

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**KÖKÇÜK ÇIKIŞ TESTİNİN TİCARİ SEBZE TOHUM PARTİLERİNDE
ÇİMLENME ORANI VE FİDE ÇIKIŞ ORANININ TAHMİNİNDE
KULLANILMASI**

Serpil MİS

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2022**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

KÖKÇÜK ÇIKIŞ TESTİNİN TİCARİ SEBZE TOHUM PARTİLERİNDE ÇİMLENME ORANI VE FİDE ÇIKIŞ ORANININ TAHMİNİNDE KULLANILMASI

Serpil MİS

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim DEMİR

Bu araştırmada KÇO (kökçük çıkış oranı) testinin karpuz, hıyar, marul, havuç ve biberde normal çimlenme ve fide çıkış oranının tahmininde kullanımı test edilmiştir. İlk aşamada her bir türe ait tohum partileri farklı saatlerde yaşlandırılarak KÇO ile normal çimlenme değerleri arasında regresyon ilişkisi saptanmıştır. Karpuzda 74 s, hıyarda 44 s, marulda 40 s, biberde 132 s KÇO sayımları, normal çimlenme oranları ile $p < 0.005$ ve üzerinde istatistiksel olarak anlamlılık bulunmuştur. İlk aşamada oluşturulan regresyon eğrisine göre karpuz için $y = 47.478 + 0.4469x$, hıyar için $y = 73.555 + 0.2228x$, marul için $y = 54.800 + 0.3604x$, havuç için $y = 34.749 + 0.5538x$, biber için $y = 42.013 + 0.8116x$ formülleri elde edilmiştir. İkinci aşamada elde edilen formüller karpuzda 12, hıyarda 10, marulda 11, havuçta 10, biberde 9 ticari tohum partisinde normal çimlenme ve fide çıkış oranını tahminde kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar (karpuz $R^2 = 0.862/0.802$, hıyar $R^2 = 0.909/0.773$, marul $R^2 = 0.919/0.836$, havuç $R^2 = 0.746/0.617$, biber $R^2 = 0.852/0.886$) belirtilen saatlerde KÇO sayımları ile normal çimlenme/fide çıkış oranının istatistiksel olarak yüksek düzeyde tahmin edebildiğini göstermiştir. KÇO testinin tohum kalite testi olarak hızlı, basit ve etkili bir test olduğu sonucuna varılmıştır.

Mart 2022, 86 sayfa

Anahtar kelimeler: Kökçük çıkış testi, normal çimlenme, fide çıkış oranı, tohum kalite testi

ABSTRACT

Ph.D.Thesis

USING RADICLE EMERGENCE TEST FOR ESTIMATING NORMAL EMERGENCE AND SEEDLING EMERGENCE PERCENTAGE IN COMMERCIAL VEGETABLE SEED LOTS

Serpil MİS

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

Supervisor: Prof.Dr. İbrahim DEMİR

This research was conducted to test radicle emergence (RE) test in watermelon, cucumber, lettuce, carrot, and pepper seeds to relate normal germination and seedling emergence percentage. One lot in each species was aged the at different hours at 45°C 100% relative humidity to get the relation with RE and normal germination percentages. The best RE test hours were found as 74h, 44h, 40h, 120h and 132h in watermelon, cucumber, lettuce, carrot and pepper seeds respectively. Regression formulaes in between RE and MGT were determined as in watermelon $y=47.478 + 0.4469x$, cucumber $y=73.555 + 0.2228x$, lettuce $y=54.800 + 0.3604x$, carrot $y=34.749 + 0.5538x$ and pepper $y=42.013 + 0.8116x$. In the second part of the work, these equations were used in commercial lots of 12 watermelon, 10 cucumber, 10 carrot, 9 pepper, 11 lettuce, to predict normal germination / seedling emergence percentage, RE was related to seedling emergence percentage in watermelon ($R^2 = 0.862/0.802$), cucumber ($R^2 = 0.909/0.773$), lettuce ($R^2 = 0.919/0.836$), carrot ($R^2 = 0.746/0.617$), pepper ($R^2 = 0.852/0.886$) at statistically significant level ($p < 0.05$ - $p < 0.001$). As a conclusion, RE test can be considered as fast, easy, practical seed vigour test.

March 2022, 86 pages

Keywords: Radicle emergence tests, normal germination, seedling emergence percentage, seed quality test

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Kimi insanlar unutularlardan, kimi insanlar ise iz bırakanlardan olur. Gerek lisans gerekse yüksek lisans eğitim süresince unutulmayan, hatıramda iz bırakan ve yıllar sonra doktora eğitimimde tekrar öğrencisi olduğum sayın danışman hocam Prof. Dr. İbrahim DEMİR' e çok şey borçluyum.

Akademik eğitimim boyunca öğrencisi olmaktan büyük gurur duyduğum, yaşadığım zorluklara karşı desteğini ve anlayışını esirgemeyen, çalışmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını eksik etmeyen, akademik ilişkide olduğu kadar insani ilişkilerde de hayata bakış açısını örnek aldığım, engin fikirleri ile gelişmeye ve şekillenmeye katkıda bulunan danışman hocam Prof. Dr. İbrahim DEMİR' e (Ankara Üniversitesi) sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım. Doktora araştırmamın yürütülmesindeki her aşamada bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Hayrettin Kendir' e (Ankara Üniversitesi) ve Prof. Dr. Gölge SARIKAMIŞ' a (Ankara Üniversitesi) hocalarıma teşekkür ederim. Tez savunma jürisinde yer alan kıymetli hocalarım Prof. Dr. Kazım MAVİ' ye (Mustafa Kemal Üniversitesi), Dr. Öğr. Üyesi Burcu Begüm Kenanoğlu' na (Uşak Üniversitesi) katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Hayatımın zorlu süreçlerinden biri olan doktora tezimin gerçekleşmesinde emeği geçen, birlik ruhu bilinci ile büyük özveri göstererek yardımcı olan Tohum Bilimi Laboratuvar ekibi çalışanlarından başta Zeynep GÖKDAŞ' a, Kamer Ayça MAVİŞ' e, Neslihan KADIOĞLU' na, Merve BAYTEMİR' e, Elif KÜÇÜK' e, Yüksel OĞUZ' a çok teşekkür ederim. Çalışmalarımın her aşamasında manevi desteği ve yardımı ile hep yanımda olan canım arkadaşım Hatice ERDOĞAN' a, Fatma ÖZASLAN TURGUT' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezi, verdikleri terbiyeyi ve ahlakı bana miras bırakan, aramızdan ayrılan canım babam Celal MİS ve canım annem Firdevs MİS' e ithaf ediyorum... Ruhunuz şad olsun...Sizi hep özleyeceğim...

Serpil MİS
Ankara, Mart 2022

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ	6
2.1 Tohumda Kalite, Canlılık ve Güç Kavramları.....	6
2.2 Tohum Canlılık - Güç Testleri ve İlgili Çalışmalar	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	25
3.1 Materyal	25
3.2 Yöntem	26
3.2.1 Birinci aşama; kökçük çıkışı ile tohum canlılığı arasındaki regresyonun saptanması.....	26
3.2.2 İkinci aşama; 1. aşamada geliştirilen regresyon formülü ile her türde ticari tohum partilerinin normal çimlenme oranlarının tahmini.....	30
3.2.3 Üçüncü aşama; 1. aşamada geliştirilen regresyon formülü ile ticari tohum partilerinin fide çıkış oranlarının tahmini	32
3.2.4 İstatistiksel analiz	33
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	34
4.1 Karpuz.....	34
4.1.1 Birinci aşama; en uygun kökçük çıkış (KÇ) saatinin belirlenmesi.....	34
4.1.2 İkinci aşama; ticari tohum partilerinin normal çimlenme oranlarının (%) tahmini.....	37
4.1.3 Üçüncü aşama; ticari tohum partilerinin fide çıkış oranlarının (%) tahmini.....	39
4.2 Hıyar.....	41
4.2.1 Birinci aşama; en uygun kökçük çıkış (KÇ) saatinin belirlenmesi.....	41
4.2.2 İkinci aşama; ticari tohum partilerinin normal çimlenme oranlarının (%) tahmini.....	44

4.2.3 Üçüncü aşama; ticari tohum partilerinin fide çıkış oranlarının (%) tahmini.....	46
4.3 Marul.....	48
4.3.1 Birinci aşama; en uygun kökçük çıkış (KÇ) saatinin belirlenmesi	48
4.3.2 İkinci aşama; ticari tohum partilerinin normal çimlenme oranlarının (%) tahmini.....	51
4.3.3 Üçüncü aşama; ticari tohum partilerinin fide çıkış oranlarının (%) tahmini.....	53
4.4 Havuç.....	55
4.4.1 Birinci aşama; en uygun kökçük çıkış (KÇ) saatinin belirlenmesi	55
4.4.2 İkinci aşama; ticari tohum partilerinin normal çimlenme oranlarının (%) tahmini.....	58
4.4.3 Üçüncü aşama; ticari tohum partilerinin fide çıkış oranlarının (%) tahmini.....	60
4.5 Biber	62
4.5.1 Birinci aşama; en uygun kökçük çıkış (KÇ) saatinin belirlenmesi	62
4.5.2 İkinci aşama: ticari tohum partilerinin normal çimlenme oranlarının (%) tahmini.....	65
4.5.3 Üçüncü aşama: ticari tohum partilerinin fide çıkış oranlarının (%) tahmini.....	67
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	69
KAYNAKLAR	78
ÖZGEÇMİŞ.....	86

SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat Derece
%	Yüzde
R ²	Regresyon Katsayısı
r	Korelasyon
NaClO	Sodyumhipoklorit
mL	Mililitre
mm	Milimetre
cm	Santimetre
s	Saat

Kısaltmalar

HY	Hızlı Yaşlandırma
AOSA	Amerikan Tohum Test Birliği
KB	Kontrollü Bozulma
DNA	Deoksiriboz Nükleik Asit
EC	Elektriksel İletkenlik
FÇO	Fide Çıkış Oranı
FÇ	Fide Çıkışı
GADA	Glutamik Asit Deokarboksilaz Asit Testi
YSS	Yüksek Sıcaklık Stresi
ISTA	Uluslararası Tohum Test Birliği
KÇO	Kökçük Çıkış Oranı
Ki	Başlangıç Teorik Tohum Kalitesi
DSS	Düşük Sıcaklık Stresi
MDA	Malondialdehit
OFÇZ	Ortalama Fide Çıkış Zamanı
OÇZ	Ortalama Çimlenme Zamanı
İOÇZ	İlk Ortalama Çimlenme Zamanı
NÇO	Normal Çimlenme Oranı
P50	Yarı Canlılık Süresi

KÇ	Kökçük Çıkışı
SÇ	Standart Çimlenme
DTHY	Doymuş Tuz ile Hızlandırılmış Yaşlandırma
TTZ	Tetrazolium Testi
TÇO	Toplam Çimlenme Oranı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Tohum gelişimi ve depolama sırasında tohum canlılığı ve tohum gücündeki değişim (Perry 1978)	7
Şekil 2.2 Kökçük çıkışının tohum partileri arasında yaşlanma ile gecikmesi (Matthews vd. 2011).....	11
Şekil 3.1 Hızlı yaşlandırma ile farklı çimlenme yüzdesindeki tohum partilerinin oluşturulması	27
Şekil 3.2 Havuç ve marul türlerinde 2 mm kökçük çıkış sayımından görünüm (A havuç, B marul).....	28
Şekil 3.3 Birinci aşama çimlendirme denemelerinden görünüm (A hıyar, B karpuz, C marul, Ç havuç, D biber)	29
Şekil 3.4 İkinci aşama çimlendirme denemelerinden görünüm	30
Şekil 3.5 Çimlendirme testi normal/anormal sayımlardan görünüm (A hıyar, B havuç)	31
Şekil 3.6 Fide çıkış testi için toprak hazırlığı ve ekim çalışmalarından görünüm	32
Şekil 3.7 Fide çıkış testi, normal ve anormal fide sayımlarından görünüm (A havuç, B marul, C biber, Ç karpuz, D karpuz)	33
Şekil 4.1 Karpuz tohum partilerinin 74. saat kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve normal çimlenme oranı (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$	36
Şekil 4.2 Ticari karpuz tohum partilerinin geliştirilmiş regresyon formülü ile tahmin edilen ve gerçek normal çimlenme oranları arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$	38
Şekil 4.3 Ticari karpuz tohum partilerinde (12 adet) geliştirilen regresyon formülü ile tahmin edilen ve gerçek fide çıkış oranları (%) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$	40
Şekil 4.4 Hıyar tohum partilerinin 44. saat kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve normal çimlenme oranı (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$	43
Şekil 4.5 Ticari hıyar tohum partilerinin geliştirilmiş regresyon formülü ile tahmin edilen ve gerçek normal çimlenme oranları arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$	45

Şekil 4.6 Ticari hıyar tohum partilerinde (10 adet) geliştirilen formül ile tahmin edilen fide çıkış oranları (%) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$)	47
Şekil 4.7 Marul tohum partilerinin 40. saat kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve normal çimlenme oranı (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$	50
Şekil 4.8 Ticari marul tohum partilerinde geliştirilmiş formül ile tahmin edilen ve gerçek normal çimlenme oranlarının arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$)	52
Şekil 4.9 Ticari marul tohum partilerinde (11 adet) geliştirilen formül ile tahmin edilen gerçek fide çıkış oranları (%) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$)....	54
Şekil 4.10 Havuç tohum partilerinin 120. saat kökçük çıkış oranı (KÇO %) ve normal çimlenme oranı (NÇO %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$)	57
Şekil 4.11 Ticari havuç tohum partilerinde geliştirilmiş formül ile tahmin edilen ve gerçek normal çimlenme oranları arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$)	59
Şekil 4.12 Ticari havuç tohum partilerinde (10 adet) geliştirilen formül ile tahmin edilen ve gerçek fide çıkış oranları arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$)	61
Şekil 4.13 Biber tohum partilerinin 132. saat kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve normal çimlenme oranı (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$)	64
Şekil 4.14 Ticari biber tohum partilerinin geliştirilmiş formül ile tahmin edilen ve gerçek normal çimlenme oranları arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$)	66
Şekil 4.15 Ticari biber tohum partilerinde (9 adet) geliştirilen formül ile tahmin edilen ve gerçek fide çıkış oranları arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$)	68

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Araştırmanın ilk aşamasında hızlı yaşlandırma ile üretilerek sağlanan tür ve çeşitlerin üretim yılı ve 3.2.1.1' deki metotla her türde üretilen parti sayısı	25
Çizelge 3.2 Araştırmanın ikinci aşamasında kullanılan ve ticari firmalardan sağlanan tür ve çeşitlerin üretim yılı ve toplam parti sayıları.....	26
Çizelge 3.3 Çalışmanın birinci aşamasında hızlı yaşlandırma testinde kullanılan türlere göre uygulanan yaşlandırma saatleri ve toplam parti sayıları	28
Çizelge 4.1 Hızlı yaşlandırma ile oluşturulan 14 karpuz tohum partisinin KÇO değerleri (%) 56 ve 92 saat arasındaki değişimi ve 14. gün normal çimlenme yüzdeleri (NÇO, %).....	34
Çizelge 4.2 Karpuz tohum partilerinin farklı saatlerdeki KÇO değerleri ile son sayımdaki normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik dereceleri	36
Çizelge 4.3 Ticari karpuz tohum partilerinde 74. saat KÇO (%) değerleri ve normal çimlenme değerleri (NÇO, %)	37
Çizelge 4.4 Ticari karpuz tohum partisinde 74.saat kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve fide çıkış oranları (FÇO, %)	39
Çizelge 4.5 Hızlı yaşlandırma ile oluşturulan 14 hıyar tohum partisinin KÇO değerlerinin (%) 24 ve 56 saatler arasındaki değişimi ve 8. gün normal çimlenme yüzdeleri (NÇO, %).....	41
Çizelge 4.6 Hıyar tohum partilerinin farklı saatlerdeki KÇO değerleri ile son sayımdaki normal çimlenme (NÇO,%) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik dereceleri.....	42
Çizelge 4.7 Ticari hıyar tohum partilerinde 44. saat (KÇO, %) değerleri ve normal çimlenme değerleri (NÇO, %)	44
Çizelge 4.8 Ticari hıyar ticari tohum partilerinde 44.saat kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve fide çıkış oranları (FÇO, %)	46
Çizelge 4.9 Hızlı yaşlandırma ile oluşturulan 14 marul tohum partisinin KÇO değerlerinin (%) 16 ve 48 saatler arasındaki değişimi ve 7.gün normal çimlenme yüzdeleri (NÇO, %).....	48

Çizelge 4.10 Marul tohum partilerinin farklı saatlerdeki KÇO değerleri ile son sayımdaki normal çimlenme (NÇO,%) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik dereceleri	49
Çizelge 4.11 Ticari marul tohum partilerinde 40. saat KÇO (%) değerleri ve normal çimlenme değerleri (NÇO, %)	51
Çizelge 4.12 Ticari marul tohum partilerinde 40.saat kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve fide çıkış oranları (FÇO, %)	53
Çizelge 4.13 Hızlı yaşlandırma ile oluşturulan 14 havuç tohum partisinin KÇO değerinin (%) 80 ve 144 saatler arasındaki değişimi ve 14. gün normal çimlenme yüzdeleri (NÇO, %)	55
Çizelge 4.14 Havuç tohum partilerinin farklı saatlerdeki KÇO değerleri ile son sayımdaki normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik dereceleri	57
Çizelge 4.15 Ticari havuç tohum partilerinde 120. saat KÇO (%) değerleri ve normal çimlenme değerleri (NÇO, %)	58
Çizelge 4.16 Ticari havuç tohum partilerinde 120.saat kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve fide çıkış oranları (FÇO, %)	60
Çizelge 4.17 Hızlı yaşlandırma ile oluşturulan 14 biber tohum partisinin KÇO değerlerinin (%) 72 ve 138 saat arasındaki değişimi ve 14. gün normal çimlenme yüzdeleri (NÇO, %)	62
Çizelge 4.18 Biber tohum partilerinin farklı saatlerdeki KÇO değerleri ile son sayımdaki normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik dereceleri	63
Çizelge 4.19 Ticari biber tohum partilerinde 132. saat KÇO (%) değerleri ve normal çimlenme değerleri (NÇO, %)	65
Çizelge 4.20 Ticari biber tohum partilerinde 132. saat kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve fide çıkış oranları (FÇO, %)	67
Çizelge 5.1 Tezde saptanan her türe ait en uygun KÇO saati, belirlenen formül ve bunun ticari tohum partilerindeki normal çimlenme (NÇO,%) ve fide çıkış oranı (FÇO, %) ile ilgili R^2 değerleri	74

1. GİRİŞ

Tohum gıda zincirinin ilk halkasıdır. Biyolojik çeşitliliğin ve kültürel farklılığın temelini oluşturmaktadır. Bitkisel üretimin ana materyali olan tohum, ülkelerin tarım sektörleri açısından vazgeçilmez stratejik önemini yüklenmiştir. Tohum sadece tarımsal bir girdi olmamakla beraber teknoloji kullanılarak elde edilen ve ticaret alanında yüksek gelir getiren ekonomik değere sahip bir üründür. Bilindiği üzere, tohum: “Bitkilerde dölleme sonucu oluşan embriyo, embriyo yedek besin maddesi ve tohum kabuğunu taşıyan generatif üreme organı” olarak, tohumluk ise: “Yeni bir bitki oluşturma potansiyeline sahip her türlü canlı materyal” olarak tanımlanmaktadır (Avcı 2018). Kaliteli tohum kullanılmasıyla, tarımsal üretimde %20 ile %100’ü aşan oranlarda verim artışı sağlanabilmektedir (Kün vd. 1995, Bektaş vd. 2014, Kara vd. 2014). Artan nüfusun gıda ihtiyacının karşılanmasında en önemli strateji, tarımsal üretimde bitkisel özellikleri yönünden üstün özelliklere sahip nitelikli ve kaliteli tohumluk kullanımının artması ve teşvik edilmesi ile gerçekleştirilebilir (Balkaya 2012).

Kaliteli gıda üretiminin önem kazandığı, küresel iklim değişikliğinin görülmeye başlandığı günümüzde, tarım sektörü ve bu sektörün en önemli ayağı olan, bununla beraber stratejik ve ekonomik bir yer tutan tohumculuğun önemi daha çok anlaşılmaktadır. Küreselleşme ile birlikte ülkeler arası rekabet hız kazanmış buna bağlı olarak değişen pazar şartları tarım sektörünün önemini daha da arttırmıştır. Tarım sektörü temel gıda ürünlerinin üretilmesinin yanında ekonomi ve istihdama katkısı, enerji ve hammadde kaynağı olmasıyla da vazgeçilmez bir sektör haline gelmiştir. Dünya nüfusunun 7 milyarın üzerinde olduğu günümüz koşullarında gıda gereksiniminin karşılanması ve gıda güvenliğinin sağlanmasında tohumculuk sektörü, önemli düzeyde yenilikler ve katkılar sağlamıştır. Bu amaçla, her üretilen tohumdan bir bitki geliştirilebilecek yapının sağlanması, optimum olmayan koşullara karşı dayanıklılık mekanizmasının geliştirilmesi ve verimin yüksek olması ile tohum kayıplarının minimuma indirilmesi hedeflenmelidir (Demir vd. 2010).

Bahçe bitkilerinde üretim; generatif bir materyal olan tohum yanında, vegetatif materyaller olan fide, fidan, yumru, elik, soğan, stolon vb. dikim materyallerini de içeren tohumluk materyalleri sayesinde sağlanmaktadır. Bahçe bitkileri sektöründe küçük alanlarda, yüksek girdi ile ya da örtü altında yoğun bir emek ve maliyet kapsayan tarım kolu olarak yapılan sebze tarımı; hem tarım sektöründe ve hem de bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde en dinamik ve gelişmeye en açık alanlardan birisini oluşturmaktadır. Sebzelerin tür zenginliği yönünden önemli seviyede çeşitlilik göstermesi, sebze slah ve sebze tohumculuğunun teknik bilgi ve uzmanlık gerektirmesi, özel sektörlerin fazlasıyla aktif rol almasını tetiklemitir (Balkaya 2012).

Sebze tohum üretimi, tarım sektörü içerisinde en dinamik ve gelişmeye açık alanlardan birisini oluşturmaktadır. Tohumluk ticareti bakımından en önemli sebze türleri arasında domates, hıyar, karpuz, biber ve havuç sayılabilir. Ülkemizin 2020 yılı tohum ithalat miktarı 1.715 ton' dur (TUIK 2020). İhracat miktarı ise yine 2020 yılı için 394 ton' dur. Rakamlar değerlendirildiğinde ithalat miktarı ihracat miktarının 6 kat hacme sahiptir. Ekolojik koşullar ideal olmasına rağmen, sebze tohumlarında tüketimimizin % 25-30'unu ancak üretebiliyoruz. Tohum ihtiyaımızın % 70-75' lik kısmını (109.353 milyon dolar) ithalatla karşılamaktayız. Yetişmiş eleman yetersizliği, dünya ile rekabet edecek düzeyde sermaye ve yatırım sağlayacak sektörel gelişim, bilim ve bilimsel bulgu takibinin yetersizliği, araştırma ve geliştirmeye yönelik yatırımın kısır ve eksik kalması gibi nedenler halen ülkemizin sebze tohumculuk sektörünün daha iyi pozisyona gelmesinin önündeki engellerden bazılarıdır. Yeniliklere açık ve atılımc özel firmalarımız ülkemiz adına önemli avantajlar ve kazanımlar katmasını sağlayarak bu açığımızın kapanması hedeflenmelidir.

Tarımsal retimde başlang materyali tohum girdisinin yanında diğer girdilerin doğru zamanda doğru şekilde kullanımı ve doğru üretim teknikleri ile desteklenmesiyle beraber kaliteli ürünler elde edileceği aşıkrdır. Sebze tarımında kaliteli ürünler elde etmek kaliteli fideler ve kaliteli tohumlar kullanmakla mümkündür. Ülkemizde Türkiye'de 2021 yılında yaklaşık 590 bin ton havuç, 160 bin ton arliston biber, marulda 234 bin ton kıvrıcık, 212 bin göbekli marul, 94 bin aysberg, 3,5 milyon ton karpuz ve 1,886 milyon

ton hıyar üretimi kayıtlara geçmiştir (TUIK 2021). En çok üretimi yapılan sebze olarak domates birinci sırada yer alırken, karpuz toplam sebze üretiminin % 11,2 payı ile ikinci sırada yer almaktadır. Havuç, marul, biber ve hıyar türlerinin sırası ile toplam sebze üretimindeki yüzdelik payları % 1,9, % 0,7, % 0,4 ve % 6,1'dir.

Ülkemiz ve dünya sebze tohumculuğunun biyoteknolojik çalışmalar ışığında hibrit tohum gibi yüksek değer ifade eden tohumlukların üretimi artmıştır. Genetik bilimi ve bitki biyoteknolojisi, tohumluk endüstrisinin giderek bilime dayalı ve ekonomik katkısı fazla olan bir sektör haline dönüşmesine neden olmuştur. Yerli sektör ve Kamu Araştırma Kuruluşları tarafından geliştirilen hibrit, sertifikalı ve orijinal kademeli tohumlar önemli düzeye ulaşmıştır. Tohum alanında meydana gelen gelişmeler ve ilerlemelerin bir yansıması fide sektöründe kendisini göstermiş ve kaliteli fidelerin üreticiye ulaşması sağlanmıştır. Fide kullanarak üretim yapıldığında tohumdan ve iş gücünden tasarruf sağlanmakta, yetiştirme mevsimi daha iyi değerlendirilmekte, istenilen sağlık ve kalitede ürünler elde edilmektedir.

