekimi yapıldıktan sonra 10 gün süresince günlük sulama ve kontroller yapılmış, fide çıkışları kontrol edilmiştir. Ancak başlayan şiddetli yağmurlarla sayım devam ettirilememiştir. 45. günde araziye girildiğinde ıspanak fideleri yabancı otlarla karıştığı ve dolu zararı gördüğünden sayılamamıştır. Pancar ve pazı türlerine ait kök ve bitki sayımları yapılmış ve araştırma bulguları bölümünde verilmiştir. Aşağıdaki görsellerde tarla denemesinin ilk kuruluş ve hasat görselleri verilmiştir (Şekil 3.13)

Arazi denemesi ikinci kez Eylül-Ekim 2023 yılında tekrar kurulmuş fakat bu dönemde de artan sıcaklık değerleri ile ıspanak dışındaki diğer türlerden çıkış alınamamıştır. Ispanak türüne ait bu dönemki veriler de araştırma bulgularında verilmiştir. Bu dönemde de hava sıcaklıkları 30 °C üstüne çıkmış ve ekmiş olduğumuz türleri olumsuz etkilemiştir. Günlük sulama, sayım ve arazi kontrolleri bu dönemde de sürdürülmüş 21 gün süresince çıkış takip edilmiştir. Şekil 3.14, 15 ve 16'da iki 2 arazi denemesine ait görseller sunulmuştur.

Sonuç olarak iklim değişikliğiyle mevsim normallerinin üstünde ve altındaki sıcaklıklar ile yağışlar neticesinde planlanan tarla çıkış denemeleri sağlıklı sonuçlar verememiştir.

Bu nedenlerde alternatif olarak Bahçe Bitkileri Bölümü içerisinde kontrollü koşullardaki iklim odası ve uygulama serası fide çıkış testlerinde kullanılmıştır. Bu koşullara ait açıklamalarda alttaki başlıklar altında özetlenmiştir.



şekil 3.13 Nisan 2023 tarla fide çıkış denemesi başlangıç (1) ve bitiş (2) görselleri



Şekil 3.14 Nisan 2023 Tarla ıspanak (1), pancar (2), pazı (3) fide denemesi



Şekil 3.15 Ekim 2023 Tarla fide çıkış denemesi

3.2.3.2 Sera fide çıkış oranı (SRFÇO, %)

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait uygulama serasında ıspanak türü için Nisan 2024 tarihinde yürütülmüştür. Tohumlar bahçe toprağı konulan fide kaplarına ekilerek fide çıkış denemesi yapılmıştır. Sıcaklık ölçümleri sera içerisine konulan maksimum-minimum derece ile kontrol edilmiştir. Günlük sulama ve sayım yapılmış, 21 günlük sayımların sonunda fide çıkış oranları (SRFÇO) yüzde değer olarak hesaplanmıştır. Şekil 3.16'da denemeye ait görsel verilmiştir.



Şekil 3.16 Sera koşulları ıspanak fide çıkış testi

3.2.3.4 İklim odası fide çıkış oranı (İOFÇO, %)

Tohumlar 1:2 oranında Perlit: Torf konulan fide kaplarına ekilerek fide çıkış denemesi yapılmıştır. Fide kaplarına 3 tekerrür x 50 tohum üzerinden ekilen tohumlar 22 ± 2 °C olarak ayarlanan iklim odasına yerleştirildikten sonra çıkışlar günlük olarak sayılmıştır. Çıkış denemeleri çıkış olmayan güne kadar sürdürülmüştür (21.gün). Deneme süresince ışık yoğunluğu $72, \mu\text{m}^2\text{s}^{-1}$ ve ışıklandırma süresi 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık olarak düzenlenmiştir. İklim odası çıkış denemesi görselleri Şekil 3.17, 18, 19 ve 20. de verilmiştir. Çıkış oranı (%) olarak günlük sayımlarla belirlenmiştir. Toprak yüzeyinde hipokotili çengel şeklinde görünen fideler çıkmış olarak kabul edilmiştir. Deneme sonunda fideler normal ve anormal (kökçük veya sürgünü oluşmamış, camısı, kendi etrafında spiral oluşturmuş kökçüğe sahip olan, kotiledon yapraklarında nekrozlar saptanan veya hiç gelişmemiş, tohum kabuğundan ayrılamayan) olarak sınıflandırılmıştır.



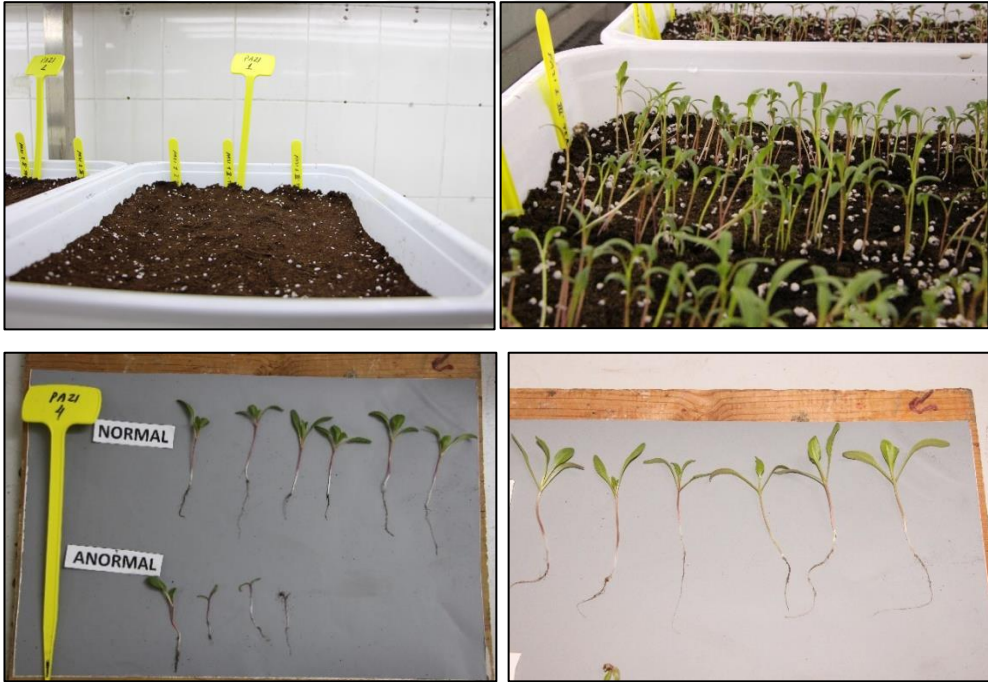
Şekil 3.17 İklim odası fide kurulum çıkış testleri



Şekil 3.18 Ispanak iklim odası fide çıkış testi kurulum



Şekil 3.19 Pancar iklim odası fide çıkış testi kurulum



Şekil 3.20 Pazı iklim odası fide çıkış testi kurulum

3.2.3.5 Tohum partilerinin ortalama çıkış zamanı

Ortalama çıkış zamanı ıspanak için hesaplanmıştır. Tüm türlerde sayımlar günlük olarak yürütülmüştür. Yapılan günlük sayımlarla alınan fide çıkış değerleri kullanılarak 3.2.2.2'deki formül yardımıyla ortalama fide çıkış zamanı değerleri sera ve iklim odası fide testleri için (SROÇZ, İOOÇZ) gün olarak hesaplanmıştır.

3.2.4 Tohum partilerinin depo sonrası çimlenmesi (DSTÇO)

Depolama çalışması için her türe ait tohum partilerinin her birinden toplam 150 adet tartılarak (0.001 g) bez keselerin içerisine yerleştirilmişlerdir. Nem dengesinin sağlanması ve tohumların depolama öncesinde nem alımının oluşması için NaCl çözeltisi (42 g/100 ml) kullanılmıştır. Çözelti 44 x 33 x 9 cm boyutunda plastik kabın tabanına yaklaşık 2 cm kalınlığında (2560 ml) dökülmüştür. Plastik kabın üzerine metal delikli tepsi ile yükselti sağlanan sistem kullanılmıştır. Delikli tepsinin üzerine tohum keseleri yerleştirilerek plastik kabın etrafı hava ve açıklık kalmayacak şekilde streç filmle kaplanmıştır. Tohumlar %72 oransal nemde dengeye gelmeleri için oda sıcaklığında 5 gün bekletilmiştir. Bu süre içerisinde dengeye gelip gelmedikleri yapılan hassas tartımlarla kontrol edilmiş, dengeye geldiği tohumda artışın olmadığı son tartımdan sonra tohum ağırlığından hareketle tohum nemi (%) olarak hesaplanmıştır. Powell (1995)'in kullanmış olduğu tohum ağırlığına bağlı formülden yararlanılmıştır,

$$\text{İstenen Nemdeki Tohum Ağırlığı(g)} = \frac{\text{Başlangıç tohum ağırlığı (g)} \times (100 - \text{Başlangıç nemi (\%)})}{(100 - \text{İstenen nem (\%)})}$$

$$(100 - \text{İstenen nem (\%)})$$

5 gün %72 oransal nemde bekletme işleminin ardından tohumlar keselerden alınarak tartılmış ve plastik kaplara alınmıştır. Daha sonrasında tohum partileri hermetik olarak paketlenmiştir (Şekil 3.21). Paketlenen tohumlar 15 °C'de 12 ay süreyle depolanmış, depolamadan sonra tohumlar 3.2.1'de belirtildiği şekilde çimlenme testine tabi tutularak, normal ve anormal çimlenme oranları yüzde değer olarak hesaplanmıştır. Depolama sonrasında da kökçük çıkış oranı yapılan saatlik sayımlarla saat/gün olarak, depolama

sonrası ortalama çimlenme zamanı da başlangıçtaki hesaplama yöntemiyle gün olarak bulunmuştur.



Şekil 3.21 Tohum partilerinin depolama için hermetik olarak paketlenmesi

3.2.5 İstatistiksel Analiz

Çalışmada denemeler tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak yürütülmüştür. Testlerden elde edilen yüzde değerler istatistiksel analiz öncesinde açı transformasyonuna tabi tutulup sonrasında SPSS paket programında Duncan testi ile ortalamalar karşılaştırılmıştır. Tohum gücü testleri ile fide çıkış testleri ve depolama sonrası çimlenme değerleri arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek amacı ile korelasyon analizi (r) yapılmış ve yüksek anlamlılık gösteren kombinasyonlara ait grafikler araştırma bulguları içerisinde verilmiştir. Tartışma bölümünde her tür için korelasyon analizi sonucunda anlamlılık değerleri özetlenmiştir. Güç testlerinin başarısı korelasyon değerlerinin anlamlılığına göre % 5, 1 ve 0.1 düzeyinde ortaya konulmuştur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Ispanak

4.1.1 Tohum nemi, 100 tane ağırlıkları ve üretim yılı

Araştırmada, Ispanak matador çeşidine ait (*Spinacia oleracea* L.) 14 tohum partisi kullanılmış olup, kullanılan tohum partilerinin başlangıç nemlerinin %8.1-11.5 arasında değiştiği belirlenmiştir. Çizelge 4.1 de her tohum partisine ait değerler verilmiştir 100 tane ağırlıkları 0.70-1.35 g arasında değişim göstermiştir ki bu da bize tohum partileri arasındaki tohum ağırlığı, büyüklüğü, şekli gibi fiziksel farklılıkların anlaşılmasında fikir vermesi açısından önem taşımaktadır.

Çizelge 4.1 Ispanak tohum partilerinin 100 tane ağırlığı ile üretim yıllarına ait değerler

Parti No	100 tane ağırlığı (g)	Üretim Yılı	Çeşit
1	1.35	2022	Matador
2	0.81	2022	
3	1.21	2021	
4	0.89	2021	
5	0.72	2021	
6	1.19	2020	
7	0.70	2022	
8	1.17	2021	
9	1.18	2021	
10	1.26	2021	
11	1.21	2021	
12	0.68	2021	
13	1.01	2021	
14	1.12	2021	
Değer Aralığı	0.68-1.35	2020-2022	

4.1.2 Ispanak tohum partilerinde başlangıç canlılıkları (TÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün)

İstatistiksel olarak yapılan Duncan testi ile toplam çimlenme oranlarına göre tohum partileri 3 farklı gruba ayrılmışlardır. Başlangıç çimlenme ve ortalama çimlenme zamanına ait değerler de Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Ispanak tohum partilerinin standart çimlendirme ve ortalama çıkış zamanı testi sonuçları

Parti No	TÇO(%)	OÇZ (gün)
1	98 ^a	4.1 ^{df}
2	96 ^{ab}	3.8 ^{ef}
3	95 ^{ac}	3.8 ^{ef}
4	94 ^{ac}	4.0 ^{ef}
5	93 ^{ac}	3.1 ^g
6	92 ^{ac}	3.5 ^{fg}
7	88 ^{ad}	2.9 ^g
8	85 ^{be}	4.1 ^{df}
9	84 ^{ce}	6.2 ^a
10	82 ^{be}	5.1 ^{bc}
11	81 ^{de}	5.7 ^{ab}
12	76 ^{ef}	4.8 ^{cd}
13	75 ^{ef}	4.3 ^{de}
14	71 ^f	5.5 ^{ac}
Değer Aralığı	71-98	2.9-6.2

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

Kullanılan tohum partilerinin başlangıç canlılıkları %71 ile %98 arasında değişmiş; tohum partilerinden 3 tanesi %70, 5 tanesi %80 ve 6 tanesi de %90 ve üzerinde çimlenme değeri göstermiştir. Çimlendirme denemesinde yapılan saatlik sayımlarla ortalama çimlenme zamanı hesaplanmış sonuçlar gün (24 saat) olarak verilmiştir. Ortalama çimlenme zamanı değerleri de 2.9 ile 6.2 gün arasında değişim göstermiştir. Yüksek canlılık gösteren ($\geq$ %90) tohum partilerinde ortalama olarak çimlenme zamanı 3 gün olarak hesaplanmıştır.

4.1.3 Ispanak tohum partilerinde kökçük çıkış testi (KÇO, %)

Ispanak matador çeşidine ait tohum partilerinde yapılan kökçük çıkış sayımı testine ait değerler Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Sayımlar saatlik yapılmış 2 mm kökçük çıkışı da çimlenme başlangıcı olarak kabul edilmiştir. Bu türde ilk kökçük çıkışı 48. saatte 11. tohum partisi dışında tüm partilerde başlamış ve %2 ile 36 arasında değişen değerler göstermiştir. 64. saatte 3, 6 ve 7 numaralı tohum partileri %50 çimlenme değerine ulaşırken; 2, 3, 5, 6 ve 7. tohum partileri 96. saatte ticari sınır olan %70 çimlenme oranını geçmiştir. Partiler arasında zamana bağlı değişimin istatistiksel farklılığı değişkenlik göstermiştir ($p < 0.05$). Kökçük çıkış sayımları 72. saate kadar 8 saatlik aralıklarla yürütülmüş sonrasında deneme kurulum saati dikkate alınarak günlük sayım (24 saatte bir kez sayılarak) olarak devam ettirilmiştir. Çizelgede de 168. saate (7.gün) kadar olan kökçük çıkış oranlarının sonuçları % değer olarak verilmiştir.

Çizelge 4.3 Ispanak tohum partilerinin kökçük çıkış (KÇO, %) oranlarının saat bazında değişimi

Parti No	KÇO (%)							
	48	56	64	72	96	120	144	168
1	13 ^c	27 ^a	33 ^{bc}	40 ^b	67 ^{ab}	82 ^{ab}	88 ^a	89 ^a
2	21 ^{bc}	32 ^{bc}	43 ^b	49 ^a	70 ^{ab}	82 ^{ab}	87 ^{ab}	88 ^a
3	19 ^{bc}	39 ^{ab}	50 ^a	56 ^a	70 ^{ab}	82 ^{ab}	83 ^{ab}	83 ^{ab}
4	3 ^e	17 ^{de}	32 ^{bc}	40 ^{bc}	66 ^{ab}	80 ^{ab}	86 ^{ab}	87 ^a
5	31 ^{ab}	37 ^{ab}	47 ^a	55 ^a	73 ^{ab}	90 ^a	92 ^a	92 ^a
6	31 ^{ab}	45 ^{ab}	57 ^a	63 ^a	77 ^a	82 ^{ab}	85 ^{ab}	85 ^a
7	35 ^a	47 ^a	53 ^a	58 ^a	74 ^a	86 ^a	89 ^a	89 ^a
8	5 ^{de}	13 ^{dc}	34 ^b	39 ^{bc}	59 ^{bc}	71 ^b	75 ^{bc}	75 ^{bc}
9	1 ^{ef}	2 ^{gh}	5 ^f	5 ^f	17 ^f	39 ^e	59 ^d	67 ^{cd}
10	36 ^a	9 ^{df}	19 ^{de}	25 ^{cd}	41 ^{de}	57 ^{cd}	68 ^{cd}	71 ^{cd}
11	0 ^g	0 ^h	7 ^f	8 ^{ef}	37 ^{de}	47 ^{de}	56 ^{de}	66 ^{cd}
12	5 ^{de}	13 ^{eg}	23 ^{cd}	29 ^{bd}	41 ^{de}	51 ^{cd}	57 ^{de}	61 ^{de}
13	6 ^{de}	12 ^{eg}	25 ^{bd}	30 ^{bd}	47 ^{cd}	59 ^c	62 ^d	63 ^{de}
14	2 ^e	4 ^{fh}	13 ^{ef}	15 ^{de}	31 ^e	46 ^{de}	48 ^e	53 ^e
Değer aralığı	0-36	0-47	5-57	5-63	17-77	39-90	48-92	53- 92

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$).

4.1.4 Ispanak tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi (HYT, %)

Ispanak tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi yöntem kısmında belirtildiği gibi 41 °C’de 72 saat süreyle tutulmuş olan tohumlarda çimlenme oranı (%) hesaplanarak yapılmıştır. Standart çimlenme testinde izlenen yöntemle sayımlar saatlik ve günlük olarak yapılmış, Çizelge 4.4’de de elde edilen sonuçlar özetlenmiştir. Sayımlar 21 gün sürdürülmüş (ISTA 2020) 14. günden sonra kökçük çıkışı stabil kalıp, hiçbir değişim olmadığından 14. gün sayımları standart çimlenme ortalaması değeri olarak kabul edilmiştir. Yaşlandırma testi sonrasında ortalama çimlenme zamanı da günlük sayımlarla hesaplanmıştır. Çimlenme oranları %53 ile %96 arasında değişirken 9, 13 ve 14. tohum partileri %70’in altında kalmıştır. 3 ve 5. partiler hem çimlenme ortalaması (TÇO) hem de çıkış zamanı sonuçlarına (OÇZ) bakıldığında en güçlü tohum partisi, 9 numaralı parti ise %57 çimlenme oranı ve 6.1 gün çimlenme hızıyla en zayıf tohum partisi olarak kabul edilebilir. Standart çimlenme testinde olduğu gibi hızlı yaşlandırma testi çimlenme sonuçları da 3 farklı grupta incelenebilir. 3, 4 ve 6. partiler dayanıklı, 1, 2, 5, 7, 8 ve 10. partiler orta diğerleri ise zayıf olarak gruplandırılmıştır.

Çizelge 4.4 Ispanak tohum partilerinin 41 °C 72 saat hızlı yaşlandırma testi sonrasında standart çimlenme testi (HYT+TÇO) ve ortalama çimlenme zamanı (HYT+OÇZ) sonuçları

Parti No	HYT (% , gün)	
	HYT+TÇO	HYT+OÇZ
1	84 ^{ac}	5.4 ^c
2	84 ^{ac}	4.6 ^{bc}
3	96 ^a	2.1 ^a
4	90 ^{ab}	3.4 ^{ab}
5	87 ^{ac}	4.4 ^{bc}
6	95 ^a	2.7 ^a
7	84 ^{ac}	3.8 ^{ab}
8	87 ^{ac}	3.4 ^{ab}
9	57 ^e	6.0 ^{cd}
10	81 ^{bc}	4.1 ^b
11	65 ^{de}	5.2 ^{cd}
12	74 ^{cd}	3.3 ^a
13	57 ^e	4.9 ^{bc}
14	53 ^e	5.1 ^c
Değer aralığı	53-96	2.1-6.0

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

4.1.5 Ispanak tohum partilerinde hızlı yaşlandırma sonrası kökçük çıkış testi (HYT+KÇO, %)

Ispanak tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi sonrasında yapılan saatlik sayımlarla elde edilen kökçük çıkış (%) oranları Çizelge 4.5’de verilmiştir. Üçüncü tohum partisi 48. saatte %61 çimlenme değeriyle en hızlı çimlenme gösteren parti olurken, 56. saatte ticari sınırı geçip 72. saatte de %93 çimlenme değerine ulaşmıştır. Altmışdördüncü saate gelindiğinde değer aralığı %0-87 arasında olurken tohum partilerinin bu saat çimlenme oranı arasındaki fark oldukça yüksek olmuştur.

Çizelge 4.5 Ispanak tohum partilerinin 41°C’de 72 saat hızlı yaşlandırma testi (HYT, %) sonrası erken kökçük sayımı (HYT+KÇO) değerleri (saat/%)

Parti	HYT+KÇO (%)							
No	48	56	64	72	96	120	144	168
1	0 ^d	0 ^e	1 ^g	15 ^{gh}	31 ^g	47 ^{ef}	58 ^{ef}	67 ^{de}
2	1 ^{cd}	4 ^{ce}	17 ^e	27 ^f	47 ^f	56 ^{de}	72 ^{ce}	84 ^{cd}
3	61 ^a	74 ^a	87 ^a	93 ^a	95 ^a	95 ^a	96 ^a	96 ^a
4	0 ^d	9 ^{ce}	28 ^d	50 ^{cd}	73 ^{bc}	83 ^{ab}	89 ^{ab}	90 ^{ab}
5	1 ^{cd}	2 ^e	20 ^d	38 ^e	59 ^{de}	69 ^{cd}	79 ^{cd}	84 ^{ac}
6	19 ^b	37 ^b	64 ^b	82 ^b	90 ^a	92 ^a	95 ^a	96 ^a
7	1 ^d	3 ^e	24 ^d	39 ^e	63 ^{cd}	69 ^d	77 ^d	84 ^{bc}
8	3 ^{cd}	14 ^c	42 ^c	58 ^c	75 ^b	79 ^{bc}	83 ^{bc}	87 ^{ab}
9	0 ^d	1 ^e	6 ^{fg}	9 ^{fg}	13 ^h	25 ^g	35 ^g	43 ^f
10	0 ^{cd}	6 ^{ce}	15 ^e	37 ^e	51 ^{ef}	61 ^d	68 ^d	73 ^{cd}
11	0 ^{cd}	0 ^e	1 ^g	3 ⁱ	31 ^g	41 ^f	51 ^f	55 ^{ef}
12	6 ^c	13 ^{cd}	24 ^g	43 ^{de}	59 ^{de}	63 ^d	65 ^d	68 ^{de}
13	1 ^{cd}	6 ^{ce}	14 ^{ef}	20 ^{fg}	32 ^g	39 ^f	43 ^f	48 ^f
14	1 ^{cd}	3 ^{de}	8 ^{ef}	13 ^{gi}	22 ^h	33 ^{fg}	38 ^{fg}	43 ^f
Değer Aralığı	0-61	0-74	1-87	3-93	13-95	25-95	35-96	43-96

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

4.1.6 Ispanak tohum partilerinde elektriksel iletkenlik testi (EI, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)

Biyokimyasal tohum gücü testlerinden birisi olan elektriksel iletkenlik testi; hem başlangıçta yaşlanmamış tohum partilerine hem de 41 °C 72 saat yaşlandırılmış tohum

partilerinde ölçülmüştür. Ölçüm sonrası yapılan hesaplama sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Ispanak tohum partilerinin başlangıç (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ve 41°C 72 saat yaşlandırma (HYT+Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) sonrası elektriksel iletkenlik değerleri

Parti No	Eİ / HYT+Eİ	
	Eİ	HYT+Eİ
1	565 ^a	512 ^a
2	673 ^a	613 ^a
3	193 ^c	207 ^d
4	576 ^a	454 ^{bc}
5	143 ^c	141 ^d
6	227 ^{bc}	192 ^d
7	142 ^c	143 ^d
8	575 ^a	480 ^b
9	369 ^b	350 ^{bc}
10	522 ^a	432 ^{ab}
11	513 ^a	421 ^{bc}
12	568 ^a	437 ^c
13	632 ^a	487 ^b
14	600 ^a	515 ^{ab}
Değer Aralığı	142-673	141-613

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Çizelge incelendiğinde; tohum partilerinin yapılan istatistiksel analiz sonucunda elektriksel iletkenlik testi açısından aynı gruplarda yer aldığı görülmektedir. Yaşlandırma yapılmamış tohum partilerinde yapılan ölçümlerde elektriksel iletkenlik değeri; 142 ile 673 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değişirken, 72 saatlik yaşlandırma testi sonrasında ölçülen değerler; 141 ile 613 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında olmuştur.

4.1.7 Ispanak tohum partilerinde fide kalite parametreleri

Ispanak tohum partilerinde fide çıkış testleri; tarla, iklim odası ve sera olmak üzere 3 farklı koşulda yürütülmüştür. Tarla ve iklim odası koşullarında çıkış testleri 2 farklı zaman diliminde yapılmış ve sonuçlar farklı zamanlarda elde edilen verilerin ortalaması olarak hesaplanmıştır. Sera koşullarında yürütülen çalışma 1 kez yapılmıştır. Tarla ve sera koşullarında yapılan çalışmada bahçe toprağı kullanılırken, iklim odası koşullarında torf

kullanılmıştır. Yapılan çalışmada; deneme her 3 koşulda da 21 gün sürdürülmüş, sayımlar günlük olarak yapılmış ve denemenin sonunda fide çıkış oranı (%) ve ortalama çıkış zamanı (gün) hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.7’de sunulmuştur.

Tarla çıkış ile sera çıkış oranı sonuçları karşılaştırıldığında 11 ve 12. tohum partileri dışında kalan tohum partilerinde çıkış oranları (%) benzer değerler göstermiştir. Tarla çıkış oranları incelendiğinde; % 48 ile 1. tohum partisi en yüksek çıkış oranına sahipken, %7 ile 12. tohum partisi en düşük çıkış oranını göstermiştir. Sera çıkış oranı değerleri %20 ile 50 arasında değişim göstermiştir. Burada da %50 çıkış oranı ile 4 ve 6. tohum partileri en yüksek çıkışı göstermiştir. İklim odasında yapılan fide çıkış testlerinin ortalama değerleri diğer koşullara göre farklılık göstermiştir. Bu ortamdaki çıkış oranı değer aralığı %47 ile % 88 arasında olmuş, en yüksek çıkış değerini de 8. tohum partisi göstermiştir.

