

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

TATLI MISIRDA (*Zea mays convar. saccharata* L.) TOHUM GÜCÜ
TESTLERİNİN TARLA ÇIKIŞI VE DEPO ÖMRÜNÜN TAHMİNİNDE
KULLANILMASI

Elif ÇATIKKAŞ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2023

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

TATLI MISIRDA (*Zea mays convar. saccharata* L.) TOHUM GÜCÜ TESTLERİNİN TARLA ÇIKIŞI VE DEPO ÖMRÜNÜN TAHMİNİNDE KULLANILMASI

Elif ÇATIKKAŞ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim DEMİR

Bu çalışma, tohum güç testlerinin (standart çimlenme, kökçük çıkış, soğuk test, hızlı yaşlandırma testi, elektriksel iletkenlik testi) iki ayrı ekim döneminde tarla çıkış oranı ve depolama sonrası (12 ay, %9-10 tohum nemi, 20 ± 2 °C sıcaklık) çimlenme ile ilişkisini saptamak amacıyla 8 adet tatlı mısır (*Zea mays* cv. *saccharata*) tohum partisinde yürütülmüştür. KÇ testi 32-79 saat arasında 2 mm'lik kökçük çıkışını, soğuk test 5 °C'de 2 gün ve 4 gün 25 °C'de tutma sonrası toplam ve normal çimlenme, HYT 41 °C'de 72 saat %100 oransal nemde tutulma, Eİ testi ise 40 ml distile suda, 20 tohumu 4 ve 8 saat tutma şeklinde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ST ve HYT testleri sonrası KÇ ve HYT sonrası Eİ testide yapılmıştır. Tohum gücü testleri tarla çıkış oranı ve depolama sonrası çimlenme ile farklı düzeylerde istatistiksel olarak anlamlı seviyede ilişkili bulunmuştur. Hem tarla çıkış oranı hem de depolama çimlenmesi ile en yüksek düzeyde anlamlılık veren tohum gücü testleri soğuk test ve hızlı yaşlandırma testleri olmuştur. Tez sonuçlarına göre STN ($r=0.945$, $P<0.001$), ST+KÇ79 ($r=0.920$, $P<0.01$) ve HYT72 ($r=0.844$, $P<0.01$) tatlı mısırdaki tarla çıkışı ve depolama çimlenmesinin tahmininde en başarılı testler olarak öne çıkmaktadır. KÇ72, KÇ79 ve standart çimlenme testleri, tarla çıkış oranının tahmininde başarılı sonuçlar vermiş olsa da, depolama çimlenmesinde hiçbir örneklerde anlamlı ilişki saptanmamıştır. Eİ testi ise az sayıda anlamlılık vererek göreceli olarak diğer testlere göre daha başarısız bulunmuştur. Sekiz tohum partisinden yapılan çalışmanın daha yüksek sayıda tohum partisinden tekrarlanması testlerin geniş kapsamlı kullanımını tatlı mısır türünde yaygınlaştıracaktır.

Temmuz 2023, 156 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Tohum gücü, kökçük çıkış testi, soğuk test, hızlı yaşlandırma testi, elektriksel iletkenlik, tarla çıkışı, depolama çimlenmesi

ABSTRACT

Ph.D.Thesis

USE OF SEED VIGOUR TESTS TO PREDICT FIELD RADICLE EMERGENCE AND STORAGE LONGEVITY IN SWEET CORN (*Zea mays* convar. *saccharata* L.) SEEDS

Elif ÇATIKKAŞ

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

Supervisor: Prof. Dr. İbrahim DEMİR

This work was carried out to predict field emerge and germination after storage (12 months, 9-10 % seed moisture, 20 ± 2 °C temperature) through seed vigour tests (standard germination, radicle emerge, cold test, accelerated aging test and electrical conductivity) in eight sweet seed lots. RE test was performed by root emergence of 2 mm between 32-79 hours, cold test was performed by total and normal germination after 2 days at 5 °C and 4 days at 25 °C, HYT was performed by keeping at 41 °C for 72 hours at 100% relative humidity, and EC test was performed by keeping 20 seeds in 40 ml distilled water for 4 and 8 hours. Seed vigour tests were found to be statistically significantly associated with field emergence rate and germination after storage at different levels. The seed vigour tests that showed the highest level of significance with both field emergence rate and storage germination were cold test and accelerated aging tests. According to the results of the thesis, CTN ($r=0.945$, $P<0.001$), CT+RE79 ($r=0.920$, $P<0.01$) and AA+RE72 test ($r=0.844$, $P<0.01$) stand out as the most successful tests in predicting field emergence and storage germination in sweet corn. Although the RE72, RE79 and standard germination tests were successful in predicting field emergence rate, no significant relationship was found in any of the samples for germination after storage. The EC test was found to be relatively less successful than the other tests, with few significant results. Repeating the study with eight seed lots with a higher number of seed lots will expand the extensive use of the tests in the sweet corn.

July 2023, 156 pages

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

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Doktora eğitimime başladığım ilk andan itibaren bütün çalışmalarım boyunca özveriyle bilgisini, sabrını ve insani ilgisini esirgemeyen öğrencisi olmaktan büyük onur ve gurur duyduğum tez danışmanım Prof. Dr. İbrahim DEMİR (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi)'e yeni çıkacağım bu yolda, sonsuz desteği için teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım süresince bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşarak, çalışmalarımı izleyen ve bana yol gösteren değerli tez izleme komitesi üyeleri, Prof. Dr. Gölge SARIKAMIŞ (Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü) ve Prof. Dr. Hakan ULUKAN (Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü) hocalarıma çok teşekkür ederim. Tez savunma jürisinde yer alan kıymetli hocalarım Prof. Dr. Kazım MAVİ'ye (Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü) ve Dr. Öğr. Üyesi Burcu Begüm KENANOĞLU'na (Uşak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü) katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışmalarımın yürütüldüğü, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tohum Bilimi ve Laboratuvar ekibinden özverili çalışmaları ile ekip ruhuyla hareket eden başta Neslihan KADIOĞLU, Murat ÜNLÜ ve Elif KÜÇÜK'e teşekkür ederim. Ayrıca çalışmalarımın tarla denemesi kısmını yürütürken olanaklarını paylaşan Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Ermenek Meslek Yüksekokulu idare ve yöneticileriyle, öğrencilerime teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Hayatım her aşamasında beni destekleyen ve doktora çalışmalarım sürecinde beni yüreklendirerek sayısız fedakarlıklar yapan sevgili annem Şadiye ÇATIKKAŞ'a minnettarım.

Doktora tezimi, şuan hayatta olmayan çok değerli babam sayın Hasan ÇATIKKAŞ'a ithaf ediyorum. Nurlar içinde yat babacığım. Seni daima özleyeceğiz...

Elif ÇATIKKAŞ
Ankara, Temmuz 2023

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ	7
2.1 Tohumda Kalite ve Güç Kavramları.....	7
2.2 Tohum Gücü Testlerinin Tarihçesi	9
2.3 Tohum Gücünün Ölçülmesinde Kullanılan Uluslararası Testler.....	11
2.4 Kökçük Çıkış Testi (KÇ)	14
2.5 Soğuk Test (ST)	22
2.6 Hızlı Yaşlandırma Testi (HYT).....	24
2.7 Elektriksel İletkenlik Testi (Eİ)	30
2.8 Mısırdaki Tohum Güç Testleri ile Yapılan Çalışmaların Kaynak Özetleri	37
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	55
3.1 Materyal	55
3.2 Yöntem	57
3.2.1 Tohum partilerinin başlangıç canlılıklarının belirlenmesi	57
3.2.2 Tohum partilerinin nemlerinin belirlenmesi	59
3.2.3 Tohum gücü testleri	60
3.2.3.1 Ortalama çimlenme zamanı testi (OÇZ).....	60
3.2.3.2 Kökçük çıkış testi (KÇ).....	60
3.2.3.3 Soğuk test (ST)	61
3.2.3.4 Hızlı yaşlandırma testi (HYT).....	62
3.2.3.5 Hızlı yaşlandırma testi sonrası elektriksel iletkenlik testi (HYT+Eİ)	64
3.2.3.6 Elektriksel iletkenlik testi (Eİ)	65
3.2.4 Çıkış testleri (TÇÖ).....	67

3.2.4.1 Çıkış denemesinde kullanılan tarlanın toprak özellikleri	67
3.2.4.2 Çıkış denemelerinin aylarına ait iklim verileri	68
3.2.5 Birinci tarla çıkış denemesi (TÇO1)	71
3.2.5.1 Toprak hazırlığı.....	71
3.2.6 İkinci tarla çıkış denemesi (TÇO2).....	75
3.2.7 Tarla denemeleri sonlandırma işlemleri	76
3.2.7.1 Fide yaş ağırlığı (FYA).....	77
3.2.7.2 Fide kuru ağırlık (FKA)	77
3.2.7.3 Fide sürgün uzunluğu (FSU).....	79
3.2.8 Tohum partilerinin depo ömürlerinin belirlenmesi (DEPO).....	80
3.2.9 İstatistiksel analiz ve deneme yöntemi	82
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	84
4.1 Başlangıç Canlılıkları ve Tohum Nemleri	84
4.2 Kökçük Çıkış Testi (KÇ)	85
4.3 Soğuk Test (ST)	86
4.4 Hızlı Yaşlandırma Testi (HYT).....	88
4.5 Hızlı Yaşlandırma Sonrası Elektriksel İletkenlik Testi (HYT+Eİ).....	89
4.6 Elektriksel İletkenlik Testi (Eİ)	90
4.7 Birinci ve İkinci Tarla Çıkış Testi Fide Çıkış Oranları (TÇO1, TÇO2).....	91
4.7.1 Fide kalite parametreleri.....	92
4.7.1.1 Birinci tarla çıkış testine ait fide kalite parametreleri (FYA1, FKA1, FSU1).....	92
4.7.1.2 İkinci tarla çıkış testine ait fide kalite parametreleri (FYA2, FKA2, FSU2).....	93
4.8 Depo Ömrü Testi (DEPOT, DEPON, DEPOOÇZ).....	93
4.9 Birinci Tarla Çıkış Testi ile Güç Testleri Arasındaki Korelasyon Analiz Sonuçları	95
4.10 Birinci Tarla Çıkış Testi ile Yüksek Korelasyon Katsayısı Veren Tohum Gücü Testlerinin Regresyon Eğrileri	100
4.11 İkinci Tarla Çıkış Testi ile Güç Testleri Arasındaki Korelasyon Analiz Sonuçları.....	104
4.12 İkinci Tarla Çıkış Testi ile Yüksek Korelasyon Katsayısı veren Tohum Gücü Testlerinin Regresyon Eğrileri	109
4.13 Depolama Sonrası Çimlenme İle Güç Testleri Arasındaki Korelasyon Analiz Sonuçları.....	114

4.14 Depolama Ömrünün Tahmininde Yüksek Korelasyon Katsayısı Veren Tohum Gücü Testlerinin Regresyon Eğrileri	118
5. TARTIŞMA	122
6. SONUÇ	138
KAYNAKLAR	139
ÖZGEÇMİŞ	154



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat derece
%	Yüzde
cm	Santimetre
g	Gram
ha	Hektar
kg	Kilogram
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
NaCl	Sodyum klorür
R ²	Regresyon katsayısı
r	Korelasyon katsayısı
NaCl	Sodyum klorür
p50	Canlılığın %50'ye düşme süresi
T10	Son çıkışın %10'una kadar geçen süre
µScm ⁻¹ g ⁻¹	mikrosimens santimetre gram
Ki	Başlangıç teorik canlılığı

Kısaltmalar

AOSA	Amerikan Tohum Test Birliği
Eİ	Elektriksel iletkenlik
FKA	Fide kuru ağırlık
FSU	Fide sürgün uzunluğu
FYA	Fide yaş ağırlık
GADA	Glutamik asit testi
HYT	Hızlı yaşlandırma testi
ISTA	Uluslararası Tohum Test Birliği
İOÇZ	İlk ortalama çimlenme zamanı
KÇ	Kökçük çıkış
NÇ	Normal çimlenme
NÇO	Normal çimlenme oranı
OÇZ	Ortalama çimlenme zamanı
SÇ	Standart çimlenme
Uİ	Üniformite indeksi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Tohumun bozulmasının ilerlemesiyle bağlantılı olarak tohum gücü ve çimlenme arasındaki ilişkiler.....	9
Şekil 2.2 Üç ticari mısır tohum partisinin çimlenme ilerleme eğrileri.....	15
Şekil 2.3 Üç mısır tohum partisinin hızlı yaşlandırma (45°C’de 48 saat, 72 saat, 96 saat ve 120 saat) testi ardından çimlenmesi.....	27
Şekil 3.1 Tohum partilerinin başlangıç canlılıklarının belirlenmesi kurulum aşamaları	57
Şekil 3.2 Çimlendirmeye hazır tohum partilerinin poşetlenip çimlendirme kabine (inkübatör) alınması.....	58
Şekil 3.3 Standart çimlenme testi sonrası normal ve anormal fidelerden görünüm.....	58
Şekil 3.4 Tohum nem tayini aşamalarından görüntüler	59
Şekil 3.5 Tohum partilerinin kökçük çıkış testi sayımlarından görüntüler.....	61
Şekil 3.6 Soğuk test uygulama ortamlarından görüntüler.....	62
Şekil 3.7 Soğuk test ardından normal ve anormal fide görüntüleri	62
Şekil 3.8 Hızlı yaşlandırma testi kurulum aşamasından görüntüler.....	63
Şekil 3.9 Hızlı yaşlandırma test ortamından görüntüler.....	64
Şekil 3.10 Hızlı yaşlandırma testi sonrası yapılan işlemlerden görüntüler.....	64
Şekil 3.11 Tohum partilerinin elektriksel iletkenlik testine alınmadan önceki aşamalarından görüntüler	65
Şekil 3.12 Elektriksel iletkenlik testi ölçümünden görüntüler	66
Şekil 3.13 Birinci tarla çıkış denemesi boyunca hava sıcaklıklarındaki günlük maksimum ve minimum sıcaklık değişimleri.....	69
Şekil 3.14 İkinci tarla çıkış denemesi boyunca hava sıcaklıklarındaki günlük maksimum ve minimum sıcaklık değişimleri.....	69
Şekil 3.15 Tarlanın tohum ekimine hazır hale getirilmesinden görüntüler.....	71
Şekil 3.16 Sıraların açılması ve tarlaya tohum ekiminden görüntüler	72
Şekil 3.17 Tarlada günlük sayım ve sulama işlemlerinden görüntüler	73
Şekil 3.18 Mısır fidelerinin tarlada çıkışından görüntüler	74
Şekil 3.19 Tarla çıkış denemesi kurulum aşamasından görüntüler.....	75
Şekil 3.20 Tarla çıkış denemesinin sonlandırılmasına ait görüntüler	76
Şekil 3.21 Fidelerin yaş ağırlıklarının belirlenmesinden görüntüler.....	77
Şekil 3.22 Çıkış testi sonrası fidelerin kuru ağırlıklarının ölçülmesi işlemlerinden görüntüler	78
Şekil 3.23 Mısır fidelerinin kumpas ile boy ölçümünden görüntüler	79
Şekil 3.24 Farklı çeşit mısır fidelerinin sürgün uzunluklarından görüntüler	79
Şekil 3.25 Tohumların depolama testi öncesi, nem dengesinin sağlanması işlemleri	81
Şekil 3.26 Tohumların depolama ömrü testine hazırlanma aşamalarından görüntüler...	82
Şekil 4.1 Tatlı mısır tohum partilerinin STN güç testi ile birinci tarla çıkış testi arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: P<0.05, **: P<0.01, ***: P<0.001) düzeyleri	100

Şekil 4.2 Tatlı mısır tohum partilerinin ST72. saat çimlenmesi ile birinci tarla çıkış testi arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri	101
Şekil 4.3 Tatlı mısır tohum partilerinin ST48 ve ST55. saat çimlenmesi ile birinci tarla çıkış testi (TÇO1) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri	102
Şekil 4.4 Tatlı mısır tohum partilerinde ST79. saat ve STT çimlenmesi ile birinci tarla çıkış testi (TÇO1) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri	102
Şekil 4.5 Tatlı mısır tohum partilerinde kökçük çıkış testi (KÇ72 ve KÇ79) ile birinci tarla çıkışı (TÇO1) ve çıkış hızı (TÇO1OÇZ) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri	103
Şekil 4.6 Tatlı mısır tohum partilerinde toplam çimlenme (TÇ) ve normal çimlenme (NÇ) ile birinci tarla çıkış hızı (TÇO1OÇZ) ve çıkışı (TÇO1) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri	104
Şekil 4.7 Tatlı mısır tohum partilerinde KÇ79. saat çimlenmesi ile ikinci tarla çıkış testi (TÇO2) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri	109
Şekil 4.8 Tatlı mısır tohum partilerinde toplam çimlenme testi (TÇ) ile ikinci tarla çıkış testi (TÇO2) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri	110
Şekil 4.9 Tatlı mısır tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi sonrası toplam ve normal (HYTT ve HYTN) çimlenme ile ikinci tarla çıkış testi (TÇO2) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri	111
Şekil 4.10 Tatlı mısır tohum partilerinde HYT sonrası HYT72 ve HYT79. saat çimlenmesi ile ikinci tarla çıkış testi (TÇO2) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri	111
Şekil 4.11 Tatlı mısır tohum partilerinde kökçük çıkış testi (KÇ55, KÇ72) ile ikinci tarla çıkış testi (TÇO2) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri	112
Şekil 4.12 Tatlı mısır tohum partilerinde KÇ79. saat çimlenmesi ile ikinci tarla çıkış testi (TÇO2) ve çıkış hızı (TÇO2OÇZ) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri	113
Şekil 4.13 Tatlı mısır tohum partilerinde toplam ve normal çimlenme (TÇ ve NÇ) ile ikinci tarla çıkış testi fide yaş ağırlığı ve çıkış hızı (FYA2, TÇO2OÇZ) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri	114

Şekil 4.14 Tatlı mısır tohum partilerinde STN ile depolama sonrası toplam çimlenme (DEPOT, %) ve normal çimlenme (DEPON, %) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri	119
Şekil 4.15 Tatlı mısır tohum partilerinde soğuk test sonrası 48 ve 55. saat (ST48 ve ST55) çimlenmesi ile depolama sonrası toplam çimlenme (DEPOT, %) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri	119
Şekil 4.16 Tatlı mısır tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi sonrası 32 ve 48. saat (HYT32 ve HYT48) çimlenmesi depolama sonrası normal çimlenme (DEPON) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri	120
Şekil 4.17 Tatlı mısır tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi sonrası 32 ve 48. saat (HYT32 ve HYT48) çimlenmesi ile depolama sonrası toplam çimlenme (DEPOT) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri	120
Şekil 4.18 Tatlı mısır tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi sonrası çimlenme hızı (HYTOÇZ) ile depolama sonrası normal çimlenme (DEPON) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri	121

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Tahıllar ve diğer ürünler ekim alanı (dekar)	2
Çizelge 1.2 Tahıllar ve diğer türlerin son 5 yıllık üretimi miktarları (ton)	3
Çizelge 1.3 Tatlı mısırın (90 g) besin içerik miktarları.....	4
Çizelge 2.1 Çeşitli türlerin hızlı yaşlandırma süre, sıcaklık test koşuluna ait örnekler.....	26
Çizelge 2.2 Soya fasulyesi, Phaseolus vulgaris ve uzun çin fasulye (<i>Vigna sesquipedalis</i>) nin Eİ testi ile tarla çıkışı arasındaki korelasyon katsayıları	33
Çizelge 3.1 Çalışma içerisinde gerçekleştirilen güç, çıkış ve depolama ömrü testlerine ait çalışma takvimi.....	55
Çizelge 3.2 Çalışmada kullanılacak olan 11 tatlı mısır tohum partisinin üretim yılları, toplam çimlenmesi ve materyal tipi.....	56
Çizelge 3.3 2022 yılı çıkış denemesinin yapılacağı tarlanın toprak özellikleri	67
Çizelge 3.4 Karaman ili, Ermenek ilçesi 2022 yılı tarla çıkış denemesi dönemi hava sıcaklık verileri	68
Çizelge 3.5 Karaman ili, Ermenek ilçesi 2022 yılı tarla çıkış denemesi dönemi yağış verileri.....	70
Çizelge 3.6 Karaman ili, Ermenek ilçesi 2022 yılı tarla çıkış denemesi dönemi rüzgar hızı ve yönü verileri	70
Çizelge 4.1 Tatlı mısır tohum partilerinin toplam çimlenme oranları (TÇ, %) ve nemlerindeki (%) değişim.....	84
Çizelge 4.2 Tatlı mısır tohum partilerinin normal çimlenme oranı (NÇ, %), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün), 100 tohum ağırlıkları (g/100 adet) ve fungusit uygulaması	85
Çizelge 4.3 Tatlı mısır tohum partilerinin kökçük çıkış (KÇ) oranları (%).....	86
Çizelge 4.4 Tatlı mısır tohum partilerinin soğuk test uygulaması sonrasında ST32, ST48, ST55, ST72, ST79. saat kökçük çıkış oranları (%) ile toplam (STT), normal (STN) çimlenme oranları ve ortalama çimlenme zamanı (STOÇZ, gün) değerleri	87
Çizelge 4.5 Tatlı mısır tohum partilerinin 41 °C de 72 saat hızlı yaşlandırma testi sonrası HYT32, HYT48, HYT55, HYT72, HYT79, HYTT ve HYTN çimlenme oranları (%) ve HYTOÇZ (gün) değerleri	88
Çizelge 4.6 Tatlı mısır tohum partilerinin 41 °C’de 72 saat süre ile hızlı yaşlandırma işlemi sonrasında nemlerindeki değişim (%).....	89
Çizelge 4.7 Tatlı mısır tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi sonrası 4. ve (HYT+Eİ4) 8. saat (HYT+Eİ8) elektriksel iletkenlik değerleri (μScm-1g-1).....	90
Çizelge 4.8 Tatlı mısır tohum partilerinin 4. ve 8. saat elektriksel iletkenlik değerleri (μScm-1g-1).....	90

Çizelge 4.9 Tatlı mısır tohum partilerinin birinci ve ikinci tarla fide çıkış oranları (TÇO1, TÇO2), (%) ve ortalama çıkış zamanları (TÇO1OÇZ, TÇO2OÇZ)	91
Çizelge 4.10 Birinci tarla çıkış testi fide yaş ağırlığı (FYA1), fide kuru ağırlığı (FKA1) ve fide sürgün uzunluğu (FSU1) değerleri.....	92
Çizelge 4.11 İkinci tarla çıkış testi fide yaş ağırlığı (FYA2), fide kuru ağırlığı (FKA2) ve fide sürgün uzunluğu (FSU2) değerleri.....	93
Çizelge 4.12 Tatlı mısır tohum partilerinin 3 gün doymuş NaCl eriyiğinin sağladığı doymuş tuz solüsyonunda bekletme sonrasında % nem değerleri	94
Çizelge 4.13 Tatlı mısır tohum partilerinin 12 aylık depolama sonrasında 48,55, 72, 79, 103. saat çimlenme değerleri (%) ile toplam (DEPOT), normal (DEPON) çimlenme oranları ve depo sonrası ortalama çimlenme zamanları (DEPOOÇZ, gün).....	95
Çizelge 4.14 Tatlı mısır tohum partilerinde birinci tarla çıkış testi ile güç testleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	98
Çizelge 4.15 Tatlı mısır tohum partilerinin birinci tarla çıkış oranları ile güç testleri arasındaki korelasyon değerlerinin istatistiksel değerlendirme özetleri	99
Çizelge 4.16 Tatlı mısır tohum partilerinde ikinci tarla çıkış testi ile güç testleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	107
Çizelge 4.17 Tatlı mısır tohum partilerinin ikinci tarla çıkış oranları ile güç testleri arasındaki korelasyon değerlerinin istatistiksel değerlendirme özetleri ..	108
Çizelge 4.18 Tatlı mısır tohum partilerinin depolama sonrası toplam (DEPOT, %), normal (DEPON, %) çimlenme oranları, depolama sonrası ortalama çimlenme zamanı (DEPOOÇZ, gün) ve güç testleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	116
Çizelge 4.19 Tatlı mısır tohum partilerinin depolama sonrası çimlenme oranları ile güç testleri arasındaki korelasyon değerlerinin istatistiksel değerlendirme özetleri	117
Çizelge 5.1 Birinci ve ikinci tarla çıkış testleri (fide çıkış oranı) ile farklı güç testleri arasındaki korelasyon değerlerinin istatistiksel anlamlılık değerlendirmesi	130
Çizelge 5.2 Farklı güç testleri ile depolama sonrası çimlenme arasındaki korelasyon değerlerinin istatistiksel anlamlılık değerlendirmesi	135

1. GİRİŞ

Mısır (*Zea mays* L.) buğdaygiller (Poaceae=Gramineae) familyasına ait olup Dünya’da ve Türkiye’de geniş alanlarda üretimi yapılmaktadır. Yazlık ve tek yıllık bir bitkidir. Mısır bitkisinin anavatanı aynı zamanda gen merkezi Orta Amerika’da Meksika-Guatemala olup oradan diğer kıtalara yayılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri’nde yapılan araştırmalarda 5 bin yıllık mısır kalıntıları bulunmuştur. Meksika’da 1954 yılında yapılan kazı çalışmalarında ise 7 bin yıllık mısır çiçek tozlarına rastlanılmıştır (Geçit vd. 2009). 1492 yılında, Christopher Columbus’un, Amerika’yı keşfinden sonra mısır bitkisi Dünyaya yayılmaya başlamıştır. Kültürü yapılan mısırın İspanya’ya 1493 yılında Columbus ve arkadaşları tarafından getirildiği, İspanya’dan Asya kıtasına 15. yy.’da Kuzey Afrika yoluyla geldiği oradan da Afrika’ya Portekizliler sayesinde 16. yy.’da getirildiği en son olarak da Uzak Doğu’ya (Hindistan ve Çin gibi) götürüldüğü düşünülmektedir. Türkiye’ye bitkinin Kuzey Afrika üzerinden geldiği Mısır’dan ülkemize girdiği içinde bitkiye mısır denildiği ifade edilmektedir. Günümüzde mısır bitkisi, Ekvator’dan itibaren kuzeyde Baltık Denizi’ne kadar (56° kuzey ve 43° güney enlemleri arasında rakımı 4000 m yüksekliğe kadar) tüm Dünya’ya yayılmıştır (Gençkan 1983).

Mısır, zengin besin maddesi içeriğinden dolayı yaygın kullanılan bir bitki olup birçok endüstriye hammadde sağlamaktadır. Dünya genelinde günlük kalori ihtiyacının %11’ini karşılayabilen mısırın birçok kullanım alanı bulunmaktadır (Kırtok 1998). Bunlar taze tüketim, konserve, yağ, çerez, cips, nişasta, şekerleme, bebek mamaları, salata sosları ve hayvan yemi gibi alanlardır. Ayrıca mısırın özel kullanım alanları içerisinde yağ ve tatlandırıcı sektörü ile biyoyakıt ve biyoetanol üretimi de bulunmaktadır (Öztürk vd. 2019).

Mısır bitkisi, Türkiye’de genel olarak tüm bölgelerde yetişebilmektedir. Sıcaklık, nem ve yağışın fazla olduğu Kuzey bölgelerde mısır tarımı yoğun olarak gerçekleştirilmektedir. Ayrıca yüksek sıcaklığa sahip olan Güney bölgelerde de tarımı oldukça yoğun olmaktadır. Hibrit mısır tohum çeşitlerinin ülkemize girmesi ve tarımsal mekanizasyonla

beraber 1980’li yıllardan itibaren yetiştiriciliğinin artmasıyla birlikte üretim miktarı da yükselmiştir (Yıldırım ve Öner 2020).

Mısır, Dünya genelinde buğday (*Triticum* spp.) ve çeltik (*Oryza* spp.) ile beraber en fazla üretimi yapılan tahıllardan bir tanesidir. 2020 yılı verilerine göre; Dünya mısır (tane) ekim alanı 202 milyon hektar, üretim miktarı 1.162 milyon ton, ortalama verim ise hektara 5755 kg olmuştur. Tatlı mısırın ise Dünya’da ekim alanı 1.01 milyon ha, üretim miktarı 8.7 milyon ton, verim ise hektara 86295 kg olarak gerçekleşmiştir (Anonymous 2023).

Ülkemizde tahıllar ve diğer ürünler içerisinde mısır bitkisinin ekim alanı Çizelge 1.1’de görülmektedir. Ekim alanı verilerine bakılacak olursa bitki 2021 yılından itibaren son 5 yılda buğday, arpa ve ayçiçeğinin arkasından 4. sıradadır.

Çizelge 1.1 Tahıllar ve diğer ürünler ekim alanı (dekar) (Anonim 2023)

Yıllar	Ekilen alan (dekar)					
	Buğday	Arpa	Mısır	Ayçiçeği	Pamuk	Şekerpancarı
2017	76 688 785	24 247 372	6 390 844	7 796 217	5 018 534	3 392 742
2018	72 992 701	26 119 403	5 919 003	7 344 651	5 186 342	2 921 044
2019	68 463 271	28 690 715	6 388 287	7 526 318	4 778 681	3 137 891
2020	69 222 364	30 971 625	6 916 324	7 288 528	3 592 200	3 381 078
2021	67 446 655	31 691 005	7 582 370	9 011 531	4 322 790	3 054 051

Ülkemizde tahıllar içerisinde mısırın 2021 yılı toplam üretim miktarı 6 750 000 ton olmuştur. Bu üretim miktarı ile tahıllar ve diğer ürün grupları içerisinde buğday ve şeker pancarı (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris*) nın arkasından gelerek üçüncü sırada yer almıştır (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2 Tahıllar ve diğer türlerin son 5 yıllık üretimi miktarları (ton) (Anonim 2023)

Yıllar	Üretim miktarları (ton)					
	Buğday	Arpa	Mısır	Ayçiçeği	Pamuk	Şekerpancarı
2017	21 500 000	7 100 000	5 900 000	1 964 385	2 450 000	21 149 020
2018	20 000 000	7 000 000	5 700 000	1 949 229	2 570 000	17 436 100
2019	19 000 000	7 600 000	6 000 000	2 100 000	2 200 000	18 054 320
2020	20 500 000	8 300 000	6 500 000	2 067 004	1 773 646	23 025 738
2021	17 650 000	5 750 000	6 750 000	2 415 000	2 250 000	17 767 085

Dünya’da mısırın (tane) ticaret hacmi ihracat 40.5 milyar dolar (192.8 milyon ton), ithalat 36.7 milyar dolar (185.1milyon ton) olup, ton başına tane mısır fiyatı 210-225 dolar arasında değişim göstermektedir. Türkiye mısır ticaret hacmi ihracat 121 milyon dolar (404.8 bin ton), ithalat 485 milyon dolar (2.3 milyon ton) olup, mısır fiyatı ton başına 205-220 dolar arasında değişim göstermektedir (Anonymous 2020).

Mısır bitkisi, farklı araştırmacılara göre alttür veya varyete olarak kabul edilmekte ve 7 gruba ayrılmaktadır. Bunlar; *Zea mays convar. saccharata* Sturt. (Şeker mısır), *Zea mays convar evarta* Sturt. (Cin mısır), *Zea mays convar indendata* Sturt. (Atdışi mısır), *Zea mays convar indurata* Sturt. (Sert mısır), *Zea mays convar amylacea* Sturt. (Unlu mısır), *Zea mays convar tunicata* Sturt. (Kavuzlu mısır) ve *Zea mays convar ceratina* Kulesch. (Mumlu mısır)’dır (Kırtok 1998).

Tatlı mısırın, Perulu’ların “Chuspillo” yada “Chullpi” ismini verdikleri mısır varyetesinden mutasyon sonucu meydana geldiği düşünülmektedir (Dickerson 1996). Ülkemize ise 1930 yılından itibaren girmiştir. Tatlı mısırdaki bulunan *su*, *sh-2* ve *se* genleri endospermde şekerin nişastaya dönüşümünü engellemekte ve daha tatlı olmalarını sağlamaktadır (Koçak 1987). Tatlı mısır tanelerinin içerdikleri kimyasal bileşim ile diğer mısır türlerinden ayrılmaktadır. Tatlı mısır içeriğindeki temel özelliği olan şeker varyasyonlarının yanı sıra tanelerinde; %2.1-4.5 protein, %1.1-2.7 yağ, %3-20 nişasta, %0.9-2 selüloz, az miktarda A, B6, C, K vitamini ayrıca selenyum, bakır, nikel krom ve mineral bileşiklerini içermektedir. Suda çözünen polisakkaritlerin yüksek içeriğinden

dolayı diğer mısırlardan daha lezzetlidir (Lee vd. 1981). Ayrıca 90 gram tatlı mısır tanesinin besin içeriği çizelge 1.3'deki gibi gerçekleşmektedir.

Çizelge 1.3 Tatlı mısırın (90 g) besin içerik miktarları (Anonymous 2015)

İçerik	Miktar	İçerik	Miktar
Kalori	85 kcal	Kalsiyum	2.67 mg
Toplam karbonhidrat	18.67 g	Çinko	0.55 mg
Protein	3.04 g	Magnezyum	23.14 mg
Şeker	4 g	Fosfor	68.53 mg
Vitamin A	234.07 IU	Potasyum	194.02 mg
Vitamin C	4.90 mg	Sodyum	0.89 mg
Vitamin B6	0.124 mg	Demir	0.40 mg
Vitamin K	0.36 mcg	Bakır	0.04 mg
Folik asit	20.5 mg	Manganez	0.15 mg
Riboflavin	0.051 mg	Kolin	25.90 mg
Thiamin	0.083 mg	Selenyum	0.18 mcg

Tatlı mısır taneleri, süt olumu aşamasında %25'den fazla şeker içeriğine sahip olmaktadır. Tatlı mısırın tatlılığı, endospermde bulunan şekerin nişastaya dönüşmesini kontrol eden *su* (şekerli) genindeki spontan bir mutasyondan kaynaklanmaktadır. Günümüzde bu resesif mutasyonları içeren tatlı mısır çeşit ve melezleri geliştirilmektedir. Tatlı mısırın endospermdeki şeker içeriğine bağlı olarak yaygın bilinen üç tip çeşidi bulunmaktadır. Ayrıca çok fazla bilinmeyen 2 çeşit daha vardır. Bunlar; *su-1* tipi (şekerli) çeşit, *se* tipi (şeker içeriği artırılmış) çeşit ve *sh-2* tipi (çok tatlı) çeşitlerdir. Sinerjistik çeşit ve şekeri artırılmış süper tatlı çeşit çok fazla tanınmadığı için üretimi diğerlerine göre daha az olmaktadır (Lerner ve Dana 2007).

Normal tatlı mısır çeşitleri, şekerli gen olan *su-1*'i taşımaktadırlar. Bu tip mısırların süt olum döneminde içeriğinde %5 ile %6 oranında şeker bulunmaktadır. *Su-1* geni, gelişmekte olan mısır tanelerinin şeker miktarını artırsa da dezavantajı, şekerin çok hızlı bir şekilde nişastaya dönüşmesidir. Normal tatlı mısır çeşitleri, dondurma ve konserve sanayisi için daha çok tavsiye edilmektedir (Carey vd. 1982). *Se* tipi çeşitler (şekeri geliştirilmiş), sahip oldukları gen sayesinde, çekirdeklerindeki şeker içeriği ve yumuşaklığı artmaktadır. Bu tip mısırlarda; *se* geni, *su-1* geni ile beraber çalışmaktadır. Heterozigot melezleri *se* geninin sadece bir kopyasını taşıyarak %25 şekerle

zenginleştirilmiş, %75 normal tatlı mısırlardır. Homozigot hibritlerinde *se* geninin iki kopyası olduğu için %100 *se* genini çekirdeklerinde taşımaktadırlar. *Se* tipi çeşitlerde, şeker oranı %6 ile %8 arasında değişmektedir. *Sh-2* tipi (süper tatlı) çeşitler; şekeri çok yavaş bir şekilde nişastaya dönüştüren *sh-2* genini taşıdıkları için tatlılıklarını daha uzun süre korumaktadırlar. *Sh-2* tipi mısırlar, %8 ile %12 arasında şeker oranı ile diğer şeker mısır tiplerinden daha fazla şeker içermektedirler. *Sh-2* tipinde şekerin nişastaya dönüşümü yavaş olduğu için raf ömrü uzun olmakta ve taze olarak tüketime daha uygun olmaktadır. Sinerjik çeşitler; *su-1*, *sh-2* ve *se* genlerinin bir veya iki kopyasına sahip melezlerdir. *Se* ve *sh-2*'nin birleşik etkileri sayesinde, yumuşak taneler ile çok yüksek şeker içeriğine sahip olmaktadır. Baskın *Sh-2* genine sahip oldukları için bu tatlı mısır çeşitleri süper tatlı çeşitlerden izole edilmesi gerekmektedir. Şekeri artırılmış süper tatlı melezler; *Su-1*, *se* ve *sh-2* genini taşımaktadırlar. Bu melezlerin mısırları %100 yumuşak süper tatlı tanelere sahip oldukları için normal süper tatlı mısırdan daha yumuşaktırlar (Singh vd. 2014).

Şeker mısırın günümüzde tercih edilmesinin temel nedeni şeker oranının fazla olması sebebiyle taze olarak tüketimde daha lezzetli bulunmasıdır. Ayrıca embriyosunun büyüklüğünden dolayı yağ ve protein oranı fazla olması sebebiyle de besleyiciliği oldukça yüksektir (Sade 2002).

Mısır (*Zea mays* L.) veriminin artırılması, temel gıda ürünü olarak önemi nedeniyle çoğu gelişmekte olan ülkenin ana hedefi haline gelmiştir. Yetiştiricilerin tohumla gerçekleştirdikleri ekimlerde çeşitli kültürel işlemler, çevre koşulları ya da başlangıç materyali olan tohumdan kaynaklanan sebeplerle tarla çıkışında görülen düzensizlikler ve gecikmeler arzu edilen bitki popülasyonunu elde etmeyi güçleştirmektedir. Düzensiz çıkışlar birim alandaki bitki sayısını düşürerek verimi etkilemektedir. Düşük güçlü tohum partilerinde bu daha fazla öne çıkmaktadır. Bu nedenlerle özellikle tohumdan kaynaklı durumlardan dolayı kalitesini ve gücünü bilmek devreye girmektedir.

Zayıf çıkış ve fide gücü, *shunken-2* endospermli birçok tatlı mısır (*Zea mays* L.) çeşidinin ortak özelliğidir. *Sh-2* lokusunda resesif bir allelden dolayı *sh-2* tatlı mısırı yüksek sakkaroz içeriğine sahiptir (Laughnan 1953). Süper tatlı (*sh-2*) endosperm tipik olarak,

yabani tip endosperm nişastasının sadece %25'ini biriktirmektedir, bu da küçük, çökmüş, çok kolay hasar görebilen ve toprak kaynaklı patojenlere duyarlı olan bir tohum yapısı ile sonuçlanmaktadır. Aynı zamanda yüksek sakkaroz içeriği, mantarlar için substrat görevi de görmektedir (Halfon-Meiri ve Solel 1990). Zayıf tohum gücü ve sporadik fide hastalığı, uzun mesafeli nakliye için tercih edilen *sh-2* hibrit çeşitlerinin kabulünü sınırlandırmaktadır. Bu nedenle *Sh-2* genli tatlı mısırların, çıkış gücünü tahmin etmekte kullanılan testlerin standardizasyonu, hem tohumun kalite kontrolü açısından hem de iyileştirilmiş tohum kalitesine sahip hibritlerin ıslahıyla ilişkili özellikler açısından oldukça önemli olmaktadır. Özellikle toprak koşullarının serin ve soğuk olduğu dönemlerde yapılan mısır ekimlerinde, tohum kalitesine bağlı olarak çıkışlarda ciddi düşüşler meydana gelmektedir (Matthews vd. 2010). Bu düşüşlerin standart çimlenme testleriyle ilişkilendirilmesi çoğu zaman olanaklı olmamaktadır (Matthews vd. 2018). Tatlı mısır çeşitlerinde bu düşüşlerin çok daha önemli olduğunu tahmin edilmektedir.

Mısırdaki kullanılan ve çıkış ile tohum depo ömrünün tahmininde yararlı olan güç testlerinin başında soğuk test, elektriksel iletkenlik testi ve hızlı yaşlandırma testi gelmektedir (Martin vd. 1988, Wilson vd. 1992, Davidson vd. 1994, Shah vd. 2002, Lovato vd. 2005, TeKrony vd. 2005, Matthews ve Khajeh Hosseini 2006, 2007, Noli vd. 2008). Belirtilen test sonuçları ile tarla çıkış performansı ve depolama sonrası çimlenme oranında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler saptanmıştır. Ayrıca son yıllarda kökçük çıkış testi (KÇ) de mısırdaki kullanılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır (Khajeh Hosseini vd. 2009, Matthews vd. 2010, 2011a, b, Luo vd. 2015). Benzer çalışmalar tatlı mısır tohum partilerinde yapılmış olsa da bu mısır gurubunda detaylı bir çalışmanın eksik olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca güç testlerinin hem tekli hem de ikili kombinasyonlarının uygulanmasına nadiren rastlanılmaktadır. Tohum gücü farklı tohum kalite faktörlerinin bir arada olması gerekli olduğundan tohum gücü testlerinin kombine kullanımı daha doğru değerlendirmeye olanak verebilir. Bu çalışmada kökçük çıkışı, soğuk test, hızlı yaşlandırma testi, elektriksel iletkenlik testi ve bunların ikili kombinasyonlarının tarla çıkış performansı ve depolamadan sonra çimlenme oranı ile ilişkisi araştırılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Tohumda Kalite ve Güç Kavramları

Tohum kalitesinin oluşumunda etkili olan özellikler şunlardır: tohumun gücü, canlılığı, safiyeti (genetik ve fiziksel) ve tohum sağlığıdır (Venter 2000a). Kalitesi yüksek bir tohum partisinin, fiziksel olarak yabancı materyallerden arı olması, çeşidin adına doğru olması, herhangi bir patojenle bulaşık olmaması ve yüksek bir canlılığa sahip olması gerekmektedir. Bu durumda tohumun gücüyle doğru orantılıdır. Tohum kalitesinin belirlenmesinde kullanılan en önemli değişkenlerden birisi tohumun canlılığıdır. Tohumun kalitesi, genetik, fizyolojik ve fiziksel özelliklerinin tamamını içeren genel bir terimdir ve çeşidin potansiyeli ile ilişkili olarak ürün performansı ve verimini belirlemektedir. Tohumun kalitesinin belirlenmesinde; genetik ve fiziksel safiyet, 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). Hampton (2002), tohum kalitesini; tohumun ekim veya depolama performansını belirleyen, bazı karakter veya niteliklerin mükemmellik derecesi olarak nitelendirmiştir.

Yüksek çimlenme yeteneğine sahip tohum partilerinde, kalite farklılıkları belirlenirken standart çimlenme testinin yeterince hassas olmadığı belirlenmiştir. Tohum kalitesinin önemli bir bileşeni olan tohum gücünün bu farklılıklara neden olduğu bilinmektedir (Sivritepe 2012). Tohum gücü kavramı, 1950 yılında Uluslararası Tohum Test Birliği (ISTA) tarafından kullanılmaya başlanmıştır.

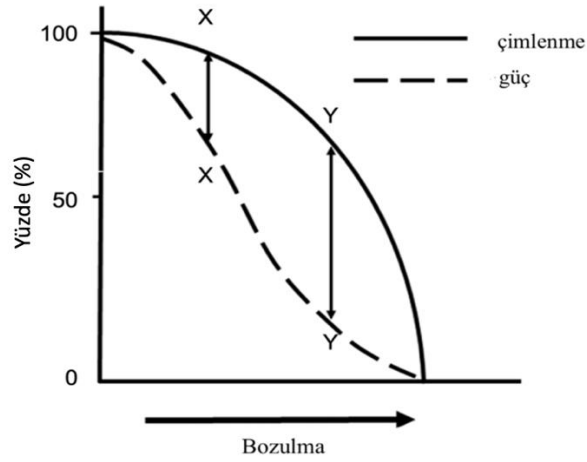
Tohum kalitesinin güvenilir bir şekilde belirlenmesi, tohum alıcı ve satıcılarının, kullanım gereksinimlerine bağlı olarak kalite standartlarını belirleyebilecekleri anlamına gelmektedir. Ancak kullanıcıların gereksinimleri, tohumun türüne ve kullanım amacına bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, arpa (*Hordeum vulgare* L.) gibi küçük tohumlu tahıllarda, bitkiler tarafından telafi edici büyüme nedeniyle, çıkıştaki küçük farklılıkların verim üzerinde çok az etkisi bulunmaktadır. Buna karşılık, kardeşlenme göstermeyen geniş aralıklı olarak ekilen tahıl olan mısırdaki (*Zea mays* L.) ise çimlenme ve

ıkış eksikliğinden kaynaklanan üründeki boşluklar, verim üzerinde belirgin bir etkiye neden olmaktadır (Powel ve Matthews 2012).

Tohum gücü testlerinin temel amacı, tohumun ekimden sonra veya depolama sırasında iyi performans gösterme olasılığı daha yüksek olan tohum partilerini belirlemek, ticari değeri yüksek olan, çoğunlukla benzer çimlenme yüzdesine sahip tohum partileri arasındaki fizyolojik potansiyeldeki önemli farklılıkların kesin bir şekilde tanımlanmasını sağlamaktır.

Bu nedenle, etkili bir gücü testinin, canlılık testleri tarafından tespit edilemeyen fizyolojik potansiyeldeki farklılıklara karşı yüksek duyarlılığa sahip ve tohum partilerini performans potansiyellerine göre sıralayabilmesi gerekmektedir. Yüksek ve düşük gcl tohum partilerini, tarla fide çıkışıyla karşılaştırabilir bir şekilde belirlemesi gerekmektedir.

Tohumun bozulması ilerledikçe gücü ile çimlenme kayıpları arasındaki ilişki şekil 2.1’de sunulmuştur. şekil 2.1’e göre, X ve Y noktaları, farklı tohum partilerine karşılık gelmekte ve bozulma ilerledikçe çimlenme ile gücü arasındaki artan fark görülmektedir (Delouche ve Caldwell 1960). Daha az bozulmuş, yüksek kaliteli bir tohum partisi (X), imlenme ve gücü testlerinin sonuçlarında nispeten küçük bir fark göstermektedir. Bununla birlikte, daha yüksek bozulma düzeyine sahip daha düşük fizyolojik kalitedeki bir tohum partisi (Y), optimum koşullar altında daha yüksek çimlenmeye sahip olmasına rağmen son derece düşük bir güce sahip olmaktadır. Bu nedenle, test sonuçlarının doğru yorumlanması, daha iyi tohum partilerinin seçilmesine, gerekli tohum miktarının ve ekim sırasında dağılımının belirlenmesine ve çeşitli tarla koşullarında olası ticari başarının tahmin edilmesine olanak sağlayan bilgiler sağlamaktadır (Marcos-Filho 2015).



Şekil 2.1 Tohumun bozulmasının ilerlemesiyle bağlantılı olarak tohum gücü ve çimlenme arasındaki ilişkiler (Marcos-Filho 2015)

2.2 Tohum Gücü Testlerinin Tarihçesi

Tohum gücü testleri, standart çimlenme testinin gelişimi ile başlamıştır. Tohum yasası ilk kez 1816 yılında İsviçre'nin Bern şehrinde kabul edilmiştir. Yonca (*Medicago sativa*) tohumu satıcıları ürünü küçük taşlarla karıştırdıkları için yasa gerekli olmuştur. 1869 yılında Frederick Nobbe, Almanya'nın Tharandt şehrindeki ilk tohum test laboratuvarını kurmuştur. Bindokuzyüzonbir yılında Hiltner ve Ihssen, aynı tohum partisinde zayıf tohumlardan elde edilen fidelere kıyasla daha uzun köklü fideler meydana getiren güçlü tohumları vurgulamak için çimlenmekte olan fidelerin “itici gücü” ve “sürgün gücü” anlamına gelen “triebkraft” terimini kullanmışlardır. Bu öncü çabalar E. H. Jenkins tarafından 1876'da Amerika Birleşik Devletleri'nde bulunan ilk tohum test laboratuvarının kurulmasının ve 1917'de ilk “Tohum Test Kuralları”nın yazılmasını sağlamıştır. İlk dönemlerde tohum kalitesinin ölçülmemiş bileşenlerini belirlemek oldukça zor olmaktaydı. Bunun üzerine 1950'de Franck, ISTA Biyokimyasal ve Fide Gücü Komitesi'ni kurarak iki ana hedef belirlemiştir. Bunlardan birincisi tohum gücünü tanımlamak, ikincisi ise standartlaştırılmış güç test yöntemlerini geliştirmek olmuştur (McDonald 1993).

1957 yılında tohum gücünü Isley, olumsuz tarla koşullarında normal çıkışa sahip olan tohumların, tarlaya ekilen tüm tohumlara oranı olarak ifade etmiştir.

ISTA tarafından tohum gücü; “Çeşitli ortamlarda, yüksek oranda çimlenebilen bir tohum partisinin fizyolojik bozulma derecesinin ve/veya mekanik bütünlüğünün bir indeksidir” şeklinde tanımlanmıştır.

Kuzey Amerika’da bulunan Resmi Tohum Analistleri Birliği ise tohum gücünü “Çok çeşitli tarla koşullarında normal fidelerin hızlı, uniform ortaya çıkma ve gelişme potansiyelini belirleyen tohum özellikleri” olarak ifade etmiştir.

Her iki tanımlamadan da anlaşıldığı gibi tohum gücü “belirsiz bir indeks” veya “tohum özellikleri” olarak adlandırılmıştır. Bunun nedeni ise tohum gücünün (çimlenme gibi) tek, ölçülebilir bir özellik olmadığıdır. Pek çok fizyolojik ve biyokimyasal faktör, karmaşık etkileşimleriyle, tohum gücüne katkıda bulunmaktadırlar. Tohum gücünün pratikte gördüğümüz sonuçları ise tarla performansı ve depolama üzerinde etkili olmaktadır. Tohum gücü ne kadar düşük olursa, depolama potansiyeli de o derecede düşük olmaktadır. Tohum gücünün temel mekanizmalarının karmaşık ve tam olarak anlaşılmamış olması, pratik olarak belirlenmesinde derin çıkarımlar yapmaya neden olmaktadır. Tohum gücü, yüzde gibi mutlak terimlerle ifade edilen sonuçlarla (çimlenme testinde olduğu gibi) doğrudan test edilememektedir (Venter 2000b).