Sebze tarımında tohumluk üretimi hassasiyet isteyen, bilgi ve tecrübe gerektiren üretim alanıdır. Sebze türlerinin genelinde kademeli çiçeklenme sonucu farklı olgunlukta meyveler elde edilmekte bu da tohum olgunluk seviyesini etkilemektedir. Farklı olgunlukta tohumların aynı tohum partisinde yer alması kaçınılmaz bir sonuç doğurmaktadır. Tohum olgunluğundaki farklar kaliteyi belirlemede büyük rol oynamaktadır. Meydana gelen olgunluk farklılıkları tohumların performanslarının farklı olmasına neden olmaktadır. Az olgun tohumlar yavaş çimlenmekte ve zayıf fide meydana getirmektedir. Olgunluk farklılıklarının yanı sıra ticari amaçlı üretilen tohumların, üretildikleri yıl satılamaması veya üretim fazlası olarak depolanması durumu söz konusu olabilmektedir. Depo koşullarında muhafaza edilmesi esnasında da canlılığın azalmasına ve kalite farklılıklarının oluşmasına neden olmaktadır. Depolama sırasında başta canlılık ve güç kaybı gibi fizyolojik ve biyokimyasal değişimler ortaya çıkmaktadır. Yaşlanma gerçekleşmekte, tohum partisinin çimlenme düzeyi ve çimlenme yüzdesi düşmektedir. Üretime dayalı tohum yaşlanması ve ayrıca depo koşullarında meydana gelen yaşlanma ile fide gelişimi olumsuz olarak etkilenmektedir. Bütün bu nedenlerle ticari amaçlı

üretimi yapılan her tohum partisinde, tohum canlılığında aynı standartın sağlanamaması özel sektörde ticari güvenilirliğini sarsmakta ve sektördeki firmalar için büyük sıkıntı teşkil etmektedir. Tohum üreticilerinin ve fide üreten firmaların ürünlerini piyasaya sunmadan önce canlılıklarından ve sağlıklı fide oluşturma açısından güçlerinden emin olmak durumundadırlar. Fide üretiminde ekilen her tohumun çimlenmesi ve sağlıklı bitkiler meydana getirmesi beklenmektedir. Fide üretimi yapmak masraflı ve zahmetli bir tekniktir. Çimlenmeyen her tohum için harcanan enerji, fide yatakları, kullanılan ortam hazırlıkları ve malzemeler ve işçilik giderleri üretim kaybı ve masraf olarak kabul edilir. Bu gerekçe ile üretimi yapılacak tohum partilerinin canlılıklarını belirlemek iş gücü ve zaman kaybını önleyici bir işlemdir. Bu amaçla büyük üretim sahalarına sahip firmaların üretimlerini gerçekleştirmiş tohumlarının canlılıklarını ve güçlerini test etmekle yükümlüdür. Hasat, hasat sonrası kurutma, ayıklama vs. tohum işleme faktörleri göz önünde bulundurulduğunda bu aşamalar sırasında gerçekleşen fizyolojik ve biyokimyasal olaylar zincirinde meydana gelen canlılık farklılıklarını ortaya koymak amaçlı kullanılan canlılık testlerinin güvenilir ve tekrarlanabilir olması aynı zamanda kısa zaman içinde sonuçlanması zorunludur. İş gücü ve zamandan kazanç ancak bu şekilde mümkün olabilmektedir. Tohumun canlılığının yanı sıra kalite kriterleri olan fiziksel ve genetik safiyet, tohum iriliğinin yeknesaklığı, tohum kaynaklı hastalık ve zararlıları, tarla performansı gibi kalite özellikleri de o tohum partilerini ifade eden terimler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu belirleyici kriterler içinde en önemli yere sahip olan canlılıktır ki canlı olmayan tohumların diğer özellikleri taşıması önemli olmayacaktır. Tohumculuk sektöründe bu denli önem arz eden canlılığın belirlenmesi ticari firmalar için hayati öneme sahiptir.

Bütün bunların ışığında; ticari firmalar için tohum canlılık ve güç kriterlerinin belirlenmesinin bu denli önem arz etmesi, tohum canlılığının ve güç performanslarının belirlenmesinde kullanılan test yöntemlerinin de önemini aynı derecede etkilemektedir.

Çalışmamızın amacı olan canlılık ve güç performanslarının belirlenmesinde kullanılan erken kökçük çıkış testinin normal çimlenme ve fide çıkış tahmininde kullanılmasının mümkün olabilirliğini ortaya koymaktır. Kökçük çıkış testlerinin birkaç gün içinde

tamamlanması nedeni ile standartlaştırılabilme özelliğinin ön plana çıkmasını sağlamaktır. Tohumun performans özelliklerinden normal çimlenme oranının ve fide çıkış potansiyelinin (tohum gücü) kısa bir zaman içinde tahmin edilebilmesini sağlayarak; tohum firmalarına iyi bir satış avantajı, tohumun depo performansı hakkında fikir vermesi, iyi bir tohum stok yönetimi şansı getirmesi amaçlanmaktadır. Bütün bu özelliklerinden dolayı kökçük çıkış testinin tohum kalite/güç testi olarak (Powell ve Mavi 2016) tohum firmaları tarafından güvenilir bir şekilde kullanılmasına olanak sağlamaktır. Erken kökçük testi ve fide çıkış testinin ilişkilendirilmesi durumunda; sayım gün ve saatinin erken periyotlara çekilmesi ile ticari firmalara büyük kolaylık sağlayacaktır.

Güç testleri içinde son yıllarda farklı türlerde kullanılan ve önem taşıyan testlerden birisi kökçük çıkış testidir (Demir vd. 2019). Bu test yaşlanmış tohum partilerinin kaliteli olanlara göre daha yavaş çimlenebildiği temeline dayanmaktadır (Matthews ve Powell 2011). Dolayısıyla yavaş ve hızlı çimlenme gösteren tohum partilerinin normal çimlenme ve fide geliştirme kabiliyetleri de farklı olabilmektedir (Demir vd. 2019). Kısa zaman dilimi içinde tohum çimlenme oranını (normal çimlenme) belirleme şansı veren testin geniş çaplı kullanımı değişik sebze türlerinde kullanılması pratik anlamda hem tohum üreten firmalara hem de tohum testi yapan kurumlara yarar sağlayabilir.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

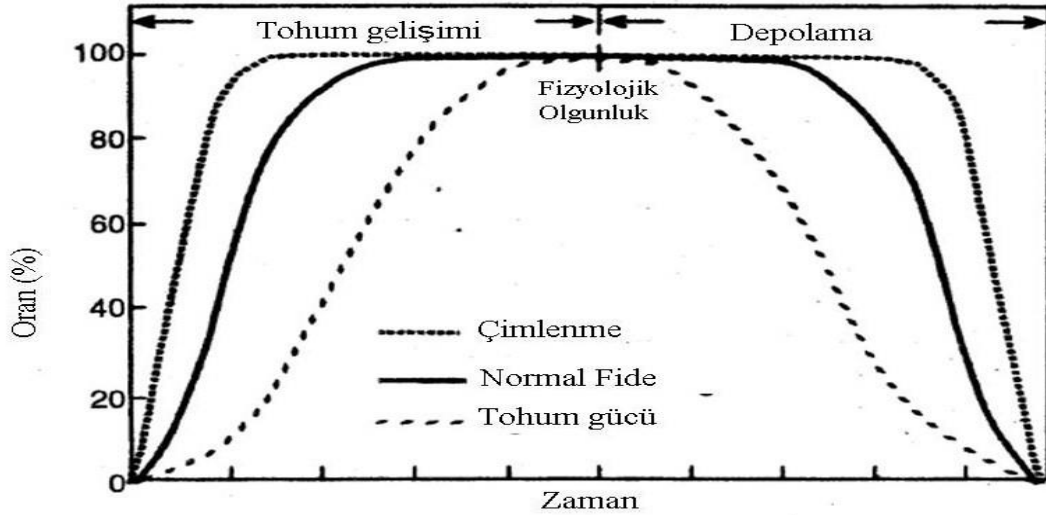
2.1 Tohumda Kalite, Canlılık ve Güç Kavramları

Tarımsal üretimde başarılı bir yetiştiriciliğin ilk koşulu yüksek nitelikli tohum kullanmaktır. Yüksek nitelikli tohum denildiği zaman çimlenme hızı ve gücü yüksek, genetik özellikleri yönünden saf, morfolojik özellikleri gelişmiş ve hastalıklar ile zararlılardan arındırılmış tohum anlaşılmaktadır. Canlılık, tohumların çimlenme performanslarını ifade eden bir kavramdır. Yüksek çimlenme yeteneğindeki tohum grupları; aynı anda ve aynı arazide ekildiklerinde arazi çıkışlarında, aynı koşullarda depolanıp aynı bölgelere nakledildiklerinde ise performanslarında önemli ölçüde farklılık gösterebilirler. Bu farklılık tohum kalitesinin diğer bileşeni olan tohum gücü kavramının ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Kalite kriterleri olarak ifade edilen tohum canlılığı ve gücü birçok faktörden etkilenmektedir. Genetik yapı; tohum iriliği ve ağırlığı; tohumun mekanik bütünlüğü; ana bitkinin yetiştirildiği çevre koşulları ve beslenme durumu; tohumdaki bozulma ve yaşlanmalar; patojenler tohum gücünü etkileyen faktörlerdir (Bradnock 1975, Perry 1980, Şehirali 1989).

Kaliteli tohum yüksek canlılığa ve yüksek güce sahip olmayla eş anlamlılık taşımasına rağmen; canlılık, tohumların çimlenme performanslarını ifade eden bir kavramdır. Bir tohumun çimlenerek normal bir fide oluşturma yeteneği ile ifade edilir. Bu bakış açısı ile canlılık kavramı, bir tohumun canlı, metabolik olarak aktif, çimlenme ve fide büyümesi için metabolik reaksiyonları katalize edebilme yeteneğinde olan enzimlere sahip olduğunu da göstermektedir. Tohumlarda canlılık hasat döneminde en yüksek seviyelerde iken hasattan sonra bu canlılıklarını uzun süre koruyamazlar. Gerek fizyolojik olgunluk aşamasına kadar geçen üretim sürecinde gerekse hasattan sonra depolama esnasında çevre koşullarına bağlı olarak farklı hızlarda kademeli olarak canlılıklarını kaybederler. Bu nedenle tohum teknolojisindeki araştırmalar, tohumun fizyolojik potansiyelindeki kayıpla ilişkili çeşitli yönleri belirlemeye odaklanmıştır.

Tohum canlılığı tek başına tohum kalitesinin bir belirleyicisi olarak yeterli görülmemektedir. Yapılan çalışmalarda tohum gelişiminden fizyolojik olgunluk

safhasına kadar canlılıkta bir artış olduğu, fizyolojik olgunluktan sonra ise depolama süresine ve koşullara bağlı olarak canlılıkta bir azalma meydana geldiği görülmektedir (Şekil 2.1). Yine bu sırada olumsuz çevre koşullarının da etkisi ile tohumların canlılıkta gösterdikleri performansı çıkış sırasında veya depolama sürecinde gösteremedikleri belirlenmiştir (Perry 1978).



Şekil 2.1 Tohum gelişimi ve depolama sırasında tohum canlılığı ve tohum gücündeki değişim (Perry 1978)

Yüksek çimlenme yeteneğindeki tohum grupları; aynı anda ve aynı arazide ekildiklerinde arazi çıkışlarında, aynı koşullarda depolanıp aynı bölgelere nakledildiklerinde ise performanslarında önemli ölçüde farklılık gösterebilirler. Bu farklılık tohum kalitesinin diğer bileşeni olan tohum gücü kavramının ortaya çıkmasına sebep olmuştur.

Tohum gücünün ilk olarak 1876 yılında Nobbe tarafından ortaya atıldığı düşünülmektedir. Tohum gücü ISTA tarafından 'Tohum ya da tohum partisinin çimlenme ve çıkış süresinde gösterdiği performans ve aktivitenin toplamı' olarak tanımlanmıştır.

Tohum gücü AOSA 1983'e göre; geniş tarla koşullarında hızlı ve uniform çıkış, normal fide gelişiminin potansiyelini belirleyen tohum özellikleri olarak açıklamıştır.

Bugün geçerli olan iki tanımlamaya göre tohum gücü, ‘tohum veya tohumluk partilerinin çimlenme ve fide çıkış arasındaki performans ve aktivitelerin belirleyen tüm özelliklerinin toplamı’ (Perry 1978) veya ‘tohumun geniş çevre koşulları altında hızlı, bir örnek çıkış ve normal fide oluşturma kabiliyeti’ (Anonymous 1983) olarak ortaya konulmaktadır. Tohum gücü, çimlenme gibi tek bir ölçülebilir özellik değildir. Hem arazide hem de depolama esnasında tohum performansının çeşitli yönleri ile ilgili birçok özelliği tanımlayan bir kavramdır (ISTA 1995). Tohum gücü, “Çimlenme ve fide çıkışı esnasında tohumun aktivitesi ve performansını belirleyen tohum özelliklerinin genel toplamı” olarak tanımlanır. Yüksek canlılık gösteren tohum partilerinin geniş çevresel etmenler altında arazi, depo ve stres koşullarında gösterecekleri performansların göstergesidir. Tohum gücü, gerek çimlenme hızı, gerek fide oluşturma potansiyeli, gerek optimum sıcaklıkların üzerinde veya altında çimlenme yeteneği ve stres koşullardaki tolerans göstergeleri gibi fizyolojik potansiyelin bağımsız nitelikleri olarak da düşünülebilecek özelliklerin toplamıdır. Anlaşılacağı üzere tohum gücünün oluşumunda birçok faktör rol oynadığı için kesin bir tanımın yapılması bu nedenlerden ötürü engelle uğramaktadır.

2.2 Tohum Canlılık - Güç Testleri ve İlgili Çalışmalar

Tohumun kalite kriterlerinin özellikle arazide ya da serada çıkış potansiyelinin ortaya konulması amacıyla tohum güç testleri kullanılmaktadır. Bu güç testleri ile tohumun kalitesi hakkında ayrıntılı bilgi edinilme ve stres koşullarında performansın saptanması amaçlanmıştır. Tohum gücünün değerlendirilmesi, tohum üretiminin farklı aşamalarında tohum fizyolojik potansiyelinin temel bir izlemesi ve tüketici talebini karşılamak için yüksek kaliteli tohumlukların seçimine ilişkin stratejik kararlar için bir destek olarak tohum endüstrisi için birçok önemli etkiye sahiptir (Marcos-Filho 2015). Tohum partilerinin sınıflandırılması, tohumların depolanabilirliği ve olumsuz çevre şartlarındaki arazi çıkışları hakkında tahminde bulunmayı sağlamaktadır. Güç testleri, ticari tohum ve fideler arasındaki fizyolojik farklılıkların ve üstünlüklerin tutarlı bir şekilde ortaya konulmasını ve tanımlanmasını sağlamaktır. Bu avantajları nedeni ile tohum gücünün tahmin edilmesi, hem üreticiler hem de yetiştiriciler açısından önem taşımaktadır. Tohum yapıları ve özellikleri nedeni ile tek bir güç testinin kullanılması çoğu zaman mümkün

olmamaktadır. İdeal tarla koşullarında fide çıkış oranlarında sapmalar meydana gelmekte ve olumsuz tarla koşullarında tohum performansını belirlemek daha da zorlaşmaktadır. Venter (2000) etkilendiği özellikler nedeni ile tohum gücünün temel mekanizmasının çok yönlü olduğunu ve pratik olarak belirlenmesinin türlere göre değişen bir yapı gösterdiğini bildirmektedir. Bu nedenle türlere göre farklı güç testleri geliştirilmiştir ya da güç testi kullanılsa bile türe uygun şekilde değiştirilmiştir.

Güç testlerinin, tohumların fizyolojik açıdan sınıflandırılmasında ve güç seviyelerinin saptanmasında kullanılabileceği gözlenmiş ve tohum gücünü engelleyen ya da azaltan faktörlerin fiziksel, fizyolojik ve patolojik faktörler olduğu belirtilmiştir (TeKrony 1983). Copeland ve McDonald (2001) güç testlerinin, laboratuvar çimlendirme denemelerine oranla daha duyarlı kalite indeksine sahip olması, sonuçların tekrarlanabilir ve objektif olarak yorumlanmaya açık olması ve tarla çıkış performansının en iyi şekilde tahmin edebilen yapıda olması gerektiğini belirtmişlerdir.

ISTA Güç Testleri Komitesi Başkanı Alison A. Powell, güç testlerini aşağıdaki şekilde gruplandırmıştır (Powell, 2006):

a) Fizyolojik Testler (Direkt Testler)

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

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

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

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

a) ISTA Tarafından Onaylanmış Testler

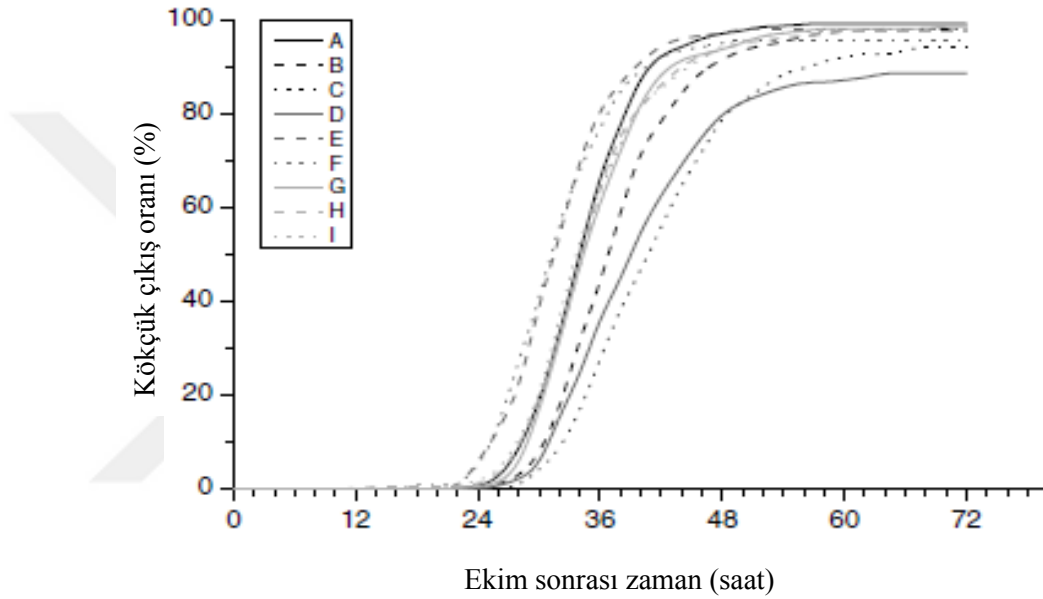
1. Elektriksel İletkenlik Testi: Bezelye, fasulye ve soya
2. Hızlandırılmış Yaşlandırma Testi: Soya
3. Kontrollü Bozulma Testi: Lahanagiller (Lahana, karnabahar, şalgam, vd.)
4. Radikula Çıkış Testi: Mısır

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

Çimlendirme testlerinin genel amacı, bir tohum partisinin tesadüfi olarak alınan tohum numunesi kullanılarak, o partinin canlılığı hakkında bilgi edinmektir. Performansı yüksek olan tohum partilerinin belirlenmesi için çimlenmenin değerlendirilmesi başarılı üretime yönelik önemli bir girişimdir ve sonuç olarak laboratuvar ortamlarında yapılan testlerden alınan bilgiler, tohum partileri arasındaki fizyolojik potansiyeldeki farklılıkları doğru bir şekilde tespit etmeye hizmet etmelidir. En yaygın canlılık testleri çimlenme değişimi ile bağlantılıdır (Hampton ve TeKrony 1995). Standart çimlenme testleri ideal koşullarda (sıcaklık, nem, ışık vs.) bir tohum partisinin en yüksek çimlenme potansiyelini belirlemek için yürütülür. Çimlenme terimi, tohum ile ilgili pek çok araştırmacı tarafından farklı tanımlanmaktadır. Tohum fizyologlarına göre, radikulanın tohum kabuğundan çıkışı çimlenme olarak tanımlanırken, tohum teknologlarına göre, radikulanın çıkışından sonra, uygun koşullar altında embriyodan normal bir bitki oluşturacak temel organların gelişimi olarak tanımlanmaktadır.

ISTA kurallarına göre her tür için belirlenmiş ve uygulanması önerilen çimlenme süresi vardır. Bu süre türlere göre büyük değişkenlik gösterir. Örneğin marul tohumları için 7 gün, maydanoz tohumları için 28 gündür. Bu süre sonunda tohumlar toplam, normal çimlenen fideler olarak ayrı ayrı ifade edilir. ISTA kuralları çimlenmede normal çimlenme oranının kullanımını öngörmektedir (ISTA 2020). Tohumun yaşlanması ilerledikçe tohumun kökçük çıkış süresi uzamakta ve çimlenme hızı da düşmektedir. (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Kökçük çıkışının tohum partileri arasında yaşlanma ile gecikmesi (Matthews vd. 2011)

Bunun en temel nedeni tohumdaki yaşlanma ve bozulmadır. Tohum yaşındaki farklılıkların radikülün ortaya çıkma oranındaki farklılıkların neden olduğuna dair kanıtlar, erken kökçük çıkış testi ile tohum canlılığı arasındaki ilişkinin yüksek düzeyde olmasıyla kendini göstermektedir. Yaşlanmanın ilk etkilerinden biri, buğday (Guy ve Black, 1998), ayçiçeği (Bailly vd. 2002) ve yaşlı pirinç embriyolarında (Osborne, 1983), daha önce belirlendiği üzere çimlenme sürelerindeki artıştır.

Araştırmacılar, yaşlanma ve bozulma mekanizmalarını ve tohum performansında farklılıklara neden olabilecek olası dönüşümleri, biyokimyasal değişimleri açıklamaya

çalışmışlardır. Ganguli ve Sen-Mandi (1990), Basavarajappa vd. (1991), Das ve Sen-Mandi (1992) ve McDonald's (1999), diğerleri arasında, olumsuz çevresel koşullarında, tohumun metabolik faaliyetlerinde ciddi dejenerasyonların meydana geldiğini, biyokimyasal ve fiziksel değişikliklere uğradığına dair kanıtlar göstermişlerdir. Bunların mitokondri sentezi ve aktivitesindeki değişiklikler, protein denatürasyonu, depolama rezervlerinde azalma, serbest yağ asitlerinde artış ve şeker seviyelerinde azalma, enzim aktivitesinde azalma ve protein ve RNA sentezleri olduğu bildirilmiştir. Bu olayların çoğu, lipid peroksidasyonunun neden olduğu hücre membran sisteminin düzensizliği ve bütünlüğünün kaybı ile tetiklenir ve böylece tohumun fizyolojik potansiyelini azaltır (Marcos-Filho 2015).

Tohum kalitesinin ölçümünde ve fide oluşturma yeteneğinin saptanmasında kullanılan özellikle güç testleri temelde tohumda meydana gelen yaşlanmanın seviyesini belirlemektedir. Çeşitli türlerin tohum partilerine uygulanan farklı canlılık testleri, fizyolojik olarak yaşlanmış veya daha fazla bozulmuş tohum partilerinin yavaş çimlenmeye sahip olduğunu göstermiştir ve bu özellik, su alımının başlangıcından birincil kökün ortaya çıkışına kadar olan artan süre ile gözlenmektedir (Marcos-Filho 2015). İlk kökçük çıkışının gecikmesi; fizyolojik olgunluktan sonraki bozulmanın ilk belirtilerinden biri olarak bilinmektedir (Matthews vd. 2012). Kökün ortaya çıkmasından önceki uzun gecikme süresinin kök hücrenin onarılması için geçen süreyi ifade etmektedir. Bu süre her tohumun çimlenmeden önce bir DNA onarım periyodundan geçmesiyle bağdaştırılmıştır (Osborne 1983). DNA onarımı, gecikme sürecinde meydana gelen biyokimyasal bir olay zinciridir ve çimlenme sürecinin başlayabilmesi için ön adımdır (Vequez Ramos ve Sanchez 2003). Çimlenme sürecindeki gecikmenin; bir kalite kriteri olması ve tohum testleri ile ortaya konulabilmesi, tohum partilerinin gücünü ortaya koyabilmek için önem arz etmektedir.