Çizelge 4.7 Ispanak tohum partilerinin tarla (TRLFÇO, %) iklim odası (İOFÇO, %) ve sera (SFÇO, %) koşullarında elde edilen fide çıkış oranları

Parti No	Fide Çıkış Değerleri				
	TRLFÇO	İOFÇO	İOOÇZ	SFÇO	SFOÇZ
1	48 ^{ab}	84 ^{ac}	7.3 ^{cd}	46 ^{be}	14.8 ^{ab}
2	41 ^{ab}	85 ^{ac}	4.9 ^{ab}	45 ^{be}	17.8 ^b
3	32 ^{ab}	79 ^{cd}	4.5 ^{ab}	45 ^{ac}	15.1 ^{ab}
4	26 ^{ab}	86 ^{ac}	5.1 ^b	50 ^{ab}	12.9 ^{ab}
5	38 ^{ab}	84 ^a	3.2 ^a	46 ^{ac}	15.2 ^{ab}
6	40 ^{ab}	82 ^{ad}	4.9 ^{ab}	50 ^a	17.5 ^b
7	45 ^a	83 ^{ac}	4.9 ^{ab}	48 ^{be}	17.5 ^b
8	18 ^{ab}	88 ^a	5.0 ^{ab}	44 ^{ad}	17.2 ^b
9	26 ^{ab}	64 ^{ad}	8.2 ^{de}	30 ^{df}	15.3 ^{ab}
10	24 ^{ab}	85 ^{ab}	7.9 ^{de}	36 ^{bd}	14.2 ^{ab}
11	8 ^b	71 ^{bd}	8.8 ^e	29 ^{ce}	14.6 ^{ab}
12	7 ^b	85 ^{ab}	5.7 ^b	43 ^{ad}	17.8 ^b
13	17 ^{ab}	47 ^d	7.6 ^{de}	22 ^{ef}	15.8 ^{ab}
14	20 ^{ab}	60 ^d	6.3 ^{ac}	25 ^f	16.6 ^{ab}
Değer aralığı	7-48	47-88	3.2-8.8	22-50	12.9-17.8

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

4.1.8 Ispanak tohum partilerinde depo ömrü testi

Ispanak tohum partileri 12 ay depolama öncesinde doymuş NaCl (%70) çözeltisi üzerinde bekletilmiş, bu süreçte yapılan günlük tartımlarla nem (%) hesaplamaları yapılmıştır. Nem düzeyleri dengelendiğinde (nem alımı sabit bir değere geldiğinde) hermetik (su ve hava geçirmez paketlerle) olarak paketlenerek 15 °C'lik depolama kabinine alınmıştır. Çizelge 4.8'de tohumların depolama sürecinde % nem değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.8 Depolama öncesi tohum partilerinin nem düzeyleri (%)

Parti No	Tohum nemi
1	11.5
2	12.4
3	13.4
4	12.8
5	13.9
6	13.9
7	12.1
8	12.3
9	11.9
10	11.9
11	12.7
12	11.3
13	12.6
14	11.8
Değer Aralığı	11.3-13.9

Oniki aylık depolama sonrası çimlendirme (DSÇO, %) denemesi de başlangıçta olduğu gibi 14 gün boyunca saatlik ve günlük sayımlar yapılarak sürdürülmüş, denemenin sonunda depolama sonrası standart çimlenme değerleri (DSTÇO, %), depolama sonrası normal çimlenme değerleri (DSNÇO, %), depolama sonrası ortalama çimlenme zamanı (DSOÇZ, gün) ve depolama sonrası kökçük çıkış oranı (DSKÇO, %) hesaplanmıştır. Bu sonuçlar da aşağıda görüldüğü gibi Çizelge 4.9 ve 4.10'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.9 Ispanak tohum partilerinin 12 aylık depolama sonrasında toplam (DSTÇO) ve normal (DSNÇO) çimlenme oranları (%) ile ortalama çimlenme zamanı (DSOÇZ, gün) değerleri

Parti No	Depo		
	DSTÇO	DSNÇO	DSOÇZ
1	57 ^d	53 ^c	7.3 ^{ac}
2	69 ^{bd}	69 ^b	5.0 ^{de}
3	71 ^{bc}	70 ^{bc}	4.5 ^e
4	95 ^a	91 ^a	5.1 ^{de}
5	77 ^{bc}	76 ^b	3.2 ^{de}
6	76 ^{bc}	74 ^b	4.9 ^{de}
7	83 ^b	82 ^a	4.9 ^{de}
8	66 ^{cd}	64 ^{bc}	5.0 ^{de}
9	23 ^e	22 ^d	8.2 ^{ab}
10	33 ^e	31 ^d	7.9 ^{bc}
11	23 ^e	23 ^d	8.8 ^a
12	30 ^e	30 ^d	5.7 ^{cd}
13	22 ^e	19 ^d	7.6 ^{ac}
14	3 ^f	3 ^e	6.3 ^e
Değer Aralığı	3-95	3-91	3.2-8.8

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

Depolama sonrasında yapılan çimlendirme testiyle normal ve toplam çimlenme oranları (%) hesaplanmıştır. Toplam ve normal çimlenme oranları arasında belirgin bir fark görülmemiştir. Sonuçlar incelendiğinde depolama sonrası (DSTÇO) toplam çimlenme değer aralığı %3 ile %95 arasında değişim gösterirken bu aralık depo sonrası normal çimlenme oranlarında (DSNÇO) %3 ile %91 arasında olmuştur. Tohum partilerine yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre de tohum partileri arasındaki istatistiksel farklılıklar değişkenlik göstermiştir (p<0.05).

En düşük çimlenme oranı %3 ile 14. tohum partisi olurken, en yüksek çimlenme oranı da 4. tohum partisinde görülmüştür. Dokuz, 10, 11, 12 ve 13. partiler de depolama sonrasında düşük canlılık göstermişlerdir. Toplam, normal çimlenme ve ortalama çimlenme zamanı sonuçları birlikte incelendiğinde tohum partileri dayanıklılık düzeyi olarak 4 farklı grup altında değerlendirilebilir.

4.1.9 Ispanak tohum partilerinde depo sonrası kökçük çıkış testi (DSKÇO, %)

Depolama sonrası kökçük çıkış oranları da yapılan çimlendirme testinde saatlik sayımlarla hesaplanmış ve Çizelge 4.10'da verilmiştir. Saatlik sayımlar depolama öncesi çimlendirme testinde belirlenen saat aralıkları dikkate alınarak yapılmıştır. 48. saatte tohum partilerinin hiçbirinde çimlenme olmamış, 56. saatte ise %0 ile 5 arasında hesaplanmıştır. Altmışdördüncü saatte 1. ve 7. partiler arasında yakın değerler bulunurken, 14. parti de %13 çimlenme oranı ile bu gruba yaklaşmıştır. Bu partiler arasındaki benzerlik 72. saatte de gözlenmiştir.

İlerleyen saatlerde de artış aynı tohum partisi gruplarında devam ederken 9, 10, 11, 12 ve 13. tohum partileri %50'nin altında kalmıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonrasında da 56. saatte tohum partileri 2 grup altında incelenebilirken, 96-168 saat aralığındaki sayımlarda 4 grup olarak değerlendirilebilir ($p<0.05$).

Çizelge 4.10 Ispanak tohum partilerinin depolama sonrası saat bazında kökçük çıkış (DSKÇO) yüzdeleri (saat/%)

Parti No	DSKÇO						
	56	64	72	96	120	144	168
1	3 ^b	12 ^b	25 ^a	45 ^d	59 ^d	74 ^c	82 ^d
2	2 ^{ab}	7 ^{bc}	14 ^b	35 ^{bc}	46 ^{bc}	56 ^b	61 ^{bc}
3	3 ^{ab}	13 ^{ab}	23 ^a	47 ^{ab}	51 ^{ac}	58 ^b	64 ^{bc}
4	3 ^{ab}	12 ^a	25 ^a	45 ^{ab}	59 ^a	74 ^a	82 ^a
5	4 ^a	15 ^{bc}	25 ^a	39 ^{ac}	51 ^{ac}	59 ^b	62 ^{bc}
6	5 ^a	13 ^{bc}	22 ^a	45 ^{ab}	53 ^{ac}	63 ^b	70 ^{bc}
7	2 ^{ab}	18 ^a	26 ^a	43 ^{ab}	55 ^{ab}	65 ^b	73 ^{ab}
8	4 ^a	5 ^b	11 ^b	32 ^c	45 ^c	56 ^b	60 ^c
9	0 ^b	0 ^b	0 ^c	0 ^e	1 ^e	3 ^e	8 ^{ef}
10	0 ^b	0 ^b	0 ^c	2 ^e	5 ^e	8 ^{de}	13 ^{ef}
11	0 ^b	0 ^b	0 ^c	0 ^e	2 ^e	4 ^{de}	6 ^{ef}
12	0 ^b	1 ^b	3 ^c	5 ^{de}	7 ^e	13 ^d	19 ^e
13	1 ^b	1 ^b	1 ^c	4 ^e	5 ^e	9 ^{de}	12 ^{ef}
14	3 ^b	13 ^a	23 ^a	47 ^{de}	51 ^e	58 ^e	64 ^f
Değer Aralığı	0-5	0-18	0-26	0-47	1-59	3-74	6-82

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

4.1.10 Ispanak tohum partilerinde fide çıkış testleri ile güç testleri arasındaki korelasyon analiz sonuçları

Ispanak tohum partilerine ait laboratuvar güç testleri ile farklı koşullarda yürütülen fide çıkış testleri arasındaki korelasyon katsayısı (r) sonuçları Çizelge 4.11’de sunulmuştur. Çizelge 4.11; 3 aşamalı olarak incelendiğinde;

Tarla çıkış sonuçları (TRLFÇO) ile standart çimlendirme testi (SÇO) $p<0.01$, $r=0.776$ ve ortalama çimlenme (OÇZ) ile de $p<0.05$, $r=0.6531$ anlamlılık düzeyi ve korelasyon katsayısı vermiştir. Kökçük çıkış oranları ile tarla çıkış performansı arasında da farklı düzeylerde anlamlı ilişkiler bulunmaktadır. KÇO48 ve KÇO168 arasındaki bütün saat aralıklarında TRLFÇO ve SRFÇO ile $p<0.01$ ve $p<0.001$ düzeylerinde anlamlılık bulunmuştur.

Tarla çıkış oranları ile güç testleri arasında standart çimlenmeden farklı olarak hızlı yaşlandırma testi sonuçları ile anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Sera çıkış ile güç testleri arasındaki kombinasyonlardan elde edilen sonuçlar incelendiğinde hem standart çimlenme hem de hızlı yaşlandırma çimlenme oranlarıyla anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Ancak güç testleri serada ortalama çıkış zamanının tespiti açısından başarısız ($p>0.05$) sonuçlar vermiştir.

Hızlı yaşlandırma sonrası yapılan çimlendirme testi ile sera koşulları çıkış ve ortalama çıkış zamanı arasında $p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.001$ her üç düzeyde de anlamlılık vardır. Hızlı yaşlandırma standart çimlendirme testi sonuçları $r=0.927$, $p<0.001$ düzeyinde anlamlıyken sera ortalama çıkış zamanı (SROÇZ) ile bulunamamıştır.

Eİ testi sonuçları tohum kalitesinin hiçbir anlamlı bir ilişki göstermemiştir. Eİ yaşlandırma öncesi ya da HYT sonrası r değerleri itibariyle 0.467 ($p>0.05$) ve daha düşük değerler göstermiştir.

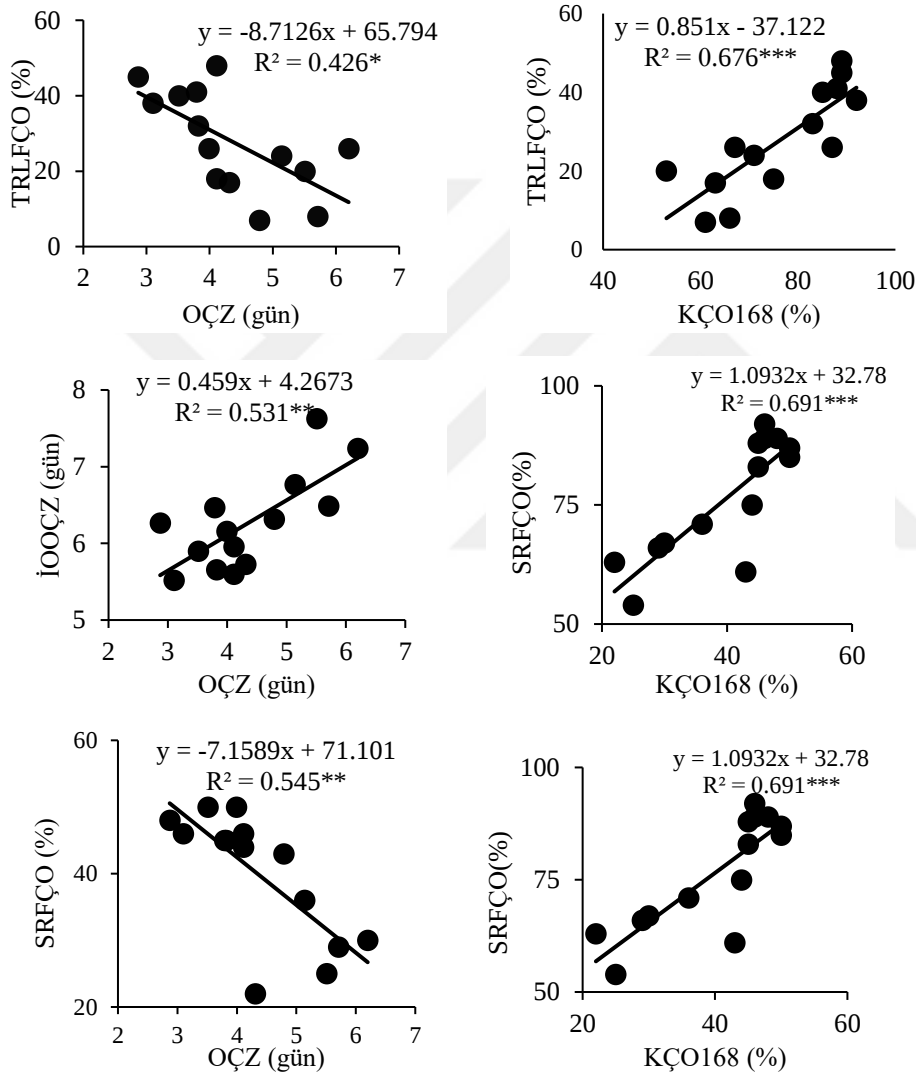
Çizelge 4.11 Ispanak tohum partilerinde fide çıkış testleri ile güç testleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

Güç testleri		Fide Çıkış Testleri				
		TRLFÇ O	SRFÇO	SROÇZ	İOFÇO	İOOÇZ
Standart çimlendirme testi (SÇO)	TÇO	0.776**	0.800***	-0.189 ^{öd}	0.646*	-0.569*
	OÇZ	-0.653*	-0.738**	-0.245 ^{öd}	-0.482 ^{öd}	- 0.729**
	KÇO48	0.769**	0.612*	-0.164 ^{öd}	0.454 ^{öd}	-0.428 ^{öd}
	KÇO56	0.795***	0.746**	-0.316 ^{öd}	0.463 ^{öd}	-0.595*
	KÇO64	0.701**	0.778**	-0.564*	0.506 ^{öd}	-
	KÇO72	0.692**	0.798***	-0.287 ^{öd}	0.537*	-
	KÇO96	0.694**	0.811***	-0.145 ^{öd}	0.579*	-
	KÇO120	0.768**	0.813***	-0.057 ^{öd}	0.585*	-
	KÇO144	0.822***	0.842***	-0.035 ^{öd}	0.638*	-
	KÇO168	0.822***	0.831***	-0.093 ^{öd}	0.649**	-0.631*
	HYTTÇO	0.546*	0.927***	-0.022 ^{öd}	0.838***	-0.643*
	HYTOÇZ	0.061 ^{öd}	0.618*	-0.648*	0.901***	-0.644*
	HYT+KÇO64	0.173 ^{öd}	0.498 ^{öd}	-0.689**	0.303 ^{öd}	-0.597*
	HYT+KÇO72	0.071 ^{öd}	0.640*	-0.669**	0.427 ^{öd}	-0.570*
Hızlı yaşlandırma testi (HYT)	HYT+KÇO96	0.219 ^{öd}	0.745**	-0.706**	0.608*	0.562*
	HYT+KÇO120	0.383 ^{öd}	0.796***	-0.690**	0.667**	-0.582*
	HYT+KÇO144	0.475 ^{öd}	0.850***	-0.644*	0.741**	-0.593*
	HYT+KÇO168	0.279^{öd}	0.895***	-0.569*	0.784***	-0.592*
Elektriksel iletkenlik testi (Eİ)	Eİ	0.464 ^{öd}	0.399 ^{öd}	-0.049 ^{öd}	0.206 ^{öd}	-0.047 ^{öd}
	HYT+Eİ	0.049 ^{öd}	0.467 ^{öd}	-0.463 ^{öd}	0.399 ^{öd}	-0.206 ^{öd}

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, öd: önemli değil

4.1.11 Fide çıkış testleri ile yüksek ilişki veren tohum gücü testlerinin regresyon eğrileri

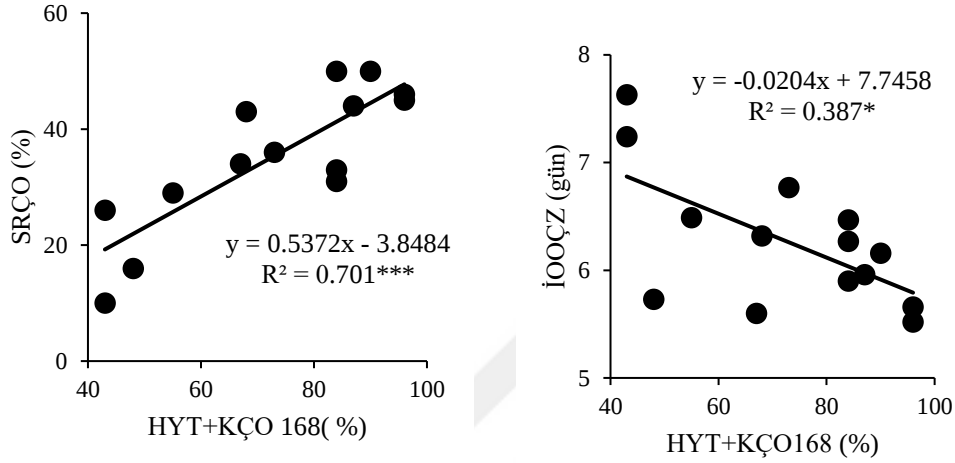
Korelasyon ilişkisinin incelenebilmesi için anlamlılık gösteren kombinasyonlara ait fide çıkış parametreleri (çıkış oranı ve ortalama çıkış zamanı) arasında regresyon eğrileri çizilmiş ve Şekil 4.1 ve 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.1 Ispanak tohum partilerinin OÇZ ve KÇÖ168 ile sera (SRFÇÖ, %), iklim odası (İOFÇÖ, %) ve tarla çıkış oranları (TRLFÇÖ, %) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*:p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001) düzeyleri

Şekil 4.2’de ıspanak tohum partilerinde ortalama çimlenme zamanı ve farklı koşullarda yürütülen fide çıkış oranları arasındaki regresyon eğrileri bulunmaktadır. Bu

kombinasyonlardaki istatistiksel olarak $p<0.05$, $p<0.01$ düzeylerinde anlamlılık bulunmuştur. KÇÖ168 sayım saati tüm fide koşulları ile yüksek anlamlılık gösterdiğinden çizilerek ifade edilmiştir (TRLFÇÖ; $R^2=0.676$, İOFÇÖ; SRFÇÖ; $R^2=0.691$) ($p<0.001$)



Şekil 4.2 İspanak tohum partilerinin HYT+KÇÖ168 ile sera (SRÇÖ, %) ve iklim odası (İÖÇÖ, %) çıkış oranları ve ortalama çıkış zamanı (OÇZ) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$) düzeyleri

Hızlı yaşlandırma testi sonrası yapılan kökçük çıkış testi (HYT+KÇÖ) ile sera çıkış oranı ve iklim odası fide çıkış zamanı arasında regresyon katsayısı ve denklemi değerlerine ait çizilen grafik Şekil 4.3’de verilmiştir. SRFÇÖ ile HYT+KÇÖ168 arasında regresyon katsayısı $R^2=0.701$ ($p<0.001$) olarak hesaplanarak istatistiksel anlamda yüksek bulunmuştur. Regresyon denklemi de $y=0.537x-3.848$ şeklinde ifade edilmiştir.

4.1.12 İspanak tohum partilerinde depolama sonrası çimlendirme testi ile güç testleri arasındaki korelasyon analiz sonuçları

İspanak tohum partilerine ait laboratuvar güç testleri ile depolama sonrası çimlendirme testleri arasındaki korelasyon katsayısı (r) sonuçları Çizelge 4.12’de sunulmuştur. Çizelgeye bakıldığında elektriksel iletkenlik testi dışındaki birçok kombinasyonda özellikle yaşlandırma öncesi ve sonrasında erken kökçük sayımı testleri ile ortalama çimlenme zamanı testlerinin depolama sonrası çimlendirme testleri ile istatistiksel anlamda ($p<0.05-0.001$) önemli ilişki verdiği görülmektedir. Ancak en yüksek oranı taşıyan, en fazla anlamlılığa sahip, en kısa sürede sonuca gitmemizi sağlayan

kombinasyonlar önerilmiş ve bu kombinasyonlara ait eğriler çizilerek Şekil 4.6 ve 4.7’de verilmiştir.

Yapılan istatistiksel korelasyon testi sonucunda; ortalama çimlenme zamanı (OÇZ), kökçük çıkış testi (KÇO) ve hızlı yaşlandırma testi (HYT) parametrelerinin, standart çimlenme testine (SÇO) göre depolama sonrası çimlendirme testleri (DSTÇO/DSNÇO/DSOÇZ) ile daha anlamlı ilişkiler verdiği gözlenmiştir. Özellikle hem yaşlandırma öncesi hem de sonrasında yapılan saatlik sayımların (KÇO), depo ömrünün tahmininde kullanılmasında etkin bir test olduğu da gözlenmiştir.

Ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) ile depolama sonrası çimlenme testi (DSTÇO) ile depolama sonrası ortalama çimlenme zamanı arasında (DSOÇZ) $p<0.001$ anlamlılık düzeyinde ($r=0.840$, $r=0.807$) en yüksek korelasyon katsayısını göstermiştir. Yapılan kökçük çıkış testlerinde de erken dönemde KÇO42 ($p<0.05$ $r=0.649$, $p<0.01$, $r=0.644$), KÇO48 ($p<0.05$, $r=0.681$, $r=0.694$), KÇO56 ($p<0.001$, $r=0.786$, $r=0.738$), KÇO64, KÇO72 ve KÇO96. saatler yine depolama sonrası çimlenme ve ortalama çimlenme zamanı ile $p<0.001$ anlamlılık düzeyinde değerler vermiştir (KÇO64; $r= 0.839$, 0.820 , KÇO72; $r= 0.850$, 0.852 , KÇO96; $r=0.889$, 0.826). Eİ değerleri ile depolama sonrası çimlenme değerleri çok düşük düzeyde ve anlamsız ilişkiler bulunmuştur.

Çizelge 4.12 Ispanak tohum partilerinde depolama sonrası çimlendirme testi (DSTÇO, %), ortalama çimlenme zamanı DSOÇZ, gün) ile güç testleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

Güç testleri		Depolama sonrası çimlendirme testi	
		DSTÇO	DSOÇZ
Standart çimlendirme (SÇO)	TÇO	0.831***	-0.470 ^{öd}
	OÇZ	-0.840***	-0.807***
	KÇO42	0.649*	-0.644**
	KÇO48	0.681**	-0.694**
	KÇO56	0.786***	-0.738**
	KÇO64	0.839***	-0.820***
	KÇO72	0.850***	-0.852***
	KÇO96	0.889***	-0.826***
	KÇO120	0.908***	-.753***
	KÇO144	0.932***	-0.760***
	KÇO168	0.957***	-0.569***
Hızlı yaşlandırma testi (HYT)	HYTTÇO	0.890***	.690**
	HYTOÇZ	0.686***	-0.699**
	HYT+KÇO64	0.514 ^{öd}	-0.602*
	HYT+KÇO72	0.620*	-0.675**
	HYT+KÇO96	0.742**	-0.731**
	HYT+KÇO120	0.794***	-0.741***
	HYT+KÇO144	0.867***	-0.760**
	HYT+KÇO168	0.902***	-0.772**
Elektriksel iletkenlik testi (Eİ)	E.İ	0.447 ^{öd}	-0.467 ^{öd}
	HYT+Eİ	0.426 ^{öd}	-0.456 ^{öd}

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, öd: önemli değil

Hızlı yaşlandırma testi ile elde edilen değerlerle, depolama sonrası yapılan çimlendirme testi sonuçları arasında çizilen regresyon eğrilerinden hesaplanan korelasyon katsayılarına bakıldığında; yaşlandırma sonrası çimlendirme ile depolama sonrası

çimlendirme testleri arasında standart çimlenme testinden farklı olarak, $p<0.001$ (HYTÇO; $r=0.890$, HYTOÇZ; $r=0.807$), depolama sonrası ortalama çimlenme zamanı(DSOÇZ) ile de $p<0.01$ düzeyinde (HYSÇO; $r=0.690$, HYTOÇZ; $r=0.699$) anlamlı ilişki bulunmuştur.

HYT+KÇO testlerinde de ilk kökçük çıkışından itibaren alınan verilerde HYT+KÇO64, 72 ve 96. saatlerin de depolama sonrası parametrelerle $p<0.05$, $p<0.01$ düzeylerinde anlamlı ilişki saptanmıştır. HYT+KÇO120 ise hem depolama sonrası çimlenme (DSÇO) ($r=0.794$) hem de ortalama çimlenme zamanı (DSOÇZ) ($r=0.741$) ile $p<0.001$ düzeyindeki anlamlılık hesaplanmıştır. Yine HYT+KÇO120 ve 144. saatler de çalışmamızda anlamlı sonuçlar göstermiştir.

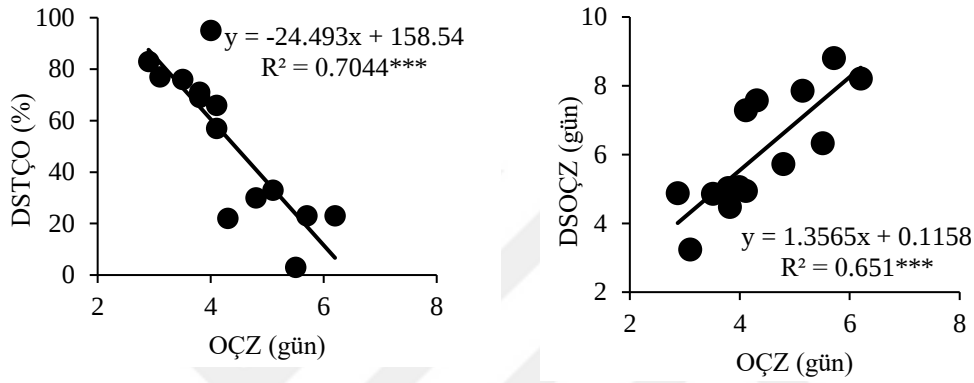
Ispanak tohum partilerinde hem hızlı yaşlandırma öncesi hem de sonrasında elektriksel iletkenlik ölçümleri yapılmıştır. Hesaplanan değerler ve depolama sonrası çimlendirme testi sonuçları ile regresyon eğrileri çizilmiş ve elde edilen korelasyon katsayılarına bakılmıştır. Ancak bu test için bu türde depolama sonrası yapılan testlerle istatistiksel anlamda ilişkili bulunmamıştır (Çizelge 4.12).