Tohum gücü o kadar önemli bir kalite bileşenidir ki bilim insanları, tohum gücünün bir göstergesini sağlayabilen basit ve hızlı laboratuvar testleri araştırmak zorunda hissetmişlerdir. Bu testler birçok tohum türü için mevcutta bulunmaktadır. Güvenilirlikleri ve doğrulukları, laboratuvar güç testi sonuçları ile tarla performansı arasındaki ilişkiyi ölçerek belirlenmektedir. Birçok güç testi, tohum endüstrisi tarafından üretim, depolama ve pazarlama öncesinde tohum kalitesini değerlendirmek için rutin olarak kullanılmaktadır (Venter 2000b).

Tohum gücünün bilinmesi; tohum partilerini fizyolojik kalite açısından sıralayabilmemize, tohumun gelişim ve olgunlaşması, hasat ve kurutma yöntemleri gibi işlemler sırasındaki çevresel koşulların zararlı etkileri hakkında yorum yapabilmemize ve ekim değerleriyle ilişkilendirmemize imkan sağlamaktadır. Ayrıca, tohum partilerinin tarla, sera yada farklı ekim ortamlarında performansları ile ilgili fikir yürütmemizi sağlayacak bilgiler vermektedir. Depolama veya pazarlama sırasında tohumun taşınma potansiyellerine ilişkin stratejik planlar yapmamıza yardımcı olmaktadır. Tohum şirketleri tohum gücü bilgisini sağladıkları için, yetiştiriciler tohumun kalitesi hakkında kontrolün yapıldığına dair güvence sahibi olmaktadırlar (Venter 2000b).

Standart çimlenme testi, sertifikasyon sistemlerinde tohum kalite ve canlılığını belirlemek amacıyla optimum tarla koşullarında kabul edilip kullanılmaktadır (Copeland ve McDonald 1995, Hampton 2002). Fakat tohum gücünün belirlenmesinde standart çimlenme testi yeterli olmamaktadır. Test optimal koşullarda yapıldığı için tohum partilerinin tarla koşullarında çimlenme, çıkış ve depolama potansiyelleri hakkında fikir yürütmede yetersiz kalmaktadır.

2.3 Tohum Gücünün Ölçülmesinde Kullanılan Uluslararası Testler

Tohum güç testleri üzerine çok fazla çalışmaları olan Matthews 1980 yılında güç testlerinin temelini oluşturan kriterleri tanımlayarak şöyle ifade etmiştir: “Bir güç testi, iyi bir teorik altyapıya sahip olmalı, tamamlanması basit olmalı ve çeşitli tohum test ortamlarında uygulanabilir olmalıdır; sonuçların hızlı bir şekilde raporlanması sağlanabilmeli; subjektif değerlendirmelerden kaçınılmış olmalı ve dolayısıyla standardizasyonu kolaylaştırmak için nicel bir değerlendirme yöntemi sağlayan; hem laboratuvar içinde hem de laboratuvarlar arasında tekrarlanabilmeli; ayrıca, herhangi bir tohum test laboratuvarı için önemli bir nokta olan ekonomik olmalıdır.”

Tohum güç testleri tohumun genetik (çeşit saflığı), fiziksel (mekanik saflık), fizyolojik kalitesi (çimlenme ve gücü) ve sağlığı hakkında bilgi vermektedir (Powel ve Matthews

2012). Güç testlerinin ucuz, basit, hızlı, objektif, tekrarlanabilir olması tercih edilmektedir.

Güç testleri 2'ye ayrılmaktadır. Bunlar doğrudan testler ve dolaylı testlerdir. Mısır tohumu için yapılan fizyolojik bir test olan soğuk test, doğrudan testlere örnek olarak gösterilebilir. Dolaylı testler ise tohumdan sızan elektrolitlerin belirlendiği bezelye (*Pisum sativum*) de olduğu gibi standart olarak yapılan, elektriksel iletkenlik testidir.

Güç testleri alanında çalışmalar yapan Alison A. Powell, testleri kombine ederek sınıflandırmıştır (Powell 2006):

a) Fizyolojik Testler (Doğrudan 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 (Dolaylı Testler): Elektriksel iletkenlik testi, enzim aktivitesinin ölçülmesi (TTZ testi ve GADA testi)

c) Tüm yaşlanma sürecini içeren 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 2012):

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

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. Tetrazolium Testi: Bahçe ve tarla bitkileri tohumları

Standart çimlenme testleri; tohum kalitesinin birincil değerlendirmesi olup tohumun normal bir fide üretme yeteneği açısından potansiyelini belirlemektedir. Çimlenme testleri, 19. yüzyılda Almanya'da başlatıldığından beri tohum güç testinin temelini oluşturmuştur. Sonraki yıllarda birçok tür için çimlenme testlerinin doğrulanması, çimlenme testlerinin 20. yüzyıldan günümüze kadar ISTA kurallarının bir parçası olmasını sağlamıştır. Her durumda çimlenme testleri, bir tohum partisinin maksimum çimlenme potansiyelinin ifade edilmesini sağlamak için optimum koşulları sağlamayı amaçlamaktadır.

Çimlenme testlerinin aksine, tohum gücü testleri ISTA Kurallarına 2001 yılında dahil edilmiştir. Tohum gücünün önemi uzun yıllardır kabul edilmektedir (Powell 2006). Güç testleri, tohum partilerinin farklılaşmasına yardımcı olmak amacıyla, belirli bir tür için kabul edilebilir standart çimlenme testine ek bilgi sağlamaktadır. Güç testlerinin sonuçları tohumun “çeşitli ortamlarda kabul edilebilir çimlenmesinin, tohum partilerinin etkinliğini ve performansını belirleyen” özelliklerini yansıtmaktadır. Tohum gücünden etkilenen performans yönleri; çimlenme, büyüme oranı, tekdüzeliği, elverişsiz çevre koşullarında çıkış yapma ve depolamadan sonra çimlenebilme yeteneğidir.

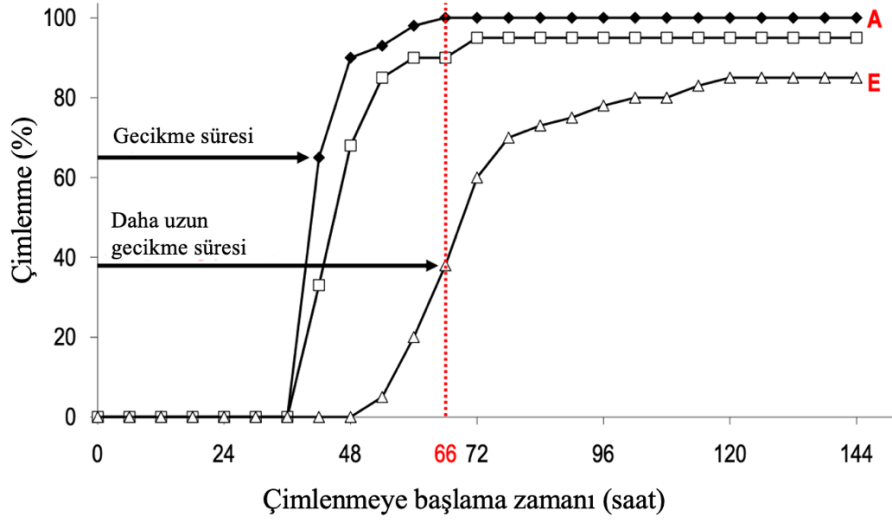
Tohum testlerinin genel amacı, uluslararası tohum ticareti yapan kişilere ve tohum kullanıcılarına tohumun kalitesi konusunda güvence vermektir (TeKrony 2003). Tohum kalitesinin standart testin ötesinde değerlendirilmesi bu incelemenin konusunu oluşturmaktadır.

2.4 Kökçük Çıkış Testi (KÇ)

Kökçük çıkış testi mısır (*Zea mays* L.) için, 2011 yılında Zürih'te düzenlenen yıllık toplantıda ISTA kurallarına dahil edilip, onaylanmış bir güç testidir (Matthews vd. 2011b). Kökçük çıkış testinin hızlı bir şekilde tamamlanması, mevcut güç testlerine göre belirgin bir avantaj sunmaktadır. Mısır söz konusu olduğunda, soğuk testin tamamlanması 12 ile 14 gün sürmekte, hızlı yaşlandırma testinin tamamlanması da yaklaşık 10 günü bulmaktadır. Fakat, KÇ testi ise bir iki gün içerisinde tamamlanabilmektedir. Mısır tohumlarında 6 gün sonrası tekli sayım (13 °C) veya 66 saatin (20 °C) ardından tekli sayım güç farklılıklarının ortaya çıkarılmasında etkili olmaktadır (Matthews vd. 2011a). Ayrıca, standart çimlenme testinin bir parçası olarak 20 °C'de bir sayım yapılabilir. Bu da zamandan ve yerden tasarruf sağlamaktadır.

Ortalama çimlenme süresi (kökçük çıkışındaki ortalama gecikme) ile ölçülen yaşlanmayı takip eden ve azalan çimlenme oranı, çimlenmenin devam edebilmesi için yaşlanmanın zararlı etkilerinin metabolik onarımı için gereken süre olarak yorumlanmaktadır.

Benzer yüksek standart çimlenme özelliklerine sahip (>%90), güçleri ve tarla çıkışı farklılık gösteren üç mısır tohum partisinin, çimlenme ilerleme eğrileri şekil 2.2'de gösterilmiştir. En düşük tohum gücüne ve çıkışa sahip olan E mısır tohum partisi, A tohum partisine kıyasla çimlenmenin başlamasında gecikme ve zaman içerisinde daha büyük bir yayılma ile karakterize edilmiştir. Bu farklılık, ilk olarak Ellis ve Roberts (1980) tarafından önerilen ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) terimi ile özetlenebilmektedir. Bu durum, hücre duvarının gevşemesiyle kolaylaşan, hücrenin genişlemesinden kaynaklanan ve birçok türde hücre bölünmesinden önce gelen, su emiliminin başlangıcından kökün çıkışına kadar olan ortalama gecikmedir. OÇZ'lerin ve zaman dilimlerinin karşılaştırılması, uygun tek sayımlarla sağlanabilmektedir. Örneğin mısırdaki 20 °C'de 66 saat sonraki sayım şekil 2.2'de olduğu gibidir. Mısır için tekli çimlenme sayımlarıyla OÇZ'nin tahmini çalışması Matthews vd. (2011a) tarafından yapılmıştır ($R^2=0.95$).



Şekil 2.2 Üç ticari mısır tohum partisinin çimlenme ilerleme eğrileri (Matthews vd. 2011a)

Viyola tohumlarında, 2 günlük kökçük çıkış sayımı (standart çimlenme testinde), düşük güçlü tohum partilerinin belirlenmesinde değerlendirme süresi 17 gün süren doymuş tuzla hızlı yaşlandırma testi kadar etkili olmuştur (Demir vd. 2011).

Soğuk test mısırdaki çok yaygın kullanılan güç testlerindendir. Fakat standardize edilmesi zor bir testtir (Nijenstein ve Kruse 2000). Mısırdaki soğuk teste alternatif olarak mısırın ilk ortaya çıktığı (İÖÇZ) ve köküğün ilk görüldüğü (OÇZ) zaman tohum partilerinin topraktaki ilk çıkışlarıyla büyük oranda ilişkili olmaktadır. İÖÇZ ve OÇZ sırasıyla tohumda suyu emme başlangıcı ile çimlenme arasındaki ortalama gecikme süreleridir.

Kökçük çıkış testleri otomasyon potansiyeline sahiptirler. OÇZ'nin hesaplanması için veri sağlamak amacıyla çimlenme ilerleme eğrilerini üretmek için bilgisayar destekli görüntü analizi kullanan kökçük oluşumunu otomatik sayma yöntemleri kullanılmaktadır (Joosen vd. 2010). Tekli kökçük çıkış sayımları OÇZ ile ilgili bulunmuş ve çimlenme ilerleme eğrisi bilgisinden yararlanılarak bilgisayar programı desteği ile yapılabilmektedir (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 (Ermis vd. 2015) ve tatlı mısır (Luo vd. 2015) dahil olmak üzere diğer türlerde de tohum gücünü ayırt ettiği tespit edilmiştir.

Düşük sıcaklık, özellikle düşük güçlü tohum partilerinin çimlenme hızını yavaşlatmak için kullanılmaktadır. Farklı güç seviyelerine sahip tohum partileri arasındaki farklılıkları genişletmek ve farklı kökçük çıkış zamanlarına sahip tohum partilerini ayırt etmek için bir zaman noktası belirlemeyi kolaylaştırmaktadır (Powell ve Matthews 2013).

Tohum yaşlanmasının gücü belirlemedeki rolü uzun yıllardır bilinmektedir ancak yaşlanmanın çimlenmenin erken aşamalarını nasıl etkilediği son zamanlarda araştırılmaktadır. ISTA güç komitesi üyeleri tarafından çeşitli ülkelerdeki birçok ticari tohum partileri üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda (Matthews ve Powell 2011c), güç farklılıklarını açıklamak için bir tohum yaşlanma/onarım hipotezini ortaya atmışlardır.

Tohum analistleri, kuvvetli tohum partilerinin laboratuvarında normal fidelerinin erken sayımlarının daha yüksek olduğunu gayet iyi bilmektedirler. ISTA güç komitesi üyeleri, bazı türlerde, tohum partilerinin kökçük çıkışına dayalı OÇZ'nin güç farklılıklarıyla ilişkili olduğunu belirlemişlerdir. Bu türler içinde 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) bulunmaktadır. Bu nedenle, yaşlanma ve onarımdan kaynaklanan OÇZ'deki farklılıklar güç farklılıklarını tanımlamaktadır. OÇZ (ortalama çimlenme gecikmesi) ne kadar yüksek olursa, çıkış o kadar yavaş ve nihai çıkış da o kadar düşük olmaktadır. Tohum büyüklüğündeki farklılıklar, KÇ oranı ile çıkış arasındaki ilişkileri belirgin şekilde etkilememektedir.

Yaşlanma ve onarımın, OÇZ'de ifade edilen kökçük çıkış hızında farklılıklara yol açtığı gözlemlenmesi, mısır için yeni bir güç testinin geliştirilmesine yol açmıştır. Ortalama çimlenme zamanı, pratik olmayan rutin bir testtir, kökçük çıkışlarının periyodik sayımlarıyla belirlenmektedir. Tüm türler için uygun şekilde zamanlanmış tek bir KÇ sayıları, OÇZ ve nihai çıkış ile yakından ilişkili ve regresyon (R^2) katsayısı genellikle 0.90'ın üzerinde olmaktadır (Matthews ve Powell 2011). Bu nedenle, erken bir kökçük sayısı, düşük bir OÇZ'nin, hızlı çimlenmenin ve yüksek gücün göstergesidir ve bu da tarlada hızlı ve yüksek çıkışa yol açmaktadır. Mısır tohum partilerinin güç testi olarak bir KÇ yönteminin geliştirilmesinde iki test koşulu kullanılmıştır: 20 °C'de 66 saat veya 13

°C’de altı gün (Matthews vd. 2011a, b). Altı farklı laboratuvarda yapılan karşılaştırmalı testlerin ardından 2011 yılında ISTA tarafından mısır için kök oluşumu (KÇ) testi doğrulanmış (Matthews vd. 2011b) ve 2012 yılında ISTA kurallarına dahil edilmiştir.

Tohum performansının tohum gücü ile açıklanan diğer bir yönü de, fidelerin boyutu ve bir örnek olmasıdır. Bunlar kökçük çıkış hızıyla ilişkilendirilmektedir. Daha fazla yaşlanmış partilerde kökçük çıkışı sadece daha yavaş olmakla kalmaz, aynı zamanda daha geniş süreye yayılır (Matthews vd. 2012a). Bu durumda daha küçük ve değişken boyuttaki fidelerin ortaya çıkmasıyla sonuçlanmaktadır. Kökçük çıkışından fidelerin ölçümüne kadar geçen süredeki farklılıklar, fide boyutunun belirleyicisi olduğu öne sürülmektedir (Ellis 1992). Kökçük çıkış zamanlamasındaki farklılıklar ise fide boyut ve varyasyonun ana belirleyicisi olabilmektedir. Fakat fide büyüklüğündeki potansiyel farklılıklar daha erken ve daha hızlı bir şekilde görüntü analizi yoluyla kökçük oluşumunun erken gözlemlenmesi ile elde edilebilmektedir (Sako vd. 2001).

Matthews vd. (2012b) kışlık yağlı tohum kolzasının (*Brassica napus*) 9 ticari tohum partisinde nispi tarla çıkışının göstergesi olan rutin bir güç testi belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Dokuz tohum partisinin çimlenme ilerleme eğrileri, 20 °C’de 72 saat boyunca her iki saatte bir KÇ görüntülerini yakalayan otomatik bir sistem kullanılarak belirlenmiştir. OÇZ ile 7 günlük tarla çıkışı ($R^2=0.930$, $P<0.001$) ve tohum partilerinin maksimum çıkışı ($R^2=0.745$, $P<0.01$) arasındaki regresyon oldukça anlamlı bulunmuştur. Farklı üç laboratuvar da 20 °C’de 30 saatlik bir kökçük çıkış sayımı, 7 günlük tarla çıkışını ($R^2=0.961$, $P<0.001$), OÇZ’yi ve maksimum çıkışı ($R^2=0.713$, $P<0.01$) tahmin etmede oldukça başarılı bulunmuştur. Kışlık yağlı kolza ticari tohum partileri için 20 °C’de 30. saat tek bir KÇ sayımı uygulaması kolay, basit ve rutin bir test olarak manuel uygulanabilmektedir. Görüntü analizine dayalı otomatik sistemler, manuel değerlendirmeye göre daha hızlı, kesin ve tekrarlanabilir olma avantajına sahiptirler (Dell'Aquila 2007). Fakat oldukça maliyetli olması sebebiyle rutin testlerle uğraşan birçok laboratuvar için uygun olmamaktadır. 20 °C’de laboratuvar güç testi kolza tohum partilerinin Eylül sonu ekimi ve depolama için uygun olmayan çeşitlerini belirlemek amacıyla kullanılabilir. Bu çalışmada elde edilen 20 °C verileri, yağlı kolza tohumu için KÇ testinin ISTA kurallarına dahil edilmesini sağlamıştır.

Mao vd. (2013) tarafından yulaf (*Avena sativa*) tohumlarının çimlenme gecikme süresinin uzunluğu ile iklim odasında toprak çıkış performansı arasındaki ilişkiye bakılmıştır. İlk denemede, üç tohum partisi 13 ve 20 °C’de standart çimlendirme yöntemi ile ve bir çıkış testi kullanılarak yürütülmüştür. İOÇZ (ilk ortalama çimlenme zamanı) ve OÇZ, çimlenme ve fide uzunluğu ile negatif, fide uzunluğundaki varyasyon ve ortalama çıkış zamanı ile pozitif olarak ilişkili bulunmuştur. İOÇZ ve OÇZ’nin yulaf tohumlarında çıkış ve fide büyümesini tahmin etmek için kullanılma potansiyelinin olduğu belirlenmiştir. İkinci deneyde 15 tohum partisi kullanılmıştır. 15 tohum partisinin çimlenme ve toprak çıkış yüzdelerinin düşmesiyle birlikte İOÇZ’sinin 2.11 gün ile 5.19 gün arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Ayrıca, İOÇZ ile toprak çıkış yüzdesi arasında önemli bir negatif korelasyon ($R^2=0.917$) bulunmuştur. Bu nedenle İOÇZ, yulaf tohumunun toprak çıkış performansının iyi bir göstergesi olmuştur. Bu deneyin sonuçlarına bakılarak OÇZ ve İOÇZ’nin tohum gücünü tahmin etme potansiyeline sahip olduğu ifade edilmiştir. Fizyolojik çimlenmenin erken sayımları yalnızca birkaç gün sürmesi bakımından hızlı ve pratik olan KÇ testinin bu tür için standartlaştırılması düşünülmeli sonucuna varılmıştır.

Ermis vd. (2015) pırasa tohum partilerinde tek bir kökçük çıkış sayımı ile tohum gücünün değerlendirilmesi için fide çıkışı ve kalitesi arasındaki ilişkiye bakmışlardır. Deneme de 25 adet pırasa partisi kullanılarak 72, 96, 120 ve 144 saat sonra kökçük çıkış sayımları yapılmıştır. Fide çıkış testleri, kontrollü iklim odasında (22 °C, 72 $\mu\text{mol m}^{-2}$ saniye⁻¹ ışık) torf içinde gerçekleştirilmiştir. 16 gün sonra fide çıkış yüzdesi, OFÇZ, fide yaş ve kuru ağırlıkları hesaplanmıştır. Her kökçük çıkış sayısı, hesaplanan ölçümlerle ilişkilendirilmiştir. 120 saatlik çimlenmede kökçük çıkış sayısı, fide çıkışı, ortalama çıkış zamanı ve FYA ve FKA ile yüksek oranda ($r=0.717-0.839$, $P<0.001$) ilişkili sonuçlar vermiştir. Regresyon değerleri sırasıyla oldukça anlamlı ($R^2=0.70$, 0.65, 0.51 ve 0.63; $P<0.001$) bulunmuştur. 120 saatlik tek bir kökçük çıkış sayımı, pırasa tohum partilerinin sıralamasına ve fide çıkış potansiyelinin tahmin edilmesine olanak tanıyan kolay ve hızlı bir güç değerlendirme yöntemi olarak kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Lv vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada, iki önemli yem bitkisi türü olan *Avena sativa* ve *Elymus nutans*’ın KÇ sık sayımları ve ilk ortalama çimlenme zamanı (İOÇZ) ile tohum gücü ve tarla çıkışında testlerin uygunluğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. *A. sativa*’nın

(standart çimlenmesi %80 ile %93) ve *E. nutans* (Standart çimlenmesi %70 ile %84) türlerinin her biri için 15 tohum partisi kullanılmıştır. Standart çimlenme, her iki ekim tarihinde de tarla çıkışı ile anlamlı bir korelasyon göstermemiştir. Belirli bir zamanda sayılan hem İOÇZ hem de KÇ, tarla çıkışını tahmin edebileceği ve iki yem bitkisi türünde tohum gücünü test etmek için uygun oldukları düşünülmüştür. Bu nedenle, *A. sativa* için 20 °C’de 52 saatlik çimlenmeden sonra ve *E. nutans* için 25 °C’de 76 saat çimlenmeden sonra erken kökçük çıkış sayımlarının hızlı ve uygun bir test yöntemi olduğu ifade edilmiştir.

Luo vd. (2017) yaptıkları çalışmada, 11 adet Indica çeltik tohum partisi ile 25 °C’de 54. saat ve 18 °C’de 102. saat KÇ sayımları ile 25 °C’de ortalama çimlenme zamanı (OÇZ1), 18 °C’de ortalama çimlenme zamanı (OÇZ2), soğuk test (ST) ve tarla çıkış sonuçları karşılaştırmışlardır. Her bir sıcaklıktaki KÇ sayımları, o sıcaklıktaki OÇZ ile ve aynı zamanda tarla çıkışıyla (25 °C, $R^2=0.82$; 18 °C, $R^2=0.92$, $P<0.001$) anlamlı sonuçlar vermiştir. Indica çeltiği için 25 °C’de 54 saat veya 18 °C’de 102 saat sonra 2 mm’ye kadar kökçük çıkış ölçümü hızlı bir güç test yöntemi olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca çeltik tohumları için yaygın olarak kullanılan güç testlerinden soğuk test ve hızlı yaşlandırma testinin tamamlanması on günden fazla sürerken, KÇ testinin büyük kolaylık sağlayacağı vurgulanmıştır.

Ozden vd. (2017) 8 ticari pırasa (*Allium ampeloprasum* L. cv. Inegol) tohum partilerinde tohum ömrünü tahmin etmek için tek bir kökçük çıkış sayısını kullanılabilişliğini denemişlerdir. Yüz yirmi saat çimlenme sonrası (20 °C) kökçük çıkış sayımları yapılmıştır. Tohumlar 96 saat boyunca %20 tohum nem içeriği ile 45 °C’de hermetik depoda tutulmuşlardır. Kontrollü depodan 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80, 88 ve 96 saat sonra on iki alt örnek alınmış ve tohumların hayatta kalma eğrileri, KÇ testi üzerinden oluşturulmuştur. Yüz yirmi saat sonra kökçük çıkış değerleri %75 ile %94 arasında değişmiştir. Canlılığın %50’ye düşme süresi (p50) ise 26 ile 77 saat arasında değişim göstermiştir. Yüz yirmi saatlik KÇ ile p50 değeri arasındaki regresyon değeri önemli bulunmuştur ($R^2=0.848$, $P<0.01$). Çalışmadan, pırasada tohum ömrünün değerlendirmesinde tek kökçük çıkış sayımının (120 saat) kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Yan vd. (2017) 4 farklı İtalyan çimi (*Lolium multiflorum*) tohum partisinin ortalama çimlenme zamanını (İOÇZ ve OÇZ) kullanarak tohum gücü farklılıklarını belirlemek ve tarla fide çıkış potansiyelini (ve toprakla dolu tepsilerde) tahmin etmek amacıyla yürüttükleri çalışmada İOÇZ ve OÇZ'nin (13 °C ve 20 °C'de standart çimlenme) ortalama fide çıkış zamanı ve sürgün uzunluğunun değişimi ile pozitif, çıkış oranı ve ortalama sürgün uzunluğu ile negatif ilişkili olduğu belirlemişlerdir. En kısa İOÇZ ve OÇZ'ye sahip tohum partisinin en hızlı ve en kısa ortalama çıkış zamanı ve en yüksek tarla çıkış oranını sahip olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık, en uzun İOÇZ ve OÇZ ye sahip tohum partisinin ise daha yavaş fide çıkışı gösterdiği ve daha büyük ortalama çıkış zamanı ile daha küçük ve daha değişken fideler oluşturduğu ifade edilmiştir. 20 °C'deki OÇZ ölçümünün İtalyan çim tohumunun tarla çıkışını yansıtmak için uygun ve hızlı bir yöntem olarak kabul edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Ozden vd. (2018) 23 ticari patlıcan tohum partisinde (*Solanum melongena* L.) fide çıkış potansiyelini kökçük çıkış testi yardımıyla belirlemeye çalışmışlardır. Sabit (25 °C) ve değişken sıcaklık (20-30 °C) rejiminde ve dönüşümlü 96, 104, 112, 120, 128 ve 136 saatte sık KÇ sayımları yapılarak, 14 gün sonra normal çimlenme tahmin edilmiştir. Sabit ve değişken sıcaklıklar OÇZ ($R^2=0.769$, $R^2=0.861$; $P<0.001$) ile önemli ölçüde ilişkili bulunmuştur. Sonuçlar, KÇ testinin (104 saatlik sayım), patlıcan tohum partilerindeki normal fide yüzdesinin hızlı ve tekrarlanabilir tahminleri için kullanılabileceğini sonucuna varılmıştır.

Matthews vd. (2018) 12 adet kolza (*Brassica napus*) tohum partisinin normal fide yüzdesini tahmin etmek için kökçük çıkış ve elektriksel iletkenlik testini incelemişlerdir. 14 gün üzerinden sayımlarla elde edilen OÇZ, iki farklı laboratuvar sonuçlarında, normal fideler ($R^2=0.95$ ve 0.71 ; $P\leq 0.001$) ile yüksek ilişkili bulunmuştur. 2 gün sonra KÇ sayımı OÇZ ve normal fidelerin tahmininde belirleyici ($R^2>0.90$; $P\leq 0.001$) olmuştur. 24 saat sonra tohum ıslatma suyunun elektrik iletkenliği de normal fide oranının tahmini ile (iki farklı laboratuvar $R^2=0.87$ ve 0.79 ; $P\leq 0.001$) ilişkili sonuçlar vermiştir. Normal fide üreten tüm tohum partilerinin (%90'ın üzerinde) Eİ değerleri $120 \mu S cm^{-1} g^{-1}$ 'in altında yer almıştır. 2 gün ve 24 saatlik Eİ'den sonraki tek KÇ sayımları kolza tohum partilerinde, normal fidelerin tahmininde hızlı ve ucuz olarak önerilmiştir.

Demir vd. (2020a) yirmi adet soğan tohum partisinin (farklı çeşitlere sahip) normal çimlenme yüzdeleri tahmin etmek için kökçük çıkış (KÇ) testini kullanmışlardır. Çalışmanın ilk aşamasında, 72, 76 ve 80 saatteki KÇ sayıları, 12 gün sonraki normal çimlenme ($R^2=0.94-0.95$, $P<0.001$) ile yüksek ilişkili sonuç vermiştir. İkinci aşamada, 20 tohum partisinin normal çimlenmesini tahmin etmek için 80. saat kökçük çıkışı için regresyon formülü ($y=45.9+0.52x$) geliştirmişlerdir. 80. saatteki KÇ sayıları (%) regresyon formülü kullanılarak tahmin edilen değerler için kullanılmıştır. Öngörülen çimlenme yüzdelerinin, gerçek çimlenme yüzdeleriyle yüksek oranda ilişkili olduğu tespit edilmiştir ($R^2=0.95$, $P<0.001$). Öngörülen (%79.6) ve gerçek (%80.4) değerlerin ortalamaları çok benzerlik göstermiştir. Soğan tohum partilerinin normal çimlenme yüzdeleri, çimlenme testi için 12 gün beklemek yerine KÇ testi yardımıyla değerlendirilebileceği ifade edilmiştir.

Ozden vd. (2020) Roka (*Eruca sativa* Mill.) tohum partilerinde hızlı yaşlandırma, elektriksel iletkenlik ve kökçük çıkış güç testleri ile 2 tarla fide çıkışı ilişkilendirilmiştir. 18, 24, 36 ve 48 saat sonrasında kökçük çıkış yüzdeleri, hızlı yaşlandırma testi sonrası 8, 16 ve 24 saat okumalarının elektriksel iletkenlik değerleri güç testleri olarak kullanılmıştır. Her iki ekim zamanında da Eİ24 ve KÇ24 saat değerleri, fide çıkış yüzdeleri ile en yüksek korelasyon ($P<0.001$) değerleri elde edilmiştir. Korelasyon değerleri Eİ24 saat için $r=-0.824$ ve $r=-0.844$ ($P<0.001$), KÇ24 saat için $r=0.860$ ve $r=0.874$ ($P<0.001$) olmuştur. Eİ24 ve KÇ24 saatin roka tohum partilerinde fide çıkış potansiyeli ile ilişkilendirilebilecek pratik ve hızlı güç testleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ermis vd. (2022) kabakgil (*C. maxima* × *C. moschata*) anaç tohum partilerinde tek bir kökçük çıkış sayımının (KÇ testi), depolama potansiyeli ile ilişkili olup olmadığını test etmişlerdir. KÇ testi çimlenmenin 26. ve 100. saatleri arasındaki kökçük çıkış yüzdesi hesaplanarak elde edilmiştir. Depo ömrü, normal çimlenme yüzdeleriyle dayalı olarak oluşturulan hayatta kalma 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) testinin potansiyeli bakılmıştır. 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.

2.5 Soğuk Test (ST)

Soğuk test, 1940 yılından itibaren Kuzey Amerika’da hibrit mısır tohum şirketleri tarafından kalite kontrol programlarında rutin olarak kullanılmaya başlanmıştır (Hoppe 1951, Moore ve Goodsell 1965, Hampton ve Tekrony 1995). Test 1976 yılından itibaren ise Avrupalı bilim adamları ve tohum şirketleri tarafından çok fazla ilgi görmüştür (TeKrony 1983). Günümüzde birçok ülkede hibrit mısır tohum endüstrisi için evrensel güç testi haline gelmiştir. Arpa (*Hordeum vulgare* L.), soğan (*Allium cepa* L.), pamuk (*Gossypium hirsutum* L.), marul (*Lactuca sativa* L.), tarla fasulyesi (*Phaseolus vulgaris* L.), patlıcan (*Solanum melongena* L.), çeltik (*Oryza sativa* L.), sorgum (*Sorgum bicolor* L.), havuç (*Daucus carota* L.), soya fasulyesi (*Glycine max* L.) gibi türlerde de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Soğuk test, standart çimlenme testinden daha hassas bir prosedürle fide çıkışını tahmin etme ihtiyacından ortaya çıkmıştır. Test, tohumların toprak kaynaklı patojenlerin varlığında nemli ve soğuk koşullar altında çimlenme ve normal fide üretme kabiliyetini göstermektedir. Tohumlar, mısır tarlasından elde edilen toprağın bulunduğu, nemli ortam koşullarında 7 gün boyunca 10 °C’de inkübe edilmektedir. Soğuk uygulamasında 5-10 °C arasında değişen sıcaklıklar kullanılabilmektedir (Nijenstein ve Kruse 2000). Soğukta

bırakılan tohumlarda stres meydana gelmektedir. Soğuk uygulamasının ardından tohumlar 25 °C'lik bir sıcaklığa aktarılarak 4 ile 7 gün sonra, normal fide sayısı hesaplanmaktadır. Soğuk testte iki stres faktörü bulunmaktadır. Bunlar optimumdan uzak bir sıcaklık ve toprak içerisindeki mikroorganizmalardır. Stres faktörlerini kısaca aşağıda açıklanmıştır:

1. Optimal olmayan sıcaklık; hücre membran sistemlerinin düzensiz konfigürasyonu nedeniyle tohumun su alımı sırasında hücre çözünenlerinin sızmasını desteklemektedir. Bu nedenle, zar onarımı nispeten yavaşlamakta ve şekerler de dahil olmak üzere sızıntı sularının salınımı artmaktadır.
2. Toprak içeriğinde mikroorganizmaların (patojenler) varlığı; Düşük sıcaklığa maruz kalmanın bir sonucu olarak değil, aynı zamanda şekerlerin salınımı ile birlikte mikroorganizmalar uyarılarak tohum performansına verilen zarar artmaktadır (Marcos-Filho 2015).

Soğuk ve ıslak topraklarda, soğuk testte tohumun performansını; tohumun genotipi, fizyolojik durumu, mekanik hasarı ve tohum uygulaması gibi faktörler etkilemektedir (Venter 2000b). Soğuk toprak koşulları (mikroorganizma sıcaklığı, nem, pH vb.) testin standardizasyonunun sağlanmasının zor olması nedeniyle bazı araştırmacılar tarafından eleştirilmiştir.

Farklı laboratuvarlar tarafından değişik soğuk test prosedürleri benimsenmiştir. Bazıları ortam olarak toprak kum karışımı kullanırken, bazıları ise yalnızca tarla toprağı kullanmaktadırlar (Mavi 2009). Testte kullanılan kaplarda farklılık göstermektedir. Plastik kutular ve tepsiler yaygın olarak kullanılmaktadır. Başka bir yaklaşımda ise toprak, rulo çimlendirme kağıtları içine alınmaktadır. Kullanılan farklı ortamlar ve topraklar laboratuvarlar arasındaki standardizasyonu zorlaştırmaktadır. Ancak aynı laboratuvar içinde tutarlı sonuçların elde edilmesi de mümkün olmaktadır (Venter 2000b). Tarla toprağı yerine steril kumda yapılan soğuk testin, Avrupa koşullarında tarla performansını daha iyi tahmin ettiği ve tekrarlanmasının yüksek olduğu belirlenmiştir (Bruggink vd. 1991, Lovato ve Balboni 1997). Avrupa ve Amerika'nın ılıman bölgelerinde, serin ve ıslak topraklarda mısır (*Zea mays* L.) tohumlarında tarla çıkışı ile

soğuk test sonuçları arasında yakın ilişkinin tespit edildiği birçok çalışma bulunmaktadır (Shah vd. 2002, Marcos-Filho 2015). Amerika Tohum Analistleri Birliği (AOSA) tarafından soğuk test, mısır tohum gücünü tahmin etmek için 1983 yılında kabul edilerek Kuzey Amerika’da en sık kullanılan güç testi olmuştur (TeKrony 1983).

Mısırdaki fide gücü genellikle soğuk test (Funk vd. 1962, Burris ve Navratil 1979) veya fide kuru ağırlığı (Burris 1975) ile ölçülebilmektedir. Mısır tohumu geleneksel olarak ideal toprak koşullarında erken dönemde ekildiğinde, soğuk testin, tarla çıkışı ile standart çimlenmeye göre daha yakın bir ilişkisi olduğu farklı çalışmalarda belirlenmiştir (Funk vd. 1962, Burris 1976).

Sh-2 tatlı mısır tipinde olgunlaşmamışlıktan kaynaklanan düşük güç, soğuk test (Styer ve Cantliffe 1983a.), elektriksel iletkenlik testi ve hızlı yaşlandırma testi (Styer ve Cantliffe 1983b, Wilson ve Trawatha 1991) ile tespit edilebilmektedir.

2.6 Hızlı Yaşlandırma Testi (HYT)

ISTA tarafından kabul edilen tohum gücü testlerinden birisi olan hızlı yaşlandırma testi başlangıçta tohum partilerinin depolama potansiyellerinin belirlemesi amacıyla tasarlanmıştır (Delouche ve Baskin 1973). Testte tohumlar türe bağlı olarak 48 ile 96 saat boyunca 40 ile 45 °C (genellikle 41 °C) arasında yüksek sıcaklıklara ve %90’ın üzerinde bağıl neme maruz bırakılmaktadır. Hızlı yaşlandırma testi, tohum bozulmasıyla ilişkili çevresel faktörleri yani depolama sıcaklığını ve bağıl nemi kullanmaktadır. Bu koşullar altında yüksek güçlü tohumlar testten en az hasarla çıkabilmektedirler. HYT testinden sonra standart çimlenme testi uygulanmaktadır. Yüksek güce sahip tohum partileri, bu yaşlandırma koşulunu, düşük güce sahip tohum partilerinden daha iyi tolere ederek, yüksek oranda normal fide üretebilmektedirler (Baalbaki vd. 2009). HYT testi tohumların depolama potansiyelleri ve tarla çıkışları hakkında bilgiler vermektedir.

Hızlı yaşlandırma testinin keşfi, Crocker ve Groves (1915)’in depolama sırasındaki tohum bozulmasının, protein pıhtılaşmasından kaynaklandığı ve sürecin tohumun kütle

sıcaklığındaki artışlarla hızlandığını öne süren gözlemlerine dayanmaktadır. Yonca (*Medicago sativa*) tohumlarının 35 °C ile 40 °C arasındaki sıcaklık ve %100 bağıl neme verdiği tepkilerin tohum gücü ile yakından ilişkili olduğunu belirleyerek, tohum gücünü ve depolama potansiyelini değerlendirmek için yararlı olabileceğini öne sürmüşlerdir (Helmer vd. 1962). Yonca tohumları ile ilgili uygulamanın ardından Delouche ve Baskin (1973) metodolojiyi iyileştirecek adımlar atmışlardır. Şu anda kullandığımız geleneksel HYT protokolü McDonald ve Pannendranath (1978) tarafından geliştirilmiştir.

HYT testinde, tohumlar kısa süre içerisinde bozulmaya neden olan yüksek sıcaklık ve bağıl neme maruz kalmaktadırlar. Yüksek güce sahip tohum partileri, düşük güce sahip partilere kıyasla bu stresli koşullara dayanarak daha yavaş bozulmakta ve yaşlandırmanın ardından gücü fazla olan tohum partileri yüksek çimlenme değerleri vermektedir. Test, zamanla birçok büyük tohumlu tür için yaygın kullanılan testlerden birisi haline gelmiştir. Hızlı yaşlandırma testi, 2004 yılında ISTA tarafından soya fasulyesinin standart bir güç testi olarak kabul edilmiştir. Günümüzde mısır dahil birçok türde tohum gücünü ölçmek için kullanılmaktadır (Munamava vd. 2004, Ajayi vd. 2005, TeKrony vd. 2005)

HYT testi soya fasulyesi (Kulik ve Yaklich 1982, 1996, Egli ve TeKrony 1996), mısır (TeKrony vd. 1989a, Wilson vd. 1992) ve çeltiğin (Yamauchi ve Winn 1996) tarla çıkışının belirlenmesinde ve soya fasulyesi ıslahında bir araç olarak (Hampton ve TeKrony 1995) kullanılmıştır.

Çizelge 2.1 Çeşitli türlerin hızlı yaşlandırma süre, sıcaklık test koşuluna ait örnekler (TeKrony 2005)

	Türler		HYT kutusu *		HYT sıcaklık ve süresi		Tohum nemi (HYT sonrası)**
			Tohum ağırlığı (g ± %1)	Elek sayısı (adet)	Sıcaklık °C ±0.3 °C	Süre (saat±15dk)	
Kabul edilen	<i>Glycine max.</i> (L.) Merrill	Soya Fasulyesi	42	1	41	72	27-30
Önerilen	<i>Allium cepa</i> L.	Soğan	1	1	41	72	40-45
	<i>Brassica napus</i> L.	Kanola (Kolza)	1	1	41	72	39-44
	<i>Capsicum</i> spp. L.	Biber	2	1	41	72	40-45
	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	Uzun Çayır	1	1	41	82	47-53
	<i>Lactuca sativa</i> L.	Marul	0.5	1	41	72	38-41
	<i>Lolium perenne</i> L.	Adi Çim	1	1	41	48	36-38
	<i>Lycopersicon lycopersicum</i> L.	Domates	1	1	41	72	44-46
	<i>Medicago sativa</i> L.	Çok yıllık Yonca	3.5	1	41	72	40-44
	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Tütün	0.2	1	43	96	40-50
	<i>Phaseolus mungo</i> L.	Mungo Fasulyesi	40	1	45	72	27-32
	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Fasulye (Kuru)	42	1	41	48	28-30
		Fasulye (Fransız)	50	2	45	72	26-30
		Fasulye (Bahçe)	30	2	41	72	31-32
	<i>Sorgum bicolor</i> (L.) Moench	Sorgum	15	1	43	72	28-30
	<i>Triticum aestivum</i> L.	Ekmeklik Buğday	20	1	41	72	28-30
	<i>Trifolium pratense</i> L.	Çayır Üçgülü	1	1	41	72	39-44
	<i>Zea mays</i> L.	Mısır	40	2	43	72	26-69
	<i>Zea mays</i> convar. <i>saccharata</i>	Tatlı Mısır	24	1	41	72	31-35

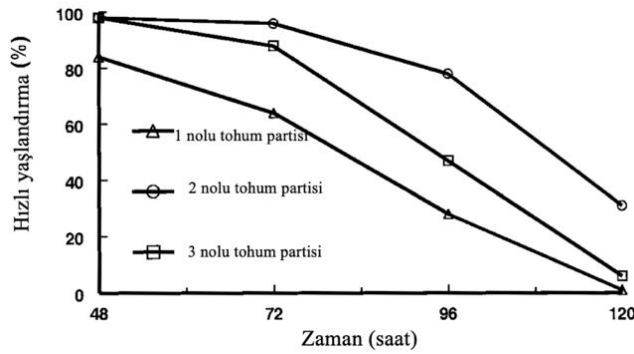
* Kutu sayısı tohum miktarına göre arttırılabilir

** Tohum nemi kontrol edilmelidir

Çizelge 2.1’de çeşitli tohum türleri için gerekli HYT koşulları sıralanmıştır. HYT tohum ağırlığı (g), sıcaklığı (°C), süresi (saat) ve HYT sonrası nem (%) aralığı prosedürleri özetlenmiştir. Testte yaşlandırma kutuları içerisine 40’ar ml ($g \pm \%1$) distile su eklenmiştir (TeKrony 2005).

Mısır tohumlarının hızlı yaşlandırma testi için çeşitli koşullar değerlendirilerek farklı kombinasyonlar sunulmuştur: 42 °C sıcaklıkta 84 saat, 45 °C sıcaklıkta 60 saat (Delouche ve Baskin 1973), 41 °C sıcaklıkta 96 saat (TeKrony vd. 1989a), 46 °C sıcaklıkta 72 saat (Wilson ve Trawatha 1991) ve 42 °C sıcaklıkta 72 saat (Wilson vd. 1992) boyunca yaşlandırma işlemi araştırmacılar tarafından tavsiye edilmiştir. Nemli tropik bölgelerde, mısır tohumlarının tarla çıkışının tahmininde 44 °C’de 96 saat boyunca yaşlandırma işlemini önermişlerdir (Santipracha vd. 1997). Güç testi el kitabında önerilen HYT prosedürleri 96 saat boyunca 42 °C (AOSA 1983) ve 72 saat boyunca 45 °C olmuştur (Hampton ve TeKrony 1995).

Üç farklı mısır tohum partisi için 45 °C’de hızlı yaşlandırma testi sonrasında, tohum bozulması şekil 2.3’de gösterildiği gibi gerçekleşmiştir. Düşük veya orta kuvvetli tohumlar (1 ve 3 nolu tohum partileri), 96 saatlik bir yaşlandırma döneminden bir saat önce veya sonra yaşlandırma odasından çıkartılırlarsa, çimlenme beklenenden önemli ölçüde daha fazla veya daha az olacaktır. Bu nedenle, stres gücü testlerindeki tohum örnekleri, yüksek sıcaklık ve tohum nemi ortamından zamanında çıkarılmalıdır.



Şekil 2.3 Üç mısır tohum partisinin hızlı yaşlandırma (45°C’de 48 saat, 72 saat, 96 saat ve 120 saat) testi ardından çimlenmesi (TeKrony 2003)

Jianhua ve McDonald (1997), çalışmalarında doymuş tuz çözeltisi (genellikle NaCl) ile suyun ikame edilmesini sağlayarak tuzla hızlı yaşlandırma testini kullanmışlardır. Ohio State Üniversitesi tohum laboratuvarında *Impatiens* türü tohum partileri ile elde edilen sonuçlar; geleneksel hızlı yaşlandırma testinde ortaya çıkan mikroorganizmaların büyümesinin engellenmesi, tohumda bozulma oranlarında daha dengeli bir azalma gibi ek avantajlar sağladığını göstermiştir. Tuzla doymuş hızlı yaşlandırma testinin, yüksek sıcaklıklarda tohum suyu içeriğinde olumlu bir artışı teşvik ettiğinden, bu yöntemin geleneksel HYT prosedürünün aksine tohumların “doğal yaşlanmasına” daha çok benzediğini öne sürmüşlerdir.

Woltz ve TeKrony (2001)’nin çalışmasında, ideal HYT süre ve sıcaklığının mısır tohum çimlenmesi üzerindeki etkisi değerlendirilerek, HYT sonuçlarının, soğuk test çimlenmesi ve tarla çıkışı ile ilişkisinin etkisi araştırılmıştır. İkisi melez olan dört tohum partisinden 40 gram fungusit uygulanmış ve işlenmemiş tohumlar 41 °C ve 45 °C’de 72, 96, 120 saat boyunca yaşlandırılmıştır. İşlenmiş tohumun 41 °C’de 120 saate kadar yaşlandırılması çimlenmede bir azalmaya neden olmamıştır. Ancak işlenmemiş tohumlar için 41 °C’de 96 saat sonra çimlenmede önemli düşüşler meydana gelmiştir. 45 °C’de yaşlandırılan hem işlenmiş hem de işlenmemiş tohumlar, 72 saat sonra çimlenmede önemli düşüşler göstermiştir. Tohum partilerinde en iyi ayrımı sağlayan iki HYT işlemi (41 °C, 96 saat ve 45 °C, 72 saat) birçok ek tohum partisinde ve birkaç melezde soğuk test çimlenmesiyle karşılaştırılmıştır. Her iki HYT prosedürü de birbiriyle yüksek oranda ilişkili sonuçlar vermiştir. 45 °C, 72 saatlik HYT işlemi kullanıldığında çimlenme seviyeleri daha düşük sonuçlanmıştır. Her iki HYT prosedürü işlenmiş tohum için soğuk test çimlenmesiyle ilişkili sonuçlar vermemiştir. Standart çimlenme, HYT (45 °C, 72 saat) ve soğuk test çimlenmesi, üç yıl boyunca dokuz deneyde tarla oluşumu ile ilişkili olmuştur. Bu nedenle tohum endüstrisi maksimum tarla çıkış performansı için genotipleri tararken her iki testi de dikkate almalı sonucuna ulaşmıştır.

Soğuk test, ılıman bölgelerde mısır tohum gücünün değerlendirilmesinde standart yöntem olmasına rağmen, birçok çalışma subtropikal ve tropikal bölgelerde hızlı yaşlandırma testinin daha etkili olduğunu göstermiştir (Wilson ve Trawatha 1991, Shah vd. 2002, Hamidi vd. 2013).

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 °C ve 41 °C sıcaklıkları ile 48 saat, 72 saat 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).

Demir vd. (2011) *Viyola* tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi (HYT), tuzla doymuş hızlı yaşlandırma testi, ortalama çimlenme zamanı (OÇZ), ikinci gün çimlenme yüzdesi, fide çıkışı ve 5 °C ve 25 °C'de, 6 ve 12 ay boyunca depo ömrü arasındaki ilişki üzerine bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Tuzla doymuş hızlı yaşlandırma testi tüm kombinasyonları (72 saat için 41, 43 ve 45 °C), çıkış ($r = 0.95$ ile 0.98 , $P < 0.001$) ve çıkış oranı ($r = 0.90$ ile 0.94 , $P < 0.001$) ile ilişkilendirilmiştir. HYT ve tuzla doymuş HYT'nin tüm kombinasyonları, tohum partilerinin depo ömrü ile ilişkili bulunmuştur. Fakat tuzla doymuş HYT için anlamlılık, ($P < 0.01$ 'in üzerinde) HYT'den ($P < 0.05$) daha yüksek olmuştur. Sonuç olarak, her iki yaşlandırma testi sonuçları *viyola* tohum partilerinin çıkışını ve depo ömrünü tahmin etmede başarılı bulunmuştur.

Guloksuz ve Demir (2012)'in yaptıkları çalışmada, sardunya (*Pelargonium* sp.), ada çayı (*Salvia splendens*), gazanya (*Gazania* spp.) ve cam güzeli (*Impatiens walleriana*) tohum partilerinin fide çıkış potansiyelini tahmin etmek için HYT, tuzla doymuş HYT, OÇZ ve 2. gün çimlenme oranı güç testlerinin kullanımı değerlendirilmiştir. HYT, sardunya ($r = 0.75-0.98$, $P < 0.05-0.001$) ve ada çayı ($r = 0.67-0.95$, $P < 0.05-0.001$) tohum partilerinin fide çıkışını tahmin etmede başarılı olmuştur. OÇZ, sardunya ($r = 0.74$, $P < 0.05$), ada çayı ($r = 0.91$, $P < 0.001$) ve cam güzelinde ($r = 0.92$, $P < 0.001$) başarılı bulunmuştur. Güç testlerinden 41 °C/48 saat HYT, 45 °C/72 saat tuzla doymuş HYT, sardunya ve ada çayında, OÇZ ada çayı ve cam güzelinde, 2. gün çimlenme oranı ise gazanya ve sardunya tohumları için önerilmiştir.