Tohum çimlenmesinin başında, sık sayımlar ile yapılan ve normal çimlenme oranıyla yüksek ilişki gösteren tek bir çıkış sayımı olan radikula çıkış testi, gecikme sürecine dayandırılmış bir güç testidir. Ayrıca fizyolojik temelleri bilinen, tohumların arazi çıkışı ile ilişkilendirilebilen ve ISTA tarafından bazı türler için onaylanmış bir testtir. Mısır (*Zea*

mays L.), turp (*Raphanus sativus* L.), buğday (*Triticum aestivum* L.), kolza (*Brassica napus* L.) için ISTA tarafından onaylanmış türlerdir (ISTA 2020). Tohum çimlenmesinin başlangıcından itibaren sık yapılan sayımlar ile ortaya çıkan sonuçlar, tohum partilerinin arasındaki güç farklılıklarını ortaya koyma şansı vermektedir. Kullanılan güç testlerin çoğunluğu zaman, deneyim ve teknik bilgi isteyen yapıdadır. Örneğin hızlı yaşlandırma testi, kontrollü bozulma testi gibi testler bu konuda bir teknik geçmişe gereksinim duyar. Bu sebeple, tohum gücünü çimlenme testi üzerinden öngörmek pratik ve kolay kullanımlı olacaktır. Çimlenmenin ilk günlerinde sık yapılacak saat bazındaki sayımlar, Şekil 2.2’deki değişimi gösteren yapıda, tohum partisinin fide üretim kapasitesini/normal çimlenme oranını gösterebilirse güç testlerine göre daha kısa sürede karar vermeyi sağlayacak, fide firmalarının sadece çimlenme testleri üzerinden tohum partisinin gücünü saptama olanağını temin edecektir.

Çimlenme hızı ve erken fide büyümesi, standart çimlenmenin ötesinde tohum kalitesini tanımlamak için anahtar parametrelerdir. Bununla birlikte, hızlı bir şekilde çimlenen bu tohumlar ve sonraki erken fide büyümeleri arasındaki temel ilişki, bu parametrelerin doğru ve tekrar tekrar değerlendirilmesinin sınırlamaları nedeniyle bütün türlerde ayrıntılı olarak incelenmemiştir. Çalışmamız; üzerinde çok araştırma yapılmamış olan biber, karpuz, hıyar, marul ve havuç türlerinde erken kökçük çıkış testinin normaliteyi ve fide çıkışının tahmininde kullanılabilirliğine ışık tutması açısından önemli olacaktır.

Fasulyede yapılan ilk sayım testi ile beraber farklı güç testleri kullanılmıştır. Santa Maria çeşidine ait 5 farklı tohum partisinin kullanıldığı çalışmada tohum partilerinin canlılıkları %70 ile %88 arasında değişirken, ilk sayım testi sonucunda çimlenme oranları %42 ile %58 arasında değişmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda tohum partileri 4 farklı grupta yer almıştır. Bu sonuç ilk sayım testinin tohum partileri sınıflandırmada başarılı olduğunu göstermektedir (Santos vd. 2003).

Demirkaya (2006) tarafından soğan tohumlarında canlılık kaybını ve onarım aşamasında meydana gelen fizyolojik değişimlerin incelenmiş; yaşlanmayla beraber ortalama çimlenme süresi, EC ve MDA değerlerinin arttığını, toplam yağ, toplam protein, çözülebilir protein ve katalaz enziminin azaldığını tespit etmişler, canlılık kaybı ile ortalama çimlenme süresi, MDA ve EC değerlerinin artması katalaz aktivitesinin azalması arasında anlamlı ölçüde korelasyon elde etmişlerdir.

Mısır, turp, biber gibi düşük seviyede çimlenmeye sahip tohum partilerinin OÇZ ölçümlerinin alternatif olarak değerlendirilebilir olduğuna dair çalışmalar yapılmıştır. Matthews ve Khajeh-Hosseini (2006) tarafından yapılan çalışmada; dört farklı üretim yılına ait farklı hibrit çeşitlerden 11 ticari tohum partisinin 13°C ve 25°C’ de OÇZ değerleri ile ortaya çıkış karşılaştırmalarını yapmışlardır. Fide çıkış oranı (FÇO), ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ) ile önemli ölçüde ilişkili iken, daha yavaş çıkış olması, daha düşük çıkış oranı ile ilişkilendirilmiştir. Fide çıkışındaki bu farklılıklar, kağıt arası çimlenme farklılıklarına karşılık gelmiştir. 13°C’de, ilk ortalama çimlenme zamanı oranı (İOÇZ) ve 2 mm’lik kök çimlenme aşamasından hesaplanan ortalama çimlenme hızı (OÇZ), fide çıkışı ile önemli ölçüde ilişkili olduğu belirlenmiştir. Kağıt arasında, 25°C’deki İOÇZ, 13°C’deki İOÇZ ve OÇZ ile yakından ilişkili iken her iki sıcaklık için de ortalama kök uzunluğu, daha yavaş çimlenen partilerde daha düşük ve daha değişken bulunmuştur. Bozulmanın daha yüksek olduğu tohum partilerinde İOÇZ, OÇZ, OFÇZ ve nihai fide çıkış oranındaki farklılıkların fide boyutu ile olan ilişkisi tartışılmıştır. Sonuç olarak, mısırdaki fide çıkışının bir göstergesi olarak ortalama çimlenme süresinin kullanılabilir potansiyele sahip olduğunu belirtmişlerdir. Buna benzer bir çalışmada da FinchSavage (1986), pırasa, karnabahar ve soğan türlerinde sürgün uzunluğu ile sürgün kuru ağırlığı OÇZ ile ilişkilendirilmiş ve benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Matthews ve Khajeh-Hosseini (2007) tarafından mısırdaki yapılan çalışmada, 13°C ve 20°C’ de hızlandırılmış yaşlandırma uygulanmış tohum partilerinde; 20°C’ deki OÇZ ile 66 saat sayım oranı ile elde edilen regresyon değeri $R^2=0.95$; 13°C’ deki regresyon değeri ise $R^2=0.95$ olarak bulunmuş ve aralarındaki ilişkinin yüksek düzeyde anlamlı olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca OÇZ ve KÇ testinin fide çıkış oranını tahmin etmesi OÇZ ve KÇ

değerlerinin örtüştüğünü göstermiştir. KÇ oranındaki farklılıklar, emilim başlangıcından 2 mm kök oluşumuna kadar olan gecikmenin uzunluğuna bağlanmış ve bu gecikme çimlenme öncesi metabolik onarım için geçen süreye bağlı olarak değişmektedir.

Demir vd. (2008), ortalama çimlenme süreleri tohum partilerinin sınıflandırılmasında ve çıkış oranlarının tahmininde kullanılabilirliğini açık bir şekilde gösterebilmek için; ortalama çimlenme sürelerini 18°C ve 25°C’ de yürüttükleri çimlendirme testlerinden; elde ettikleri ortalama çimlenme süreleri ile iki farklı koşulda yürüttükleri fide çıkış oranları arasında korelasyon analizi yaparak ilişkiyi ortaya koymuşlardır. Özellikle 18°C’ deki ortalama çimlenme süresi her iki çıkış testi ile de istatistiksel olarak önemli ilişkiye sahip olmuştur. Günlük, hatta saat olarak ortalama çimlenme süresinin hesaplanmasının tohum partileri arasındaki güç farklılıklarını daha başarılı bir şekilde ortaya koyabileceği bu çalışma ile belirlenmiştir.

Biber tohum partilerinin ortalama çimlenme sürelerinin fide büyüklüğünü ve tek düzeliğini tahmin etmek için yapılan çalışmada (Demir vd. 2008), 11 biber tohum partisi kullanmışlardır. Çimlendirme testi 18°C ve 25°C olmak üzere 2 farklı sıcaklıkta yürütülmüştür. 25 yapılan standart çimlendirme testinde OÇZ değerleri 3,4 ve 7,9 gün olarak kaydedilmiş, düşük OÇZ değerlerine sahip lotların daha büyük fideler ürettiği, yüksek OÇZ değerlerine sahip lotların daha küçük fideler ürettiği tespit edilmiştir. Her iki sıcaklıktaki OÇZ değerlerinin fide çıkış süresini (OFÇZ), fide taze ve kuru ağırlıklarını tahmin ettiği yapılan korelasyon analizi sonucunda anlamlı bulunmuştur.

Kökün ilk ortaya çıktığı ortalama tam çimlenme süresinde (İOÇZ) ve ortalama çimlenme süresinde (OÇZ; 2 mm kök) tutarlı sıralamalar, yedi mısır partisi arasında yapılan laboratuvar fide çıkışları ve arazi fide çıkışları çalışmaları karşılaştırılmıştır. 13°C ve 20°C’ de İOÇZ ve OÇZ, kuru ağırlık, sürgün uzunluğu parametreleri değerlendirilmiştir. Her iki çimlenme hızı ölçümü (İOÇZ ve OÇZ), 13°C ve 20°C’de laboratuvar ortamında yapılan fide çıkış testinde yapılan sürgün uzunluğu ve kuru ağırlığı ile soğuk stres parametreleri, İOÇZ ve OÇZ parametreleri ile önemli ölçüde ilişkili bulunmuştur. Düşük çimlenme hızı gösteren tohum partilerinin daha değişken sürgün ürettikleri ve daha yavaş

fide çıkışı gösterdikleri belirtilmiştir. Tek sayım testi (13°C'de 6 gün ve 20°C'de 3 gün) fide performansı ile ilişkili bulunmuş ve mısır için rutin olarak kullanılabilecek bir güç testi niteliği taşıdığı belirtilmiştir (Khajeh-Hosseini vd. 2009).

Kolza tohumlarında doğal olarak yaşlanmış tohum partilerinde standart çimlenme testlerinin normal çimlenme yüzdeleri ile ilgisini; ortalama çimlenme süresi (OÇZ), çimlenme hızı ile ilgili olduğunun savunulduğu bir çalışmada (Khajeh-Hosseini vd. 2010) bulunan sonuçlara göre; OÇZ ile normal fidelerin yüzdesi ile yüksek ve negatif bir korelasyon bulunmuştur. Çimlenme hızı ne kadar yavaşsa, normal fide oranının azaldığı görülmüştür. Yaşlı tohumlardaki anormalliklerin artışının, OÇZ' nin artışı ile tamamlanmamış onarımdan kaynaklanmasına bağlayarak ilişkilendirilmiştir.

KÇ testi çoğunlukla sebze türlerinde çalışılmış bir test olmasının yanı sıra süs bitkileri alanında da çalışmalar yapılmıştır. Buna örnek olarak menekşe bitkisinde doymuş tuz hızlandırılmış yaşlanma (DTHY) testi kullanılan bir çalışmada, ortalama çimlenme süresi ve ikinci gün çimlenme yüzdesi 6 ve 12 gün için 5°C'de ve 25°C' de canlılık testleri, fide çıkışı ve depo ömrü arasındaki ilişki incelenmiştir (Demir vd. 2011). Başlangıç çimlenme oranları tüm tohum partileri için %80'in üzerinde bulunmuştur. Fide çıkış değerleri arasında %21 ile %94 arasında ve ortalama çıkış süresi 6.5 ile 11.0 gün arasında değişmiştir. DTHY testi ortaya çıkma ile HY testinden daha yüksek korelasyon göstermiştir. DTHY sıcaklıklarının tüm kombinasyonları (72 saat için 41°C, 43°C ve 45°C) ortalama çıkış oranları ($r=0.95$ ile 0.98 , $P<0.001$) ve ortalama çıkış süreleri ($r=0.90$ ile 0.94 , $P<0.001$) ile istatistiksel olarak yüksek ilişkili bulunmuştur. Toplam çimlenme yüzdesi 6 aylık depolamadan sonra 5°C'de %21 ile %98 arasında, 25°C'de %26 ile %100 arasında değişmiştir. 25°C'de 12 ay depolama sonrası çimlenme oranlarının %19 ve %98 ve 5°C'de ise %15 ile %89 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Ortalama çimlenme süresi ve ikinci gün çimlenme yüzdeleri ayrıca fide çıkışını ve uzun ömürlülüğünü de öngördüğü bildirilmiştir ($P<0.05$). Standart çimlenme yüzdeleri fide çıkışını tahmin etmede başarılı bulunurken ($P<0.05$), depolama ömrünün tahmininde başarısız bulunmuştur ($P>0.05$).

Periyodik olarak yapılan çimlenme sayımları ile hesaplanan ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) tohum canlılığını tutarlı bir şekilde ortaya koyar ve yaşlanma seviyesinin belirlenmesinde kullanılan parametredir. Hızlandırılmış yaşlandırma (HY) testi kullanılarak oluşturulan dokuz mısır partisinin bozulma seviyesi, 20°C' deki ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) ile önemli ölçüde ilişkilendirilmiş olup regresyon katsayısı $R^2 = 0.61$; $P < 0.01$ ve 13°C' deki regresyon katsayısı ise $R^2 = 0.62$; $P < 0.01$ olduğu tespit edilmiştir. Bozulma ne kadar artarsa, ortalama gecikme süresinin o kadar uzadığı belirtilmiştir. Tohum partilerin OÇZ' leri, iki sıcaklıkta yakından ilişkili bulunmuştur ($R^2 = 0.88$). Bununla birlikte, bozulma oranı yüksek olan partiler için gecikme süresinin düşük sıcaklıkta belirgin şekilde artış gösterdiği bildirilmiştir. Kök oluşumunun gecikmesi, çimlenme sırasında metabolik onarım için gerekli olan süreyle ilişkili olduğu belirtilmiştir. 20°C' de 66 saat KÇO değerleri ile OÇZ arasındaki ilişki ($R^2 = 0.95$) ve 13°C' de 6.gün KÇO değerleri ile OÇZ arasındaki ilişki ($R^2 = 0.95$) $p < 0.001$ düzeyinde anlamlı bulunduğu ifade edilmiştir. Hem OÇZ hem de tekli sayımlar, soğuk stres testinde normal fide oranı ve arazi çıkış oranı ile önemli ölçüde ilişkilendirilmiştir. Kökçük çıkış testinin soğuk stres testinden daha hızlı sonuca ulaştırdığı ve standart çimlenme testine dahil edilen ve rutin bir canlılık testi olarak kullanılabileceği önerilmiştir (Matthews ve Powell 2011a).

Matthews vd. (2011b) mısırdaki uluslararası laboratuvar çalışmalarını karşılaştırarak, KÇ testinin mısır için standart bir test olarak kullanılabilir olup olmadığını değerlendirmişlerdir. Dokuz ticari mısır partisinden 6 lot çimlenme oranlarına göre sıralanmış, 13 °C 'de 6 saat sonra (5 laboratuvar) ve 20°C' de (6 laboratuvar) 66 saat sonra tek sayıda kök çıkışları (KÇ; 2 mm'lik bir kök çıkışı) değerlendirilmiştir. Her laboratuvardaki iki çalışmanın her birinde lotların çimlenme oranları birbirlerine yakın bulunmuştur. En hızlı çimlenme gösteren lotlar anlamlı derecede daha yüksek KÇ oranları vermiş oldukları ifade edilmiştir. Mutlak KÇ değerleri laboratuvarlar arasında bir miktar değişkenlik göstermiş, laboratuvarlar ve lotlar arasında bir etkileşim olmasına rağmen bu lotların sıralamasını ve farklılaşmasını etkilememiştir. Verilerin tekrarlanabilirliği ve laboratuvarlar arasında da tekrarlanabilirliğin yüksek olduğu, en düşük canlılığa sahip bir lot hariç, önceki canlılık testleriyle karşılaştırılabilir bulunmuştur.

Matthews vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada, kökçük çıkış testinin dayandırıldığı teorik bilgiler tartışılmış, birçok tür için bir güç testi olarak kök oluşumunun potansiyeli değerlendirilmiş ve kökçük çıkış testinin tohum kalitesini değerlendirmede diğer test yöntemleri ile kıyaslaması yapılmıştır. Düzenli çimlenme sayımlarını takiben üretilen çimlenme eğrilerinin birçok bilim insanı tarafından bilindiğini ve bu tür eğrilerin tohum partileri arasında, hatta bunlar arasında bile farklılık gösterdiğini ifade etmişlerdir. OÇZ ölçümlerinin, bir tohumun çimlenmesi için ortalama süreyi veya su alımının başlangıcından kök oluşumuna kadar olan gecikmeyi tanımladığını ve çimlenme eğrilerinin oluşturulmasında sıkça kullanıldığı belirtilmiştir. Yalnız OÇZ parametresi ile çimlenme eğrileri oluşturulması için uzun bir zaman dilimine ihtiyaç duyulduğunu, erken kök oluşum sayımları ile daha basit bir yaklaşımla çimlenme eğrilerinin oluşturulmasının mümkün olduğu ifade edilmiştir. Yapılan çalışmada, mısır, pamuk, karpuz, kavun, hıyar, kolza, kanola, menekşe, havuç türlerinde KÇO değerleri ve toplam çimlenme yüzdeleri değerlendirilmiştir. Çalışılan türlerin uygun sıcaklık ve en uygun KÇO saatleri; mısır için 20°C’ de 66. saat, pamuk için 18 °C’ de 3.gün, karpuz için 25°C’de 68. saat, kavun için 25°C’ de 48. saat, kolza için 20°C’ de 30.saat, kanola için 20-30°C’ de 2. gün, menekşe için 20°C’ de 2. gün olarak belirtilmiştir. Kökçük çıkış oranları ile toplam çimlenme yüzdeleri arasındaki regresyon katsayıları yüksek düzeyde anlamlı bulunmuştur. Türlerin regresyon katsayıları kavun hariç ($R^2=0.60$) diğer türlerde $R^2=0.83$ ile $R^2=0.98$ arasında tespit edilmiştir.

Mao vd.’ nin (2013) yulaf (*Avena sativa*) tohumlarında çimlenme süresinin uzunluğu ile fide çıkış performansı arasındaki ilişkiyi değerlendirmek adına yaptıkları çalışmada; çimlenme testi ve fide çıkış testi uygulanmış, tohumların çimlenme yüzdeleri, ortalama çimlenme süreleri hesaplanmıştır. Yapılan çalışmada alınan sonuçlar doğrultusunda ortalama çimlenme süresi ve ortalama çıkış süresi arasındaki regresyon katsayılarının birbiri ile örtüştüğü görülmüştür.

Ermiş vd. (2015a) tarafından domateste kontrollü bozulma sonrası erken kökçük çıkış sayım testinin normal çimlenmeyi tahmininde kullanımı için yaptıkları çalışmada; domates partilerinde kontrollü bozulma testinin fide çıkış oranlarının tahmininde

kullanılabilirliğini belirlemişlerdir. %24 nem içeriğinde 47°C ve 49°C’ de 48, 72, 96 ve 120 saat boyunca kontrollü bozulma testi yapılmıştır. Ekimden 2, 3 ve 4 gün sonra tek kök çıkışı yapılmış ve 14 gün sonra normal çimlenme yüzdeleri hesaplanmıştır. 72 saat kontrollü bozulma (47°C ve 49°C) uygulanmış tohum partilerinde 4. gün KÇ testinin en yüksek korelasyon verdiği tespit edilmiştir. Fide çıkış testi ve fide çıkış hızı ile KÇ arasındaki korelasyon değerleri 47°C’deki 0.92 ve 0.79; 49°C’deki 0.85 ve 0.85 olarak bulunmuştur. Erken kökçük çıkış testinin normal çimlenme sonuçlarını beklemeksizin canlılık değerlendirmesinde kullanılabilecek alternatif bir test yöntemi olduğunu ve daha hızlı sonucuna ulaşılabileceğini ifade etmişlerdir.

Lou vd. (2015) tarafından tatlı mısır tohumlarında radikul çıkış testinin tohum canlılığını test etmek için yapılan çalışmada, ilk sayım testi ile beraber birkaç güç testi yapılmıştır. İlk sayım testi ile çimlenme parametreleri arasındaki korelasyon anlamlı bulunmuştur.

Pırasa tohum partilerinde canlılık değerlendirilmesi ve fide çıkışı ve tohum kalitesinin bir belirteci olan tek bir kök çıkış sayımının kullanılıp kullanılmayacağını belirlemek için yapılan çalışmada (Ermiş vd. 2015b); 72, 96, 120 ve 144 saatlik kökçük çıkış sayımları değerlendirilmiştir. 120 saatlik çimlenmede kök oluşumu sayısı yüksek oranda korelasyon gösterdiği ($r=0.717-0.839$, $P < 0.001$) fide çıkışı, ortalama çıkış zamanı, fide yaş ve kuru ağırlığı ile regresyon (R^2) değerleri sırasıyla 0.70, 0.65, 0.51 ve 0.63 idi ve oldukça anlamlı bulunmuştur. Çimlenme sırasında 120 saatlik sayımın fide gücünü ifade etmek için ve pırasa tohumunda fide kalitesinin göstergesi olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Ly vd. (2016) tarafından *Avena sativa* ve *Elymus nutens* türlerinde yapılan çalışmada, tohum canlılığını tahmin etmek için erken kök oluşumu (KÇ), ilk ortalama çimlenme zamanı (İÖÇZ), normal çimlenme, fide çıkışı ve fide çıkış zamanı (FÇZ) testi kullanılmıştır. *A.sativa* standart çimlenme oranı %80-93, *E.nutens* standart çimlenme oranı %70-84 bulunmuş olup hem fide çıkışı (FÇ) hem de fide çıkış zamanı ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Hızlı çimlenen tohum partileri düşük İÖÇZ oranına ve daha düşük FÇZ oranına sahip olduğu belirtilmiştir. Bu tohum partilerinin canlılığı yüksek İÖÇZ

oranına sahip olan tohum partilerine göre yüksek olduğu tespit edildiği ifade edilmiştir. *A.sativa* 20°C’ de 52 saat, *E.nutens* 25°C’ de 76. saat KÇ sayımı İOÇZ ve FÇ’ yi öngörmüştür. KÇ testinin FÇ ve tohum canlılığını önermek için uygun olduğunu belirtmişlerdir. OÇZ ve OFÇZ parametreleri için, çimlenme boyunca radikül çıkışının sayılmasını içerse de daha yoğun bir iş gücü gerektirdiği ve daha uzun bir zamana gereksinim olduğu ileri sürülmüştür.

Elektriksel iletkenlik ve EKÇ (erken kökçük çıkış) testleri tohumun kalitesini ve yaşını belirlemede testin tamamlanma süresi açısından pratik olması sebebiyle avantaj sağlamaktadır. Mavi vd. (2016) 10 adet turp tohum partilerinde normal çimlenmeyi tahmin etmek için kök oluşumu ve elektriksel iletkenlik testlerinin potansiyelini araştırmışlardır. 48. saat sayımı ve OÇZ arasındaki korelasyona bakmışlar ve regresyon katsayısı $R^2 \geq 0.900$ olarak bulmuşlardır. 1, 3, 5, 17 ve 24 saat EC ölçümleri normaliteyi ve OÇZ’ yi yüksek oranda tahminlemiştir. Hem EC, hem de OÇZ testlerinin turptaki normal fide yüzdesini (%) hızlı ve tekrarlanabilir tahminler sağladığını ifade etmişlerdir

Yan vd. (2017) çimlenme gecikme süresinin uzunluğunun İtalyan Çimi (*Lolium multiflorum*) tohum lotlarında canlılık farklarını ve fide çıkış potansiyelini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, 4 lot kullanılmış 13°C ve 20°C’ de çimlendirmeye tabi tutulmuş, ortalama sürgün uzunluğu ve fide çıkış testi yapılmıştır. Ortalama çimlenme süresi ve ortalama fide çıkış süresi pozitif ilişkili bulunmuş, 20°C’ nin çimlenme hızı için etkili sıcaklık olduğu tespit edilmiştir.

Luo vd. (2017) tarafından ilk sayım testinin testinin pirinç tohumlarında güç testi olarak kullanıma olanak verip vermediğini görebilmek adına yaptıkları çalışmada; iki farklı sıcaklıkta çimlendirme testi ile beraber diğer güç testlerinden soğuk test ve fide çıkış testi uygulanmıştır. İlk sayım testi değerleri her iki sıcaklıkta da diğer güç testleri değerleri ile önemli ölçüde ilişkili bulunmuştur.

Radikul çıkış testinin pırasa tohumlarının depo ömrü tahmininde kullanımı amaçlı yapılan çalışmada, ilk sayım testinin tohumlarda depo ömrünü tahmin etmede kullanılabilir olduğu sonucuna varmışlardır (Özden vd. 2017). Regresyon analizinde katsayının oldukça yüksek olması depo ömrünün ile ilk sayım testi ile tahmin edilebilir olduğunu göstermektedir.

Tohum kalitesini değerlendirmek için EC potansiyeli ve erken çıkış sayımlarının ilişkilendirildiği yedi tür üzerinde yapılan çalışmada (Marin vd. 2018); düşük KÇ gösteren tohum partilerinde yüksek sızıntının olduğu tespit edilmiştir. Yüksek EC aynı zamanda yavaş çimlenme ile ilişkilendirilmiştir. 42. saate tek bir erken KÇ sayımı ile 12 tohum partisinde yüksek korelasyon ($R^2=0.800$) elde edilmiştir. Hem EC, hem de KÇ testinin daha geniş yelpazede uygulanabilirliğini, çimlenme güç farklılıklarını öngördüğünü bildirmişlerdir. 42. saate KÇ test sonucu OÇZ (ortalama çimlenme süresi) ile önemli ölçüde ilişkili olduğu görülmüştür. Radikul çıkışına kadar olan gecikmenin uzunluğu (OÇZ) ile erken KÇ sayımları arasındaki ilişki istatistiksel olarak yüksek düzeyde anlamlı bulunduğu ifade edilmiştir.