4.1.13 Depolama sonrası yüksek ilişki veren tohum gücü testlerinin regresyon eğrileri

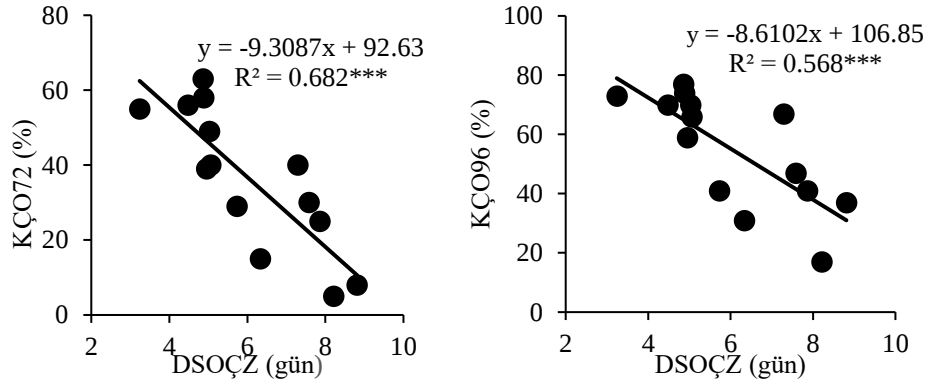
Korelasyon ilişkisini daha iyi bir şekilde görebilmek için $p<0.01$ ve $p<0.001$ anlamlılık düzeyinde sahip olan güç testleri ile depolama sonrası çimlenme testi kombinasyonları arasındaki regresyon eğrileri çizilmiş ve korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

Regresyon analizleri sonucunda elde edilen korelasyon katsayıları Çizelge 4.12’de verilirken, bu bölümde de yüksek anlamlılık gösteren kombinasyonlara ait eğrilerin çizimleri ve regresyon denklemleri verilmiştir. Çizelge 4.12’de verilen korelasyon katsayısı r değerlerine ait denklemler ve eğrilerde en yüksek anlamlılık düzeyine sahip eşleşmeler seçilmiştir.

Depolama sonrası standart çimlenme ve ortalama çimlenme zamanının tahmininde ortalama çimlenme zamanı ile elde edilen regresyon değerleri arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (Şekil 4.3). Ortalama çimlenme zamanı kısa olan tohum partilerinin depolama sonrası da aynı oranda yüksek çimlenme göstermesi beklenir. Grafikler de bu durumu net şekilde ifade etmek için örnekler oluşturmuştur.



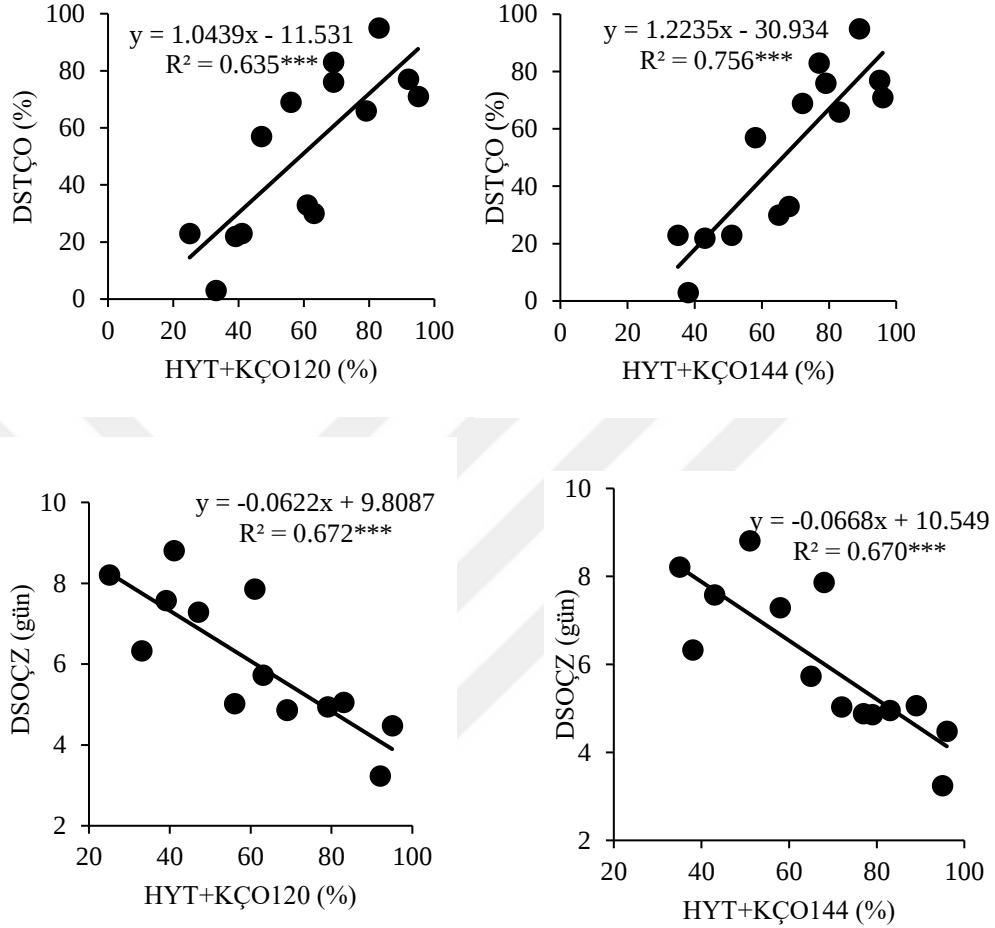
Şekil 4.3 İspanak tohum partilerinin ortalama çimlenme zamanı ile depolama sonrası standart çimlenme (DSTÇÖ, %) ve ortalama çimlenme zamanı (DSOÇZ, gün) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*:p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001) düzeyleri



Şekil 4.4 İspanak tohum partilerinin 72 ve 96. saatler kökçük çıkış testi çimlenme oranı ile depolama sonrası ortalama çimlenme zamanı arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*:p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001) düzeyleri

Şekil 4.4'de ise kökçük çıkış testi sonuçları ile depolama sonrası ortalama çimlenme zamanı arasındaki regresyon eğrileri verilmiştir. Çizelgeler 4.6, 4.7 ve 4.8'de belirtildiği

gibi buradaki eğriler en yüksek istatistiksel anlamlılığı veren kökçük çıkış (KÇO64, 72, 96) saati ve ortalama çimlenme (DSOÇZ) zamanı eğrilerinden seçilmiştir.



Şekil 4.5 Ispanak tohum partilerinin HYT+KÇO120 (%), HYT+KÇO144 (%) kökçük çıkış testi çimlenme oranı ile depolama sonrası toplam çimlenme oranı ve ortalama çimlenme zamanı arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*:p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001) düzeyleri

Hızlı yaşlandırma testi sonrası kökçük çıkış oranları da depolama sonrası çimlenme ve ortalama çimlenme zamanının tahmini için istatistiksel olarak yüksek anlamlılık vermiştir. HYT+KÇO120 ve 144. saatler her iki kombinasyonunda da $p<0.001$ düzeyinde anlamlılık göstermiştir (DSTÇO/HYT+KÇO120, KÇO144, $r=0.635$, 0.756). DSOÇZ ile de her iki saat kombinasyonu benzer r değeri vermiştir ($r=0.672$, $r=0.670$).

4.2 Pazı

4.2.1 Yüz tane ağırlıkları ve üretim yılı

Çalışmamızda, pazı türüne ait (*Beta vulgaris* var. *cicla*) 12 tohum partisi kullanılmıştır. Deneme başlangıcında belirlenen tohum nemlerinin %7.7 ile 9.1 arasındaki değer aralığında olduğu saptanmıştır. 100 tane ağırlıkları da yine diğer türlerde olduğu gibi 4 haneli hassas terazide tartılmış ve her tohum partisine ait ağırlık değerleri Çizelge 4.13’de sunulmuştur. Tohum ağırlıkları incelendiğinde 0.92 ile 2.06 arasında değişen bir aralık görülmüştür. Pazı türünde partiler arasında fiziksel farklılıkların (tohum ağırlığı vs.) olduğu burada da görülebilmektedir. Örneğin Lot 4’de tohum ağırlığı 0.91 g olurken 5. lotta 2.82 gram olmuştur (Çizelge 4.13). Kullanılan çeşit ve üretim yılları da aynı Çizelge üzerinden incelenebilmektedir. 2020, 2021 ve 2022 yıllarına ait kullanılan tohum partileri ticari firmaların kullandığı farklı çeşitleri de içermektedir. Pazı türüne ait 6 çeşit kullanılmıştır.

Çizelge 4.13 Pazı tohum partilerinin 100 tane ağırlığı ile üretim yıllarına ait değerler

Parti No	100 tane ağırlığı (g)	Üretim Yılı	Çeşit
1	2.08	2022	Tuna
2	1.88	2022	Koyu yeşil
3	2.06	2020	Tuna
4	0.92	2021	Tuna
5	2.83	2022	Koyu yeşil
6	1.32	2021	Tuna
7	2.21	2021	Yeşim
8	2.21	2021	Charlie
9	1.17	2020	Açık yeşil
10	1.51	2022	Yaman
11	1.67	2021	Açık yeşil
12	1.76	2022	Charlie
Değer Aralığı	0.92-2.83	2020-2022	

4.2.2 Pazı tohum partilerinde başlangıç canlılıkları (TÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün)

Denemede pazı türüne ait tohum partilerinde, standart çimlenme değeri olarak toplam çimlenme oranı (%) verilmiştir. Çimlendirme denemesi 14 gün sürdürülmüş, sayımlar yöntem kısmında da belirtildiği gibi önce saatlik (ilk 4gün) sonrasında günlük olarak yapılmıştır. Başlangıç çimlenme oranı (%) ve ortalama çimlenme zamanına (gün) ait değerler de Çizelge 4.14’de verilmiştir. Kullanılan tohum partilerinin başlangıç canlılıkları %63 ile %100 arasında değişmiştir. Oniki numaralı tohum partisi %63 ile ticarin değerin altında da olsa pazı türünde istenilen kadar çeşitlilik sağlanamadığından denemeden çıkarılmamıştır. Çimlendirme denemesinde yapılan saatlik sayımlarla ortalama çimlenme zamanı hesaplanmış sonuçlar gün (24 saat) olarak verilmiştir.

Çizelge 4.14 Pazı tohum partilerinin standart çimlendirme (TÇO, %) ve ortalama çıkış zamanı (OÇZ, gün) testi sonuçları

Parti No	TÇO(%)	OÇZ (gün)
1	80 ^{ce}	4.7 ^{cd}
2	100 ^a	3.6 ^a
3	96 ^{ab}	3.5 ^a
4	86 ^{bd}	4.5 ^{cd}
5	96 ^{ab}	3.9 ^{ab}
6	92 ^{ac}	4.4 ^c
7	92 ^{ac}	4.3 ^{bc}
8	85 ^{bd}	4.3 ^{bc}
9	78 ^{de}	5.2 ^e
10	72 ^{ef}	4.3 ^{bc}
11	63 ^f	5.3 ^e
12	71 ^{ef}	5.0 ^{de}
Değer Aralığı	63-100	3.5-5.2

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

İstatistiksel olarak yapılan Duncan testi ile toplam çimlenme oranlarına göre tohum partileri 5 farklı grupta incelenebilmektedir. %63 ile %100 arasında değişen çimlenme oranları da yapılan Duncan testiyle paralel sonuçlar gösterdiği incelenmiştir. Ortalama çimlenme zamanı da 3.5 gün ile 5.2 gün arasında değişim göstermiştir. Bu türde en erken çimlenme başlangıcı 3.5 gün ile 2 ve 3. tohum partilerinde görülmüştür. Bu tohum partilerinin çimlenme sonuçları da OÇZ ile paralellik göstermiştir. Tohum partileri OÇZ değerlendirmesi için istatistiksel olarak değerlendirildiğinde farklı gruplarda yer almışlardır.

4.2.3 Pazı tohum partilerinde kökçük çıkış testi (KÇO, %)

Pazı türünde de erken kökçük çıkış oranının belirlenmesi için yapılan sayımlar saatlik olarak yürütülmüştür. İlk sayım saati Çizelge 4.15’de görüldüğü gibi 64. saatle başlamıştır. İlk 3 sayım saatinde (48, 56, 64 saat) neredeyse hiçbir tohum partisinde çimlenme olmamıştır, ancak 64. saatte %0–7 arasında 6 tohum partisinde kökçük çıkışı gözlemlenmiştir. Doksanaltıncı saatte tüm tohum partilerinde çimlenme başlamış ve % 4 ile 77 arasında değişen çimlenme oranları hesaplanmıştır. Bir, 3 ve 7. tohum partileri 96. saatte en yüksek kökçük çıkışını verirken, 12. tohum partisi %4 ile en düşük orana sahip parti olmuştur. 168. saatte 9, 10, 11 ve 12. tohum partileri dışındaki tüm partiler %70 ve üzerinde değer vermiştir.

Yapılan Duncan analizi sonuçları incelendiğinde de 80, 88, 96 ve 120. saate ait değerlerle 5 farklı grup oluşmuşken, 144 ve 168. saatlerde tohum partileri arasındaki varyasyon 4 grup altında toplanmıştır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15 Pazı tohum partilerinin kökçük çıkış (KÇÖ, %) yüzdelerinin saat bazında değişimi

Parti No	KÇÖ (%)							
	64	72	80	88	96	120	144	168
1	0 ^b	6 ^b	19 ^c	39 ^b	70 ^a	97 ^a	97 ^a	97 ^a
2	6 ^a	1 ^b	18 ^c	57 ^a	53 ^b	89 ^{ab}	95 ^a	95 ^a
3	1 ^b	21 ^a	47 ^a	29 ^{bc}	75 ^a	89 ^{ab}	91 ^a	94 ^a
4	1 ^b	4 ^b	11 ^{de}	31 ^{bc}	49 ^{bc}	67 ^c	77 ^c	87 ^{ab}
5	2 ^b	5 ^b	17 ^{cd}	28 ^{bc}	42 ^{cd}	59 ^{ce}	65 ^d	70 ^c
6	0 ^b	0 ^b	1 ^f	13 ^{de}	33 ^d	63 ^{cd}	79 ^{bc}	83 ^b
7	7 ^a	17 ^a	38 ^b	60 ^a	77 ^a	85 ^b	89 ^{ab}	89 ^{ab}
8	0 ^b	0 ^b	5 ^{ef}	13 ^{de}	37 ^d	53 ^{de}	65 ^d	71 ^c
9	0 ^b	1 ^b	2 ^f	13 ^{de}	19 ^e	32 ^f	55 ^{de}	56 ^d
10	1 ^b	2 ^b	9 ^e	22 ^{cd}	37 ^d	49 ^e	56 ^{de}	59 ^d
11	0 ^b	0 ^b	1 ^f	4 ^{ef}	17 ^e	37 ^f	46 ^e	50 ^d
12	0 ^b	0 ^b	0 ^f	0 ^f	4 ^f	27 ^f	46 ^e	57 ^d
Değer aralığı	0-7	0-21	0-47	0-60	4-77	27-97	46-97	50-97

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

4.2.4 Pazı tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi (HYT, %)

Pazı tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi (HYT) diğer türlerde de (ıspanak ve kırmızı pancar) yürütüldüğü gibi, tohum partilerinin 41 °C de 72 saat süreyle yaşlandırılıp, ardından yapılan standart çimlendirme testiyle (HYT+TÇÖ) ve HYT+NÇÖ çimlenme oranları (%) hesaplanmıştır. Hızlı yaşlandırma denemesinde de sayımlar saatlik ve günlük olarak yapılmış ve ortalama çimlenme zamanı (HYT+OÇZ) da gün olarak hesaplanmıştır. Çizelge 4.16'da da elde edilen sonuçlar özetlenmiştir.

Çizelge 4.16 Pazı tohum partilerinin 41°C 72 saat hızlı yaşlandırma testi sonrasında standart çimlenme testi (Toplam: TÇO, ve ortalama çimlenme zamanı. OÇZ, gün) sonuçları

Parti No	HYT+TÇO	HYT+OÇZ
1	74 ^{eg}	3.4 ^{bc}
2	94 ^{ab}	3.2 ^{bc}
3	96 ^a	3.1 ^b
4	77 ^{de}	3.7 ^{bd}
5	94 ^{ab}	2.5 ^a
6	64 ^{hi}	3.7 ^{bd}
7	80 ^{ce}	4.1 ^{de}
8	84 ^{cd}	3.7 ^{bd}
9	72 ^{eh}	4.5 ^e
10	67 ^{gh}	3.7 ^{cd}
11	57 ⁱ	3.6 ^{bc}
12	72 ^{eh}	3.5 ^{bc}
Değer aralığı	57-96	2.5-4.5

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

Hızlı yaşlandırma testi sonrası tohum partilerinin toplam çimlenme oranları (HYT+TÇO, %) %57 ile 96 arasında İki, 3 ve 5. tohum partileri %90 üzerinde çimlenerek hızlı yaşlandırma testi sonrası en güçlü tohum partileri olmuştur. Dört (%64) 10 (% 67) ve 12 (% 57) numaralı tohum partileri de en zayıf grupta yer almıştır. Partiler arasında hızlı yaşlandırma sonrası çimlenme oranları (HYT+TÇO, %) istatistiksel olarak farklılık göstermiştir. Tohum partileri 8 farklı grupta incelenebilir. Ortalama çimlenme zamanında 2.5 ile 4.5 gün arasında değişim saptanmıştır. En erken çimlenme 5. tohum partisinde olurken 7 ve 9. partiler en yüksek OÇZ değerini vermiştir. Diğer partiler arasında da değerler çok yakın bulunmuştur.

4.2.5 Pazı tohum partilerinde hızlı yaşlandırma sonrası kökçük çıkış testi (HYT+KÇO, %)

Pazı tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi sonrasında yapılan saatlik sayımlarla elde edilen kökçük çıkış (%) oranları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17 Pazı tohum partilerinin 41°C’de 72saat hızlı yaşlandırma testi (HYT, %) sonrası erken kökçük sayımı (HYT+KÇO) değerleri (saat/%)

Parti No	HYT+KÇO (%)							
	64	72	80	88	96	120	144	168
1	29 ^{bc}	61 ^b	73 ^a	88 ^a	91 ^a	95 ^a	95 ^a	95 ^a
2	67 ^a	78 ^a	84 ^a	87 ^a	87 ^{ab}	87 ^a	94 ^a	94 ^a
3	30 ^b	36 ^{ce}	50 ^{bc}	60 ^{bc}	65 ^{cd}	73 ^b	79 ^b	80 ^{bc}
4	10 ^{df}	24 ^{df}	33 ^{df}	39 ^{df}	45 ^{ef}	53 ^{cd}	64 ^{cd}	65 ^{df}
5	16 ^{ce}	37 ^{cd}	58 ^b	65 ^b	76 ^{bc}	95 ^a	95 ^a	95 ^a
6	10 ^{df}	21 ^{ef}	31 ^{ef}	43 ^{de}	61 ^{cd}	63 ^c	77 ^b	77 ^{bc}
7	20 ^{bd}	26 ^{df}	38 ^{ce}	47 ^{de}	47 ^{ef}	63 ^c	77 ^b	83 ^b
8	9 ^{df}	44 ^c	47 ^{bd}	49 ^{de}	53 ^{de}	61 ^{cd}	68 ^c	71 ^{cd}
9	2 ^f	13 ^{fg}	19 ^f	25 ^g	25 ^g	43 ^{ef}	53 ^{ef}	56 ^f
10	27 ^{bc}	36 ^{cd}	40 ^{ce}	44 ^{de}	45 ^{ef}	52 ^{de}	58 ^{de}	67 ^d
11	13 ^{df}	20 ^f	36 ^{ce}	40 ^{de}	44 ^{ef}	61 ^{cd}	62 ^{cd}	66 ^{de}
12	2 ^f	5 ^g	24 ^{ef}	30 ^{fg}	43 ^f	47 ^e	49 ^f	57 ^{ef}
Değer Aralığı	2-67	5-78	19-84	25-88	25-91	43-95	49-95	57-95

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

Hızlı yaşlandırma sonrasında 48. saate kökçük çıkışı gözlenmemişken, 56. saatte 2. tohum partisi %33 ile en yüksek kökçük çıkış oranını göstermiştir. Altmışdördüncü saatten itibaren tüm tohum partilerinde çimlenme başlamış ve 168. saate kadar da çimlenme oranında artış göstermiştir.

Kökçük çıkış testinin son sayım saatinde (168. saat) en güçlü tohum partisi %95 çimlenme oranı ile 1. tohum partisi olurken, 64. saatten itibaren çimlenme gösteren 12. tohum partisi %57 ile en zayıf tohum partisi olmuştur.

Bu testte de tohum partileri saatlik sayımlarla gösterdikleri çimlenme performanslarına göre 3 gruba ayrılmıştır. Duncan analizi sonuçları da harflendirmelerden de anlaşılacağı üzere çıkan sonuçları desteklemiştir.

4.2.6 Pazı tohum partilerinde elektriksel iletkenlik testi (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)

Çalışmamızdaki tohum gücü testlerinden bir diğeri olan elektriksel iletkenlik testi hem başlangıçta yaşılanmamış tohum partilerine hem de 41°C 72 saat yaşlandırılmış tohum partilerinde ölçülmüş ve sonrasında sonrası yapılan hesaplamalar da Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge incelendiğinde; tohum partilerinin yapılan istatistiksel analiz sonucunda elektriksel iletkenlik testi açısından hızlı yaşlanma testi öncesinde 8, yaşlanma sonrasında da 6 farklı gruplarda yer aldığı görülmektedir. Yaşlandırma yapılmamış tohum partilerinde yapılan ölçümlerde elektriksel iletkenlik değeri; $1126\text{-}2134\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değişirken, 72 saatlik yaşlandırma testi sonrasında ölçülen değerler; $1062\text{-}1740\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında olmuştur.

Yapılan ölçüm sonuçlarına bakıldığında yaşılanmış ve yaşılanmamış tohum partileri arasında testten beklenen sonuçların görülmediği bu testin ısıpanak çalışmasında da gözlemlendiği gibi pazı türünde de etkin bir güç testi olmadığı anlaşılmıştır.

Çizelge 4.18 Pazı tohum partilerinin başlangıç (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ve 41 72 saat hızlı yaşlandırma (HYT+Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) testi sonrası elektriksel iletkenlik değerleri

Parti No	Eİ / HYT+Eİ	
	Eİ	HYT+Eİ
1	1390 ^{bc}	1351 ^c
2	2123 ^g	1612 ^{de}
3	1500 ^{ce}	1330 ^{bc.}
4	1322 ^a	1178 ^{ab}
5	1712 ^{ef}	1587 ^{de}
6	1783 ^f	1740 ^e
7	1126 ^a	1062 ^a
8	1686 ^{ef}	1452 ^{cd}
9	1852 ^f	1729 ^e
10	1240 ^a	1135 ^a
11	2134 ^g	1732 ^e
12	1636 ^{df}	1468 ^{cd}
Değer Aralığı	1126- 2134	1062-1740

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

4.2.7 Pazı tohum partilerinde fide kalite parametreleri

Pazı tohum partilerinde fide çıkış testleri; tarla koşulları ve iklim odası koşulları olmak üzere 2 farklı koşul ve zamanda yürütülmüştür. Her iki koşulda da sonuçlar bulundukları ortam ve zamandaki sonuçların ortalamaları alınarak verilmiştir.

Çizelge 4.19 Pazı tohum partilerinin farklı yetiştirme koşullarında tarla (TRLFÇO, %) ve iklim odasında (İOFÇO, %) elde edilen fide çıkış oranları değerleri

Parti No	Fide Çıkış Testleri (%)	
	TRLFÇO	İOFÇO
1	68 ^{ab}	57 ^{bc}
2	67 ^{ab}	65 ^b
3	43 ^{bc}	54 ^{bc}
4	33 ^c	60 ^b
5	72 ^a	84 ^a
6	55 ^b	33 ^d
7	64 ^{ab}	54 ^{bc}
8	67 ^{ab}	40 ^c
9	31 ^c	41 ^c
10	41 ^c	30 ^d
11	46 ^{bc}	42 ^c
12	47 ^{bc}	39 ^{cd}
Değer aralığı	31-72	33-84

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05).

Yapılan çalışmada; deneme her 2 koşulda da 21 gün sürdürülmüş, iklim odasında yapılan denemede sayımlar günlük olarak yapılmıştır. Tarla çıkışında tek dönem değerleri alınabilmiş, 2. dönemde yüksek sıcaklıklar nedeniyle tohum partilerinde çıkış olmamış ve değer elde edilmemiştir. İlk dönem pazı ekimi yapılan arazi ve iklim koşulları dikkate alındığında sayımlar günlük olarak yürütülememiş ve ortalama çıkış zamanını hesaplamak mümkün olmamıştır. Denemenin sonunda fide çıkış oranı (%) hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.19’da sunulmuştur.

İklim odası sonuçları ise iki dönemde elde edilmiş olan fide çıkış oranlarının ortalaması alınarak verilmiştir (Çizelge 4.19) Fide çıkış sonuçlarında en yüksek çıkış oranı her iki ekim ortamında 5.tohum partisinden elde edilmiştir. En düşük değerler ise 9. parti ile

10. partide gözlenmiştir. Değer aralıkları incelendiğinde de tarla koşullarında bu aralık; %31 ile %72 arasında değişirken, iklim odası koşullarında %33-84 arasında olmuştur.

4.2.8 Pazı tohum partilerinde depo ömrü testi (DSÇO, %)

Depolama çalışması NaCl doymun tuz çözeltisi üzerinde nem dengesine getirilen tohum partilerinin hermetik olarak paketlenip 5°C de 12 ay süreyle depolanması ve bu sürenin sonunda çimlendirme denemesinin yürütülmesi şeklinde olmuştur. Çizelge 4.20’de depolama öncesi tohumların depolanmadan önce ulaştıkları nem seviyeleri verilmiştir. Depolama süresince partiler arasındaki nem değer aralığı (%) 10.95 ile 12.53 arasında olmuştur. Tohum partileri bu nem seviyesinde paketlenmiştir.

Çizelge 4.20 Depolama öncesi tohum partilerinin nem düzeyleri (%)

Parti No	Tohum nemi (%)
1	12.2
2	11.6
3	11.9
4	11.6
5	11.6
6	12.5
7	11.3
8	11.8
9	12.3
10	10.7
11	11.8
12	10.9
Değer Aralığı	10.9-12.5

Depolama çalışması 12 ay sürmüştür. Bu sürenin sonunda tohum partileri depolama kabininden çıkartılıp, standart çimlenme testine tabi tutulmuştur. Depolama sonrası çimlendirme (DSÇO, %) denemesi de başlangıçta olduğu gibi 14 gün boyunca saatlik ve günlük sayımlar yapılarak sürdürülmüş, denemenin sonunda depolama sonrası standart çimlenme değerleri (DSTÇO, %), depolama sonrası normal çimlenme değerleri

(DSNÇO, %), depolama sonrası ortalama çimlenme zamanı (DSOÇZ, gün) ve depolama sonrası kökçük çıkış oranı (DSKÇO, %) hesaplanmıştır. Bu sonuçlar da gibi Çizelge 4.21’de sunulmuştur.