Amaranth (*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 doymamış NaCl çözeltisi kullanılarak yapılan

hızlı yaşlandırma testinin, Amaranth tohum partilerinin güç seviyelerine göre sınıflandırılmasında ve 25 ml su ve 100 tohum ile 8 saat süreyle yapılan elektriksel iletkenlik testinin, tohumların fizyolojik potansiyellerine göre sınıflandırılmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır (Rosa vd. 2018).

Demir vd. (2020b)'nin yaptıkları çalışmada, dokuz hibrit petunya tohum partilerinde güç testleri ile fide çıkışı ve depo ömrünü (5 °C'de 24 ay ve 25 °C'de 12 ay) tahmin etmek için HYT (41/43 °C, 48/72 saat, %100 bağıl nemde), tuzla doymun HYT (41/43/45 °C, 72 saat, %75 bağıl nemde) testi, 48 saatlik KÇ testi ve OÇZ kullanılmıştır. 43 °C 72 saat tuzla doymun HYT testi hem fide çıkışı hem de depolama ömrünü tahmin etmede ilişkili sonuçlar vermiştir. 48. saat KÇ testi de petunya tohumlarının çıkış potansiyelini tahmin etmek için hızlı bir yöntem olarak tavsiye edilmiştir.

2.7 Elektriksel İletkenlik Testi (Eİ)

Elektriksel iletkenlik testinin ilk prensibi Fick ve Hibbard (1926) tarafından belirlenmiştir. Hibbard ve Miller (1928), geniş çimlenme aralıkları gösteren buğday, bezelye ve timothy örneklerinde, çimlenme oranı azaldıkça ıslatma suyunun iletkenliğinin arttığı sonucuna (veya ölçümlerde elektriksel iletkenlik direncinin azaldığı) ulaşmışlardır. Timothy çim tohumlarının düşük çimlenmesini, hidrasyon sırasında yüksek çözünen madde salınımıyla ilişkilendirmişlerdir. Yapılan ilk çalışmalarda tek tohum yöntemi değil, tohum yığınları yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra Priestley (1958) pamuk tohumlarında yapay yaşlandırma ile farklı güç seviyeleri oluşturarak çimlenmelerine bakmıştır. Islatma solüsyonunun elektriksel iletkenliğinin çimlenme azaldıkça arttığını yani ters orantılı olduğunu bulmuştur. Ancak o zamana kadar tohum gücünün değerlendirmesinde bu analizden söz edilmemiştir. Elektriksel iletkenlik testi fikri ilk olarak ayrıntılı bir metodoloji ile Matthews ve Bradnock (1967) tarafından önerilmiştir. Bezelyelerde fide çıkış yüzdesini tahmin etmek için temel bir prosedür oluşturulmuştur. Daha sonra çeşitli türlerde kullanım için, geniş çaplı çalışmalarla test yaygınlaştırılmıştır.

Elektriksel iletkenlik testi biyokimyasal bir test olarak sınıflandırılmaktadır. Testin uygulanması hızlı ve basittir. Tamamlanma süresi 7 ile 42 gün gerektiren çimlenmeye dayalı testlere göre daha kısa sürede gerçekleştirilmekte ve tohum endüstrisi için bir alternatif sunmaktadır. Tohum gücünün ve çimlenmenin en iyi göstergelerinden birisi olan hücre içi maddelerin tohumlardan suya sızmasıyla test tamamlanmaktadır (Duke vd. 1983). Tohum sızıntı suyundan ölçülen elektriksel iletkenlik, tohum bozulmasının iyi bir göstergesidir (Ching ve Schoolcraft 1968). Düşük Eİ değerleri, yüksek kaliteli tohumla ilişkili olmaktadır (Keys 1982). Bu da yüksek çimlenme oranları, kuvvetli ve düzgün fide büyümesi ile sonuçlanmaktadır (Steere vd. 1981). Yüksek sızıntı suyu değerleri ise düşük kaliteli tohum partilerinin göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Cansız dokular yüksek sızıntı suyu değerleri üretmektedirler (Matthews ve Bradnock 1968).

Geleneksel olarak standart çimlenme testi ile tohum gücünün belirlenmesi, tohum için yıkıcı ve emek yoğun olan bir test yöntemidir. Tek tohumla sızıntı suyu çözeltilerinin elektriksel iletkenlikleri (Eİ) ölçümler erken alınabilirse standart çimlenme testinin yerini alabilmekte ve bu da tahribatsız test yöntemlerinin geliştirilmesine yol açabilmektedir (Davidson vd. 1994).

Elektriksel iletkenlik testi mısır tohum gücünün bir başka göstergesi olarak AOSA (1983) tarafından önerilen biyokimyasal bir testtir. Test tohumların ıslatılması ve sızıntı suyunun kısa süre sonra ölçülmesi bakımından oldukça hızlıdır. Sıcaklıkları 20 °C'nin altında olan topraklarda *su* ve *sh-2* genine sahip tatlı mısırın iletkenlik testi ile tarla çıkışı arasında negatif korelasyonlar bildirilmiştir (Waters ve Blanchette 1983, Tracy ve Juvik 1988).

Bezelye (*Pisum sativum*) için elektriksel iletkenlik testi, ISTA Tohum Test Kurallarında yer alan yalnızca iki güç testinden birisidir. 50 tohumun toplu örnekleri deiyonize suya batırılmakta ve ıslatma suyunun Eİ değeri 24 saat sonra ölçülmektedir. Tohum partileri için Eİ değerlerinin tarla çıkışı ile önemli ölçüde ilişkili olduğu bulunmuştur (Matthews ve Powell 1981). Eİ, 24 saat veya daha kısa sürede tamamlanabilen bir güç testidir. Sızıntı, ölü tohumlarda en fazla olmakta bunu anormal fideler üreten tohumlar izlemekte, en düşük sızıntı ise normal fideler üreten tohumlardan meydana gelmektedir (Matthews

vd. 2012a). Test, hem normal hem de toplam çimlenmeyi lahanagillerde de tahmin etmek için kullanılmaktadır (Mirdad vd. 2006).

Elektriksel iletkenlik testi, tohumlar yaşlandıkça ve dolayısıyla gücü azaldıkça çözünen maddelerin özellikle elektrolitlerin artan sızıntısını değerlendirmektedir (Matthews ve Powell 2006). Test günümüzde büyük taneli baklagil türlerinde yani bezelye (*Pisum sativum* L.), soya (*Glycine max* L.) ve yeşil (*Phaseolus vulgaris* L.) fasulye için doğrulanmıştır. Düşük güçlü tohumlarda artan sızıntının açıklamasının genellikle yaşlanma sırasında zarın bozulmasından kaynaklandığı söylenmektedir. Tamamen canlı dokularda sızıntının, yaşlanmanın erken evresinde ölü doku gelişmeden önce artmakta ve bu durum zarın bozulmasına bağlanmaktadır (Powell ve Matthews 1977).

Tohum bozulmasıyla ilgili biyokimyasal analiz ve hipotezler, bozulmuş zar aktivitesinin sızıntıya yol açan bir faktör olduğunu düşündürmektedir (McDonald 1999). Potasyumun bezelye (Matthews ve Rogerson 1976) ve soya fasulyesinde (Dias vd. 1996) dışarıya sızan elektrolitlerin önemli bir bileşeni olduğu ifade edilmiştir. Bezelye tohumu ıslatma suyunun iletkenliğinin hem şeker hem de amino asit içeriği ile yakından ilişkili olduğu bulunmuştur. Bu durum tohumlarda genel çözünen madde kaybına işaret etmektedir (Matthews ve Carver 1971). Bu madde kaybı türlerin sızıntı sularının da bir özelliği olmaktadır (Schroth ve Cook 1964, Duke ve Kakefuda 1981). Sızıntı seviyeleri, embriyoların ekstrakte edilebilir çözünen içeriği ile ilişkili olmamaktadır (Matthews ve Rogerson 1976). Çimlenmeyi öngörmek için yalnızca tohum iletkenlik değerlerine bakılması (Steere vd. 1981) genotip ve tohum boyutuyla ilişkili sızıntı farklılıklarını hesaba katılmadığı için başarılı olamamıştır (Hepburn vd. 1984).

Soya fasulyesi tohumları üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen araştırma sonuçlarına göre elektriksel iletkenlik ölçüm değeri üzerine çeşitli değişkenler etki etmektedir. Bunlar, tohum ağırlığı, saf suyun EC'si, tohumların ıslatma periyodunun uzunluğu, ıslatma ve değerlendirme sıcaklığı, tohum nemi, mekanik tohum yaralanmaları, tohum kaynaklı hastalıklar ve tohumlara fungusit uygulanması olmaktadır (Loeffler vd. 1988)

Başlangıç tohum nem içeriği elektriksel iletkenlik ölçümlerinde etkili olmaktadır. Bezelye tohumlarında düşük başlangıç neminin emilimini yavaşlattığı (Powell ve Matthews 1977) ve yanıtıcı derecede düşük bir okumaya yol açtığı belirlenmiştir. Soya fasulyesinde düşük tohum nem içeriği ise, uygun olmayan şekilde yüksek okumalara yol açabilmektedir (Loeffler vd. 1988). Bu durum son derece düşük su potansiyeline sahip çok kuru tohumlarda gözlemlenmiştir. Hem soya fasulyesinde (Obendorf ve Hobbs 1970) hem de lima fasulyesinde (Pollock 1969) su alım hasarına karşı artan hassasiyetten kaynaklanabilmektedir. Bu nedenle, rutin Eİ testinde bezelye ve soya fasulyesinin nem içeriği, Eİ testinden önce %10 ile %14 aralığına ayarlanması gerekmektedir.

İletkenlik testleri, birçok tane baklagillerde ve diğer bazı türlerde güç farklılıklarını saptamak için uygulanmıştır. Soya fasulyesi (Oliveira vd. 1984, Yaklich vd. 1979), uzun fasulye (Abdullah vd. 1991) ve *Phaseolus* (Abdullah 1988, Powell vd. 1986a) gibi birçok tane baklagil içeren türler için yöntemler geliştirilmeyi ve standardize edilmeyi beklemektedir. *Glycine max* için 18 adet tohum partisi, soya fasulyesi için 80 adet tohum partisi, Fasulye (*Phaseolus vulgaris*) için 30 adet tohum partisi ve uzun çin fasulyesi (*Vigna sesquipedalis*) için 11 adet tohum partisi ıslatma suyunun Eİ ile tarla çıkışı arasındaki korelasyon katsayıları çizelge 2.2’de gösterildiği gibi oldukça anlamlı bulunmuştur.

Çizelge 2.2 Soya fasulyesi, *Phaseolus vulgaris* ve uzun çin fasulye (*Vigna sesquipedalis*) nin Eİ testi ile tarla çıkışı arasındaki korelasyon katsayıları

Soya fasulyesi			<i>Phaseolus vulgaris</i> ³		Uzun çin fasulyesi ⁴
1.ekim ¹	2.ekim ¹	12 ekimin ort ²	1.ekim	2.ekim	
-0.89***	-0.92***	-0.67*** -0.79***	-0.82***	-0.87***	-0.86***

¹Oliveira vd. (1984), ² Yaklich vd. (1979), ³ Powell vd. (1986a), ⁴ Abdullah vd. (1991), *** p ≤ 0.001

Aynı anda 100 tohumda sızıntı suyunun iletkenliğini ölçmek için bir cihazın geliştirilmesinin ardından tek tohum iletkenlik değerlendirmesi önerilmiştir (Steere vd. 1981). Bezelye, soya fasulyesi, pamuk, fasulye, mısır ve küçük tohumlu türler ile yapılan

çalışmalarda, tek tohum sızıntı suyu iletkenlik analizinin hem standart çimlenmeyi hem de tohum gücünü gösterebileceğine dair olumlu sonuçlar bulunmuştur. Cihazın tohum ağırlığını hesaplanırken, okumaları ayarlayamayacağı için testten önce 100 tohumun tartılması tavsiye edilmektedir. Böylece ortalama okuma, gram olarak bireysel tohum ağırlığı başına ($\mu\text{amps cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ veya $\mu\text{S cm}^{-1}\text{g}^{-1}$) kaydedilmektedir. Cihazın nerilen tek tohum iletkenliğinin belirlenerek kullanımı; canlı ve cansız tohumu ayıramaması, her türlü tohum için net ve tutarlı bir iletkenliğin olmaması nedeniyle rutin bir test olarak başarılı olamamıştır (Hepburn vd. 1984).

Mirdad vd. (2006) yaptıkları çalışmada, tohumları yükseltilmiş nem içeriği ve yüksek sıcaklıkta yaşlandırarak farklı çimlenme oranları içeren karnabahar ve lahana örnekleri oluşturmuşlardır. 50 adet tohum kullanılarak karnabahar ve lahananın ıslatma suyunun elektriksel iletkenliğinin çimlenme ile korelasyon katsayısı 0.79, ($P \leq 0.001$) ile 0.96 ($P \leq 0.001$) belirlemişlerdir. Aynı zamanda çimlenme oranları %90 ile %98 olan çok çeşitli çimlenme seviyeleri için geçerli olmuştur. Karnabahar ve lahana tohumlarının toplu örneklerinde ıslatma suyunun elektriksel iletkenliğine dayalı olarak 24 saatlik bir çimlenme testi oldukça uygun bir test olarak önerilmiştir.

Eİ lm, 7 gün veya daha uzun bir çimlenme testi yerine 24 saat içinde yaşlanmayı takiben gücün ölçüsünü vermektedir. Yaşlanmaya dayalı güç testlerinin yanı sıra ekstra bir öneme sahip olabilmektedir (Thornton vd. 1990). Eİ testi, hızlı yaşlandırmadan sonra bezelye tohumlarının ticari olarak depo ömrünü belirlemede kullanılmıştır (Powell ve Matthews 1978).

İran'ın farklı yerlerinde üretilerek, ticari olarak temin edilebilen 14 nohut (*Cicer arietinum* L.) tohum partisinin elektriksel iletkenliği ile tarla çıkışı arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için bir çalışma gerçekleştirilmiştir. 20 °C 'de 24 saat sonra tohum ıslatma suyunun elektriksel iletkenliği daha kısa süre iletkenlik değerı olan 2 saat bekletmeden sonraki Eİ değerı ile ($r=0.62$, $P<0.05$) nemli ölçüde ilişkili korelasyon katsayısına sahip olmuştur. Korelasyon ilişkisine göre sadece 2 saat içinde düşük güçlü tohum partileri tespit edilebilmektedir. 2 saat sonra elektriksel iletkenlik, tarla çıkışı ($r=-0.73$, $P<0.01$) ve bitki sıklığı ($r=-0.73$, $P<0.01$) ile anlamlı sonuçlar vermiştir. Hızlı olarak yapılan 2 saatlik

bir Eİ testinin, ekim öncesi kullanım potansiyelinin bulunduğu sonucuna varılmıştır (Khajeh-Hosseini ve Rezazadeh 2011).

Gazel boynuzu (*Lotus corniculatus* L.) tohum partilerinin elektriksel iletkenliği, tohum gücünün tahmininde değerlendirilmiştir. Çalışmada tohum sayısı ve ıslatma süresi değişkenlerinin etkileri San Gabriel çeşidinin iki tohum partisinde araştırılmıştır. 50, 100, 200 ve 1000 adet tohum örnekleri karşılaştırıldığında, partiler arasındaki maksimum fark 100 tohum ile elde edilmiştir ($P \leq 0.05$). 6, 12, 18 ve 24 saatlik ıslatma süresinin etkisine bakıldığında ise 24 saatlik ıslatma süresi tohum partileri arasındaki en büyük farkı verdiği belirlenmiştir. Eİ testi, fide çıkışı ile yüksek bir korelasyon ($r=0.93 - 0.98$; $P < 0.01$) göstermiştir. Çalışmaya göre, gazel boynuzu için 20 °C’de 24 saat boyunca 250 ml deiyonize suya batırılmış, 100 tohum kullanılarak elektriksel iletkenlik testi önerilmiştir. Gazel boynuzu tohumlarının toplu iletkenlik testi hızlı, basit, ekonomik, objektif ve sonuçların tarla çıkışı ile istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır (Artola ve Carillo- Castenada 2005).

Mavi vd. (2016) kökçük çıkış hızı ve elektrolit sızıntısı testleri ile turpun (*Raphanus sativus*) standart çimlenme testlerinden normal fide yüzdesinin hızlı tahminlenmesi konusunda çalışmışlardır. Sık kökçük çıkış sayımlarından hesaplanan ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) ve 48 saatte bir KÇ sayımından hesaplanan çimlenmeyi tutarlı bir şekilde tahmin etmiştir (dokuz R^2 ’den sekizi ≥ 0.900 ; $P < 0.001$). 20 °C’de dört testte 1, 3, 5, 17 ve 24 saat ıslatmanın ardından, tohum ıslatma suyunun Eİ ölçümleri (40 ml damıtılmış suda 3 x 100 tohum) ile normal fideler (%) ve OÇZ (28 testin 25’inde R^2 değeri ≥ 0.80 ; $P < 0.001$) arasında da anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Çalışmaya göre, hem Eİ, hem de KÇ testleri, turptaki normal fide yüzdesinin hızlı ve tekrarlanabilir tahminlerini sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Elektriksel iletkenlik testinin son çimlenmeyi tahmin etme potansiyeli, yedi türden (*Centaurea nigra* L., *Prunella vulgaris* L., *Cyanus segetum*, *Knautia arvensis* L., *Papaver rhoeas* L., *Silene vulgaris* ve *Valeriana officinalis* L.) alınan tohum partilerinde değerlendirilmiştir. Test edilen yedi türden dördünde (*Centaurea nigra*, *Prunella vulgaris*, *Cyanus segetum* ve *Valeriana officinalis*), Eİ testi son çimlenmenin (kökçük

oluşumu) göstergesi olmuştur ve çimlenme oranı düşük partilerde yüksek düzeyde sızıntı belirlenmiştir. Tek bir erken KÇ sayımı (42. saatte) *C. segetum*'un 12 tohum partisi için çimlenmeyi ($R^2 \geq 0.858$; $P < 0.001$) tahmin etmede başarılı bulunmuştur. Bu nedenle hem Eİ kullanarak tohumlardan çözünen sızıntı ölçümleri, hem de KÇ'nin erken sayımları yerel türlerde tohum partilerinin çimlenmesini tahmin etme potansiyeline sahip olmuştur. Eİ uygulanmadan önce, tohum özellikleriyle, özellikle tohum yapısıyla ilgili olarak Eİ testi verilerinin daha fazla karakterizasyonu gerektiği sonucuna ulaşılmıştır (Marin vd. 2018).

Demir vd. (2019)'nin çalışmasında, tere (*Lepidium sativum* L.) tohum partilerinde güç testleri kullanılarak 2 kez tarla ve 1 kez kontrollü oda koşulları olmak üzere 3 farklı ekim ortamında fide çıkışı tahmin edilmeye çalışılmıştır. 10 ticari tohum partisi 12, 24 ve 36 saatlik erken kökçük çıkış yüzdeleri, 16. ve 24. saat Eİ ve HYT testleri yapılmıştır. Güç testleri, çeşitli anlamlılık seviyelerinde fide çıkış potansiyeli ile ilişkilendirilmiştir. KÇ24 saat ($r=0.879 - 0.988$, $P < 0.001$) ve Eİ16 saat ($r=0.902-0.962$, $P < 0.001$) her üç ekim koşulu ile en yüksek korelasyon katsayısı değerlerini vermiştir. Sonuçlar, 24 saat sonra kökçük çıkışı ve 16 saat sonra elektrik iletkenlik değerinin tere tohumlarının tarla ve kontrollü oda koşullarında fide çıkış potansiyelini tahmin etmek için başarıyla kullanılabileceğini göstermiştir. Her iki testinde ucuz, basit ve hızlı yöntemler olması sebebiyle tarla çıkışının tahmininde kullanımı önerilmiştir.

Ozden vd. (2019) 10 adet Beyaz Fransız Fasulyesi (*Phaseolus vulgaris* L.) tohum partisinin kökçük çıkış ve elektriksel iletkenlik değerlerinin, sulu ve tarla kapasitesi koşulları ile ilişkili olup olmadığını araştırdıkları çalışmada, çimlenmeden 24, 28, 32, 36, 40, 44 ve 48 saat sonra erken kökçük çıkış yüzdeleri (KÇ) sayılmıştır. Elektriksel iletkenlik (Eİ) ölçümleri, tohumların 20 °C'de 2, 4, 6, 18 ve 24 saatte ıslatılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Hem sulu hem de tarla kapasiteli ekimlerde en yüksek korelasyon değerleri Eİ'nin 18. saati ($r=0.966$; $p < 0.001$; $r=0.965$, $P < 0.001$) ve 24. saati ($r=0.947$, $r=0.952$, $P < 0.001$) ile tarla fide çıkışı arasında elde edilmiştir. KÇ testinin 48. saati ile ($r=0.905$, $r=0.918$, $P < 0.001$) fide çıkışı arasında da yüksek ilişkili sonuçlar elde edilmiştir. Eİ testinde 18 ve 24. saati ile kökçük çıkış testinin 48. saati beyaz kaplı Fransız

fasulye tohumlarının gücünü ayırt etmek için basit, hızlı ve ucuz bir yöntem olduğu ifade edilmiştir.

Ozden vd. (2021)'nin yaptıkları çalışmada 10 adet dereotu (*Anethum graveolens* L.) tohum partisinin iki kontrollü oda koşullarında, iki tarla ekim tarihinde ve iki farklı ekim derinliğinde fide çıkışı, güç testleri ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. OÇZ, HYT (24, 48 ve 72 saat), Eİ değerleri (16 saat ve 24 saat) ve HYT testi sonrası Eİ değerleri güç testi olarak kullanılmıştır. Kontrollü oda koşullarında fide çıkış değerleri (2 cm'de %80-95, 4 cm'de %76-92), tarla çıkış değerlerinden (birinci ekimde %67-85 ve ikinci ekimde %60-80) daha yüksek bulunmuştur. Güç testlerinin çoğu, tarla çıkış potansiyeli ile önemli ölçüde ilişkili sonuç vermiştir. Çıkış ile en yüksek korelasyon değerleri Eİ16 ve Eİ24 saatte gözlemlenerek, dört ekimin üçünde $P < 0.001$ düzeyinde önemli ilişki belirlenmiştir. Sonuç olarak, Eİ16. saatin dereotu tohum partilerinde hızlı, pratik ve kolay bir tohum güç testi ayrımı yöntemi olabileceği ifade edilmiştir.

2.8 Mısırdaki Tohum Güç Testleri ile Yapılan Çalışmaların Kaynak Özetleri

Genetik özellikler, tohum ve toprak kaynaklı hastalıklar, çevresel koşullar ve tohumun yaşlanması gibi çeşitli faktörler tohum gücünü etkileyebilmektedir. Karmaşık çimlenme mekanizması, bir arada bulunan ve etkileşime giren bir dizi fiziksel, biyolojik ve biyokimyasal bileşeni içermektedir. Bu karmaşık mekanizmayı tek bir güç testi ile açıklamak imkansızdır. Tek bir güç testi ile değişken çevresel koşullar altında tarlaya ekilen tohumların davranışını tahmin etmeye çalışmak doğru olmamaktadır. Biyokimyasal ve fizyolojik güç testlerinin kombinasyonu, tohumların tarla çıkışını tahmin etmek için geçerli bir alternatif olarak önerilmektedir (Ram ve Wiesner 1990, Hampton ve Coolbear 1990). Aşağıda yer alan kaynak özetlerinde, mısır (*Zea mays* L.) ve tatlı mısır tohum partilerinde çeşitli güç testlerinin birlikte kullanıldığı çalışmalara yer verilmiştir.

Mısır için en yaygın tohum gücü değerlendirme yöntemleri arasında standart çimlenme, soğuk test, kökçük çıkış, hızlı yaşlandırma testi, elektriksel iletkenlik testi, hızlı yaşlandırma testi ve enzim aktivitesi (dehidrogenaz) gibi testler bulunmaktadır (Woltz ve

TeKrony 2001, Chen 2003, Qiao vd. 2003). Ayrıca, tohum çimlenmesi sırasında üretilen uçucu aldehit tohumun gücü ile negatif bir korelasyona sahip olduğuna dair çalışmalar da mevcuttur (Tao ve Zheng 1991).

Shrunken-2 genine sahip tatlı mısır tohum çeşitlerinde düşük çimlenme ve fide gücü, işleme endüstrisi tarafından tarla ölçeğinde konserve ve dondurma sanayisi için kullanımı sınırlayan önemli bir faktör olmaktadır (Piecarka ve Volf 1978, Wann 1980). Andrew (1982) tarafından, *su* ve *sh-2* genine sahip tatlı mısır tohumlarına ait melez ve hibrit hatlarının kullanıldığı çalışma, tane büyüklüğü ve 4 farklı çimlenme sıcaklığının fide gücü üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Genotipler ve sıcaklık rejimleri içinde büyük ve yuvarlak taneli çeşitler, küçük ve yassı tanelilere göre daha iyi performans gösterme eğiliminde olmuşlardır. Sıcaklık aralıkları ise, standart soğuk test için kullanılan 10 °C kadar düşük olmamıştır. *Sh-2* genine sahip ana hatlarının tane ağırlığı ve *su* genine sahip olanların tane ağırlığı ile ilişkisi, hibrit kombinasyonlardaki çimlenme performanslarına dair bir gösterge vermemiştir.

Gecikmiş tohum çimlenmesi ve yavaş fide büyümesi yaygın olarak mısır (*Zea mays* L.) tohumunun toprak işlemez ekiminden sonra meydana gelebilmektedir. TeKrony vd. (1989a)'nin yaptıkları çalışma, hem geleneksel hem de toprak işlemez sistemler kullanılarak tohum gücünün fide çıkışı üzerindeki etkisini değerlendirmek için yürütülmüştür. Üç yıl boyunca 4 tohum partisi ile erken, orta ve geç olmak üzere farklı tarihlerde ekim yapılmıştır. Yüksek güçlü tohum partileri daha erken çıkış yaparak, nihai çıkışları daha fazla olurken, düşük güçlü tohum partilerinin ise hem daha yavaş hem de daha az nihai çıkışa sahip oldukları belirlenmiştir.

TeKrony vd. (1989b) yaptıkları araştırmada, toprak işlemez yapılmadan çeşitli yüzey atıklarına ekilen mısırdaki tohum gücünün bitki büyümesi ve verime olan etkisini değerlendirilmiştir. %88-98 çimlenme gücüne sahip 4 tohum partisi, toprak işlemez olmadığı kırmızı kışlık buğday, uzun çayır çimi ve mısır kalıntılarının bulunduğu topraklara erken, orta ve geç sezonda ekilmişlerdir. Düşük güçlü tohum partilerinden elde edilen bitkilerde özellikle 4 yaprak oluşumu aşamasında vejetatif büyüme daha az olmuştur. Tohum gücünün vejetatif büyüme üzerindeki etkisi püskül çıkış ile birlikte

büyük ölçüde azalmıştır. Düşük güçlü tohumların zayıf çıkışı, yeterli bitki popülasyonunun daha azına ulaşılmasına neden olduğu için doğrudan tane verimi üzerinde etkisi olmamakla beraber verimin düşmesine sebep olmuştur. Bu nedenle yüksek güçlü mısır tohum partilerinin kullanımının birincil yararı çıkış üzerine gerçekleştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Johnson ve Wax (1981) yüksek güçlü tohum partilerinin, düşük güçlü partilere kıyasla daha hızlı çıkış gösterdiğini ve nihai çıkışının daha çok olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte, Burris (1975) mısır fidelerinin konvansiyonel koşullarda çıkışının tohum gücüne tutarsız bir tepkisi olduğunu bildirmiştir.

Shrunken-2 (Sh-2) genine sahip tatlı mısırlarda zayıf tohum gücü ve fide çıkışı, kotiledonlarda karbonhidrat kullanımda işlev bozukluğuna (Styer ve Cantliffe 1984), tohum ve toprak kaynaklı hastalıklara karşı duyarlılığa (Berger ve Wolf 1974) ve membran bütünlüğünü etkileyen su alımında hasara (Chern ve Sung 1991, Parera ve Cantliffe 1991) sebep olduğunu ifade etmişlerdir. Standart çimlenme testi, bazı türlerde tarla çıkışı ile zayıf ilişkili bulunmuştur. Güç testlerinin ise tohumun tarla performansını, çimlenme testlerinden daha iyi temsil ettiğini ifade etmişlerdir (Perry 1978b).

Waters ve Blanchette (1983)'nin yaptıkları çalışmada soğuk test ve Eİ testi ile tatlı mısırın tarla çıkışı tahmin edilmeye çalışılmıştır. Araştırmada tatlı mısır tohum partilerinin steril kumda, soğuk testlere olan tepkisi incelenerek özellikle bezelye için kullanılan elektriksel iletkenlik testinin tatlı mısır tohum gücü için uygun olup olmayacağı belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca tatlı mısırın tarla çıkış potansiyeli için soğuk test ve elektriksel iletkenlik testinin birleştirilme olasılığı da değerlendirilmiştir. On üç tatlı mısır melezini ve 45 tohum partisi ile tarla çıkış denemeleri ve laboratuvar güç testleri gerçekleştirilmiştir. Steril kumda ve kumsuz çimlendirme kağıtları arasında gerçekleştirilen soğuk testler, tarla çıkışı ile yüksek oranda ilişkili bulunmuştur. Standart laboratuvar çimlenme testlerinden elde edilen sonuçlar, 4 saha denemesinde tarla çıkışı ile ilişkili sonuç vermemiştir. Bu çalışmada tohumların bireysel elektriksel iletkenliğinden yararlanılarak ASA-610 cihazı (otomatik tohum elektriksel iletkenlik analizi) kullanılmıştır. Kumsuz soğuk test (toplam fide kuru ağırlığı) ve ASA-610 Eİ testi

ile birleştirildiğinde, tarla çıkışı ile çoklu korelasyon değerleri $r=0.70$ ($P<0.05$) ile $r=0.80$ ($P<0.05$) arasında değişmiştir. Kumsuz soğuk testi ve Eİ testi ucuz olmaları, kolayca standardize edilebilmeleri ve kapsamlı bir eğitim gerektirmeden gerçekleştirilebilmeleri nedeniyle tatlı mısır için tercih edilen güç testleri olarak önerilmiştir.

Sh-2 endospermli tatlı mısır hibritleri, standart şekerli (*su*) melezlerine kıyasla daha tatlıdır ve şeker düzeylerini daha uzun süre korudukları için tat testlerinde tercih edilmektedirler. Fakat düşük tohum kalitesi, çimlenme ve tarla çıkışı *sh-2* hibrit tiplerini sınırlandırmaktadır (Andrew 1982). Pek çok tatlı mısır ıslah programının ana hedefi, *sh-2* hibritlerinin tohum kalitesinin iyileştirilmesi olmaktadır (Boyer ve Shannon 1983). Bu amaçla Tracy ve Juvik (1988) yaptıkları çalışmada daha iyi bir tarla çıkışı için tohum seçiminin iletkenlik üzerindeki etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Yirmi ile 30 mısır başağı arasından eşit miktarda tohumlar birleştirilerek döngüler oluşturulmuştur. Her döngü için dengeli bir tohum bileşimi yapılmıştır. Çalışmada amaç, 10 farklı döngü boyunca tatlı mısırdaki Eİ testi ile tarla çıkışının ilişkili olup olmadığını belirlemektir. Tohum kalitesinin hızlı olarak ölçümünü sağlayan Eİ testi, tatlı mısır melezleri içerisinde tarla çıkışı ile yüksek oranda ilişkili sonuç vermiştir. Eİ testi, tarla çıkışı ($r=-0.82$; $P\leq 0.01$), bitki boyu ($r=-0.81$; $P\leq 0.01$), uniformite ($r=-0.92$; $P\leq 0.01$) ve nisbi çıkış ($r=-0.85$; $P\leq 0.01$) ile negatif olarak büyük oranda ilişkili bulunmuştur. 0'dan 10'a kadar olan döngülerde elektriksel iletkenlik 35 ile 82 dS m⁻¹ arasında değişmiştir. Tarla çıkış oranı ise %20 ile %52 arasında belirlenmiştir. En yüksek tarla çıkışının Eİ'si 39 dS m⁻¹ olarak ölçülmüştür. Tatlı mısırdaki Eİ testi, hızlı ölçülebilmesi ve tarla çıkışı ile yüksek korelasyona sahip olması nedeniyle tatlı mısır tohum kalitesini saptamak için yararlı olabileceği ifade edilmiştir. Tarla çıkışını etkileyen birçok faktör olması nedeniyle, yalnızca bir testin olmaması bunun yanında daha fazla uygun güç testleri kullanılması sonucuna ulaşılmıştır.

Martin vd. (1988) tarafından, 48 kendilenmiş mısır hattının 1986 ve 1987 yılında sekiz farklı lokasyonda, soğuk ve ıslatma testlerinin nispi değerlerinin tarla çıkışı ile ilişkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. 1986 yılında, soğuk ve ıslatma testi, tarla çıkışıyla sırasıyla $r=0.43$ ve $r=0.40$ ($P<0.01$) eşit derecede ilişkili olmuşlardır. 1987 yılında ise soğuk test ($r=0.74$, $P<0.01$), suda bekletme testinden ($r=0.43$, $P<0.01$) tarla çıkışıyla daha

ilişkili sonuç vermiştir. Laboratuvar çimlenme testleri ile tarla çıkışı arasındaki bu korelasyon değerleri hem tohum ekiminin yapıldığı yerden hem de yıldıan etkilendiğı ifade edilmiştir.

Shrunken-2 melez tohum çeşitleri, şekerli (*su*) türlerinden daha çok sakkarozsa sahip oldukları, yenilebilir olgunluk süresinin fazla olması ve uzak pazarlara gönderimi daha iyi tolere edebildikleri için tüketiciler tarafından tercih edilmektedir. Bununla birlikte, *sh-2* tohumları, standart şeker mısırına göre tipik olarak zayıf çimlenme ve fide gücü göstermektedirler (Styer vd. 1980, Guzman vd. 1983, Churcill ve Andrew 1984). Düşük güç; tohumlarla taşınan patojenler (Anderegg ve Guthrie 1981, Halfon-Meiri ve Solel 1990), küçük endosperm (Wann 1980) ve perikarptaki çatlaklarla ilişkili olmaktadır. Aynı zamanda embriyodaki karakterize edilmemiş faktörler tohum gücünün azalmasına sebep olmaktadır (Styer ve Cantliffe 1984).

Wilson ve Trawatha (1991) çalışmalarında Florida staysweet *shrunken-2* tatlı mısır tohumlarının üretiminde fizyolojik olgunluğun tohum gücü ile ilişkisini araştırmışlardır. Olgunluğun tohum gücü üzerindeki etkisini incelemek, fizyolojik olgunluğu Idaho koşullarında tanımlamak ve güç testlerini optimize etmek amacıyla yürütülmüştür. Laboratuvar koşullarında maksimum çimlenme, tarla çıkışından 12-26 gün önce gerçekleşmiştir. Soğuk test, hızlı yaşlandırma testi ve elektriksel iletkenlik testi tarla çıkışı ($r=0.87, 0.85, -0.88$) ile yüksek oranda ilişkili bulunmuştur. Standart çimlenme testi ise tarla çıkışı ile daha az ilişkili sonuç vermiştir. Sonuç olarak, mısırların püskül çıkışından 45-60 gün sonra yani erken hasat döneminde tohum alınması yüksek çimlenme ve düşük güç ile, püskül çıkışından 80-90 gün sonra tohum alınması (Haziran ortası) ise yüksek güçlü tohumların üretimiyle sonuçlanmıştır.

Wilson vd. (1992) *Shrunken-2* tatlı mısır tohumlarında tarla çıkışı ile yüksek oranda ilişkili olan güç testlerini belirlemek ve tarla çıkışının tahmininde birleştirerek çoklu regresyon modeli geliştirmek üzerine çalışma yapmışlardır. Çalışmada 1988 yılında alınan 49 ticari tohum partisi ve 1989 yılında alınan 48 tohum partisini ertesi yıl tarlaya ekilmişlerdir. 4. ve 7. günde sayılan standart çimlenme testi, hızlı yaşlandırma testi, soğuk test, tanelerin yağ asitliği, embriyonun ağırlığı, embriyo oranı ve elektriksel iletkenlik

ölçümü ile birlikte gerçekleştirilmiştir. 4. ve 7. gün çimlenme sayıları ile tarla çıkışı yüksek oranda ilişkili sonuç ($r<0.40$, $p<0.01$) vermemiştir. 1988 yılındaki tohumların tarla çıkışı ile en yüksek korelasyonu Eİ testi ile ($r=-0.62$, $p<0.01$) gerçekleşmiştir. 1989 yılındaki tohumlarda ise tarla çıkışı ile en yüksek korelasyona sahip test hızlı yaşlandırma testi ($r=0.87$, $p<0.01$) olmuştur. Eİ testi ve HYT tamamlayıcı testler olmuştur ve güç indekslerine lineer çoklu regresyon uygulanarak birleştirilmiştir. 1988 yılında optimum model HYT, Eİ testi ve embriyo ağırlığı ($R^2=0.69$) değişkenlerini içerirken 1989 yılında ise sadece HYT ve Eİ ($R^2=0.78$) testlerini içermiştir. Yapılan çalışmaların sonuçlarından geliştirilen modellerde, HYT ve Eİ testlerinin tamamlayıcı testler olduğu kanıtlanmıştır.

Parera vd. (1995) yaptıkları çalışmada Florida da 3 farklı tarlada, 7 farklı *sh-2* tatlı mısır çeşidinin tarla çıkışını tekli ve çoklu laboratuvar güç testleriyle ilişkilendirmişlerdir. Çeşitli ortamlarda ekilen *sh-2* tatlı mısır tohumlarının tarla çıkışını ve gücünü tahmin etmek için güvenilir, hızlı ve ucuz laboratuvar testlerini belirlemeye çalışmışlardır. Faktör analizi kullanılarak çoklu regresyon modelleri oluşturulmuştur. En iyi öngörü testi sızıntı suyuna dayalı elektriksel iletkenliğin 15 °C’de ıslatmayı içeren kompleks stres güç ($R=0.93$) testi olmuştur. 25 veya 30 °C’de 3 saat ıslatma sonrasında sızıntı suyu iletkenliği ($R=0.9W$), soğuk testi ($R=0.9$), alternatif sıcaklık stresi iletkenlik testi ($R=0.88$), 30 °C’de standart çimlenme testi ($R=0.88$) ve 25 °C’de inkübasyonu içeren bir indeks ($R=0.88$) tarla çıkışının en iyi tahmin edicileri olmuşlardır. Tarla çıkışını tahmin etmek için önerilen kompleks güç testi, *sh-2* tatlı mısırın tohum çıkışını ve fide gücünü etkileyen iki ana faktörü birleştirmiştir. Kompleks stres güç testi içinde iletkenlik indeksi, *sh-2* tatlı mısırın tarla çıkışını değerlendirmek için önerilen diğer güç testleriyle karşılaştırıldığında, basit ve laboratuvarlar arasında standardize etmesi oldukça kolay olduğu ifade edilmiştir.

Bennett vd. (2004) tarafından 12 adet *Sh-2* genine sahip tatlı mısır tohum partisi kullanılarak hızlı yaşlandırma ve tuzla hızlı yaşlandırma testinin etkinliği karşılaştırılmıştır. Çalışmada 41°C, 43°C ve 45 °C test sıcaklığı ve 72 saat yaşlandırma süresi kullanılmıştır. Tüm çeşitlerde standart çimlenme testine göre normal çimlenme oranları %90’ın üzerinde görülmüştür. 41 °C’de HYT testi sonuçlarından (%46-97), tuzla

hızlı yaşlandırma testi (%76-99) sonuçlarına göre daha geniş normal fide oranı elde edilmiştir. 43 °C test sıcaklığında HYT (%23-96) ve tuzla hızlı yaşlandırma (%18-96) testlerinden neredeyse aynı aralıkta normal fide değerleri elde edilmiştir. Test sıcaklığı 41 °C'den 43 °C'ye yükseltildiğinde normal fideler için varyasyon katsayısı değerleri artmıştır. Tohumlar 43 °C ve 45 °C sıcaklıklarında yaşlandırıldıklarında anormal ve ölü fide yüzdeleri artmıştır. Çoğu çeşitte normal fide yüzdeleri HYT testinde tuzla yaşlandırılmış hızlı yaşlandırma testine kıyasla daha yüksek olmuştur. Bu çalışmanın sonucu olarak, tuzla hızlı yaşlandırma tekniğinde NaCl çözeltisi kullanıldığı için daha düşük oransal nem seviyeleri elde edileceğinden, tohum mikroflorasının büyümeyi azaltacağı ifade edilmiştir.

Tekrony vd. (2005)'nin yaptıkları çalışmada, yassı ve yuvarlak mısır tohumları, kontrollü ve kontrolsüz depolama koşulları altında, bozulmanın etkisini değerlendirebilmek amacıyla tutulmuşlardır. Kontrolsüz bir depo ve birkaç kontrollü koşullarda depolamanın, aynı tohum türünün çeşitli hibritlerinde gücü ve hızı üzerinde etkileri karşılaştırılmıştır. Düşük mekanik hasara, yüksek tohum çimlenmesine ve farklı tohum gücüne sahip 5 melez 14 (7 adet yuvarlak, 7 adet yassı) tohum partisi yalıtımlı bir depoda 10 °C ve %50 bağıl nemde 4 ve 8 yıl depolanmışlardır. İki melezden 4 ek tohum partisi, 3 nem seviyesi (120, 140 ve 160 g kg⁻¹), 3 sabit sıcaklıkta (30, 40 ve 50 °C) kapalı alüminyum paketlerde saklanmışlardır. Yuvarlak tohumun P₅₀ değeri (standart çimlenmenin %50'si için geçen süre), kontrollü ve kontrolsüz depolamada yassı tohumun P₅₀ değerinden sürekli olarak daha küçük bulunmuştur. Yuvarlak tohumun kalitesindeki düşüşler, birincil olarak başlangıçtaki tohum gücüyle ilişkili olarak yorumlanmıştır. Yuvarlak tohumun kalitesindeki düşüşlerin; başlangıç tohum büyüklüğündeki farklılıklardan, mekanik hasardan ve depolama sırasındaki hızlı bozulmadan kaynaklanmadığı ifade edilmiştir. Depolama öncesi hızlı yaşlandırma testi ile P₅₀ değeri arasında ilişkili sonuçlar belirlenmiştir. Soğuk test ile depo koşullarında 10 ay saklama veya 10 °C'de %50 oransal nemde 8 yıl depolama sonrası tohum gücü en yüksek korelasyon değerini verdiği ifade edilmiştir. Yuvarlak tohumların yassı tohumlardan daha düşük başlangıç çimlenmesi, gücü ve fide performansına sahip olduğuna dair kanıtlar bazı çalışmalardan elde edilmiştir (Shieh ve McDonald 1982, Graven ve Carter 1990, Peterson vd. 1995).

Zhao vd. (2007)'nin çalışmalarında, 8 adet süper tatlı ve 8 adet şekerle zenginleştirilmiş tatlı mısır (*Zea mays saccharata*) hibrit tohumlarının standart çimlenme, stres direnci, fizyolojik ve biyokimyasal testler ile tarla çıkış testinin ilişkisine bakılmıştır. Deneysel koşullar altında, uçucu aldehit ve dehidrojenaz aktivitesi testlerinin, süper tatlı ve şekerle zenginleştirilmiş tatlı mısırın tohum gücü değerlendirilirken tarla çıkış performansını tahmin etmede güvenilir sonuçlar verdiği ifade edilmiştir. Şekerle zenginleştirilmiş tatlı mısır tohum partilerinde elektriksel iletkenlik testinin, büyük oranda tarla çıkış yüzdesi ile korele olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde aynı mısır tipi için, HYT ve soğuk test sonuçları ile dehidrojenaz aktivitesi birleştirilerek tarla çıkışını tahmin etmek için güçlü bir regresyon denklemi oluşturulabileceği sonucuna varılmıştır. Dehidrojenaz aktivitesi, uçucu aldehit ve çözünebilir şeker gibi testler pratikte zahmetli, zaman alan ve oldukça maliyetli testlerdendir. Ayrıca, bu güç indekslerinin tatlı mısırın tohum gücünü değerlendirmede uygunluğunun daha fazla araştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Onun yerine çalışmada da kullanılan soğuk test, hızlı yaşlandırma testi, elektriksel iletkenlik testi gibi testler daha pratik, maliyeti düşük ve tatlı mısırdaki tarla çıkışının tahmininde oldukça başarılı testler olarak kabul görmektedirler.

Noli vd. (2008), yüksek çimlenme gücüne sahip olan, erken dönemde ekilen 30 adet mısır (*Zea mays* L.) tohum partisinin elverişsiz koşullar altında tarla performansını tahmin etmek için soğuk test, ıslatma uygulaması (25 °C'de, 24 saat boyunca ve 50 ml deiyonize suda bekletme) ve hızlı yaşlandırma testlerinin uygunluğuna bakmışlardır. 30 adet mısır tohum partisinin tamamı %92'in üzerinde standart çimlenme oranına sahip bulunmuştur. Tarla denemesi erken ilkbaharda 17 Mart tarihinde başlatılmıştır. Değerlendirilen güç testleri arasında soğuk test ve hızlı yaşlandırma testi, tarla çıkış performans özelliğinin tümü ile önemli ölçüde ilişkili sonuçlar vermiştir. Fakat soğuk testin (10 °C, 7 gün) hızlı yaşlandırma testinden (45 °C, 72 saat) daha güçlü sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Soğuk test ile tarla çıkışı arasında $r=0.73$ ($P \leq 0.05$) korelasyon katsayısı elde edilirken, HYT ile tarla çıkışı arasındaki ise $r=0.53$ ($P \leq 0.05$) değeri elde edilmiştir. Islatma testi ise tarla çıkışıyla en düşük korelasyona sahip olmuştur. Güç testlerinin birbiri arasında da korelasyon değerleri hesaplanmıştır fakat oldukça düşük sonuçlar elde edilmiştir. Tarla çıkışı ile ortalama çıkış zamanı arasında negatif yönde güçlü korelasyon değeri ($r=-0.84$, $P \leq 0.001$) elde edilmiştir. Fungisit ilacı uygulanmayan tohum partileri hesaplamadan

çıkarılarak bakıldığında korelasyon değerlerinin biraz yükseldiği belirlenmiştir. Fakat artış anlamlı olmamıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre soğuk test, erken dönemde mısır tohum ekimi ve optimumun altındaki koşullarda tarla çıkışını tahmin etmede kullanılan 3 testten en uygun olanı olarak belirlenmiştir.

Tohum gücü, “çok çeşitli tarla koşullarında fidelerin hızlı, tekdüze çıkış ve gelişme potansiyelini belirleyen tohum özellikleri” olarak tanımlanmaktadır. AOSA’nın ifade ettiği gibi yüksek güçlü mısır tohum partileri hızlı ve üniform çıkış potansiyeline sahip olmaktadır. Yüksek güçlü tohum partilerinden elde edilen fidelerin, düşük güçlü partilerden elde edilenlere göre daha üniform olması beklenmektedir. Egli ve Rucker (2012)’in yaptıkları çalışmada bu hipotez, yüksek ve düşük çimlenme gücüne sahip mısır (*Zea mays* L.) partileri ile bir dizi sera ve büyüme odası deneyinde test edilmiştir. 3 adet yüksek güçlü, 3 adet ise düşük güçlü tohum partisinin kullanıldığı çalışmada, OÇZ yerine tohum partilerinin gücünü ayırt etmek için üniformite indeksi (UI) ve T10 (son çıkışın %10’una kadar geçen süre) değeri kullanılmıştır. Üniformite indeksi tohum partilerinin son çıkışın %10 undan %90’ına kadar geçen süre, olarak tanımlanmaktadır. Yüksek güçlü mısır tohumları daha düzenli bir çıkışa sahip olmuştur. Ayrıca toprak sıcaklığı ve çıkış zamanı tekdüzeliği etkilemiştir. Çalışmada, toprak sıcaklığının 23 °C’den 15 °C’ye düşürülmesi, T10 değerinin yaklaşık 100 saatten 300 saatin üzerine çıkmasına ve üniformite indeksinin artmasına sebep olmuştur. Mısır fideleri hızlı çıkışa sahip olduklarında üniformite indeksi 20-30 saat arasında, düşük çıkışa sahip olduklarında ise 80-140 saat arasında gerçekleşmiştir. Tohum yatağı, toprak nemi, toprak sıcaklığı ve ekim derinliği tamamen homojen üniformiteyi etkilemiştir. Yavaş çıkışa sebep olan koşulların düşük güçlü tohum kullanımı ile birleşmesi verimi azaltarak, düzensizliğe neden olacağı ifade edilmiştir. Toprak nemi ve ekim derinliğinin hassas kontrolü ile tamamen homojen tohum yatağında üniformite indeksi, homojen olmayan tohum yatağı koşullarına sahip bir tarlada daha düşük olmaktadır. Bu durumda tohum kalitesini doğrudan etkilemektedir sonucuna ulaşılmıştır.