Akbapour vd. (2019) tarafından nohut tohum partilerinde RE ve EC testlerinin arazi çıkış oranını tahmininde kullanılabilirliğini ortaya koymak amacıyla yapılan çalışmada; 48 saatte KÇO oranı ile arazi çıkış oranı arasındaki regresyon katsayısı $R^2=0.764^{***}$, EC ölçümleri ile arazi çıkış oranı arasındaki regresyon katsayısı $R^2=0.624^{**}$ bulunmuştur. Gerek EC gerekse KÇO testlerinin, tohum partilerindeki canlılık farklılıklarını aynı oranda belirlediklerini belirtmişlerdir. Nohut tohumlarında KÇO' nun arazideki çıkış oranının tahmininde başarılı sonuçlar verdiği ortaya konulmuştur.

Tere tohumlarında fide oluşumu tahmin etmek için canlılık testlerinin kullanıldığı çalışmada; 10 adet ticari tere tohum partileri kullanılmıştır (Demir vd. 2019). Hızlandırılmış yaşlanma testi, EC testi, EKÇ testleri yapılarak ortalama çimlenme süreleri değerlendirilmiştir. EKÇ testi yüzdeleri 12 saate %32 ile %79, 24 saate %60 ile %93, 36 saate %70 ile %97 arasında değişmiştir. Canlılık testleri çeşitli önem seviyelerinde fide çıkış potansiyeli ile ilişkilendirilmiştir. 24 saate EKÇ korelasyon değerleri yıllar bazında

$r=0.879$ ve $r=0.988$ ve 16 saat EC korelasyon değerleri $r=0.92-0.96$ olarak istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Elde edilen bulgular kökçük çıkış testinin fide çıkış potansiyelini tahmin etmede başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

Turp, biber, karpuz, patlıcan, pırasa, soğan türlerinde etanol güç testinin diğer güç testleri ile olan ilişkisini belirlemek ve standart çimlendirme testlerine alternatif olarak, iyi bir belirleyici olup olmadığını ortaya koymak için yapılan çalışmada (Küçüküseyin 2019); turp türü için en yüksek regresyon katsayıları EKÇ 36 saat ($R^2 = 0.98$), ($P < 0.01$), biber türü için en yüksek regresyon EKÇ 108 saat ($R^2 = 0.91$), ($P < 0.01$), karpuz türü için en yüksek regresyon katsayısı NFÇO ($R^2 = 0.86$), patlıcan türü için en yüksek regresyon katsayıları EKÇ 120 saat ($R^2 = 0.90$), ($P < 0.01$), pırasa türü için en yüksek regresyon katsayıları EKÇ 60 saat ($R^2 = 0.90$), ($P < 0.01$), soğan türü için en yüksek regresyon katsayısı EKÇ 48 saat ($R^2 = 0.82$), ($P < 0.05$) testlerinde elde edilmiştir. Sonuçlar etanol ile istatistiksel anlamda en yüksek korelasyon gösteren en etkili tohum gücü testlerinin kontrollü bozulma ve erken kökçük çıkış testleri olduğunu göstermektedir. Etanol ile erken kökçük çıkış testinde istatistiksel olarak önemli ve yüksek korelasyon katsayılarının eldesi 120. saat sayımında saptanmıştır. Yapılan çalışmada 6 türde de farklı düzeylerde bağlantı bulunmuş olmasına rağmen en anlamlı ve yüksek korelasyon katsayılarının turp ve biberde elde edildiği bildirilmiştir.

Demir vd. (2020a) radikul çıkış testinin 20 adet soğan tohum partilerinde normal çimlenme yüzdesinin tahmininde kullanımını amaçlayan çalışmada; 80. saatte KÇ testinin ($R^2= 0.95$) yüksek düzeyde normal çimlenme oranını tahminleyebildiği belirlenmiştir. İkinci aşamada 20 tohum partisinin normal çimlenmeyi tahmin etmek için ticari tohum partilerinde 80.saat sayımları formül kullanılarak tahmin edilen değerler ile gerçek değerler oldukça anlamlı bulunmuştur. KÇ testin fizyolojik temeli, düşük normal çimlenme seviyelerine sahip olan tohum partilerinde gecikme süresinin kökçük çıkışına kadar sürmesi, KÇ testinin normaliteyi tahmininde kullanılmasının doğruluğunu ortaya çıkarmaktadır.

Özden vd. (2020) tarafından roka tohum partilerinde tohum canlılığının değerlendirilmesi amacıyla; 2 yıl süren denemede 12 tohum partisinin kullanıldığı 4 farklı sayım saatinde (18, 24, 36 ve 48) sonrasında kök oluşumu yüzdeleri, hızlandırılmış yaşlanma, 3 farklı saatte EC ölçümleri (8, 16, 24) yapmışlardır. 24 saat KÇ sayımları ile fide çıkış yüzdeleri arasındaki korelasyon değerleri $r=0.860$ ve $r=0.874$ olarak bulunmuştur. 24 saatlik EC ve 24 saat KÇ sayım sonuçlarının yüksek derecede anlamlı bulunması, her iki test sonucunun birbirini desteklediği ve her iki testin güç testi olarak değerlendirildiğinde pratik olduğu ve hızlı sonuç verdiklerini öne sürmüşlerdir.

Kadife çiçeği (*Tagetes spp.*) tohum partilerinde fide çıkışını tahminlenmesinde kökçük çıkış sayım (KÇ) testi kullanılmıştır (İlbi vd. 2020). Normal çimlenme %75' in üzerinde olan 6 kadife çiçeği tohum partisi standart ISTA çimlenme testi kullanılarak çimlendirilmiş ve 2 mm kök oluşumu 25 ile 169 saat arasında düzenli aralıklarla sayılmıştır. 25 gün sonra fide çıkışı değerlendirilmiştir. Fide çıkış oranlarının, 49 ve 66 saatlik çimlenmeden sonraki kökçük çıkış sayımı ile yüksek oranda ilişkili bulunmuştur.

Süs bitkisi olan petunya türü için; Demir vd. (2020b) tarafından, dokuz hibrit petunya tohum partisinin performansındaki farklılıkları ortaya çıkarmak için farklı güç testlerinin potansiyelini incelenmiştir. Doymuş tuzla hızlandırılmış yaşlanma testi (DTHY) ve 48 saatlik kök oluşumu (KÇ 48 saat) testleri, fide çıkışı ve depolama potansiyelini tahmin edebildiği ifade edilmiştir. Hızlandırılmış yaşlandırma (HY) (41/43°C, 48/72 saat, %100 bağıl nemde), doymuş tuz hızlandırılmış yaşlandırma (DTHY) (41/43/45 °C, 72 saat, %75 bağıl nem) sonuçları, ortalama çimlenme süresi (OÇZ), 48 saatlik kök çıkışı (KÇ 48 saat) ve elektriksel iletkenlik (EC) testleri, viyollerde fide çıkışı ve depolama (24 ay boyunca 5°C'de ve 12 ay boyunca 25°C'de) ile karşılaştırılmıştır. Tohum partilerinde standart çimlenme (SÇ) yüzdeleri %83'ün üzerinde belirlenirken, fide çıkışı %18 ile %89 arasında, depolama sonrası çimlenme 5°C'de %16 ile %88 arasında ve 25°C'de %13 ile %96 arasında belirlenmiştir. 72 saat boyunca 43°C ve 45°C' de DTHY testi, hem fide çıkışı hem de depolama ile ilişkilendirilmiştir. KÇ 48 saat, 24 ay boyunca 5°C'de depolamadan sonra çimlenme ile ilişkilendirilmiş; OÇZ ve SÇ, fide çıkışı ile ilişkili bulunmuştur. Hem HY, hem de EC testi, çıkış oranı ve uzun ömür ile ilişkili bulunmamıştır. Böylece hem

çıkış oranı, hem de depolama potansiyelinin, DTHY testi ve KÇ 48 saat testleri ile başarılı bir şekilde tahmin edildiği belirtilmiştir.

Tek bir erken kök oluşumunun (KÇO) normal fidelerin (NÇ) üretimindeki farklılıkları ve tohum canlılığını tahmin etme yeteneği, üç karnabahar çeşidinin her birinden dört tohum partisinde incelenmiştir. Başlangıç tohum kalitesi, çimlenme ve kontrollü bozulma (CD) canlılık testlerinde değerlendirilmiştir. KÇO (ilk kökçük çıkışı) çimlenme testinde 20/30°C 48 saat manuel ve otomatik görüntü analizi kullanılarak, 20°C’ de 144 saat boyunca her iki saatte sayılmıştır. Tohum gücü, tarla ve sera denemelerinde değerlendirilmiştir. NÇ’ deki varyansın büyük bir kısmı KÇO sayısı ile açıklanmıştır. 20/30°C’de tarlada ve serada yapılan fide çıkış testi sonucunda normal fide değerleri ile KÇO arasında tahmin edilen canlılık oranları ilişkilendirilmiştir. Çeşitler arasındaki canlılıkta, tarlada ve serada ortaya çıkış, gözlemlenen farklılıklar KB testi ile ortaya çıkarılan tohum yaşlanması ile ilgili bulunmuştur. Ancak canlılıktaki genotipik farklılıklar göz ardı edilmiştir. Karnabahar tohum partilerinin canlılıklarındaki farklılıkları ortaya çıkarmak için manuel olarak veya görüntü analizi ile alınan tek KÇO sayımlarının kullanılabileceği önerilmiştir. Ayrıca 20/30 °C değişken sıcaklıkta 4 saatlik KÇO’ nun normal çimlenme yanında fide kalite özellikleriyle de yüksek düzeyde ilişkili bulunduğunu ortaya koymuşlardır (Shinohara vd. 2021).

Depo ömrünün tahmini için KÇ testinin kullanıldığı, Ermiş vd. (2022) tarafından yapılan kabakgil (*C.maxima* x *C. Moschata*) anaç çeşitlerinde yapılan çalışmada; KÇ testinin depolama potansiyeli ile ilişkili olup olmadığı incelenmiştir. RE testi; 26-100 saatlik kök oluşum yüzdesi hesaplanarak belirlenmiştir. 100 gün boyunca 35°C’ de % 75 bağıl nemde depolama yapılarak tohum ömrü belirlenmiştir. Yapılan korelasyon analizi özellikle 30-34 saat arasındaki KÇ sayılarının, normal çimlenme yüzdesi, Ki (Ki-Başlangıç canlılığı), p50 (canlılığın %50’ ye düşme süresi) verileri ile, yüksek oranda ilişkili olduğunu göstermiştir. KÇ testinin kabakgil anaç çeşitlerinin tohumlarında depo ömrünün tahminlenmesinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmamız iki aşamalı gerçekleştirilmiştir. Her iki aşamada Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Tohum Laboratuvarı ve iklim odasında 2019-2021 yılları arasında yürütülmüştür. Çalışmamızın çimlendirme denemeleri çimlendirme kabinlerinde yapılmıştır. Bu çalışmada domateste (*Solanum esculentum*) Falcon, biberde (*Capsicum annuum* L. cv.) Charleston, hıyarda (*Cucumis sativus* L. cv.) Beith Alpha, karpuzda (*Citrullus lanatus* Matsum and Nakai) Crimson Sweet, havuçta (*Daucus carota* L. cv) Nantes, marulda (*Lactuca sativa* L.) Kıvırcık çeşitleri kullanılmıştır. Ancak domates türü için tohum partilerinin canlılıklarının çok düşük olması ve çimlenme yüzdelерinin istenilen aralıkta olmaması nedeniyle çalışmadan çıkarılmıştır. Çalışmamıza geriye kalan 5 tür üzerinden devam edilmiştir. İlk aşamada kullanılan tohumlar 2019 üretim yılının tohumları olup ticari firmalardan alınmıştır. İkinci aşamada kullanılan tohumlar yine ticari firmalardan alınmış olup 2020-2021 yılı üretim sezonunun olmasına dikkat edilmiştir. Araştırmada kullanılan tür, çeşit ve partilere ait bilgi Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2’ de verilmiştir. Çizelgelerde belirtilen 14 parti 3.2.1.1’ deki metotla üretilen farklı sürelerde yaşlandırılmış 14 adet tohum partisini temsil etmektedir.

Çizelge 3.1 Araştırmanın ilk aşamasında hızlı yaşlandırma ile üretilerek sağlanan tür ve çeşitlerin üretim yılı ve 3.2.1.1’ deki metotla her türde üretilen parti sayısı

Tür	Çeşit	Üretim yılı	Parti sayısı
Karpuz	Crimson Sweet	2019	14
Hıyar	Beith Alpha	2019	14
Biber	Charleston	2019	14
Havuç	Nantes	2019	14
Marul	Kıvırcık	2019	14

Çizelge 3.2 Araştırmanın ikinci aşamasında kullanılan ve ticari firmalardan sağlanan tür ve çeşitlerin üretim yılı ve toplam parti sayıları

Tür	Çeşit	Üretim yılı	Parti sayısı
Karpuz	Crimson Sweet	2020-2021	12
Hıyar	Beith Alpha	2020-2021	10
Biber	Çarliston	2020-2021	9
Havuç	Nantes	2020-2021	10
Marul	Kıvırcık	2020-2021	11

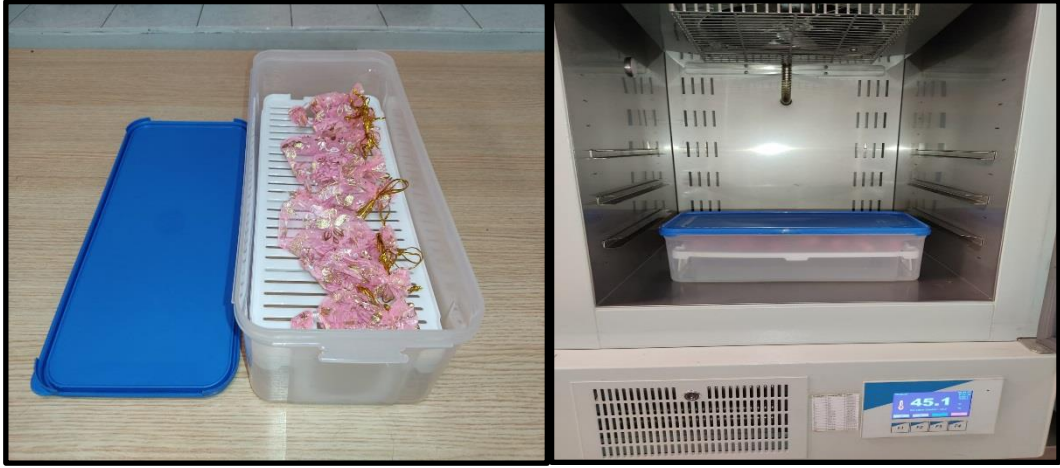
3.2 Yöntem

3.2.1 Birinci aşama; kökçük çıkışı ile tohum canlılığı arasındaki regresyonun saptanması

Bu safhada kökçük çıkış testi ve tohum canlılığı arasındaki pozitif doğrusal ilişkinin var olup olmadığına bakılmıştır. Bu aşamada 3.2.1.1' de belirtildiği şekilde yaşlandırılmış tohum partilerinin kökçük çıkışı ile normal çimlenme arasında SPSS programı kullanılarak regresyon eğrileri elde edilmiş ve her tür için regresyon formülü ($y = a + bx$) belirlenmiştir. Bu formül ve regresyon katsayısına bağlı olarak regresyon ilişkisi yüksek düzeyde anlamlı bulunan sayım saati kullanılarak her tür için geliştirilen formül araştırmanın ikinci etabında kullanılmıştır.

3.2.1.1 Hızlı yaşlandırma testi ile farklı çimlenme düzeyindeki tohum partilerinin oluşturulması

Bu safhada her bir türe ait tohumlardan farklı canlılık seviyelerinde tohum partilerinin oluşturulması için hızlı yaşlandırma testi uygulanmıştır. Yaşlandırma testi, sıcaklığı 45°C olan etüv içinde %100 oransal nemde çizelge 3.3’ de belirtilen saat aralıklarında karanlıkta, elek üzerinde ebatları 35x16x11.5 cm olan yaşlandırma kaplarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). Gerekli nemin sağlanabilmesi için yaşlandırma kaplarına 250 mL distile su ilave edilmiştir. Hızlı yaşlandırma testinin uygulanması sürecinde her bir süre için 150 tohum yaşlandırma ortamından çıkarılıp çimlenme testine tabi tutulmuştur.



Şekil 3.1 Hızlı yaşlandırma ile farklı çimlenme yüzdesindeki tohum partilerinin oluşturulması

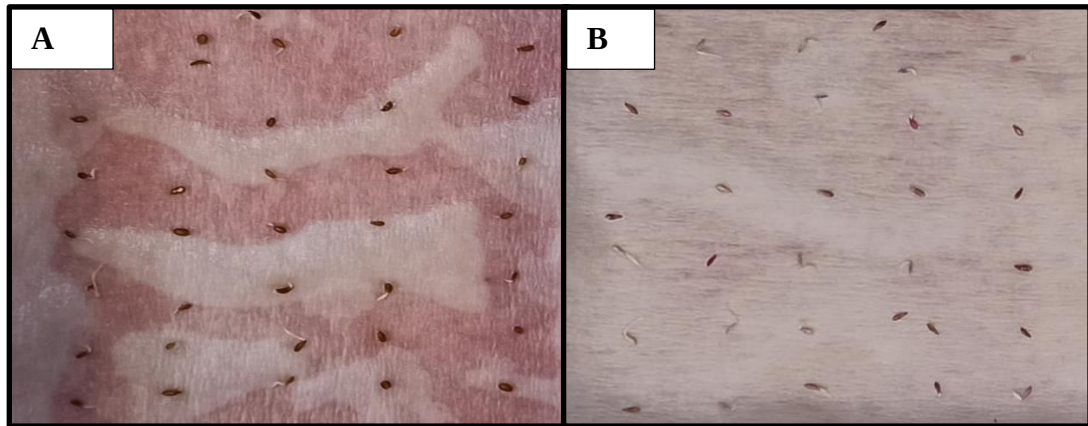
Bu partilerin oluşturulmasında çizelge 3.3’ de belirtildiği şekilde türe göre değişen farklı zaman dilimleri kullanılmıştır. Her türe ait elde edilen 14 ayrı parti için 150’ şer adet tohum kullanılmıştır. Yaşlandırma sonrası tohumlar oda sıcaklığında 2 saat süre bekletildikten sonra kurutulmuş ve çimlendirme testlerine tabi tutulmuştur.

Çizelge 3.3 Çalışmanın birinci aşamasında hızlı yaşlandırma testinde kullanılan türlere göre uygulanan yaşlandırma saatleri ve toplam parti sayıları

Tür	Yaşlandırma saatleri	Parti sayısı
Karpuz	6, 8, 16, 20, 24, 32, 40, 48, 54, 72, 120, 128, 132, 144	14
Hıyar	2, 4, 6, 8, 16, 20, 24, 32, 48, 72, 96, 108, 116, 124	14
Biber	2, 24, 36, 48, 56, 64, 72, 76, 80, 84, 88, 92, 96, 116	14
Marul	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 28	14
Havuç	3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 28, 36, 40	14

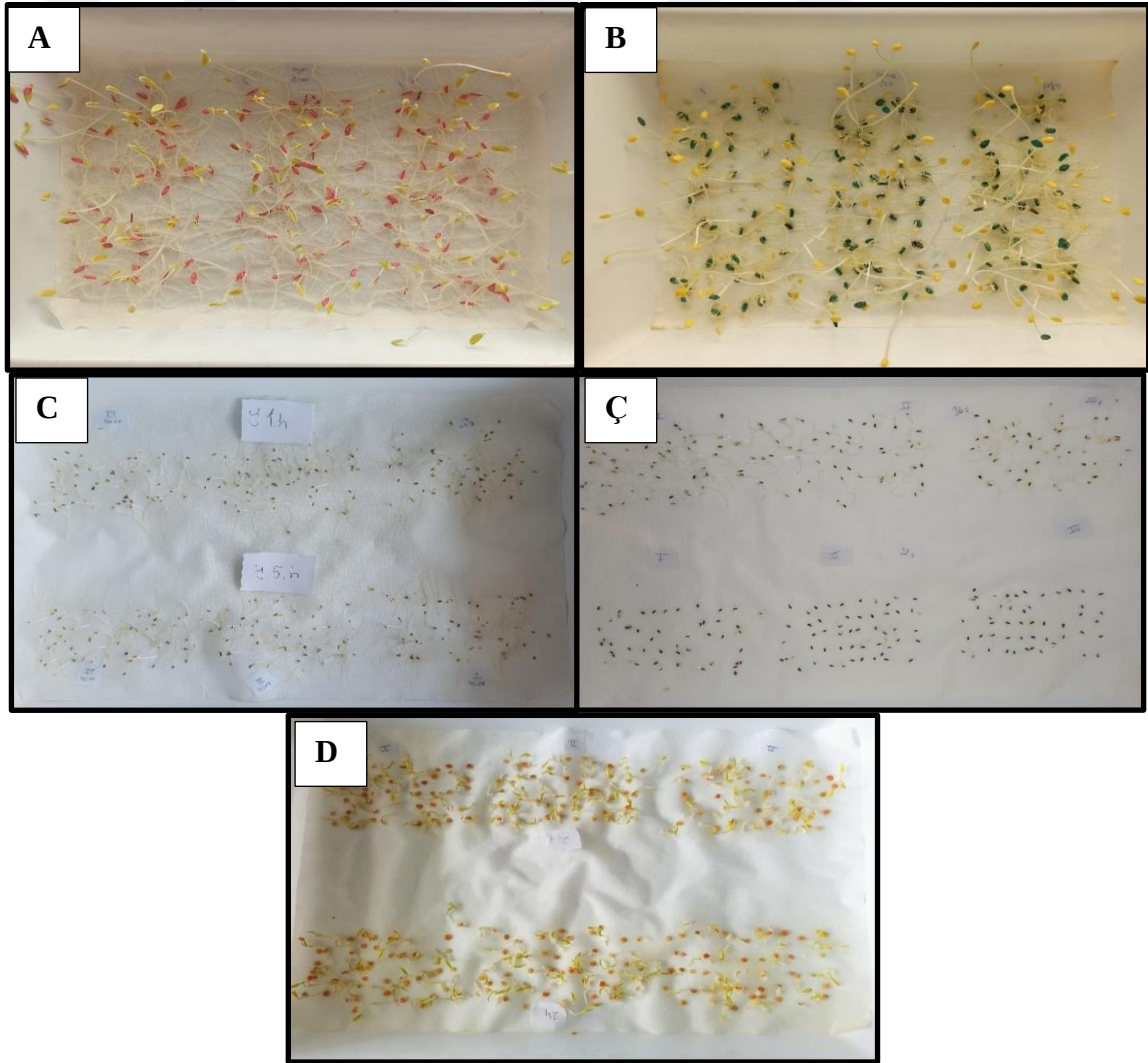
3.2.1.2 Erken kökçük çıkış testinin yapılması

Her bir tür için 14 adet tohum partisi oluşturulduktan sonra her bir tohum partisi için 3 tekerrür x 50 tohum üzerinden ISTA (2020) kurallarına göre çimlenmeye tabi tutulmuş ve 2 mm kökçük çıkışı olan tohumların sayımı yapılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Havuç ve marul türlerinde 2 mm kökçük çıkış sayımından görünüm (A havuç, B marul)

Kökçük uzunluğunun 2 mm olduğu tohumlar karpuzda 24, 32, 38, 44, 50, 56, 62, 68, 74, 80, 86, 92 saat, hıyarda 24, 32, 38, 44, 50, 56, 62, 68, 74, 80, 86 saat marulda 20, 24, 28, 32, 36, 40 saat, havuçta 68, 74, 80, 86, 92, 98, 96, 120, 144 saat, biberde 66, 72, 78, 102, 108, 114, 120, 126, 132, 138, 144 saate yüzde olarak hesaplanmıştır. Çimlendirme testleri distile su ile nemlendirilmiş 2 kat çimlendirme kağıdı üzerinde 45x34x9 cm ebatlarına sahip kutularda yapılmıştır (Şekil 3.3). Kapların üstü nemin korunması için streç film ile kapatılmıştır. Çimlenme testleri havuç ve marulda 20°C’de sırasıyla 14 ve 7 gün, biber ve karpuzda 25°C’de 14 gün, hıyarda 25°C’de 8 gün boyunca sürdürülmüştür. Çimlenme testlerinin sonunda toplam çimlenme ve normal çimlenme (normal gelişen fide sayısı) değerleri % olarak belirlenmiştir. Normal çimlenme değerlendirmesi ISTA (2020) kuralları esas alınarak yapılmıştır.