Çizelge 4.21 Pazı tohum partilerinin 12 aylık depolama sonrasında toplam (DSTÇO) ve normal (DSNÇO) çimlenme oranları (%) ile ortalama çimlenme zamanı (DSOÇZ, gün) değerleri

Parti No	DSTÇO	DSNÇO	DSOÇZ
1	78 ^b	74 ^{bc}	4.6 ^{ab}
2	82 ^b	78 ^b	4.9 ^{ab}
3	79 ^b	76 ^b	5.1 ^{bc}
4	61 ^{df}	49 ^d	5.6 ^{cd}
5	98 ^a	92 ^a	4.5 ^a
6	66 ^{cd}	62 ^c	5.8 ^{de}
7	75 ^{bc}	71 ^{bc}	6.4 ^e
8	59 ^{df}	54 ^{cd}	6.1 ^{de}
9	25 ^g	18 ^f	6.4 ^e
10	52 ^f	44 ^{de}	5.7 ^{cd}
11	23 ^g	16 ^f	6.1 ^{de}
12	33 ^g	28 ^{ef}	6.1 ^{de}
Değer Aralığı	23-98	16-92	4.5-6.4

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

Depolama sonrasında yapılan çimlendirme testiyle normal ve toplam çimlenme oranları (%) hesaplanmıştır. Toplam ve normal çimlenme oranları arasında belirgin bir fark görülmemiştir. Sonuçlar incelendiğinde depolama sonrası (DSTÇO) toplam çimlenme değer aralığı %23 ile %98 arasında değişim gösterirken bu aralık depo sonrası normal çimlenme oranlarında (DSNÇO) %16 ile 92 arasında olmuştur. Tohum partileri arasındaki istatistiksel farklılıklar değişkenlik göstermiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.21).

En düşük çimlenme oranı %23 ile 11. tohum partisi olurken, en yüksek çimlenme oranı (%98) da 5. tohum partisinde görülmüştür. Toplam, normal çimlenme ve ortalama çimlenme zamanı sonuçları birlikte incelendiğinde tohum partileri dayanıklılık düzeyi olarak 4 farklı grup altında değerlendirilebilmiştir.

4.2.9 Pazı tohum partilerinde depo sonrası kökçük çıkış testi (DSKÇO, %)

Pazı tohum partilerinde depolama sonrası kökçük çıkış sayımları, tüm kökçük çıkış testi standartlarındaki gibi yapılmış, burada da ilk sayım saati 48. saatte başlatılmış ve 168. saatte bitirilmiştir. Ancak 48. ve 72. saatler arasında kökçük çıkışı gözlenmediğinden ilk sayım saati değerleri 72. saatten itibaren verilmiştir (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22 Pazı tohum partilerinin depolama sonrası saat bazında kökçük çıkış (DSKÇO) yüzdeleri (saat/%)

Parti No	DSKÇO (%)						
	72	80	88	96	120	144	168
1	0 ^b	3 ^{cd}	24 ^b	53 ^b	75 ^b	77 ^b	78 ^b
2	1 ^a	8 ^b	27 ^b	50 ^b	71 ^{bc}	79 ^b	82 ^b
3	1 ^a	7 ^{bc}	23 ^b	49 ^b	61 ^c	73 ^b	75 ^{bc}
4	0 ^b	0 ^f	1 ^c	17 ^{cd}	36 ^{de}	52 ^{cd}	56 ^e
5	7 ^a	14 ^a	41 ^a	69 ^a	96 ^a	96 ^a	96 ^a
6	0 ^b	0 ^f	10 ^c	25 ^c	42 ^d	57 ^c	59 ^{de}
7	1 ^a	0 ^f	2 ^c	17 ^{cd}	37 ^{de}	60 ^c	67 ^{cd}
8	0 ^b	0 ^f	4 ^c	13 ^{ce}	27 ^e	45 ^d	52 ^e
9	0 ^b	0 ^f	0 ^c	7 ^{df}	12 ^f	20 ^{fe}	25 ^{fg}
10	0 ^b	1 ^d	5 ^c	23 ^c	29 ^e	45 ^d	52 ^e
11	0 ^b	0 ^f	0 ^c	0 ^f	3 ^f	29 ^e	23 ^g
12	0 ^b	0 ^f	0 ^c	3 ^{ef}	11 ^f	17 ^f	33 ^f
Değer Aralığı	0-7	0-14	0-41	0-69	3-96	20-96	25-96

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

4.2.10 Pazı tohum partilerinde fide çıkış testleri ile güç testleri arasındaki korelasyon analiz sonuçları

Pazı tohum partileriyle yapılan güç testleri ile fide çıkış testleri arasındaki korelasyon (r) katsayılarına ait sonuçlar Çizelge 4.23’de verilmiştir. Çimlenme esaslı güç testlerinden; canlılık ve ortalama çimlenme zamanı ile kökçük çıkış testi, yaşlanma testlerinden hızlı yaşlanma testi ve HYT+OÇZ ile HYT+KÇO testleri ve biyokimyasal testlerden de elektriksel iletkenlik testi ile fide çıkış testlerinin tahmini yapılmıştır.

Çizelge 4.23 Pazı tohum partilerinde güç testleri ile tarla fide çıkış oranı (TRLFÇO, %) ve iklim odası fide çıkış oranı (İOFÇO, %) arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

Güç testleri		TRLFÇO	İOFÇO
Standart çimlendirme testi (SÇO)	TÇO	0.360 ^{öd}	0.593*
	OÇZ	-0.413 ^{öd}	-0.483 ^{öd}
Kökçük çıkış testi (KÇO)	KÇO64	0.528 ^{öd}	0.634*
	KÇO72	0.556 ^{öd}	0.752**
	KÇO80	0.570 ^{öd}	0.811**
	KÇO88	0.408 ^{öd}	0.727**
	KÇO96	0.547 ^{öd}	0.739**
	KÇO120	0.504 ^{öd}	0.708*
	KÇO144	0.428 ^{öd}	0.660*
	KÇO168	0.424 ^{öd}	0.683*
Hızlı Yaşlandırma Testi (HYT)	HYTTÇO	0.743**	0.655*
	HYTOÇZ	-0.487 ^{öd}	-0.645*
	HYT+KÇO72	0.626*	0.429 ^{öd}
	HYT+KÇO80	0.696*	0.594*
	HYT+KÇO88	0.616*	0.445 ^{öd}
	HYT+KÇO96	0.708**	0.669*
	HYT+KÇO120	0.762**	0.714**
	HYT+KÇO144	0.765**	0.719**
	HYT+KÇO168	0.667*	0.391 ^{öd}
Elektriksel iletkenlik testi	Eİ	0.079 ^{öd}	0.026 ^{öd}
	HYT+Eİ	0.05 ^{öd}	0.048 ^{öd}

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, öd: önemli değil

Standart çimlenme testiyle elde ettiğimiz canlılık, ortalama çimlenme zamanı ve kökçük çıkış testlerinden hiçbirinin tarla çıkışı ile arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Tarla fide çıkış oranı ile canlılık testleri arasında anlamlılık p>0.05 düzeyinde olmuştur (Çizelge 4.23).

Hızlı yaşlandırma testi ile tarla fide çıkış oranı testleri arasında ise canlılıktan farklı olarak farklı düzeylerde anlamlılık belirlenmiştir (p<0.05, p<0.01). Bu kombinasyonda da hızlı yaşlandırma testi sonrası yapılan ortalama çimlenme zamanı ile tarla fide çıkış oranı arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunmamıştır. Hızlı yaşlandırma sonrası

yapılan kökçük çıkış testi sonuçları 72. saatten itibaren anlamlılık göstermiştir. Kökçük çıkış sayımı yine deneme kuruluşundan itibaren saat aralıklarına uyularak yapılmış fakat buraya anlamlı ilişki gösteren saatler alınmıştır. HYT+KÇO72, 80, 88 ve 168. saatler $r=0.626, 0.696, 0.616$ ve 0.667 korelasyon katsayısı değerleri ile $p<0.05$ oranında anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.23).

Diğer KÇO ölçümlerinde 96, 120 ve 144. saatler $p<0.01$ oranında anlamlı bulunarak regresyon grafikleri de çizilerek açıklanmıştır. İklim odası fide çıkış sonuçlarıyla birlikte incelendiğinde de yine bu saat aralıkları İOFÇO ile de anlamlı ilişki verdiği görülmektedir (Çizelge 4.23).

İklim odası fide çıkış sonuçları incelendiğinde ise 3 parametre dışında fide sonuçlarının güç testleri ile anlamlı ilişki içinde olduğu belirlenmiştir (HYT+KÇO72, 88 ve 168; $p<0.05$) iklim odası fide çıkış sonuçları standart çimlenme sonuçları ile $r=0.593$, $p<0.05$ oranında anlamlı ilişki vermiştir.

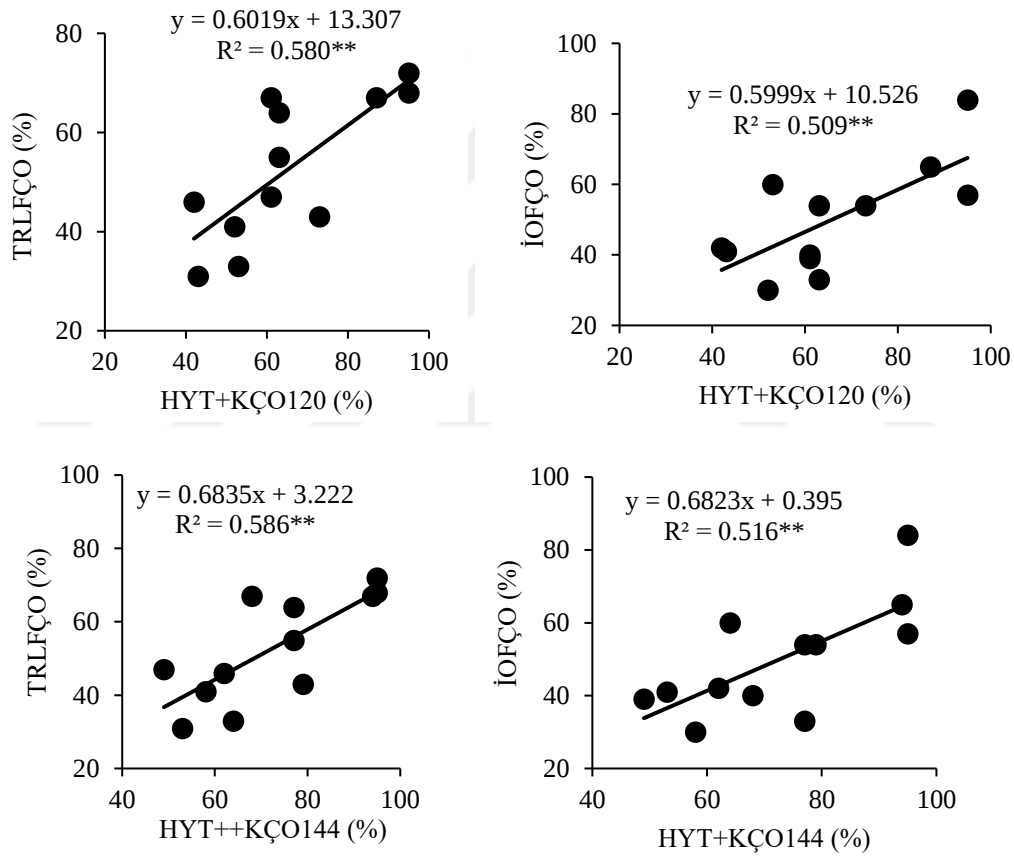
Kökçük çıkış testi (KÇO)'nin 72. saatten itibaren tüm kombinasyonları da İOFÇO ile anlamlı bulunmuştur. Çizelge 4.23'de de görüldüğü gibi $p<0.05$ ve $p<0.01$ oranlarında anlamlılık saptanmıştır.

Hızlı yaşlandırma testiyle yapılan analizler de incelendiğinde yukarıda da belirtildiği gibi HYT+KÇO'nun 3 ölçüm dışında hızlı yaşlandırma testi sonrası yapılan bütün denemelerle anlamlı bulunmuştur. Özellikle HYT+KÇO144. saat hem TRLFÇO hem de İOFÇO ile $p<0.01$ oranında anlamlı bulunmuştur.

Elektriksel iletkenlik testinin hem başlangıç hem de yaşlandırma sonrası fide çıkış testleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır ($p>0.05$).

4.2.11 Fide çıkış testleri ile yüksek ilişki veren tohum gücü testlerinin regresyon eğrileri

Şekil 4.6 yüksek korelasyon gösteren güç testi ile tarla ve iklim odası çıkış oranlarının regresyon eğrilerini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar güç testlerinin tarla ve iklim odası çıkışında tahmin edilebilir sonuçlar verdiğini göstermektedir. HYT+KÇÖ120 ve HYT+KÇÖ144. saatler fide kalite parametreleri ile $p<0.01$ düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlılık göstermiştir.



Şekil 4.6 Pazı tohum partilerinin HYT+KÇÖ ile iklim odası (İOFÇÖ, %) ve tarla çıkış oranları (TRLFÇÖ, %) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ***: $p<0.001$) düzeyleri

4.2.12 Pazı tohum partilerinde depolama sonrası çimlendirme testi ile güç testleri arasındaki korelasyon analiz sonuçları

Pazı tohum partilerinin güç testleri ile depolama sonrası yapılan analizleri arasında yapılan regresyon denklemlerinden hesaplanan korelasyon katsayıları Çizelge 4.24’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.24 Pazı tohum partilerinde depolama sonrası çimlendirme testi ile güç testleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

Güç testleri		Depolama sonrası çimlendirme testi	
		DSTÇO	DSOÇZ
Standart çimlendirme (SÇO)	TÇO	0.753**	-0.651*
	OÇZ	-0.838***	-0.599*
Kökçük çıkış testi (KÇO)	KÇO72	0.634*	-0.364 ^{öd}
	KÇO80	0.783**	-0.514 ^{öd}
	KÇO88	0.795**	-0.443 ^{öd}
	KÇO96	0.874***	-0.515 ^{öd}
	KÇO120	0.903***	-0.603*
	KÇO144	0.870***	-0.527 ^{öd}
	KÇO168	0.879***	-0.545 ^{öd}
Hızlı yaşlandırma testi (HYT)	HYTTÇO	0.745**	-0.688*
	HYTOÇZ	-0.629*	-0.827***
	HYT+KÇO72	0.641*	-0.682*
	HYT+KÇO80	0.711**	-0.799**
	HYT+KÇO88	0.661*	-0.726**
	HYT+KÇO96	0.780**	-0.885***
	HYT+KÇO120	0.849***	-0.873***
	HYT+KÇO144	0.884***	-0.806***
Elektriksel iletkenlik testi (Eİ)	E.İ	0.044 ^{öd}	-0.282 ^{öd}
	Eİ+HYT	0.273 ^{öd}	-0.063 ^{öd}

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, öd: önemli değil

Güç testleri ile depolama sonrası canlılık ve ortalama çimlenme zamanının tahmin edilebilirliğinin testi için yapılan regresyon grafiklerinden (Şekil 4.9, 4.10) elde edilen regresyon denklemleriyle (R) regresyon katsayıları hesaplanmıştır. Yapılan güç testleri ve

depolama sonrası canlılık ve ortalama çimlenme zamanı değerleri arasında değişen oranlarda $p<0.05$, $p<0.01$, $p<0,001$ düzeylerinde anlamlılık bulunmuştur. Standart çimlenme (SÇO) ve ortalama çimlenme zamanı (OÇZ), depolama sonrası çimlenme (DSTÇO) ($r=0.753$, $p<0.01$) ve DSOÇZ ($p<0.05$) ile anlamlı sonuçlar vermiştir.

Kökçük çıkış testinin 72-168 saat arası değerleri (KÇO72-KÇO168) de depolama sonrası çimlenme ile değişen oranlarda anlamlı sonuçlar verirken, depolama sonrası ortalama çimlenme zamanı ile anlamlı sonuçlar elde edilememiştir ($p>0.05$).

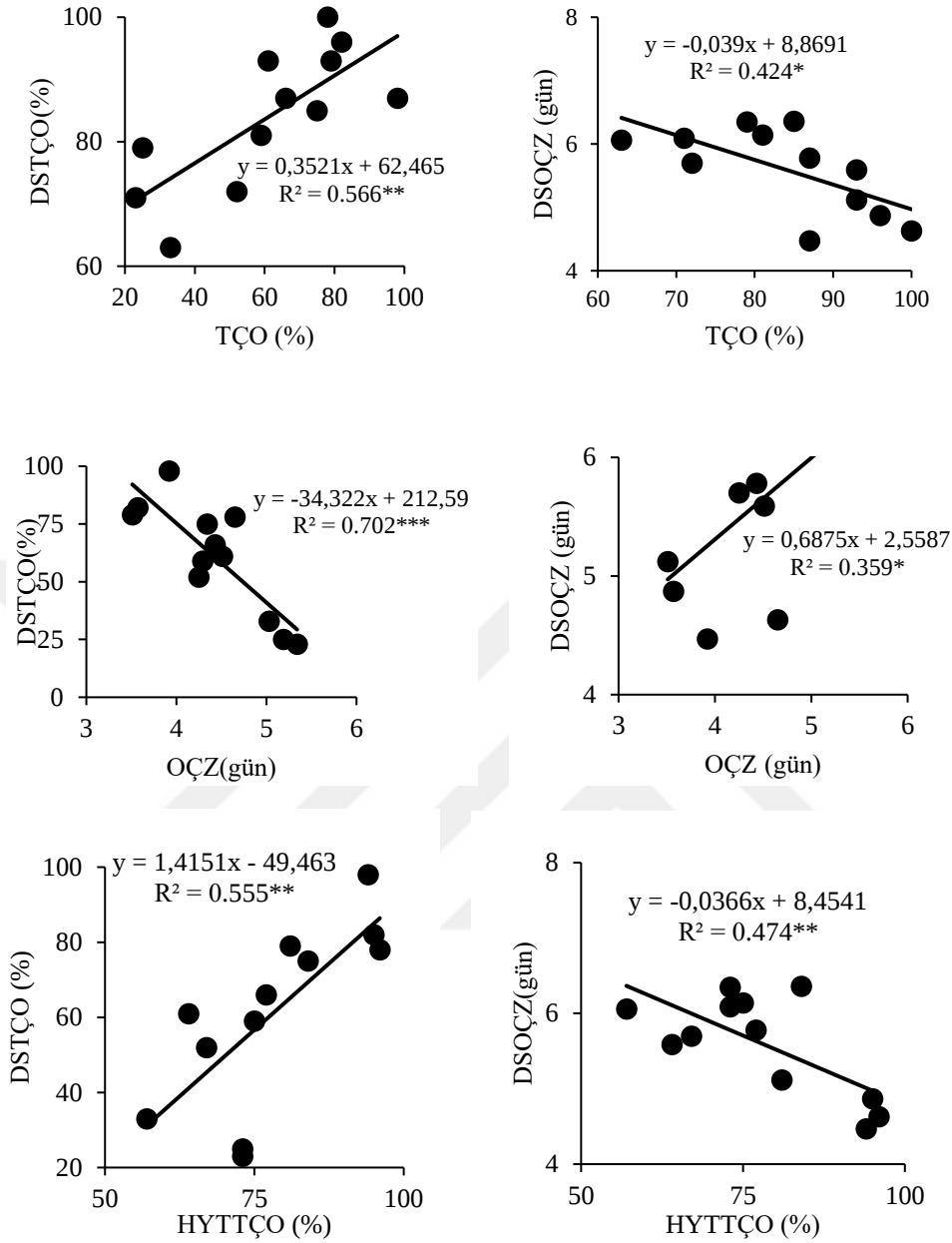
Hızlı yaşlandırma testi ve sonrasında yapılan güç testleri depo sonrası çimlenme ve depo sonrası ortalama çimlenme zamanının tahmin edilebilecek olması net sonuçlarda gözükmemektedir.

HYT+KÇO'nun 72 saatten itibaren bütün kombinasyonları değişen oranlarda anlamlılık göstermiştir. İstatistiksel olarak en anlamlı ilişki de $p<0.001$ ile HYT+KÇO120 ve HYT+KÇO 144. saatler olmuştur.

Elektriksel iletkenlik testinin fide kalite testleriyle olduğu gibi depolama sonrası çimlendirme testleriyle de anlamlı ilişkisi saptanmamıştır ($p >0.05$).

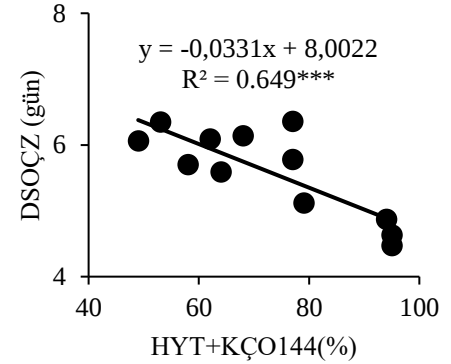
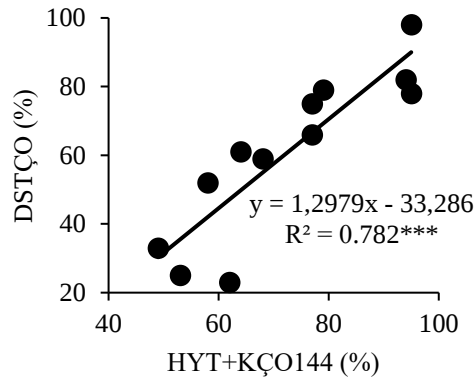
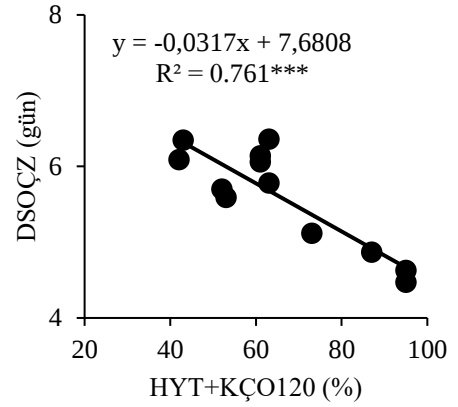
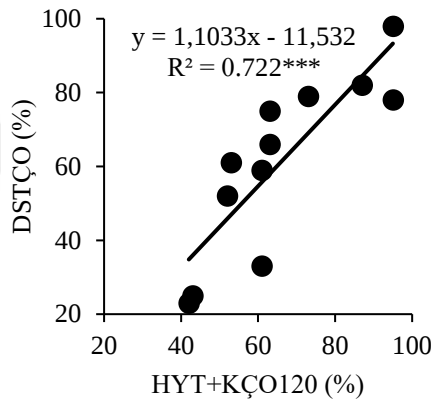
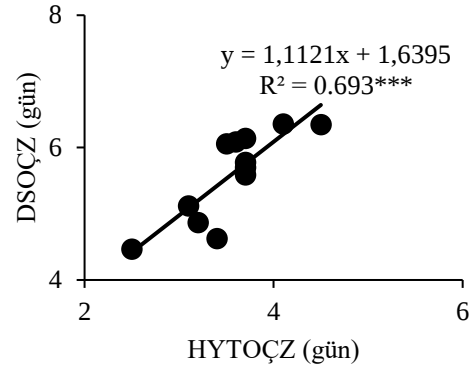
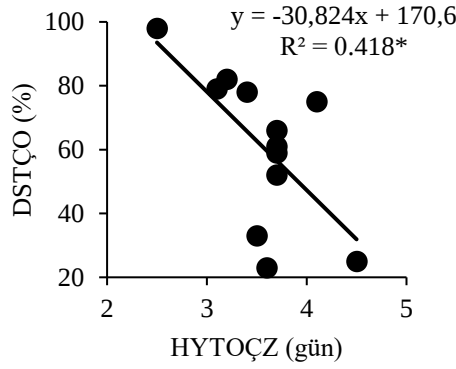
4.2.13 Depolama sonrası yüksek ilişki veren tohum gücü testlerinin regresyon eğrileri

Şekil 4.7 ve 4.8'de korelasyonda yüksek istatistiksel anlamlılık veren kombinasyonların regresyon eğrileri verilmiştir. Regresyon eğrilerinin büyük çoğunluğu $p<0.001$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Bu sonuç tohum gücü testleri ile depolama sonrası çimlenme kalitesi arasında yolunda ve yüksek bir ilişkinin var olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.7 Pazı tohum partilerinin TÇÖ, OÇZ, HYTTÇÖ ile depolama sonrası toplam çimlenme ve ortalama çimlenme zamanı arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*:p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001) düzeyleri

Güç testleri ile depolama ömrünün tahmini için çizilen regresyon eğrileri HYT ve OÇZ baz alınarak çizilmiş (Şekil 4.8 ve en yüksek anlamlılık OÇZ ile DSTÇÖ arasında bulunmuştur ($R^2 = 0.702$, $p<0.001$))



Şekil 4.8 Pazı tohum partilerinin HYTOÇZ ve HYTKÇÖ ile depolama sonrası toplam çimlenme ve ortalama çimlenme zamanı arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$) düzeyleri

Hızlı yaşlandırma sonrasında yapılan KÇÖ ve OÇZ ile de depo parametleri arasındaki kombinasyonlarda da HYT+KÇÖ 120 ve 144. saatler $p < 0.001$ düzeyinde anlamlılık göstermiştir.

4.3 Kırmızı Pancar

4.3.1 Yüz tane ağırlıkları ve üretim yılı

Araştırmada, pancar türünün farklı çeşitlerinde 13 tohum partisi kullanılmış olup, kullanılan tohum partilerinin başlangıç nemlerinin %8.1 ile %10.5 arasında değiştiği görülmüştür. Çizelge 4.25’de de tohum partilerine ait değerler verilmiştir. Yüz tane ağırlıkları 0.960-1.509 g arasında değişim göstermiştir ki bu da bize tohum partileri arasındaki tohum ağırlığı, büyüklüğü, şekli gibi fiziksel farklılıkların anlaşılmasında fikir vermesi açısından önem taşımaktadır.

Çizelge 4.25 Pancar tohum partilerinin 100 tane ağırlığı ile üretim yılı ve çeşit isimlerine ait veriler

Parti No	100 tane ağırlığı (g)	Üretim Yılı	Çeşit
1	1.23	2022	Bikores
2	0.96	2022	Kırmızı
3	1.37	2022	Bikores
4	1.36	2021	Yakut
5	1.26	2021	Pançino
6	1.28	2022	Volkan
7	1.59	2022	Kırmızı
8	1.46	2021	Yakut
9	1.52	2020	Bikores
10	1.22	2022	Bikores
11	1.51	2022	Rotared
12	1.38	2022	Kırmızı
13	1.14	2022	Yakut
Değer Aralığı	0.96-1.51	2020-2022	

Çizelge 4.25’de ayrıca ticari olarak temin edilen tohum partilerinin üretim yılları ve çeşit isimleri de görülmektedir. Çalışmamızda kullandığımız partilerden 9 tanesi 2022, 3 tanesi 2021 ve 1 tanesi de 2020 yıllarına aittir. Piyasada ticari firmalardan temin edilen, Bikores (4), Kırmızı (3), Yakut (3), Pançino (1) ve Volkan (1) ‘da çalışmamızda kullandığımız çeşitlerdir (Çizelge 4.13).