Sivritepe vd. (2016), 6 farklı mısır (*Zea mays* L.) tohum çeşidi kullanılarak canlılık ve güç (normal çimlenme oranı, OÇZ, çimlenme indeksi, kökçük çıkışı, Eİ testi, soğuk test ve ilk sayım testi) parametreleri arasındaki korelasyonları incelenmiştir. Çimlenme ve

güç testleri tohum şekli (yuvarlak ve yassı) ve tohum boyutu (küçük, orta ve büyük) temelinde değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda tohum canlılığı ile tohum gücü arasında en yüksek korelasyon normal çimlenme oranı ve çimlenme indeksi arasında belirlendiği ifade edilmiştir. Bunu sırasıyla Eİ, KÇ, ilk sayım testi ve OÇZ izlemiştir. Tohum çimlenmesi ve gücü açısından, tohum boyutu ne olursa olsun, düz şekilli tohumların yuvarlak şekilli tohumlara göre daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Mısır tohumlarında, KÇ testinin yanı sıra, çimlenme indeksi ve Eİ testinin de tohum gücü test yöntemleri olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir. Eİ testi basit, düşük maliyetli ve hızlı bir yöntem olduğundan, herhangi bir tohum uygulamasından (fungusit uygulaması, film kaplama, peletleme vb.) önce mısır tohum gücünün belirlenmesi için tercih edilebileceği, çimlenme indeksi ve kökçük çıkış testlerinin ise, tohum uygulamasından önce veya sonra kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Soğuk test ve kökçük çıkış testi ISTA ve AOSA tarafından mısır tohumlarında standart güç testi olarak önerilmesine rağmen bazı çalışmalarda, subtropik ve tropik bölgelerde yazlık olarak ekilen türlerde tohum gücünü değerlendirmek için uygun olmadığı belirlenmiştir. Rezvani vd. (2017)'nin yaptıkları çalışmada subtropik ve tropik bölgelerde mısır tohumları için uygun güç testlerinin etkinliğini belirlemek ve tohum partilerini performanslarına göre sınıflandırmak amaçlanmıştır. İran'ın 4 farklı bölgesinde 2 yılda 21 adet mısır tohum partisi test edilmiştir. Tarla çıkışı ile laboratuvar güç testleri arasında yapılan korelasyonlardan en yüksek değerler, tuzla doymun hızlı yaşlandırma testini takip eden ortalama çimlenme zamanı, ($r=0.82$, $P\leq 0.01$), kökçük çıkışı ($r=0.76$, $P\leq 0.01$) ve soğuk testten ($r=0.74$, $P<0.01$) elde edilmiştir. Çeşitli laboratuvar güç testleri ile tarla ortalama çıkış zamanı (OÇZ) arasında yüksek korelasyon değerleri elde edilmiştir. Soğuk testten sonra yapılan ortalama çimlenme zamanı (STOÇZ) ile OÇZ arasındaki korelasyon değeri $r=0.73$ ($P\leq 0.01$) ve hızlı yaşlandırma testinden sonra yapılan ortalama çimlenme zamanı (HYTOÇZ) ile OÇZ arasındaki korelasyon değeri $r=0.60$ ($P\leq 0.05$) olarak bulunmuştur. Tuzla doymun hızlı yaşlandırma testi ile OÇZ arasında $r=-0.73$ ($P\leq 0.01$) negatif yönlü korelasyon değeri elde edilmiştir. Fidelerin kuru ağırlıklarıyla yapılan korelasyon değerlerine bakıldığında ise kökçük çıkışı (%) ile fide kuru ağırlığı (g) ($r=0.59$, $P\leq 0.05$), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) ile fide kuru ağırlığı ($r=-0.60$, $P\leq 0.05$) ve tuzla doymun hızlı yaşlandırma ortalama çimlenme zamanı ile fide kuru

ağırlığı ($r=-0.59$, $p\leq 0.05$) arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Çalışmada tuzla doymun hızlı yaşlandırma testinden sonra ortalama çimlenme zamanının genellikle en yüksek korelasyon değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada kökçük çıkış testi ve soğuk test ile tarla çıkışı arasında yüksek korelasyon değerlerine rastlanılmamıştır. Soğuk test ılıman bölgelerde mısır tohumları için standart güç testi olmasına rağmen, subtropikal ve tropikal bölgelerde melez mısır tohum partileri için etkili bir yöntem olmadığı bildirilmiştir. Tropikal ve subtropikal bölgelerde üretilen ve yaz ekimi yapılan, mısır tohum partilerinin tarla performansını tahmin etmek için tuzla doymun hızlı yaşlandırmayı takip eden ortalama çimlenme zamanı en uygun güç testi ve tohum partilerini sınıflandırma yöntemi olmuştur. Tropikal ve subtropikal alanlar da tohum partilerini gruplandırmak için tuzla doymun hızlı yaşlandırma testi sonrası ortalama çimlenme zamanı ve tarla çıkışı arasında bir regresyon modeli ($R^2=0.69$, $P\leq 0.01$) geliştirilmiştir. Modele göre tohum partileri 3 gruba ayrılmışlardır. OÇZ değeri 56 saatten az ve %87'nin üzerinde tarla çıkışına sahip olan tohum partileri 1. grupta, OÇZ değeri 57-68 saat arasında ve %78-87 arasında tarla çıkışına sahip olan tohum partileri 2. grupta, OÇZ değeri 68 saatten fazla ve %78'in altında tarla çıkışına sahip olan tohum partileri ise 3. grupta yer alacak şekilde sınıflandırılmışlardır. 1. grup tohum partilerinin güçlü ve tropikal bölgede yaz dönemi mısır ekimi için uygun bulunduğu, 2. grup ta yer alan tohum partilerinin orta güçlü olduğu ve sıcak koşullarda ekilmesinin riskli olduğu soğuk koşullar altında ekilmesinin uygun olmadığı ifade edilmiştir. 3. grupta yer alan tohum partilerinin düşük kaliteli ve zayıf güce sahip olduğu ve ekilmemesi gerektiği ifade edilmiştir.

Lovato vd. (2005), 30 adet mısır (*Zea mays* L.) tohum partisi kullanılarak 3 farklı sıcaklıkta (5, 7.5 ve 10 °C) soğuk test ve hızlı yaşlandırma testi ile standart çimlenme testi arasındaki ve tüm güç testlerinin tarla çıkışı ile arasındaki korelasyon katsayılarını saptayarak aralarındaki ilişkilerini belirleyebilmek amacıyla gerçekleştirdikleri çalışmada tarla çıkışı ile tüm güç testleri arasındaki ($r=0.75-0.79$, $P<0.01$) korelasyon değeri, standart çimlenmeyle olan korelasyon ($r=0.51$, $P<0.01$) değerinden daha yüksek bulunmuştur. Tüm laboratuvar güç testleri (3 soğuk test ve hızlı yaşlandırma testi) arasında ($r>0.80$, $P<0.01$) anlamlı korelasyon değeri bulunmakta iken 10 °C'de yapılan soğuk test ve hızlı yaşlandırma testi (45 °C / 72 saat) ile standart çimlenme arasında ($r=0.71$ ve $r=0.63$, $P<0.01$) düşük korelasyon değerleri elde edilmiştir. Standart çimlenme

ile 5 °C ve 7.5 °C’de gerçekleştirilen soğuk test arasında zayıf fakat anlamlı korelasyon değeri ($r=0.42$, $P<0.01$) bulunmuştur. Araştırmaya göre, mısır tohum partilerinin güç farklılıklarını değerlendirmek için hızlı yaşlandırma testinin (45 °C / 72 saat), 10 °C’deki soğuk test kadar etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Soğuğa dayanıklı mısır tohum partilerinin güç farklılıklarını test edebilmek için 5 °C ve 7.5 °C soğuk test sıcaklıklarının gerektiği ifade edilmiştir.

Mısır (*Zea mays* L.) ve diğer türlerde yapılan çalışmalarda ortalama çimlenme zamanının soğuk teste alternatif bir güç testi olduğu belirlenmiştir. Matthews ve Khajeh-Hosseini (2006)’nin yaptıkları çalışmada mısır (*Zea mays* L.) tohum partilerinin topraktan çıkış performansının bir göstergesi olarak ortalama çıkış zamanına bakmışlardır. Çalışmanın amacı 4 farklı üretim yılına ait 11 ticari mısır tohum partisinin çimlenme oranlarını ve 13 °C’de yetiştirme kabinlerinde sterilize edilmemiş topraktan çıkış ve fide büyümesi ilişkisini 2 deneysel çalışmada detaylı olarak incelemektir. Böylece soğuk testte bir alternatif olarak çimlenme oranının (ortalama çimlenme zamanı) göreceli ölçümü değerlendirilecektir. 11 tohum partisinin 2 deneysel çalışmada ortalama çıkış yüzdeleri yüksek oranda bağlantılı bulunmuştur ($R=0.884$, $p\leq 0.001$). Tohum partilerinin topraktan ortalama çıkış zamanları her iki çalışmada da farklılık göstermiştir. Ortalama çıkış zamanları ile toprak üstü fide kuru ağırlığı arasındaki ilişkide oldukça önemli sonuçlar elde edilmiştir. Çıkış ne kadar yavaşsa, her iki çalışma içinde ortalama kuru ağırlığın o kadar düşük olduğu ifade edilmiştir. Birinci ve ikinci deneyde ortalama çıkış zamanı ve kuru ağırlık arasındaki regresyon katsayıları $R^2=0.887$ ($p\leq 0.001$) ve $R^2=0.805$ ($p\leq 0.001$) bulunmuştur. Fide uzunluğu ile de benzer şekilde ortalama çıkış zamanı arasında anlamlı bir ilişki görüldüğü ifade edilmiştir. Fide uzunluğu ile ortalama fide çıkış zamanı arasındaki regresyon katsayıları 1. ve 2. denemede $R^2=0.912$ ($p\leq 0.001$) ve $R^2=0.924$ ($p\leq 0.001$) olarak saptanmıştır. Ortalama fide çıkış zamanı ile fide uzunluğunun varyasyon katsayısı arasındaki regresyon katsayısı pozitif ve anlamlı ($R^2=0.827$; $P\leq 0.001$ ve $R^2=0.813$; $P\leq 0.001$) olduğu tespit edilmiştir. Birinci ve ikinci çalışmadaki fide çıkış oranları (%56-99 ve %69-99) arasında farklılık meydana gelmediği belirlenmiştir. 13 °C’deki ilk ortalama çimlenme zamanı (İÖÇZ) ile topraktaki FÇZ önemli ölçüde ilişkili bulunmuştur. İÖÇZ ile OFÇZ arasındaki korelasyon katsayısı $r=0.646$ ($P\leq 0.05$), ortalama çimlenme zamanı ile OFÇZ arasında ise $r=0.749$ ($P\leq 0.01$) olarak tespit edilmiştir. 13 °C

deki İOÇZ ve ortalama çimlenme zamanı ile her iki çıkış denemesindeki ortalama fide uzunluğu arasında önemli negatif korelasyonlar ($r^2=-0.635$, $P\leq 0.05$; $r^2=-0.780$, $P\leq 0.001$) tespit edilmiştir. Yavaş çimlenmenin toprakta daha az büyüme sağlayan tohum partilerinin bir özelliği olduğu ifade edilmiştir. 20 °C İOÇZ ve 13 °C deki İOÇZ arasındaki regresyon katsayısı $R^2=0.761$ olarak tespit edilmiştir. Tarlada yavaş çıkan tohum partileri aynı zamanda laboratuvar ortamında kağıt arasında da yavaş çimlendiği ifade edilmiştir. 11 tohum partisinin nisbi çimlenme oranları 2 sıcaklık (13 ve 20 °C) derecesinde de benzer olarak gerçekleşmiştir. Çalışmaya göre, çimlenme ve çıkış oranları ile tohum boyutu ilişkili bulunmamıştır. 100 tohum ağırlığı ile topraktan çıkış veya laboratuvar da ölçülen çimlendirme parametrelerinden herhangi biri arasında önemli bir korelasyon olmamıştır. Yapılan bu çalışmada; tohumların topraktan çıkış performansının 4 yönü (nihai çıkış, ortalama fide çıkış zamanı, fide büyümesi ve değişimi) karşılaştırılmıştır. Tohum partilerinin fide çıkışı ne kadar hızlı ise (düşük OFÇZ) nihai çıkışı ve fide büyümesinin o kadar hızlı olduğu belirlenmiştir. Ortalama fide çıkış zamanı yalnızca çıkış için ortalama sürenin tahmininde kullanılmakla beraber aynı zamanda ilk fideden sonuncuya kadar çıkışın zaman içindeki yayılmasını da verdiği ifade edilmiştir. Daha yüksek OFÇZ'lere ve daha düşük nihai çıkışa sahip tohum partilerinin aynı zamanda fide uzunluğundaki en fazla varyasyonu gösterdiği belirlenmiştir. Bu karşılaştırmalı çalışmada tohum partileri hem 13 °C hem de 20 °C benzer nisbi çimlenme (İOÇZ) oranlarına sahip olmuşlardır. Yüksek sıcaklıklardaki oranlar daha hızlı belirlenebildiğinden (örneğin 20 °C) ve daha düşük sıcaklıklarda (örneğin 13 °C) nisbi oranların göstergesi olabileceğinden, bu çimlenme oranını içeren güç testlerinde pratik bir öneme sahip olabileceği vurgulanmıştır. Mısır tohumlarında, soğuk testin yaygın kullanılmasına rağmen standardizasyonunun zorluğu göz önüne alındığında ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) alternatif bir güç testi olabileceği ifade edilmiştir. Geçmişteki çalışmalarda çimlenme oranının sıcaklığa olan duyarlılığının, tekrarlanabilirliğe engel olduğu düşünülmekteydi (Ellis ve Roberts 1980, Larsen vd. 1998). Bu çalışmanın sonuçlarına göre, mısır da OÇZ ye dayalı rutin bir güç testi olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Matthews ve Khajeh-Hosseini (2007)'nin 10 ticari mısır (*Zea mays* L.) tohum partisi ile çimlendirme kağıtları arasında yaptıkları çalışmada, 6 gün boyunca 6 saatte bir sayımlar

yapılmıştır. Hemen çimlenen (HÇ) ve çimlenen (Ç) tohumlar belirlenmiştir. Araştırmanın amacı çimlenme gecikme süresinin uzunluğunun fide boyutu ve tohum partileri arasındaki varyasyonla ilişkili olup olmadığını belirlemek ve hidrasyon, geri kurutma işlemiyle azalıp azalmayacağını tespit etmektir. Tohum partilerini sınıflandırmak amacıyla 20 °C’de 144 saat (6 gün) tutulduktan sonra ortalama sürgün (27-55 mm arasında) uzunlukları belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan tohum partilerinin çimlenme oranları, 2 tohum partisi (%65 ve %85) hariç %90 ve daha yüksek hesaplanmıştır. Altıncı gün (144 saat) sonunda sürgün uzunlukları (mm) ile OÇZ ve İOÇZ (saat) yani ortalama gecikme süreleri arasında önemli regresyon ($R^2=0.77$, $R^2=0.74$; $p\leq 0.001$) değerleri belirlenmiştir. 144 saat sonraki ortalama sürgün uzunluğu ile 54. ve 60. saat erken çimlenme sayımları ile önemli ölçüde yüksek regresyon değerleri ($R^2=0.84$, $R^2=0.88$; $p\leq 0.001$) elde edilmiştir. Hidrasyon dehidrasyon uygulamasında 4 adet tohum partisi 20 °C’de 24 saat nemlendirilme işleminin ardından ilk tohum ağırlıklarına geri kurutulmuşlardır. Nemlendirme işlemi sonrası 24 saatin ardından tohum partilerinin nemleri %24.8 ile %29.4 arasında değiştiği belirlenmiştir. Uygulama yapılan tohumlar, 120 saat sonra (5 gün) uygulama yapılmamış tohum partilerine göre daha uzun sürgünler oluşturdukları ifade edilmiştir. Tohum partilerinin her birinin gecikme süresi hidrasyon dehidrasyon işlemi ile önemli ölçüde azaldığı gözlemlenmiştir. Bu çalışma mısır tohumlarının çimlenmesinin 20 °C’de zamana yayılması (ortalama çimlenme süresi) ile sürgün kuru ağırlığının göstergesi olan sürgün uzunluğu arasında yakın bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. 10 tohum partisinin her birinin sürgün uzunluğu ile gecikme süreleri arasındaki korelasyonlar negatif ve oldukça anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Bu durumda gecikme süresi ne kadar kısa ise mısırdaki tohum gücünün değerlendirilmesi erken çimlenme sayımları ile fizyolojik farklılıkların 54. saat sonunda görülebileceği sonucuna varılmıştır. Mısır tohumlarında yaygın olarak kullanılan soğuk güç testi ile karşılaştırılacak olursa testin kısa sürede tamamlanabilmesi nedeniyle zamandan tasarruf sağlayacağı ifade edilmiştir.

Matthews vd. (2010)’nin yaptıkları çalışmada 4 farklı laboratuvarında 6 adet hibrit mısır (*Zea mays* L.) tohumu kullanılmıştır. Çalışmanın 1.amacı soğuk test ve hızlı yaşlandırma testi ile mısır tohum partilerinin gücünü ayırt etmek için fizyolojik çimlenme oranını karşılaştırmak, 2. amacı ise yöntemin 4 farklı laboratuvarında tekrarlanabileceğini test

etmektedir. Dört farklı laboratuvarın her birinde 13 °C’de çimlenme işlemi sırasında 6 adet F1 hibrit mısır tohum partisinin fizyolojik çimlenmesini (2 mm kökçük çıkışı) belirleyebilmek için günlük sayımlar yapılmıştır. OÇZ ve 6 günlük fizyolojik çimlenme için her tohum partisinin genel bir ortalaması hesaplanmıştır. 6 günlük çimlenme ve OÇZ ile laboratuvarlardan birinden hesaplanan soğuk test (10 °C, 3 gün ve 25 °C’de 4 gün) çimlenmesi ile önemli ölçüde ilişkili sonuç verdiği saptanmıştır. İlişkide özellikle 6 gün çimlenmesi ile daha yüksek ($R^2=0.96$, $p<0.001$) regresyon değeri elde edilmiştir. Soğuk test çimlenmesinin, birçok deneysel çalışmada OÇZ ile önemli ölçüde ilişkili sonuç verdiği tespit edilmiştir. 72 saat boyunca 43 °C’de HYT ardından normal çimlenme sayıları, yalnızca bir deneysel çalışmada soğuk test ile ilişkili sonuç vermiştir. Çalışmadan elde edilen bulgulara dayanarak, çimlenme oranını gösteren tek bir erken kökçük sayımının kolayca standartlaştırılabileceği ve soğuk teste alternatif olarak önerilebileceği sonucuna varılmıştır.

Matthews vd. (2011a)’nin yaptıkları çalışmada mısır (*Zea mays* L.) tohum partilerinin hızlı yaşlandırma, 13 °C ve 20 °C’de ortalama çimlenme zamanı, soğuk test ve tarla çıkış performansı ile tohum partilerinin fiziksel yaşı arasındaki ilişki araştırılmıştır. Dokuz mısır tohum partisinin hızlı yaşlandırma test (72 saat, 43 °C, %100 oransal nem) işleminden sonraki normal çimlenme ile 13 °C OÇZ arasındaki regresyon değeri $R^2=0.62$ ($P<0.02$), 20 °C’deki OÇZ ile regresyon değeri ise $R^2=0.61$ ($P<0.02$) olarak belirlenmiştir. 2 farklı (13 ve 20 °C) sıcaklıkta OÇZ arasındaki regresyon değeri ($R^2=0.88$, $P<0.001$) ise oldukça yakın bulunmuştur. 13 °C’de 6 gün sonra tekli çimlenme sayımı ile OÇZ ($R^2=0.95$, $P<0.001$) arasında ve 20 °C’de 66 saat sonra tekli çimlenme sayımları ile OÇZ arasındaki ($R^2=0.95$, $P<0.001$) regresyon katsayılarından yüksek ilişkili değerler elde edilmiştir. Benzer şekilde 13 °C’de 6 gün ($R^2=0.72$, $P<0.01$) ve 20 °C’de 66 saat ($R^2=0.58$, $P<0.02$) sonra tekli çimlenme sayımları ile tarla çıkışı arasında anlamlı regresyon değerleri elde edilmiştir. Ayrıca en düşük 3 tohum partisinin ayrımını da sağlamıştır. Soğuk testten elde edilen normal fideler ile 13 °C ($r=-0.862$; $P<0.01$) ve 20 °C ($r=-0.798$; $P<0.01$) OÇZ değerleri arasındaki önemli korelasyon değerleri sağlanmıştır. Tarla çıkış yüzdeleri %76 ile %92 arasında olmasına rağmen, hem 13 hem de 20 °C’deki OÇZ’ler ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ) ile önemli ölçüde ilişkili ($r=0.793$, 0.787 , $P<0.05$) bulunmuştur. Soğuk test ($r=0.748$, $P<0.05$) ve hızlı yaşlandırma

testi ($r=0.602$, $P<0.05$) ile tarla çıkışı arasında anlamlı korelasyon değeri elde edilmiştir. Soğuk test için regresyon değeri, hızlı yaşlandırma testinden daha önemli bulunmuştur. 66. saat tekli bir kökçük çıkış sayımı soğuk testten daha hızlı olan ve nisbi çıkışın göstergesi olarak standart çimlenme testine dahil edilebilecek rutin bir güç testi olarak önerilmektedir. Mısır için tekli sayımların zaman noktasının seçimi, çimlenme süresine dayalı olduğu ifade edilmiştir.

Mondo vd. (2013), mısır (*Zea mays* L.) tohum gücünün tür içi rekabet ve tane verimi üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada mısır tohum partilerindeki tohum gücü heterojenliğinin, türler arası rekabeti arttırabileceği ve ürün verimini olumsuz etkileyebileceği hipotezini incelemişlerdir. Yüksek ve düşük güçlü 2 farklı mısır tohum partilerinden oluşan bitki popülasyonlarında, kuru kütle, sıralardaki tane sayısı, 1000 tohum ağırlığı, tane verimi değerlendirilmiştir. Mısır bitkisi popülasyonlarında tohum gücü heterojenliği kuru madde birikiminde ve tane veriminde kayıplara yol açarak tür içi rekabeti etkilediği bulunmuştur. Düşük güçlü tohumlardan elde edilen bitkiler, yüksek güçlü tohumlardan elde edilen bitkilerden daha düşük rekabet kabiliyetine sahip olduğu ifade edilmiştir. Benzer şekilde düşük güçlü tohumlardan elde edilen bitkiler de kuru madde birikimi ve tane veriminin azaldığı ve verimin düşmesinden sorumlu olduğu ifade edilmiştir. Tür içi rekabetten en çok etkilenen sıra başına tane sayısı olduğu belirtilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre Brezilya'da susuz koşullar altındaki mısır tarımında tür içi rekabet üzerinde tohum gücünün etkisi üzerine yoğunlaşılması gerektiği ifade edilmiştir.

Luo vd. (2015) yaptıkları çalışmada, tek bir kökçük çıkış (KÇ) sayısı ile 7 farklı tatlı mısır tohum partisinin gücünü belirlemeye çalışmışlardır. Araştırmada 13 °C'de 150 saat ve 20 °C'de 84 saat kökçük çıkış sayımları ile kompleks stres güç testi, soğuk test, çimlenme yüzdesi, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi ve ortalama çimlenme zamanı sonuçları karşılaştırılmıştır. 20 °C'de 84 saat ve 13 °C'de 150 saat sonra kökçük çıkış sayıları, altı güç test değerlendirmesi ve çimlenme yüzdesi ile önemli ilişki gösterdiği belirlenmiştir. Korelasyon katsayılarının tamamında 0.75 ($P<0.05$) den büyük sonuçlar elde edilmiştir. 20 °C'de 84 saat sonrasındaki tüm kökçük çıkış sayıları, 13 °C'de 150 saat sonra ortaya çıkanlardan daha yüksek olduğu bunun sebebinde ikinci kombinasyonun düşük sıcaklık stresi altında gerçekleştiği ifade edilmiştir. Sonuçlardan, tatlı mısırın tohum gücünü test

etmek için tek kökçük çıkış sayımının kullanılabileceği belirlenmiştir. Bu yöntemin tamamlanması için diğer güç test yöntemleriyle karşılaştırıldığında daha az zamana ihtiyaç duyulduğu ifade edilmiştir.

Toprak verimliliğinin iyileştirilmesi ve mısırın olgunluk aşamalarının izlenmesi gibi optimum yönetim uygulamaları, mısırın büyümesini ve üretimini artırmak için zorunlu olabilmektedir. Bu nedenle, mısır yetiştiriciliği sırasında yönetim uygulamalarını geliştirecek yeni stratejiler geliştirmek gerekebilmektedir (Ouda vd. 2015). Mısırdaki olgunlaşma ve gübre uygulamasının etkileri ile ilgili önemli çalışmalar bildirilmiştir (Demir vd. 2010). Toprağa K ve P gübresinin uygulanması, şekerin başaklara taşınmasını iyileştirerek mısırın olgunluğunu artırmakta böylece tohum gelişimi de artmaktadır. Ayrıca, N gübrelemesi yaprak yaşlanmasını geciktirmekte, daha yüksek bir fotosentetik aktivite ve tane dolumu için karbonhidrat sağlamaktadır. Bu sayede ürünün olgunlaşmasını ve tohumun verimini de arttırdığı ifade edilmiştir (Armstrong 1998).

Wattanakupakin vd. (2022) yaptıkları çalışmada, üç tatlı mısır çeşidinin, 10 aylık oda sıcaklığında muhafaza süreleri ile tohum kaliteleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Sonuçlar, standart çimlenme testi, hızlandırılmış yaşlanma testi, kökçük çıkış testi ve tarla çıkış testi değerlerinde azalmanın, elektriksel iletkenlik test değerlerinde ise artmasının tüm çeşitlerde (DOA1, PV1 ve PV2), uzun süreli depolama ile ilişkili olduğunu göstermiştir. DOA1 tatlı mısır çeşidinde, depolama sonrası çimlenme ile HYT, KÇ, tarla çıkışı ve EI arasında ($r=0.93, 0.80, 0.97, -0.87$; $P<0.01$) ve HYT ile KÇ, tarla çıkışı ve EI arasında ($r=0.92, 0.89, -0.89$; $P<0.01$) da 0.80'nin üzerinde korelasyon katsayıları belirlenmiştir. PV1 çeşidinde, depolama sonrası çimlenme ile HYT, KÇ ve tarla çıkışı ($r=0.95, 0.81, 0.87$; $P<0.01$) ve HYT ile tarla çıkışı ($r=0.92$; $P<0.01$) arasındaki ilişkilerde r değerinin 0.80'nin üzerinde olduğu belirlenmiştir. PV2 çeşidinde de depolama sonrası çimlenme ile HYT, KÇ ve tarla çıkışı arasında ($r=0.98, 0.81, 0.95$; $P<0.01$) ayrıca HYT ile KÇ ve tarla çıkışı ($r=0.83, 0.94$; $P<0.01$) arasındaki ilişkilerde r değeri 0.80'nin üzerinde bulunmuştur. HYT, KÇ ve tarla çıkışı testlerinin uygulanabilir olduğu ve tatlı mısır tohumlarında kalite ve depolanabilirlik değerlendirmesine dahil edileceğini korelasyon ilişkisi göstermiştir. Ayrıca test süresi KÇ için 3 gün, HYT için 10 gün ve tarla çıkışı için ise 14 gün sürmüştür.

Wulansari vd. (2023) çalışmalarında, tatlı mısır tohumlarında tohum kalite testleriyle tarla çıkışı arasındaki ilişkiye bakmışlardır. Tarla çıkış testi, açık yaprak sayısı ve bitki boyu gözlemlenerek, laboratuvar tohum kalite testlerinden ise standart çimlenme testi ve HYT testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Tohum ekiminden 14 gün sonra gözlemlenen tarla çıkış testinde normal ve anormal bitkiler arasında ayrım şu şekilde yapılmıştır; 3-4 açık yaprak ve $16,9 \pm 2,9$ cm bitki boyu kriterine sahip olan bitkiler normal, 3 yapraktan az ve kısa bitki boyuna sahip olan bitkiler ise anormal olarak kabul edilmiştir. Tarla çıkış yüzdesi normal bitki sayısına göre hesaplanmıştır. Her gözlem zamanında tarla çıkış yüzdesi, standart çimlenme ve güç testi sonuçlarıyla korelasyona sahip olmuştur. Tohum ekiminden 14 ve 21 gün sonraki tarla çıkışı, her iki tatlı mısır çeşidinde de standart çimlenme testi (Bonanza çeşidinde, $r=0.80, 0.86$; $P<0.01$) ve HYT testi (Secada çeşidinde, HYT ile $r=0.94, 0.93$; $P<0.01$) sonuçlarıyla yüksek ve güçlü korelasyon değerlerini vermiştir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Araştırma, güç testleri, çıkış testleri ve depolama ömrü (depolama sonrası çimlenme) olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Güç testleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tohum Bilimi Laboratuvarında 2022 yılı Aralık ve Mart ayları içerisinde, çıkış testleri ise Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Ermenek Meslek Yüksekokuluna ait tarlada 2022 yılında Nisan ve Haziran aylarında yürütülmüştür. Depolama ömrü testi ise 2022-2023 yılı Şubat ayları içerisinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan testler ve yapılma zamanları çizelge 3.1’de sunulmuştur.

Çizelge 3.1 Çalışma içerisinde gerçekleştirilen güç, çıkış ve depolama ömrü testlerine ait çalışma takvimi

Yapılan çalışmalar	Tarih
Kökçük çıkış testi	18.02.2022-25.01.2022
Soğuk test	20.01.2022- 27.01.2022
Depolama ömrü testi	21.01.2022-21.01.2023
Elektriksel iletkenlik testi	27.01.2022
Hızlı yaşlandırma testi	21.01.2022-24.01.2022
Hızlı yaşlandırma testi sonrası çimlendirme testi	25.01.2022-01.02.2022
Hızlı yaşlandırma testi sonrası elektriksel iletkenlik testi	25.01.2022
1. Tarla çıkış testi	13.05.2022-10.06.2022
2. Tarla çıkış testi	03.06.2022-01.07.2022

Araştırmada bitkisel üretim materyali olarak tatlı mısır (*Zea mays* L. convar. *saccharata*) türüne ait 11 adet F₁ hibrit tohum çeşitleri kullanılmak için tasarlanmış ve temin edilmiştir. 11 adet tatlı mısır (*Zea mays* L. convar. *saccharata*) tohum partisi, çeşitli üretim yıllarına ait olarak farklı ticari tohum firmalarından sağlanmıştır (Çizelge 3.2). Araştırmada kullanılan tohum partilerinin üretim yılları 2020 ile 2021 olarak belirlenmiştir. Çalışma başlayana kadar tohum partileri buzdolabında hava geçirmez paketlerde depolanmıştır. Çalışmada kullanılacak olan 11 adet tohum partisinin ticari

başlangıç canlılıkları standart çimlenme testi ile kontrol edildiği zaman 3 adet tohum partisinin ticari kullanılabilir sınıra altında %65'in altında (%56, %58 ve %65) canlılığa sahip olması nedeniyle 9, 10 ve 11 nolu tohum partileri çalışmadan çıkarılmışlardır. Canlılıkları düşük olan 3 adet tohum partisinin sonuçları ve istatistiksel hesaplamayı olumsuz yönde etkileyeceği düşünülerek, çalışmaya 8 adet tatlı mısır tohum partisi ile devam edilmiştir (Çizelge 3.2).

Araştırmada kullanılacak olan tatlı mısır tohum çeşitleri embriyolarında taşıdıkları yapıya göre *su* yada *shunken-2* içermektedirler. 3 ve 5 nolu tohum partileri *su* yani standart tatlı mısır yapısına sahipken, 1, 4, 6, 7, 8, 9 ve 11 nolu tohum partileri ise *shunken-2* yani süper tatlı mısır yapısına sahiptir.

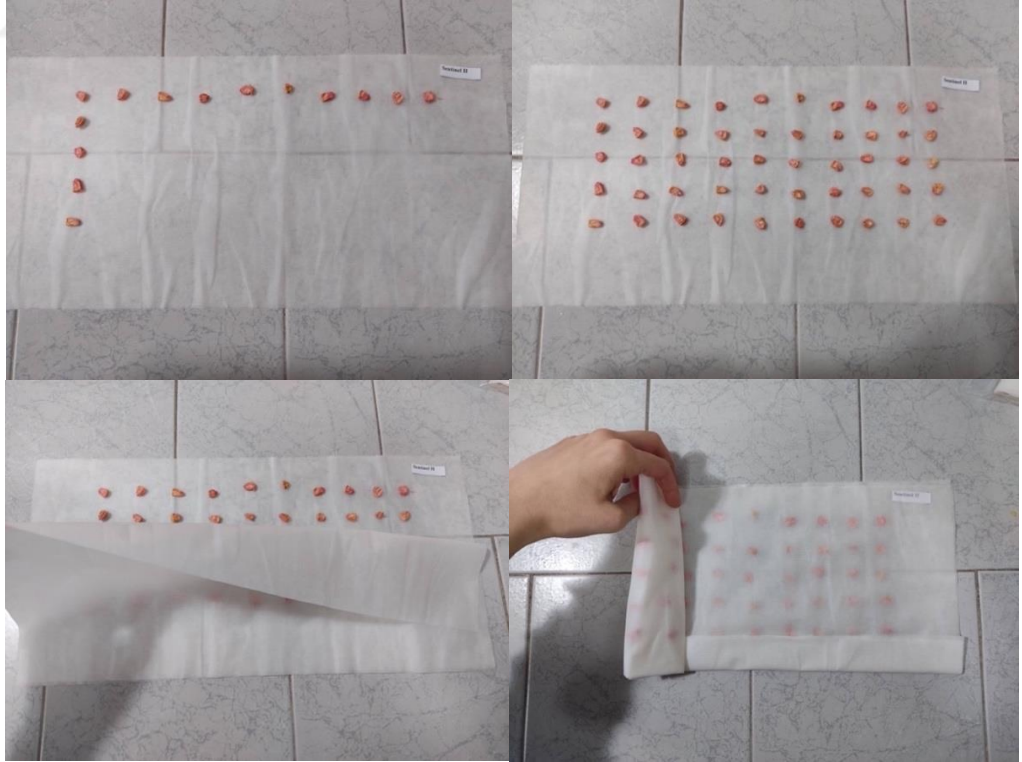
Çizelge 3.2 Çalışmada kullanılacak olan 11 tatlı mısır tohum partisinin üretim yılları, toplam çimlenmesi ve materyal tipi

	Parti no	Çeşit	TÇ (%)	Üretim yılı	Tip
Araştırmada kullanılan tohum partileri	1	Datome	99	2021	<i>sh-2</i>
	2	Bullion	99	2020	<i>sh-2</i>
	3	Merit	97	2021	<i>su</i>
	4	Messenger	93	2020	<i>sh-2</i>
	5	Tanem	93	2020	<i>su</i>
	6	Caramelo	93	2021	<i>sh-2</i>
	7	Challenger	89	2021	<i>sh-2</i>
	8	Sentinel	88	2020	<i>sh-2</i>
Elemine edilen tohum partileri	9	Filinta	65	2020	<i>sh-2</i>
	10	Frigo	58	2020	<i>sh-2</i>
	11	Argos	56	2020	<i>sh-2</i>

3.2 Yöntem

3.2.1 Tohum partilerinin başlangıç canlılıklarının belirlenmesi

Tatlı mısır tohum partilerinin başlangıç canlılıklarının belirlenmesi amacıyla standart çimlenme testi yapılmıştır. Standart çimlenme testi yönteminde her tohum partisi için 3 tekerrürlü, 50 adet tohum kullanılmıştır. ISTA (2020) koşulları esas alınarak, her tekerrürdeki 50 adet tohum, altta 2 adet nemlendirilmiş 20 x 40 cm ebadındaki çimlendirme (filtre) kâğıdı (Filtrak, Germany) üzerine yerleştirilmişlerdir. Çimlendirme (filtre) kağıtları nemlendirilerek fungus oluşumunu önlemek için saf suyun içerisine %0.2'lik Pomarsolle katılmıştır. Şekil 3.1'deki gibi tohumların altına iki, üzerine bir adet çimlendirme kağıdı koyularak kağıt arası çimlendirme metodu uygulanmıştır. Kağıtlar alt köşelerinden 2 cm katlanıp rulo halinde sarılarak nem kaybının önlenmesi için kilitli buzdolabı poşetine yerleştirilerek, test edileceği sıcaklığa (25 °C) ayarlanan inkübatörde çimlendirmeye alınmışlardır (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2).

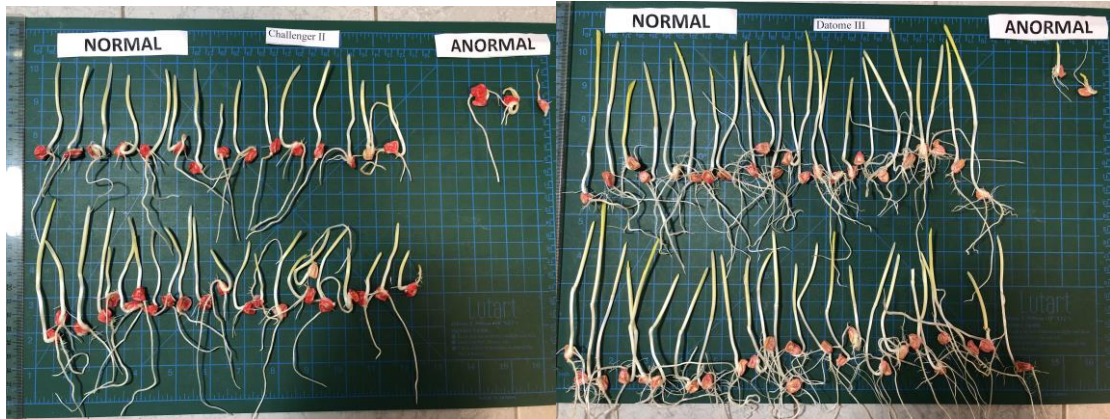


Şekil 3.1 Tohum partilerinin başlangıç canlılıklarının belirlenmesi kurulum aşamaları



Şekil 3.2 Çimlendirmeye hazır tohum partilerinin poşetlenip çimlendirme kabinine (inkübatör) alınması

Tohumlar 7 gün boyunca 25 °C’de karanlık ortamda tutulmuşlar ve 2 mm kökçük (radikula) çıkışının sayımı her gün aynı saatte yapılmıştır (ISTA 2020). Nemleri azalan çimlendirme kağıtlarının, nemlendirme işlemi uygun aralıklarla gerçekleştirilmiştir. Çimlendirme denemesi sonunda normal gelişmiş fide oranı (kök ve sürgünlerinde eksik olmayan) ve anormal gelişmiş olanlar şekil 3.3’deki gibi belirlenerek % şeklinde ifade edilmiştir.



Şekil 3.3 Standart çimlenme testi sonrası normal ve anormal fidelerden görünüm

3.2.2 Tohum partilerinin nemlerinin belirlenmesi

Tohum nemi ISTA (2020) kurallarına göre 130 °C’de 1 saat, iki tekerrürlü 1 g tohum üzerinden saptanmıştır. Başlangıç ağırlıkları alınan tohum partileri 130 °C’de 1 saat süresince (yüksek sıcaklık fırın metodu) kurutulmuşlardır. Şekil 3.4’deki görüldüğü gibi kurutma fırınından çıkarılan tohum örnekleri yaklaşık 30 dakika desikatörde tutulduktan sonra son ağırlıkları belirlenmiştir. Elde edilen başlangıç ve son ağırlıkları aşağıdaki formül kullanılarak başlangıç nem değerleri (%) saptanmıştır.

BTA-STA

$$\text{Nem miktarı (\%)} = \frac{\text{BTA} - \text{STA}}{\text{BTA}} \times 100 \quad (\text{ISTA 2020})$$

BTA: Başlangıç tohum ağırlığı

STA: Son tohum ağırlığı



Şekil 3.4 Tohum nem tayini aşamalarından görüntüler

3.2.3 Tohum gücü testleri

Tatlı mısır tohum partilerinin tarla çıkışının tahmininde en uygun güç testini belirleyebilmek için farklı tohum gücü testleri çalışma konusu içerisinde yer almıştır. Çalışmamızda tohum gücü testlerinden ortalama çimlenme zamanı (gün), kökçük çıkış testi (%), soğuk test (%), hızlı yaşlandırma testi (%) elektriksel iletkenlik testi ($\mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$) ve bu testlerin ikili kombinasyonları kullanılmıştır.

3.2.3.1 Ortalama çimlenme zamanı testi (OÇZ)

Çalışmamızda kullanılan tatlı mısır tohum partilerinin günlük ve saatlik sayımları (2 mm kökçük çıkışı) üzerinden aşağıdaki formül yardımıyla ortalama çimlenme zamanı hesaplanmıştır. Hesaplanan değer, gün olarak ifade edilerek, çıkış hızı şeklinde değerlendirilmiştir. Standart çimlenme, soğuk test, hızlı yaşlandırma testi ve tarla çıkış testleri (birinci ve ikinci tarla testi) sonunda tohum partilerinin aşağıdaki formül yardımıyla hızları hesaplanmıştır.

$$\text{OÇZ} = \frac{\sum (n.D)}{\sum n} \quad (\text{ISTA 2020})$$

Formülde;

OÇZ: Ortalama çimlenme zamanı

n: D. günde çimlenen tohum sayısı

D: Çimlenme başlangıcından itibaren geçen günü belirtmektedir.

3.2.3.2 Kökçük çıkış testi (KÇ)

Bu testte tatlı mısır tohum partileri 3 tekerrürlü 50 adet tohum üzerinden ISTA (2020) kurallarına göre standart çimlendirme testine tabi tutulmuşlar ve 2 mm kökçük çıkışı olan tohumların sayımı yapılmıştır. Saatlik sık sayımlar üzerinden kökçük çıkış testi yürütülmüştür. 2 mm kökçük çıkışı gösterenler sayılarak % değerleri hesaplanmıştır (Şekil 3.5). 32, 48, 55, 72 ve 79. saat sayımları üzerinden çalışmalar yürütülmüştür. Testin

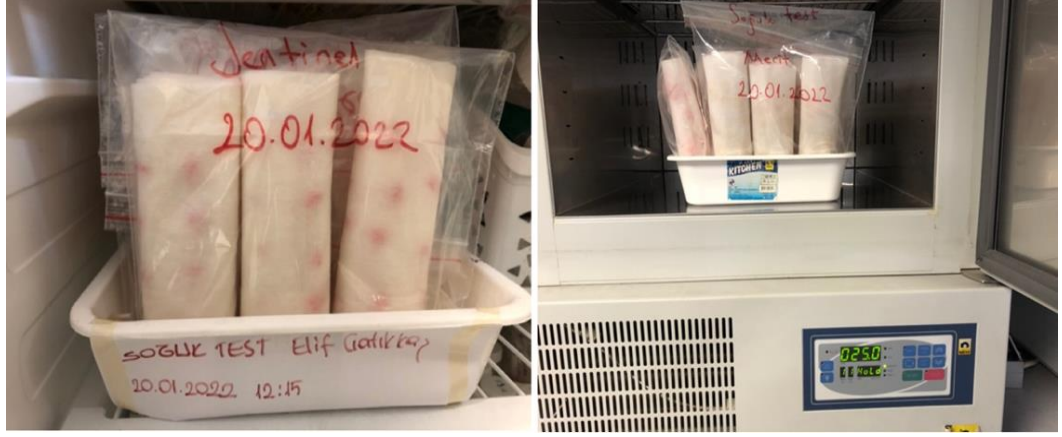
sonunda normal ve anormal fide gösterenler hesaplanmıştır. Test sonundaki toplam ve normal değerler (%), standart çimlenme testi için kullanılmıştır.



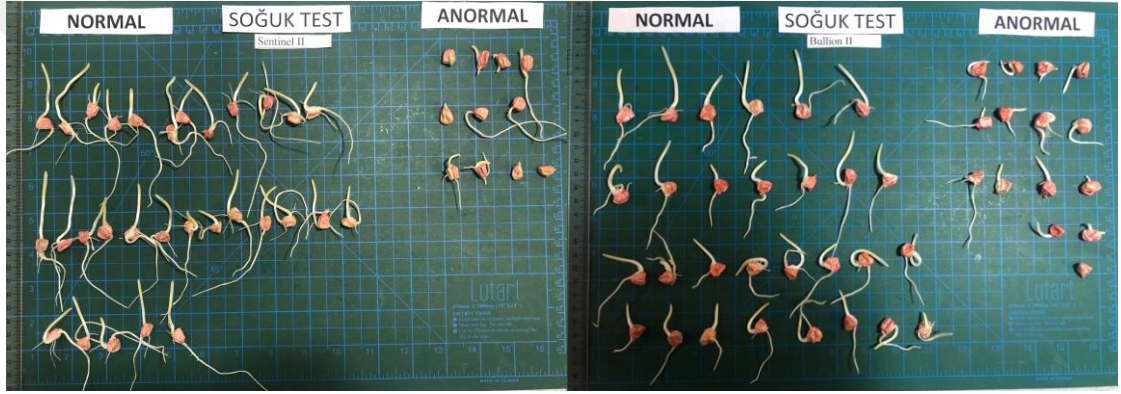
Şekil 3.5 Tohum partilerinin kökçük çıkış testi sayımlarından görüntüler

3.2.3.3 Soğuk test (ST)

Soğuk test için her tohum partisinden 150 tohum (3x50, tekerrür/adet) kullanılmıştır. Nemlendirilmiş 20×40 cm ebadındaki 2 kat çimlendirme (filtre) kağıdı üzerine tohumlar konulduktan sonra 1 kat çimlendirme (filtre) kağıdı ile üzeri kapatılıp rulo haline getirilerek kilitli naylon torbalara yerleştirilmiştir. Tohumlar, ilk safhada 5 °C’de (buzdolabında) karanlıkta 2 gün; ikinci safhada ise 25 °C’de 4 gün tutulmuşlardır (Şekil 3.6). Tohum partilerinin 32, 48, 55, 72, 79. saatlerde 2 mm’lik kökçük çıkışları sayılarak % ile ifade edilmiştir. Ayrıca, toplam ve normal çimlenme gösterenlerin yüzdeleri hesaplanmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.6 Soğuk test uygulama ortamlarından görüntüler



Şekil 3.7 Soğuk test ardından normal ve anormal fide görüntüleri

3.2.3.4 Hızlı yaşlandırma testi (HYT)

Hızlı yaşlandırma testi çimlendirme denemesi yapılmadan önce tatlı mısır tohumları kısa süreliğine yüksek sıcaklık ve yüksek bağıl neme (%95<) maruz bırakılmışlardır. Tohumlar 10x10x4 cm (uzunluk x genişlik x derinlik) ölçülerinde ağ örgülü tel elek üzerine yerleştirilerek şeffaf kapaklı plastik kutuların (11x11x5 cm, uzunluk x genişlik x derinlik) içerisine yerleştirilmiştir. Her bir plastik kutu içerisine %100 oransal nemin sağlanması için 40 ml saf su eklenmiştir. Plastik kutuların kapaklarına buharlaşmayla tohumların ıslanmasını önlemek için filtre kağıtları kesilip yapıştırılmıştır. Yaşlandırma kutuları etüve konulmadan önce nem kaybının önlenmesi amacıyla kutular streç filmle kaplanmıştır (Şekil 3.8).

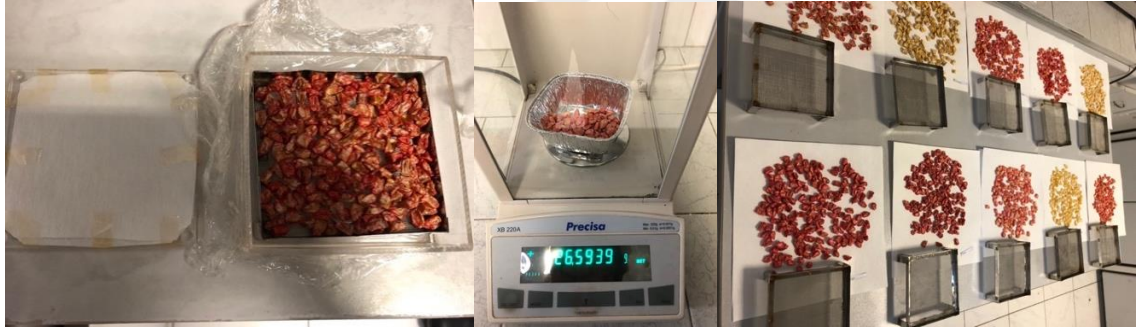


Şekil 3.8 Hızlı yaşlandırma testi kurulum aşamasından görüntüler

Yaşlandırma kutuları içerisindeki tohumlar 41 °C'de 72 saat süre ile karanlıkta tutulmuşlardır (Şekil 3.9). Belirtilen süre sonunda tohumlar etüvden çıkarılıp tartılarak, ağırlıklarından hareketle ulaştıkları % nem oranları saptanmıştır. Hızlı yaşlandırma testi sonrası tohumlar 1 gün (24 saat) oda sıcaklığında bekletilerek, nem dengesine gelmeleri kurutularak sağlanmıştır (Şekil 3.10). Ardından çimlendirme denemesi kurulmuştur. Hızlı yaşlandırma testi 170 adet tohum üzerinden yapılmış ve bunlardan 150'sinden (3 x 50, tekerrür/adet) ISTA kurallarına göre (tohum canlılıklarının belirlenmesinde uygulandığı gibi) çimlendirme denemesi kurulmuştur. Çimlendirme testi süresince, 32, 48, 55, 72 ve 79. saatlerde sayımlar yapılarak 2 mm lik kökçük çıkışı üzerinden (%) belirlenmiştir. 7. günün sonunda normal ve anormal fide oranları da % olarak belirlenerek ifade edilmiştir. Geriye kalan her bir tohum partisi için 20'şer adet tohumla ise 3.11'de tanımlandığı şekilde 4. ve 8. saat elektriksel iletkenlik ölçümleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.9 Hızlı yaşlandırma test ortamından görüntüler



Şekil 3.10 Hızlı yaşlandırma testi sonrası yapılan işlemlerden görüntüler

3.2.3.5 Hızlı yaşlandırma testi sonrası elektriksel iletkenlik testi (HYT+Eİ)

Gerçekleştirilen hızlı yaşlandırma testi sonrasında her bir tohum partisinden 20'şer adet tohum 1 gün (24 saat) oda sıcaklığında nem dengesine gelmesi beklendikten sonra elektriksel iletkenlik testi gerçekleştirilmiştir. HYT sonrası Eİ testinde her tohum partisinden 20 adet tohum (2 x 10, tekerrür/adet) kullanılmıştır. HYT sonrası Eİ ölçümünde bölüm 3.2.3.6'daki prosedür uygulanmıştır.

3.2.3.6 Elektriksel iletkenlik testi (Eİ)

Bu testte her tohum partisinden 30 adet tohum (3x10, tekerrür/adet) kullanılmıştır. Testte taban çapı 5 cm, yüksekliği 8 cm olan plastik kapaklı kavanozlar kullanılmıştır. Ölçüm sırasında ışıktan etkilenmeyi engellemek için plastik kavanozların etrafları alüminyum folyo ile kaplanmıştır. Her tekerrürdeki 10'ar adet tohumun ağırlıkları alınarak (0.001 g), test öncesinde nemlerinin yükseltilmesi amacıyla (su alım zararı oluşmaması için) birkaç ml saf su püskürtüldükten sonra 1 saat bekletilip, plastik kapaklı kavanozlardaki 40 ml saf su içine konulmuşlardır (Şekil 3.11). Daha sonra plastik kavanozlar önceden ısıtılmış 20 °C'lik inkübatöre yerleştirilerek 4 ve 8 saat sonunda tohumların sızıntı suyu elektriksel iletkenlikleri ($\mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$) ölçülmüştür (ISTA 2020). Elektriksel iletkenlik ölçümleri Schott CG 855 marka modeline sahip cihazla gerçekleştirilmiştir. Elde edilen değerler aşağıda yer alan formülde yerlerine koyularak elektriksel iletkenlikler $\mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Şekil 3.12). Kullanılacak saf suyun elektriksel iletkenlik değerinin $5 \mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$ 'den yüksek olmamasına dikkat edilmiştir. Saf suyun Eİ ölçümü $2.00 \mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$ olarak belirlenmiş ve hesaplamalarda bu değer kullanılmıştır.