Şekil 3.3 Birinci aşama çimlendirme denemelerinden görünüm (A hıyar, B karpuz, C marul, Ç havuç, D biber)

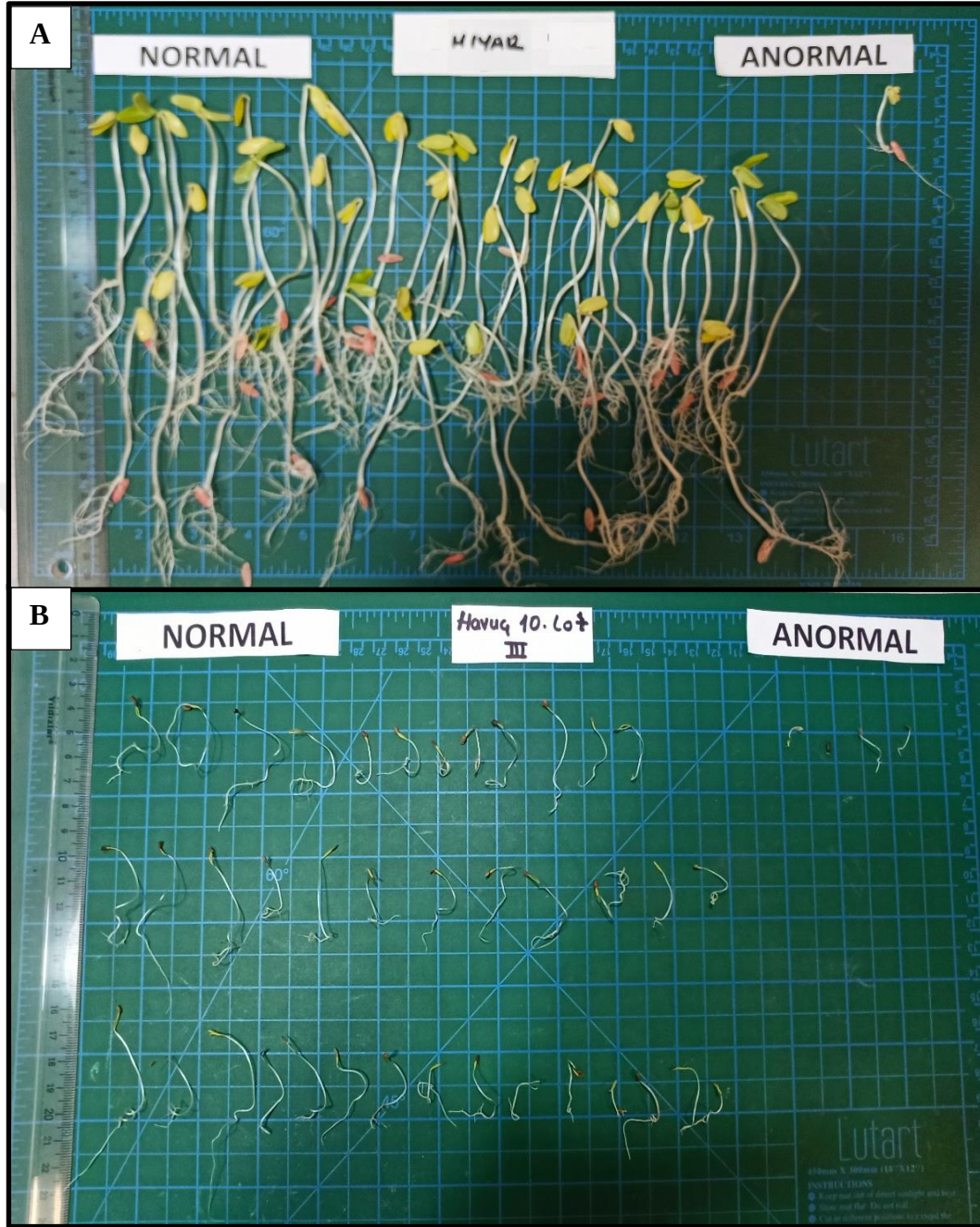
3.2.2 İkinci aşama; 1. aşamada geliştirilen regresyon formülü ile her türde ticari tohum partilerinin normal çimlenme oranlarının tahmini

Araştırmanın ikinci safhasında çalışılan türlerden karpuz için 12 parti, hıyar için 10 parti, biber için 9 parti, marul için 11 parti, havuç için 10 parti piyasadan ticari firmalardan satın alınmış daha önce belirtilen çimlenme koşullarında test kurularak ve istatistiksel olarak anlamlı regresyon veren sayım saatinde kökçük çıkışları yüzde olarak sayılmıştır. Denemeler Şekil 3.4’ de gösterildiği gibi içine 2 kat nemlendirilmiş çimlendirme kağıtları yerleştirilmiş çimlendirme kaplarında ISTA (2020) koşulları esas alınarak yapılmıştır.



Şekil 3.4 İkinci aşama çimlendirme denemelerinden görünüm

Sayımlarda ilgili sayım saatine uygun $y=a+bx$ olarak saptanmış formülde x 'in yerine bu değer yazılıp tahmin edilen (prediction) değeri (y) elde edilmiştir. Çimlendirme devam ettirilerek her türe ait çimlendirme süresi sonunda tohum partilerinin gerçek (actual) normal çimlenme yüzdeleri saptanmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Çimlendirme testi normal/anormal sayımlardan görünüm (A hıyar, B havuç)

Daha sonra her türde tahmin edilen (predicted) değerlerle gerçek değerler (actual) arasında regresyon yapıp 1. aşamada geliştirilen formülün normal çimlenmeyi tahmin etmekte kullanılıp kullanılmayacağı test edilmiştir. Tahmin edilen ve gerçek değerler arasındaki regresyon ilişkisi istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Regresyon analizleri

SPSS programı kullanılarak yapılmış ve anlamlılık $p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.001$ seviyesinde tespit edilmiştir.

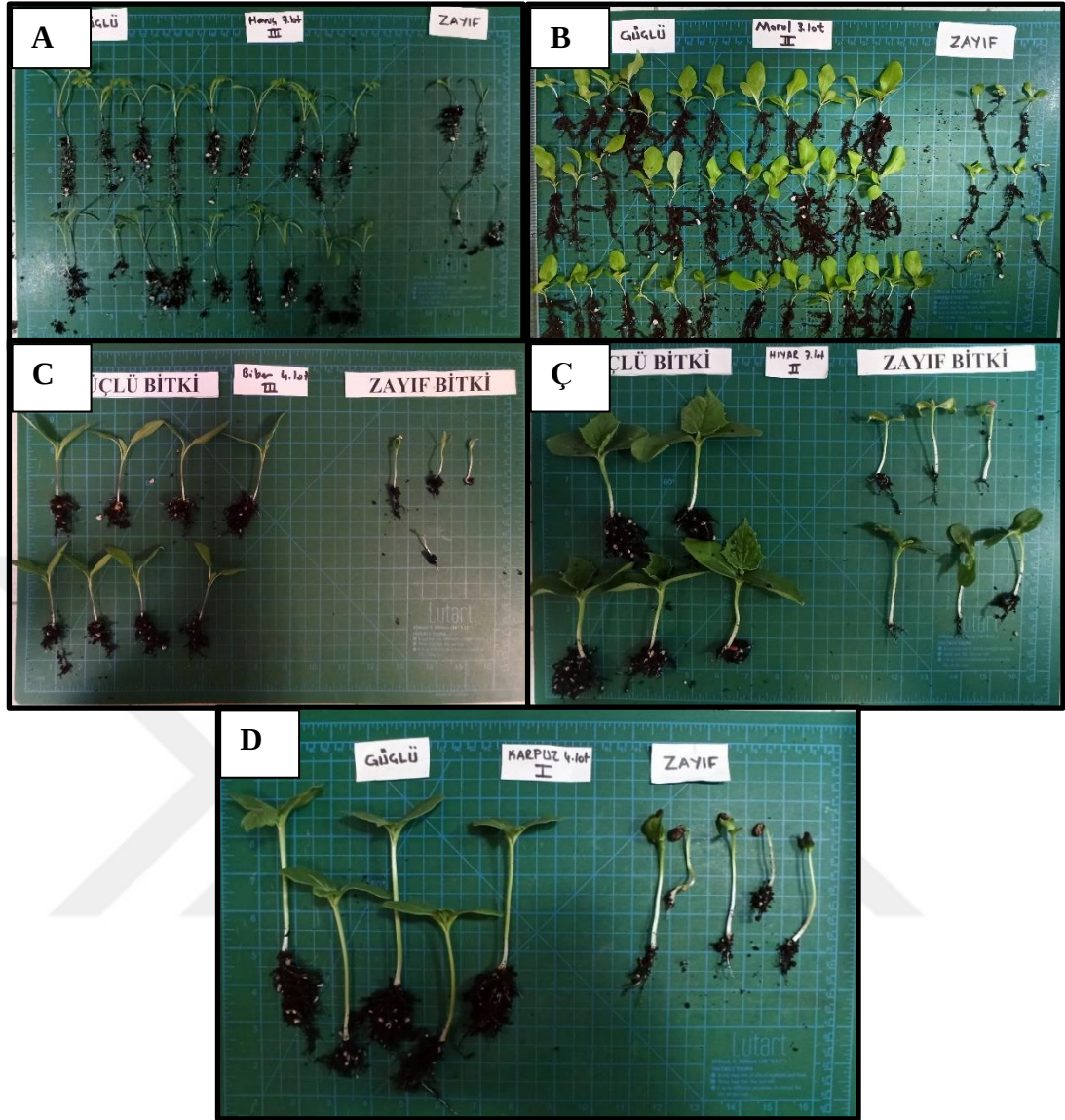
3.2.3 Üçüncü aşama; 1. aşamada geliştirilen regresyon formülü ile ticari tohum partilerinin fide çıkış oranlarının tahmini

Araştırmanın 1. safhasında geliştirilen en yüksek istatistiksel anlamlı regresyon katsayısı veren kökçük sayım saati ile ticari tohum partilerinin fide çıkış oranı arasındaki ilişki araştırmanın 3. safhasında belirlenmiştir. Bu amaçla her türden 3 tekerrürlü 50 tohum iklim odasında tohum tepsilerine torf:perlite ortamına ekilerek fide çıkış oranı saptanmıştır. Fide kapları perlite ve torf karışımı 1/2 oranında hazırlanmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Fide çıkış testi için toprak hazırlığı ve ekim çalışmalarından görünüm

Sulama işlemi iki günde bir olacak şekilde bitkinin ihtiyacına göre gerçekleştirilmiştir. Fide çıkış oranları 20 gün boyunca günlük sayım yapılarak normal fide çıkış oranı (%) saptanmıştır (Şekil 3.7). İklim odasındaki koşullar $22\pm2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık 16 saat aydınlık 8 saat karanlık 10000 lux ışık yoğunluğu olarak ayarlanmıştır. Deneme sonunda kökçük sayım saatinin fide çıkış oranıyla regresyon ilişkisi SPSS istatistik programı kullanılarak saptanmıştır.



Şekil 3.7 Fide çıkış testi, normal ve anormal fide sayımlarından görünüm (A havuç, B marul, C biber, Ç karpuz, D karpuz)

3.2.4 İstatistiksel analiz

Araştırmada kullanılan bütün denemeler tesadüf parseller deneme deseni yapısına uygun şekilde kurulmuş ve yürütülmüştür. Regresyon analiz testleri SPSS programı ile yapılmıştır. Regresyon eğrileri (R^2) Microsoft Excel kullanılarak çizilmiş ve regresyon katsayıları hesaplanmıştır. İstatistiksel anlamlılık seviyesi $p < 0.05$, $p < 0.01$, $p < 0.001$ düzeyinde değerlendirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Karpuz

4.1.1 Birinci aşama; en uygun kökçük çıkış (KÇ) saatinin belirlenmesi

Karpuz tohum partilerinin 6 saat aralıklarla yapılan saatlik sayım değerleri ve 14. gün normal çimlenme yüzdeleri çizelge 4.1’ de verilmiştir. Çalışmamızın birinci aşamasında en uygun (KÇO, %) değerini veren sayım saatinin belirlenmesi amacıyla 6 saat aralıklarla sayımlar yapılmıştır.

Çizelge 4.1 Hızlı yaşlandırma ile oluşturulan 14 karpuz tohum partisinin KÇO değerleri (%) 56 ve 92 saat arasındaki değişimi ve 14. gün normal çimlenme yüzdeleri (NÇO, %)

Parti No	Sayım Saatleri							(NÇO,%)
	56 s	62 s	68 s	74 s	80 s	86 s	92 s	
K1	70	81	89	95	97	97	98	95
K2	59	75	83	89	93	95	97	89
K3	80	93	96	98	98	98	99	81
K4	35	47	63	69	71	78	81	83
K5	44	57	71	73	80	83	83	77
K6	59	69	75	77	91	91	94	81
K7	15	32	52	69	77	81	88	80
K8	28	34	51	61	69	85	93	81
K9	30	47	53	69	75	78	78	75
K10	14	30	47	53	69	73	76	72
K11	1	11	23	33	37	53	61	72
K12	9	12	20	25	36	52	59	59
K13	0	11	14	27	32	43	57	55
K14	0	0	9	22	31	41	55	49

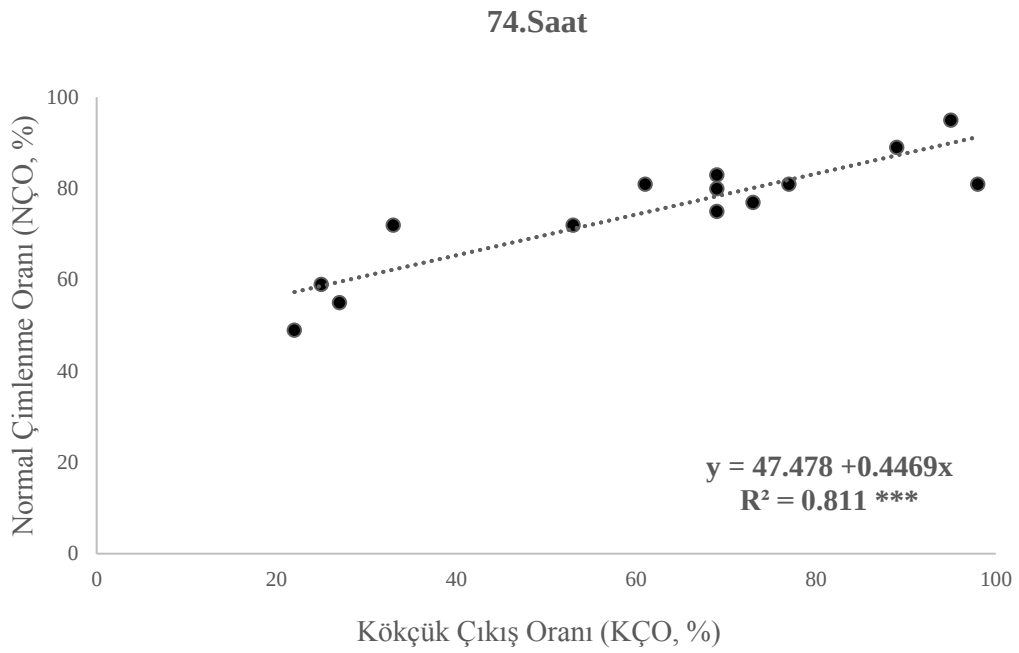
Farklı canlılıklara sahip tohum partilerinde yapılan sayımlarda; 2 mm kökçük çıkışı esas alınarak hesaplanan çimlenme yüzdeleri K1 ve K3 tohum partileri hariç diğer tohum partilerinde 56. sayım saatinde % 60'ın altında bulunmuştur. 62. saat sayımında çimlenme oranları artış göstermiş olsa dahi 9 adet tohum parti grubunda çıkış oranı % 50'nin altında kalmıştır. Canlılıkları daha düşük olan K4, K7, K8, K9, K10, K11, K12, K13, K14 tohum partilerinin çimlenme yüzde değerleri %50'nin üstüne ancak 68. sayım saatinde ulaşmıştır. En yüksek K3 tohum partisinde % 98, K1 tohum partisinde %95 olarak bulunmuştur. K11, K12, K13, K14 tohum partilerinde KÇO değerleri %50'nin altında kalmıştır. 14. gün yapılan normal çimlenme değerleri ele alınacak olursa; %95 olarak bulunan K1 tohum partisi en yüksek değere sahip olurken, K14 tohum partisinin değeri %49 olarak bulunmuştur. Canlılıkları düşük olan K12 ve K13 tohum partilerinin normal çimlenme değerleri (NÇO) sırası ile %59 ve %55 olarak bulunmuştur.

On dört adet tohum partisinde farklı saatlerdeki sayımlar için yapılmış korelasyon analizine göre elde edilen değerler çizelge 4. 2' de verilmiştir. KÇO (%) oranı ile normal çimlenme oranları arasında yapılan korelasyon analizinde; tüm sayım saatlerindeki korelasyon katsayıları istatistiksel olarak anlamlı ilişki göstermişlerdir. En düşük korelasyon değeri ($r=0.777$, $p<0.01$) 56. saat sayımından elde edilmiştir. Bu sayım saati dışında tüm sayım saatlerinde anlamlılık seviyesi $p<0.001$ düzeyinde olmuştur. Kökçük çıkış testinde istatistiksel düzeyde anlamlılık seviyesi başarılı bulunan korelasyon değerleri içinden 74. saati seçilmiştir. Bu saat en kısa sürede en yüksek korelasyon ($r=0.901$) değeri veren sayım saati olmuştur. İlerleyen saatlerdeki sayım saatlerin korelasyon değerlerine bakıldığında 86. ve 92. saatlik sayım değerleri istatistiksel anlamda ($r=0.902$ - $r=0.923$) önemli ilişki tespit edilmiş olsa da kökçük çıkış testi için saat bazında daha uzun süre beklemek gerekli olduğundan tercih edilmemiştir. Bu sebeple, çizelge 4. 2' de görüleceği üzere 74. saat sayımının korelasyon değeri ($r=0.901$, $p<0.001$) çalışmamızda karpuz için en uygun sayım saati olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.2 Karpuz tohum partilerinin farklı saatlerdeki KÇO değerleri ile son sayımdaki normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik dereceleri

KÇO saatleri	Korelasyon değerleri (r)
56	0.777**
62	0.820 ***
68	0.885 ***
74	0.901 ***
80	0.886 ***
86	0.923 ***
92	0.902 ***

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



Şekil 4.1 Karpuz tohum partilerinin 74. saat kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve normal çimlenme oranı (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (*** : p < 0.001)

Şekil 4. 1' de görüldüğü üzere hızlı yaşlandırılmış karpuz tohum partilerinin kökçük çıkış testinde 74. sayım saatinin regresyon eğrisi ve ilişkisi verilmiştir. 74. saat sayımı ile NÇO değerleri arasında yüksek düzeyde ilişki bulunmuş ve bu ilişkiye dair ($R^2=0.811$, $p<0.001$) regresyon formülü $y= 47.478 + 0.4469x$ olarak ortaya konulmuştur. Belirtilen formül çalışmasının ikinci aşamasında normal çimlenme (%), üçüncü aşamasında ise fide çıkış oranının tahmininde kullanılmıştır.

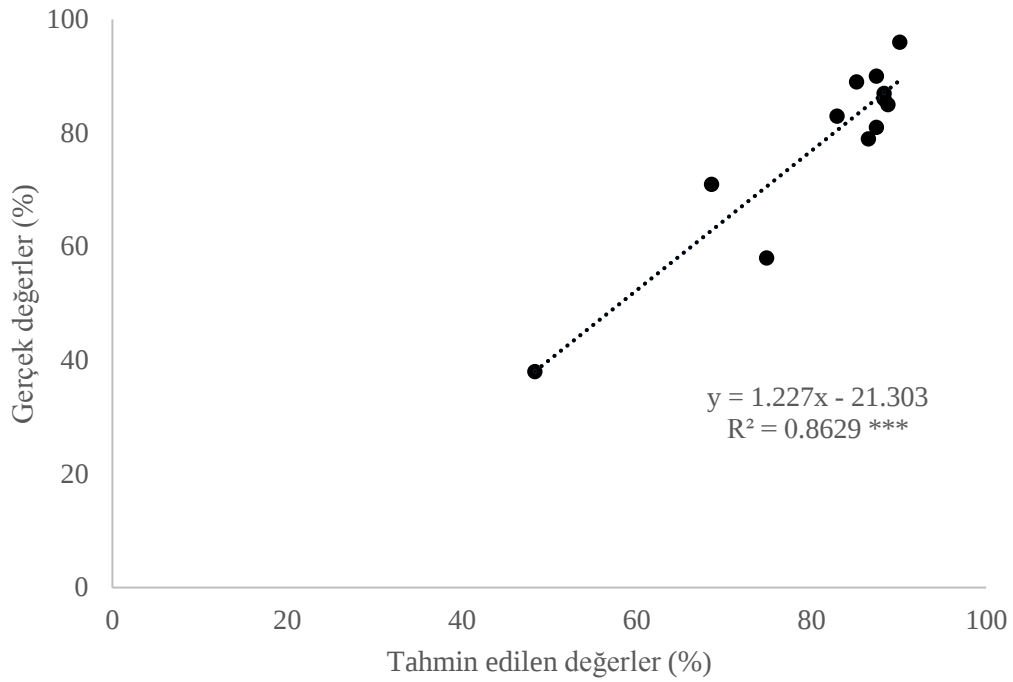
4.1.2 İkinci aşama; ticari tohum partilerinin normal çimlenme oranlarının (%) tahmini

Piyasadan alınan on iki ticari tohum partisinin 74 saat sayım değerleri ve normal çimlenme yüzdeleri çizelge 4. 3' te verilmiştir. 74. saat sayımında en yüksek kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve normal çimlenme oranı (NÇO, %) TK1 tohum partisinde bulunurken; en düşük KÇO değeri ve NÇO değeri TK2 tohum partisinde bulunmuştur.

Çizelge 4.3 Ticari karpuz tohum partilerinde 74. saat KÇO (%) değerleri ve normal çimlenme değerleri (NÇO, %)

Ticari Tohum Partileri	74.Saat (KÇO, %)	Normal Çimlenme (NÇO, %)
TK1	95	96
TK3	92	85
TK8	91	87
TK4	91	86
TK6	89	90
TK10	89	81
TK12	87	79
TK11	84	91
TK9	79	83
TK7	61	58
TK5	47	71
TK2	2	38

TK5 tohum partisinin KÇO oranı da diğer tohum partilerine göre düşük çıkmış olup %47 değere sahiptir. KÇO değeri %92 olan TK3 tohum partisinin normal çimlenme oranı %85 çıkmıştır. Diğer çimlenme oranı yüksek olan tohum partileri ise TK4 ve TK8' tir, KÇO değerleri %91 iken NÇO değerleri sırasıyla %86 ve %87' e çıkmıştır. TK7 tohum partisinin KÇO oranı %67 ile orta seviyelerde kalmış olup NÇO ise %58' e çıkmıştır.



Şekil 4.2 Ticari karpuz tohum partilerinin geliştirilmiş regresyon formülü ile tahmin edilen ve gerçek normal çimlenme oranları arasındaki regresyon ilişkisi (***: $p < 0.001$)

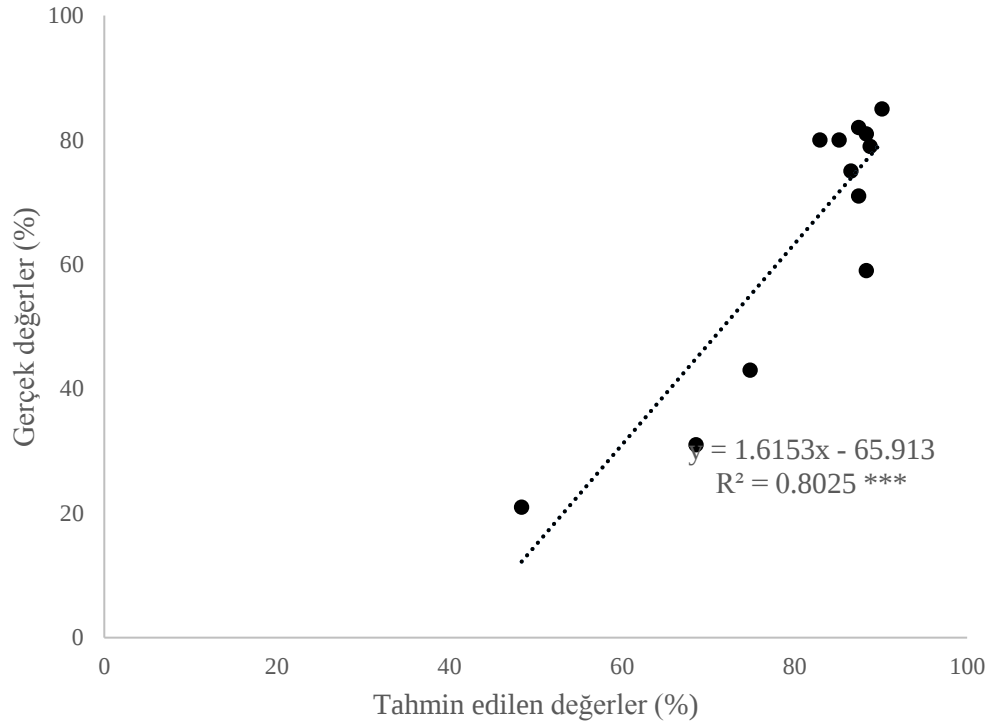
Çalışmamızın birinci aşamasında bulunan $y = 47.478 + 0.4469x$ formülü kullanılarak, piyasadan alınan 12 adet ticari tohum partisinde 74. saat KÇO (%) oranları baz alınarak hesaplanan tahmini değerler formülde x yerine 74. saat KÇO oranları eklenerek elde edilen y değerleri ve 14 gün sonra tespit edilen normal çimlenme oranları arasında yapılan regresyon analiz eğrisi şekil 4.2' de verilmiştir. Regresyon katsayısı $R^2 = 0.862$ olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak ilişki yüksek düzeyde ($p < 0.001$) anlamlı bulunmuştur.