4.3.2 Pancar tohum partilerinde başlangıç canlılıkları (TÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün)

Denemede pancar çeşitlerine ait 13 adet tohum partisi kullanılmış, standart çimlenme değeri olarak toplam çimlenme oranı (%) verilmiştir. İstatistiksel olarak yapılan Duncan testi ile toplam çimlenme oranlarına göre tohum partileri 4 farklı gruba ayrılmışlardır. Başlangıç çimlenme ve ortalama çimlenme zamanına ait değerler de Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26 Pancar tohum partilerinin standart çimlendirme (TÇO, %) ve ortalama çıkış zamanı (OÇZ, %) testi sonuçları

Parti No	TÇO (%)	OÇZ (gün)
1	100 ^a	3.7 ^{cd}
2	96 ^{ab}	2.8 ^e
3	95 ^{ac}	3.5 ^d
4	95 ^{ac}	4.4 ^{ab}
5	93 ^{ad}	4.1 ^{bc}
6	90 ^{ad}	3.2 ^{de}
7	90 ^{ad}	4.8 ^a
8	88 ^{be}	3.2 ^{de}
9	86 ^{be}	3.5 ^d
10	86 ^{be}	4.2 ^{bc}
11	84 ^{ce}	3.7 ^{cd}
12	82 ^{de}	3.4 ^d
13	77 ^e	4.1 ^{bc}
Değer Aralığı	77-100	2.8-4.8

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$)

Kullanılan tohum partilerinin başlangıç canlılıkları %77 ile %100 arasında değişmiş; Yedi tohum partisi %90 ve üzerinde çimlenme oranına sahipken, 5 tohum partisi %80 üzerinde, 1 tohum partisi de %77 çimlenme oranı göstermiştir. Başlangıç canlılıklarından da anlaşılacağı gibi kullanılan tohum partilerinin tamamı ticari olarak sahip olunması gereken değerden (%70) daha yüksek canlılığa sahip olmuştur (Çizelge 4.26). Çimlendirme denemesi süresince yapılan saatlik sayımlarla ortalama çimlenme zamanı hesaplanmış, denemenin sonunda elde edilen saatlik sayımlar güne (24 saat) çevrilerek

Çizelge 4.26’da verilmiştir. Ortalama çimlenme zamanı değerleri de en düşük 2.8 ile en yüksek 4.8 gün arasında değişim göstermiştir.

4.3.3 Pancar tohum partilerinde kökçük çıkış testi (KÇO, %)

Kırmızı pancar türüne ait tohum 13 tohum partisinde yapılan 2mm. kökçük çıkış (KÇO, %) başlangıç sayımı testine ait değerler Çizelge 4.27’de özetlenmiştir.

Pancarda kökçük çıkış sayımları 96. saate kadar 8 saatlik aralıklarla yürütülmüş sonrasında deneme kurulum saati dikkate alınarak günlük sayım (24 saatte bir kez sayılarak) olarak devam ettirilmiştir. Çizelge 4.27’de de 168. saate (7.gün) kadar olan kökçük çıkış oranlarının sonuçları % değer olarak verilmiştir.

Bu türde ilk kökçük çıkışı (KÇO, %) 48. saatte 2 (%12) ve 6. (%1) tohum partilerinde başlamıştır. Kökçük çıkışı (KÇO, %) 56. saatte yine benzer şekilde gözlenirken, 64. saatte 6 tohum partisi (4, 5, 7, 9, 10 ve 13) dışında hepsinde kökçük gözlenmiştir. Yetmişikinci saate gelindiğinde (3.gün) kökçük çıkış oranları %1 ile %83 arasında geniş bir aralık göstermiştir. Partiler arasında zamana bağlı değişimin istatistiksel farklılığı değişkenlik göstermiştir $p<(0.05)$. 72. ve 96. saatler arasında kökçük çıkışı partiler hemen hemen bütün tohum partilerinde yükselen bir değer gösterirken, 96. saatten itibaren 168. saate kadar daha stabil bir değişim göstermiştir. Seksensekinci saatte %23-90 olan değer aralığı, 168. saate gelindiğinde daralarak %73 - %99 olmuştur

Çizelge 4.27 Pancar tohum partilerinin kökçük çıkış (KÇÖ, %) yüzdelerinin saat bazında değişimi

Parti No	KÇÖ (%)							
	64	72	80	88	96	120	144	168
1	2 ^{cd}	1 ^{ef}	41 ^c	59 ^{bd}	82 ^{ac}	96 ^a	98 ^a	98 ^a
2	56 ^a	83 ^a	85 ^a	90 ^a	90 ^a	90 ^{ab}	92 ^{ab}	92 ^{ab}
3	1 ^{cd}	32 ^d	66 ^b	84 ^a	86 ^{ab}	89 ^{ab}	90 ^{ac}	95 ^{ab}
4	0 ^b	2 ^{fg}	1 ^e	29 ^e	60 ^{ef}	84 ^{bd}	89 ^{ac}	89 ^{ad}
5	0 ^b	6 ^{eg}	30 ^c	46 ^{de}	64 ^{df}	74 ^{ef}	87 ^{bc}	92 ^{ac}
6	36 ^b	68 ^b	78 ^a	87 ^a	87 ^{ab}	87 ^{ac}	89 ^{ac}	90 ^{ac}
7	0 ^b	0 ^g	10 ^{de}	33 ^e	50 ^f	72 ^{ef}	74 ^d	78 ^{de}
8	10 ^{cd}	44 ^c	64 ^b	72 ^{ac}	86 ^{ab}	88 ^{ac}	88 ^{bc}	88 ^{ad}
9	0 ^b	14 ^{eg}	38 ^c	58 ^{bd}	78 ^{ad}	86 ^{bc}	86 ^{bc}	83 ^{ce}
10	0 ^b	4 ^{fg}	15 ^d	36 ^e	36 ^e	75 ^{df}	81 ^{bd}	85 ^{bd}
11	4 ^{cd}	11 ^{de}	41 ^c	56 ^{cd}	70 ^{ce}	79 ^{ce}	81 ^{bd}	82 ^{ce}
12	14 ^c	30 ^d	56 ^b	75 ^{ab}	77 ^{be}	80 ^{be}	72 ^d	82 ^{ce}
13	0 ^b	5 ^{fg}	17 ^d	31 ^e	51 ^f	69 ^f	69 ^f	72 ^e
Değer aralığı	0-56	0-83	1-85	29-90	50-90	69-96	72-98	72-98

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

4.3.4 Pancar tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi (HYT, %)

Pancar tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi yöntem kısmında belirtildiği gibi 41°C de 72 saat süreyle tutulmuş olan tohumlarda çimlenme değeri yüzdesi hesaplanarak yapılmıştır. Standart çimlenme testinde izlenen yöntemle sayımlar saatlik ve günlük olarak yapılmıştır. Sayımlar 14 gün sürdürülmüş (ISTA 2020) denemenin sonunda çimlenme oranı (HYTÇÖ, %), ortalama çimlenme zamanı (HYT+OÇZ, gün) da günlük sayımlarla hesaplanmıştır. Yapılan çimlendirme denemesine ait sonuçlar da Çizelge 4.28’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.28 Pancar tohum partilerinin 41°C 72 saat hızlı yaşlandırma testi sonrasında standart çimlenme (HYT+TÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanı testi (HYT+OÇZ, gün) sonuçları

Parti No	HYT+TÇO	HYT+OÇZ
1	92 ^{ac}	2.2 ^{ab}
2	90 ^{bd}	2.6 ^b
3	87 ^{ce}	2.8 ^b
4	93 ^{ac}	3.6 ^{cd}
5	91 ^{ad}	3.8 ^d
6	90 ^{ad}	1.8 ^a
7	92 ^{ad}	3.6 ^{cd}
8	98 ^a	2.2 ^{ab}
9	97 ^{ab}	3.1 ^{bc}
10	81 ^e	3.6 ^{cd}
11	88 ^{ce}	3.5 ^c
12	91 ^{ad}	3.1 ^{bc}
13	84 ^{de}	3.8 ^d
Değer aralığı	81-98	1.8-3.8

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

Pancar tohum partilerinde çimlenme oranları %81 ile %97 arasında değişirken yaşlandırma sonrası çimlendirme testi oldukça yüksek sonuçlar göstermiştir. Aynı zamanda ortalama çimlenme zamanı da benzer sonuçlar göstererek, 1.8 ile 3.8 (gün) değer aralığında olmuştur.

4.3.5 Pancar tohum partilerinde hızlı yaşlandırma sonrası kökçük çıkış testi

Pancar tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi sonrasında 8 saat aralıkla yapılan sayımlarla elde edilen kökçük çıkış (%) oranları Çizelge 4.29’da verilmiştir.

Çizelge 4.29 Pancar tohum partilerinin 41°C’de 72saat hızlı yaşlandırma testi (HYT, %) sonrası erken kökçük sayımı (KÇO) değerleri (saat/%)

Parti	HYT+ KÇO (%)								
No	56	64	72	80	88	96	120	144	168
1	4 ^{ef}	37 ^{cd}	38 ^d	51 ^{cd}	54 ^f	84 ^{bd}	88 ^{af}	91 ^{ac}	92 ^{ab}
2	42 ^c	62 ^b	69 ^b	69 ^b	73 ^{ce}	77 ^{df}	89 ^{ad}	90 ^{ac}	90 ^{ac}
3	5 ^{ef}	36 ^{cd}	42 ^d	48 ^{cd}	68 ^{cf}	76 ^{eg}	83 ^{ce}	87 ^{bd}	87 ^{bd}
4	0 ^f	38 ^{cd}	42 ^d	54 ^{cd}	61 ^{df}	72 ^{fg}	80 ^{fe}	89 ^{ad}	94 ^{ab}
5	1 ^{ef}	34 ^{cd}	40 ^d	48 ^{cd}	60 ^{ef}	69 ^g	78 ^e	89 ^{ad}	91 ^{ac}
6	82 ^a	82 ^a	88 ^a	90 ^a	90 ^a	90 ^{ab}	90 ^{ac}	90 ^{ac}	90 ^{ac}
7	24 ^d	64 ^b	71 ^b	71 ^b	78 ^{bc}	82 ^{ce}	86 ^{be}	92 ^{ac}	92 ^{ac}
8	56 ^b	87 ^a	89 ^a	92 ^a	89 ^{ab}	95 ^a	95 ^a	96 ^a	96 ^a
9	1 ^{ef}	30 ^d	35 ^d	45 ^d	61 ^{df}	88 ^{ac}	94 ^{ab}	94 ^{ab}	97 ^a
10	3 ^{ef}	43 ^c	47 ^{cd}	52 ^{cd}	67 ^{cf}	78 ^{df}	80 ^{fe}	81 ^d	81 ^d
11	11 ^{ef}	56 ^b	59 ^{bc}	68 ^b	74 ^{cd}	78 ^{df}	82 ^{de}	84 ^{cd}	86 ^{bd}
12	5 ^{ef}	5 ^e	44 ^d	60 ^{bc}	74 ^{cd}	84 ^{bd}	84 ^{ce}	90 ^{ac}	90 ^{ac}
13	13 ^e	58 ^b	61 ^b	66 ^b	68 ^{ce}	78 ^{df}	82 ^{de}	84 ^{cd}	84 ^{cd}
Değer Aralığı	0-82	5-87	35-89	45-92	54-90	69-95	78-95	81-96	81-97

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

Çizelgenin tamamı incelendiğinde erken saatlik sayımlarda dahi kökçük çıkışı görüldüğü anlaşılmaktadır. Özellikle de dikkat çeken 56. saatte %82 kökçük çıkış oranı veren 6. tohum partisi olmaktadır.

Çalışmamızda sayımlar 24. saatten itibaren başlatılmış tohum partilerinin çoğunda bu saatte çimlenme olmadığından çizelgelerde 56. saat kökçük çıkış başlangıcı baz alınmıştır. Bu testte de ilk sayım saatleri incelendiğinde 6 no’lu tohum partisinin 24. saatte diğer partilerden farklı olarak %35 kökçük çıkış oranına sahip olduğu gözlenmiştir. İki, 7 ve 8 tohum partileri de 64 ve 72. saatler arasında hızlı bir çimlenme göstermiştir. Altmışdördüncü saatten sonra kökçük çıkış oranı tohum partileri arasında daha stabil bir değişim göstermiştir. Yedinci gün (168.saat) sonuçları incelendiğinde de % 81 ile % 97

arasında bir değer aralığı olduğu görülmektedir. Bu testte en güçlü tohum partisi erken dönemde çimlenme gösterip, yükselen bir eğriyle süreci devam ettiren 6. tohum partisi olmuştur (Çizelge 4.29)

4.3.6 Pancar tohum partilerinde elektriksel iletkenlik testi (EI , $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)

Biyokimyasal tohum gücü testlerinden birisi olan elektriksel iletkenlik testi ölçümü yaşlanmış ve yaşlanmamış (başlangıç) tohum partilerinde yapılmıştır.

Test her iki aşama için de aynı standartlarda yürütülmüş, ölçüm sonrası yapılan hesaplamalara ilişkin değerler de Çizelge 4.30'da verilmiştir. Çizelge incelendiğinde 13 tohum partisinin de yaşlanma öncesi ve sonrasında çok yakın değerler gösterdikleri saptanmıştır. Özellikle beklenen yaşlandırma sonrası yaşlanma nedeniyle oluşacak yüksek elektriksel iletkenlik ölçümü gözlenmemiştir. Değer aralığı; başlangıç ölçümünde $538-2457 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olurken yaşlandırma sonrasında $551-1743 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Yedi ve 8. tohum partileri diğer tüm tohum partilerinden farklı olarak oldukça düşük değerler göstermiştir.

Veriler incelendiğinde bu testin çalışmada kullanılan ıspanak ve pazı türlerinde olduğu gibi bu türde de tohum partilerinin kaliteleri arasında anlamlı bir sonuç göstermediği, elektriksel iletkenlik testinin kırmızı pancar türünde bir güç testi olarak kullanılamayacağı anlaşılmıştır.

Çizelge 4.30 Pancar tohum partilerinin başlangıç (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ve 41°C 72 saat yaşlandırma (HYT+Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) testi sonrası elektriksel iletkenlik değerleri

Parti No	Eİ / HYT+Eİ	
	Eİ	HYT + Eİ
1	2009 ^d	1636 ^{de}
2	1273 ^b	1133 ^c
3	1412 ^b	1583 ^{de}
4	1441 ^b	1402 ^d
5	1884 ^{cd}	1634 ^{de}
6	1338 ^b	1132 ^c
7	538 ^a	551 ^a
8	657 ^a	769 ^b
9	1685 ^c	1600 ^{de}
10	1835 ^{cd}	1681 ^e
11	2457 ^e	1743 ^e
12	2059 ^d	1544 ^{de}
13	1877 ^d	1532 ^{de}
Değer Aralığı	538-2457	551-1743

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

4.3.7 Pancar tohum partilerinde fide kalite parametreleri

Pancar tohum partilerinde fide çıkış testleri; tarla ve iklim odası olmak üzere 2 farklı koşulda yürütülmüştür. Her iki koşulda da çıkış testleri 2 farklı zaman diliminde yapılmış ve sonuçlar farklı zamanlarda elde edilen verilerin ortalaması olarak hesaplanmıştır. Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait uygulama arazisinde yapılan çalışmada toprak kullanılırken, iklim odası koşullarında torf kullanılmıştır. Yapılan çalışmada; deneme her 2 koşulda da 21 gün sürdürülmüş, sayımlar günlük olarak yapılmış ve denemenin sonunda fide çıkış oranı (TRLFÇO, İOFÇO; %) ve iklim odası koşulları için de ortalama çıkış zamanı (İOOÇZ, gün) hesaplanmıştır. Yöntem kısmında da belirtildiği gibi; tarla

koşullarında günlük sayım yapılamadığından ortalama çıkış zamanı hesaplanamamıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.31’de sunulmuştur.

Tarla ve iklim odası çıkış oranlarının birlikte verildiği Çizelge 4.31 incelendiğinde tarla çıkış oranı değer aralığının %0 ile 42 arasında değiştiği iklim odası çıkış oranlarının ise %48 ile %72 arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.31 Pancar tohum partilerinin farklı yetiştirme koşullarında tarla (TFÇO, %) iklim odası (İOFÇO, %) elde edilen fide çıkış oranları ve ortalama çıkış zamanı değerleri

Parti No	Fide Çıkış Testleri (%)	
	TRLFÇO	İOFÇO
1	28 ^{ac}	70 ^{ab}
2	22 ^{bd}	60 ^{ac}
3	40 ^a	62 ^{ac}
4	30 ^{ac}	71 ^a
5	29 ^{ac}	58 ^{ac}
6	36 ^{ab}	53 ^{ac}
7	8 ^{de}	48 ^c
8	42 ^a	53 ^{ac}
9	0 ^e	59 ^{ac}
10	0 ^e	55 ^{ac}
11	18 ^{cd}	69 ^{ab}
12	0 ^e	63 ^{ac}
13	22 ^{bd}	60 ^{ac}
Değer aralığı	0-42	48-71

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

4.3.8 Pancar tohum partilerinde depo ömrü testi

Pancar tohum partileri 12 ay depolama öncesinde doygun NaCl (%70) çözeltisi üzerinde bekletilmiş, bu süreçte yapılan günlük tartımlarla nem (%) hesaplamaları yapılmıştır.

Nem düzeyleri dengelendiğinde (nem alımı sabit bir değere geldiğinde) hermetik (su ve hava geçirmez paketlerle) olarak paketlenerek 15 °C'lik depolama kabine alınmıştır. Çizelge 4.32'de tohumların depolama sürecinde % nem değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.32 Depolama öncesi tohum partilerinin nem düzeyleri (%)

Parti No	Tohum nemi
1	12.1
2	12.1
3	10.1
4	13.7
5	10.6
6	11.8
7	11.9
8	11.5
9	11.6
10	12.7
11	10.3
12	11.8
13	10.6
Değer Aralığı	10.1-13.7

Depolama öncesi NaCl üzerinde nem dengesine getirilen tohum partilerinin nem düzeyleri %10.1 ile 13.7 arasında değişmiştir. Tohum partilerinin 15°C'de 1 yıl (12 ay) süreyle depolanmaları sonrasında yapılan standart çimlenme testi sonuçları Çizelge 4.33'de özetlenmiştir. Depolama sonrasında yapılan çimlendirme testiyle normal ve toplam çimlenme oranları (%) hesaplanmıştır. Toplam ve normal çimlenme oranları arasında belirgin bir fark görülmemiştir. Çimlenen tohumların çoğunluğu normal özellik taşımaktadır. Sonuçlar incelendiğinde depolama sonrası (DSTÇO) toplam çimlenme değer aralığı %37 ile %99 arasında değişim gösterirken bu aralık depo sonrası normal çimlenme oranlarında (DSNÇO) %28 ile %99 arasında olmuştur. Tohum partilerine

yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre de tohum partileri arasındaki istatistiksel farklılıklar değişkenlik göstermiştir ($P<0.05$).

Bir (%49), 5 (%57) ve 7. (%37) tohum partileri %70 sınırının altında kalırken, diğer partiler oldukça yüksek çimlenme değerleri göstermiştir. Bu sonuçlarla uyumlu olarak ortalama çimlenme zamanı değerleri de çimlenme oranları ile paralel sonuçlar göstermiştir. Burada da değer aralığı 3.3 ile 6.7 gün arasında olmuştur.

Çizelge 4.33 Pancar tohum partilerinin 12 aylık depolama sonrasında toplam (DSTÇÖ, %) ve normal (DSNÇÖ, %) çimlenme oranları ile ortalama çimlenme zamanı (DSOÇZ, gün) değerleri

Parti No	DEPO		
	DSTÇÖ	DSNÇÖ	DSOÇZ
1	49 ^e	48 ^e	5.5 ^{bc}
2	90 ^{ab}	89 ^{ab}	3.6 ^{fg}
3	85 ^{bc}	84 ^{bc}	4.1 ^{dg}
4	76 ^{cd}	74 ^{cb}	5.9 ^{ab}
5	57 ^e	55 ^e	4.7 ^{ce}
6	98 ^a	98 ^a	3.8 ^{eg}
7	37 ^f	28 ^f	6.7 ^a
8	86 ^{bc}	76 ^{bd}	4.9 ^{cd}
9	83 ^{bc}	83 ^{bc}	3.3 ^g
10	78 ^{bd}	78 ^{bd}	4.5 ^{df}
11	69 ^d	68 ^d	4.1 ^{dg}
12	74 ^{cd}	74 ^{cd}	3.3 ^g
13	86 ^{bc}	86 ^{ac}	4.9 ^{cd}
Değer Aralığı	37-98	28-98	3.3-6.7

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ($p<0.05$)

4.3.9 Pancar tohum partilerinde depo sonrası kökçük çıkış testi (DSKÇO, %)

Depolama sonrası kökçük çıkış oranları da yapılan çimlendirme testinde saatlik sayımlarla hesaplanmış ve Çizelge 4.34’de verilmiştir. Saatlik sayımlar depolama öncesi çimlendirme testinde belirlenen saat aralıkları dikkate alınarak yapılmıştır. Kırksekiz, 56 ve 64. saatlerde hiçbir tohum partisinden kökçük çıkışı alınamamıştır. Yetmişikinci saatte 2 ve 6. tohum partilerinde %12 çimlenme oranı sağlanmış 80. saatte de yine aynı partilerde çimlenme devam ederken diğerlerinde kökçük çıkış verisi alınamamıştır.

Çizelge 4.34 Pancar tohum partilerinin depolama sonrası saat bazında kökçük çıkış (DSKÇO) yüzdeleri (saat-%)

Parti	DSKÇO (%)						
No	72	80	88	96	120	144	168
1	0 ^b	0 ^c	0 ^d	1 ^e	11 ^f	33 ^f	41 ^f
2	12 ^a	42 ^a	76 ^a	86 ^a	89 ^a	90 ^{ab}	87 ^{ab}
3	0 ^b	6 ^b	42 ^{bc}	70 ^b	81 ^{ab}	82 ^{bc}	82 ^{ad}
4	0 ^b	0 ^c	0 ^d	8 ^e	31 ^e	60 ^{de}	71 ^{cd}
5	0 ^b	0 ^c	6 ^d	40 ^d	47 ^d	51 ^e	52 ^e
6	12 ^a	40 ^a	77 ^a	86 ^a	90 ^a	96 ^a	96 ^a
7	0 ^b	0 ^c	0 ^d	1 ^e	3 ^f	19 ^g	48 ^e
8	0 ^b	0 ^c	8 ^d	41 ^d	57 ^d	70 ^{cd}	82 ^{ad}
9	0 ^b	0 ^c	23 ^{cd}	72 ^b	81 ^{ab}	83 ^{bc}	83 ^{ac}
10	0 ^b	0 ^c	10 ^{cd}	40 ^d	49 ^d	70 ^{cd}	76 ^{bd}
11	0 ^b	0 ^c	15 ^{cd}	44 ^d	55 ^d	59 ^{de}	67 ^d
12	0 ^b	0 ^c	55 ^{ab}	57 ^c	72 ^{bc}	74 ^c	74 ^{bd}
13	0 ^b	0 ^c	10 ^{cd}	44 ^d	60 ^{cd}	80 ^{bc}	86 ^{ac}
Değer Aralığı	0-12	0-42	0-77	1-86	3-90	19-96	41-96

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05)

Seksensekizinci saatten itibaren 1 ve 7. tohum partisi dışında (2 ve 6. tohum partilerinde devam etmiştir) çimlenme başlamış ve hızlı bir şekilde artış göstermiştir. Çizelge 4.34’de

görüldüğü gibi son sayım saatlerinde %96'ya ulaşan oranlar hesaplanmıştır (6. tohum partisi). Yapılan Duncan analizi sonuçları da göstermiştir ki KÇO72, 80 ve 88. saatlerde istatistiksel bir farklılık olmadığı ($p > 0.05$), KÇO96 ve 120. saatlerinde ki çimlenme oranlarına bağlı istatistiksel sonuçlar incelendiğinde 4 grup, KÇO144 ve 168. saatlerin de 5 farklı grup altında incelenebileceği hesaplanmıştır.

4.3.10 Pancar tohum partilerinde fide çıkış testi ile güç testleri arasındaki korelasyon analiz sonuçları

Pancar türünde iki farklı koşul (tarla ve iklim odası fide çıkış testleri) altında yapılan fide çıkış testleri ile laboratuvar koşullarında yapılan güç testleri arasındaki korelasyon analiz sonuçları Çizelge 4.35'de verilmiştir.

Fide çıkış oranları (TRLFÇO, İOFÇO) ve çıkış zamanı ile (İOOÇZ) standart çimlendirme testi, ortalama çimlenme zamanı, kökçük çıkış testi, elektriksel iletkenlik testi ile hızlı yaşlandırma testi sonrası yapılan analizlerle elde edilen verilerin regresyon eğrileri çizilerek korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Ancak elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, pancar türünde yapılan fide testlerinin hiçbir güç testi ile anlamlı bir ilişkisi yoktur.

Kırmızı pancar için farklı güç testleri ve fide çıkış koşulları denenerek anlamlı sonuçlar alınıp alınamayacağı denemeye açık bir hipotez olarak düşünülebilir.

Çizelge 4.35 Pancar tohum partilerinde fide çıkış testleri ile güç testleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

Güç testleri		Fide Çıkış Testleri	
		TRLFÇO	İOFÇO
Standart Çimlenme Testi (SÇO)	TÇO	0.450 ^{öd}	0.216 ^{öd}
	OÇZ	-0.268 ^{öd}	-0.036 ^{öd}
Kökçük Çıkış Testi (KÇO)	KÇO64	0.166 ^{öd}	0.1470 ^{öd}
	KÇO72	0.355 ^{öd}	0.176 ^{öd}
	KÇO80	0.364 ^{öd}	0.109 ^{öd}
	KÇO88	0.329 ^{öd}	0.056 ^{öd}
	KÇO96	0.451 ^{öd}	0.378 ^{öd}
	KÇO120	0.407 ^{öd}	0.343 ^{öd}
	KÇO144	0.479 ^{öd}	0.378 ^{öd}
	KÇO168	0.531 ^{öd}	0.288 ^{öd}
Hızlı Yaşlandırma Testi (HYT)	HYTTÇO	0.225 ^{öd}	0.041 ^{öd}
	HYTOÇZ	-0.475 ^{öd}	-0.089 ^{öd}
	HYT+KÇO64	0.486 ^{öd}	0.495 ^{öd}
	HYT+KÇO72	0.373 ^{öd}	0.580 ^{öd}
	HYT+KÇO80	0.368 ^{öd}	0.463 ^{öd}
	HYT+KÇO88	0.229 ^{öd}	0.584 ^{öd}
	HYT+KÇO96	0.118 ^{öd}	0.089 ^{öd}
	HYT+KÇO120	0.109 ^{öd}	0.517 ^{öd}
	HYT+KÇO144	0.220 ^{öd}	0.256 ^{öd}
	HYT+KÇO168	0.203 ^{öd}	0.266 ^{öd}
Elektriksel İletkenlik Testi	Eİ	0.291 ^{öd}	0.466 ^{öd}
	HYT+Eİ	0.199 ^{öd}	0.472 ^{öd}

4.3.11 Pancar tohum partilerinde depolama sonrası çimlendirme testi ile güç testleri arasındaki korelasyon analiz sonuçları

Pancar tohum partilerine ait laboratuvar güç testleri ile depolama sonrası çimlendirme testleri arasındaki korelasyon katsayısı (r) sonuçları Çizelge 4.36’da sunulmuştur.