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



Şekil 3.11 Tohum partilerinin elektriksel iletkenlik testine alınmadan önceki aşamalarından görüntüler



Şekil 3.12 Elektriksel iletkenlik testi ölçümünden görüntüler

3.2.4 Çıkış testleri (TÇO)

Mısır tohum partilerinde güç testleri ile çıkış testleri arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek için; 2 farklı tarihte (13 Mayıs 2022 ve 3 Haziran 2022) arka arkaya tarlada çıkış testleri yürütülmüştür. Tarla çıkış testi, Karaman ili Ermenek ilçesi Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Ermenek Meslek Yüksekokuluna ait deneme tarlasında yürütülmüştür. Toprak analizi Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Besleme Bölümü, Toprak ve Gübre Analiz Laboratuvarında yaptırılmıştır.

3.2.4.1 Çıkış denemesinde kullanılan tarlanın toprak özellikleri

Çalışmada, çıkış testinde kullanılan deneme tarlasının toprak özelliklerine ait bulgular yaptırılan toprak analizi yardımıyla belirlenmiştir. Denemenin yürütüldüğü tarlanın toprak özellikleri çizelge 3.3’de sunulmuştur. Deneme parseli tekstürünün tınlı bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Toprak pH’sı 8.13 değeri ile hafif alkali olduğu görülmüştür. Elektriksel iletkenlik bakımından 0.14 dS/m ile tuzsuz toprak sınıfına girerken, yarayışlı fosfor 10.23 mg/kg ile yeterli, alınabilir potasyum 155.33 mg/kg değeri bakımından da yeterli olduğu belirlenmiştir. Topraktaki organik madde miktarının %1.52 olması sebebiyle az olduğu saptanmıştır. Kireç bakımından ise toprağın %74.89 oranıyla çok fazla kireçli olduğu analiz sonucunda saptanmıştır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3 2022 yılı çıkış denemesinin yapılacağı tarlanın toprak özellikleri

Analiz parametreleri	Birim	Analiz sonucu	Değerlendirme
Tekstür	-	Kum: %50.91 Silt: %31.21 Kil: %17.88	Tın
EC	dS/m	0.14	Tuzsuz
Kireç	%	74.89	Çok fazla kireçli
Organik madde	%	1.52	Az
pH		8.13	Hafif alkali
Yarayışlı P	mg/kg	10.23	Yeterli
Alınabilir K	mg/kg	155.33	Yeterli
Toplam Kjeldahl N	%	0.17	Yeterli

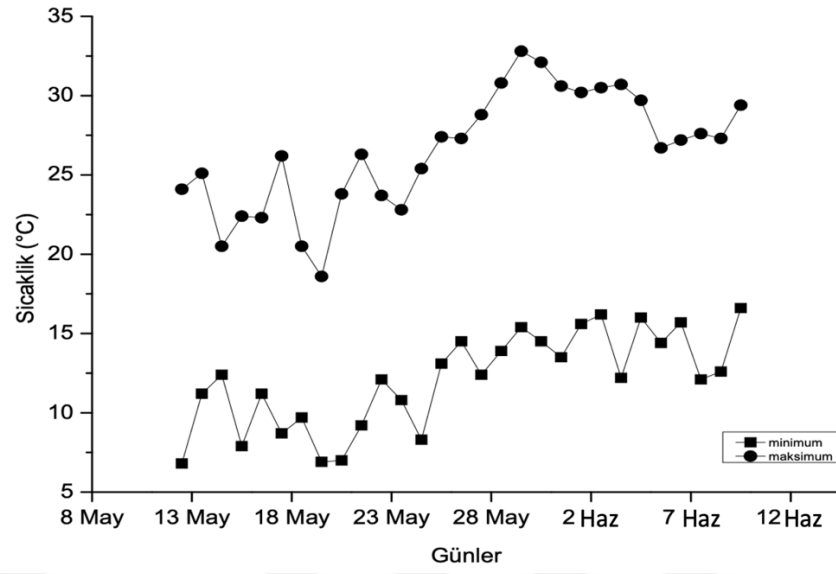
3.2.4.2 Çıkış denemelerinin aylarına ait iklim verileri

Çıkış denemelerinin yürütüldüğü aylara ait sıcaklık verileri: Çıkış denemelerinin yürütüldüğü 2022 yılı Karaman ili, Ermenek ilçesinin tohum ekiminin yapıldığı ayları kapsayan bazı önemli iklim verileri çizelge 3.4’de verilmiştir. İklim verileri Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Konya Meteoroloji Genel Müdürlüğünden elde edilmiştir. Tarla çıkış denemelerinin yürütüldüğü 2022 yılı Mayıs ayı ortalama hava sıcaklık 14.9 °C, ortalama en düşük 8.7 °C, ortalama en yüksek hava sıcaklığı 21.6 °C, Haziran ayı ortalama hava sıcaklığı 19.4 °C, ortalama en düşük 13.5 °C, ortalama en yüksek hava sıcaklığı 25.6 °C, Temmuz ayı ortalama hava sıcaklığı 22.6 °C, ortalama en düşük 15.6 °C, ortalama en yüksek hava sıcaklığı 28.9 °C olarak saptanmıştır. Mart ayı ortalama hava sıcaklığının 0.5 °C ve en düşük sıcaklığında -3.5 °C olması yani eksi derecelere düşmesi ve dolulu günlerin olması nedeniyle tarla çıkış denemesinin Mayıs ayı içerisinde başlatılmasının daha uygun olacağı düşünülmüştür.

Çizelge 3.4 Karaman ili, Ermenek ilçesi 2022 yılı tarla çıkış denemesi dönemi hava sıcaklık verileri

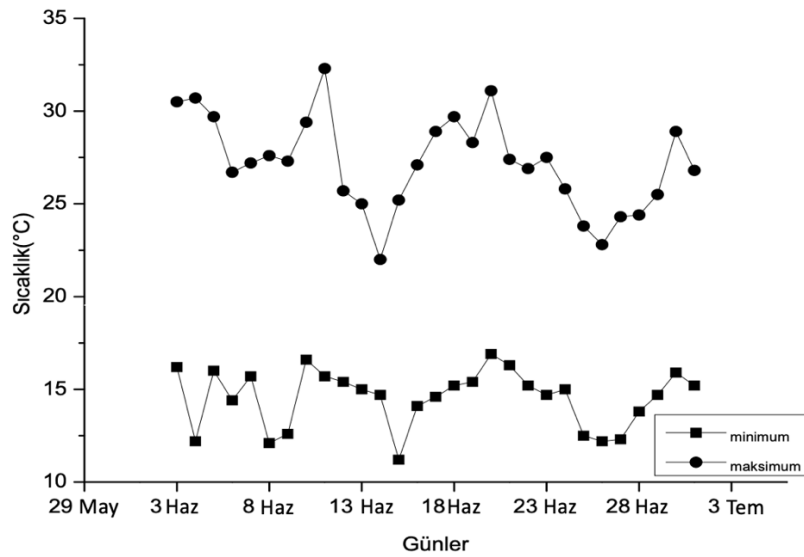
Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama en yüksek sıcaklık (°C)	Ortalama en düşük sıcaklık (°C)
Mart	0.5	5.2	-3.5
Nisan	13.1	19.8	6.7
Mayıs	14.9	21.6	8.7
Haziran	19.4	25.6	13.5
Temmuz	22.6	28.9	15.6

Birinci tarla çıkış denemesi süresince günlük minimum ve maksimum hava sıcaklıkları değerleri şekil 3.13’de sunulmuştur. Deneme süresince minimum hava sıcaklığı 13 Mayıs tarihinde 6.8 °C, maksimum hava sıcaklığının ise 30 Mayıs tarihinde 32.8 °C olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.13 Birinci tarla çıkış denemesi boyunca hava sıcaklıklarındaki günlük maksimum ve minimum sıcaklık değişimleri

İkinci tarla çıkış denemesi süresince günlük minimum ve maksimum hava sıcaklık değerleri şekil 3.14’de sunulmuştur. Deneme süresince minimum hava sıcaklığı 15 Haziran tarihinde 11.2 °C, maksimum hava sıcaklığının ise 11 Haziran tarihinde 32.3 °C olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.14 İkinci tarla çıkış denemesi boyunca hava sıcaklıklarındaki günlük maksimum ve minimum sıcaklık değişimleri

Çıkış denemelerin yürütüldüğü aylara ait yağış verileri: Tarla çıkış denemelerinin yürütüldüğü aylara bakıldığında en yüksek toplam yağış 59.3 mm=kg/m² ile Haziran ayında ve maksimum yağışında 21.8 mm=kg/m² ile aynı ay içerisinde olduğu belirlenmiştir. Temmuz ayı içerisinde ise hiçbir yağış gözlemlenmemiştir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5 Karaman ili, Ermenek ilçesi 2022 yılı tarla çıkış denemesi dönemi yağış verileri

Aylar	Toplam yağış (mm=kg/m ²)	Maksimum yağış (mm=kg/m ²)	Yağışlı gün sayısı (mm=kg/m ²)
Mart	53.2	20.4	11
Nisan	1.7	1.3	2
Mayıs	41.2	20.9	8
Haziran	59.3	21.8	7
Temmuz	0.0	0.0	0

Çıkış denemelerin yürütüldüğü aylara ait rüzgar hızı verileri: Tarla çıkış denemelerin yürütüldüğü 2022 yılı Mayıs ve Haziran aylarında ortalama rüzgar hızı 1.8 m/sn iken, Temmuz ayında 2.5 m/sn olarak farklı rüzgar yönlerinde belirlenmiştir. İkinci tarla çıkış denemesi 01.07.2022 tarihinde sonlandırıldığı için temmuz ayı kuvvetli rüzgarlardan olumsuz olarak etkilenmemiştir (Çizelge 3.6).

Çizelge 3.6 Karaman ili, Ermenek ilçesi 2022 yılı tarla çıkış denemesi dönemi rüzgar hızı ve yönü verileri

Aylar	Hakim rüzgar yönü ve ortalama rüzgar hızı (m/sn)	Maksimum rüzgar yönü ve hızı (m/sn)	Kuvvetli rüzgarlı gün sayısı
Mart	Batı kuzeybatı 2.0	Batıkuzeybatı 11	11
Nisan	Batı kuzeybatı 1.8	Batıkuzeybatı 2	6
Mayıs	Batı 1.8	Kuzeybatı 8	7
Haziran	Güneybatı 1.8	Batıkuzeybatı 7	3
Temmuz	Batı 2.5	Batı 0	12

3.2.5 Birinci tarla çıkış denemesi (TO1)

3.2.5.1 Toprak hazırlığı

ıkış denemesinin kurulacağı parsel, toprağın eşit dağılımını sağlamak ve ekime hazırlık amacıyla çalışma öncesi 2 kez pullukla işlenerek düzeltilmiştir (Şekil 3.15). Birinci ve ikinci tarla çıkış denemesinin toprak hazırlığı aynı anda gerçekleştirilmiştir. Toprağın işlenmesi sonrasında, sıra arası mesafeleri traktör pulluğu yardımı ile yapılmıştır. Ardından sıra başlarına tanıtıcı tohum parti etiketleri yerleştirilerek tarla ekime hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.15 Tarlanın tohum ekimine hazır hale getirilmesinden görüntüler

Tarla çıkış denemesi 3 tekerrür x 50 tohum olacak şekilde kurulmuştur. Araştırma, deneme deseni tesadüf bloklarına göre yapılmıştır. 2022 yılı iklim verileri gözetilerek 1. tarla çıkış denemesine 13 Mayıs 2022 tarihinde başlanılmıştır. Tohum ekimi sıra arası 60 cm, sıra üzeri 5 cm olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Sıra araları sayım yapılabilmesi için geniş tutulmuştur. Sıra üzerlerine tohum ekiminin eşit mesafede olması amacıyla üzeri 5'er cm işaretli hazırlanmış olan özel bir çıta kullanılmıştır. Tohumlar, çıtada işaretli noktalara atılmışlardır. Tohumlar yaklaşık 4 cm $\pm$ 1 ekim derinliğine ekilerek üzerleri toprakla kapatılmıştır (Şekil 3.16). Tohum ekiminden 1 gün önce sıralar sulanarak, toprak ekime uygun hale getirilmiştir. Ekim sırasında da sıra üzerleri su ile ıslatıldıktan sonra tohumlar ekilerek üzerleri eşit toprak katmanı ile kapatılmıştır.



Şekil 3.16 Sıraların açılması ve tarlaya tohum ekiminden görüntüler

Tarlada ot alma işlemi düzenli olarak yapılarak, yabancı bitkiler ortamdan uzaklaştırılmıştır. Ekimden sonra tarlanın nem durumu kontrol edilerek yaklaşık 3-4 günde bir sulanmıştır. Çıkışlar günün aynı saatinde yapılarak not edilmiş ve % değerlere dönüştürülmüştür (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Tarlada günlük sayım ve sulama işlemlerinden görüntüler

Tohum ekiminden 6 gün sonra ilk  ıkışlar gözlemlenmeye başlanmıştır. Kotiledon yaprağının toprak yüzeyine çıkması çıkış kriteri olarak kabul edilmiştir (şekil 3.18). Çıkışların en az 5 gün boyunca sabitlendiği zaman izlenerek, tohumların tarlaya ekim tarihinden itibaren 28 gün sonra deneme sonlandırılmıştır.



şekil 3.18 Mısır fidelerinin tarlada çıkışından görüntüler

3.2.6 İkinci tarla çıkış denemesi (TÇO2)

İkinci tarla çıkış denemesi, birinci tohum ekiminin ardından 10 gün sonra yani 3 Haziran 2022 tarihinde gerçekleştirilmiş ve ikinci tarla çıkış denemesinden görüntüler aşağıda sunulmuştur (Şekil 3.19).



Şekil 3.19 Tarla çıkış denemesi kurulum aşamasından görüntüler

İkinci tarla çıkış denemesi birinciye benzer şekilde yürütülmüştür. İkinci çıkış denemesinde birincisinde olduğu gibi mısır fideleri tarlada 28 gün tutulduktan sonra 01.07.2022 tarihinde deneme sonlandırılmıştır. Deneme süresince yüzeye çıkan kotiledon yapraklar çıkış kriteri olarak alınmıştır. Çıkış denemesi süresince fideler her gün sayılmıştır. Toplam çıkış oranı (TÇO2) ve ortalama fide çıkış oranı (OFÇO) 3.2.3.1'deki formüle göre hesaplanmıştır. Tarla çıkış yada fide çıkış, tarla çıkış oranları benzer anlamlar taşımaktadır.

3.2.7 Tarla denemeleri sonlandırma işlemleri

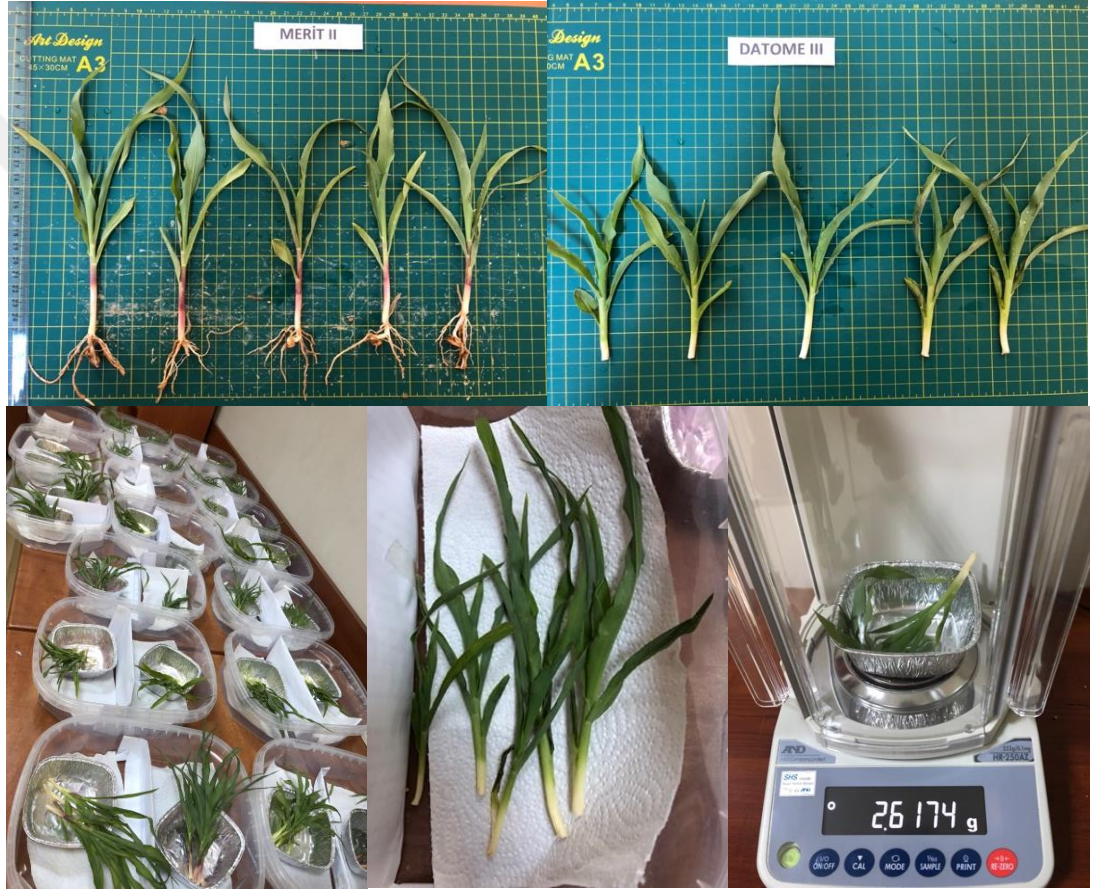
Çıkış denemelerinin sonunda mısır fidelerinden, her bir tekerrürden 5 adet bitki olmak üzere her tohum partisi için toplamda 15 adet bitki seçilerek topraktan çıkartılmıştır (Şekil 3.20). Çıkartılan fideler her bir tohum partisi ve tekerrünün bulunduğu kaba yerleştirilerek, birbirlerine karışmayacak şekilde şeffaf kutuların içerisinde alınarak yaş, kuru ağırlık ve sürgün uzunluklarının belirlenmesi için laboratuvara götürülmüştür.



Şekil 3.20 Tarla çıkış denemesinin sonlandırılmasına ait görüntüler

3.2.7.1 Fide yaş ağırlığı (FYA)

Çıkış süresinin tamamlanmasının ardından (ekimi izleyen 28. gün) her bir tekerrürden rastgele seçilen 5 mısır fidesi gövde ve kökün birleşim noktasından bistüri yardımıyla kesilerek ayrılmışlardır. Fidelerin tek tek yaş ağırlıkları hassas terazi ile alınarak ortalama ağırlık hesaplanmıştır (Şekil 3.21). Ağırlıkları g / bitki (0.0001 gram) olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.21 Fidelerin yaş ağırlıklarının belirlenmesinden görüntüler

3.2.7.2 Fide kuru ağırlık (FKA)

Yaş ağırlıkları hesaplanan mısır fideri kuru ağırlıklarının hesaplanabilmesi için 24 saat oda koşullarında bekletilmişlerdir. Bekletme işleminin ardından yaş ağırlıkları hesaplanan her tohum partisi için 15 er adet fide, tek tek alüminyum kapların içerisinde

78

3.2.7.3 Fide sürgün uzunluğu (FSU)

Tarladan rastgele seçilen her tekerrürden 5'er adet olmak üzere her tohum partisinden toplam 15 adet mısır fideleri sürgün ile kök birleşim noktasından bistüri ile kesilerek ayrılmıştır. Ardından fidelerin kesim noktalarından (toprak yüzeyi) sürgün tepe noktasına kadar olan bölüm, yani sürgün uzunluğu, kumpas yardımıyla mm cinsinden ölçülmüştür. Fide sürgün uzunluğu değerleri mm/bitki şeklinde ifade edilmiş, elde edilen değerlerin ortalaması alınarak hesaplamalarda kullanılmıştır (Şekil 3.23). Şekil 3.24'de tatlı mısır çeşitleri arasındaki boy farklılıkları görülmektedir. Deneme sonunda zayıf ve güçlü fideler belirlenmiştir.



Şekil 3.23 Mısır fidelerinin kumpas ile boy ölçümünden görüntüler



Şekil 3.24 Farklı çeşit mısır fidelerinin sürgün uzunluklarından görüntüler

3.2.8 Tohum partilerinin depo ömürlerinin belirlenmesi (DEPO)

Güç testlerinin, tohum partilerinin depo ömürlerinin tahmininde değerlendirilmesi amacıyla tohum gücü testi çalışması yapılmıştır. Mısır tohum partilerinin her birinden toplam 150 adet tartılarak (0.001 g) küçük fermuarlı delikli keselerin içerisine yerleştirilmişlerdir. NaCl doymun eriyiği ile hazırlanan (42 g/100 ml) 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 sıkıca streç filmle kaplanmıştır. Tohumlar %72 oransal nemde dengeye gelmeleri için oda sıcaklığında 3 gün bekletilmiştir (Şekil 3.25). Bekletme sonrası tohum ağırlığından hareketle tohum nemi (%) olarak hesaplanmıştır. 3 gün %72 oransal nemde bekletme işleminin ardından tohumlar keselerden cam kavanozlara aktarılmışlardır. Kavanozların hava geçirmemesi için kapak kısımları sıkıca kapatıldıktan sonra mum ile kaplanmışlardır. Kavanozlarda etrafları streç filmle kaplanarak 12 ay boyunca hava geçirmez şekilde oda sıcaklığında (20 ± 2 °C) karanlıkta depolanmaya bırakılmıştır (Şekil 3.26). Depolama süresi sonunda (1 yıl sonra) çimlendirme testi 3 tekerrürlü x 50 adet tohum üzerinden yapılmıştır. 48, 55, 72, 79, 96 ve 103. saatlerdeki çimlenme oranları kökçük çıkışı üzerinden sayılmış ve 7. gün sonunda, toplam ve normal gelişmiş fide oranı % olarak saptanmıştır.



Şekil 3.25 Tohumların depolama testi öncesi, nem dengesinin sağlanması işlemleri



Şekil 3.26 Tohumların depolama ömrü testine hazırlanma aşamalarından görüntüler

3.2.9 İstatistiksel analiz ve deneme yöntemi

Araştırmada kullanılan bütün denemeler, tesadüf parselleri deneme deseni göre kurulup yürütülmüştür. Güç testleri, çıkış testleri ile depolama ömrü testinde elde edilen yüzde değerlere, istatistiksel analiz öncesinde açılı transformasyonu uygulanmış, daha sonra IBM, SPSS istatistiksel analiz programının 24.0 versiyonu kullanılarak varyans analizi yapılmıştır. Tohum partileri karşılaştırılırken, ANOVA analiz test yöntemi kullanılarak Duncan ($p=0.05$) testi uygulanmıştır.

Güç testleri ile çıkış testleri ve depolama sonrası çimlenme arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek için değerler arasında Pearson korelasyon analiz yöntemi (r) kullanılmıştır. Aralarındaki ilişki yüksek olan tohum gücü testleri ile çıkış testleri ve depo ömrü arasında Excel programında regresyon (R^2) katsayıları hesaplanıp, regresyon denklemleri oluşturularak anlamlılık seviyeleri belirlenmiştir.

Çalışmamızda, Pearson korelasyon analiz yöntemi (r) kullanılmış olmasına rağmen, bağımsız değişkenin farklılaşması, bağımlı değişkeninde bağımlı değişkendeki farklılığı ortaya koymasını belirlemek için regresyon analizleri de yapılmıştır. Bu analizler sayesinde, aynı türe ait başka bir tohum partisi kullanıldığında, geliştirilmiş olan formül ile tarla çıkışının veya depolama ömrünün ilgili tohum gücü testi kullanılarak tahmininde kullanılabileceğini ortaya koymak amaçlanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Başlangıç Canlılıkları ve Tohum Nemleri

Araştırmada, tatlı mısır (*Zea mays convar. saccharata* Sturt.) türüne ait 8 tohum partisi kullanılmış olup, kullanılan tohum partilerinin başlangıç toplam canlılıklarının %88 ile %99 arasında değiştiği belirlenmiştir. Mısır tohum partilerinin 2 adedi %99, 1 adedi %97, 3 adedi %93, 1 adedi %89 ve 1 adedi ise %88 oranında toplam çimlenme (2 mm kökçük çıkışı) göstermişlerdir. İstatistiksel olarak yapılan Duncan testi ile toplam çimlenme oranlarına göre tohum partileri 4 farklı gruba ayrılmışlardır. Ayrıca, tohum partileri % nem oranlarının 5.1-7.3 arasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Tatlı mısır tohum partilerinin toplam çimlenme oranları (TÇ, %) ve nemlerindeki (%) değişim

Parti no	TÇ (%)	Tohum nemi (%)
1	99 a	6.8
2	99 ab	6.5
3	97 abc	6.0
4	93 bcd	7.3
5	93 bcd	5.1
6	93 bcd	7.2
7	89 d	7.3
8	88 d	6.7

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

Tohum partilerinin normal çimlenme oranlarının ise %86 ile %99 arasında olduğu tespit edilmiştir. Yapılan Duncan test sonucunda tohum partileri normal çimlenme oranlarına göre 4 farklı gruba ayrılmıştır. Ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) bakımından ise tatlı mısır tohum partileri 1.83 ile 2.24 gün arasında değişen zamanlarda çimlenme

göstermişlerdir. 1 nolu tohum partisi en kısa sürede çimlenirken, 6 nolu tohum partisi ise en uzun sürede çimlenme göstermiştir (Çizelge 4.2).

Araştırma da kullanılan 1, 2, 4, 7 ve 8 nolu tohum partilerinde fungusit uygulamasının olduğu geriye kalan 3, 5 ve 6 nolu tohum partilerinde ise fungusit uygulamasının olmadığı belirlenmiştir. Tohum partilerinin 100 tohum ağırlıklarının ise 10.33 ile 17.54 gram arasında değiştiği saptanmıştır. 2 nolu tohum partisinin en ağır, 1 nolu tohum partisinin ise en hafif olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2 Tatlı mısır tohum partilerinin normal çimlenme oranı (NÇ, %), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün), 100 tohum ağırlıkları (g/100 adet) ve fungusit uygulaması

Parti no	NÇ (%)	OÇZ (gün)	100 tohum ağırlığı (g)	Fungusit uygulaması
1	99 a	1.83 c	10.33	+
2	95 ab	2.17 a	17.54	+
3	97 ab	2.01 b	16.14	-
4	93 bc	2.15 a	12.87	+
5	89 cd	2.13 ab	16.67	-
6	86 d	2.24 a	13.48	-
7	89 cd	2.14 ab	11.00	+
8	88 cd	2.10 ab	12.11	+

Aynı sütunda bulunan ve farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (P <0.05), +: fungusit uygulanmış, -: fungusit uygulanmamış

4.2 Kökçük Çıkış Testi (KÇ)

Sekiz farklı tatlı mısır tohum partisi ile kurulan, belirli aralıklarla yapılan 32(KÇ32), 48 (KÇ48), 55(KÇ55), 72(KÇ72), 79(KÇ79). saat kökçük çıkış sayım (%) değerleri çizelge 4.3’de sunulmuştur. İki mm kökçük çıkışı esas alınarak sık sayımlar üzerinden KÇ değeri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.3 Tatlı mısır tohum partilerinin kökçük çıkış (KÇ) oranları (%)

Parti no	KÇ32	KÇ48	KÇ55	KÇ72	KÇ79
1	26 a	89 a	95 a	99 a	99 a
2	7 bc	65 c	83 c	97 ab	97 ab
3	7 bc	78 b	93 ab	97 a	97 ab
4	4 bc	59 c	85 c	92 bc	93 bc
5	6 bc	60 c	86 bc	90 c	92 bc
6	0 c	55 c	79 cd	89 c	92 bc
7	5 bc	59 c	79 cd	89 c	89 c
8	12 b	61 c	75 d	87 c	88 c

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

KÇ32 ve KÇ48. saat kökçük çıkış değerlerine göre en yüksek (%) çimlenme oranının 1 nolu tohum partisine, en düşük (%) çimlenme oranının ise 6 nolu tohum partisine ait olduğu görülmektedir. KÇ55, KÇ72 ve KÇ79. saat kökçük çıkış değerlerine bakıldığında ise en yüksek 1 nolu tohum partisinden, en düşük ise 8 nolu tohum partisinden % çimlenme oranı elde edilmiştir. KÇ48. saat çimlenme değerleri %61 ile %89 arasında olmuştur. KÇ48. saat verilerine göre tüm tohum partilerinin %50'nin üzerinde çimlenmeye sahip olduğu görülmektedir. KÇ55. saat sayımlarında tüm tohum partilerinin %75 ve üzerinde çimlenme gösterdiği belirlenmiştir. KÇ72. saat çimlenme değerlerine bakıldığında 5 adet tohum partisinin %90'ın üzerinde çimlenme gösterdiği saptanmıştır. Yapılan istatistiksel Duncan testi değerlendirmesi sonucunda tohum partileri KÇ32, KÇ48, KÇ72 ve KÇ79 değerlerine göre 3 farklı gruba ayrılırken, KÇ55 değerine göre ise 4 farklı gruba ayrılmışlardır (Çizelge 4.3).

4.3 Soğuk Test (ST)

Soğuk test sonucunda tatlı mısır tohum partilerinin 32 (ST32), 48 (ST48), 55 (ST55), 72 (ST72) ve 79 (ST79). saatlerde çimlenme değerleri ayrıca toplam (STT), normal (STN) çimlenme oranları (%) ve ortalama çimlenme zamanı (STOÇZ, gün) verileri çizelge 4.4'de sunulmuştur.

Çizelge 4.4 Tatlı mısır tohum partilerinin soğuk test uygulaması sonrasında ST32, ST48, ST55, ST72, ST79. saat kökçük çıkış oranları (%) ile toplam (STT), normal (STN) çimlenme oranları ve ortalama çimlenme zamanı (STOÇZ, gün) değerleri

Parti no	ST32	ST48	ST55	ST72	ST79	STT	STN	STOÇZ (gün)
1	55 a	89 a	92 a	94 ab	94 ab	95 ab	91 a	1.25 c
2	17 c	72 c	74 b	84 bc	85 b	87 bc	75 bc	2.03 b
3	17 c	93 a	97 a	98 a	98 a	98 a	90 a	1.87 b
4	3 e	45 e	49 d	57 e	58 d	61 e	53 d	2.23 a
5	10 cd	63 d	65 c	76 cd	76 c	77 d	66 c	2.03 b
6	4 de	81 b	88 a	91 ab	92 ab	93 ab	77 b	2.03 b
7	11 cd	61 d	62 c	68 d	70 c	71 d	65 c	2.01 b
8	30 b	63 d	65 c	74 cd	75 c	79 cd	65 c	1.95 b

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

ST48, ST55, ST72, ST79. saat yüzde çimlenmelerine göre en yüksek değer 3 nolu tohum partisi, en düşük değer ise 4 nolu tohum partisinde belirlenmiştir. ST32. saat çimlenme değerleri %4 ile %55 arasında değişim gösterirken sürenin artması ile birlikte çimlenme oranlarında da artış gözlemlenmiştir. STT çimlenme oranları %61 ile %98 oranında değişim göstermiştir. STT ye göre; 1, 3 ve 6 nolu tohum partileri %90'ın üzerinde çimlenmeye sahip olmuşlardır. STT değerlerine göre en yüksek 3 nolu, en düşük ise 4 nolu tohum partisinin çimlenme gösterdiği görülmektedir. STN değerine bakıldığında da benzer şekilde en yüksek ve istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) şekilde 1 ve 3 nolu, en düşük ise 4 nolu tohum partisinin çimlenme gösterdiği gözlemlenmiştir. Soğuk test sonucunda, ortalama çimlenme zamanı bakımından tohumlar 1.25 gün ile 2.23 gün arasında çimlenme göstermişlerdir. İstatistiksel açıdan STOÇZ değerlerine göre tohum partileri 3 farklı grupta yer almışlardır (Çizelge 4.4). En hızlı çimlenme 1.25 gün ile diğer partilerden istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$) şekilde ayrılarak, 1 nolu tohum partisinden gerçekleşmiştir.

4.4 Hızlı Yaşlandırma Testi (HYT)

Hızlı yaşlandırma testi sonrası kurulan 32 (HYT32), 48 (HYT48), 55 (HYT55), 72 (HYT72), 79 (HYT79). saat çimlenme (2 mm kökçük çıkış) yüzde değerleri ile toplam (HYTT) ve normal (HYTN) çimlenme oranları ve ortalama çimlenme zamanı (gün) değerleri çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Tatlı mısır tohum partilerinin 41 °C de 72 saat hızlı yaşlandırma testi sonrası HYT32, HYT48, HYT55, HYT72, HYT79, HYTT ve HYTN çimlenme oranları (%) ve HYTOÇZ (gün) değerleri

Parti no	HYT32	HYT48	HYT55	HYT72	HYT79	HYTT	HYTN	HYTOÇZ (gün)
1	4 a	49 b	61 b	82 b	85 a	89 a	86 a	2.41 e
2	0 b	2 ef	9 e	43 d	53 c	73 bc	63 b	3.30 b
3	5 a	62 a	85 a	95 a	95 a	95 a	88 a	2.14 e
4	0 b	11 cde	25 d	45 d	46 c	57 d	51 c	2.99 c
5	0 b	5 def	19 d	46 d	46 c	65 cd	47 c	3.13 bc
6	0 b	21 c	38 c	67 c	69 b	77 b	62 b	2.71 d
7	1 b	13 cd	19 d	22 e	22 d	23 e	22 d	2.28 e
8	0 b	1 f	1 f	5 f	7 e	15 e	9 e	3.90 a

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

HYT32, HYT48, HYT55, HYT72, HYT79 HYTT ve HYTN değerlerine bakılacak olursa 3 nolu tohum partisinin en yüksek % çimlenme oranına sahip olduğu görülmektedir. En düşük değerler ise 8 nolu tohum partisinden elde edilmiştir. HYT32. saat çimlenme değerlerine göre sadece 3 adet tohum partisinin (1, 3 ve 7 nolu tohum partileri) çimlenme gösterdiği belirlenmiştir. Bu sayım saatinde 5 adet tohum partisinde ise çimlenme gözlemlenmemiştir. Bu bakımdan süre ve sıcaklık derecesi (41 °C’de 72 saat) dikkate alınarak test tohumların yaşlandırılmasında da etkili olmuştur. HYTT çimlenme oranına göre tohum partileri %15 ile %95 arasında değerler vermiştir. Ortalama çimlenme zamanı bakımından tohum partileri 2.14 gün ile 3.90 gün arasında çimlenmeye sahip olmuşlardır. Üç nolu tohum partis en kısa sürede çimlenme gösterirken, 8 nolu tohum partis ise en uzun sürede çimlenme göstermiştir. Bu parti diğerlerinden istatistiksel olarak anlamlı (P<0.05) şekilde ayrılmıştır (Çizelge 4.5).

Hızlı yaşlandırma test işlemi sonrası tohum partilerinin nemlerinin %23.4 ile %29.0 arasında değiştiği görülmüştür. 8 nolu tohum partisinden en yüksek, 2 nolu tohum partisinden ise en düşük nem değeri elde edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 Tatlı mısır tohum partilerinin 41 °C’de 72 saat süre ile hızlı yaşlandırma işlemi sonrasında nemlerindeki değişim (%)

Parti no	HYT testi sonrası % nem
1	25.9
2	23.4
3	23.5
4	25.5
5	24.3
6	25.6
7	28.2
8	29.0

4.5 Hızlı Yaşlandırma Sonrası Elektriksel İletkenlik Testi (HYT+Eİ)

Tatlı mısır tohum partilerinin hızlı yaşlandırma işleminden sonra elektriksel iletkenlik testleri 2 farklı sürede yürütülmüştür. HYT sonrası 4. saat elektriksel iletkenlik bulguları $23.9 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ile $123.3 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değişmiştir. 8. saat elektriksel bulguları ise $31.4 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ve $157.7 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında belirlenmiştir. Her iki süredeki sonuçlara bakılacak olursa en düşük elektriksel iletkenlik değerinin 3 nolu tohum partisine ait olduğu, 4. saat en yüksek değerinin 8 nolu tohum partisine, 8. saat en yüksek değerinin ise 2 nolu tohum partisine ait olduğu görülmektedir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 Tatlı mısır tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi sonrası 4. ve (HYT+Eİ4) 8. saat (HYT+Eİ8) elektriksel iletkenlik değerleri ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)

Parti no	4. saat	8. saat
1	35.2	47.0
2	116.3	157.7
3	23.9	31.4
4	67.6	87.3
5	69.2	97.3
6	70.8	93.4
7	50.6	63.7
8	123.3	157.0

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

4.6 Elektriksel İletkenlik Testi (Eİ)

Elektriksel iletkenlik testi 4. ve 8. saat olmak üzere iki farklı sürede yürütülmüştür. Bunlardan, 4 saat uygulamasından sonra iletkenlik değerleri 41.2 ile 136.2 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değişirken, 8 saat uygulamasından sonra 48.5 ile 160.8 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değerler elde edilmiştir. En düşük değerler her iki sürede de 3 nolu tohum partisinden, en yüksek değerler ise 8 nolu tohum partisinden elde edilmiştir (Çizelge 4.8). Elektriksel iletkenlik testinde zamanın artması ile akıntı miktarının arttığı söylenebilir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda tohum partileri 4 saat uygulaması verilerine göre 5 farklı gruba, 8 saat uygulaması sonucuna göre ise 4 farklı gruba ayrılmışlardır.

Çizelge 4.8 Tatlı mısır tohum partilerinin 4. ve 8. saat elektriksel iletkenlik değerleri ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)

Parti no	4.saat	8.saat
1	42.4 e	54.5 d
2	93.8 b	118.2 c
3	41.2 e	48.5 d
4	56.6 d	75.2 c
5	100.5 b	120.8 b
6	70.9 c	91.7 c
7	75.7 c	90.0 c
8	136.2 a	160.8 a

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

4.7 Birinci ve İkinci Tarla Çıkış Testi Fide Çıkış Oranları (TÇO1, TÇO2)

Birinci tarla çıkış testi sonucunda (28. gün) tatlı mısır tohum partilerinin toplam fide çıkış (TÇO1) oranının %58 ile %90 arasında değiştiği belirlenmiştir. Birinci tarla çıkış testine göre, en yüksek fide çıkış oranının 1 ve 3 nolu tohum partilerinden ve istatistiksel olarak anlamlı ($P < 0.05$), en düşük fide çıkış oranı ise 4 nolu tohum partisinden elde edilmiştir. İkinci tarla fide çıkış oranlarına bakılacak olursa %69 ile %99 arasında olduğu görülmektedir. İkinci çıkış testine göre en yüksek değerin 1 nolu tohum partisine en düşük değerin ise 7 nolu tohum partisine ait olduğu tespit edilmiştir. Birinci tarla toplam çıkış verilerine göre yalnızca 1 nolu tohum partisinin %90 çıkış oranına sahip olduğu ikinci tarla çıkışında ise 3 adet tohum partisinin %90'ın üzerinde (1, 2 ve 3 nolu tohum partileri) çıkış oranına sahip olduğu çizelge 4.9'da görülmektedir. Yapılan Duncan testi sonucunda birinci çıkış testi verilerine göre tohum partileri 5 farklı grupta yer alırken, ikinci tarla çıkış testinde ise 4 farklı grupta yer almışlardır.

Çizelge 4.9 Tatlı mısır tohum partilerinin birinci ve ikinci tarla fide çıkış oranları (TÇO1, TÇO2), (%) ve ortalama çıkış zamanları (TÇO1OÇZ, TÇO2OÇZ)

Parti no	TÇO1	TÇO2	TÇO1OÇZ (gün)	TÇO2OÇZ (gün)
1	90 a	99 a	9.41 bc	7.07 bc
2	82 b	93 b	8.87 c	7.30 bc
3	88 a	97 ab	9.47 bc	6.80 c
4	58 e	85 c	9.63 abc	7.74 abc
5	73 c	85 c	11.27 abc	8.17 abc
6	75 c	85 c	11.06 abc	8.42 ab
7	61 de	69 d	11.90 ab	7.70 abc
8	65 d	75 d	12.24 a	9.03 a

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

Birinci tarla çıkış testi ortalama çıkış zamanı (TÇO1OÇZ, gün) bakımından tohum partileri 8.87 ile 12.24 gün arasında değere sahip olmuşlardır. İki nolu tohum partis en kısa sürede çimlenme gösterirken, 8 nolu tohum partis ise en uzun sürede çimlenme göstermiştir. İkinci ekim döneminde tohum partilerinin hepsi birinci ekime göre daha yüksek çıkış oranı göstermişlerdir. Benzer etki, çıkış hızlarında da gözlenmiş ve bütün

partilerde çıkış ikinci ekim döneminde daha hızlı gerçekleşmiştir. İkinci tarla çıkış testine göre tohum partileri 6.80 gün ile 9.03 gün arasında çimlenme göstermişlerdir. İkinci tarla çıkış testinde 3 nolu tohum partisi en kısa sürede çimlenirken, 8 nolu tohum partisi ise en uzun sürede çimlenme göstermiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre birinci ve ikinci tarla çıkış hız verilerine dayanarak tohum partileri 3 farklı gruba ayrılmışlardır.

4.7.1 Fide kalite parametreleri

4.7.1.1 Birinci tarla çıkış testine ait fide kalite parametreleri (FYA1, FKA1, FSU1)

2022 yılı 8 adet mısır tohum partileriyle 2 farklı tarihte (13 Mayıs ve 3 Haziran) gerçekleştirilen tarla çıkış testleri 28 günün ardından sonlandırılmıştır. Birinci tarla çıkış testi sonunda tatlı mısır fidelerinin ortalama yaş ağırlığı (FYA1), kuru ağırlığı (FKA1) ve sürgün uzunluğu (FSU1) değerleri çizelge 4.10'da sunulmuştur. Birinci tarla çıkışından elde edilen ortalama fide yaş ağırlığı değerleri 0.79 g ile 1.96 g arasında olmuştur. Ortalama fide kuru ağırlık değerleri 108.3 mg ile 291.8 mg arasında ölçülmüştür. Ortalama fide sürgün uzunluğu değerleri 160.2 mm ile 235.5 mm arasında değişmiştir. Ortalama en yüksek fide yaş ve kuru ağırlık değerleri 2 nolu tohum partisinden, ortalama en düşük değerler ise 5 nolu tohum partisinden elde edilmiştir.

Çizelge 4.10 Birinci tarla çıkış testi fide yaş ağırlığı (FYA1), fide kuru ağırlığı (FKA1) ve fide sürgün uzunluğu (FSU1) değerleri

Parti no	FYA1 (g/bitki)	FKA1(mg/bitki)	FSU1(mm/bitki)
1	1.30 bcd	180.0 cde	179.6 b
2	1.96 a	291.8 a	221.6 a
3	1.48 bc	206.2 cd	235.5 a
4	1.54 b	216.6 b	217.0 a
5	0.79 e	108.3 e	160.2 b
6	1.10 cde	160.9 cde	175.1 b
7	1.10cde	164.1 cde	181.9 b
8	1.04 de	145.2 de	170.5 b
Ort	1.29	184.1	192.7

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

4.7.1.2 İkinci tarla çıkış testine ait fide kalite parametreleri (FYA2, FKA2, FSU2)

İkinci tarla çıkış testi sonunda elde edilen tatlı mısır fidelerinin ortalama yaş ağırlıkları (FYA2) 1.52 g ile 2.56 g arasında değişmiştir. En yüksek ortalama fide yaş ağırlığı (FYA2) 2 nolu tohum partisinden, en düşük ortalama fide yaş ağırlığı ise 6 nolu tohum partisinden elde edilmiştir. Ortalama fide kuru ağırlığı (FKA2) değerleri 230.8 mg ile 396.4 mg arasında belirlenmiştir. Ortalama en yüksek değerin ise 2 nolu tohum partisine, ortalama en düşük değerin 8 nolu tohum partisine ait olduğu gözlemlenmiştir. Ortalama fide sürgün uzunluğu değerleri 204.3 ile 281.0 mm arasında ölçülmüştür. Ortalama en yüksek sürgün uzunluğu değerinin 3 nolu tohum partisine, ortalama en düşük değerinin ise 6 nolu tohum partisine ait olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 İkinci tarla çıkış testi fide yaş ağırlığı (FYA2), fide kuru ağırlığı (FKA2) ve fide sürgün uzunluğu (FSU2) değerleri

Parti no	FYA2 (g/bitki)	FKA2(mg/bitki)	FSU2(mm/bitki)
1	2.25 ab	334.5 ab	238.9 bc
2	2.56 a	396.4 a	250.4 b
3	2.29 ab	324.3 ab	281.0 a
4	1.99 bc	282.3 bc	235.1 bc
5	1.67 c	240.7 c	224.4 cd
6	1.52 c	234.4 c	204.3 d
7	2.07 abc	307.5 bc	243.5 bc
8	1.66 c	230.8 c	209.9 d
Ort	2.00	293.9	235.8

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

4.8 Depo Ömrü Testi (DEPOT, DEPON, DEPOOÇZ)

Tohumların ağırlıklarından hareketle doygun NaCl eriyiğinin sağladığı doygun tuz solüsyonunda bekletme sonrası tohum % nemleri hesaplanarak %9.0 ile %10.2 arasında olduğu tespit edilmiştir. Beş nolu tohum partisinin en düşük neme, 6,7 ve 8 nolu tohum partilerinin en yüksek neme ulaştığı hesaplanmıştır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 Tatlı mısır tohum partilerinin 3 gün doygun NaCl eriyiğinin sağladığı doygun tuz solüsyonunda bekletme sonrasında % nem değerleri

Parti no	% nem değerleri
1	9.9
2	9.3
3	9.1
4	9.6
5	9.0
6	10.2
7	10.2
8	10.2

Tohum partilerinin 1 yıllık (12 ay) oda sıcaklığında depolama çalışması sonrasında 48, 55, 72, 79 ve 103. saatlerdeki çimlenme değerleri (%) ile toplam ve normal çimlenme oranları çizelge 4.13’de görülmektedir. DEPO55, DEPO72, DEPO79, DEPO96, DEPO103, DEPOT ve DEPON değerlerine bakıldığında depolama sonrası çimlenmenin 3 nolu tohum partisinde en yüksek, 4 nolu tohum partisinde ise en düşük olduğu tespit edilmiştir. Üç nolu tohum partisi en yüksek, 4 ve 8 nolu parti ise en düşük değerleri göstererek ve istatistiksel olarak ($P<0.05$) diğerlerinden ayrılmıştır. Bu çizelge 4.13’de saptanan tüm parametrelerde söz konusudur. DEPOOÇZ bakımından tohum partileri 2.30 ile 4.92 gün arasında çimlenme göstermişlerdir. Depolama çalışması sonrasında 3 nolu tohum partisi en hızlı sürede çimlenirken, 4 nolu tohum partisi ise en uzun sürede çimlenme göstermiştir. Diğer tohum partileri de bu 2 tohum partisinin arasında çimlenme değerine sahip olmuşlardır. Çimlenme zamanı bakımından tohum partileri yapılan istatistiksel değerlendirmeye göre 5 gruba ayrılarak, farklı harflerle gösterilmişlerdir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13 Tatlı mısır tohum partilerinin 12 aylık depolama sonrasında 48,55, 72, 79, 103. saat çimlenme değerleri (%) ile toplam (DEPOT), normal (DEPON) çimlenme oranları ve depo sonrası ortalama çimlenme zamanları (DEPOOÇZ, gün)

Parti no	D48	D55	D72	D79	D96	D103	DEPOT	DEPON	DEPOOÇZ (gün)
1	41 b	57 b	79 b	79 b	81 b	81 b	83 b	65 b	2.42 de
2	0 d	1 de	15 f	22 f	27 e	33 d	42 d	24 e	3.92 b
3	51 a	79 a	94 a	94 a	95 a	95 a	96 a	78 a	2.30 e
4	0 d	0 e	0 g	0 g	1 f	1 e	4 f	2 f	4.92 a
5	1 d	7 d	25 e	33 e	37 d	37 d	37 d	27 de	3.07 c
6	0 d	6 de	47 d	48 d	53 c	55 c	55 c	33 d	3.06 c
7	12 c	24 c	55 c	58 c	58 c	58 c	61 c	50 c	2.73 d
8	1 d	1 de	3 g	3 g	5 f	5 e	17 e	5 f	4.92 a

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

4.9 Birinci Tarla Çıkış Testi ile Güç Testleri Arasındaki Korelasyon Analiz Sonuçları

Tatlı mısır tohum partilerine ait laboratuvar güç testleri ile birinci tarla çıkış testi ve fide kalite parametreleri (FYA1, FKA1, FSU1) arasındaki korelasyon katsayısı (r) sonuçları çizelge 4.14’de sunulmuştur. Yapılan istatistiksel korelasyon testi sonucunda tarla çıkış testleriyle güç testlerinden soğuk test (ST), kökçük çıkış testi (KÇ), hızlı yaşlandırma testi (HYT) ve standart çimlenme testi arasında bağlantılı ve istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Soğuk test (5 °C, 2 gün; 25 °C, 4 gün) diğer çıkış testlerine göre en yüksek ve istatistiksel anlamda önemli korelasyon sonuçları vererek en başarılı test olarak dikkat çekmektedir.

Güç testleri ile çıkış testleri arasındaki korelasyon katsayısı değerleri açıklanırken önce en yüksek ilişkiye ait test ve aralarındaki ilişkinin seviyesinden bahsedilecektir.

Soğuk test sonrası çimlenme değerlerinden ST72 ve STN birinci tarla çıkış (TÇO1)’ının tahmininde P<0.001 anlamlılık düzeyinde (r=0.926, r=0.945) en yüksek korelasyon katsayısına sahip olmuşlardır. ST48, ST55, ST79 ve STT değerleri de tarla çıkışı ile

$r > 0.895$ ($P < 0.01$) daha yüksek (sırasıyla $r = 0.915$, $r = 0.897$, $r = 0.920$, $r = 0.906$; $P < 0.01$) korelasyon katsayısı göstermişlerdir. Çalışmamızın sonucuna göre soğuk test ile fide kalite parametreleri (fide yaş, kuru ağırlık ve fide sürgün uzunluğu) arasında istatistiksel anlamda ilişki görülmemiştir.