4.1.3 Üçüncü aşama; ticari tohum partilerinin fide çıkış oranlarının (%) tahmini

On iki adet ticari karpuz tohum partisinde fide çıkış testi sonunda yapılan normal fide çıkış oranları (FÇO, %) ve 74. saat (KÇO, %) değerleri çizelge 4.4' de verilmiştir. TK1, TK3, TK8 tohum partilerinin 74.saat kökçük çıkış oranları ve normal fide çıkış yüzdeleri birbirlerine yakın değerlerde çıkmıştır. TK1 tohum partisnin 74. saat KÇO değeri %95, TK3 tohum partisnin KÇO değeri %92, TK8 tohum partisnin KÇO değeri %91 iken fide çıkış oranları sırayla %85, %79, %81 olarak saptanmıştır. TK2 ve TK5 tohum partilerinin KÇO ve fide çıkış oranları düşük seviyede kalmıştır. Diğer tohum partilerinde KÇO değerleri %61-%89 arasında değişkenlik göstermiştir. Aynı şekilde fide çıkış oranları ise %43- %82 arasında değişmiştir.

Çizelge 4.4 Ticari karpuz tohum partisinde 74.saat kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve fide çıkış oranları (FÇO, %)

Ticari Tohum Partileri	74. Saat (KÇO, %)	Fide Çıkış Oranı (FÇO, %)
TK1	95	85
TK3	92	79
TK8	91	81
TK4	91	59
TK6	89	82
TK10	89	71
TK12	87	75
TK11	84	80
TK9	79	80
TK7	61	43
TK5	47	31
TK2	2	21



Şekil 4.3 Ticari karpuz tohum partilerinde (12 adet) geliştirilen regresyon formülü ile tahmin edilen ve gerçek fide çıkış oranları (%) arasındaki regresyon ilişkisi (***: $p < 0.001$)

Ticari karpuz tohum partileri için uygulanan fide çıkış testinde; fide çıkış oranları (FÇO, %) ve araştırmanın 1.safhasında geliştirilen $y = 47.478 + 0.4469x$ formülü kullanılarak hesaplanan tahmini değerler arasında yapılan regresyon analizi şekil 4. 3' te verilmiştir. Hesaplanan regresyon katsayısı $R^2 = 0.802$ çıkmış ve istatistiksel olarak yüksek düzeyde ($p < 0.001$) önemli bulunmuştur.

4.2 Hıyar

4.2.1 Birinci aşama; en uygun kökçük çıkış (KÇ) saatinin belirlenmesi

Hıyar tohum partilerinin belli aralıklarla yapılan saatlik sayım değerleri ve 8. gün normal çimlenme yüzdeleri çizelge 4.5’ te verilmiştir. Çalışmamızın birinci aşamasında en uygun KÇO (%) saatinin belirlenmesi amacıyla saatlik sayımlar yapılarak, 2 mm kökçük çıkışı esas alınarak çimlenme yüzdeleri belirlenmiştir.

Çizelge 4.5 Hızlı yaşlandırma ile oluşturulan 14 hıyar tohum partisinin KÇO değerlerinin (%) 24 ve 56 saatler arasındaki değişimi ve 8. gün normal çimlenme yüzdeleri (NÇO, %)

Parti No	Sayım Saatleri						(NÇO, %)
	24 s	32 s	38 s	44 s	50 s	56 s	
H1	53	87	93	97	98	99	95
H2	28	80	87	96	97	98	93
H3	30	87	91	95	96	96	93
H4	17	88	95	98	99	100	98
H5	13	87	96	98	98	98	94
H6	12	81	91	95	96	97	94
H7	7	67	95	95	95	97	96
H8	9	87	96	98	98	98	96
H9	0	1	52	89	91	91	94
H10	0	1	52	89	91	95	94
H11	0	0	19	67	87	92	90
H12	0	0	12	63	68	79	89
H13	0	4	17	63	67	79	87
H14	0	0	7	61	65	74	85

24. saat sayımında H9, H10, H11, H12, H13, H14 tohum partilerinde çimlenme görülmemiştir. Canlılıkları yüksek olan H1, H2, H3, H4, H5, H6, H7, H8 tohum partileri 32. saat sayımında çimlenme oranları %50' nin üstüne çıkmıştır. Canlılıkları daha düşük olan H10-H14 arası olan tohum partilerinin çimlenme oranları 38.satte %7-52 arasında kalmıştır. 44. sayım saatinde KÇO, % değerleri tüm tohum partilerinde %50' nin üstüne çıkmışlardır. Normal çimlenme değerlerine bakıldığında daha yavaş çimlenme gösteren tohum partilerinin normal çimlenme değerleri (%) diğer tohum partilerinin NÇO (%) değerlerine çok yakın sonuçlar vermişlerdir. H10 tohum partisi %94 ile en yüksek normal çimlenme oranına sahipken H14 tohum partisi %85 ile en düşük çimlenme oranına sahiptir.

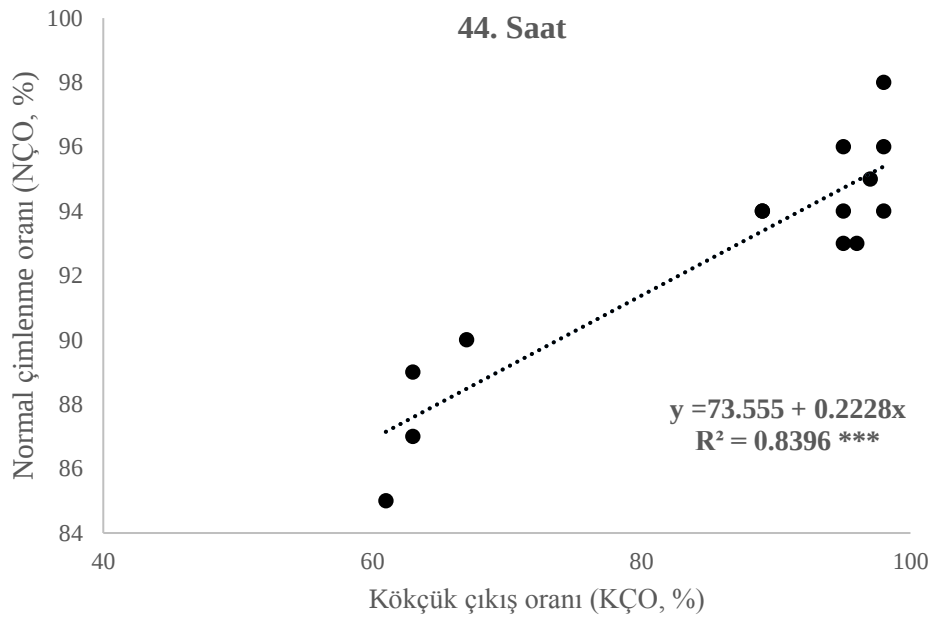
Çizelge 4.6 Hıyar tohum partilerinin farklı saatlerdeki KÇO değerleri ile son sayımdaki normal çimlenme (NÇO,%) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik dereceleri

KÇO saatleri	Korelasyon değerleri (r)
24	0.418 *
32	0.698 **
38	0.874 ***
44	0.916 ***
50	0.917 ***
56	0.917 ***

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

Hızlı yaşlandırma ile oluşturulmuş 14 adet tohum partisine ait farklı saatlerdeki sayımlar için yapılmış korelasyon analizine göre elde edilen değerler çizelge 4.6' da verilmiştir. (KÇO, %) oranı ile normal çimlenme oranları arasında yapılan korelasyon analizinde; çizelge 4.6' da verilmiş sayım saatlerindeki korelasyon katsayıları istatistiksel olarak anlamlı ilişki göstermişlerdir. En düşük korelasyon değeri ($r = 0.418$, $p < 0.05$) 24. sayım saatinde çıkmıştır. 32. ve 38. sayım saatlerinde korelasyon değerleri (r) sırası ile $r = 0.698$ ($p < 0.01$) ve $r = 0.874$ ($p < 0.001$) olarak bulunmuştur. İlerleyen saatlerdeki sayım saatlerinin korelasyon değerlerine bakıldığında; 44.-56. saatler arasındaki korelasyon

değerlerinde istatistiksel anlamda önemli ilişki tespit edilmiştir. 44. sayım saatinin korelasyon değeri $r=0.916$ ($p<0.001$) olarak bulunmuş ve çalışmamızın amacına yönelik olarak; yapılan saatlik sayımlarda yüksek korelasyon değeri veren saatler 44, 50 ve 56. saatler olarak belirlenmiştir. Bu sayım saatleri arasından daha erken sayım saati olan 44. sayım saati tercih edilmiştir.



Şekil 4.4 Hıyar tohum partilerinin 44. saat kökçük çıkış oranı (KÇÖ, %) ve normal çimlenme oranı (NÇÖ, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$

Şekil 4.4’ de görüldüğü üzere hızlı yaşlandırmadan sağlanan 14 hıyar tohum partisinde kökçük çıkış testinde 44. sayım saatinin regresyon eğrisi verilmiştir. Regresyon katsayısına bağlı olarak regresyon ilişkisi ($R^2=0.8396$, $p<0.001$) yüksek düzeyde anlamlı bulunmuştur. Buradaki regresyon ilişkisinde geliştirilen $y=73.555 + 0.2228x$ formülü ikinci aşamada normal çimlenme (%) ve üçüncü aşamada da fide çıkış oranının tahmininde kullanılmıştır.

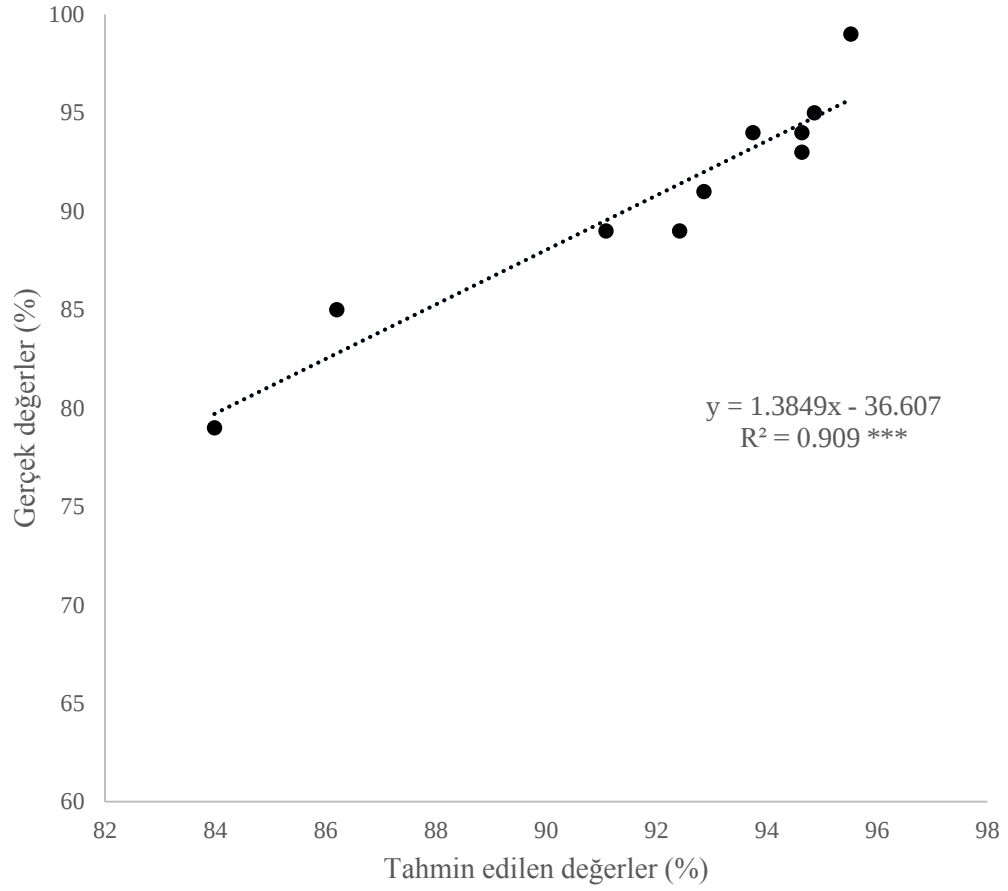
4.2.2 İkinci aşama; ticari tohum partilerinin normal çimlenme oranlarının (%) tahmini

Çalışmamızın ikinci aşamasında ticari tohum partilerinin normal çimlenme oranlarının tahmini amacıyla piyasadan sağlanmış 10 ticari tohum partisinin 44.saat KÇÖ sayım ve normal çimlenme yüzdeleri şekil 4.7’ de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Ticari hıyar tohum partilerinde 44. saat (KÇÖ, %) değerleri ve normal çimlenme değerleri (NÇÖ, %)

Ticari Tohum Partileri	44.Saat (KÇÖ, %)	Normal Çimlenme (NÇÖ, %)
TH7	99	99
TH11	96	95
TH3	91	94
TH8	95	94
TH2	95	93
TH4	87	91
TH9	79	89
TH10	85	89
TH6	57	85
TH12	47	79

KÇÖ ve normal çimlenme yüzdeleri en yüksek tohum partisi TH7’ de, en düşük TH12 tohum partisinde bulunmuştur. TH9 ve TH10 tohum partilerinin NÇÖ değerleri %89 olarak bulunmuştur. NÇÖ değerleri % 94 ile aynı çıkan diğer tohum partileri ise TH3 ve TH8’ dir. KÇÖ değeri %57 olan TH6 tohum partisinden NÇÖ değeri %85 çıkmıştır. TH12 tohum partisinden 44. sayım saatinde çimlenme yüzdesi %47 iken NÇÖ değeri %79 çıkmıştır.



Şekil 4.5 Ticari hıyar tohum partilerinin geliştirilmiş regresyon formülü ile tahmin edilen ve gerçek normal çimlenme oranları arasındaki regresyon ilişkisi (***: $p < 0.001$)

Yapılan denemede 44. sayım saatinde bulunan KÇÖ değerleri ile NÇÖ değerleri arasındaki ilişki Şekil 4.5’ te sunulmuştur. Normal çimlenmenin gerçek ve tahmin edilen değerleri regresyon katsayısı $R^2=0.909$ olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak ilişki yüksek düzeyde ($p < 0.001$) anlamlı bulunmuştur.

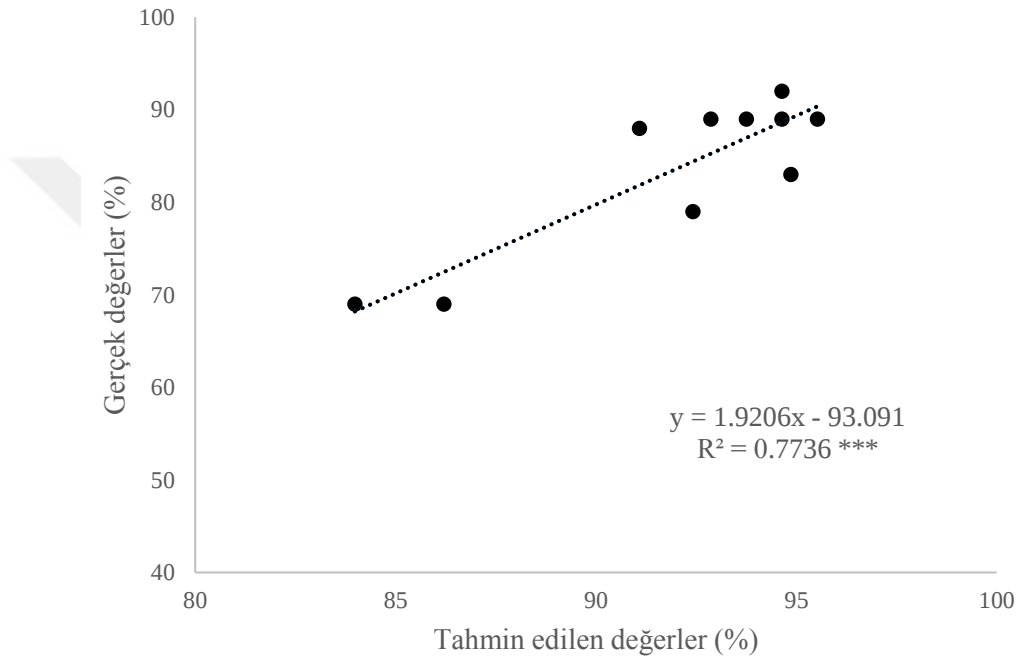
4.2.3 Üçüncü aşama; ticari tohum partilerinin fide çıkış oranlarının (%) tahmini

On adet ticari hıyar tohum partisinde uygulanan fide çıkış testi sonunda normal fide oranları ve 44. saat sayım yüzdeleri çizelge 4.8’ de verilmiştir. TH2 tohum partisinin KÇO değeri %95 iken FÇO değeri %92 çıkarak en yüksek FÇO değerine sahip olmuştur. TH3, TH4, TH7, TH8 tohum partilerine ait FÇO değerleri %89 olarak aynı bulunmuştur. TH9 tohum partisinden KÇO değeri %79 iken, FÇO değeri %88 çıkmıştır. En düşük FÇO değerleri TH12 ve TH6 tohum partilerinde %69 olarak tespit edilmiştir. TH11 tohum partisinden KÇO değeri %96 olarak FÇO değeri ise %83 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.8 Ticari hıyar tohum partilerinde 44.saat kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve fide çıkış oranları (FÇO, %)

Ticari Tohum Partileri	44. Saat (KÇO, %)	Fide Çıkış Oranı (FÇO,%)
TH2	95	92
TH3	91	89
TH4	87	89
TH7	99	89
TH8	95	89
TH9	79	88
TH11	96	83
TH10	85	79
TH12	47	69
TH6	57	69

Ticari hıyar tohum partileri için uygulanan fide çıkış testinde; gerçek fide çıkış oranları (FÇO, %) ve $y=73.555 + 0.2228x$ formülü kullanılarak hesaplanan tahmini değerler arasında yapılan regresyon analizi şekil 4. 6' da verilmiştir. Tahmini ve gerek değerler arasındaki regresyon katsayısı $R^2 = 0.774$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen regresyon katsayısı istatistiksel olarak yüksek düzeyde ($p<0.001$) önemli bulunmuştur.



Şekil 4.6 Ticari hıyar tohum partilerinde (10 adet) geliştirilen formül ile tahmin edilen fide çıkış oranları (%) arasındaki regresyon ilişkisi (*** : $p<0.001$)

4.3 Marul

4.3.1 Birinci aşama; en uygun kökçük çıkış (KÇ) saatinin belirlenmesi

Çalışmamızın birinci aşamasında en uygun KÇO (%) saatinin belirlenmesi amacıyla 16 ile 48 saat arasında 4 saat arayla sayımlar yapılmıştır. Marul tohum partilerinde belli aralıklarla yapılan saatlik sayım değerleri ve 7. gün normal çimlenme yüzdeleri çizelge 4. 9’ da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Hızlı yaşlandırma ile oluşturulan 14 marul tohum partisinin KÇO değerlerinin (%) 16 ve 48 saatler arasındaki değişimi ve 7.gün normal çimlenme yüzdeleri (NÇO, %)

Parti No	Sayım Saatleri							(NÇO, %)
	16 s	20 s	24 s	28 s	32 s	40 s	48 s	
M1	23	41	57	62	63	74	75	86
M2	11	37	53	63	67	73	78	85
M5	11	42	61	67	73	74	80	84
M3	0	37	61	64	72	77	82	82
M9	0	0	13	41	53	59	66	78
M6	19	39	59	65	67	71	75	77
M4	11	36	51	59	62	72	74	75
M7	0	3	21	44	59	61	67	75
M8	0	0	6	26	45	57	58	75
M10	0	0	10	33	54	64	67	74
M11	0	0	0	0	12	35	45	70
M12	0	0	0	0	1	6	33	68
M13	0	0	0	0	0	17	39	63
M14	0	0	0	0	3	3	3	43

Farklı canlılıklara sahip tohum partilerinde yapılan sayımlarda; 2 mm kökçük çıkışı esas alınarak hesaplanan KÇO yüzdeleri 16. ve 20. sayım saatlerinde % 50' nin altında kalmıştır. M1, M2, M5, M3, M6, M4 tohum partileri hariç 24. sayım saatinde KÇO değerleri % 50'nin altında çıkmıştır. 28. sayım saatinde canlılıkları düşük olan M9, M7, M8, M10 tohum partilerinin çimlenme yüzdeleri % 50' ye ulaşamamış; M11, M12, M13, M14 tohum partilerinde çimlenme gerçekleşmemiştir. M11, M12, M13 ve M14 tohum partileri 48. sayım saatine kadar %50 çimlenme yüzdesine çıkamamışlardır. Normal çimlenme yüzdesi en yüksek olan M1 tohum partisnin KÇO değerleri 24. sayım saatinden itibaren artarak 40. sayım saatinde %74'e ulaşmıştır. M11, M12, M13, M14 tohum partileri hariç diğer tohum partilerinde KÇO değerleri % 50' nin üstünde KÇO değerleri göstermişlerdir. Canlılık farklılıkları dikkate alındığında KÇO ve NÇO değerleri canlılığı zayıf olan tohum partilerinde düşük kalmıştır. Sayım saatleri ilerledikçe KÇO değerleri ve NÇO değerleri arasında doğru orantılı bir artış gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.10 Marul tohum partilerinin farklı saatlerdeki KÇO değerleri ile son sayımdaki normal çimlenme (NÇO,%) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik dereceleri

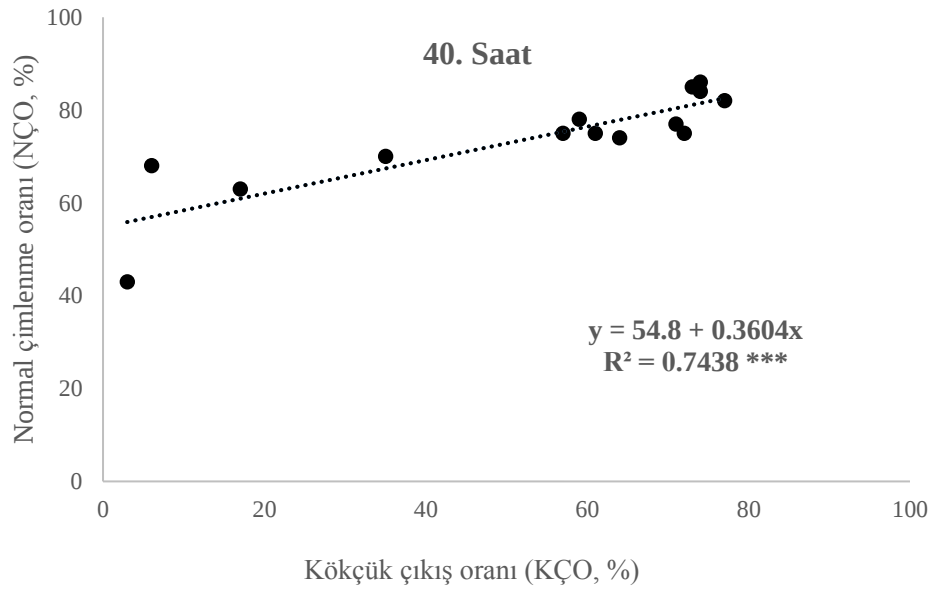
KÇO saatleri	Korelasyon değerleri (r)
16	0.498 *
24	0.699 **
28	0.793 ***
32	0.811 ***
40	0.862 ***
48	0.942 ***

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

On dört adet marul tohum partisine ait farklı saatlerdeki KÇO sayımlar ile NÇO (%) arasındaki korelasyon analizine göre elde edilen r değerleri çizelge 4.10'da verilmiştir. KÇO (%) oranı ile normal çimlenme oranları arasında yapılan korelasyon analizinde; 16.

($r=0.498$, $p<0.05$) ve 24. sayım ($r=0.699$, $p<0.01$) saatlerinde istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmuştur. Kökçük çıkış testinde istatistiksel olarak daha yüksek düzeyde anlamlı ($p<0.001$) bulunan korelasyon değerleri ($r = 0.793$), ($r = 0.811$), ($r=0.862$), ($r=0.942$) sırasıyla 28., 32., 40. ve 48. saatlerindeki sayımlardan elde edilmiştir. İlerleyen saatlerdeki sayım saatlerin korelasyon değerlerine bakıldığında 48. saat sayım değerleri için istatistiksel anlamda önemli ilişki tespit edilmiş olsa da kökçük çıkış testi için saat bazında çizelge 4.10'da görüleceği üzere 40. saat sayımının korelasyon değeri ($r = 0.862$, $p<0.001$) çalışmamızda en uygun sayım saati olarak alınmıştır. Bunun temel nedeni daha kısa zamanda sayım yapmak esasına dayanmaktadır.

Şekil 4. 7' de görüldüğü üzere marul tohum partilerinin KÇÖ testinde 40.sayım saatinin regresyon eğrisi verilmiştir. 40.sayım saati, ($R^2=0.743$, $p<0.001$) regresyon katsayısına ait $y=0.3604x + 54.800$ formülü hesaplanmıştır. Bu formül ve regresyon katsayısına bağlı olarak regresyon ilişkisi yüksek düzeyde anlamlı bulunmuştur. $y=54.800 + 0.3604x$ formülü ikinci aşamada normal çimlenme (%) ve üçüncü aşamada fide çıkış testinde fide çıkış oranının (%) tahmininde kullanılmıştır.