Çizelge incelendiğinde fide çıkış testleri ile güç testleri arasındaki ilişkiye benzer bir durum burada da karşımıza çıkmaktadır. Pancar tohum partilerinin depolama sonrası çimlenme sonuçları ile güç testleri arasında yüksek oranda anlamlılık bulunamamıştır.

Standart çimlendirme testi sonrası hesaplanan ortalama çimlenme zamanı testi (OÇZ, gün) ile depolama sonrası çimlendirme testi (DSTÇO, %) ve depolama sonrası ortalama çimlenme zamanı (DSOÇZ, gün) arasında anlamlı ilişki bulunmuştur. OÇZ ile DSTÇO arasında $r=0.658$ ($p<0.05$), OÇZ ile DSOÇZ arasında da $r=0.728$ ($p<0.01$) düzeylerinde anlamlılık vardır.

Kökçük çıkış testi ile yine depolama sonrası standart çimlendirme sonuçları arasındaki ilişkiye ait veriler incelendiğinde. Kökçük çıkış testi 72. Saat (KÇO72) ile depolama sonrası çimlenme oranı ile (DSTÇO, %) $r=0.605$ ($p<0.05$) korelasyon katsayısı bulunmuştur. KÇO80 ve KÇO88 ile de depolama sonrası ortalama çimlenme zamanı (DSOÇZ, gün) arasında da; KÇO80, $r= 0.602$, ve KÇO88, $r= 0.619$ $P<0.05$ düzeylerinde anlamlılık bulunmuştur.

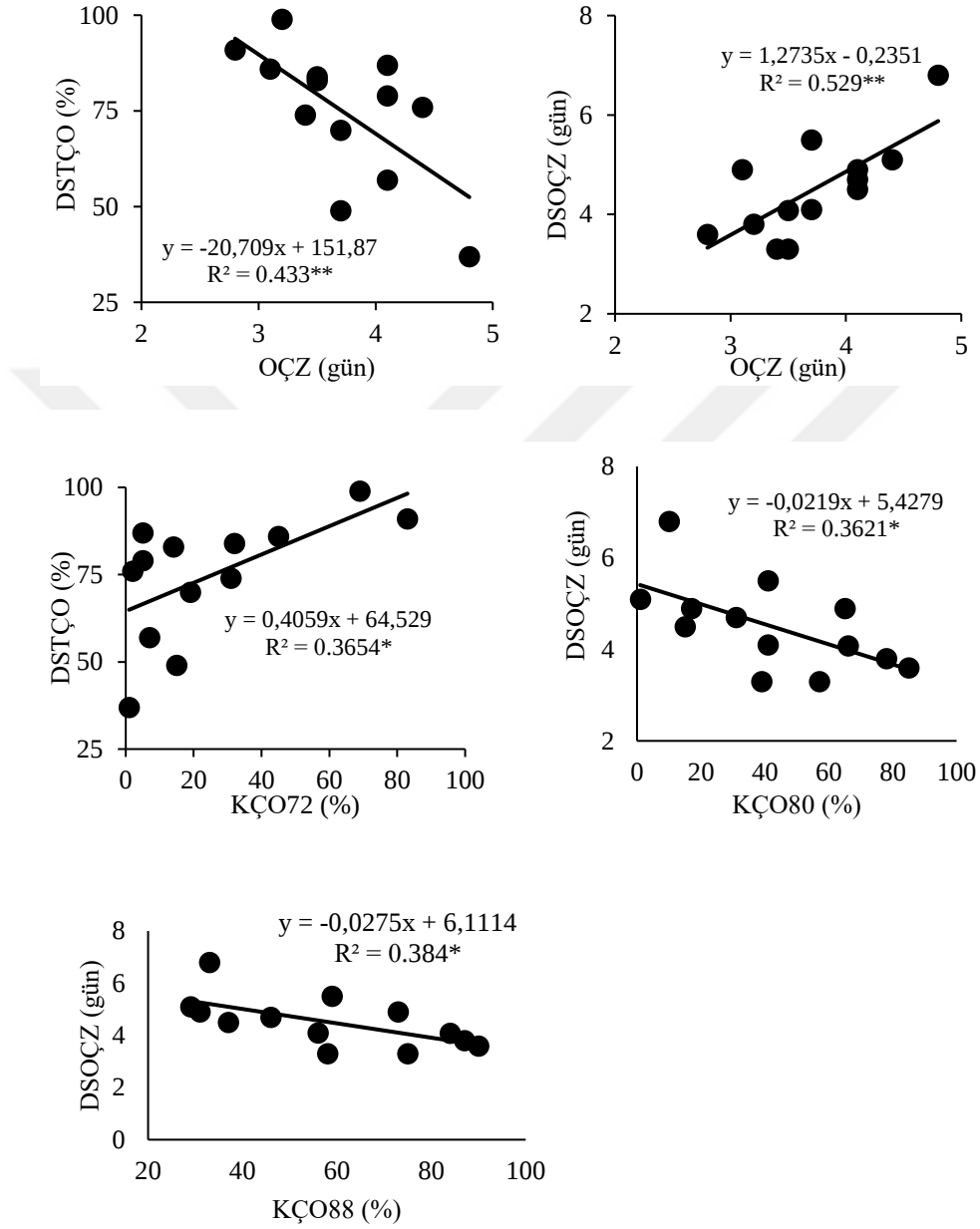
Bu değerler dışında hızlı yaşlandırma testi ve sonrasında yapılan analizlerde de elektriksel iletkenlik testiyle de herhangi bir anlamlılık hesaplanmamıştır ($p>0.05$).

Çizelge 4.36 Pancar tohum partilerinde güç testleri ile depolama sonrası çimlenme (DSTÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanı (DSOÇZ, gün) arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

Güç testleri		Depolama sonrası çimlendirme testi	
		DSTÇO	DSOÇZ
Standart çimlendirme (SÇO)	TÇO	0.245 ^{öd}	-0.189 ^{öd}
	OÇZ	-0.658*	-0.728**
Kökçük çıkış testi (KÇO)	KÇO64	0.492 ^{öd}	-0.437 ^{öd}
	KÇO72	0.605*	-0.519 ^{öd}
	KÇO80	0.524 ^{öd}	-0.602*
	KÇO88	0.494 ^{öd}	-0.619*
	KÇO96	0.429 ^{öd}	-0.529 ^{öd}
	KÇO120	0.198 ^{öd}	-0.262 ^{öd}
	KÇO144	0.090 ^{öd}	-0.204 ^{öd}
	KÇO168	0.055 ^{öd}	-0.136 ^{öd}
	HYTSCO	0.112 ^{öd}	-0.045 ^{öd}
	HYTOÇZ	-0.357 ^{öd}	-0.243 ^{öd}
Hızlı yaşlandırma testi (HYT)	HYT+KÇO64	0.260 ^{öd}	-0.284 ^{öd}
	HYT+KÇO72	0.313 ^{öd}	-0.135 ^{öd}
	HYT+KÇO80	0.327 ^{öd}	-0.083 ^{öd}
	HYT+KÇO88	0.378 ^{öd}	-0.082 ^{öd}
	HYT+KÇO96	0.496 ^{öd}	-0.291 ^{öd}
	HYT+KÇO120	0.500 ^{öd}	-0.341 ^{öd}
	HYT+KÇO144	0.080 ^{öd}	-0.062 ^{öd}
	HYT+KÇO168	0.146 ^{öd}	-0.066 ^{öd}
OzaElektriksel iletkenlik testi (Eİ)	Eİ	0.100 ^{öd}	-0.432 ^{öd}
	Eİ+HYT	0.105 ^{öd}	-0.470 ^{öd}

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, öd: önemli değil

4.3.12 Depolama sonrası yüksek ilişki veren tohum gücü testlerinin regresyon eğrileri



Şekil 4.9 Kırmızı Pancar tohum partilerinin ortalama çimlenme zamanı, KÇÖ72 ve KÇÖ88 ile depolama sonrası standart çimlenme ve ortalama çimlenme zamanı arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*:p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001) düzeyleri

Kırmızı pancar türünde güç testleri ile depolama sonrası değerlere ait regresyon grafikleri Şekil 4.12’de verilmiştir. Bölüm 4.3.10’da da açıklandığı gibi yüksek anlamlılık veren kombinasyonlara ait regresyon eğrileri çizilmiş ve bu değerlere ait denklemler ve R değerleri verilmiştir.

Kırmızı pancar türünde çok az testte ve kombinasyonda anlamlılık bulunabilmiştir. Sonuçlar hem fide hem de depolama sonuçları ile yapılan testlerde istatistiksel ilişki göstermemiştir. Ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) ile depo sonrası toplam çimlenme ve DEPOOÇZ arasında $p<0.01$ düzeyinde anlamlı ilişki $R^2= 0.433, 0.529$ değerleri ile sağlanmıştır. KÇO72 ile DSTÇO arasında, 80 ve 88. saatlerde de DSOÇZ arasında anlamlılık bulunmuştur.

5. TARTIŞMA

Bu araştırma, ıspanak, pazı ve kırmızı pancarda tohum gücü testlerinin tarla ve iklim odası fide çıkış oranı ve depolama sonrası çimlenme performanslarını tahmin etmek amacıyla yürütülmüştür. Sonuçlar, güç testlerinin her iki özelliği de ıspanak ve pazıda laboratuvar çimlenme değerlerinden daha iyi şekilde tahmin ettiğini ortaya koymuştur. Kırmızı pancarda ise hiçbir güç testi fide çıkışında etkili olmamış depolama sonrası çimlenme ile ilişkide ise çok sınırlı sayıda güç testi ile anlamlı ilişki saptanmıştır. Çalışmada özellikle öne çıkan güç testleri kökçük çıkış oranı ve hızlı yaşlandırma testi olmuştur (Çizelge 5.1, 5.2, 5.3). Güç testleri içinde her üç türde de etkin bir sonuç bulunamayan ve başarısız sonuçlar veren güç testi elektriksel iletkenlik testi olmuştur (Çizelgeler 5.1, 5.2, 5.3).

Tohum gücü tohum kalitesinin önemli parametrelerinden olup, belirli bir tür için tohum partilerinin kabul edilebilir farklılaşmasına yardımcı olmak için yüksek standart çimlenme testi değerlerine ek olarak tohum partisi hakkında bilgi sağlamaktadır. Genelde güç testi yapılan türler yüksek laboratuvar canlılığı gösterirler ve güç testi sonuçları da tarla ya da serada fide çıkış oranı ve depolama sonrası tohum canlılığının (çimlenme) tahmininde kullanılırlar (McDonald ve Miller 1978, Powell 2022). Laboratuvarda yapılan çimlenme testleri tohumun optimum koşullardaki canlılığını yansıtır. Güç testi sonuçları ise çeşitli ortamlarda tohum partilerinin stres faktörleri (düşük sıcaklık, kuraklık, yüksek sıcaklık, derin ekim vs.) altında tohum etkinliğini ve performansını belirleyen özelliklerini yansıtmakta ve ilişkilendirilmektedir (ISTA 2020). Sonuçta tohum toprak koşullarına ekildiğinde laboratuvarda sağlanan ideal koşulların çok uzağında bir tohum yatağı ile karşılaşabilir. Ancak mekanik engeller, mikroorganizmalar, abiyotik stres faktörleri vb. etmenler tohum ekimi sonrası performansı belirleyicisi olur. Genellikle de bu performans laboratuvar çimlenmesinden daha düşük olarak gerçekleşir. Ancak güçlü olan partiler bu koşullara direnç gösterir. Herhangi bir tohum partisinin gücünden etkilenen performans yönlerini, Powell ve Matthews (2012), çimlenme ve büyümenin oranı ve yeknesaklığı, elverişsiz çevre koşullarında çıkış sağlamaları ve depolama sonrası daha yüksek çimlenme değeri vermeleri olarak tanımlamışlardır. Güç testleri, ekimden sonra veya depolama sonrasında iyi performans gösterme olasılığı daha yüksek olan tohum partilerini belirleyerek, çoğunlukla benzer çimlenme yüzdesine sahip ticari değeri

olan tohum partileri arasındaki fizyolojik potansiyelin tanımlanmasını sağlarlar. Dolayısıyla güçlü ve zayıf güce sahip tohum partileri sınıflandırmada kullanılırlar.

Ülkemizde ıspanak, pazı ve kırmızı pancar sırasıyla 232.699, 9.352, 21.188 ton düzeyinde üretilmekte olup (TÜİK, 2024) araziye/tarlaya ekimi yapılan sebze türleridir. Bu türlerin içinde ıspanakta özellikle su kültüründe kısmen fide ile üretim yapılmakla beraber geniş alanlarda açıkta yetiştirmede doğrudan ekim gerçekleştirilir. Geniş alanlarda ve yılın farklı zamanlarında (yaz ekimleri, sonbahar vs.) yetiştiriciliği yapılan bu türlerin doğrudan ekimi toprak koşullarının optimum olmaması durumunda çıkış sorunları yaşanmasına, çıkışın yavaş gerçekleşmesine ve de bunun sonunda bitki boyutunda ve yeknesaklığında olumsuz sonuçlara neden olabilmektedir (Matthews vd. 2012). Gücünü kaybeden tohumlar yavaş çimlenir ve toprak yüzeyine çıkmak için daha uzun sürece gereksinim duyarlar. Yavaş çimlenme sürecinde mikroorganizmalar ve zararlılar tohumlara olumsuz etki oluşturur ve çimlenmenin önüne geçebilir. Bu hem bitki popülasyonunda yeknesaklığın kaybına hem de küçük ve zayıf bitkilerin meydana gelmesine sebep olur. Ayrıca çıkış yapmayan tohumlar ekonomik olarak da tohum kayıplarının bir nedenidir. Demir vd. (2008) biber tohumlarında yavaş çimlenmenin hem laboratuvar çimlendirmesinde hem de viyoldeki fide boyutunda farklılıkların en temel nedeni olduğunu biber tohum partilerinde ortaya koymuşlardır. Bu bakımdan tohum gücünün bu türlerde kullanılması tarla çıkış performansı ile yakından ilişkili olması ve depo ömrünün önceden tahmininde kullanılması açısından önem taşımaktadır. Tohum gücü testlerinin farklı türlerde yüksek çimlenme değerinde olmalarına rağmen tohum partilerinin hem tarla/sera çıkış oranında hem de depolama sonrası farklı performans gösterdikleri geniş bir tür yelpazesinde ortaya konulmuştur (Andrew 1982, Baalbaki vd. 2009, Khajeh-Hosseini vd. 2009, Powell ve Matthews 2012; Ozden vd. 2018; Powell 2022).

ISTA (2020) tarafından onanan güç testleri arasında soya fasulyesi için hızlı yaşlandırma, bezelye, fasulye için elektriksel iletkenlik, lahanagiller için kontrollü bozulma, turp, kolza, lahana ve mısır için kökçük çıkış oranı testleri önerilmiş ve onanmıştır. Bu çalışmada ortalama çimlenme zamanı (OÇZ), kökçük çıkış oranı (KÇO), hızlı yaşlandırma testi (HYT) ve elektriksel iletkenlik (Eİ) testleri kullanılmıştır. Ayrıca hızlı

yaşlandırma sonrası KÇO ve Eİ testleri de kombine edilerek kullanılmıştır. Güç testleri ile tarla /iklim odası fide çıkış arasında ve depolama sonrası çimlenme arasında en yüksek sayıda istatistiksel anlamlı ilişkinin bulunduğu tür ıspanak olmuştur. (Çizelgeler 4.11 ve 4.12). Bu türde en yüksek anlamlılık veren testler KÇO'nun 56-168 saat sayımları, HYT'nin sera ve iklim odası çıkış oranları ile olan kombinasyonları olmuştur. HYT+KÇO'nun 72. saatten itibaren sayımları fide çıkışı ve depolama sonrası ile yüksek oranda anlamlı olmuştur (Çizelge 4.12). Pazıda ise yine KÇO ile HYT testlerinin başarılı sonuçlar verdiği belirlenmiştir (Çizelgeler 4.23 ve 4.24)

Araştırmamızda kullandığımız hızlı yaşlandırma testi (HYT) başlangıçta tohumların depolama potansiyelini belirlemek için geliştirilmiş, zamanla birçok büyük tohumlu tür için yaygın olarak kullanılan önemli bir tohum gücü göstergesi haline gelmiştir (Delouche ve Baskın 1977, Tekrony 2003). HYT testinde, çimlenme testi öncesinde 48 ile 96 saat boyunca tohumlar yüksek sıcaklıklara (40 ile 45°C) ve yüksek bağıl neme (>%95) maruz bırakılmaktadır. Hızlı yaşlandırma testi soya fasulyesi için uluslararası düzeyde kabul görmüştür (ISTA 2020). Bu tezde ISTA kurallarına göre HYT testinde standart olarak kullanılan 41 °C ve 72 saat süre ile %100 oransal nemdeki ortamda (Tekrony vd. 1989a) yaşlandırma yapılmıştır. HYT testi iri tohumlu türlerde önerilmekle beraber küçük tohumlu türlerde de kullanılması ve her türlü toprak ekim koşulunda güç farklılığını ortaya çıkarması bakımından evrensel kullanıma sahiptir (ISTA 2020). HYT testinde %100 oransal nemde yaşlandırma yapılmaktadır. Çok yüksek oransal nemde tutulma nedeniyle tohum partileri farklı nem seviyelerine ulaştığı ve de yaşlandırmada farklar oluştuğu için bazı araştırmacılar testi revize ederek oransal nemi %75 olarak kullanmış (NaCl ile sağlanan) kontrollü yaşlandırmanın yapıldığı doygun tuz çözeltisi yaşlandırma testi de geliştirilerek farklı sebze türlerinde kullanım alanı bulmuştur (Bennett vd. 2004). Yüksek oransal nem bazı durumlarda yaşlandırma kutusunda hastalık ve fungal gelişimini de teşvik edebilmektedir. Bu özellikle uzun süreli yaşlandırmalarda (24 saat <) dikkate alınması gereken bir konudur. Sonuçlarımızda HYT testinin ıspanak ve pazıda hem fide çıkışı hem de depolama sonrası çimlenme oranı ile bağlantısının yüksek bulunması geniş kapsamlı kullanımına örnek teşkil etmektedir. Bu sonuçlar tarla ve bahçe bitkilerine ait geniş bir yelpazedeki tür farklılığında HYT'nin olumlu sonuçlar verdiğini ve geniş

kapsamlı kullanıma uygun olduğunu göstermektedir (TeKrony 1983, 2003, Powell 2006, Özden vd. 2021, Powell 2022).

Çizelge 5.1 Ispanak tohum partilerinin fide çıkış ve depolama sonrası çimlenme (canlılık ve ortalama çimlenme zamanı) değerleri ile güç testleri arasındaki korelasyon değerlerinin istatistiksel değerlendirme özeti

Güç Testleri	Anlamlılık Düzeyleri			Toplam
	p <0.05	p <0.01	p <0.001	
TÇO	2	2	1	5
OÇZ	1	2	4	7
KÇO56	1	2	2	5
KÇO64	1	3	2	6
KÇO72	1	2	3	6
KÇO96	1	2	3	6
KÇO120	1	2	3	6
KÇO144	1	1	4	6
KÇO168	1	1	4	6
HYTTÇO	1	1	3	5
HYT+OÇZ	1	0	3	4
HYT+KÇO64	1	1	0	2
HYT+KÇO72	2	2	0	4
HYT+KÇO96	2	4	0	6
HYT+KÇO120	1	2	3	6
HYT+KÇO144	2	2	2	6
HYT+KÇO168	2	1	3	6
Eİ	0	0	0	0
HYT+Eİ	0	0	0	0
Genel toplam	22	30	40	92

Tezde kullandığımız kökçük çıkış testi (KÇO) turp, kolza, mısır için kabul edilip onaylanan (ISTA 2020) yeni bir güç testidir (Matthews vd. 2011). Kökçük çıkış oranı testinin çalışma prensibi, çimlenmenin başlangıcı olan su emilimin başlangıcı ile 2 mm

kök oluşumu arasında geçen süreyle bağlantılı olmasıdır (Matthews ve Khajeh Hosseini 2007). Tohum canlılığının en temel fizyolojik safhası çimlenebilme ve normal fide oluşturabilme kabiliyetine sahip olma durumudur. Tohum canlılığının düşük olmasının temel fizyolojik nedenlerinden biri tohumda farklı sebeplerle oluşan yaşlanmadır. Yaşlanmanın nedenleri tohumun olgunluk seviyesinden hasat sonrası yapılan işlemlerine ve temizleme ayıklama, paketlenme ve benzeri süreçlerdeki sorunlara dayanabilir (Powell ve Matthews 2012). Yaşlı ve düşük canlı tohum partileri su emilim başlangıcı ile kök arasında daha uzun bir süreye ihtiyaç duyarlar. Bu nedenle, herhangi bir partinin çimlenmenin ön safhalarında sık yapılan (saat/gün bazında), erken kök oluşum yüzdeleri (KÇO testi), bir tohum partisinin ne kadar yaşlandığının ve tohum gücünün bir göstergesi olarak önerilmiştir (Matthews ve Khajeh Hosseini 2007). KÇO testinde fizyolojik çimlenme olarak kullanılan 2 mm'lik kökçük çıkışı baz olarak alınır. Canlılığı yüksek olsa da, yaşlı tohumlarda KÇO'da bir gecikme olur (Matthews vd. 2012). Nitekim bizim çalışmamızda da bu çalışmalardaki gibi ticari olarak piyasadan toplanmış tohum partilerinde yaşlı tohumların KÇO değerleri çimlenme yüzdeleri yüksek olsa da farklı bulunmuştur. Benzer yavaşlamayı depolama öncesi ve sonrası KÇO değerlerinde de görmek mümkündür. Toplam çimlenme değerleri aynı olsa da KÇO daha geç sayımlarda artmaya başlamıştır. Örneğin ıspanakta 4, 5 ve 6 no'lu partilerde başlangıç tohum canlılığı 92-94%'ye sahip olduğu (Çizelge 4.2) halde KÇO değerleri sırasıyla 56. saatte 17, 37, 45%, 72. saatte 40, 55, 63% olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.3). Bu sonuç lotların /partilerin başlangıç çimlenmeleri çok yakın değerde olsa da fizyolojik olarak yaşlanma seviyelerinin değişken olduğunu ve de laboratuvar çimlenmesi ile farkın belirlenemediğini göstermektedir. Dolayısıyla, fizyolojik olarak yüksek güç değerine sahip tohumlarda onarım gerektiren yaşlanmaya bağlı DNA hasarı daha az olduğundan kökün daha erken ortaya çıktığı ileri sürülmektedir (Lv vd. 2016). Bizim sonuçlarımız bu öngörüye desteklemektedir. KÇO testinin burada bizim de ortaya koyduğumuz türlerde olduğu gibi tohum partisinin gücünü belirlemek için çok sayıda türde çalışma bulunmaktadır (Matthews ve Khajeh-Hosseini 2006, Matthews ve. Powell 2011, Gülöksüz ve Demir 2012, Ermiş vd. 2015, Mavi vd. 2016, Demir vd. 2019, İlbi vd. 2020). Tezdeki sonuçlarımız da belirtilen araştırmalardaki sonuçlarla aynı doğrultudadır.

Çizelge 5.2 Pazı tohum partilerinin fide çıkış ve depolama sonrası çimlenme (canlılık ve ortalama çimlenme zamanı) değerleri ile güç testleri arasındaki korelasyon değerlerinin istatistiksel değerlendirme özeti

Güç Testi	Anlamlılık Düzey Sayısı			Toplam
	p <0.05	p <0.01	p<0.001	
TÇO	2	1	0	3
OÇZ	1	0	1	2
KÇO72	1	1	0	2
KÇO80	1	1	0	2
KÇO88	0	2	0	2
KÇO96	1	1	1	3
KÇO120	1	0	1	2
KÇO144	1	0	1	2
KÇO168	1	0	1	2
HYTTÇO	2	2	0	4
HYT+OÇZ	2	0	1	3
HYT+KÇO72	3	0	0	3
HYT+KÇO80	2	2	0	4
HYT+KÇO88	2	1	0	3
HYT+KÇO96	2	1	1	4
HYT+KÇO120	0	2	2	4
HYT+KÇO144	0	2	2	4
HYT+KÇO168	2	1	0	3
Eİ	0	0	0	0
HYT+Eİ	0	0	0	0
Genel toplam	24	17	11	52

Tarla/iklim odası fide çıkış testleri ve depolama sonrası çimlendirme testleri ile kökçük çıkış testi arasındaki bulgular analiz edildiğinde oldukça yüksek sayıda korelasyon değeri gözlenmiştir. Fide çıkış testlerinde KÇO bakımından (KÇO, HYT+KÇO) ıspanakta Toplam 70 kombinasyonun 54'nde, pazıda 28 kombinasyonun 11'nde istatistiksel manada %5 ve üzeri anlamlılık gözlenmiştir. Farklı türler için uygun KÇO testi, OÇZ ve

ıkış oranı ile yakından ilişkili regresyon (R^2) katsayıları (Matthews ve Powell 2011c) belirtilmiştir. Bu sonuç tarlada tohumun çıkış hızı ile KO arasında bir ilişkinin bulunduğunu göstermektedir (izelgeler 4.11 ve 4.23).

Tezde kullandığımız diğer bir g testi, biyokimyasal bir test olan elektriksel iletkenlik (Eİ) testidir. Elektriksel iletkenlik testi, tohumlar yaşlandıkça ve dolayısıyla g azaldıkça, çözünen maddelerin, hücre zarının yarı geçirgen özelliğini yitirmesiyle özellikle suda çözünür olan elektrolitlerin artan sızıntısının ve tohum gcnn buna göre değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır (Matthews ve Powell 2006). Eİ farklı kalitede tohum partilerinin tohum zarı bütünlüğünü dolaylı olarak belirleyebilmektedir. Kolay, hızlı ve objektif bir canlılık testi yöntemidir. Uluslararası Tohum Testi Kurallarında (ISTA 2020) bezelye için bir tohum canlılığı test yöntemi olarak listelenmiştir. Aynı şekilde soya fasulyesi, pamuk ve mısır için de uygun bulunmuştur. Wang vd. (2004) ve Zhao ve Wang (2005), Eİ'nin sırasıyla baklagiller ve tatlı mısırın tohum canlılığı değerlendirmesi için en uygun yöntem olduğunu belirtmektedirler. Düşük güçlü tohumlardaki artan sızıntının temelde yaşlanma sırasında hücre zarının bozulmasından kaynaklandığı bilinmektedir. Tamamen canlı dokuda sızıntının erken yaşlanmada, l doku gelişmeden önce arttığı ve zarın bozulmasına sebep olduğu düşünülmektedir (Powell ve Matthews 1977).