Birinci tarla çıkış testinin tahmininde, soğuk testi (ST) takiben önem sırasına göre kökçük çıkış testi (KÇ) gelmektedir. Kökçük çıkış testinde KÇ79. sayım saati ile birinci tarla çıkışı (TÇO1) ve ortalama çıkış hızı (TÇO1OÇZ, gün) değerleri arasında $r = 0.857$ ve $r = -0.907$ ($P < 0.01$) korelasyon katsayıları elde edilmiştir. KÇ48, KÇ55 ve KÇ72. sayım saati ile birinci tarla çıkışı arasında da $P < 0.05$ anlamlılık düzeyinde ($r = 0.781$, 0.728 , 0.790) ilişkiler belirlenmiştir. Korelasyon katsayılarının negatif işaretli olması ilişkinin ters yönlü olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca KÇ55 ve KÇ72. sayım saati ile birinci arazi çıkış hızı arasında da 2 adet anlamlı ters yönlü korelasyon ilişkisi ($r = -0.722$, -0.886 ; $P < 0.05$, $P < 0.01$) daha elde edilmiştir. KÇ testi ile fide kalite parametreleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Hızlı yaşlandırma testi ile birinci tarla çıkış testi arasında korelasyon katsayısı verilerine bakıldığında ise HYT32, HYT72, HYT79, HYTN ve HYT değerlerinin en yüksek pozitif yönlü korelasyon katsayısına sahip olduğu gözlemlenmiştir. HYT32, HYT72, HYT79, HYTN, HYT ile TÇO1 arasında $P < 0.05$ anlamlılık düzeyinde r korelasyon katsayısı değerleri sırasıyla 0.712 , 0.776 , 0.818 , 0.817 , 0.828 şeklinde gerçekleşmiştir. HYT testi ile birinci tarla çıkış hızı (TÇO1OÇZ) arasında istatistiksel anlamda önemli ve negatif yönlü ilişkiler (HYT79, $r = -0.712$; HYTN, $r = -0.777$; HYT, $r = -0.826$; $P < 0.05$) belirlenmiştir. HYT testinin fide kalite parametreleri ile arasında istatistiksel anlamda ilişki gözlemlenmemiştir. HYT sonrası elektriksel iletkenlik testi ile de tarla çıkışı oranı arasında anlamlı korelasyon ilişkisi bulunmamıştır. Benzer şekilde elektriksel iletkenlik (Eİ) testi ile birinci tarla çıkışı arasında anlamlı korelasyon ilişkisi belirlenmemiştir.

Standart çimlenme testinden, toplam çimlenme $P < 0.01$ ($r = 0.835$) düzeyinde birinci tarla çıkış testi ile anlamlı ilişkili sonuç vermiştir. Toplam çimlenme ve normal çimlenme değerleri ile birinci ortalama çıkış zamanı (TÇO1OÇZ) arasında negatif yönlü önemli korelasyon katsayısı ($r = -0.920$, -0.842 ; $P < 0.01$) belirlenmiştir. Fide kalite parametreleri

ve standart çimlenme testi arasında istatistiksel anlamda ilişki gözlemlenmemiştir (Çizelge 4.14).

Tatlı mısır tohum partileri için birinci tarla çıkış testi ile yapılan güç testleri çeşitli anlamlılık düzeylerinde korelasyon sayılarına göre en başarılı ve tavsiye edilen güç testi soğuk test olmuştur. Çizelgeye bakıldığında kombinasyonlar içerisinde soğuk testin birinci tarla çıkışı ile 2 adet $P < 0.001$ önemlilik düzeyinde çok yüksek korelasyon ilişkisine sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca 4 adet $P < 0.01$ düzeyinde de korelasyon katsayısına sahip olduğu belirlenmiştir. Toplamda soğuk testte istatistiksel anlamda 6 adet yüksek ve anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Anlamlılık sıralamasında soğuk testi, kökçük çıkış testi izlemektedir. Kökçük çıkış testinden 3 adet $P < 0.01$ düzeyinde, 4 adette $P < 0.05$ düzeyinde olmak üzere toplam 7 adet tarla çıkışı ile anlamlı ilişki belirlenmiştir. Hızlı yaşlandırma testinden elde edilen korelasyon değerlerine göre ise toplamda 8 adet $P < 0.05$ düzeyinde ilişki belirlenmiştir. Standart çimlenme testi ise toplamda 3 adet $P < 0.01$ düzeyinde korelasyon ilişkisi vermiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.14 Tatlı mısır tohum partilerinde birinci tarla çıkış testi ile güç testleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

1. tarla çıkışı						
Güç testleri		Çıkış oranı	Çıkış hızı	Fide kalite parametreleri		
		TÇO1	TÇO1OÇZ	FYA1	FKA1	FSU1
Standart çimlenme testi	TÇ	0.835**	-0.920**	0.620 öd	0.583 öd	0.518 öd
	NÇ	0.634 öd	-0.842**	0.646 öd	0.585 öd	0.609 öd
	OÇZ	-0.589 öd	0.347 öd	-0.030 öd	0.042 öd	-0.034 öd
Kökçük çıkış testi	KÇ32	0.490 öd	-0.244 öd	0.033 öd	-0.019 öd	-0.154 öd
	KÇ48	0.781*	-0.573 öd	0.274 öd	0.205 öd	0.269 öd
	KÇ55	0.728*	-0.722*	0.263 öd	0.192 öd	0.367 öd
	KÇ72	0.790*	-0.886**	0.647 öd	0.598 öd	0.591 öd
	KÇ79	0.857**	-0.907**	0.610 öd	0.566 öd	0.530 öd
Soğuk test	ST32	0.536 öd	-0.174 öd	0.012 öd	-0.032 öd	-0.189 öd
	ST48	0.915**	-0.351 öd	0.120 öd	0.095 öd	0.150 öd
	ST55	0.897**	-0.349 öd	0.108 öd	0.083 öd	0.150 öd
	ST72	0.926***	-0.354 öd	0.121 öd	0.101 öd	0.127 öd
	ST79	0.920**	-0.348 öd	0.136 öd	0.119 öd	0.132 öd
	STT	0.906**	-0.319 öd	0.130 öd	0.112 öd	0.109 öd
	STN	0.945***	-0.446 öd	0.197 öd	0.167 öd	0.204 öd
	STOÇZ	-0.679 öd	0.251 öd	0.045 öd	0.087 öd	0.179 öd
Hızlı yaşlandırma testi	HYT32	0.712*	-0.453 öd	0.176 öd	0.105 öd	0.404 öd
	HYT48	0.690 öd	-0.453 öd	0.133 öd	0.066 öd	0.376 öd
	HYT55	0.679 öd	-0.480 öd	0.126 öd	0.061 öd	0.403 öd
	HYT72	0.776*	-0.656 öd	0.238 öd	0.185 öd	0.396 öd
	HYT79	0.818*	-0.712*	0.317 öd	0.268 öd	0.433 öd
	HYTT	0.817*	-0.777*	0.372 öd	0.330 öd	0.422 öd
	HYTN	0.828*	-0.826*	0.447 öd	0.399 öd	0.495 öd
	HYTOÇZ	-0.366 öd	0.289 öd	-0.049 öd	-0.036 öd	-0.278 öd
	HYT+ Eİ4	-0.342 öd	0.244 öd	0.131 öd	0.176 öd	-0.175 öd
	HYT+ Eİ8	-0.303 öd	0.208 öd	0.142 öd	0.188 öd	-0.172 öd
Elektriksel iletkenlik	Eİ4	-0.425 öd	0.624 öd	-0.318 öd	-274 öd	-0.486 öd
	Eİ8	-0.434 öd	0.586 öd	-0.278 öd	-0.231 öd	-0.476 öd

*: P<0.05, **: P<0.01, ***: P<0.001

Çizelge 4.15 Tatlı mısır tohum partilerinin birinci tarla çıkış oranları ile güç testleri arasındaki korelasyon değerlerinin istatistiksel değerlendirme özetleri

		Anlamlılık düzeyi sayısı			
Güç testleri		P<0.05	P<0.01	P<0.001	Toplam
Standart çimlenme testi	TÇ	-	2	-	2
	NÇ	-	1	-	1
	OÇZ	-	-	-	-
Kökçük çıkış testi	KÇ32	-	-	-	-
	KÇ48	1	-	-	1
	KÇ55	2	-	-	2
	KÇ72	1	1	-	2
	KÇ79	-	2	-	2
Soğuk test	ST32	-	-	-	-
	ST48	-	1	-	1
	ST55	-	1	-	1
	ST72	-	-	1	1
	ST79	-	1	-	1
	STT	-	1	-	1
	STN	-	-	1	1
	STOÇZ	-	-	-	-
Hızlı yaşlandırma testi	HYT32	1	-	-	1
	HYT48	-	-	-	-
	HYT55	-	-	-	-
	HYT72	1	-	-	1
	HYT79	2	-	-	2
	HYTT	2	-	-	2
	HYTN	2	-	-	2
	HYTOÇZ	-	-	-	-
	HYT+ Eİ4	-	-	-	-
	HYT+ Eİ8	-	-	-	-
Elektriksel iletkenlik	Eİ4	-	-	-	-
	Eİ8	-	-	-	-

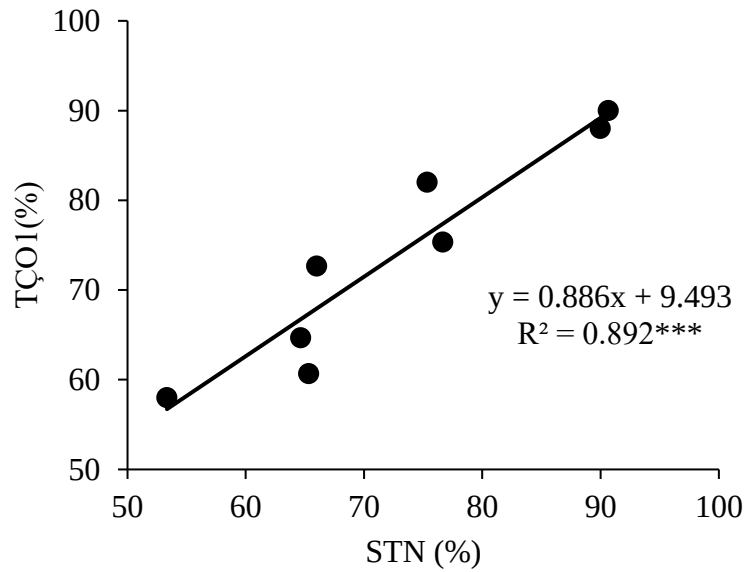
-: Hiçbir anlamlılık düzeyine sahip değil

4.10 Birinci Tarla Çıkış Testi ile Yüksek Korelasyon Katsayısı Veren Tohum Gücü Testlerinin Regresyon Eğrileri

Korelasyon ilişkisini daha iyi bir şekilde görebilmek için $P<0.01$ ve $P<0.001$ anlamlılık düzeyinde korelasyon ilişkisine sahip olan güç testleri ile birinci tarla çıkış testi arasındaki regresyon eğrileri çizilmiş ve regresyon katsayıları belirlenmiştir.

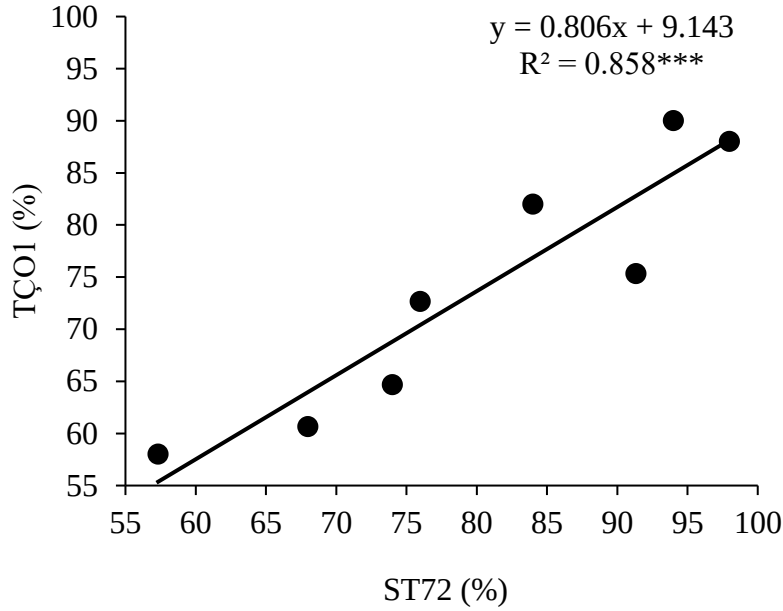
Regresyon analizleri, farklı güç testleri için bölüm 4.12 ve 4.14’de buradakine benzer şekliyle çizilerek formülleri oluşturulmuştur. Tohum gücü testlerinin hem çıkış hem de depolama ömrünün tahmininde burada kullanılan tohum partilerinden başka gerekli olduğu durumlar için oluşturulan formüller yardımıyla kolaylıkla kullanılabilir.

Birinci tarla çıkışını tahmin etmek için en çok ilişkili bulunan güç testi, soğuk test olmuştur. Soğuk test sayım saatlerinden, çıkış ile en yüksek korelasyon katsayısına sahip olan kombinasyonların regresyon katsayıları hesaplanarak, regresyon denklemleri şekil 4.1 ve şekil 4.2’de gösterilmiştir. Birinci tarla çıkış denemesinde istatistiksel olarak çok yüksek korelasyon ilişkisini sahip olan STN ile TÇO1 arasındaki regresyon katsayısı $R^2=0.892$ ($P<0.001$) olarak hesaplanmış ve aralarındaki regresyon denklemi $y = 0.886x + 9.493$ şeklinde belirlenmiştir (Şekil 4.1).



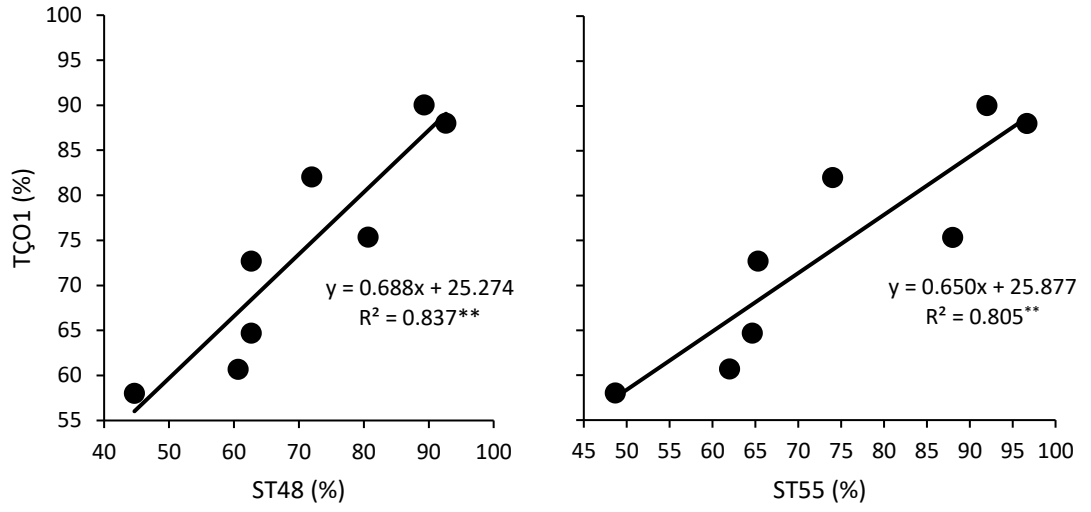
Şekil 4.1 Tatlı mısır tohum partilerinin STN güç testi ile birinci tarla çıkış testi arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri

Birinci tarla çıkış denemesiyle yüksek bir korelasyon ilişkisini veren ST72. sayım saati ile TÇO1 arasındaki regresyon katsayısı $R^2=0.858$ ($P<0.001$) olarak belirlenmiş ve aralarındaki regresyon denklemi $y = 0.806x + 9.143$ şeklinde hesaplanmıştır.

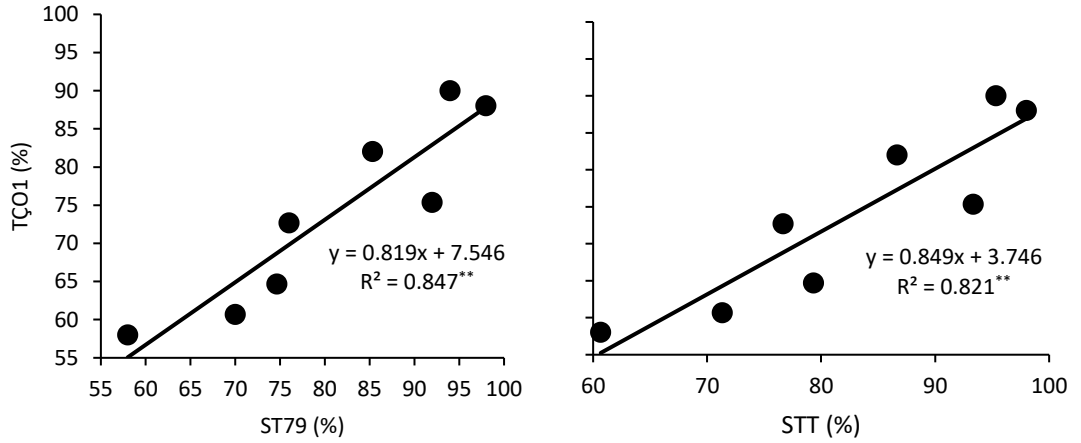


Şekil 4.2 Tatlı mısır tohum partilerinin ST72. saat çimlenmesi ile birinci tarla çıkış testi arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri

Soğuk test ile birinci tarla çıkış testi arasında $P<0.01$ düzeyinde anlamlılığa sahip olan güç testlerinin regresyon katsayıları ve denklemleri Şekil 4.3 ve 4.4’de çizilmiştir. Şekil 4.3’de görüldüğü gibi ST48 ve ST55. sayım saati ile TÇO1 arasında elde edilen regresyon katsayıları sırasıyla $R^2=0.837$, $R^2=0.805$ ($P<0.01$) olmuştur. ST79. sayım saati ve STT ile TÇO1 arasındaki regresyon katsayısı ise $R^2=0.847$, $R^2=0.821$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.4).



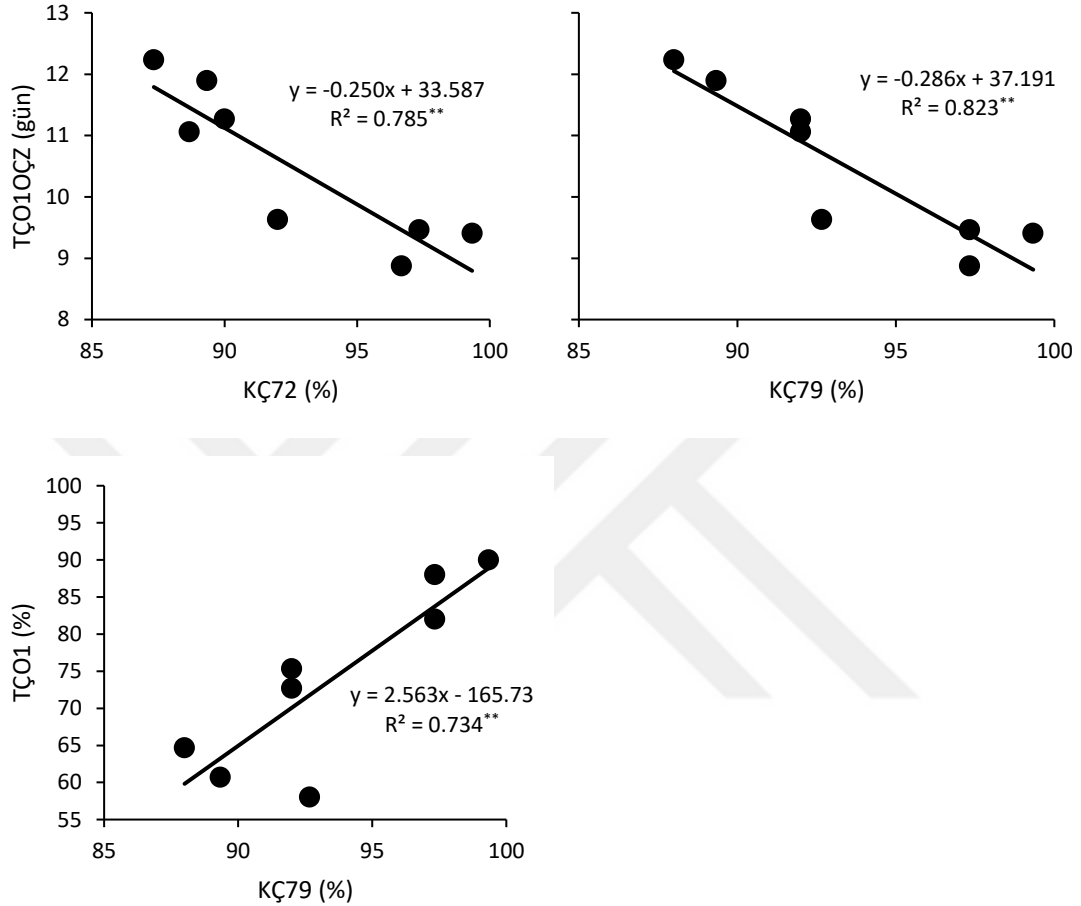
Şekil 4.3 Tatlı mısır tohum partilerinin ST48 ve ST55. saat çimlenmesi ile birinci tarla çıkış testi (TÇO1) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: P<0.05, **: P<0.01, ***: P<0.001) düzeyleri



Şekil 4.4 Tatlı mısır tohum partilerinde ST79. saat ve STT çimlenmesi ile birinci tarla çıkış testi (TÇO1) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: P<0.05, **: P<0.01, ***: P<0.001) düzeyleri

Soğuk testin ardından tarla çıkışını tahmin etmek için başarılı olan bir diğer güç testi kökçük çıkış testi olarak yapılan istatistiksel hesaplamalar sonucunda belirlenmiştir. Kökçük çıkış (KÇ) testi ile birinci tarla çıkış testi (TÇO1) arasında yüksek korelasyona sahip olan testlerin regresyon katsayıları hesaplanarak denklemleri şekil 4.5’de verilmiştir. KÇ72 ve KÇ79. sayım saati ile birinci tarla çıkış hızı arasındaki regresyon katsayıları ve denklemleri sırasıyla $R^2=0.785$, $y=-0.250x + 33.587$, ($P<0.01$); $R^2=0.823$

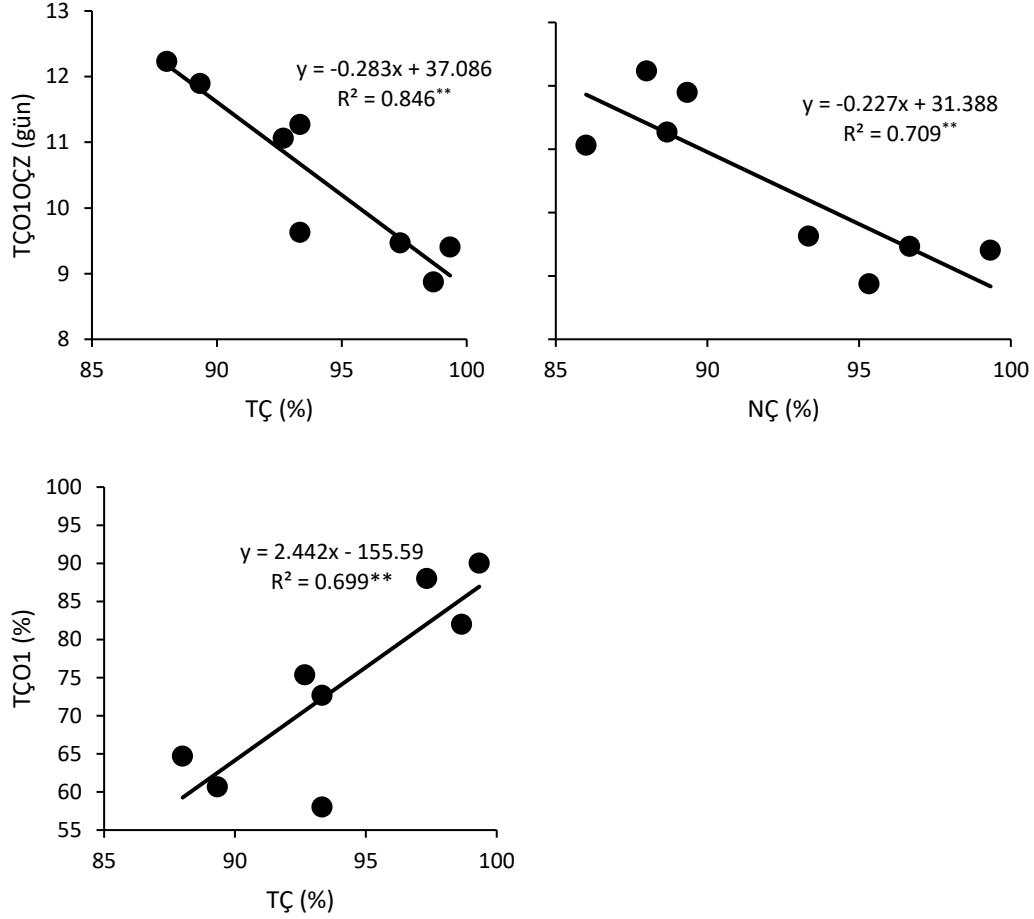
ve $y = -0.286x + 37.191$ ($P < 0.01$) şeklinde hesaplanmıştır. KÇ79. sayım saati ile TÇO1 arasında ki regresyon katsayısı ve denklemleri $R^2 = 0.734$, $y = 2.563x - 165.73$ ($P < 0.01$) olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Tatlı mısır tohum partilerinde kökçük çıkış testi (KÇ72 ve KÇ79) ile birinci tarla çıkışı (TÇO1) ve çıkış hızı (TÇO1OÇZ) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$) düzeyleri

Soğuk test ve kökçük çıkış testini takiben önemli olan bir diğer güç testi, standart çimlenme testi olmuştur. Standart çimlenme testinden toplam çimlenme (TÇ) ve normal çimlenme (NÇ) ile birinci tarla çıkış hızı (TÇO1OÇZ) arasındaki $P < 0.01$ düzeyinde anlamlılığa sahip olan 3 testin regresyon grafikleri ve formülleri şekil 4.6'da verilmiştir. TÇO1OÇZ ile TÇ ve NÇ arasındaki regresyon katsayıları $R^2 = 0.846$, $R^2 = 0.709$ ($P < 0.01$) olarak hesaplanmış ve regresyon denklemleri ise sırasıyla $y = -0.283x + 37.086$, $y = -0.227x + 31.388$ olarak belirlenmiştir. Toplam çimlenme ile TÇO1 arasında ki regresyon

katsayısı $R^2=0.699$ ($P<0.01$), regresyon denklemi ise $y = 2.442x - 155.59$ olarak bulunmuştur.



Şekil 4.6 Tatlı mısır tohum partilerinde toplam çimlenme (TÇ) ve normal çimlenme (NÇ) ile birinci tarla çıkış hızı (TÇO1OÇZ) ve çıkışı (TÇO1) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri

Hızlı yaşlandırma testi ile birinci tarla çıkış testi arasındaki ilişki $P<0.05$ düzeyinde gerçekleşmiş ve daha az anlamlılığa sahip olduğu için regresyon grafikleri çizilmemiştir.

4.11 İkinci Tarla Çıkış Testi ile Güç Testleri Arasındaki Korelasyon Analiz Sonuçları

Tatlı mısır tohum partilerinin güç testleri ile ikinci tarla çıkış testi arasındaki korelasyon analizi sonuçları çizelge 4.16'da verilmiştir. İkinci tarla çıkışının tahmininde diğer güç testlerine göre en yüksek korelasyon katsayısı ve önemlilik derecesine kökçük çıkış testi

(KÇ) ve hızlı yaşlandırma testi (HYT) sahip olmuştur. KÇ79. sayım saati ile tarla çıkış testi arasında $P<0.001$ düzeyinde $r=0.948$ korelasyon katsayısı ile çok yüksek ilişki belirlenmiştir. KÇ55 ve KÇ72. sayım saati verileri ile tarla çıkışı arasında $P<0.01$ anlamlılık düzeyinde $r=0.850$ ve $r=0.874$ korelasyon katsayısı tespit edilmiştir. KÇ55, KÇ72 ve KÇ79. sayım saati ile tarla ortalama çıkış zamanı arasında sırasıyla $r=-0.817$ ($P<0.05$), $r=-0.899$, $r=-0.844$ ($P<0.01$) negatif yönlü korelasyon katsayısı değerleri elde edilmiştir. Korelasyon değerlerinin negatif olması aralarındaki ilişkinin ters yönlü olduğunu göstermektedir. Ayrıca KÇ48. sayım saati ile TÇO2 arasında $P<0.05$ düzeyinde ($r=0.755$) 1 adet anlamlı korelasyon ilişkisi daha belirlenmiştir.

Birinci tarla çıkışından farklı olarak kökçük çıkış testi ile fide kalite parametreleri arasında anlamlı korelasyon katsayısı değerleri elde edilmiştir. Bunlar KÇ72. sayım saati ile FYA2, FKA2, FSU2 ($r= 0.834, 0.808, 0.726$; $P<0.05$) arasında gerçekleşmiştir.

İkinci tarla çıkışının tahmininde başarılı korelasyon sonuçları veren bir diğer test hızlı yaşlandırma testi olmuştur. HYTN ve HYTT ile TÇO2 arasındaki korelasyon katsayısı $P<0.001$ anlamlılık düzeyinde $r=0.938$ ve $r=0.927$ olmuştur. Ayrıca HYT72 ve HYT79. sayım saati ile $P<0.01$ düzeyinde 2 adet $r=0.844$ ve $r=0.884$ korelasyon değeri elde edilmiştir. TÇO2OÇZ ile HYT arasında da anlamlı korelasyonlar bulunmuştur. Bunlar TÇO2OÇZ arasındaki korelasyon katsayıları sırasıyla HYT32 ile $r=-0.728$; HYT79 ile $r=-0.717$; HYTN ile $r=-0.776$ ve HYTOÇZ ile $r=0.708$ olarak tespit edilmiştir.

Standart çimlenme testlerinden toplam çimlenme ve normal çimlenme ile ikinci tarla çıkışı arasında anlamlı korelasyon ilişkileri belirlenmiştir. Toplam çimlenme ile TÇO2 arasında $P<0.001$ düzeyinde ($r=0.946$) anlamlı ve yüksek korelasyon ilişkisi elde edilmiştir. Normal çimlenme ile de TÇO2OÇZ arasında $P<0.05$ anlamlılık düzeyinde korelasyon katsayısı ($r=-0.866$) belirlenmiştir. Ayrıca NÇ ve TÇO2 arasında ($r=0.744$) ve TÇ ile TÇO2OÇZ ($r=-0.811$) arasında da $P<0.05$ anlamlılık düzeyinde korelasyonlar bulunmuştur. NÇ ile fide kalite parametrelerinden FYA2 ile $P<0.01$ düzeyinde $r=0.843$ olan ve 2 adet $P<0.05$ düzeyinde FKA2 ve FSU2 ($r=0.781$ ve $r=0.732$) ile anlamlı korelasyon katsayısı değerleri elde edilmiştir. Ayrıca TÇ ile de FYA2 ve FKA2 arasında

$P < 0.05$ düzeyinde ($r = 0.709$ ve $r = 0.726$) olmak üzere 2 farklı önemli korelasyon katsayısı değerleri elde edilmiştir.

Elektriksel iletkenlik testlerinden 4. ve 8. saat verileri yalnızca ikinci tarla çıkış hızıyla (TÇO2OÇZ) anlamlı korelasyon katsayısı (Eİ4, $r = 0.790$; Eİ8, $r = 0.799$; $P < 0.05$) değerlerine sahip olmuştur. Birinci tarla çıkış testleriyle elektriksel iletkenlik arasında ilişki görülmezken, ikinci tarla çıkışı ile ilişkili sonuç vermesi dikkat çekmektedir. Hızlı yaşlandırma testi sonrası Eİ (HYT+Eİ4, HYT+Eİ8) testi ile ikinci tarla çıkış testi arasında hiçbir anlamlı ilişki elde edilmemiştir.

Soğuk test ile birinci tarla çıkış testinde çok sayıda anlamlı korelasyon ilişkisi görülmesine rağmen, ikinci tarla çıkış denemesinde ise soğuk test ile yalnızca 1 adet (STN, $r = 0.733$, $P < 0.05$) korelasyon ilişkisi görülmüştür.

Çizelge 4.16'ya bakıldığında hızlı yaşlandırma testi ile ikinci tarla çıkış testi arasında istatistiksel anlamda en iyi ilişkiyi verdiği görülmektedir. Yapılan kombinasyon sonucunda 2 adet $P < 0.001$ düzeyinde, 2 adet $P < 0.01$ düzeyinde ve 4 adet de $P < 0.05$ düzeyinde olmak üzere toplam 8 adet HYT testi ile çıkış testi arasında anlamlı korelasyon ilişkisi vermiştir. Hızlı yaşlandırma testi kadar önemli bir diğer güç testi de kökçük çıkış testi olmuştur. KÇ testinden 1 adet $P < 0.001$ düzeyinde, 4 adet $P < 0.01$ düzeyinde ve 7 adet $P < 0.05$ düzeyinde olmak üzere toplamda 12 adet anlamlı ve yüksek korelasyon değeri ikinci tarla çıkışı arasında elde edilmiştir. Standart çimlenme testinden de 1 adet $P < 0.001$, 2 adet $P < 0.01$ ve 6 adet $P < 0.05$ önemlilik düzeyinde olmak üzere toplamda 9 adet önemli korelasyon sonucuna ulaşılmıştır. Elektriksel iletkenlik testinden de 2 adet $P < 0.05$ önemlilik seviyesinde korelasyon sonucu elde edilmiştir. Soğuk testten ise 1 adet $P < 0.05$ seviyesinde sonuca ulaşılmıştır.

Çizelge 4.16 Tatlı mısır tohum partilerinde ikinci tarla çıkış testi ile güç testleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

		2. tarla çıkışı				
		Çıkış oranı	Çıkış hızı	Fide kalite parametreleri		
Güç testleri		TÇO2	TÇO2OÇZ	FYA2	FKA2	FSU2
Standart çimlenme testi	TÇ	0.946***	-0.811*	0.709*	0.726*	0.577 öd
	NÇ	0.774*	-0.866**	0.843**	0.781*	0.732*
	OÇZ	-0.560 öd	0.526 öd	-0.401 öd	-0.321 öd	-0.385 öd
Kökçük çıkış testi	KÇ32	0.434 öd	-0.303 öd	0.347 öd	0.308 öd	0.124 öd
	KÇ48	0.755*	-0.699 öd	0.581 öd	0.520 öd	0.550 öd
	KÇ55	0.850**	-0.817*	0.524 öd	0.467 öd	0.626 öd
	KÇ72	0.874**	-0.899**	0.834*	0.808*	0.726*
	KÇ79	0.948***	-0.844**	0.727*	0.732*	0.615 öd
Soğuk test	ST32	0.410 öd	-0.225 öd	0.298 öd	0.272 öd	0.068 öd
	ST48	0.675 öd	-0.481 öd	0.290 öd	0.313 öd	0.363 öd
	ST55	0.679 öd	-0.449 öd	0.229 öd	0.258 öd	0.318 öd
	ST72	0.696 öd	-0.406 öd	0.233 öd	0.270 öd	0.288 öd
	ST79	0.678 öd	-0.409 öd	0.248 öd	0.290 öd	0.292 öd
	STT	0.659 öd	-0.354 öd	0.221 öd	0.262 öd	0.244 öd
	STN	0.733*	-0.590 öd	0.415 öd	0.430 öd	0.450 öd
	STOÇZ	-0.535 öd	0.398 öd	-0.292 öd	-0.286 öd	-0.157 öd
Hızlı yaşlandırma testi	HYT32	0.644 öd	-0.728*	0.471 öd	0.381 öd	0.703 öd
	HYT48	0.657 öd	-0.690 öd	0.342 öd	0.276 öd	0.602 öd
	HYT55	0.681 öd	-0.685 öd	0.289 öd	0.228 öd	0.593 öd
	HYT72	0.844**	-0.696 öd	0.307 öd	0.297 öd	0.493 öd
	HYT79	0.884**	-0.717*	0.369 öd	0.369 öd	0.504 öd
	HYTT	0.927***	-0.676 öd	0.377 öd	0.395 öd	0.446 öd
	HYTN	0.938***	-0.776*	0.491 öd	0.497 öd	0.540 öd
	HYTOÇZ	-0.301 öd	0.708*	-0.322 öd	-0.314 öd	-0.578 öd
	HYT+ Eİ4	-0.351 öd	0.636 öd	-0.172 öd	-0.116 öd	-0.516 öd
	HYT+ Eİ8	-0.310 öd	0.609 öd	-0.153 öd	-0.092 öd	-0.502 öd
Elektriksel iletkenlik	Eİ4	-0.581 öd	0.790*	-0.418 öd	-0.394 öd	-0.571 öd
	Eİ8	-0.563 öd	0.799*	-0.419 öd	-0.384 öd	-0.607 öd

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

Çizelge 4.17 Tatlı mısır tohum partilerinin ikinci tarla çıkış oranları ile güç testleri arasındaki korelasyon değerlerinin istatistiksel değerlendirme özetleri

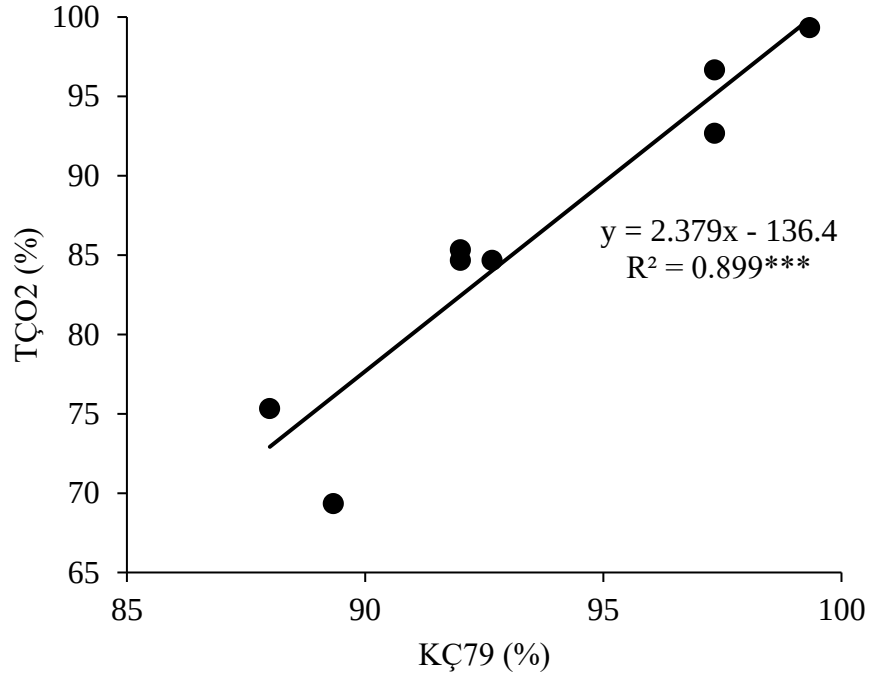
		Anlamlılık düzeyi sayısı			Toplam
Güç testleri		P<0.05	P<0.01	P<0.001	
Standart çimlenme testi	TÇ	3	-	1	4
	NÇ	3	2	-	5
	OÇZ	-	-	-	-
Kökçük çıkış testi	KÇ32	-	-	-	-
	KÇ48	1	-	-	1
	KÇ55	1	1	-	2
	KÇ72	3	2	-	5
	KÇ79	2	1	1	4
Soğuk test	ST32	-	-	-	-
	ST48	-	-	-	-
	ST55	-	-	-	-
	ST72	-	-	-	-
	ST79	-	-	-	-
	STT	-	-	-	-
	STN	1	-	-	1
	STOÇZ	-	-	-	-
Hızlı yaşlandırma testi	HYT32	1	-	-	1
	HYT48	-	-	-	-
	HYT55	-	-	-	-
	HYT72	-	1	-	1
	HYT79	1	1	-	2
	HYTT	-	-	1	1
	HYTN	1	-	1	2
	HYTOÇZ	1	-	-	1
	HYT+ Eİ4	-	-	-	-
	HYT+ Eİ8	-	-	-	-
Elektriksel iletkenlik	Eİ4	1	-	-	1
	Eİ8	1	-	-	1

-: Hiçbir anlamlılık düzeyine sahip değil

4.12 İkinci Tarla Çıkış Testi ile Yüksek Korelasyon Katsayısı veren Tohum Gücü Testlerinin Regresyon Eğrileri

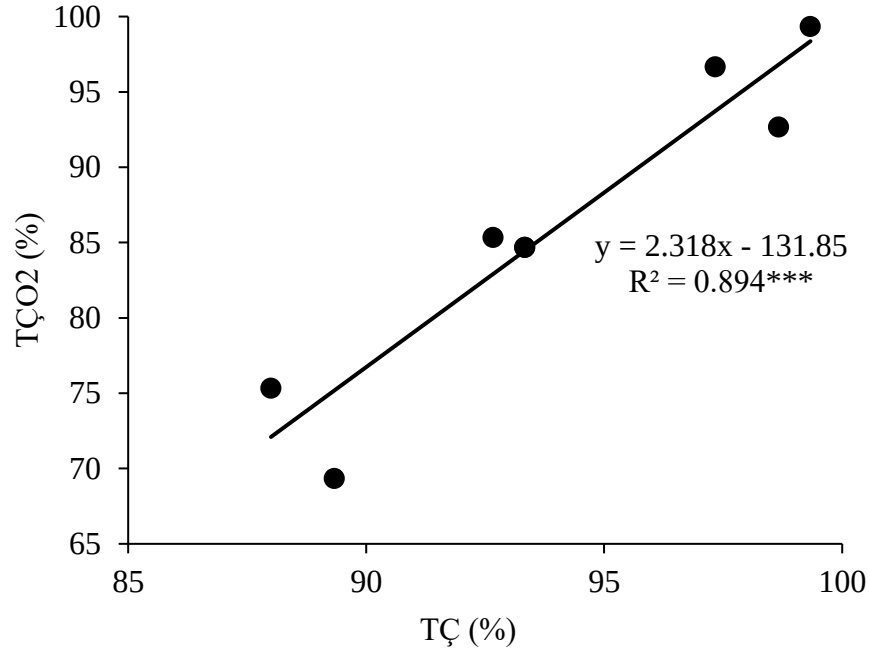
İlişkileri daha iyi bir şekilde görebilmek amacıyla yüksek düzeyde anlamlılık içeren $P < 0.001$ ve $P < 0.01$ düzeyinde korelasyon ilişkisine sahip olan, güç testleri ile ikinci tarla çıkış testi (TÇO2) arasındaki regresyon eğrileri çizilmiş ve regresyon katsayıları belirlenmiştir.

İkinci tarla çıkış denemesinde en yüksek düzeyde korelasyon ilişkisini veren KÇ79. sayım saati ile TÇO2 arasındaki regresyon katsayısı $R^2 = 0.899$ ($P < 0.001$) olarak hesaplanmış ve aralarındaki regresyon denklemi $y = 2.379x - 136.4$ şekil 4.7’de verilmiştir.



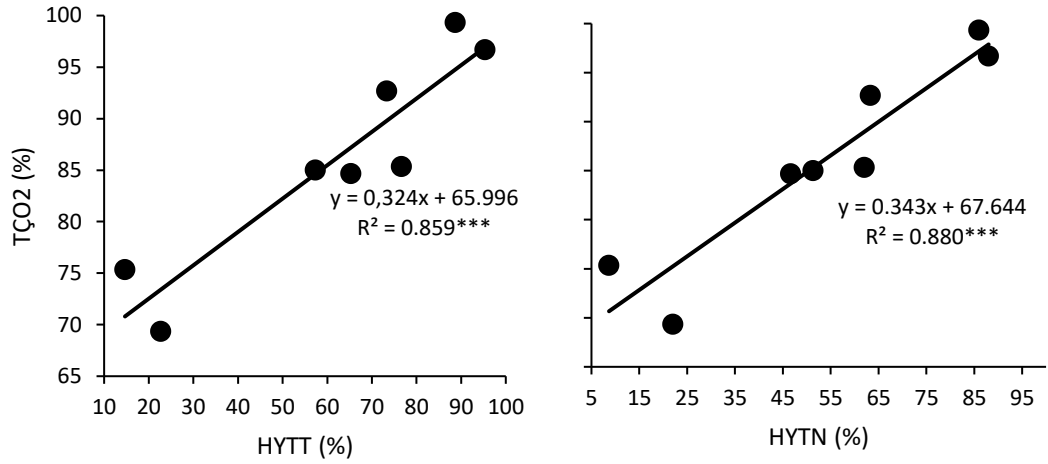
Şekil 4.7 Tatlı mısır tohum partilerinde KÇ79. saat çimlenmesi ile ikinci tarla çıkış testi (TÇO2) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$) düzeyleri

İkinci tarla çıkış testi ile standart çimlenme testinden, toplam çimlenmeyle (TÇ) arasındaki yüksek korelasyon ilişkisinden elde edilen regresyon katsayısı ($R^2=0.894$, $P<0.001$) ve regresyon denklemi ($y = 2.318x - 131.85$) şekil 4.8’de oluşturulmuştur.



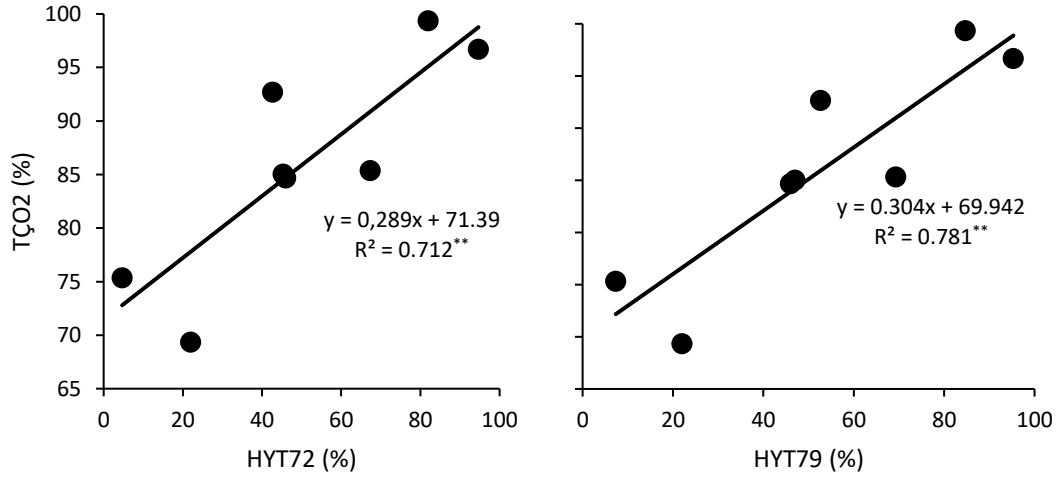
Şekil 4.8 Tatlı mısır tohum partilerinde toplam çimlenme testi (TÇ) ile ikinci tarla çıkış testi (TÇO2) arasındaki regresyon eğrisi ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri

Hızlı yaşlandırma testi sonrası (41°C , 72 saat), elde edilen HYTT ve HYTN çimlendirme oranları ile ikinci tarla çıkış testi (TÇO2) arasında regresyon katsayısı ve denklemi şekil 4.9’da oluşturulmuştur. HYTT ve TÇO2 arasında regresyon katsayısı $R^2=0.859$ ($P<0.001$) olarak hesaplanarak istatistiksel anlamda yüksek bulunmuştur ve regresyon denklemi ise $y = 0.324x + 65.996$ olarak belirlenmiştir. HYTN ile TÇO2 arasındaki regresyon katsayısı $R^2=0.880$ ($P<0.001$) olarak hesaplanmış ve regresyon denklemi $y = 0.343x + 67.644$ şeklinde ifade edilmiştir. Tarladaki ikinci çıkışının tahmininde en başarılı güç testi hızlı yaşlandırma testi (HYT) olmuştur. İstatistiksel olarak yüksek sonuç veren regresyon katsayıları da bunu göstermektedir (Şekil 4.9 ve Şekil 4.10).



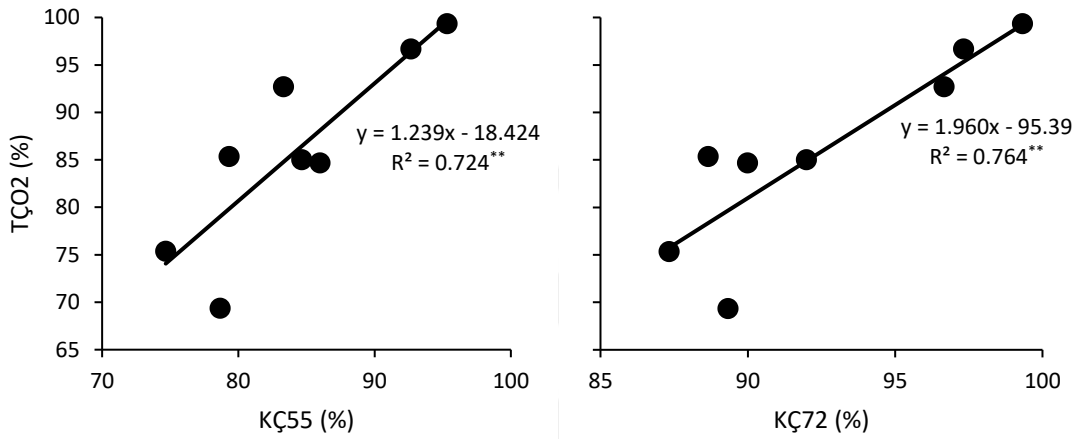
Şekil 4.9 Tatlı mısır tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi sonrası toplam ve normal (HYTT ve HYTN) çimlenme ile ikinci tarla çıkış testi (TÇO2) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$) düzeyleri

İkinci tarla çıkışının tahmininde $P < 0.01$ düzeyinde anlamlılığa sahip olan HYT sonrası çimlendirmelerden HYT72 ve HYT79 sayım saati ile olan regresyon katsayıları ve denklemleri Şekil 4.10' da gösterilmiştir. HYT72 ve HYT79 saat çimlenmesi ile TÇO2 arasındaki regresyon katsayıları $R^2 = 0.712$ ve $R^2 = 0.781$ ($P < 0.01$) olarak hesaplanmıştır.