Şekil 4.7 Marul tohum partilerinin 40. saat kökçük çıkış oranı (KÇÖ, %) ve normal çimlenme oranı (NÇÖ, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$

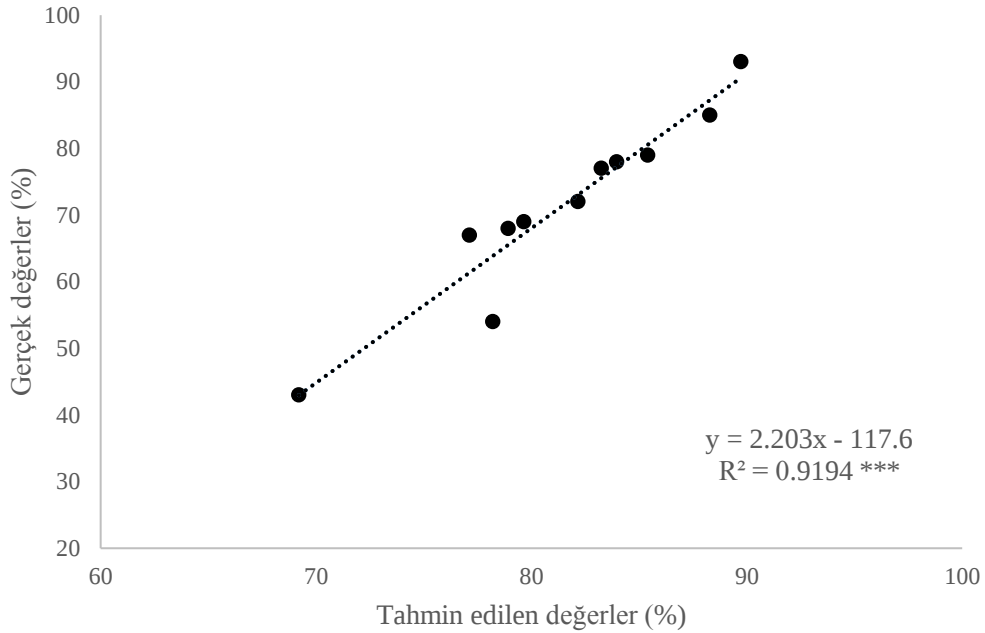
4.3.2 İkinci aşama; ticari tohum partilerinin normal çimlenme oranlarının (%) tahmini

Çizelge 4.11’ de görüldüğü üzere; 11 ticari marul tohum partisinde 40 saat KÇO değerleri ve normal çimlenme yüzdeleri verilmiştir. 40. saat sayımında en yüksek kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve normal çimlenme oranı (NÇO, %) TM3 tohum partisinde bulunurken; en düşük KÇO değeri ve NÇO değeri TM8 tohum partisinde bulunmuştur. TM8 tohum partisinin KÇO değeri diğer tohum partilerine göre düşük çıkmış olup %40 çimlenme yüzdesine sahiptir. TM9, TM7, TM6, TM5, TM8 tohum partilerinde KÇO ve NÇO değerleri %70’in altına kalmışlardır. TM2, TM3 tohum partileri 40. saat sayım değerleri sırası ile % 93 ve %97 olarak en yüksek KÇO değerlerine sahip oldukları belirlenmiştir. TM9 tohum partisinin 40. sayım saatindeki değer %69 olarak kaydedilmiş aynı şekilde normal çimlenme yüzdesi de %69 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.11 Ticari marul tohum partilerinde 40. saat KÇO (%) değerleri ve normal çimlenme değerleri (NÇO, %)

Ticari Tohum Partileri	40.Saat (KÇO, %)	Normal Çimlenme (NÇO, %)
TM3	97	93
TM2	93	85
TM4	85	79
TM11	81	78
TM10	79	77
TM1	76	72
TM9	69	69
TM7	67	68
TM6	62	67
TM5	65	54
TM8	40	43

Çalışmamızın birinci aşamasında geliştirilen $y=54.800 + 0.3604x$ formülü kullanılarak, piyasadan alınan 11 adet ticari marul tohum partilerinde 40. saat KÇO (%) oranları baz alınarak hesaplanan tahmini değerler ve normal çimlenme oranları arasında yapılan regresyon analiz eğrisi şekil 4. 8’ de verilmiştir. Analizde regresyon katsayısı $R^2 = 0.919$ olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak ilişki yüksek düzeyde ($p<0.001$) anlamlı bulunmuştur.



Şekil 4.8 Ticari marul tohum partilerinde geliştirilmiş formül ile tahmin edilen ve gerçek normal çimlenme oranlarının arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$)

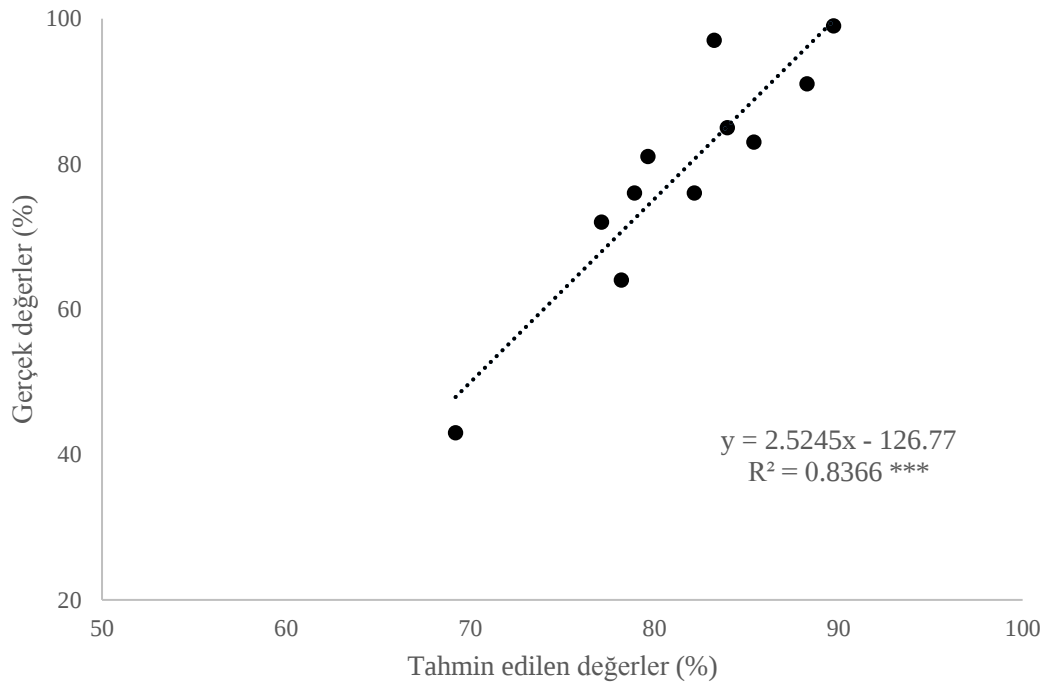
4.3.3 Üçüncü aşama; ticari tohum partilerinin fide çıkış oranlarının (%) tahmini

On bir adet ticari marul tohum partilerinin uygulanan fide çıkış oranları (FÇO, %) ve 40. saat KÇO (%) değerleri çizelge 4.12’ de verilmiştir. TM7 ve TM5 tohum partilerinin FÇO değerleri %50’nin altında kalmıştır. En yüksek normal fide çıkış yüzdesine sahip olan tohum partisi TM2 olarak tespit edilmiştir. En yüksek %97’lik KÇO değeri alan TM3 tohum partisnin fide çıkış oranı %79 olarak bulunmuştur. TM2 tohum partisnin KÇO değeri %93 iken FÇO değeri %91 çıkmıştır. TM9 tohum partisnin KÇO değeri %69 olarak belirlenirken, FÇO değeri %80 olarak bulunmuştur. KÇO değeri %40 olan, TM8 tohum partisnin FÇO değeri %81 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12 Ticari marul tohum partilerinde 40.saat kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve fide çıkış oranları (FÇO, %)

Ticari Tohum Partileri	40.Saat (KÇO, %)	Fide Çıkış Oranı (FÇO, %)
TM2	93	91
TM1	76	85
TM6	62	82
TM8	40	81
TM11	81	80
TM9	69	80
TM3	97	79
TM10	79	71
TM4	85	59
TM7	67	43
TM5	65	31

Ticari marul tohum partileri için uygulanan fide çıkış testinde; fide çıkış oranları (FÇO, %) ve $y=54.800 + 0.3604x$ formülü kullanılarak hesaplanan tahmini değerler arasında yapılan regresyon analizi şekil 4.9’ da verilmiştir. Tahmini ve gerçek değerler arasındaki regresyon katsayısı $R^2=0.836$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen regresyon katsayısı istatistiksel olarak yüksek düzeyde ($p<0.001$) önemli bulunmuştur.



Şekil 4.9 Ticari marul tohum partilerinde (11 adet) geliştirilen formül ile tahmin edilen gerçek fide çıkış oranları (%) arasındaki regresyon ilişkisi (***: $p<0.001$)

4.4 Havuç

4.4.1 Birinci aşama; en uygun kökçük çıkış (KÇ) saatinin belirlenmesi

Farklı canlılıklara sahip tohum partilerinde yapılan sayımlarda; 2 mm kökçük çıkışı esas alınarak çimlenme yüzdeleri belirlenmiştir. Havuç tohum partilerinin saatlik sayım değerleri ve 14. gün normal çimlenme yüzdeleri çizelge 4. 13' te verilmiştir. Havuç türü geç çimlenme eğilimi gösteren bir tür olması sebebiyle kökçük çıkışları 80.saat aralığını bulmuştur.

Çizelge 4.13 Hızlı yaşlandırma ile oluşturulan 14 havuç tohum partisinin KÇO değerinin (%) 80 ve 144 saatler arasındaki değişimi ve 14. gün normal çimlenme yüzdeleri (NÇO, %)

Parti No	Sayım Saatleri						(NÇO, %)
	80 s	86 s	92 s	98 s	120 s	144 s	
HA1	19	29	45	51	69	79	77
HA2	18	26	40	59	69	80	76
HA3	19	29	48	56	74	71	75
HA4	22	37	54	62	73	71	73
HA5	19	24	39	49	66	74	73
HA6	14	24	42	44	64	74	70
HA7	22	27	43	53	69	70	69
HA8	3	9	25	30	61	73	68
HA9	16	29	45	57	74	72	67
HA10	1	7	15	16	43	55	65
HA11	2	5	15	26	52	65	64
HA12	0	0	11	18	25	36	57
HA13	0	0	11	19	27	43	55
HA14	0	0	0	0	6	6	25

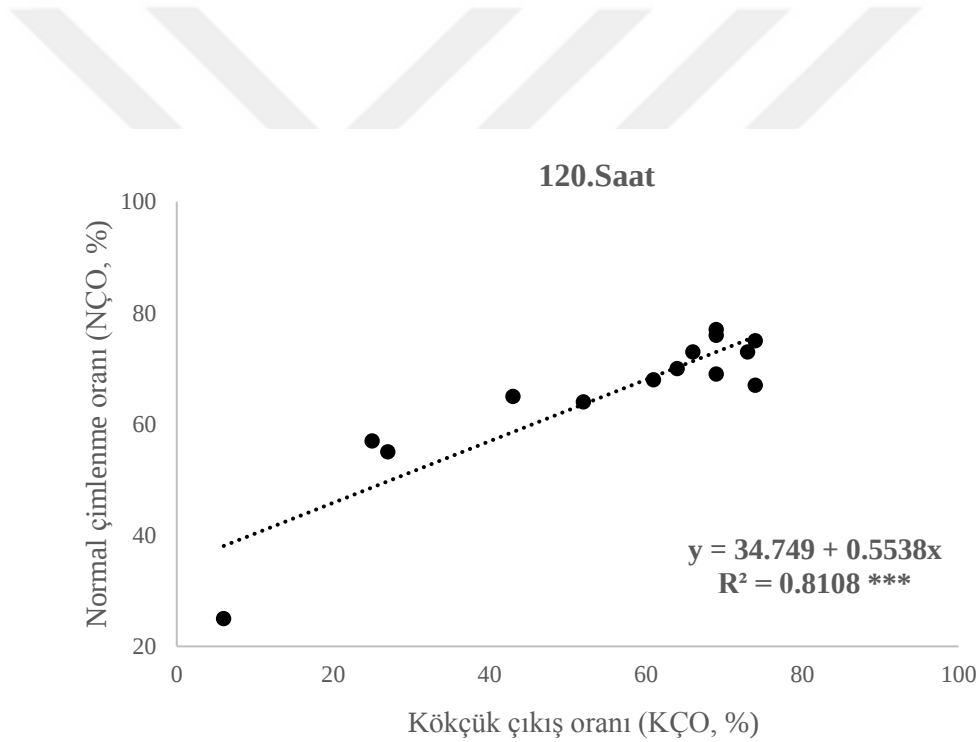
Erken saatlerde %50 çimlenme yüzdesine ulaşan tek tohum partisi HA4 olup ancak 92. sayım saatinde %54 değere ulaşmıştır. HA1, HA2, HA3, HA4, HA7 tohum partileri 98. sayım saatinde %50'nin üstünde çimlenme göstermişlerdir. Canlılığı en düşük olan tohum partisi HA14'ün 120. sayım saatinde KÇO değeri %6 çıkmıştır. HA5, HA6, HA8, HA10, HA11, HA12, HA13, HA14 tohum partilerinin KÇO değerleri 98. sayım saatine kadar KÇO değerleri %50'nin altında kalmıştır. Normal çimlenme değerlerine bakıldığında; en yüksek NÇO değeri H1 tohum partisinde çıkmış olup %77 olarak kaydedilmiştir. HA2, HA3, HA4, HA5, HA6 tohum partilerinin NÇO değerleri %70 - 76 arasında; HA7, HA8, HA9, HA10, HA11 tohum partilerinin NÇO değerleri %64 - 69 arasında; HA12, HA13, HA14 tohum partilerinin KÇO değerleri %25- 55 arasında bulunmuştur.

On dört adet tohum partisine ait farklı saatlerdeki sayımlar için yapılmış korelasyon analizine göre elde edilen değerler çizelge 4.14'de verilmiştir. KÇO (%) oranı ile normal çimlenme oranları arasında yapılan korelasyon analizinde; tüm sayım saatlerindeki korelasyon katsayıları istatistiksel olarak ($p < 0.001$) anlamlı ilişki göstermişlerdir. 86.- 144. sayım saatleri arasında yapılan sayımlarda korelasyon katsayıları ($p < 0.001$) önemli düzeyde başarılı bulunmuştur. Korelasyon katsayısı $r = 0.900$ ($p < 0.001$) olarak bulunan sayım saati 120. sayım saati olup, çalışmamızın ikinci ve üçüncü aşamasında süre olarak ideal olduğu düşünülmüş ve kullanılmak üzere kullanılmıştır.

Çizelge 4.14 Havuç tohum partilerinin farklı saatlerdeki KÇO değerleri ile son sayımdaki normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik dereceleri

KÇO saatleri	Korelasyon değerleri (r)
80	0.680 **
86	0.718 ***
92	0.801 ***
98	0.820 ***
120	0.900 ***
144	0.957 ***

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



Şekil 4.10 Havuç tohum partilerinin 120. saat kökçük çıkış oranı (KÇO %) ve normal çimlenme oranı (NÇO %) arasındaki regresyon ilişkisi (*** : p < 0.001)

Şekil 4. 10' da görüldüğü üzere ticari havuç tohum partilerinin kökçük çıkış testinde 120. sayım saatinin regresyon eğrisi verilmiştir. Çalışmamızı en iyi temsil edecek olan sayım saati 120. saat olarak belirlenerek, $R^2=0.810$ regresyon katsayısına ait $y=34.749 +$

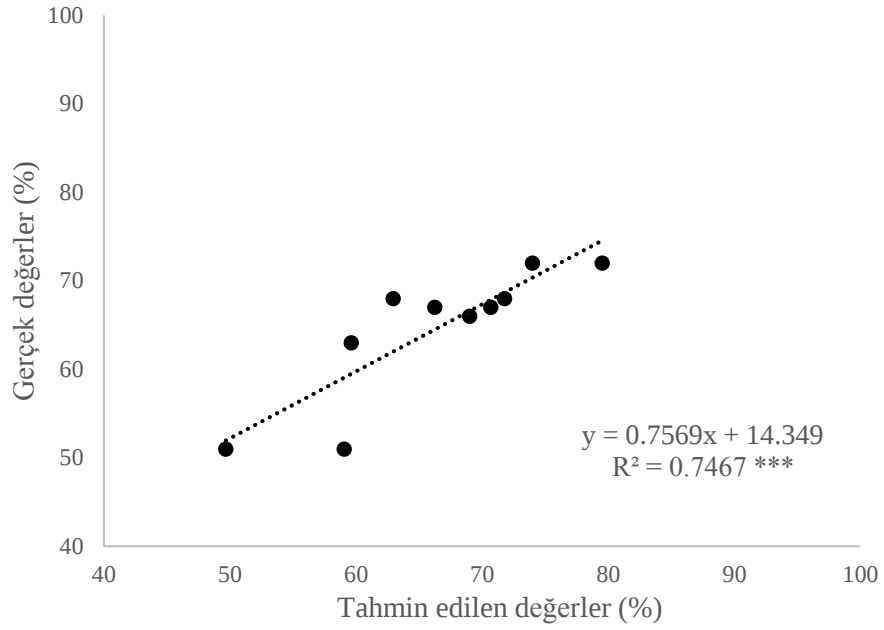
0.5538x formülü hesaplanmıştır. Bu formül ve regresyon katsayısına bağlı olarak regresyon ilişkisi yüksek düzeyde ($p < 0.001$) anlamlı bulunmuştur. $y = 0.5538x + 34.749$ formülü normal çimlenme (%) ve fide çıkış testinde normal fide (%) tahmininde kullanılmıştır.

4.4.2 İkinci aşama; ticari tohum partilerinin normal çimlenme oranlarının (%) tahmini

On ticari havuç tohum partisinde çalışmamızın birinci aşamasında en uygun çimlenme saati olarak belirlenen 120.saat sayım değerleri ve normal çimlenme yüzdeleri verilmiştir çizelge 4. 15' te verilmiştir. 120. saat sayımında en yüksek kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve normal çimlenme oranı (NÇO, %) THA1 tohum partisinde bulunurken, en düşük KÇO ve NÇO değeri THA9 partisinde bulunmuştur. Tüm tohum partilerin NÇO değerleri %50' nin üstünde çıkmıştır. THA2, THA3, THA5, THA7, THA10, tohum partilerinin KÇO ve NÇO değerlerinin birbirine en yakın çıkan tohum partileri olduğu ortaya konulmuştur.

Çizelge 4.15 Ticari havuç tohum partilerinde 120. saat KÇO (%) değerleri ve normal çimlenme değerleri (NÇO, %)

Ticari Tohum Partileri	120.Saat (KÇO, %)	Normal Çimlenme (NÇO, %)
THA1	81	72
THA2	71	72
THA3	67	68
THA4	51	68
THA7	65	67
THA8	57	67
THA5	62	66
THA10	63	63
THA6	44	51
THA9	27	51



Şekil 4.11 Ticari havuç tohum partilerinde geliştirilmiş formül ile tahmin edilen ve gerçek normal çimlenme oranları arasındaki regresyon ilişkisi (*** : $p < 0.001$)

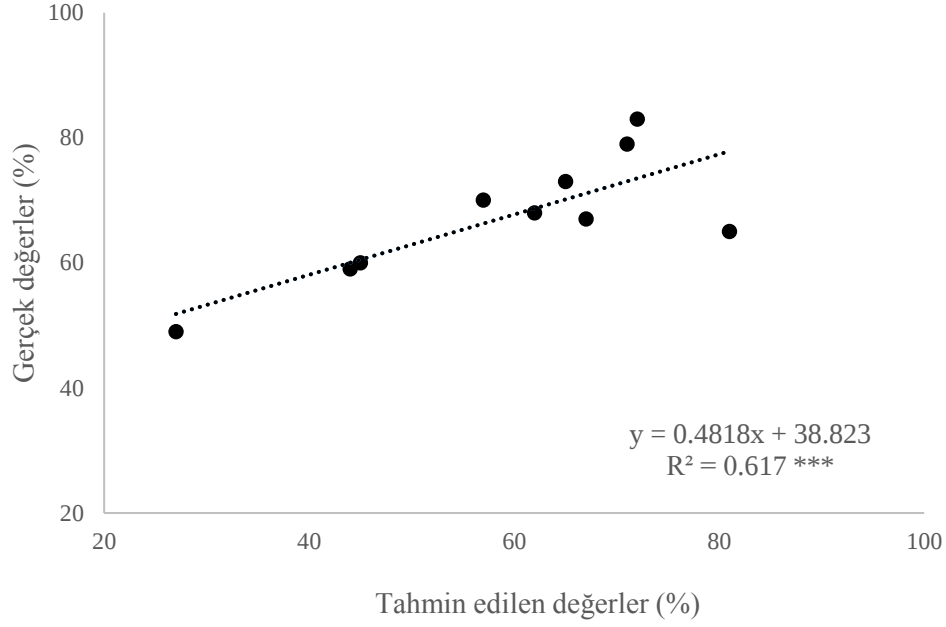
Çalışmamızın birinci aşamasında bulunan $y=34.749 + 0.5538x$ formülü kullanılarak, piyasadan alınan 10 adet ticari tohum partisinde 120. saat KÇO (%) oranları baz alınarak hesaplanan tahmini değerler ve normal çimlenme oranları arasında yapılan regresyon analiz eğrisi şekil 4. 11' de verilmiştir. SPSS programı kullanılarak yapılan analizde regresyon katsayısı $R^2=0.746$ olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak ilişki düzeyi yüksek ($p<0.001$) derecede anlamlı bulunmuştur.

4.4.3 Üçüncü aşama; ticari tohum partilerinin fide çıkış oranlarının (%) tahmini

Tezde kullanılan on adet ticari havuç tohum partisinin fide çıkış oranları (FÇO) % ve 120. saat KÇO (%) değerleri çizelge 4. 16' da verilmiştir. En yüksek KÇO (%81) ve FÇO (%83) değerlerine sahip tohum partisi THA4 tohum partisi olmuştur. KÇO değeri %71 ve FÇO değeri %79 olan THA2 tohum partisi ikinci sırada yer almaktadır. KÇO değeri (%27) ve FÇO değeri (%49) en düşük olan tohum partisi THA9 olarak belirlenmiştir. THA3 tohum partisinin kökçük çıkış oranı ve fide çıkış oranı %67 olarak saptanmıştır. THA7, THA8, TH5, THA3, THA1 ve THA10 tohum partilerinin normal fide yüzdeleri birbirlerine çok yakın bulunmuş olup %73 ile %60 arasında değerler almışlardır. TH6 tohum partisinin KÇO değeri %44, FÇO değeri %59 bulunmuştur.

Çizelge 4.16 Ticari havuç tohum partilerinde 120.saat kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve fide çıkış oranları (FÇO, %)

Ticari Tohum Partileri	120.Saat (KÇO, %)	Fide Çıkış Oranı (FÇO, %)
THA4	72	83
THA2	71	79
THA7	65	73
THA8	57	70
THA5	62	68
THA3	67	67
THA1	81	65
THA10	45	60
THA6	44	59
THA9	27	49



Şekil 4.12 Ticari havuç tohum partilerinde (10 adet) geliştirilen formül ile tahmin edilen ve gerçek fide çıkış oranları arasındaki regresyon ilişkisi (***: $p < 0.001$)

Ticari havuç tohum partileri için uygulanan fide çıkış testinde; fide çıkış oranları (FÇO) % ve $y = 34.749 + 0.5538x$ formülü kullanılarak hesaplanan tahmini değerler arasında yapılan regresyon analizi şekil 4.12’de verilmiştir. Tahmini ve gerçek değerler arasındaki regresyon katsayısı $R^2 = 0.617$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen regresyon katsayısı istatistiksel olarak önemli düzeyde ($p < 0.001$) ilişkili bulunmuştur.

4.5 Biber

4.5.1 Birinci aşama; en uygun kökçük çıkış (KÇ) saatinin belirlenmesi

Biber tohum partilerinin belli aralıklarla yapılan sayım yüzdeleri ve normal çimlenme yüzdeleri çizelge 4. 17' de verilmiştir. Farklı canlılıklara sahip tohum partilerinde yapılan sayımlarda; 2 mm kökçük çıkışı esas alınarak KÇO yüzdeleri belirlenmiştir.