Çizelge 5.3 Pancar tohum partilerinin fide çıkış ve depolama sonrası çimlenme (canlılık ve ortalama çimlenme zamanı) değerleri ile güç testleri arasındaki korelasyon değerlerinin istatistiksel değerlendirme özeti

Güç Testi	Anlamlılık Düzey Sayısı			Toplam
	p<0.05	p <0.01	p<0.001	
TÇO	0	0	0	0
OÇZ	1	1	0	2
KÇO72	1	0	0	1
KÇO80	1	0	0	1
KÇO88	1	0	0	1
KÇO96	0	0	0	0
KÇO120	0	0	0	0
KÇO144	0	0	0	0
KÇO168	0	0	0	0
HYTTÇO	0	0	0	0
HYT+OÇZ	0	0	0	0
HYT+KÇO72	0	0	0	0
HYT+KÇO80	0	0	0	0
HYT+KÇO88	0	0	0	0
HYT+KÇO96	0	0	0	0
HYT+KÇO120	0	0	0	0
HYT+KÇO144	0	0	0	0
HYT+KÇO168	0	0	0	0
Eİ	0	0	0	0
HYT+Eİ	0	0	0	0
Genel toplam	4	1	0	5

Çalışmamızda elektriksel iletkenlik testi ile ne tarla/iklim odası çıkışı ne de depolama sonrası çimlenme değerleri arasında istatistiksel manada anlamlı ilişki bulunmamıştır. Bu sonuç her üç tür için de geçerlidir. Eİ testinin olumlu sonuç verdiği türlere baktığımızda bu türlerin iri kotiledonlu ve iri bitki besisi dokusu olan baklagiller olduğu gözlenmektedir (Powell 2022). Eİ testinin iri kotiledonlu türlerde işleminin nedeni kotiledon yüzey

hücrelerinde hızlı su alımından kaynaklanan sebeplerle ölüm meydana gelmesi ve bunun da elektrolit akımının temel nedenleri arasında olmasıdır (Matthews vd. 2012). Ispanak pazı ve kırmızı pancar tohumlarında E  testinin   lememesinin ardında farklı faktörler olabilir. Bu türlerde besi dokusu kotiledonlar değildir. Besi dokusu yerine perisperm denilen endosperme benzer farklılaşmış bir doku bulunmaktadır. Tohum yapısı bunun bir sebebidir. E  testinin   lediği türler arasında bulunan lahanagillerde hücresel yapı bizim burada çalıştığımız türlerden farklı özellikler taşımaktadır. Ispanak ve bu gruba giren sebzelerde tohum kabuğu bazı fenolik bileşikleri de bünyesinde bulundurur (Copeland ve McDonald, 1992). Bu maddeler suya batırma safhasında ortama akararak E  değerlerini etkileyebilir. Dolayısıyla tohumun bünyesinden çok tohum kabuğundaki maddeler akıntıda etkin olabilir.

E  testinin etkin olduğu türler içinde mısır da bulunmaktadır. Waters ve Blanchette (1983) tatlı mısır tohumlarında ASA 610 cihazıyla tohumların tek tek akıntısının saptandığı, elektriksel iletkenliği ile tarla çıkışı arasında korelasyon ilişkisi saptamışlardır. Bizim  alışmamızda ve bu araştırıcıların çalışmalarında da toplu suya batırma (bulk metodu) yöntemi kullanılmıştır. Ancak bazı araştırıcılar tekli tohum (her tohum için bir kutucuk olan) E   l  mleri için özel geliştirilmiş ekipman devreye sokulmuştur. Tekli E  testi parti içinde farklı canlılık düzeyinde olan tohumların tek tek sızıntı durumunu ortaya koyarak tohum partisinin gücü hakkında daha doğru sonuç verebilir. Ancak yeknesak hasat yapılan tohum partilerinde bulk ( oklu) metodun sağlıklı sonuçlar verdiği de ortaya konmuştur (Steere vd. 1981, Artola vd. 2005). Wilson ve Trawatha (1991)  alışmalarında tatlı mısır türünde elektriksel iletkenlik testi ile tarla çıkışı arasında ($r=-0.88$; $P<0.05$) yüksek oranda ilişki saptamıştır. (Zhao vd. 2007) nin durumunu ortaya koymak tohum partisinin gücü hakkında daha doğru sonuç verebilir. yaptıkları çalışmada, E  testi sadece tarla çıkış oranının değil aynı zamanda hasat kalitesi ve kurutma hızıyla da bağlantılı olarak kalitenin tespit edilmesinde kullanılmıştır. Tatlı mısırdaki tohum hasat indeksi ve kurutma hızının elektriksel iletkenlik değerleri üzerine etkisi olduğu bildirilmiştir (Borowski vd. 1991, 1995). Bu tezde kullanılan üç türde de E  testi ile  ıkışlar arasında istatistiksel olarak önemli bir korelasyon belirlenememiştir. Bu durumun bu türlerdeki perikarpa bulunan fenolik bileşiklerden ve perikarp hücrelerindeki tuz kristallerinden kaynakladığı Orzeszko-Rywka ve Podlaski (2003) tarafından bildirilmiştir. Ancak

taranan literatürde ıspanak, pazı ve kırmızı pancar türlerinde Eİ testinin tohum gücü belirlemede kullanımına yönelik çalışmaya rastlanmamakla birlikte yakın akraba türlerden şeker pancarında Kulan ve ark. (2019) farklı çeşitlere ait 12 tohum partisi kullandıkları çalışmada Eİ ile çıkış arasında korelasyon olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışma incelendiğinde kullanılan tohum partilerinin iki tanesinin canlı olmadıkları ve diğer 10 tohum partisinin ise %40 ile %86 arasında değişen canlılıklara sahip olduğu, Eİ değerlerinin $189-291 \mu S \text{ cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ arasında değiştiği, Eİ değerleri ile çıkış arasında ise istatistiksel olarak önemli bir korelasyon (-0.908^{**}) belirledikleri bildirilmiştir. Bu şekilde bakıldığında tezdeki veriler ile uyusmamaktadır. Ancak bu çalışmada cansız tohum partileri çıkarıldıktan sonra çıkış ile yapılan korelasyon analizi sonucunda ilişkinin önemsiz olduğu (-0.167) görülmektedir. Bu açıdan bakıldığında bu tezde üç farklı türde elde edilen Eİ test sonuçlarının da ilgili çalışma sonuçları ile uyumlu olduğu söylenebilir.

Depolama sonrası çimlenmenin güç testleri arasındaki korelasyon değerleri bakımından KÇO testi (KÇO, HYT+KÇO) 55 adet $p < 0.05$ ve üzeri düzeyindeki anlamlılıkta ilişkisi ile öne çıkmıştır. Wilson vd. (1992) mısır tohumunda tarla çıkışı ile yüksek oranda ilişkili olan güç testlerini belirlemek ve tarla çıkışının tahmininde birleştirerek çoklu regresyon modeli geliştirmek üzerine çalışma yapmışlardır. Yapılan çalışmanın sonuçlarında geliştirilen modellerde, HYT ve Eİ testlerinin birbirini tamamlayıcı testler olduğunu öne sürmüşlerdir. Ispanak, pazı ve kırmızı pancar tohumlarında güç testlerinin depolama sonrası çimlenme ile ilişkisi konusunda yapılmış araştırmaya taranan literatürde rastlanmamıştır. Bu açıdan tez sonuçları değerli ve orijinaldir.

Araştırmada ıspanak ve pazıda tohum gücü testleri hem fide çıkışı hem de depolama sonrası çimlenme ile bağlantılı olmasına rağmen kırmızı pancarda benzer sonuçlar alınamamıştır. Bu türde çok kısıtlı sayıda test anlamlı şekilde depolama ile ilişkili bulunmuştur. Bunlar OÇZ ve KÇO testinin 72, 80 ve 88 saatlik sayımlarıydı (Çizelge 4.36). Bu çalışma sonuçları kırmızı pancarda (Silva vd. 2006) çalışmalarıyla örtüşmemektedir. Belirtilen araştırmacılar $41^{\circ}C$ 72saat HYT testinin fide ile ilişkisini istatistiksel olarak anlamlı bulmuştur. Bu durumun bu tezde farklı çeşitlere ait tohum partileri kullanılmasından, ilgili çalışmada ise aynı çeşide ait farklı tohum partileri kullanılmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Türlerde olduğu gibi

çeşitlerin de güç testlerine tepkisi farklı olabilir. Bu tepkinin tohumla yöntemle ve de yöntemin uygulanmasıyla bağlantıları olduğu da bildirilmektedir (Powell 2022). Kırmızı pancarda güç testi sonuçlarının başarısız olmasının ardında bulunan bazı faktörler vardır. Bunlardan birisi tohumların multigerm olmalarıdır. Bir tohumda birden fazla embriyonun olması ve de bunların hepsinin aynı periyotta sürmesi tohum çimlenmesi safhasında hangi sürgünün değerlendirilmesi gerektiği konusunda karmaşaya neden olmaktadır. Tezde en güçlü sürgüne göre karar verilmiştir. Ancak yeterli olmayabilir. Birden fazla embriyonun olması depolama sürecinde yaşlanmada da farklılıklar ortaya çıkartabilir. Diğer önemli bir konu kırmızı pancar gibi ekonomik değeri göreceli olarak domates, biber, kabak vs. ye göre düşük olan türlerde tohum kalitesine çok dikkat edilmediğini gözledik. Tohumlar çok temiz bir fiziksel safiyete sahip olmadığı gibi boyutlarında da farklılıklar tespit edilmiştir. Bu farklılıklar temelde olgunluk, hasat ve bu periyotta yapılan işlemlere dayanabilir. Tohum olgunluk farkının fide çıkışında ve de depolama sürecinde değişken sonuçlara neden olabileceği kanısındayız. Daha yüksek kalitede yeknesak ve iyi kalitede üretilmiş tohum partileriyle geniş çapta çalışmanın yapılmasında yarar vardır.

Araştırmamızda KÇO testinin çok etkin ve yüksek düzeyde fide çıkışı ve depolama sonrası çimlendirme ile istatistiksel anlamlı çıkışı bu testi diğerlerine göre öne çıkarmaktadır. Daha önceki çalışmalarımızda KÇO'nun normal çimlenmenin tahmininde ve de güç testi bağlamında kullanıldığı birçok çalışma mevcuttur (Mavi vd. 2016, Matthews vd. 2007, Lv vd. 2016, Özden vd. 2018, Mis vd. 2022). Bu araştırmalar KÇO testinin bazı önemli avantajları olduğunu ortaya koymaktadır. İlk KÇO'nun çimlenmenin ilk günlerinde hızlı şekilde değerlendirme sağlaması, ikincisi rutin çimlenmeye dahil edilerek zaman ve mekan tasarrufu sağlaması, üçüncüsü göreceli olarak kolay değerlendirmeye uygun olmasıdır (Powell ve Matthews 2012). KÇO testinin rutin çimlendirme koşulları altında yapılması önemli bir avantajdır. ISTA (2020) birçok türde çimlendirme koşullarının ideal olan ortamları belirlenmiştir. Bu bakımdan farklı laboratuvarlarda benzer koşulları sağlamak olanaklıdır. Ayrıca diğer bir avantaj 2 mm kökçük çıkışının deneyim gerektirmeden yapılabilmesidir. Birçok güç testinde normal sayım ve değerlendirme için yetişmiş eleman gerektirir. KÇO' da böyle bir deneyim ve gereksinime gerek yoktur. KÇO'nun tarla ve bahçe tohumları için viyollerde fide çıkışıyla

ile ilgili olması bu testin kolay ve pratik kullanımını öne çıkarmaktadır (Demir vd. 2011, Matthews vd. 2012, Lv vd. 2016, Mavi vd. 2016).

KÇO testi için kullanılabilirliği ve tekrarlanabilir olması konusunda diğer türlerde de çalışmalar yapılması gerekmektedir.

KÇO testinin bir handikapı sık sayımların kolay olmamasıdır. El ile sayım yerine makine ile sayım gündemdedir (Shinohara vd. 2021). Elektronik programlamalar ve yapay zeka uygulamaları bu bağlamda değerlendirilebilecek olanaklardır. Yüksek sayıda tohum partisinin KÇO sayımlarının aynı zaman diliminde yapılması hem zaman alıcı hem de manuel olarak yapıldığında eleman gereksinimi doğuracaktır. Bu amaçla geliştirilmiş imaj analizleri metotlarının kullanımı gelecekte daha pratik ve ucuz yöntemler olacaktır (Demilly vd. 2014). Türlerle göre en uygun KÇO saatleri değişkenlik gösterebilir. Çünkü her türün çimlenme süresi koşullar optimum olsa da farklıdır. Nitekim farklı araştırmalar türlerle göre değişen KÇO saatlerini önermişlerdir. Örneğin, *C.segetum* da KÇO 42 saat (Marin vd. 2018), soğanda KÇO 72 ve 80 saat (Demir vd. 2020), pırasa KÇO 120 saat (Ermiş vd. 2016), rokada KÇO 24 saat (Özden vd. 2020), tere de 24 KÇO saat (Demir vd. 2019) normal çimlendirme sonuçlarının tahmin de başarılı bulunmuştur. Benzer şekilde araştırmacılar Lotus türünde 7. gün (Artola vd. 2003), bezelyede 5. gün (Nascimento vd. 2007), fasulyede 4.gün (Santos vd. 2003), havuçta 4. günde (Nascimento ve Pereira 2007) ilk sayım testi kullanmışlardır. Marcos-Filho vd. (2006) ise kavunda ilk sayım testini 4. günde saydıklarını belirtmişlerdir. Bu sonuçlar KÇO testinin ideal sayım saatinin türlerle göre farklılık gösterdiğini ve bu sebeple her tür için ideal saatin belirlenmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Standart çimlenme oranı (SÇO) ile fide çıkış oranı tarla çıkışı ve depolama sonrası tohum partilerinin canlılıklarının tahmininde korelasyon ilişkisi çok düşük ve istatistiksel olarak anlamsız seviyede olmuştur. Diğer bir ifadeyle SÇO değeri olarak yüksek çimlenme değerlerine sahip olan tohum partileri depolama sonrası çimlenme yüzdelerinde önemli farklılıklar göstermiş ve çimlenmenin yüksekliği depolama sonrası çimlenme ya da tarla çıkışı açısından yüksek çıkışı temsil etmemiştir (Çizelge 4.11-12, 4.23-24,). Bu sonuç tohum partilerinin tarla ekimlerinde çıkış performansının tespitinde güç testlerinin

gerekliliğini ve tohum teknolojisi açısından değerini ortaya koymaktadır (Copeland ve McDonald 2001). SO testinin çimlenme değerleri yüksek de olsa yetersizliğinin tarla çıkış oranında ve depolama sürecinde tohum partileri arasında daha belirgin olduğu gerçeği de bu konuda yapılmış yüksek sayıdaki araştırma sonucuyla da kanıtlanmıştır (Powell ve Matthews 2012). Bu araştırmada dikkat çeken bir yeni yaklaşım g testlerinin kombine olarak kullanımıdır. KO’yu ve de Eİ testlerini HYT’den sonra kullanmak bu bağlamda yeni bir yaklaşımdır. Daha önce atıkkaş vd. (2024)’de benzer yaklaşımı tatlı mısırda başarılı şekilde kullanmıştır. Bu tür kombinasyonların daha etkili sonuçlar verebileceğine ilişkin ngrleri bizim ıspanak ve pazıdaki sonuçlarımız desteklemektedir. Benzer yaklaşımlar daha farklı türlerde de denemek g testlerine sağlıklı yaklaşımlar getirebilir.

6. SONUÇ

Bu tez, ıspanak, pazı ve kırmızı pancar tohum partilerinde tarla/iklim odası çıkışı ve depolama sonrası çimlenmenin farklı güç testleri ile tahmin edilmesini öngörmek için yürütülmüştür. Sonuçlar hem tarla çıkışı hem de depolama sonrası çimlenmede farklı güç testlerinin türe göre de değişen farklı düzeylerde anlamlılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Testler içinde her iki koşulda da en başarılı olanlar kökçük çıkış oranı (KÇO) ve hızlı yaşlandırma (HYT) testleri olmuştur. Ispanak ve pazıda daha fazla güç testi başarıyla kullanılmış kırmızı pancarda çok az sayıda testte başarı sağlanmıştır. Elektriksel iletkenlik (Eİ) testi her üç türde de başarısız bulunmuştur. Standart çimlenme (SÇO) çok düşük seviyede ya da hiç anlamlılık vermemiştir. Dolayısıyla hem tarla hem de depolama çimlenmesi bakımından KÇO ve HYT testleri ıspanak ve pazıda güç testi olarak kullanım potansiyeline sahiptir. Bu testler içinde de KÇO'da 72-120 arası sayımlar, HYTSÇO (HYT toplam çimlenme) ve HYTOÇZ (HYT ortalama çimlenme zamanı) ve de HYT+KÇO120-144 (HYT'den sonra KÇO saatlik sayımları) önerilebilecek testler olarak öne çıkmaktadır.

Kırmızı pancar ve pazı tohumlarında fiziksel temizliğin yetersizliği, tohum boyutlarının çok farklı olması kaliteli tohum üretiminde bazı sorunların varlığı sonuçlarımızı etkilemiş olabilir. Bu açıdan bundan sonraki araştırmalarda tohum kalitesine dikkat ederek seçilen tohum paketlerinin kullanılması başarıyı etkileyecektir. Ticari olarak belirtilen türlerin ekonomik değerlerinin göreceli olarak düşük olması da tohum partilerinin üretimine özen gösterilmemesinin bir nedenidir.

KAYNAKLAR

- Abdel Samad, I.M., Pearce, R.S. 1978. Leaching of ions, organic molecules, and enzymes from seeds of peanut (*Arachis hypogea* L.) imbibing without testas or with intact testas. *Journal of Experimental Botany*, v.29, p.1471-1478.
- Abdo, M.T.V.N., Pimenta, R.S., Panobianco, M. and Vieira, R.D. 2005. Vigor tests to evaluate cucumber seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, 27(1), 195-198.
- Andrew, R. H. 1982. Factors influencing early seedling vigor of shrunken-2 Maize 1. *Crop science*, 22(2), 263-266.
- Anonim 2022. Türkiye Tohumcular Birliği Sektör Raporu.
- Anonim 2024. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim Verileri. www.tuik.gov.tr.
- Anonymous. 1983. Seed vigor testing handbook. Contribution No. 32 to Handbook on seed testing. Association of Official Seed Analysts, pp: 93.
- AOSA 2009. Seed Vigor Testing Handbook, 2009 (eds. R. Baalbaki, S. Elias, J. Marcos-Filho and M.B. McDonald), Association of Official Seed Analysts, Ithaca, NY, USA.
- Ajayi, S. A., Rühl, G. and Greef, J. M. 2005. Physiological basis of quality development in relation to compositional changes in maize seed. *Seed Science and Technology*, 33(3), 605-621.
- Al-Ansari, F. 1996. Some effects of an accelerated ageing technique on germination and vigour of marrow and wheat seeds. *Arab Gulf Journal Scient. Res.*, 14(1), 143153.
- Anfinrud, M.N. and Schneiter, A.A. 1984. Relationship of sunflower germination and vigor tests to field performance. *Crop Science*, 24, 341-344.
- Araújo, J.D.O., Dias, D.C.F.D.S., Miranda, R.M.D. and Nascimento, W.M. 2022. Adjustment of the electrical conductivity test to evaluate the seed vigor of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal of Seed Science*, v. 44.
- Artola, A. and Carrillo-Castaneda, G. 2005. The bulk conductivity test for birdsfoot trefoil seed. *Seed Science and Technology*, 33, 231-236.
- Association of Official Seed Analysts AOSA, 1983. Seed vigour testing handbook. Contribution No.32 to the Hvebook on Seed Testing. Lincoln, NE: Association of Official Seed Analysts.
- Association of Official Seed Analysts AOSA, 2009. Se Seed vigor testing handbook, Contribution 32 to the Handbook on Seed Testing, AOSA, Ithaca, NY, USA.
- Baalbaki, R., Elias, S., Marcos-Filho, J. and McDonald, M.B. 2009. Seed vigor testing handbook, AOSA, Ithaca, NY, USA. 341p.
- Başak, Ö., Demir, I., Mavi, K. and Matthews, S. 2006. Controlled deterioration test for predicting seedling emergence and longevity of pepper (*Capsicum annuum* L.) seed lots. *Seed Science and Technology*, 34, 701-712.

- Bektaş, İ., Bölek, Y., Bardak, A., Tekerek, H. and Korhan, H. 2014. Tohumculuğun Dünyada ve Türkiye'deki Genel Durumunun Değerlendirilmesi. Türkiye 5. Uluslararası Katılımlı Tohumculuk Kongresi, 19-23 Ekim 2014, Diyarbakır.
- Bekendam, J., Kraak, H.L. and Vos, J. 1987. Studies on field emergence and vigour of onion, sugar beet, flax and maize seed. *Acta Horticulturae*, 215, 83-94.
- Bennett, M. A., Grassbaugh, E. M., Evans, A. F. ve Kleinhenz, M. D. 2004. Saturated salt accelerated aging (SSAA) and other vigor tests for vegetable seeds. *Seed Technology*, 67-74.
- Beresniewicz, M. M., Taylor, A. G., Goffinet, M. C. and Koeller, W. 1995. Chemical nature of a semipermeable layer in seed coats of leek, onion (Liliaceae), tomato and pepper (Solanaceae). *Seed Sci. Technol.* 23, 135-145.
- Bewley, J.D. and Black, M. 1994. *Seeds: Physiology of development and germination*. New York: Plenum Press, 444p.
- Bhering, M.C., Dias, D.C.F.S. and Barros, D.I. 2005. Methodology adjustment of the tetrazolium test for physiological quality evaluation of watermelon seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, 27(1), 176-182.
- Bhuker A., Pandey, V., Singh S., Dalal, P.K. and Puneet, M.S. 2020 *Seed Res.* 48(1), 80-82, June,
- Bhuker, A., Pandey, V., Singh S., Dalal, P.K. and RAJ, P. 2020. Radicle Emergence Test -A Quick Germination Test in Different Field Crops. *Seed Res.* 48(1), 80-82,
- Borowski, A. M., Fritz, V. A. ve Waters, L. 1995. Seed maturity and desiccation affect carbohydrate composition and leachate conductivity in shrunken-2 sweetcorn. *HortScience*, 30(7), 1396-1399.
- Bourland, F.M. and Ibrahim, A.L. 1982. Effects of accelerated-ageing treatments on six cotton cultivars. *Crop Science*, 22, 637-640.
- Brandnock, W.T. 1975. Vigour of seed. *Advances in Research and Technology of Seeds. Part 1*, Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Edited by W. T. Brandnock s: 73-80.
- Buckley, W.T. and Huang, I. 2011. An ethanol based vigour assay for canola. *Seed Sci. Technol.* 39, 510-526.
- Cantliffe, D.J. 1981. Vigor in vegetable seeds. *Acta Horticulturae*, 111, 219-226.
- Casaroli, D., Garcia D.C., Menezes, N.L., Muniz, M.F.B. and Bahry, C.A. 2006a. The accelerated aging test in squash seeds. *Revista FZVA*, 13(2), 197-207.
- Catikkas, E., Kadioglu, N. and Demir, İ. 2024. Combined vigour tests to estimate relative seedling emergence in the field and germination after storage in sweet corn seed lots. *Seed Science and Technology*, 52, 2, 141-152.

- Cheshmi ve Khajeh-Hosseini 2020 Single count of radicle emergence, DNA replication during seed germination and vigour in alfalfa seed lots. *Seed Science and Technology*, Volume 48, 3, 367-380.
- Copeland, L.O. and McDonald, M. B. 1995. *Principles of Seed Science and Technology*. Chapman and Hall, New York, USA.
- Crocker, W. and Groves, J. F. 1915. A method of prophesying the life duration of seeds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1(3), 152-155.
- Delouche, J. C. and Baskin, C. C. 1973. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, 1, 427-452.
- Demir, I., Ermis, S., Mavi, K. and Matthews, S. 2008. Mean germination time of pepper seed lots (*Capsicum annuum* L.) predicts size and uniformity of seedlings in germination tests and transplant modules. *Seed Science and Technology*, 36(1), 21-30.
- Demir, I., Celikkol, T., Sarikamis, G. and Eksi, C. 2011. Vigor tests to estimate seedling emergence potential and longevity in *Viola* seed lots. *HortScience*, 46(3), 402-405.
- Demir, I., Cebeci, C. and Guloksuz, T. 2012 Electrical conductivity measurement to predict germination of commercially available radish seed lots. *Seed Science and Technology*, 40, 229-237.
- Demir, I., Kenanoglu, B. B. and Ozden, E. 2019. Seed vigour tests to estimate seedling emergence in cress (*Lepidium sativum* L.) seed lots. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(3), 881-886.
- Demir, İ., Ozden, E., Gökdaş, Z. and Aydın, M. 2020a. Radicle emergence test predicts normal germination percentages of onion seed lots with different cultivars and genotypes. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(3), 434-442.
- Demir, I., Erturk, N. and Gokdas, Z. 2020b. Seed vigour evaluation in petunia seed lots to predict seedling emergence and longevity. *Seed Science and Technology*, 48(3), 391-400.
- Devi, L. Chitra, Kant, K., Dadlani, M. 2003. Effect of size grading and ageing on sinapine leakage, electrical conductivity and germination percentage in the seed of mustard (*Brassica juncea* L.). *Seed Science and Technology*, 31(2), 505-509.
- Diederichsen, A. and Jones-Flory, L.L. 2005. Accelerated aging tests with seeds of 11 flax cultivars. *Seed Science and Technology*, 33, 419-429.
- Dinç, İ., Alan, Ö., 2022. A research on using the radicle emergence test to determine seed vigour in onion seed lots. *Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 51,1, 365-371.
- Doijode, S. D. 2006. Seed quality in vegetable crops. *Handbook of seed science and technology*, 677-701.
- Dornbos, D.L. 1995. Seed vigor. In A.S. Basra (ed.), *Seed quality, basic mechanisms ve agricultural implications* (pp. 45-80). Binghamton, N.Y: Food Products Pres.

- Ducournau, S., Feutry, A., Plainchaut, P., Revellan, P., Vigouroux, B. and Wagner, M.-H. 2005. Using computer vision to monitor germination time course of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds. *Seed Sci. Technol.* 33, 329-340.
- Dutra, A.S. and Vieira, R.D. 2006a. Accelerated aging test to evaluate seed vigor in pumpkin and zucchini seeds. *Seed Science and Technology*, 34, 209-214.
- Egli, D.B. and TeKrony, D.M. 1979. Relationship between soybean seed vigour and yield. *Agronomy Journal*, 71, 755-759.
- Egli, D.B., TeKrony, D.M. and Wiralaga, R.A. 1990. Effect of soybean seed vigour and size on seedling growth. *Journal of Seed Technology*, 3, 1-11.
- Egli, D.B., and Rucker M., 2012. Seed Vigor and the Uniformity of Emergence of Corn Seedlings. *Seed Physiology, Production & Technology*.
- Elias, S. 2006. Seed quality testing. *Handbook of Seed Science and Technology*, 561601.
- Ermis, S., Karşlıoğlu, M., Özden, E. and Demir, İ. 2015. Use of a single radicle emergence count as a vigour test in prediction seedling emergence potential of leek seed lots. *Seed Science and Technology*, 43(2), 308-312.
- Ermis, S., Kara, F., Özden, E. Demir, I. 2016. Solid matrix priming of cabbage seed lots: repair of ageing and increasing seed quality. *Tarım Bilimleri Dergisi* 22(4): 588-595.
- Ermis, S., Oktem, G., Mavi, K., Hay, F. R. and Demir, I. 2022. The radicle emergence test and storage longevity of cucurbit rootstock seed lots. *Seed Science and Technology*, 50(1-2), 1-10.
- Finch-Savage, W.E. 1986. A study of the relationship between seedling characters and rate of germination within a seed lot. *Annals of Applied Biology*, 108, 441-444.
- Finch-Savage, W.E. and McKee, J.M.T. 1990. The influence of seed quality and pre-germination treatment on cauliflower and cabbage transplant production and field growth. *Ann. Appl. Biol.* 116, 365-369.
- Franck, W.J. 1950. Introductory remarks concerning a modified working of the international rules for seed testing on the basis of experience gained after the world war. *Proceeding of the International Seed Testing Association*, 16, 405430.
- Guloksuz, T. and Demir, I. 2012. Vigor tests in *Geranium*, *Salvia*, *Gazania* and *Impatiens* seed lots to estimate seedling emergence in modules. *Prop. Ornamental plants* 12, 133-138.
- Hall, R.D. and Wiesner, L.E. 1990. Relationship between seed vigor tests and field performance of Regar meadow bromegrass. *Crop Science*, 30(5), 967-970.
- Hamman, B., Halmajan, H. and Egli, D.B. 2001. Single seed conductivity and seedling emergence in soybean. *Seed Science and Technology*, 29, 575-586.
- Hampton, J. G., Johnstone, K.A. and Eua-umpon, V. 1992. Ageing vigour tests for mugbean and french bean seed lots. *Seed Science and Technology*, 20, 643-653.