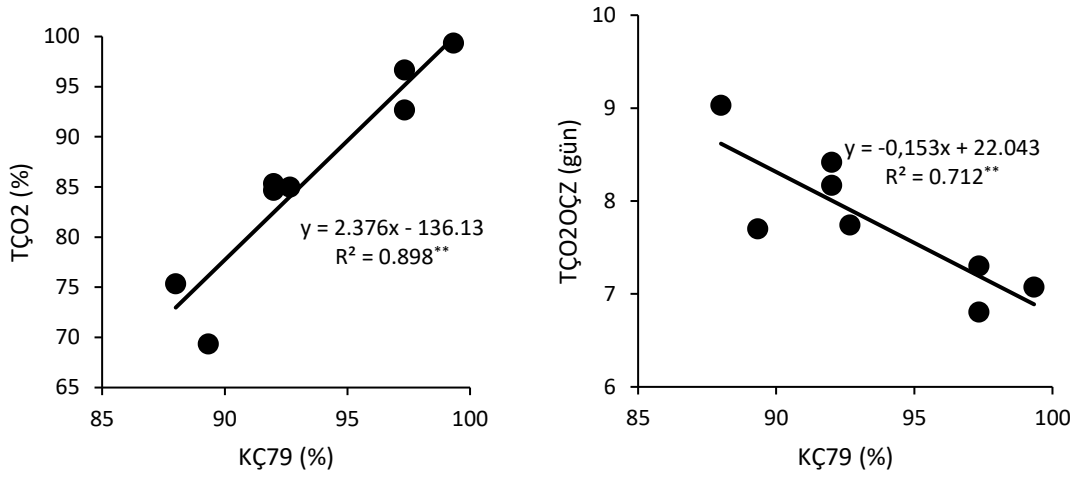
Şekil 4.10 Tatlı mısır tohum partilerinde HYT sonrası HYT72 ve HYT79. saat çimlenmesi ile ikinci tarla çıkış testi (TÇO2) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$) düzeyleri

İkinci tarla çıkışının tahmininde kökçük çıkış testi ile olan korelasyon sonuçlarına göre $P<0.01$ düzeyinde anlamlılığa sahip olan KÇ55, KÇ72, KÇ79 saat regresyon katsayıları ve denklemi şekil 4.11 ve şekil 4.12’de gösterilmiştir. KÇ55 ve KÇ72 saat sonuçları ile TÇO2 arasındaki regresyon katsayıları sırasıyla $R^2=0.724$, $R^2=0.764$ ($P<0.01$) olarak hesaplanarak istatistiksel anlamda yüksek bulunmuştur. Regresyon denklemleri ise şekil 4.11’de üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.11 Tatlı mısır tohum partilerinde kökçük çıkış testi (KÇ55, KÇ72) ile ikinci tarla çıkış testi (TÇO2) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri

KÇ79 saat çimlenmesi ile ikinci tarla çıkışı ve çıkış hızı arasında $P<0.01$ anlamlılık seviyesinde regresyon katsayıları da $R^2=0.898$ ve $R^2=0.712$ olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.12). Regresyon verilerinden yola çıkarak, ikinci tarla çıkışının tahmininde HYT testi kadar önemli olan bir diğer test ise KÇ testi olmuştur.

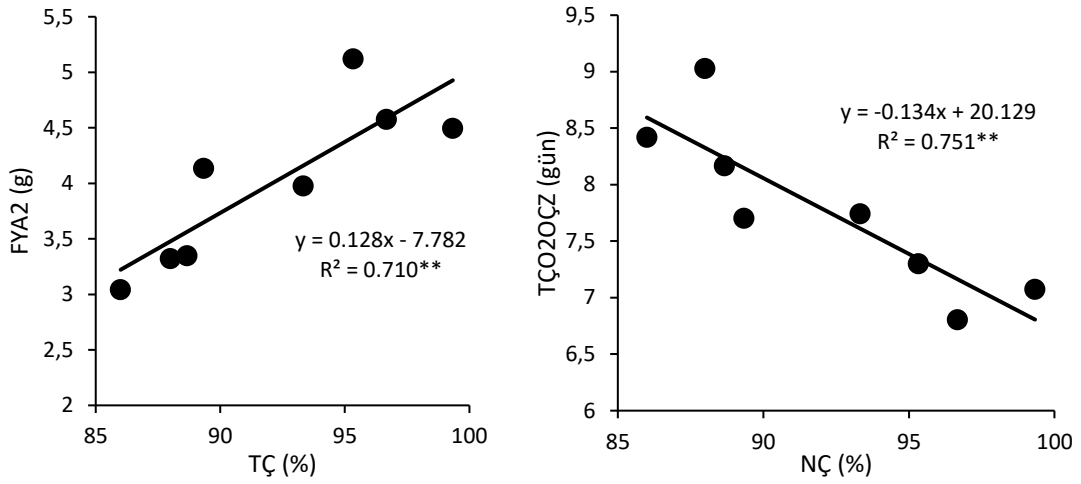


Şekil 4.12 Tatlı mısır tohum partilerinde KÇ79. saat çimlenmesi ile ikinci tarla çıkış testi (TÇO2) ve çıkış hızı (TÇO2OÇZ) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$) düzeyleri

Fide kalite parametrelerinden olan ikinci tarla çıkışı fide yaş ağırlığı (FYA2) ile toplam çimlenme (TÇ) arasında regresyon katsayısı $R^2=0.710$ ($P < 0.01$) olarak hesaplanarak şekil 4.13’de gösterilmiştir. Normal çimlenme ile ikinci tarla çıkış hızı (TÇO2OÇZ) arasında regresyon katsayısı $R^2=0.751$ ($P < 0.01$) olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.13).

İkinci tarla fide kalite parametrelerinin tahmininde standart çimlenme testinden olan normal çimlenme (NÇ) testi ile anlamlı regresyon katsayısı elde edilmiştir (Şekil 4.13).

İkinci tarla çıkışının tahmininde; istatistiksel hesaplamalar sonucunda korelasyon ve regresyon değerlerinden yola çıkarak, HYT ve KÇ testinden sonra ST testi üçüncü önemli güç testi olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.13 Tatlı mısır tohum partilerinde toplam ve normal çimlenme (TÇ ve NÇ) ile ikinci tarla çıkış testi fide yaş ağırlığı ve çıkış hızı (FYA2, TÇO2OÇZ) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$) düzeyleri

İkinci tarla çıkış testi için, elektriksel iletkenlik ve soğuk test ile arasında $P < 0.01$ ve $P < 0.001$ düzeyinde anlamlılık bulunmadığı için regresyon denklemlerine yer verilmemiştir.

4.13 Depolama sonrası çimlenme ile güç testleri arasındaki korelasyon analiz sonuçları

Tatlı mısır tohum partilerinin depolama süresi sonunda toplam (DEPOT), normal (DEPON) ve ortalama çimlenme süresi (DEPOOÇZ) ile güç testleri arasındaki korelasyon katsayıları sonuçları çizelge 4.18’de sunulmuştur. Depolama ömrünün tahmininde soğuk test (ST) ve hızlı yaşlandırma testi (HYT) oldukça başarılı ve yüksek korelasyon katsayısı değerleri vermişlerdir.

Depolama süresi sonunda tohum partilerinin toplam çimlenmesi (DEPOT) ile soğuk test arasında çok sayıda yüksek korelasyon katsayısı değerlerine (ST48, $r = 0.885$, $P < 0.01$; ST55, $r = 0.862$, $P < 0.01$; ST72, $r = 0.813$, $P < 0.05$; ST79, $r = 0.819$, $P < 0.05$; STT, $r = 0.784$, $P < 0.05$; STN, $r = 0.900$, $P < 0.01$) ulaşılmıştır. Bunların içerisinde en yüksek korelasyon sonucu STN ile DEPOT arasında ($r = 0.900$, $P < 0.01$) görülmüştür. Benzer şekilde soğuk

test ile depolama sonrası normal çimlenme (DEPON) arasında da oldukça yüksek korelasyon (ST48, $r=0.804$; ST55, $r=0.777$; ST72, $r=0.714$; ST79, $r=0.719$; $P<0.05$; STN, $r=0.836$, $P<0.01$) sonuçları elde edilmiştir. Depolama sonrası çimlenme hızı ile ST48, ST55 sayım saati ve STN arasında negatif yönlü anlamlı korelasyonlar ($r=-0.734$, -0.720 , -0.743 ; $P<0.05$) belirlenmiştir. Tohum güç testleri ile depolama sonrası çimlenmenin tahmininde en başarılı soğuk test olmuştur.

Depolama ömrünün tahmininde soğuk testten sonra en başarılı test ise hızlı yaşlandırma testi olmuştur. HYT32, HYT48 sayım saati ve DEPOT arasında $P<0.01$ düzeyinde 2 adet yüksek korelasyon ilişkisi ($r=0.835$, 0.842) belirlenmiştir. HYT55, HYT72 ve HYT79. sayım saatleri ile DEPOT arasında $P<0.01$ anlamlılık düzeyinde 3 adet daha önemli düzeyde ilişki ($r=0.812$, 0.724 , 0.717) tespit edilmiştir.

DEPON ile HYT32 ve HYT48 sayım saati arasında sırasıyla $r=0.867$ ve $r=0.862$ ($P<0.01$) anlamlı, korelasyon katsayısına ulaşılmıştır. HYT55 ve HYT72 sayım saati ile DEPON arasında ($r=0.832$, 0.714 ; $P<0.05$) da istatistiksel anlamda ilişki belirlenmiştir. Hızlı yaşlandırma testi hız değeri (HYTOÇZ) ile DEPON ($r=-0.793$; $P<0.05$) ve DEPOT (-0.851 ; $P<0.01$) arasında da ters (negatif) yönlü önemli ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca hızlı yaşlandırma testi çimlenme hız değeri (HYTOÇZ) ile depolama sonrası çimlenme hız değeri (DEPOOÇZ) arasında da $P<0.05$ anlamlılık düzeyinde korelasyon ilişkisi ($r=0.827$) belirlenmiştir.

HYT sonrası 4. saat elektriksel iletkenlik (HYT+Eİ4) ölçüm değeri ile DEPOT ($r=-0.713$, $P<0.05$) ve DEPON ($r=-0.799$, $P<0.05$) arasında anlamlı negatif yönlü korelasyon belirlenirken, HYT testi sonrası 8. saat (HYT+Eİ8) ölçüm değeri ile ise 1 adet negatif yönlü korelasyon ($r=-0.788$; $P<0.05$) tespit edilmiştir. DEPOOÇZ, hem HYT+Eİ4 hem de HYT+Eİ8 ölçüm değeri ile istatistiksel olarak $P<0.05$ düzeyinde ($r=0.767$, 0.741) önemli ilişkiye sahip olmuştur. Benzer şekilde elektriksel iletkenlik 8. saat ölçüm değeri ile DEPON arasında yalnızca 1 adet $P<0.05$ ($r=-0.715$) düzeyinde negatif yönlü korelasyon belirlenmiştir. Standart çimlenme ve kökçük çıkış testi ile depolama sonrası çimlenme testi arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyon sonuçları elde edilmemiştir.

Çizelge 4.18 Tatlı mısır tohum partilerinin depolama sonrası toplam (DEPOT, %), normal (DEPON, %) çimlenme oranları, depolama sonrası ortalama çimlenme zamanı (DEPOOÇZ, gün) ve güç testleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

		Depolama sonrası çimlendirme (%)		
Güç testleri		DEPOT	DEPON	DEPOOÇZ (Gün)
Standart çimlenme testi	TÇ	0.519 öd	0.496 öd	-0.417 öd
	NÇ	0.468 öd	0.507 öd	-0.277 öd
	OÇZ	-0.561 öd	-0.601 öd	0.431 öd
Kökçük çıkış testi	KÇ32	0.340 öd	0.347 öd	-0.210 öd
	KÇ48	0.682 öd	0.695 öd	-0.501 öd
	KÇ55	0.621 öd	0.669 öd	-0.574 öd
	KÇ72	0.591 öd	0.599 öd	-0.424 öd
	KÇ79	0.590 öd	0.572 öd	-0.459 öd
Soğuk test	ST32	0.383 öd	0.361 öd	-0.222 öd
	ST48	0.885**	0.804*	-0.734*
	ST55	0.862**	0.777*	-0.720*
	ST72	0.813*	0.714*	-0.675 öd
	ST79	0.819*	0.719*	-0.680 öd
	STT	0.784*	0.676 öd	-0.624 öd
	STN	0.900**	0.836**	-0.743*
	STOÇZ	-0.634 öd	-0.616 öd	0.532 öd
Hızlı yaşlandırma testi	HYT32	0.835**	0.867**	-0.657 öd
	HYT48	0.842**	0.862**	-0.696 öd
	HYT55	0.812*	0.832*	-0.701 öd
	HYT72	0.724*	0.714*	-0.664 öd
	HYT79	0.717*	0.695 öd	-0.640 öd
	HYTT	0.580 öd	0.548 öd	-0.537 öd
	HYTN	0.647 öd	0.628 öd	-0.562 öd
	HYTOÇZ	-0.793*	-0.851**	0.827*
	HYT+ Eİ4	-0.713*	-0.799*	0.767*
	HYT+ Eİ8	-0.700 öd	-0.788*	0.741*
Elektriksel iletkenlik	Eİ4	-0.608 öd	-0.664 öd	0.574 öd
	Eİ8	-0.652 öd	-0.715*	0.614 öd

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

Çizelge 4.19 Tatlı mısır tohum partilerinin depolama sonrası çimlenme oranları ile güç testleri arasındaki korelasyon değerlerinin istatistiksel değerlendirme özetleri

		Anlamlılık düzeyi sayısı			Toplam
Güç testleri		P<0.05	P<0.01	P<0.001	
Standart çimlenme testi	TÇ	-	-	-	-
	NÇ	-	-	-	-
	OÇZ	-	-	-	-
Kökçük çıkış testi	KÇ32	-	-	-	-
	KÇ48	-	-	-	-
	KÇ55	-	-	-	-
	KÇ72	-	-	-	-
	KÇ79	-	-	-	-
Soğuk test	ST32	-	-	-	-
	ST48	2	1	-	3
	ST55	2	1	-	3
	ST72	2	-	-	2
	ST79	2	-	-	2
	STT	1	-	-	1
	STN	1	2	-	3
	STOÇZ	-	-	-	-
Hızlı yaşlandırma testi	HYT32	-	2	-	2
	HYT48	-	2	-	2
	HYT55	2	-	-	2
	HYT72	2	-	-	2
	HYT79	1	-	-	1
	HYTT	-	-	-	-
	HYTN	-	-	-	-
	HYTOÇZ	2	1	-	3
	HYT+ Eİ4	3	-	-	3
	HYT+ Eİ8	2	-	-	2
Elektriksel iletkenlik	Eİ4	-	-	-	-
	Eİ8	1	-	-	1

-: Hiçbir anlamlılık düzeyine sahip değil

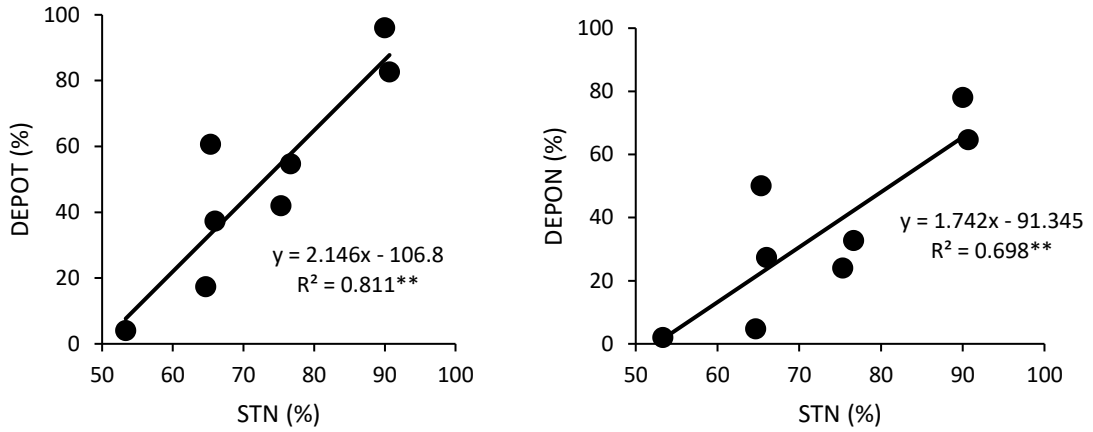
Yapılan istatistiksel hesaplama sonuçları çizelge 4.19’da özetlenmiştir. Depolama sonrası çimlenme testi ile soğuk test arasında toplam 14 adet başarılı korelasyon sonucuna ulaşılmıştır. Bunlardan 4 tanesi $P<0.01$ anlamlılık düzeyinde, 10 tanesi $P<0.05$ anlamlılık düzeyindedir. Korelasyon ilişkisi sonuçlarından yola çıkarak depolama ömrünün belirlenmesinde soğuk test en başarılı sonuca ulaşmamızı sağlamıştır. Soğuk test kadar önemli olan diğer güç testi hızlı yaşlandırma testi olmuştur. Hızlı yaşlandırma testi ile depolama sonrası çimlenme arasında 5 adet $P<0.01$ ve 7 adet $P<0.05$ anlamlılık düzeyinde olmak üzere toplam 12 adet anlamlı korelasyon katsayısı elde edilmiştir. Soğuk testten sonra ikinci önemli test HYT testi olmuştur. HYT sonrası elektriksel iletkenlik testi ile depolama sonrası çimlenme arasında da toplamda 5 adet $P<0.05$ düzeyinde ilişki belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik ile depolama sonrası çimlenme arasında ise 1 adet $P<0.05$ anlamlılık seviyesinde ilişki tespit edilmiştir. Depolama ömrünün tahmininde elektriksel iletkenlikten toplamda 6 adet korelasyon ilişkisi belirlenmiştir. Depolama ömrünün tahmininde soğuk test ve hızlı yaşlandırma testinden sonra üçüncü sırada önemli testte elektriksel iletkenlik testi olmuştur.

4.14 Depolama Ömrünün Tahmininde Yüksek Korelasyon Katsayısı Veren Tohum Gücü Testlerinin Regresyon Eğrileri

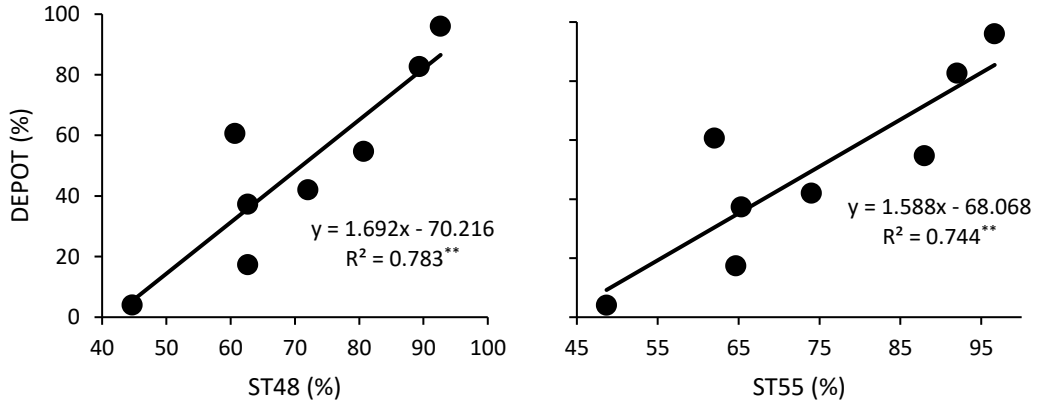
İlişkileri daha iyi bir şekilde görebilmek için $P<0.01$ ve $P<0.001$ anlamlılık düzeyinde korelasyon ilişkisine sahip olan, güç testleri ile depolama sonrası çimlenme (DEPOT, DEPON) değerleri arasındaki regresyon eğrileri çizilmiş ve regresyon katsayıları belirlenmiştir.

Depolama sonrası çimlenme ile soğuk test (STN, ST48 ve ST55) arasında yüksek korelasyon ilişkisine sahip olan kombinasyonların regresyon katsayıları belirlenerek, regresyon formülleri şekil 4.14 ve 4.15’de gösterilmiştir. Soğuk test sonrası normal çimlenme (STN) oranı ile DEPOT arasındaki regresyon katsayısı $R^2=0.811$ ($P<0.01$) olarak istatistiksel anlamda çok yüksek hesaplanmış ve regresyon denklemi $y = 2.146x - 106.8$ olarak belirlenmiştir. STN ile DEPON arasında da $P<0.01$ anlamlılık düzeyinde regresyon katsayısı ($R^2 = 0.698$) tespit edilmiştir. DEPOT’nin tahmininde ST48 ve ST55 saat değerleri anlamlı regresyon katsayısı ($R^2=0.783$, $R^2=0.744$; $P<0.01$) vermişlerdir.

Depolama sonrasında çimlenme oranını tahmininde soğuk test ile elde edilen regresyon değerleri aralarındaki ilişkinin istatistiksel anlamda çok yüksek olduğunu göstermektedir (Şekil 4.14 ve şekil 4.15).



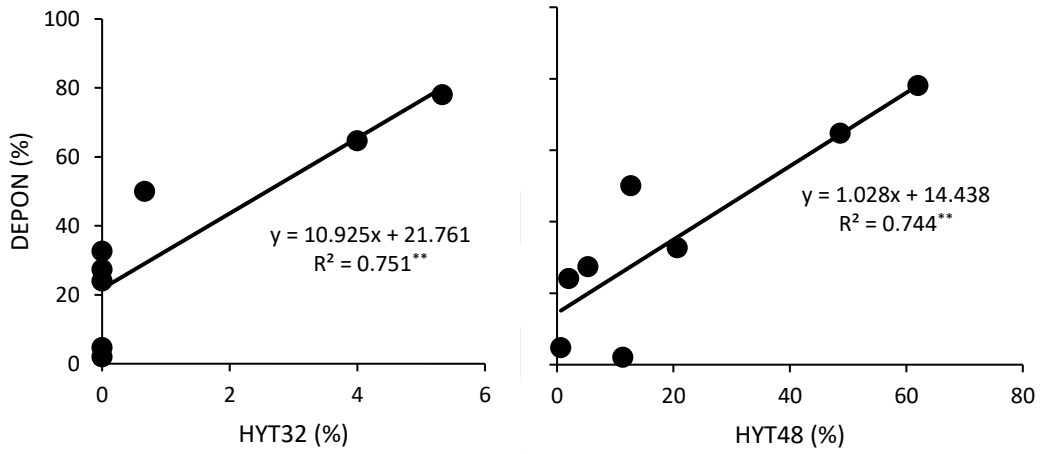
Şekil 4.14 Tatlı mısır tohum partilerinde STN ile depolama sonrası toplam çimlenme (DEPOT, %) ve normal çimlenme (DEPON, %) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$) düzeyleri



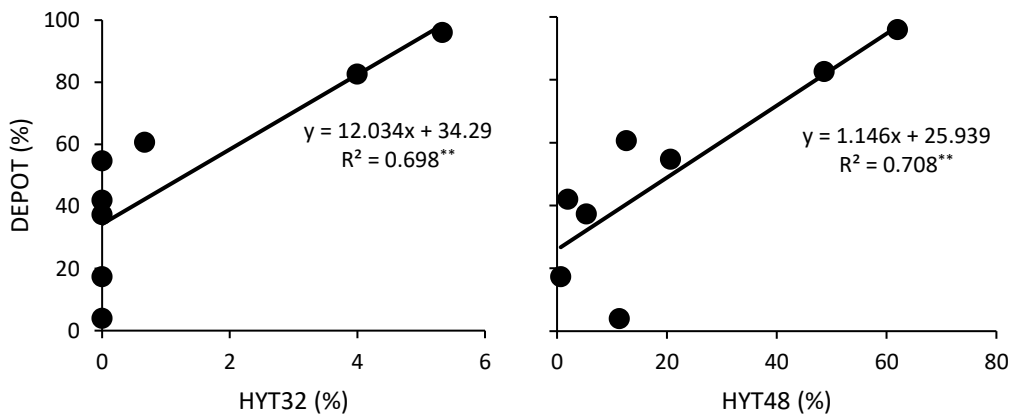
Şekil 4.15 Tatlı mısır tohum partilerinde soğuk test sonrası 48 ve 55. saat (ST48 ve ST55) çimlenmesi ile depolama sonrası toplam çimlenme (DEPOT, %) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$) düzeyleri

Depolama sonrasında normal ve toplam çimlenme ile hızlı yaşlandırma testi (HYT32, HYT48) sonrası çimlenme arasındaki regresyon katsayıları ve regresyon denklemleri şekil 4.16'da sunulmuştur.

Depolama sonrası çimlenmenin tahmininde, soğuk test kadar hızlı yaşlandırma sonrası çimlendirme testi de istatistiksel anlamda başarılı sonuçlar vermiştir. HYT32 ve HYT48. saat değerleri DEPON arasındaki regresyonlardan $R^2=0.751$ ve $R^2=0.744$ ($P<0.01$) değerleri elde edilmiştir (Şekil 4.16). HYT32 ve HYT48 saat sonraki çimlenme oranları ile DEPOT arasındaki regresyon katsayıları da $R^2=0.698$ ve $R^2=0.708$ olarak hesaplanmış ve istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur (Şekil 4.17).

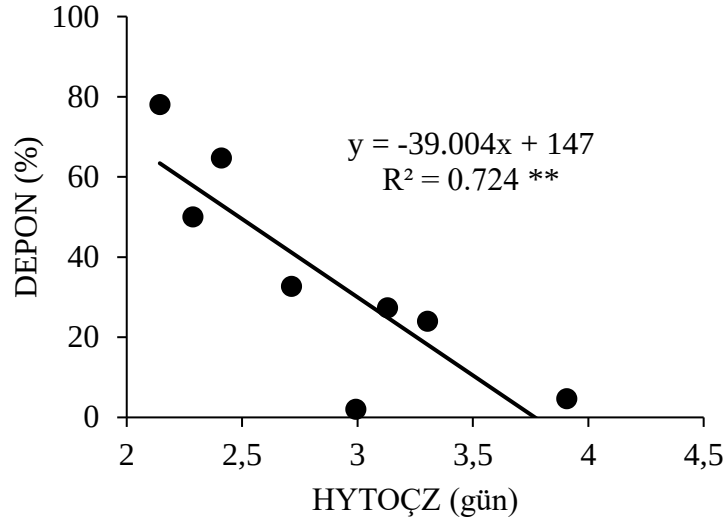


Şekil 4.16 Tatlı mısır tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi sonrası 32 ve 48. saat (HYT32 ve HYT48) çimlenmesi depolama sonrası normal çimlenme (DEPON) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri



Şekil 4.17 Tatlı mısır tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi sonrası 32 ve 48. saat (HYT32 ve HYT48) çimlenmesi ile depolama sonrası toplam çimlenme (DEPOT) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P<0.05$, **: $P<0.01$, ***: $P<0.001$) düzeyleri

Depolama sonrası normal çimlenme (DEPON) ile hızlı yaşlandırma testi sonrası çimlenme hızı arasındaki regresyon katsayısı da $P < 0.01$ ($R^2 = 0.724$) düzeyinde önemli bulunarak şekil 4.18’de gösterilmiştir.



Şekil 4.18 Tatlı mısır tohum partilerinde hızlı yaşlandırma testi sonrası çimlenme hızı (HYTOÇZ) ile depolama sonrası normal çimlenme (DEPON) arasındaki regresyon eğrileri ve anlamlılık (*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$) düzeyleri

Depolama sonrası çimlenmenin tahmininde, standart çimlenme ve kökçük çıkış testi ile arasında istatistiksel anlamda anlamlı hiçbir ilişki görülmediği için regresyon grafiklerinin çizimine yer verilmemiştir.

5. TARTIŞMA

Bu araştırma, tatlı mısırdaki tohum gücü testlerinin fide çıkış oranı ve depolama sonrası çimlenme değerlerini tahmin etmek amacıyla yürütülmüştür. Sonuçlar, güç testlerinin her iki özelliği de laboratuvar çimlenme değerlerinden daha iyi şekilde tahmin ettiğini ortaya koymuştur. Çalışmada özellikle öne çıkan güç testleri kökçük çıkış, soğuk test ve hızlı yaşlandırma testi olmuştur (Çizelge 5.1 ve 5.2).

Güç testleri, belirli bir tür için tohum partilerinin kabul edilebilir farklılaşmasına yardımcı olmak için standart çimlenme testine ek bilgi sağlamaktadır. Laboratuvar ortamında yüksek tohum canlılığına ek olarak çıkış ve depolama ömrünün tahmininde kullanılırlar (McDonald ve Miller 1975). Güç testinin sonuçları, çeşitli ortamlarda tohum partilerinin stres faktörleri altında tohum etkinliğini ve performansını belirleyen özelliklerini yansıtmaktadır (ISTA 2020). Tohumun gücünden etkilenen performans yönleri, çimlenme ve büyümenin oranı ve yeksenaklığı, elverişsiz çevre koşullarında çıkış sağlamaları ve depolama sonrası çimlenmeleridir (Powell ve Matthews 2012). Tohum güç testlerinin amaçları; tohumun genetik (çeşit saflığı), fiziksel (mekanik saflık), fizyolojik (çimlenme, canlılık) ve sağlık açısından kalitesi hakkında bilgi sağlamaktır (Powell ve Matthews 2012). Ekimden sonra veya depolama sırasında iyi performans gösterme olasılığı daha yüksek olan tohum partilerini belirleyerek, çoğunlukla benzer çimlenme yüzdesine sahip ticari değeri olan tohum partileri arasındaki fizyolojik potansiyeldeki önemli farklılıkların kesin bir şekilde tanımlanmasını sağlamaktadır.

Dünyada ve ülkemizde geniş alanlarda ekim alanına sahip olan ve üretimi gerçekleştirilen aynı zamanda çimlenme ve çıkış problemleri yaşanan tatlı mısır (özellikle *sh-2* ve *su* genlerini taşıyanlar) tohum partilerinin tohum güçlerinin bilinmesi, tarla çıkış performansıyla yakından ilişkili olması ve depo ömrünün tahmininde kullanılması bakımından önem taşımaktadır. Tohum gücü tanımlanan ve yüksek çimlenme değerinde olan tohum partilerinin, hem tarla çıkışında hem de depolamada farklı performans gösterdikleri çeşitli araştırmalarda ortaya koyulmuştur (Andrew 1982, Baalbaki vd. 2009, Khajeh-Hosseini vd. 2009).

Tatlı mısır tohum partileri için yaygın kullanılan güç testleri arasında soğuk test, hızlı yaşlandırma testi, kökçük çıkış testi, elektriksel iletkenlik testleri bulunmaktadır (Andrew 1982, Tracy ve Juvik 1988, Hampton ve Coolbear 1990, Wilson vd. 1992, Parera vd. 1995, Zhao vd. 2007, Luo vd. 2015). Bizim çalışmamızda kullandığımız testler de daha önce bu türde geniş çaplı kullanılan güç testlerinden yola çıkarak değerlendirmeye alınmıştır.

Yukarıda belirtilen amaçlara yönelik olarak, 8 adet tatlı mısır tohum partisi ile kökçük çıkış testi (KÇ32, KÇ48, KÇ55, KÇ72, KÇ79. sayım saati), soğuk test (5 °C 'de 2 gün; 25 °C'de 4 gün), (ST32, ST48, ST55, ST72, ST79. sayım saati ve STT ve STN), hızlı yaşlandırma testi (41 °C'de 72 saat), (HYT32, HYT48, HYT55, HYT72, HYT79. sayım saati ve HYT ve HYTN), hızlı yaşlandırma testi sonrası elektriksel iletkenlik testi (HYT+Eİ4 ve HYT+Eİ8), elektriksel iletkenlik testi (Eİ4 ve Eİ8) sonuçları 2 farklı ekim tarihinde tarla çıkış testi, çıkış testi sonrası fide kalite parametreleri (FYA, FKA ve FSU) ve depolama sonrası çimlenmenin tahmin edilmesi için kullanılmıştır.

Genel olarak yararlandığımız güç testlerinin tarla çıkışını tahmin etme potansiyellerine baktığımız zaman her test içinde istatistiksel olarak anlamlı olan ($P < 0.05$, 0.01 , 0.001) değerler bulunmuştur (Çizelge 5.1). Ancak ilişki düzeylerinin $P < 0.05$, $P < 0.01$, $P < 0.001$ anlamlılık seviyelerinde farklı sayıda ilişki verdiği görülmüştür. Çizelge 5.1 'de birinci ve ikinci tarla çıkış denemeleri ile güç testleri arasında farklı anlamlılık düzeylerinde gerçekleşen istatistiksel değerlendirmesi verilmiştir.

Kökçük çıkış testi, mısır (*Zea mays* L.) için 2011 yılında kabul edilip onaylanan yeni bir güç testidir (Matthews vd. 2011a). Mısır da soğuk testin tamamlanması 12 ile 14 gün arasında, hızlı yaşlandırma testinin tamamlanması ise yaklaşık 10 gün sürerken, kökçük çıkış testinin ise kısa sürede tamamlanması büyük bir avantaj olarak görülmektedir. Ayrıca, standart çimlenme testinin bir parçası olarak 20 °C'de bir sayım yapılabilmektedir. Bu da zamandan ve yerden tasarruf sağlamasını kolaylaştırmaktadır (Matthews vd. 2011a). KÇ testi, ISTA tarafından tanımlanan koşullarda yapıldığı ve kökçük çıkışı kolaylıkla sayılabildiği için avantajları olan bir testtir (Khajeh-Hosseini vd. 2009). Birçok türde tohum gücünü ölçmek için yaşlandırma testlerinin başarılı bir şekilde

kullanılmakta ve tohum yaşındaki farklılıkların kökçük çıkış hızındaki farklılıklara neden olduğuna dair kanıtlar bulunmaktadır. Örneğin, çavdar tohumlarının, yaşlı embriyolarında (Osborne 1983) geç çıkışlar yaşandığında, tohumun yaşlanması ile kökçük çıkış hızı arasında bir bağlantı olduğu vurgulanmıştır. Gecikme süresi terimi ilk olarak Osborne (1983) tarafından kullanılmış ve yaşlanmış çavdar embriyolarında daha uzun olduğunu belirlenmiştir. Mısırdaki, gecikme süresi boyunca DNA'nın metabolik onarımına dair kanıtlarda mevcut olup (Vasques-Ramos ve Sanchez 2003) yaşlı mısır tohumunda, tohumun suyu emmesinin başlamasından hemen sonra organellerin ve tohum zarının onarımı gözlenmiştir (Berjak ve Villiers 1972). Ticari tohum partilerinin standart çimlenme testinde, güç testlerinde ve pratik kullanımda görülen kalite farklılıklarının temel sebepleri üretim ve depolanmaları sırasında doğal yaşlanmadan kaynaklandığı ileri sürülmektedir. Yaşlanmış tohumlarda köküğün ortaya çıkışı gecikmektedir. Yaşlanmanın boyutu çimlenmeye başlamak için gerekli süreyi ve metabolik onarım süresini belirlemektedir. Bu gecikme, tohum partilerinin ortalama çimlenme süresiyle veya daha kolay bir şekilde tek bir erken kökçük sayımıyla ölçülebilmektedir (Matthews vd. 2012a, Demir vd. 2020b, Ermiş vd. 2022).

Çalışmamızda, tarla çıkış testleri ile kökçük çıkış testi arasındaki bulgular analiz edildiğinde oldukça yüksek regresyon değerleri görülmektedir. Toplam 30 kombinasyonun 19'unda istatistiksel manada %5 ve üzeri anlamlılık gözlenmiştir. Bunların 7'si 1. ekim, 12'si 2. ekim döneminde belirlenmiştir (Çizelge 5.1). İkinci tarla çıkış denemesi ile KÇ79. saat arasında tüm regresyon katsayıları içerisindeki en yüksek regresyon katsayısı olan $R^2=0.899$ ($P < 0.001$) değeri bulunmuştur. Matthews vd. (2011a)'nin çalışma sonuçlarına göre 13 °C'de 6 gün ($R^2=0.72$, $P < 0.01$) ve 20 °C'de 66 saat ($R^2=0.58$, $P < 0.02$) sonra tekli kökçük sayımları ile tarla çıkış oranı arasında yüksek ilişki saptanmıştır. İkinci tarla çıkışı ile KÇ79 saat arasındaki elde ettiğimiz bulgular Matthews vd. (2011a)'nin çalışmasıyla uygunluk göstermektedir. Farklı türler için uygun KÇ testi, OÇZ ve çıkış oranı ile yakından ilişkili regresyon (R^2) katsayısı (Matthews ve Powell 2011c) sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde KÇ55 ve KÇ72. saat ile TÇO2 arasında regresyon değerleri (sırasıyla $R^2=0.724$, $R^2=0.764$; $P < 0.01$) anlamlı bulunmuştur. TÇO1OÇZ ve TÇO2OÇZ ile KÇ72 ve KÇ79 arasında $P < 0.01$ anlamlılık düzeyinde ilişki belirlenmiştir. Bu sonuç tohumun, tarlada çıkış hızı ile KÇ arasında bir

ilişkinin bulunduğunu göstermektedir (Çizelge 5.1). Bulgularımız daha önce saptanan, mısırdaki, 13 ve 20 °C’de laboratuvardaki ortalama çimlenme süresi veya erken kökçük sayımı (Matthews ve Khajeh-Hosseini 2006) ile tarla çıkış performansı (Khajeh-Hosseini vd. 2009) ilişkisinin olduğunu gösteren çalışmalarla bağdaşmaktadır. Birinci ve ikinci tarla çıkış denemesinde çıkış oranı (TÇO1, TÇO2) ile KÇ48 ve KÇ79 oranı arasındaki değerler yüksek anlamlılık taşımaktadır (Çizelge 4.14 ve Çizelge 4.16). Benzer şekilde, KÇ55 sayım saatinden KÇ79 saatine kadar birinci ve ikinci tarla çıkış hızı ile (TÇO1OÇZ, TÇO2OÇZ) de negatif yönlü artan korelasyon ilişkisi elde edilmiştir. Luo vd. (2015)’nin tatlı mısırdaki yaptıkları çalışmada 20 °C’de 84 saat ve 13 °C’de 150 saatin ardından kökçük çıkış sayımları, altı güç testi (kompleks stres güç testi, soğuk test, ortalama çıkış zamanı, çimlenme enerjisi, çimlenme indeksi ve güç indeksi) ve çimlenme yüzdesi ile önemli ilişkiler göstermiş ve korelasyon katsayılarının tümü $r>0.75$ ($P<0.05$) olarak saptanmıştır. Sonuçlar, tatlı mısırın tohum gücünü test etmek için tekli kökçük çıkış sayımlarının kullanılabileceğini göstermektedir. Hem Matthews vd. 2011a, hem de Luo vd (2015)’nin sonuçları farklı sıcaklık ve süreler olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışmamızda KÇ test sıcaklığı olarak 25 °C’de kullandık, diğer çalışmalarda ise 13, 15 ve 20 °C’de sıcaklıkları kullanılmıştır. Sıcaklığın düşmesi ile KÇ süresinin uzaması beklenen bir durumdur. Bu tezde KÇ 48-79 sürelerinde anlamlılık belirlenirken, Luo vd. (2015) 84 ve 150 saate kadar uzayan saatleri önermişlerdir. Dolayısıyla mısır için tek sayımlı ideal KÇ’nin seçimi, çimlenme sıcaklığına ve sayım saatine bağlı olarak değişmektedir (Matthews ve Powell 2011c; Wagner vd. 2011). Mısırdaki kökçük çıkışının zamanlaması, laboratuvarlar içinde tekrarlanabilirliği ve laboratuvarlar arasında yeniden üretilebilirliği doğrulamak için uluslararası karşılaştırmalı testlere tabi tutulmuştur (Khajeh-Hosseini vd. 2009; Matthews vd. 2011b). Bu çalışmanın sonuçları, standart çimlenme testinin bir parçası olarak mısır için 3 günden daha kısa süren bir canlılık testinin önerilmesine (Matthews vd. 2011b) ve ayrıca yöntemin ISTA tarafından onaylanmasına yol açmıştır.

Bizim çalışmamız da korelasyon katsayılarının, kökçük çıkış testinde yüksek çıkması her iki çalışma sonuçları ile örtüşmektedir. Çizelge 5.1’de görüldüğü gibi çalışmamızda kullanılan güç testleri içerisinde en fazla korelasyon sayısına (19 adet) sahip testlerden biri olan test, kökçük çıkış testi olmuştur. Bu yönüyle tatlı mısırdaki tarla çıkışının

tahmininde kullanılabilecek testlerden birisi olarak özellikle KÇ72 ve KÇ79. saatler önerilebilir.

Soğuk test, en eski tohum gücü yöntemi olarak kabul edilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde kuzey yarımkürede tohum gücünün değerlendirilmesi için geniş kapsamlı kullanım alanı bularak, yöntem olarak kabul görmüştür. Güç testlerinin amacı, özellikle olumsuz koşullara sahip tarlada düşük düzeyde çıkması muhtemel partileri belirlemektir. Mısır türüne ait tohumluklar için bu açıdan, çok başarılı bir güç testidir ve hızlı yaşlandırmadan daha başarılı çıkış göstergesinin olduğu gözlemlenmiştir (Noli vd. 2008). Uluslararası hibrit mısır tohum endüstrisi için birincil testtir. Soğuk test, standart çimlenme testinden daha hassas bir prosedürle fide çıkışını tahmin etme ihtiyacından ortaya çıkmıştır. Ayrıca Kuzey Amerika'da soğuk topraklara ekilen mısır tohumlarının, testin geliştirilmesine etkisi olmuştur. Soğuk test, tohumun çimlenme ve normal fide geliştirme yeteneğini, toprak patojenleri varlığında soğuk ve nemli koşullar altında belirlemektedir (Marcos-Filho 2015). Çeşitli test laboratuvarları tarafından birçok farklı prosedür (topraklı, toprak-kum karışımı gibi) geliştirilmiştir. Ayrıca kullanılan toprak materyalinin nem düzeyinde her parti için sağlıklı olması sağlanamayabilir. Buna ek olarak toprak mikroorganizmasının da testin etkinliğinde rol oynamaktadır. Bu nedenle standartlaştırılması zor bir test olarak bilinmektedir (Nijenstein ve Kruse 2000, Bennett vd. 2004). AOSA Komitesi tarafından belirtilen soğuk test prosedürünün yanı sıra, çoğu hibrit mısır şirketi testi kendi versiyonlarına göre yürütmektedirler. Bazı araştırmacılar toprak kullanmadan da soğuk testi uygulamaktadırlar (Lovato ve Balboni 1997).

Soğuk test konusunda elde ettiğimiz bulgular çalışmamızda kullanılan tatlı mısır tohum partilerinin sınıflandırmasında da başarılı olmuştur. Birinci tarla çıkış oranının tahmininde en başarılı test olarak dikkat çekmektedir (Çizelge 4.15). Kullanılan tüm güç testleri içerisinde en yüksek korelasyon ilişkisi ve regresyon katsayısı soğuk testten elde edilmiştir (Çizelge 5.1). Birinci tarla çıkış denemesinde $P < 0.001$ düzeyinde önemliliğe sahip olan yalnızca soğuk test (ST) olmuştur. Depolama sonrası çimlenmenin tahmininde de soğuk test, en çok ve en yüksek korelasyon ve regresyon katsayılarını vermiştir (Çizelge 5.2). Depolama sonrası çimlenmenin tahmininde, soğuk testin anlamlılık sayısı 14 adet olmuştur. Bu sonuç güç testlerinin tarla çıkışı ve depolama sonrası canlılığın

tahmin edilmesinde farklı düzeylerde korelatif ilişki gösterebileceğini ortaya koymaktadır. İkinci tarla çıkış denemesi ile soğuk test arasındaki korelasyon ve regresyon katsayıları diğer güç testlerine göre daha düşük olmuştur (Çizelge 5.1). İkinci tarla çıkış denemesi bulgularımızda yalnızca 1 adet anlamlı korelasyon sonucuna (STN-TÇO₂, $r=0.733$, $P<0.05$) ulaşılmıştır. Bunun sebebinin de ikinci tarla çıkış denemesinde iklim verileri açısından toprak koşullarının uygun olduğu bu sebeple güç testlerinin başarı seviyesinin düştüğü düşünülmektedir. Çünkü soğuk testin erken ilkbahar ekiminde soğuk ve ıslak topraklarda, elverişsiz iklim koşullarında mısır tohumlarının performansını tahmin etmek için öngörülen bir test olduğu ileri sürülmektedir (Noli vd. 2008). Aynı araştırmacılar testin ideal toprak koşullarına ekim yapılması halinde başarı düzeyinin daha düşük seviyede olabileceğini öngörmüşlerdir. Testin orijin olarak ilk çıkış noktasının Kuzey Amerika’da soğuk topraklarda ekim yapılmasından kaynaklandığı burada ifade edilmelidir. Birinci ve ikinci tarla çıkış denemesi ile güç testlerinin tahmininde soğuk testten genel olarak toplam 7 adet anlamlı korelasyon ilişkisi görülmesine rağmen bunlardan 6’sı $P<0.01$ - $P<0.001$ anlamlılık düzeyine sahip olmuştur.

Soğuk test ve tarla çıkış ilişkisi mısır tohumlarında detaylı olarak araştırılmıştır. Ancak soğuk testin (süre ve sıcaklığında ya da metodunda) uygulanma şeklinde farklılıklar bulunmaktadır. Araştırma sonuçlarımıza ait soğuk test bulguları Noli vd. (2008)’nin mısırdaki yaptıkları çalışma (10 °C’de 7 gün, nemli kumlu tepsilerde, 25 °C, 4 gün) ile paralellik göstermektedir. Soğuk test ile tarla çıkışı arasında ($r=0.73$, $P\leq 0.001$) anlamlı korelasyon katsayısı elde etmişlerdir. Lovato vd. (2005) soğuğa dayanıklı mısır tohum partilerinin güç farklılıklarını tespit edebilmek için 5 °C, 7.5 °C ve 10 °C soğuk test sıcaklıklarında 7 gün steril kumda beklettikten sonra 25 °C’de 6 gün tutmuşlardır. Korelasyon katsayılarının tarla çıkışı ile 5 °C ve 7.5 °C’de en yüksek ($r=0.75$ - 0.78 , $p<0.01$) değerlere ulaştığı belirlenmiştir. Standart çimlenme ile tarla çıkışı arasındaki korelasyon katsayısı ($r=0.51$, $P<0.01$) anlamlı olmakla beraber daha düşük olmuştur. Çalışmamızın birinci tarla çıkış denemesinde soğuk test ile tarla çıkışı arasında başta en yüksek STN ile TÇO₁ arasında $R^2=0.858$ ($P<0.001$) regresyon katsayısı olmak üzere 5 adet $r=0.897$ - 0.945 ($P<0.01$, $P<0.001$) arasında değişen korelasyon katsayısı elde edilmiştir. Bu yönüyle Noli vd. (2008)’nin yaptıkları çalışma ile bulgularımız örtüşmektedir. Martin vd (1988)’nin mısır tohumlarında yaptıkları çalışmalarında soğuk

test, suda bekletme testinden ($r = 0.43$, $P < 0.01$) tarla çıkışıyla ($r = 0.74$, $P < 0.01$) daha yüksek oranda ilişkili sonuç vermiştir. Yapılan bu çalışma sonuçları ile birinci tarla çıkış sonuçlarımızı desteklemektedir. Parera vd. (1995) 7 farklı *sh-2* tatlı mısır çeşidini kullanarak faktör analizi yardımıyla çoklu regresyon modelleri oluşturdukları çalışmada soğuk testi ($R = 0.900$), tarla çıkışı en iyi tahmin eden güç testlerinden biri olarak belirlemişlerdir. Bu tezde faktör analizi kullanarak regresyon modeli oluşturulmamış olmasına rağmen soğuk testle tarla çıkışı arasında yüksek korelasyon ilişkisi elde edilmiştir. Wilson ve Trawatha (1991)'nin yaptıkları çalışmada Florida staysweet tatlı mısır tohum partilerinde soğuk testin ($10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 7 gün, toprak kum karışımı 1:1 oranında, $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 4 gün) tarla çıkışıyla ortalama $r = 0.87$ ($P < 0.05$) korelasyon katsayısı verdiği görülmüştür. Bu sonuçlarda bizim bulgularımızla paralellik göstermektedir. Ayrıca, Lovato ve Balboni (1997) topraktakine göre kumda ST'in, tarladaki çıkış oranı ile daha yüksek korelasyon değerleri verdiğini saptamışlardır. Bu tezde toprak yada kum kullanılmadan, kağıt arasında da soğuk uygulamasının testin amacını gösterdiğini ifade edebiliriz. Ancak laboratuvarlar arasında ve diğer çalışmalarda testin sonuçlarının benzerlik gösterebilmesi için, kağıt arasında soğuk test uygulamasının optimize edilmesi önem arz etmektedir.

Tatlı mısır yüksek şeker içeriği nedeniyle depolamada çimlenme özelliğini hızlıca kaybedebilen bir tür olduğu düşünülmektedir. Depolama sonrası çimlenmenin tahmininde soğuk testle ilgili mısır türünde yapılmış çalışmaya rastlanılmamıştır. TeKrony vd. (2005)'nin nişastalı mısır çeşitlerinde yaptıkları çalışmada 10 ay $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de ve 8 yıl %50 oransal nemde depolamayla soğuk test arasında en yüksek korelasyon sonucu elde edilmiştir. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde uygulanan tüm güç testleri içerisinde soğuk testin depolama ömrünü tahmininde STN ile DEPOT (Depolama sonrası toplam çimlenme) arasında $r = 0.900$ ($P < 0.001$) ile en yüksek korelasyon katsayısı olmak üzere $r = 0.714 - 0.900$ ($P < 0.05$, $P < 0.001$) arasında değişen korelasyon sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca DEPOOÇZ ile de ST arasında ($r = -0.720$, -0.743 ; $P < 0.05$) anlamlı negatif yönlü korelasyon sonuçları elde edilmiştir (Çizelge 4.18). Burada dikkat edilmesi gereken noktalardan birisi, TeKrony vd. (2005)'in nişastası yüksek mısır tipini kullandığı, bu tezde ise şeker oranı yüksek çeşit kullanılmış olmasıdır. Tohumların depolama özelliklerinin, tohumun kimyasal içeriği ile yakından bağlantılı olduğu bildirilmektedir

(McDonald 1999). Bu nedenle tohum partilerinin biyokimyasal içeriğindeki farklılıklar depolama sonuçlarında değişkenlik olabileceğini göstermektedir.

Araştırmamızda kullandığımız diğer bir güç testi de hızlı yaşlandırma testi (HYT) olmuştur. Başlangıçta tohumların depolama potansiyellerini belirlemek için geliştirilmiş olan HYT testi, zamanla birçok büyük tohumlu tür için yaygın olarak kullanılan ve önemli bir tohum gücü göstergesi haline gelmiştir. HYT testinde, çimlenme testi öncesinde 48 ile 96 saat boyunca tohumlar yüksek sıcaklık (40 ile 45 °C) ve yüksek bağıl neme (> %95 bağıl nem) maruz bırakılmaktadır. Hızlı yaşlandırma testi soya fasulyesi için uluslararası düzeyde kabul görmüş ve aynı zamanda mısırın tarla çıkışı tahmin etmek için de kullanılmıştır (Tekrony vd. 1989a; Noli vd. 2008). Ancak soğuk test özellikle serin ve ıslak ekim dönemi olan bölgelerde daha iyi sonuçlar verirken, ılıman ekim bölgeleri için sağlıklı bir değerlendirme yapamayabileceği öngörülmüştür (Shah vd. 2002). Bu açıdan bakıldığında HYT testinin her türlü toprak ekim koşulunda güç farklılığını ortaya çıkarması bu testin evrensel kullanıma daha açık olduğu sonucunu desteklemektedir (ISTA 2020). HYT testinde %100 oransal nemde yaşlandırma yapılmakta, aynı testin %75 oransal nemde (NaCl ile sağlanan) kontrollü yaşlandırmanın yapıldığı doygun tuz çözeltisi yaşlandırma testi de geliştirilmiş ve farklı sebze türlerinde kullanım alanı bulmuştur (Bennett vd. 2004, Mavi 2009).