- Hampton J. G., Lungwangwa A.L. and Hill K.A. 1994. The bulk conductivity test for Lotus seed lots. *Seed Science and Technol.* 22, 177-180.
- Hampton, J.G. and TeKrony, D.M. 1995. *Handbook of Vigour Test Methods*. Third Edition. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.
- Hampton, J.G., Cookson, W.R., Grama, A., Rowarth, J.S., McGill, C.R. and Hill, M.J. 2000. Temperature and time variables for accelerated ageing testing of perennial ryegrass seed lots. *Seed Science and Technology*, 28, 861-863.
- Hampton, J. G. 2002. What is seed quality? *Seed science and technology*, 30(1), 1-10.
- Hampton, J.G., Brunton, B.J., Pemberton, G.M. and Rowarth, J.S. 2004. Temperature and time variables for accelerated ageing vigour testing of pea seed. *Seed Science and Technology*, 32, 261-264.
- Hanumaiah, L. and Andrews, C.H. 1973. Effect of seed size in cabbage and turnip on performance of seed, seedling and plant. *Proceeding of the Association of Official Seed Analysts*, 63, 117-125.
- Helmer, J. D., Delouche, J. C. ve Lienhard, M. 1962. Some indices of vigor and deterioration in seed of crimson clover. In *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts*, 52, 154-161.
- Hiltner, L. and Ihssen, G. 1911. Über das schlechte uflaufen und die Auswinterung des Getreides infolge Befalls des Saatgutes durch *Fusarium*. On the poor emergence and overwintering of grain as a result of infestation of the seed with *Fusarium*. *Landirtschaftliches. Jahrbuch für Bayern*, 20-60, 231-278
- Hoppe P. E. 1951. A new technique for incubating seed corn in cold soil for disease tests. *Phytopathology*, 41, 747-751.
- Isley, D. 1957. Vigour tests proc. *Association of Official Seed Analyst*, 3, 1-152.
- ISTA, 1995. *Handbook for vigour test methods* (eds: J. G. Hampton and D. M. TeKrony) 3rd edition. ISTA, Zurich, Switzerland.
- ISTA, 2012. *International Rules for Seed Testing*, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- ISTA, 2016 *International Rules for Seed Testing*, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- ISTA, 2020. *International Rules for Seed Testing*, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- ISTA, 2022. *International Rules for Seed Testing*, Edition International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- Ibrahim, A., TeKrony, D.M. and Egli, D.B. 1993. Accelerated ageing techniques for evaluating sorghum seed vigour. *Journal of Seed Technology*, 17, 29-37.

- Ilbi, H., Powell, A.A. and Alan, O. 2020. Single radicle emergence counts for predicting vigour of marigold (*Tagetes* spp.) seed lots. *Seed Science and Technology*, 48, 381-389.
- Jain, N., Kopar, R. and Saxena, S. 2006. Effect of accelerated ageing on seeds of radish. *Asian Journal of Plant Sciences*, 5(3), 461-464
- Jianhua, Z. and McDonald, M.B. 1996. The saturated salt accelerated aging test for small-seeded crops. *Seed Science and Technology*, 25, 123-131.
- Johnston, D. 2016. ISTA method development needs: A large scale industry perspective. Presentation at the ISTA Congress, Tallinn, 2017.
- Kara S, Benlioğlu B, Güler M, 2014. Türkiye Tahıl Tohumculuğunun Durumu. Türkiye 5. Uluslararası Katılımlı Tohumculuk Kongresi, 19-23 Ekim 2014, Diyarbakır.
- Khajeh-Hosseini, M., Lomholt, A. and Matthews, S. 2009. Mean germination time in the laboratory estimates the relative vigour and field performance of commercial seed lots of maize (*Zea mays* L.) *Seed Sci. Technol.* 37, 446-456.
- Khajeh-Hosseini, M., Nasehzadeh, M. and Matthews 2010. Rate of physiological germination relates to the percentage normal seedling in standard germination tests of naturally aged seed lots of oil seed rape. *Seed Science and Technology*, 38(3), 602-611.
- Khajeh-Hosseini, M. and Rezazadeh, M. 2011. The electrical conductivity of soak-water of chickpea seeds provides a quick test indicative of field emergence. *Seed Science and Technology* 39(3), 692-696.
- Komba, C.G., Brunton, B.J. and Hampton, J.G. 2006. Accelerated ageing vigour testing of kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC) seed. *Seed Science and Technology*, 34, 205-208.
- Korkmaz, A., Özbay, N. and Eser, B. 2004. Assessment of vigor characteristics of processing tomato cultivars by using various vigor tests. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3(2), 181-186.
- Kulan, E. G., Takil, E. D. and Kaya, M. D. 2019. A simple estimation of seed viability and emergence potential in Sugar Beet. *Sugar Tech*, 21, 532-535.
- Kulik, M. M. ve Yaklich, R. W. 1982. Evaluation of Vigor Tests in Soybean Seeds: Relationship of Accelerated Aging, Cold, Sand Bench, and Speed of Germination Test to Field Performance 1. *Crop Science*, 22(4), 766-770.
- Kün, E., Avcı, M., Harmanşah, F., Şahin, İ., Kayımoğlu, S., Duman, R. 1995. Tohumluk Kullanımı ve Üretimi. Türkiye Ziraat Mühendisliği IV. Teknik Kongresi, 9-13 Ocak 1995, Ankara.
- McDonald, T.M., TeKrony, D.M. and Egli, D.B. 1988. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. *Journal of Seed Technology*, 12, 37-53.
- Lovato, A., Noli, E. and Lovato, A. F. S. 2005. The relationship between three cold test temperatures, accelerated ageing test and field emergence of maize seed. *Seed Science and Technology*, 33(1), 249-253.

- Luo, Y., Guan, Y.J., Huang, Y.T., Li, J., Li, Z. and Hu, J. 2015. Single counts of radicle emergence provides an alternative method to test seed vigour in sweet corn. *Seed Science and Technology*, 43, 519-525.
- Luo, Y., Lin, C., Huang, Y.T., Guan, Y.J. and Hu, J. 2017. Single counts of radicle emergence can be used as a fast method to test seed vigour of indica rice. *Seed Science and Technology*, 45,1, 222-229.
- Lv, Y. Y., Wang, Y. R. and Powell, A. A. 2016. Frequent individual counts of radicle emergence and mean just germination time predict seed vigour of *Avena sativa* and *Elymus nutans*. *Seed Science and Technology*, 44, 189-198.
- Lv, Y.Y., He, X.Q., Hu, X.W. and Wang, Y.R. 2017. The Seed Semipermeable Layer and Its Relation to Seed Quality Assessment in Four Grass Species. *Front. Plant Sci.* 8, 1175,1-9.
- Marin, M., Laverack, G., Powell, A. A. ve Matthews, S. 2018. Potential of the electrical conductivity of seed soak water and early counts of radicle emergence to assess seed quality in some native species. *Seed Science and Technology*, 46(1), 71-86.
- Matthews, S. and Bradnock, W. T. 1967. The detection of seed samples of wrinkle-seeded peas (*Pisum sativum* L) of low planting value. *Proceedings of the International Seed Testing Association*, 32, 553-563.
- Matthews, S. and Whitbread, R. 1968. Factors influencing pre-emergence mortality in peas. 1. An association between seed exudates and the incidence of pre-emergence mortality in wrinkle-seeded peas. *Plant Pathol.* 17, 11- 17.
- Matthews, S. 1971. A study of seed lots of peas (*Pisum sativum* L.) differing in predisposition to pre-emergence mortality in soil. *Ann. Appl. Biol.* 68, 177-83.
- Matthews, S. and Rogerson, N.E. 1976. The influence of embryo condition on the leaching of solutes from pea seeds. *Journal of Experimental Botany*, 27, 119-125.
- Matthews, S. 1977. Field emergence and seedling establishment. In *The Physiology of the Garden Pea*, J.F. Sutcliffe and J.S. Pate, eds. (Academic Press, London), p. 83-118.
- Matthews, S. 1980. Controlled deterioration: a new vigour test for crop seeds. In *Seed production*, P. Hebblethwaite ed. (Butterworths, London), p 647-660.
- Matthews, S. and Khajeh Hosseini, M. 2006. Mean germination time as an indicator of emergence performance in soil of seed lots of maize (*Zea mays*). *Seed Science and Technology*, 34(2), 339-347.
- Matthews, S. and Powell, A.A. 2006. Electrical conductivity test: physiological basis and use. *Seed Testing Int.* 131, 32-35.
- Matthews, S. and Khajeh Hosseini, M. 2007. Length of the lag period of germination and metabolic repair explain vigour differences in seed lots of maize (*Zea mays*) *Seed Sci. Technol.* 35, 200-212.
- Matthews, S. Demir, I., Celikkol, T., Kenanoglu, B.B. and Mavi, K. 2009 Vigour tests for cabbage seeds using electrical conductivity and controlled deterioration to

- estimate relative emergence in transplant modules. *Seed Sci. Technol.* 37, 736-746.
- Matthews, S. and Powell, A.A. 2010. Seed viability and vigour. In *Seed Science and Technology*, N.C. Singhal ed. (Kalyani Publishers, New Delhi), p 117-148.
- Matthews, S. Beltrami, E., El-Khadem, R., Khajeh Hosseini, M., Nasehzadeh, M. and Urso, G. 2011. Evidence that time for repair during early germination leads to vigour differences in maize. *Seed Sci. Technol.* 39, 501-509.
- Matthews, S and Powell A.A. 2011. Towards automated single counts of radicle emergence to predict seed and seedling vigour. *Seed Testing Int.* 142, 44-48.
- Matthews, S. ve Powell, A. A. 2012. Towards automated single counts of radicle emergence to predict seed and seedling vigour. *Seed Testing International (ISTA Bulletin)*, 142, 44-48.
- Matthews, S., Wagner, M.-H., Kerr, L., McLaren, G. and Powell, A.A 2012. Automated determination of germination time courses by image capture and early counts of radicle emergence (RE) lead to a new vigour test for winter oilseed rape (*Brassica napus*). *Seed Sci. Technol.* 40, 413-424.
- Matthews, S., Wagner, M. H., Kerr, L. and Powell, A. A. 2018. Potential for early counts of radicle emergence and leakage of electrolytes as quick tests to predict the percentage of normal seedlings. *Seed Science and Technology*, 46(1), 1-18.
- Mavi, K. and Demir, I. 2007a. Controlled deterioration and accelerated aging tests predict relative seedling emergence potential of melon seed lots. *HortScience* 42, 1431-1435.
- Mavi, K. and Demir, I. 2007b. Controlled deterioration and accelerated aging tests to predict seedling emergence of watermelon under stressful conditions and seed longevity. *Seed Sci. Technol.* 35, 445-459.
- Mavi, K. 2009. Kabakgil türlerinde tohum gücü testlerinin kullanımı ve stres koşullarında çıkış ile ilişkileri, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Mavi, K., Demir, I. and Matthews, S. 2010. Mean germination time estimates the relative emergence of seed lots of three cucurbit crops under stress conditions. *Seed Sci. Technol.* 38, 14-25.
- Mavi, K., Mavi, F., Demir, I. and Matthews, S. 2014. Electrical conductivity of seed soak water predicts seedling emergence and seed storage potential in commercial seed lots of radish. *Seed Sci. Technol.* 42, 76-86.
- Mavi, K., Powell, A.A. and Matthews, S. 2016. Rate of radicle emergence and leakage of electrolytes provide quick predictions of percentage normal seedlings in standard germination tests of radish (*Raphanus sativus*). *Seed Sci. Technol.* 44, 393-409.
- McDonald M. B. and Miller, B. 1975. A review and evaluation of seed vigor tests. In *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts* (pp. 109-139). The Association of Official Seed Analysts.

- McDonald, M.B. and Wilson, D.O. 1979. An assessment of the standardization and ability of the rapidly predict soybean germination. *Journal of Seed Technology*, 4, 1-11.
- McDonald, M. B. 1993. The history of seed vigor testing. *Journal of Seed Technology*, 93-100.
- McDonald, M.B. 1994. The history of seed vigor testing. *Journal of Seed Technology*, 17, 93-100.
- McDonald, M. B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technology*, 27, 177-237.
- Mirdad, Z., Powell, A. A. ve Matthews, S. 2006. Prediction of germination in artificially aged seeds of *Brassica* spp. using the bulk conductivity test. *Seed Science and Technology*, 34(2), 273-286.
- Mis, S., Ermis, S., Powell, A. A. and Demir, I. 2022. Radicle emergence (RE) test identifies differences in normal germination percentages (NG) of watermelon, lettuce and carrot seed lots. *Seed Science and Technology*, 50(2), 257-267.
- Moore, R. P. and Goodsell, S. F. 1965. Tetrazolium test for predicting cold test performance of seed corn 1. *Agronomy Journal*, 57(5), 489-491.
- Munamava, M. R., Goggi, A. S. and Pollak, L. 2004. Seed quality of maize inbred lines with different composition and genetic backgrounds. *Crop Science*, 44, 542-548.
- Nascimento, W.M. and Pereira, R.S. 2007. Evaluation of lettuce seed physiological quality under adverse temperatures. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(3), 175-179.
- Noli, E., Casarini, E., Urso, G. ve Conti, S. 2008. Suitability of three vigour test procedures to predict field performance of early sown maize seed. *Seed science and Technology*, 36(1), 168-176.
- Nugraheni, B Pujiasmanto, and Samanhudi, 2023 Testing of rapid vigor method for sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) by using radicle emergence IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1253 012108.
- Oliveira, M.A., Matthews, S. and Powell, A. 1984. The role of split seed coats in determining seed vigour in commercial seed lots of soybean, as measured by the electrical conductivity test. *Seed Science and Technology*, 12, 659- 668.
- Orzeszko-Rywka, A., and Podlaski, S. 2003. The effect of sugar beet seed treatments on their vigour. *Plant Soil and Environment*, 49(6), 249-254.
- Osborne, D.J. 1983. Biochemical control systems operating in the early hours of germination. *Can. J. Bot.* 1, 3568-3577.
- Özden, E., Mavi, K., Sari, E. and Demir, I. 2017. Radicle emergence test predicts longevity (half viability period, p 50) of leek seed lots. *Seed Science and Technology*, 45(1), 243-247.

- Özden, E., Delialioglu, R. A., Hussein, S. and Demir, I. 2017a. Prediction of germination of commercially available seed lots by regression models developed by artificial and natural ageing and electrical conductivity in leek. *Seed Science and Technology* 45:465-474.
- Özden, E. Memis, N. Kapcak, D., Durmus, E. Ozdamar, C. Ozdemir, M. and Demir I. 2017b. Electrical conductivity relates seed germination in Cress. 2nd International Balkan Agriculture Congress 16-18 May 2017. Congress Book, page 476-481 Tekirdağ / Turkey.
- Özden, E., Özdamar, C. and Demir, I. 2018. Radicle emergence test estimates predictions of percentage normal seedlings in standard germination tests of aubergine (*Solanum melongena* L.) seed lots. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici ClujNapoca*, 46(1), 177-182.
- Özden, E., Ermis, S. and Demir, İ. 2019. Evaluation of seed vigour in White coat French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed lots under waterlogged or field capacity conditions. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(4), 1860-1865.
- Özden, E., Memiş, N., Gökdaş, Z., Çatıkkaş, E. and Demir, İ. 2020. Seed vigour evaluation of rocket (*Eruca sativa* Mill.) seed lots. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(3), 1486-1493.
- Özden, E., Memis, N., Kenanoglu, B. B. and Demir, İ. 2021. Vigour Assessment of Dill (*Anethum graveolens* L.) Seed Lots in Relation to Predicting Seedling Emergence Potential. *Journal of Agricultural Sciences*, 27(1), 50-55.
- Panobianco, M. and Marcos-Filho, J. 2001. Accelerated ageing and controlled deterioration of tomato seeds. *Scientia Agricola*, 58(3), 525-531.
- Panobianco, M., Vieira, D. R., Perecin, D. 2007. Electrical conductivity as an indicator of pea seed aging of stored at different temperatures. *Scientia Agricola* 64(2), 119-124.
- Pereira, M. D.; Martins Filho, S. 2012. Suitability of electrical conductivity test for *Solanum sessiliflorum* seeds. *Revista Agrarian*, v.5, n.16, p.93-98
- Perry, D.A. 1973. Interacting effects of seed vigour ve the environment. In W. Heydecker (ed.), *Seed ecology* (pp. 311-323). London: Butterworths.
- Perry, D.A. 1978. Problem of the development and application of vigour tests to vegetable seeds. *Acta Horticulturae*, 83,141-146.
- Perry, D. A. 1980. The concept of seed vigour and its relevance to seed production techniques. *Seed Production*. Ed. P. D. Hebblethwaite, Buttherworhs, London.
- Powell, A.A. and Matthews, S. 1978. The damaging effect of water on dry pea embryos during imbibition. *Journal of Experimental Botany*, 29, 1215-1229.
- Powell, A.A. and Matthews, S. 1984a. Prediction of the storage potential of onion seed under commercial storage conditions. *Seed Sci. Technol.* 12, 641-647.
- Powell, A.A. and Matthews, S. 1984b. Application of the controlled deterioration test to detect seed lots of Brussels sprouts with low potential for storage under commercial conditions. *Seed Sci. Technol.* 12, 649-657.

- Powell, A.A., Oliveira, M. De A. and Matthews, S. 1986. The role of imbibition damage in determining the vigour of White and coloured seed lots of dwarf French Beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Experimental Botany*, 37(178), 716-722.
- Powell, A.A. 1988. Seed vigour and field establishment. *Advances in Research and Technology of Seeds*, 11, 29-61.
- Powell A.A., Thornton, J.M. and Mitchell, J.A. 1991. Vigour differences in Brassica seed and their significance to emergence and seedling variability. *J. Agr. Sci., Camb.* 116, 369- 373.
- Powell, A.A. 2006. Seed vigour and its assessment. In *Handbook of Seed Science and Technology* J.S. Basra ed. The Haworth Press, USA, p. 603-648.
- Powell, A. A. and Matthews, S. 2012. Seed aging/repair hypothesis leads to new testing methods. *Seed Technology*, 15-25.
- Powell, A. A. 2022. Invited Review. *Seed Science and Technology*, 50, 1, Suppl., 45-73.
- Prado, JP., Krzyzanowski, FC., Martins, CC., Vieira, RD. 2019. Physiological potential of soybean seeds and its relationship to electrical conductivity. *Journal of Seed Science*, 41(4):407–415.
- Radke, A. K., Maass, D. W., Pieper, M. S., Xavier, F. M., Martins, A. B. N., Vergara, R. O., Meneghello, G. E. 2018. Electrical conductivity test to evaluate the physiological quality of *Salvia hispanica* L. seeds. *Journal of Agricultural Science*, 10(3), 377-383.
- Ramos, N.P., Flor, E.P.O., Mendonça, E.A.F. and Minami, K. 2004. Accelerated aging of *Eruca sativa* L. seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, 26(1), 98-103.
- Rodo, A.B., Panobianco, M. and Marcos-Filho, J. 2000. Alternative methodology for the accelerated aging test for carrot seeds. *Scientia Agricola*, 57(2), 289-292.
- Rosa, T. D. A., Nadal, A. P., Maldaner, H. R., Soares, V. N., Gadotti, G. I. ve Villela, F. A. 2018. Electrical conductivity and accelerated aging in amaranth (*Amaranthus crueentus* L.) seeds. *Journal of Seed Science*, 40, 44-51.
- Santos, C.M.R., De Menezes, L.N. and Villela, F.A. 2003. Controlled deterioration test to evaluationof vigour in bean seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, 25 (2), 28-35.
- Shinohara, T., Ducournau, S., Matthews, S., Wagner, M.-H. and Powell, A.A. (2021). Early counts of radicle emergence, counted manually and by image analysis, can reveal differences in the production of normal seedlings and the vigour of seed lots of cauliflower. *Seed Science and Technology*, 49, 219-235.
- Silva, J. B., Vieira, R. D., and Panobianco, M. 2006. Accelerated ageing and controlled deterioration in beetroot seeds. *Seed Science and Technology*, 34(2), 265-271.
- Simon, E.W., Raja Harun, R.M. 1972. Leakage during seed imbibition. *Journal of Experimental Botany*, v.23, p.1076-1085.

- Steere, W. C., Levengood, W. C. ve Bondie, J. M. 1981. An electrical analyser for evaluating seed germination and vigour. *Seed Science and Technology*, 9, 567-576.
- Sundstrom, F.J., Armstrong, J.E., Edwards, R.L. and McDowell, B.L. 1986. Relationship between laboratory indices of hot pepper seed vigour and crop greenhouse performance. *Seed Science and Technology*, 14, 705-714.
- Sung, J.M. and Chang, Y.H. 1993. Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. *Seed Science and Technology*, 21, 97-105.
- Şehirali, S. 1989. Tohumluk ve Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Tao, J.K.L. 1978. Effects of soil water holding capacity on the cold test for soybeans. *Crop Science*, 18, 979-982.
- Tao, Q., Sun, J., Zhang, Y., Sun, X., Li, Z. and Zhong, S. 2022. Single count of radicle emergence and mean germination time estimate seed vigour of Chinese milk vetch (*Astragalus sinicus*). *Seed Science and Technology*, 50, 1, 47-59.
- Taylor, A.G., Lee, S.S., Beresnewicz, M.M., Paine, D.H. 1995. Amino acid leakage from aged vegetable seeds. *Seed Science and Technology*, v.23, p.113-122.
- TeKrony, D. M. 1983. Seed vigor testing 1982. *Journal of Seed Technology*, 55-60.
- TeKrony, D. M. 1983. Seed vigor testing 1982. *Journal of Seed Technology*, 55-60.
- TeKrony, D. M., Egli, D. B. ve Wickham, D. A. 1989a. Corn seed vigor effect on notillage field performance. I. Field emergence. *Crop Science*, 29(6), 1523-1528.
- TeKrony, D.M. and Egli, D.B. 1991. Relationship of seed vigor to crop yield: A review. *Crop Science*, 31, 816-822.
- TeKrony, D.M. 2003. Precision is an essential component in seed vigour testing. *Seed Science and Technology*, 31, 435-447.
- TeKrony, D. M., Schande, T., Rucker, M. and Egli, D. B. 2005. Effect of seed shape on corn germination and vigor during warehouse and controlled environmental storage. *Seed Science and Technology* 33, 185-187.
- Thornton, J. M. and Powell, A. A. 1992. Short term aerated hydration for the improvement of seed quality in *Brassica oleracea* L. *Seed Science Research*, 2, 41-49.
- Tomer, R.P.S. and Maguire, J.D. 1990. Seed vigour studies in Wheat. *Seed Science and Technology*, 18, 383-392.
- Torres, S.B. and Marcos-Filho, J. 2005. Physiological potential evaluation in melon seeds. *Seed Science and Technology*, 33, 341-350.
- Venter, A. V. 2000a. What is seed vigour? *Journal of New Seeds*, 2(3), 67-72.
- Venter, A. V. 2000b. Seed vigour testing. *Journal of New Seeds*, 2(4), 51-58.

- Vertucci, C.W. and Leopold, A.C. 1984. Bound water in soybean seed and its relation to respiration and imbibitional damage. *Plant Physiology*, 75, 114-117.
- Vieira, R.D., Marcos-Filho, J. 2020. Teste De Condutividade Elétrica. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R. D.; França-Neto, J.B.; Marcos-Filho, J. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES,. p.333-388.
- Wagner, M., Demilly, D., Ducournau, S., Dürr, C. and Léchappé, J. 2011. Computer vision for monitoring seed germination from dry state to young seedlings. *Seed Test*, 142, 49-51.
- Wagner, M.H., Ducournau, S., Luciani, A. and Léchappé, J. 2012. From knowledge-based research towards accurate and rapid testing of seed quality in winter rape. *Seed Sci. Res.* 22 Supplement S1, S89 – S85.
- Wagner, M.H., Powell, A., Dupont, A., Shinohara, T., Ducournau, S. 2023. Radicle emergence test for cabbage can be assessed using multispectral imaging. *Seed Science and Technology*, 51, 3, 291-296.
- Wang, W.R. and Hampton, J.G. 1989. Red clover seed quality. *Proceeding of the Agronomy Society of New Zealand*, 19, 63-68.
- Wang, W.R. and Hampton, J.G. 1991. Seed vigour and storage in Grassland Pawera red clover. *Plant Varieties and Seeds*, 4, 61-66.
- Wang, Y.R., Hampton, J.G. and Hill, M.J. 1994. Red clover vigour testing-Effects of three test variables. *Seed Science and Technology*, 22, 99-105.
- Wang, Y. R., Yu, L., Nan, Z. B., ve Liu, Y. L. (2004). Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. *Crop science*, 44(2), 535-541.
- Waters, L. ve Blanchette, B. L. 1983. Prediction of sweet corn field emergence by conductivity and cold tests. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 108(5), 778-781.
- Wheeler, T.R and Ellis, R.H. (1991). Seed quality, cotyledon elongation and sub-optimal temperatures and the yield of onion. *Seed Sci. Res.* 1, 157-167.
- Wilson Jr, D. O., Alleyne, J. C., Shafii, B. and Mohan, S. K. 1992. Combining vigor test results for prediction of final stand of shrunken-2 sweet corn seed. *Crop Science*, 32(6), 1496-1502.
- Wilson Jr, D. O. and Trawatha, S. E. 1991. Physiological maturity and vigor in production of 'Florida Staysweet'shrunken-2 sweet corn seed. *Crop Science*, 31(6), 1640-1647.
- Yamauchi, M. and Winn, T. 1996. Rice seed vigor and seedling establishment in anaerobic soil. *Crop Science*, 36(3), 680-686.
- Yan, H. F., Yu, X. D., Jia, W. and Mao, P. S. 2017. Length of the lag period of germination predicts the vigour differences and field emergence potential in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) seed lots. *Seed Science and Technology*, 45(1), 238-242.

- Zhao, G.W. ve Wang. J. H. 2005. Seed vigor test of sweet corn (*Zea mays* L. *saccharata*Sturt) and evaluation of its field survival ability. *Plant PhysiologyCommunications* 41(4), 444-448.
- Zhao, G., Sun, Q. and Wang, J. 2007. Improving seed vigour assessment of super sweet and sugar-enhanced sweet corn (*Zea mays saccharata*). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 35(3), 349-356.