Çalışmamızın bulgularına göre, HYT testi ile en yüksek regresyon katsayısı değerleri ikinci arazi çıkışı arasında (HYTN ile TÇO₂, R²=0.880, P<0.001; HYTT ile TÇO₂, R²=0.859, P<0.001) belirlenmiştir.

Çalışmamızda birinci tarla çıkış denemesi ile HYT arasında 8 adet P<0.05 düzeyinde anlamlılık elde edilmiştir. HYT ile birinci ve ikinci tarla çıkış denemeleri arasında toplamda farklı düzeylerde olmak üzere 16 adet anlamlı istatistiksel sonuca ulaşılmıştır. Toplamda 16 adet korelasyon ilişkisinin 2 adedi P<0.001 düzeyinde anlamlılığa sahip olmuştur. Bu yönüyle kökçük çıkış testinden sonra ikinci en yüksek korelasyon ilişkisi sonucu HYT testinden elde edilmiştir (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1 Birinci ve ikinci tarla çıkış testleri (fide çıkış oranı) ile farklı güç testleri arasındaki korelasyon değerlerinin istatistiksel anlamlılık değerlendirmesi

		1.Tarla çıkış testi			2.Tarla çıkış testi			Toplam
Güç testleri		P<0.05	P<0.01	P<0.001	P<0.05	P<0.01	P<0.001	
Standart çimlenme testi	TÇ	-	2	-	3	-	1	12
	NÇ	-	1	-	3	2	-	
	OÇZ	-	-	-	-	-	-	
Kökçük çıkış testi	KÇ32	-	-	-	-	-	-	19
	KÇ48	1	-	-	1	-	-	
	KÇ55	2	-	-	1	1	-	
	KÇ72	1	1	-	3	2	-	
	KÇ79	-	2	-	2	1	1	
Soğuk test	ST32	-	-	-	-	-	-	7
	ST48	-	1	-	-	-	-	
	ST55	-	1	-	-	-	-	
	ST72	-	-	1	-	-	-	
	ST79	-	1	-	-	-	-	
	STT	-	1	-	-	-	-	
	STN	-	-	1	1	-	-	
Hızlı yaşlandırma testi	STOÇZ	-	-	-	-	-	-	16
	HYT32	1	-	-	1	-	-	
	HYT48	-	-	-	-	-	-	
	HYT55	-	-	-	-	-	-	
	HYT72	1	-	-	-	1	-	
	HYT79	2	-	-	1	1	-	
	HYTT	2	-	-	-	-	1	
	HYTN	2	-	-	1	-	1	
Elektriksel iletkenlik	HYTOÇZ	-	-	-	1	-	-	2
	HYT+ Eİ4	-	-	-	-	-	-	
	HYT+ Eİ8	-	-	-	-	-	-	
	Eİ4	-	-	-	1	-	-	
	Eİ8	-	-	-	1	-	-	

-: Hiçbir anlamlılık düzeyine sahip değil

Shah vd. (2002) soğuk testin, serin ekim dönemlerinde ve soğuk bölgelerin mısır tohum gücünü değerlendirmek için standart bir prosedür olmasına rağmen, subtropikal ve tropikal bölgelerde hibrit mısır için etkili bir yöntem olarak kabul edilemeyeceğini bildirmişlerdir. Shah vd. (2002)'nin hızlı yaşlandırma testlerine dayanan sonuçlarının, soğuk teste kıyasla tropikal bölgelerde tarla performansı ile çok daha güçlü bir korelasyona sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuca benzer olarak çalışmamızda ikinci tarla çıkış deneme tarihimiz birinciye göre 10 gün daha sonra gerçekleştirilmesinin bir avantajı olarak, ortam şartları optimuma daha yakın olması sebebiyle HYT testi ile daha yüksek ilişki değerleri elde edilmiştir. Bizim bulgularımızı onayan Rezvani vd. (2017)'de yaptıkları çalışmada HYT'nin özellikle subtropikal bölgelerde soğuk test kadar etkili bir test olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Çalışmalarına göre, tuzla doymun çözeltide yapılan HYTOÇZ ile tarla çıkışı arasındaki korelasyon katsayısını ($r=-0.82$, $P\leq 0.01$) en yüksek düzeyde bulmuşlardır. Mısır ekim zamanlarının her zaman soğuk ve nemli dönemler olmadığı sıcak ve ılıman dönemlerde ikinci ürün olarak ekim yapılması HYT testinin soğuk testten daha geniş kullanımının ülkemiz için geçerli olduğunu ortaya koymaktadır.

Sonuçlarımızı destekler nitelikte olan bir diğer çalışmada Lovato vd. (2005)'nin yaptıkları araştırmada HYT'nin mısır tohumu partilerinde gücü değerlendirmek için 10 °C soğuk test sıcaklığı uygulaması kadar etkili bir güç testi olduğunu göstermişlerdir. Tarla koşulları çimlenme için uygun olsa bile, standart çimlenme testi tüm güç testlerine ($r=0.75$ ile 0.79 , $P<0.01$) göre tarla çıkışıyla daha zayıf bir korelasyona sahip olmuş ($r=0.51$, $P<0.01$), böylece standart çimlenmenin her zaman tarladaki mısır performansının güvenilir bir tahminini sağlamadığı sonucuna ulaşılmıştır. İkinci tarla çıkış sonuçlarımızla HYT testi arasındaki ilişki bu çalışma ile örtüşmektedir. Çalışmadan farklı olarak SÇ'den elde ettiğimiz yüksek değerlerin ise tarla hava ve toprak koşullarının optimuma yakın olmasından kaynaklandığı tahmin edilmektedir.

Bizim sonuçlarımızı destekler nitelikte Wilson vd. (1992)'nin mısır tohumlarında, yaptıkları çalışmada tarla çıkışı ile en yüksek korelasyona sahip test hızlı yaşlandırma testi olmuştur ($r=0.87$, $P<0.01$). HYT'nin tatlı mısır gibi büyük tohumlu bir tür için kullanımında, şekerli (*su*), şekerli güçlendirici (*se*) ve büzülmüş 2 (*sh2*) genotiplerin

anatomik ve bileşimsel farklılıkları nedeniyle farklılıklar olabileceği bildirilmiştir (Bennett vd. 2004). Ancak bizim tatlı mısırdaki sonuçlarımız HYT'nin nişastalı tiplere benzer şekilde başarılı sonuçlar verdiğini ortaya koymaktadır.

Wulansari vd. (2023) tatlı mısır tohum çeşitleri (Secada ve Bonanza) üzerinde yaptıkları çalışmada, HYT testi ile 21. gün tarla çıkışı arasında $r=0.94$ ($P<0.01$) yüksek bir korelasyon değeri elde edilmiştir. Çalışmanın sonuçları, ikinci tarla çıkış testi ile HYT arasında (HYTN, TÇO2 $r=0.938$, $P<0.001$) elde ettiğimiz sonuçlarımızı desteklemektedir.

Depolama sonrası canlılıkların tahmininde güç testlerinin içerisinde HYT testi ile soğuk test öne çıkmıştır. $P<0.01$ düzeyinde soğuk testte 4, HYT'de 5 kombinasyondan anlamlılık tespit edilmiştir (Çizelge 5.2). Depolama sonrası çimlenme ile soğuk testte 14 ($P<0.05-0.01$), HYT'de 12 ($P<0.05-0.01$), Eİ'de ise 6 ($P<0.05$) kombinasyonda anlamlılık saptanmıştır (Çizelge 5.2). Çimlenme testi ve KÇ testinde hiçbir kombinasyonda depolama sonrası çimlenme arasında anlamlı ilişki ($P<0.05$) belirlenmemiştir.

Çalışmamızda kullandığımız diğer bir güç testi, biyokimyasal bir test olan elektriksel iletkenlik testidir. Bu testte, tohumlar yaşlandıkça ve dolayısıyla gücü azaldıkça, çözünen maddelerin, özellikle elektrolitlerin artan sızıntısının ve tohum gücünün 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 (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 bildirmişlerdir. Test süper tatlı mısır için de uygun bulunmuştur (Wilson vd. 1992). Düşük güçlü tohumlardaki artan sızıntının genellikle yaşlanma sırasında hücre zarının bozulmasından kaynaklandığı bilinmektedir. Tamamen canlı dokuda sızıntının erken yaşlanmada, ölü doku gelişmeden önce arttığı ve zarın bozulmasına sebep olduğu düşünülmektedir (Powell ve Matthews 1977).

Çalışmamızda elektriksel iletkenlik ile tarla çıkışı arasındaki korelasyon özet tablosu çizelge 5.1’de sunulmuştur. Çalışmalarımızda elektriksel iletkenlik testi; HYT sonrası Eİ (HYT+ Eİ4 ve HYT+ Eİ8) testi ve tek başına 4 ve 8. saat Eİ (Eİ4 ve Eİ8) testi olmak üzere 2 farklı bölümde gerçekleştirilmiştir. Tarla çıkış denemeleri ile Eİ testi arasında, ikinci tarla çıkış denemesinde $P<0.05$ düzeyinde 2 adet ilişki dışında (Eİ4 ile TÇO2OÇZ $r=0.790$; Eİ8 ile TÇO2OÇZ $r=0.799$; $P<0.05$) anlamlı bir istatistiksel ilişki vermediği görülmüştür. Güç testlerinin tarla çıkışını tahmini çalışmamızda Eİ testinin, en başarısız güç testi olduğu söylenebilir. Bunun nedeninin çalışmada kullanılan tohum partisi sayısının azlığı olduğu düşünülmektedir. Bu tezde sadece 8 tohum partisi kullanılmıştır. Daha yüksek sayıda tohum partisinin kullanılması Eİ’nin değerlendirilmesi bakımından daha sağlıklı olacağı düşünülmektedir. Tohumların ilaçlı olması da Eİ okumasını etkileyebilmektedir. Çalışmamızda kullandığımız 8 adet tohum partisinden 5 tanesinin fungusit ile uygulanmış olduğu bunun da Eİ test sonuçlarını ve tarla çıkışıyla olan korelasyon ilişkisini olumsuz yönde etkileyebileceği belirtilebilir (Sivritepe vd. 2016). Fungusit uygulamalarının Eİ sonuçlarını etkilemediği yönünde sonuçları olan araştırmalarda mevcuttur (Loeffler vd. 1988). Ancak burada dikkate alınması gereken konu fungusit miktarının dozu, tipi, yapıştırıcı oranı vs. gibi faktörlerin de etkinliğidir (Bruggink vd. 1991).

Waters ve Blanchette (1983) tatlı mısır tohumlarında ASA 610 cihazıyla tekli tohum elektriksel iletkenliği ile tarla çıkışı arasında yüksek korelasyon ilişkisi belirlemişlerdir. Bu tezde tarla çıkışı ile çoklu (bulk) korelasyon değerlerine bakılmıştır. Tekli Eİ ölçümleri için özel geliştirilmiş ekipman gerekmektedir. Tekli Eİ testi parti içinde farklı canlılık düzeyinde olan tohumların tek tek sızıntı durumunu ortaya koymak amacıyla daha doğru sonuç verebilir. Ancak yeknesak hasat yapılan tohum partilerinde bulk (çoklu) metodun sağlıklı sonuçlar verdiği belirlenmiştir (Steere vd. 1981, Artola vd. 2005). Wilson ve Trawatha (1991) çalışmalarında Florida staysweet *shrunk*-2 tatlı mısır çeşidinde soğuk test, hızlı yaşlandırma testi ve elektriksel iletkenlik testi ile tarla çıkışı arasında ($r =0.87$, $r=0.85$, ve $r=-0.88$; $P<0.05$) yüksek oranda ilişki saptamıştır. Ancak bu korelasyon ilişkileri sıcaklıkları 20 °C’nin altında olan toprakları için belirlenmiştir. Bu tezdeki tarla çıkış denemelerinde serin ekim dönemi sıcaklıkları dikkate alırsak sıcaklıkların daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu yüksek sıcaklıklar

özellikle 2. tarla ekim döneminde güç testlerinin çıkış oranı ile bağlantısının zayıf olmasının önemli bir nedeni olabilir (Çizelge 5.1).

Zhao vd. (2007)'nin yaptıkları çalışmada, şekerle zenginleştirilmiş tatlı mısırdaki elektriksel iletkenlik testinin tarla çıkış yüzdesi ile ilişkili bulunmuştur. Eİ testi sadece tarla çıkış oranıyla değil aynı zamanda hasat kalitesi ve kurutma hızıyla da bağlantılı olarak kalite tespitinde kullanılmıştır. Nitekim, *sh2* ile süper tatlı mısırdaki tohum hasat indeksi ve kurutma hızının elektriksel iletkenlik değerleri üzerine etkisi olduğu bildirilmiştir (Borowski vd. 1995). Bu nedenle çalışmamızda kullandığımız *sh2* tatlı mısır ve *su* tatlı mısır çeşitlerinin farklı yapıları sahip olması Eİ değerleri ile tarla çıkış testi arasında da anlamlı korelasyon sonucu elde edilememesinin bir sebebi olabilir.

Depolama sonrası çimlenmenin güç testleri arasındaki korelasyon değerleri bakımından soğuk test 14, hızlı yaşlandırma testi 12 adet $P < 0.05$ ve üzeri düzeyindeki anlamlılık ilişkisi ile öne çıkmıştır. $P < 0.01$ düzeyi ve üzerinde ST'de 4, HYT'de 5 adet anlamlılık saptanmıştır. Eİ'de $P < 0.05$ düzeyinde 6 adet istatistiksel anlamlılık saptanmıştır (Çizelge 5.2). Wilson vd. (1992) *Shrunken-2* tatlı 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 tamamlayıcı testler olduğunu öne sürmüşlerdir. Çalışmamızda da HYT sonrası Eİ testi ile anlamlı korelasyon gözlemlenmiştir. Wattanakulpakin vd. (2022) çalışmasından 3 farklı tatlı mısır tohum çeşidi (DOA1, PV1 ve PV2) kullanılarak 10 aylık depolama sonunda çimlenme ile HYT arasında $r = 0.93$, 0.95 ve 0.98 ($P < 0.05$) korelasyon katsayıları elde edilmiştir. Araştırmanın sonuçları, bizim bu çalışmadan HYT testi ile elde ettiğimiz sonuçlarımızı desteklemektedir. Tatlı mısırdaki güç testlerinin depolama sonrası çimlenme ile ilişkisi konusunda yapılmış araştırmaya taranan literatürde nadir olarak rastlanmıştır. Bu açıdan tez sonuçlarının orijinal ve değerli olduğu ifade edilebilir.

Çizelge 5.2 Farklı güç testleri ile depolama sonrası çimlenme arasındaki korelasyon değerlerinin istatistiksel anlamlılık değerlendirmesi

		Depolama sonrası çimlenme			Toplam
Güç testleri		P<0.05	P<0.01	P<0.001	
Standart çimlenme testi	TÇ	-	-	-	0
	NÇ	-	-	-	
	OÇZ	-	-	-	
Kökçük çıkış testi	KÇ32	-	-	-	0
	KÇ48	-	-	-	
	KÇ55	-	-	-	
	KÇ72	-	-	-	
	KÇ79	-	-	-	
Soğuk test	ST32	-	-	-	14
	ST48	2	1	-	
	ST55	2	1	-	
	ST72	2	-	-	
	ST79	2	-	-	
	STT	1	-	-	
	STN	1	2	-	
	STOÇZ	-	-	-	
Hızlı yaşlandırma testi	HYT32	-	2	-	12
	HYT48	-	2	-	
	HYT55	2	-	-	
	HYT72	2	-	-	
	HYT79	1	-	-	
	HYTT	-	-	-	
	HYTN	-	-	-	
	HYTOÇZ	2	1	-	
Elektriksel iletkenlik	HYT+ Eİ4	3	-	-	6
	HYT+ Eİ8	2	-	-	
	Eİ4	-	-	-	
	Eİ8	1	-	-	

-: Hiçbir anlamlılık düzeyine sahip değil

Ne standart çimlenme testi kriterleri ne de KÇ testlerinden hiçbirisi depolama sonrası çimlenme ile istatistiksel olarak anlamlı ilişkili vermemiştir. Bu sonuç daha önce pırasa (Ozden vd. 2017), kabakgil anaçları (Ermis vd. 2022)'nda ortaya konan sonuçlarla özdeş değildir. Daha fazla tohum partisinin kullanılarak bu testin uygulanması sonuçları daha net ortaya koyacaktır. KÇ testi tarla ve iklim odasında fide çıkış oranı ile yakından ilişkili bulunmuştur (Ozden vd. 2019, Ozden vd. 2021). Zhao vd. (2007)'nin yaptıkları araştırmada, standart çimlenme testi (TÇ, NÇ) yüzde değerinin süper tatlı mısırın tarla çıkış yüzdesi ile önemli ölçüde ilişkili olmadığını gözlemişlerdir. Wilson vd. (1992)'nin yaptıkları çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu tezde TÇ ve NÇ değerlerinin özellikle tarlada fide çıkış oranı ile anlamlı kombinasyonlarının olduğu gözlenmiştir. Farklı sonuçların nedeni çeşitlerin farklı olması olabilir. Bizim sonuçlarımıza uygun olarak Castillo vd. (1993)'e göre standart çimlenme testi ekim koşulları uygun olduğunda ve düşük çimlenen tohum partileri dahil edildiğinde tarla çıkış yüzdesi ile ilişkilendirilebilir. Ancak, düşük çimlenen tohum partileri (<%85) hariç tutulduğunda, çimlenme ile tarla çıkışı arasındaki ilişki düşük ve güvenilirmez düzeydedir. Bizim ekim koşullarımız toprak yapısı ve sıcaklık itibarıyla ideale yakın olduğundan TÇ ve NÇ ile çıkış oranında ilişki saptanmasının bir nedeni olabilir. Benzer şekilde standart çimlenmenin tarla performansında başarılı sonuçlar verebileceğini saptanmıştır (Zhao ve Wang 2005). Burada ifade edilmesi gereken önemli bir konu güç testlerinin tarla koşullarında stres faktörleri öne çıktığında daha başarılı sonuçlar verdiğidir. Nitekim ISTA (2020) tarafından öngörülen tohum gücü tanımında da güç testleri stres faktörleri altında tohumun performansı ile ilişkilendirilmiştir. Burada özellikle TÇ'ye dayalı güç testlerinden olan KÇ testinin kolay, her laboratuvarında uygulanabilir ve deneyim gerektirmediği belirtilmelidir. Ancak sık sayımlar yüksek sayıda tohum partisi kullanıldığında iş gücü oluşturmaktadır. Benzer saptamaları Ozden vd. (2020)'de yapmıştır.

NÇ ile fide çıkış kalite parametrelerinden fide yaş ağırlığı arasında $P<0.01$ düzeyinde 1 adet ve kuru ağırlık ve sürgün uzunluğu ile $P<0.05$ düzeyinde 2 adet olmak üzere ilişki belirlenmiştir.

Standart çimlenme ile depolama sonrası tohum partilerinin canlılıklarının tahmininde herhangi bir ilişki tespit edilmemiştir. Diğer bir ifadeyle SÇ değeri olarak yüksek çimlenme değerlerine sahip olan tohum partileri depolama sonrası çimlenme yüzdelerinde önemli farklılıklar göstermiştir. Bu sonuç tohum gücü tanımının temelini oluşturan fizyolojik temele uygun olarak tohum gücü testlerinin gerekliliğini ortaya koymaktadır (Copeland ve McDonald 2001). SÇ testinin yetersizliğinin tarla çıkış oranında ve depolama sürecinde tohum partileri arasında daha belirgin olduğu gerçeği de bu konuda yapılmış çok sayıdaki araştırma ile kanıtlanmıştır (Powell ve Matthews 2012).



6. SONUÇ

Bu tez, tatlı mısırdaki tarla çıkışı ve depolama sonrası çimlenmenin farklı güç testleri ile tahmin edilmesini öngörmek için yürütülmüştür. Sonuçlar, tarla çıkışı ile depolama sonrası çimlenmede farklı güç testlerinin farklı düzeylerde anlamlılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Testler içinde her iki koşulda da en başarılı olanlar soğuk test ve hızlı yaşlandırma testleri olmuştur. Yüksek düzeyde ($P<0.01-0.001$) anlamlılığı dikkate alırsak soğuk test tarla çıkışında 6, HYT 4 adet anlamlılık sağlamıştır. Depolama sonrası çimlenmede ise bu değerler sırasıyla 4 ve 5 olmuştur. Standart çimlenme ve KÇ testleri tarla çıkışıyla ilişkili kombinasyonlar vermekle beraber depolama çimlenmesinde Eİ testi de dahil, $P<0.01-0.001$ düzeyinde hiç anlamlılık sağlanmamıştır. Dolayısıyla hem tarla hem de depolama çimlenmesi bakımından ST ve HYT testleri tatlı mısırdaki güç testi olarak kullanım potansiyeline sahiptir. Bu testler içinde de soğuk testte ST48, STN, HYT’de ise HYT72 önerilebilecek testler olarak öne çıkmaktadır. Çalışmada kullanılan 8 tohum partisinden daha yüksek sayıda tohum partisi kullanılarak öngörülen testlerin teyit edilmesi daha detaylı sonuçlar alınması bakımından önemlidir. Öte yandan bu tezde, elde edilen bilgi ve bulguların aynı konudaki çalışmalara ışık tutması bakımından son derece önemli olacaktır.

KAYNAKLAR

- Abdullah, W.D. 1988. Factors affecting seed quality in long bean (*Vigna sesquipedalis* L Fruhw) and French bean (*Phaseolus vulgaris* L). Unpublished MSc thesis University of Aberdeen.
- Abdullah, W.D. Powell, A.A. ve Matthews, S. 1991. Association of differences in seed vigour in long bean (*Vigna sesquipedalis* L Fruhw) with testa colour and imbibition damage. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 116, 259-264.
- Ajayi, S. A., Rühl, G. ve 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.
- Anderegg, J. ve Guthrie, J. W. 1981. Seedborne *Fusarium moniliforme* and seedling infection in hybrid sweet corn. *Phytopathology*, 71(11), 1196-1198.
- Andrew, R. H. 1982. Factors influencing early seedling vigor of *shrunk-2* Maize 1. *Crop science*, 22(2), 263-266.
- Anonim, 2023. Tarım ve Orman Bakanlığı Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alan ve üretim miktarları (Seçilmiş ürünlerde), 2001-2021. Web Sitesi: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> Erişim Tarihi: 10.01.2023.
- Anonymous, 2015. Web Sitesi: <http://skipthepie.org/>. Erişim Tarihi: Eylül, 2015.
- Anonymous, 2020. FAO, Food and agriculture. <https://www.fao.org/faostat/en/#home>. ErişimTarihi:18.01.2022
- Anonymous, 2023. International Grains Council. Web sitesi: <https://www.igc.int/en/default.aspx>. Erişim Tarihi:31.03.2023.
- AOSA, I. 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No. 32 to the Handbook on Seed Testing. Association of Official Seed Analysis, East Lansing.
- Armstrong, D. L. 1998. Effects of potassium on crop maturity. *Better Crops*. 82, 9–11.
- Artola, A. ve Carrillo-Castañeda, G. 2005. The bulk conductivity test for birdsfoot trefoil seed. *Seed Science and Technology*, 33(1), 231-236.
- Baalbaki, R., Elias, S., Marcos Filho, J. ve McDonald, M. B. 2009. Seed vigor testing handbook: contribution n. 32 to The Handbook on Seed Testing.
- 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.

- Berger, R. D. ve Wolf E. A. 1974. Control of seedborne and soilborne mycoses of 'Florida Sweet' corn by seed treatment. *Plant Dis. Rpt.* 58, 922-923.
- Berjak, P. ve Villiers, T. A. 1972. Ageing in plant embryos II. Age-induced damage and its repair during early germination. *New Phytologist*, 71(1), 135-144.
- Borowski, A. M., Fritz, V. A. ve Waters, L. 1995. Seed maturity and desiccation affect carbohydrate composition and leachate conductivity in *shrunk-2* sweet corn. *HortScience*, 30(7), 1396-1399.
- Boyer, C. D. ve Shannon, J. C. 1983. The use of endosperm genes for sweet corn improvement. *Plant Breeding Reviews*, 1, 139-161.
- Bruggink, H., Kraak, H. L., Dijkema, M. H. G. E. ve Bekendam, J. 1991. Some factors influencing electrolyte leakage from maize (*Zea mays* L.) kernels. *Seed Science Research*, 1(1), 15-20.
- Burris, J. S. 1975. Seedling vigor ve its effect on field production of corn. *Proc. 30th Annu. Corn Sorghum Res. Conf. (ASA)* 1975, 185-195.
- Burris, J. S. 1976. Seed/seedling vigor and field performance. *Journal of Seed Technology*, 1(2), 58-74.
- Burris, J. S. ve Navratil, R. J. 1979. Relationship between laboratory cold-test methods and field emergence in maize inbreds 1. *Agronomy Journal*, 71(6), 985-988.
- Carey, E. E., Rhodes, A. M. ve Dickinson, D. B. 1982. Postharvest Levels of Sugars and Sorbitol in Sugary Enhancer (*su, se*) and Sugary (*su, se*) Maize1. *HortScience*, 17(2), 241-242.
- Castillo, A. G., Hampton, J. G. ve Coolbear, P. 1993. Influence of seed quality characters on field emergence of garden peas (*Pisum sativum* L.) under various sowing conditions. *New Zealand journal of crop and horticultural science*, 21(2), 197-205.
- Chen, S. L. 2003. A study on the relation between corn seed vigour and field seedling characters. *Seed* 4, 35-37.
- Ching, T. M. ve Schoolcraft, I. 1968. Physiological and Chemical Differences in Aged Seeds 1. *Crop Science*, 8(4), 407-409.
- Copeland, L.O. ve McDonald, M. B. 1995. *Principles of Seed Science and Technology*. Chapman and Hall, New York, USA.
- Copeland, L. O. ve McDonald, M. B. 2001. Seed vigor and vigor testing. *Principles of Seed Science and Technology*, 165-191.

- Crocker, W. ve Groves, J. F. 1915. A method of prophesying the life duration of seeds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1(3), 152-155.
- Davidson, K. G. V., Moore, F. D., Roos, E. E., Nath, S. ve Sowa, S. 1994. Comparison of seed-quality indices resulting from single-seed electroconductivity measurements. *HortScience*, 29(10), 1158-1163.
- Dell'Aquila, A. 2007. Towards new computer imaging techniques applied to seed quality testing and sorting. *Seed Science and Technology*, 35(3), 519-538.
- Delouche, J. C., Caldwell, W. P. 1960. Seed vigor and vigor tests. *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts* 50, 124-129.
- Delouche, J. C. ve 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. ve 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., Ashirov, A. M., ve Mavi, K. 2010. Effect of seed production environment and time of harvest on tomato (*Lycopersicon esculentum*) seedling growth. *Research Journal of Seed Science*, 3(3), 160-169.
- Demir, I., Celikkol, T., Sarıkamış, G. ve Eksi, C. 2011. Vigor tests to estimate seedling emergence potential and longevity in *Viola* seed lots. *HortScience*, 46(3), 402-405.
- Demir, İ., Çelikkol, T., Sarıkamış, G. ve Ekşi, C. 2011. Vigor tests to estimate seedling emergence potential and longevity in *viola* seed lots. *Hortscience*, 46(3), 881-886.
- Demir, I., Kenanoglu, B. B. ve 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. ve 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. ve Gokdas, Z. 2020b. Seed vigour evaluation in petunia seed lots to predict seedling emergence and longevity. *Seed Science and Technology*, 48(3), 391-400.
- Dias, D. C. F. S., Marcos-Filho, J. ve Carmello, Q. A. 1996. Potassium leakage test for the evaluation of vigour in soybean seeds. *Seed Science and Technology*, 25, 7-18.

- Dickerson, W. G. 1996. Home and Market Garden Sweet Corn Production. http://aces.nmsu.edu/pubs/_h/h-223.pdf (erişim tarihi: 07.03.2017).
- Doijode, S. D. 2006. Seed quality in vegetable crops. Handbook of seed science and technology, 677-701.
- Duke, S. H. ve Kakefuda, G. 1981. Role of the testa in preventing cellular rupture during imbibition of legume seeds. Plant Physiology, 67, 449-456.
- Duke, S. H., Kakefuda, G. ve Harvey, T. M. 1983. Differential leakage of intracellular substances from imbibing soybean seeds. Plant Physiology, 72(4), 919-924.
- Dutra, A. S. ve Vieira, R. D. 2006. Accelerated ageing test to evaluate seed vigor in pumpkin and zucchini seeds. Seed Science and Technology, 34(1), 209-214.
- Egli, D. B. ve Rucker, M. 2012. Seed vigor and the uniformity of emergence of corn seedlings. Crop Science, 52(6), 2774-2782.
- Egli, D. B. ve TeKrony, D. M. 1995. Soybean seed germination, vigor and field emergence. Seed Science and Technology (Switzerland). 23(3).
- Elias, S. 2006. Seed quality testing. Handbook of Seed Science and Technology, 561-601.
- Ellis, R. H. ve Roberts, E. H. 1980. Improved equations for the prediction of seed longevity. Annals of Botany, 45(1), 13-30.
- Ellis, R. H. 1992. Seed and seedling vigour in relation to crop growth and yield. Plant growth regulation, 11, 249-255.
- Ermis, S., Karslıoğlu, M., Özden, E. ve 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., Oktem, G., Mavi, K., Hay, F. R. ve Demir, I. 2022. The radicle emergence test and storage longevity of cucurbit rootstock seed lots. Seed Science and Technology, 50(1-2), 1-10.
- Fick, G. L. ve Hibbard, R. P. 1926. A Method For Determining Seed Viability By Electrical Con-Ductivity Measurements. Papers of the Michigan Academy of Science, Arts, and Letters, 5, 95-103.
- Funk, C. R., Anderson, J. C., Johnson, M. W. ve Atkinson, R. W. 1962. Effect of seed source and seed age on field and laboratory performance of field corn 1.crop science, 2(4), 318-320.
- Geçit, H. H., Çiftçi, C. Y., Ünver, İkincikarakaya, S. ve Kaya, M. 2009. Tarla Bitkileri. A.Ü.Z.F. Ders Kitabı, 521.

- Gençkan, M.S. 1983. Forage Crops Agriculture (Yem Bitkileri Tarımı), Ege University Zir. Fak. Yay 467, 212-215.
- Graven, L. M. ve Carter, P. R. 1990. Seed size/shape and tillage system effect on corn growth and grain yield. Journal of Production Agriculture, 3(4), 445-452.
- Guloksuz, T., ve Demir, I. 2012. Vigor tests in geranium, salvia, gazania and impatiens seed lots to estimate seedling emergence potential in modules. Propagation of Ornamental Plants, 12(3), 133-138.
- Guzman, V. L., Wolf, E. A. ve Martin, F. G. 1983. Effect of compensated-rate seeding and seed protectants on yield and quality of a *shrunk-2* sweet corn hybrid. HortScience, 18(3), 338-340.
- Halfon-Meiri, A. ve Solel, Z. 1990. Factors affecting seedling blight of sweet corn caused by seedborne *Penicillium oxalicum*. Plant Disease, 74(1), 36-39.
- Hamidi, A., H. Niamanesh, B. Motishar, E. Rezvani, B. Oskoi, V. Askari ve J. Rezazadeh. 2013. Determination of best suitable seed vigor test for various maize (*Zea mays* L.) hybrids. Final research report. Seed and Plant Certification and Registration Institute of Iran (in Persian with English abstract).
- Hampton, J. G. ve Coolbear, P. 1990. Potential versus actual seed performance can vigour testing provide an answer? Seed science and technology, 18(2), 215-228.
- Hampton, J.G. ve TeKrony, D.M. 1995. Handbook of Vigour Test Methods. Third Edition. International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.
- Hampton, J. G. 2002. What is seed quality? Seed science and technology, 30(1), 1-10.
- 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.
- Hepburn, H. A., Powell, A.A. ve Matthews, S. 1984. Problems associated with the routine application of electrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of peas and soyabeans. Seed Science and Technology, 12, 403-413.
- Hibbard, R.P. ve Miller, E.V. 1928. Biochemical studies on seed viability I Measurements of conductance and reduction. Plant Physiology, 3, 335-352.
- 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, 2012. International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- ISTA, 2020. International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- Jianhua, Z. ve McDonald, M.B. 1997. The saturated salt accelerated aging test for small seeded crops. *Seed Science and Technology*. 25, 123-131.
- Johnson, R. R. ve Wax, L. M. 1981. Stand establishment and yield of corn as affected by herbicides and seed vigor 1. *Agronomy Journal*, 73(5), 859-863.
- Joosen, R. V., Kodde, J., Willems, L. A., Ligterink, W., Van Der Plas, L. H. ve Hilhorst, H. W. 2010. GERMINATOR: a software package for high-throughput scoring and curve fitting of Arabidopsis seed germination. *The Plant Journal*, 62(1), 148-159.
- Keys, R. D. 1982. Dynamic conductometric analysis of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seed leachate using the CASAS (computerized automated seed analysis system). *J. Seed Technology*. 7(1), 36-59.
- Khajeh-Hosseini, M., Lomholt, A., ve 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 Science and Technology*, 37(2), 446-456.
- Kırtok, Y. 1998. Mısır Üretimi ve Kullanımı. Kocaoluk Yayınevi, İstanbul, 35 s.
- Koçak, A.N. 1987. Mısırın İnsan Gıdası Olarak Önemi ve Gıda Endüstrisindeki Yeri. Türkiye’de Mısır Üretiminin Geliştirilmesi, Problemler ve Çözüm Yolları Sempozyumu. TARM, Ankara.
- 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.
- Lee, C. Y., McCoon, P. E. ve LeBowitz, J. M. 1981. Vitamin A value of sweet corn. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 29(6), 1294-1295.
- Larsen, S.U., Poulsen, F.V., Eriksen, E.N. ve Pedersen, H. 1998. The influence of seed vigour on field performance and the evaluation of the applicability of the controlled deterioration vigour test in oilseed rape (*Brassica napus*) and pea (*Pisum sativum*). *Seed Science and Technology*, 26, 627-641.
- Laughnan, J. R. 1953. The effect of the *sh2* factor on carbohydrate reserves in the mature endosperm of maize. *Genetics*, 38(5), 485.
- Lerner, B. R. ve Dana, M. N. 2007. Growing Sweet Corn. HO-98. pdf. Purdue University Cooperative Extension Service.

- Loeffler, T. M., TeKrony, D. M. ve Egli, D.B. 1988. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. *Journal of Seed Technology*, 12, 37-53.
- Lovato, A. ve Balboni, N. 1997. Seed vigour in maize (*Zea mays* L.). Two-year laboratory and field tests compared. *Italian Journal of Agronomy* 1, 1-6.
- Lovato, A., Noli, E. ve 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. ve Hu, J. 2015. Single counts of radicle emergence provides an alternative method to test seed vigour in sweet corn. *Seed Science and Technology*, 43(3), 519-525.
- Luo, Y., Lin, C., Huang, Y.T., Guan, Y.J. ve 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. ve 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.
- Mao, P. S., Zhang, X. Y., Sun, Y., Zhang, W. X. ve Wang, Y. W. 2013. Relationship between the length of the lag period of germination and the emergence performance of oat (*Avena sativa*) seeds. *Seed Science and Technology*, 41(2), 281-291.
- Marcos-Filho, J. 2015. Seed vigor testing: An overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola*. 72 (4), 363-374.
- 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.
- Martin, B. A., Smith, O. S. ve O'neil, M. 1988. Relationships between laboratory germination tests and field emergence of maize inbreds. *Crop Science*, 28(5), 801-805.
- Matthews, S. ve 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. ve W.T. Bradnock. 1968. Relationship between seed exudation and field emergence in peas and French beans. *Hort. Res.* 8, 89-93.
- Matthews, S. ve Carver, M. F. F. 1971. Further studies on rapid seed exudate tests indicative of potential field emergence. *Proceedings of the International Seed Testing Association*, 36, 307-12.

- Matthews, S. ve 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. 1980. Controlled deterioration: a new vigour test for crop seeds. In *Seed Production*, (ed P. Hebblethwaite). 647-660. Butterworths, London.
- 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. ve 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. ve 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 Science and Technology*, 35(1), 200-212.
- Matthews, S., El-Khadem, R., Casarini, E., Khajeh-Hosseini, M., Nasehzadeh, M. ve Wagner, M. H. 2010. Rate of physiological germination compared with the cold test and accelerated ageing as a repeatable vigour test for maize. *Seed Science and Technology*, 38(2), 379-389.
- Matthews, S. ve Powell, A. A. 1981. Electrical conductivity test. In *Vigour Test Handbook*. (ed. D. A. Perry), 37-41, International Seed Testing Association, Zurich.
- Matthews, S. ve Powell, A. 2006. Electrical conductivity vigour test: physiological basis and use. *Seed Testing International*, 131(131), 32-35.
- Matthews, S. ve Powell, A. 2011. Towards automated single counts of radicle emergence to predict seed and seedling vigour. *Seed Science Research*, (142), 5.
- Matthews, S., Beltrami, E., El-Khadem, R., Khajeh-Hosseini, M., Nasehzadeh, M., ve Urso, G. 2011a. Evidence that time for repair during early germination leads to vigour differences in maize. *Seed Science and Technology*, 39(2), 501-509.
- Matthews, S., Wagner, M. H., Ratzenboeck, A., Khajeh-Hosseini, M., Casarini, E., El-Khadem, R. ve Powell, A. A. 2011b. Early counts of radicle emergence during germination as a repeatable and reproducible vigour test for maize. *Seed Testing International*, (141), 39-45.
- Matthews, S., Noli, E., Demir, I., Khajeh-Hosseini, M. ve Wagner, M. H. 2012a. Evaluation of seed quality: from physiology to international standardization. *Seed Science Research*, 22(1), 69-73.
- Matthews, S., Wagner, M. H., Kerr, L., McLaren, G. ve Powell, A. A. 2012b. Automated determination of germination time courses by image capture and early counts of

radicle emergence lead to a new vigour test for winter oilseed rape (*Brassica napus*). Seed Science and Technology, 40(3), 413-424.

Matthews, S., Wagner, M. H., Kerr, L. ve 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. 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. ve Matthews, S. 2010. Mean germination time estimates the relative emergence of seed lots of three cucurbit crops under stress conditions. Seed Science and Technology, 38(1), 14-25.

Mavi, K., Powell, A. A. ve 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 Science and Technology, 44(2), 393-409.

McDonald, M. B. ve Phaneendranath, B. R. 1978. A modified accelerated aging seed vigor test for soybeans. Journal of Seed Technology, 3(1), 27-37.

McDonald, M. B. 1993. The history of seed vigor testing. Journal of Seed Technology, 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. ve 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.

McDonald M. B. ve 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.

Mondo, V. H. V., Cicero, S. M., Dourado-Neto, D., Pupim, T. L. ve Dias, M. A. N. 2013. Effect of seed vigor on intraspecific competition and grain yield in maize. Agronomy Journal, 105(1), 222-228.

Moore, R. P. ve Goodsell, S. F. 1965. Tetrazolium test for predicting cold test performance of seed corn 1. Agronomy Journal, 57(5), 489-491.

- Mousavi, R., Aboutaleblian, M. A. ve Sepehri, A. 2012. The effects of on-farm seed priming and planting date on emergence characteristics, yield and yield components of a corn cultivar (SC 260) in Hamedan. *Annals of Biological Research*, 3(9), 4427-4434.
- Munamava, M. R., Goggi, A. S. ve Pollak, L. 2004. Seed quality of maize inbred lines with different composition and genetic backgrounds. *Crop Science*, 44, 542-548.
- Nijenstein, J. H., ve Kruse, M. 2000. The potential for standardisation in cold testing of maize (*Zea mays* L.). *Seed Science and Technology*, 28(3), 837-851.
- 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.
- Obendorf, R. L. ve Hobbs, P. R. 1970. Effect of seed moisture on temperature sensitivity during imbibition of soybean. *Crop Science*, 10, 563-566.
- Oliveira, M. D. A., Matthews, S. ve Powell, A. A. 1984. The role of split seed coats in determining seed vigour in commercial seed lots of soyabean, as measured by the electrical conductivity test. *Seed Science and Technology*, 12, 659-668.
- Osborne, D. J. 1983. Biochemical control systems operating in the early hours of germination. *Canadian Journal of Botany*, 61, 3568-3577.
- Ouda, S. A., Taha, A. M. ve Ibrahim, M. M. 2015. Water management for maize grown in sandy soil under climate change conditions. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 61(3), 299-311.
- Ozden, E., Mavi, K., Sari, E. ve 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.
- Ozden, E., Ozdamar, C., ve 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 Cluj-Napoca*, 46(1), 177-182.
- Ozden, E., Ermis, S., ve 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.
- Ozden, E., Memiş, N., Gökdaş, Z., Çatıkkaş, E. ve 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.

- Ozden, E., Memis, N., Kenanoglu, B. B. ve 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.
- Özata E., Geçit, H. H. ve Ünver, İkincikarakaya, S. 2016. Orta Karadeniz Ekolojik Koşullarında Şeker Mısırd (Zea mays saccharata Sturt.) Değişik Ekim Sıklıkları ve Azot Dozlarının Verim Ögelerine Etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25(1), 74-80
- Özcan, S. 2009. Modern dünyanın vazgeçilmez bitkisi mısır: genetiği değiştirilmiş (transgenik) mısırın tarımsal üretime katkısı. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 2, 1-34.
- Öztürk, A., Özata, E., Erdal, Ş. ve Pamukçu, M. 2019. Türkiye’de özel mısır tiplerinin kullanımı ve geleceği. International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research, 2(1), 75-90.
- Parera, C. A. ve Cantliffe, D. J. 1991. Improved germination and modified imbibition of *shrunk-2* sweet corn by seed disinfection and solid matrix priming. Journal of the American society for Horticultural Science, 116(6), 942-945.
- Parera, C. A., Cantliffe, D. J., Stoffella, P. J. ve Scully, B. T. 1995. Field emergence of *shrunk-2* corn predicted by single-and multiple-vigor laboratory tests. Journal of the American Society for Horticultural Science, 120(1), 128-132.
- Parish, D. J. ve Leopold, A. C. 1978. On the mechanism of aging in soybean seeds. Plant Physiology. 61, 365–368.
- Perry, D. A. 1978b. Problems of the development and application of vigour tests to vegetable seeds. Acta Horticulturae, 83, 141-146
- Peterson, J. M., Perdomo, J. A. ve Burris, J. S. 1995. Influence of kernel position, mechanical damage and controlled deterioration on estimates of hybrid maize seed quality. Seed Science and Technology (Switzerland).
- Pieczarka, D. J. ve Wolf, E. A. 1978. Increased stand of 'Florida Staysweet' corn by seed treatment with fungicides. In Proceedings of the Florida State Horticultural Society. 91, 290-290.
- Pollock, B. M. 1969. Imbibition temperature sensitivity of lima beans controlled by initial seed moisture. Plant Physiology, 44, 907-911.
- Powell, A. A., Matthews S. 1977. Deteriorative changes in pea seeds (*Pisum sativum* L.) stored in humid or dry conditions. Journal of Experimental Botany, 28, 225-234.
- Powell, A. A. ve Matthews, S. 1978. The damaging effect of water on dry pea embryos during imbibition. Journal of Experimental Botany, 29(5), 1215-1229.

- Powell, A. A., Oliveira, M. A. ve Matthews, S. 1986a. Seed vigour in cultivars of dwarf French bean (*Phaseolus vulgaris*) in relation to the colour of the testa. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 109, 419-425.
- Powell, A. A. 2006. Seed vigor and its assessment. Handbook of seed science and technology, The Haworth Press, inc. 603-648.
- Powell, A. A. ve Matthews, S. 2012. Seed aging/repair hypothesis leads to new testing methods. Seed Technology, 15-25.
- Powell, A. A. ve Matthews, S. 2013. Radicle emergence test: physiological basis and development guidelines for new species. Seed Testing International, 146, 41-43.
- Priestley, J. T. 1958. Relation of protoplast permeability to cotton seed viability and predisposition to seedling disease. Plant Disease Reporter, 42(7), 852.
- Qiao, Y. X., Gao P. P., Ma, J. H., Zhou. J. P. ve Ma, J. P. 2003. Study on physiological characteristics and seed activity changes of two maize inbreds in ageing course. Acta Agronomica Sinica 29(1), 123-127.
- Ram, C. ve Wiesner, L. E. 1988. Effects of artificial ageing on physiological and biochemical parameters of seed quality in wheat. Seed science and technology. 16(3), 579-587.
- Rezvani, E., Ghaderi-Far, F., Hamidi, A. ve Soltani, E. 2017. Appropriate vigor tests for evaluating maize seed for subtropical and tropical areas. Seed Technology, 57-67.
- 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.
- Sade, B. 2002. Mısır tarımı. Konya Ticaret Borsası, Yayın, (1).
- Sako, Y., McDonald, M. B., Fujimura, K., Evans, A. F. ve Bennett, M. A. 2001. A system for automated seed vigour assessment. Seed Science and Technology, 29(3), 625-636.
- Santipracha, W., Santipracha, Q. ve Wongvardom, V. 1997. Hybrid corn seed quality and accelerated aging. Seed science and technology, 25, 203-208.
- Schroth, M. N. ve Cook, R. J 1964. Seed exudation and its influence on pre-emergence damping off of bean. Phytopathology, 53, 809-812.
- Shah, F. S., Watson, C. E. ve Cabrera, E. R. 2002. Seed vigor testing of subtropical corn hybrids. Research Report. 23 (2), 1-5
- Shieh, W. J. ve McDonald M.B. 1982. The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. Seed Science and Technology. 10, 307-313.

- Singh, I., Langyan, S. ve Yadava, P. 2014. Sweet corn and corn-based sweeteners. Sugar tech, 16, 144-149.
- Sivritepe, H. Ö. 2012. Tohum gücünün değerlendirilmesi. Alatarım Dergisi, 11(2), 33-44.
- Sivritepe, H. O., Sivritepe, N. ve Senturk, B. 2016. Correlations between viability and different vigour tests in maize seeds. International Journal of Agriculture and Environmental Research, 2(6), 1891-1898.
- 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.
- Styer, R. C., Cantliffe, D. J. ve Hannah, L. C. 1980. Differential seed and seedling vigor in *shrunk-2* compared to three other genotypes of corn at various stages of development. Journal of the American Society for Horticultural Science, 105(3), 329-332.
- Styer, R. C. ve Cantliffe, D. J. 1983a. Relationship between environment during seed development and seed vigor of two endosperm mutants of corn. Journal of the American Society for Horticultural Science, 108(5), 717-720.
- Styer, R. C. ve Cantliffe, D. J. 1983b. Changes in seed structure and composition during development and their effects on leakage in two endosperm mutants of sweet corn. Journal of the American Society for Horticultural Science, 108(5), 721-728.
- Styer, R. C. ve Cantliffe, D. J. 1984. Infection of two endosperm mutants of sweet corn by *Fusarium moniliforme* and its effect on seedling vigor. Phytopathology, 74(2), 189-194.
- Tao, J.L., Zheng, G.H. 1991. Seed vigour. Beijing, Science Press. 60-95.
- 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 no-tillage field performance. I. Field emergence. Crop Science, 29(6), 1523-1528.
- TeKrony, D. M., Egli, D. B. ve Wickham, D. A. 1989b. Corn seed vigor effect on no-tillage field performance. II. Plant growth and grain yield. Crop Science, 29(6), 1528-1531.
- Tekrony, D. M. 2003. Precision is an essential component in seed vigour testing. Seed Science and Technology, 31(2), 435-447.
- TeKrony, D. M., Schande, T., Rucker, M. ve 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. ve Powell, A. A. 1992. Short term aerated hydration for the improvement of seed quality in *Brassica oleracea* L. Seed Science Research, 2, 41-49.
- Tracy, W. F. ve Juvik, J. A. 1988. Electrolyte leakage and seed quality in a *shrunk-2* maize selected for improved field emergence. HortScience, 23(2), 391-392.
- Vasquez-Ramos, J. M. ve Sanchez, M. de la. 2003. The cell cycle and seed germination. Seed Science Research, 13, 113-130.
- 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.
- Wagner, M., Demilly, D., Ducournau, S., Dürr, C. ve Léchappé, J. 2011. Computer vision for monitoring seed germination from dry state to young seedlings. Seed Test, 142, 49-51.
- 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.
- Wann, E. V. 1980. Seed vigor and respiration of maize kernels with different endosperm genotypes. 1. Journal of the American Society for Horticultural Science, 105(1), 31-34.
- 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.
- Wattanakulpakin, P., Sattayasamitsathit, S. ve Thongsri, K. 2023. Relationship between Seed Qualities and Storage Periods of Three Sweet Corn Varieties. 1. Thai Agricultural Research Journal, 41(1), 60-69.
- Wilson Jr, D. O. ve Trawatha, S. E. 1991. Physiological maturity and vigor in production of 'Florida Staysweet'*shrunk-2* sweet corn seed. Crop Science, 31(6), 1640-1647.
- Wilson Jr, D. O., Alleyne, J. C., Shafii, B. ve Mohan, S. K. 1992. Combining vigor test results for prediction of final stand of *shrunk-2* sweet corn seed. Crop Science, 32(6), 1496-1502.
- Woltz, J. M. ve TeKrony, D. M. 2001. Accelerated aging test for corn seed. Seed Technology, 23, 21-34.
- Wulansari, R., Farhana, B. ve Fajrina, N. 2023. Field emergence test in relation to laboratory seed quality tests of sweet corn seed. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing, 1160 (1), 12017.

- Yaklich, R. W., Kulik, M. M. ve Anderson, J. D. 1979. Evaluation of vigor tests in soybean seeds: relationship of ATP, conductivity, and radioactive tracer multiple criteria tests to field performance. *Crop Science*, 19, 806-810.
- Yamauchi, M. ve 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. ve 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.
- Yıldırım, G. H. ve Öner, F. 2020. Mısır tanesinin fiziksel ve besinsel yapısı. *Harman Dergisi*, 97, 2-7.
- 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 Physiology Communications* 41(4), 444-448.
- Zhao, G., Sun, Q. ve 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.