Çizelge 4.17 Hızlı yaşlandırma ile oluşturulan 14 biber tohum partisinin KÇO değerlerinin (%) 72 ve 138 saat arasındaki değişimi ve 14. gün normal çimlenme yüzdeleri (NÇO, %)

Parti No	Sayım Saatleri						(NÇO, %)
	72 s	102 s	114 s	126 s	132 s	138 s	
B1	3	10	15	25	37	51	71
B2	1	9	21	30	39	44	71
B3	5	5	20	29	33	42	67
B4	5	5	13	19	23	29	62
B5	3	3	8	14	18	25	60
B8	0	0	0	3	11	16	57
B7	1	1	3	9	11	17	55
B6	1	1	3	7	12	18	53
B9	0	0	2	2	2	10	48
B10	1	1	1	1	1	10	47
B11	1	1	1	1	1	7	42
B14	0	0	1	1	1	1	39
B13	1	1	1	1	1	1	38
B12	1	1	2	2	2	8	34

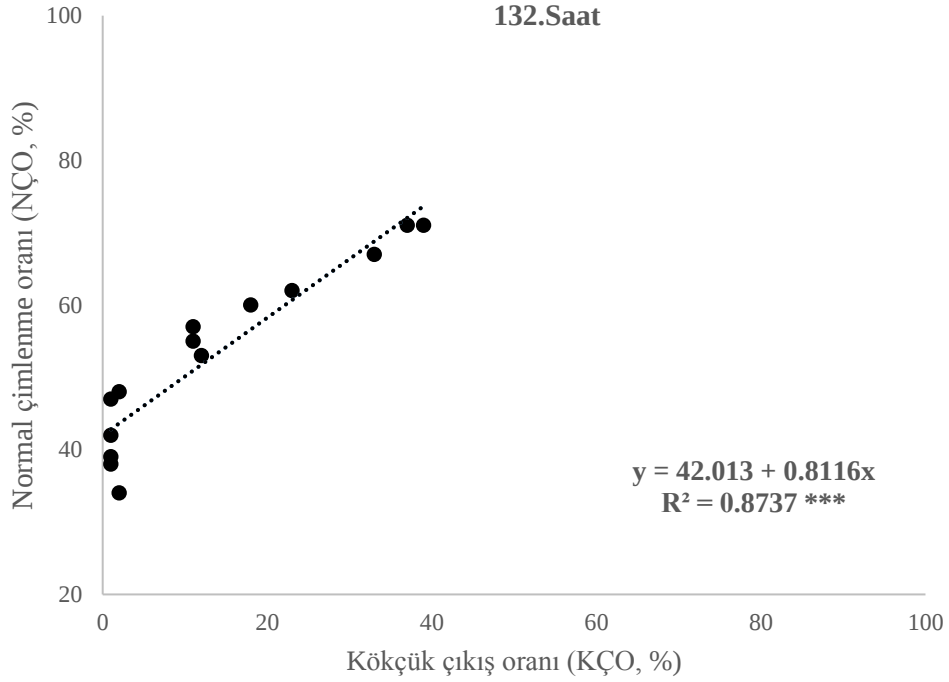
Biber yavaş çimlenme eğilimi gösteren tür olması nedeniyle kökçük çıkışı 72. saatte başlamıştır. B1 tohum partisinin %50 seviyesine yükselmesi 138. sayım saatinde gerçekleşmiş olup diğer tohum partilerinin KÇO yüzdeleri bu saatte %50'nin altında kalmıştır. Normal çimlenme değerlerine bakıldığında; B1 ve B2 tohum partilerinin NÇO değerleri % 71, B3, B4 ve B5 tohum partilerinin NÇO değerleri % 60 - % 67 arasında; B6, B7, B8 tohum partilerinin NÇO değerleri % 53 - % 57 arasında olmuştur. Diğer tohum partilerinin NÇO değerleri % 50'nin altında kalmıştır.

Çizelge 4.18 Biber tohum partilerinin farklı saatlerdeki KÇO değerleri ile son sayımdaki normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları ve önemlilik dereceleri

KÇO saatleri	Korelasyon değerleri (r)
72	0.576 *
102	0.800 ***
114	0.832 ***
126	0.894 ***
132	0.934 ***
138	0.940 ***

On dört adet tohum partisine ait farklı saatlerdeki sayımlar için yapılmış korelasyon analizine göre elde edilen değerler çizelge 4. 18' de verilmiştir. KÇO (%) oranı ile normal çimlenme oranları arasında yapılan korelasyon analizinde; 72. sayım saati dışındaki diğer sayım saatlerindeki korelasyon katsayıları istatistiksel olarak daha yüksek ($p<0.001$) anlamlılık göstermişlerdir. En düşük korelasyon değeri anlamlı olmakla beraber ($r=0.576$, $p<0.05$) 72. saat sayımında elde edilmiştir. Çizelge 4.18' de verildiği üzere 102. saat-138. saat aralığındaki sayım saatlerinde elde edilen analiz sonuçlarına göre her biri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Çalışmamızın birinci aşamasında en ideal sayım saatinin

tespiti için çizelge 4. 17’ de çimlenme yüzdeleri ve korelasyon katsayıları beraber değerlendirildiğinde; en uygun sayım saatinin 132. sayım saati ($r = 0.934$, $p < 0.001$) olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.13 Biber tohum partilerinin 132. saat kökçük çıkış oranı (KÇÖ, %) ve normal çimlenme oranı (NÇÖ, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***: $p < 0.001$)

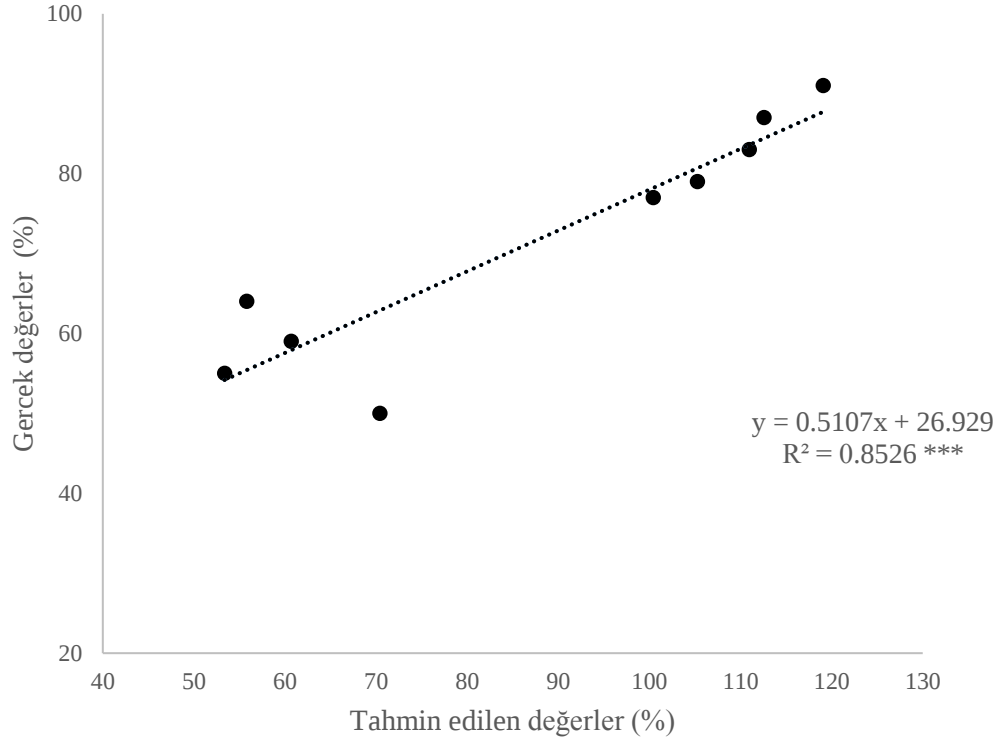
Şekil 4.13’ te görüldüğü üzere ticari biber tohum partilerinin kökçük çıkış testinde 132. sayım saatinin regresyon eğrisi verilmiştir. Çalışmamızı en iyi temsil edecek olan sayım saati 132. saat olarak belirlenerek, $R^2=0.873$ regresyon katsayısına ait $y=42.013 + 0.8116x$ formülü hesaplanmıştır. Bu formül ve regresyon katsayısına bağlı olarak regresyon ilişkisi yüksek düzeyde anlamlı ($p < 0.001$) bulunmuştur. $y=42.013 + 0.811x$ formülü normal çimlenme (%) ve fide çıkış testinde normal fide (%) tahmininde kullanılmıştır.

4.5.2 İkinci aşama: ticari tohum partilerinin normal çimlenme oranlarının (%) tahmini

Çizelge 4. 19' da görüldüğü üzere; 9 ticari tohum partisinde 132. saat sayım değerleri ve normal çimlenme yüzdeleri verilmiştir. 132. saat sayımında en yüksek kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve normal çimlenme oranı (NÇO, %) TB6 tohum partisinde bulunurken, en düşük KÇO değeri TB2, en düşük NÇO değeri TB10 tohum partisinde bulunmuştur. TB4 tohum partisinin KÇO oranı %17 çıkarken NÇO değeri %64 çıkmıştır. TB2, TB4, TB10 tohum partilerinin NÇO değerleri % 50-%59 arasında, TH4 tohum partisinin NÇO değeri % 64, TB7 tohum partisinin NÇO değerleri %77 ve TB9 %79, TB1 ve TB8 tohum partilerinin sırası ile %83, %87 bulunmuştur.

Çizelge 4.19 Ticari biber tohum partilerinde 132. saat KÇO (%) değerleri ve normal çimlenme değerleri (NÇO, %)

Ticari Tohum Partileri	132.Saat (KÇO, %)	Normal Çimlenme (NÇO, %)
TB6	95	91
TB8	87	87
TB1	85	83
TB9	78	79
TB7	72	77
TB4	17	64
TB5	23	59
TB2	14	55
TB10	35	50



Şekil 4.14 Ticari biber tohum partilerinin geliştirilmiş formül ile tahmin edilen ve gerçek normal çimlenme oranları arasındaki regresyon ilişkisi (***: $p < 0.001$)

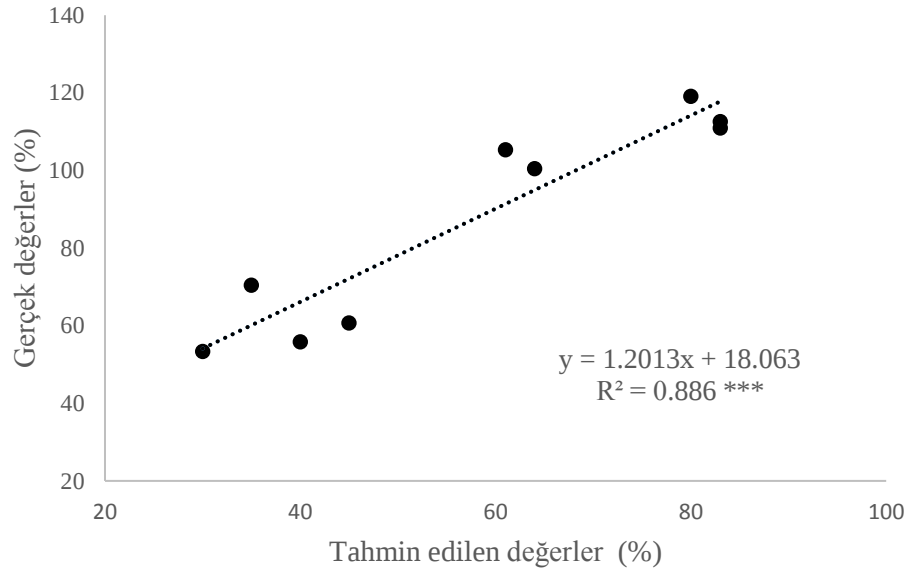
Çalışmamızın birinci aşamasında bulunan $y=42.013 + 0.8116x$ formülü kullanılarak, piyasadan alınan dokuz adet ticari tohum partilerinde 132. saat KÇÖ (%) oranları baz alınarak hesaplanan tahmini değerler ve normal çimlenme oranları arasında yapılan regresyon analiz eğrisi şekil 4. 14' te verilmiştir. Regresyon katsayısı $R^2=0.852$ olarak hesaplanmış ve istatistiksel olarak ilişki düzeyi anlamlı ($p<0.001$) bulunmuştur.

4.5.3 Üçüncü aşama: ticari tohum partilerinin fide çıkış oranlarının (%) tahmini

Çalışmamızın üçüncü aşamasında dokuz adet ticari biber tohum partilerine uygulanan fide çıkış oranları (FÇO, %) ve 132. saat (KÇO, %) değerleri çizelge 4.20’de verilmiştir. Dokuz adet ticari biber tohum partilerine uygulanan fide çıkış oranları (FÇO, %) ve 132. saat (KÇO, %) değerleri çizelge 4.20’de verilmiştir. En yüksek FÇO değerleri %83’lük oranla TB1 ve TB8 tohum partilerinde belirlenmiştir. En yüksek KÇO değeri TB6 tohum partisinde bulunmuş olup, FÇO değeri %80 olarak tespit edilmiştir. TB7 ve TB9 tohum partilerinin KÇO değerleri %72 ve %78 iken FÇO değerleri sırası ile %64 ve %61 olarak belirlenmiştir. TB2, TB4, TB5 ve TB10 tohum partilerinin KÇO değerleri %14- %35 arasında bulunurken, aynı partilerin FÇO değerleri %35- %45 arasında bulunmuştur.

Çizelge 4.20 Ticari biber tohum partilerinde 132. saat kökçük çıkış oranı (KÇO, %) ve fide çıkış oranları (FÇO, %)

Ticari Tohum Partileri	132. Saat (KÇO, %)	Fide Çıkış Oranı (FÇO, %)
TB8	87	83
TB1	85	83
TB6	95	80
TB7	72	64
TB9	78	61
TB5	23	45
TB4	17	40
TB10	35	35
TB2	14	30



Şekil 4.15 Ticari biber tohum partilerinde (9 adet) geliştirilen formül ile tahmin edilen ve gerçek fide çıkış oranları arasındaki regresyon ilişkisi (***: $p < 0.001$)

Ticari biber tohum partileri için uygulanan fide çıkış testinde; fide çıkış oranları (FÇO, %) ve $y = 42.013 + 0.8116x$ formülü kullanılarak hesaplanan tahmini değerler arasında yapılan regresyon analizi Şekil 4. 15’ te verilmiştir. Tahmini ve gerçek değerler arasındaki regresyon katsayısı $R^2 = 0.886$ olarak hesaplanmıştır. Elde edilen regresyon katsayısı istatistiksel olarak önemli ($p < 0.001$) düzeyde ilişkili bulunmuştur.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırmanın amacı kökçük çıkış oranının karpuz, hıyar, marul, biber ve havuç tohumlarından normal çimlenme oranını ve fide çıkış oranını tahmin etmede kullanılabilirliğinin belirlenmesidir. Sonuçlar karpuzda 74. saat, hıyarda 44. saat, marulda 40. saat, havuçta 120. saat, biberde 132. saatte elde edilen kökçük çıkış oranı değerlerinin hem normal çimlenme hem de fide çıkış oranıyla ilişkili olduğunu ve bu tezde geliştirilen regresyon formüllerinin bu amaçla her bir tür için kullanılabilir olduğunu ticari tohum partilerinde ortaya koymuştur.

Bir tohum partisinin kalitesi, tohum gücüyle tanımlanabileceği gibi standart çimlenmeyle de tanımlanabilir. Standart çimlenme, optimum koşullar altında çimlenen tohumların yüzdesi olarak ölçülürken, tohum gücü çok çeşitli çimlenme koşulları altında normal fidelerin hızı, ortaya çıkma ve gelişme potansiyelini belirleyen tohum özellikleri olarak tanımlanır (AOSA 1983). Hızlı ve uniform çıkışın iki yönü vardır ki bunlardan birincisi kök çıkış hızı ve fide büyüme hızıdır. Çimlenme hızı, tohum canlılığının bir göstergesi olarak kullanılmış olup (Gevene 2005), tohum çimlenmesini modellemek için önemli bir ölçümdür (Bradford 1990). Canlılığı yüksek tohum partilerinde optimum çimlenme koşullarının altında kullanılabilir fide üretilebilme yeteneği ve çimlenme hızı tohum canlılığı ile ilgilidir (Dutt ve Gevene 2007). Canlılığı olmayan hiçbir tohumun çimlenme gösteremeyeceği ve normal fide oluşmayacağı bir gerçektir. Tohum canlılık farklarını ortaya koymak için nispi çimlenme oranları sıklıkla kullanılmaktadır. Tohum canlılığını ve gücünü ortaya koyabilmek için yapılan testlerin tamamı esası çimlendirmeye dayalı testlerdir. Bunlar, bir stres koşullarına maruz bırakıldıktan sonra normal çimlenme yüzdesini, çimlenme hızını (radikül çıkıntısına kadar geçen süre) ve çimlenmeyi takiben erken fide büyümesini içerir. Çimlenme hızını veya fide büyümesini ölçen testler, ticari olarak yetiştirilen çok sayıda küçük tohumlu birçok sebze türü arasında geniş uyarlanabilirliğe sahip görünmektedir. Tohum gücü testleri ticari tohum partilerini değerlendirmek için kullanılan önemli bir araçtır.

Kökçük çıkış oranı testinin çalışma prensibi, su emilimin başlangıcı ile 2 mm kök oluşumu arasındaki süreye dayanmaktadır (Matthews ve Khajeh Hosseini 2007). Tohum

canlılığın temel fizyolojisi çimlenebilme ve normal fide oluşturabilme kabiliyetine sahip olma durumudur. Tohum canlılığının düşük olmasının temel fizyolojik nedenlerinden biri yaşlanmadır. Yaşlı ve düşük canlı tohum partileri su emilim başlangıcı ile kök arasında daha uzun bir süreye ihtiyaç duyar. Bu nedenle, herhangi bir partinin erken kök oluşum yüzdeleri (KÇO testi), bir tohum partisinin ne kadar yaşlandığının ve tohum gücünün bir göstergesi olarak önerilmiştir (Matthews ve Khajeh Hosseini 2007). Canlılığı düşük, yaşlı tohumlarda KÇO'dan önce daha büyük bir gecikme, daha önce devam eden bozulmanın onarımı için daha fazla zamana ihtiyaç duyduklarını gösterir ve bu yaşlanma/tamir hipotezinin temelidir (Matthews vd. 2012). Nitekim bu çalışmalarda hem hızlı yaşlandırma sonucu yaşlanmanın ilerleyen safhalarındaki tohum partilerinde hem de ticari olarak piyasadan toplanmış tohum partilerinde yaşlı tohumların KÇO değerleri değişik bulunmuştur. Fizyolojik olarak yüksek kaliteli tohumlarda onarım gerektiren yaşlanmaya bağlı DNA hasarı çok daha az olduğundan kök daha erken ortaya çıkmaktadır (Lv vd. 2016). KÇO testinin farklı türlerde tohum canlılığını ve gücünü belirlemeye yönelik kullanımı üzerine çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Matthews vd. Powell 2011, Güloksuz ve Demir 2012, Ermiş vd. 2015, Lv vd. 2016, Mavi vd. 2016, Demir vd. 2019, İlbi vd. 2020). Bizim tezdeki sonuçlarımız belirtilen araştırmalardaki sonuçları destekler niteliktedir.

ISTA (2017) tarafından belirlenen standart çimlenme testi ile normal fide sayımları alabilmek için türlere göre değişmekle beraber biber, karpuz ve havuçta 14 gün, hıyarda 8 gün ve marulda 7 gün geçmesi gerekmektedir. Tohum endüstrisinde tohum performansını daha kısa sürede tahmin etmek için daha hızlı yöntemlere açık bir talep bulunmaktadır (Van Der Burg 2009). Özellikle yüksek sayıda tohum partisinin test edildiği ve hızlı değerlendirmenin gerekli olduğu tohum firmalarında bu daha da öne çıkmaktadır. KÇO sayımlarının otomatikleştirilmiş rutin kullanımı için potansiyel özellikle mısırdaki soğuk teste daha hızlı bir alternatif olarak önemli bir tohum güç testi olduğu bildirilmektedir (Johnston 2016).

KÇO testinin manuel değil de makine ile sayımında bu bağlamda gündemdedir (Shinohara vd. 2021). Yüksek sayıda tohum partisinin KÇO sayımları hem zaman alıcı hem de masraflı olacaktır. Bu amaçla geliştirilmiş imaj analizleri zamandan ve enerjiden tasarruf sağlayarak, gelecekte daha pratik sonuçlar elde edilmesinde kullanılabilecektir (Demilly vd. 2014).

Ortalama çimlenme süresi gibi çimlenme hızına dayalı normal çimlenmeyi ortaya koyan testler güç testi olarak kabul görmektedir. Ortalama çimlenme süresi (OÇZ) hesaplaması için çimlenme eğrileri üretmek yerine tek sayımlı KÇO'nun kullanımı daha basit bir yöntem olarak uygulanabilir. Çünkü OÇZ'nin hesaplanması için çimlenme süresi boyunca sayımların sıklıkla yapılması gerekir. Bu tek sayımlı KÇO'ya göre daha zor ve zahmetli bir yöntemdir. Nitekim KÇO'nun kolay olması yanında kök çıkış oranının (KÇO) ortalama çimlenme zamanı ile yakın ilişkili olduğunu ortaya koyan çalışmalar mevcuttur (Demir vd 2008, Mavi vd. 2016, Lv vd. 2016). KÇO ile OÇZ arasındaki yakın istatistiksel ilişki tek sayımlı KÇO değerlerinin tohum gücünü ortaya koymada sağlıklı sonuçlar verebileceğini göstermektedir. Bu son yapılan çalışmalarda da tespit edilmiştir (Shinohara vd. 2021). Daha yavaş kök oluşumu (yüksek OÇZ), buğdayda (Guy ve Black 1998), ayçiçeğinde (Bailly vd. 2002) ve farklı birçok türde (Matthews vd. 2011) tohum yaşlanması ile yakından ilgili olduğu bildirilmektedir. OÇZ'yi emilim başlangıcından KÇO'ya kadar olan ortalama gecikme süresi veya gecikme olarak ifade etmek, yaşlı tohumlarda daha uzun gecikme ve metabolik onarım için daha fazla zaman gerektiği noktasına dikkat çekmektedir. Ermiş vd. (2022) tarafından kabakgil anaç türlerinde yapılan çalışmada, 30-34 sayım saatlerinde KÇO değerlerinin, normal çimlenme yüzdesi ve p50 değerleri ile yüksek oranda ilişkili olduğu açıklanmıştır. Bu çalışmalarla ortaya konmuş kanıtların varlığında erken kök çıkış testi (KÇO), çimlenme hızına dayalı, daha basit, daha az iş gücü ve daha az zamana ihtiyaç duyularak yapılan tekrarlanabilir güvenilir bir güç testi olma özelliğine sahiptir. 2 günlük (48 saat) KÇO, hem OÇZ hem de normal fideler arasında aynı anlamlı ilişkiler, turpta ticari tohum partileri üzerinde yapılan üç farklı zamanda çimlenme testinde görülmüştür (Mavi vd. 2016). Böylece seçilen zamanlarda el ile yapılan tek KÇO sayıları, çimlenme süresi boyunca tek sayım yapılarak tohum güğünün belirlenmesine imkan vermektedir. Kökçük çıkış oranı testi, ortalama çimlenme zamanına göre normal fide oranının temizlenmesinde de daha hızlı ve

daha uygun değerlendirme sağlayabillecektir. Bu konuda kullanım alanı bulmuş bir diğer hız ölçüm metodu %50 çimlenmeye kadar geçen süredir. Bu da önerilen bir yöntem olmakla beraber sık sayımlarda %50 çimlenmeye kadar geçen süre olarak değerlendirilen kök oluşumunun kullanılması da Bello ve Bradford (2016), tarafından tohum performansının bir ölçüsü olarak kabul edilmiş ancak pratik olmadığı savunulmuştur.

Normal çimlenmenin tahmininde bulunmak amacıyla KÇÖ testinin kullanıldığı birçok çalışma farklı türlerde başarılı bir şekilde yürütölmüştür (Mavi vd. 2016, Matthews vd. 2007, Lv vd. 2016, Özden vd. 2018). Bu araştırmalar KÇÖ testinin iki büyük avantajını ortaya koymaktadır. Birincisi KÇÖ'nun 2-3 gün içinde değerlendirme sağlaması, ikincisi ise rutin çimlenmeye dahil edilerek zaman ve mekan tasarrufu sağlamasıdır (Powell ve Matthews 2012). KÇÖ testinin rutin çimlendirme koşulları altında yapılması önemli bir avantajdır. ISTA (2020) birçok türde çimlendirme koşullarının ideal olan ortamları belirlenmiştir. Bu bakımdan farklı laboratuvarlarda benzer koşulları sağlamak olanaklıdır. Ayrıca diğer bir avantaj 2 mm kökçük çıkışının deneyim gerektirmeden yapılabilmesidir. Birçok güç testinde normal sayım ve değerlendirme için yetişmiş eleman . KÇÖ'da böyle bir deneyim ve gereksinime gerek yoktur. Çimlenme testi sırasında erken kök çıkışı sayımının tarla ve bahçe tohumları için viyollerde fide çıkışıyla ile ilgili olduğuna dair kanıtlar bulunmuştur (Demir vd. 2011, Matthews vd. 2012, Lv vd. 2016, Mavi vd. 2016). KÇÖ testi mısır, kolza, turp türleri için onaylanmış olup diğer türler için kullanılabilirliği ve tekrarlanabilir olması konusunda çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Şu anda mısır, turp, kolza türleri için KÇÖ, ISTA tarafından yaygın kullanımı öngörölen bir güç testi olmakla beraber testin daha geniş çaplı kullanımı için farklı türlerde üzerinde çalışmaların yürütölmesinde yarar bulunmaktadır. Nitekim Powell (2006) bu konuda çalışmaların devam etmesi gerektiğini önermektedir.

Çalışmamızdaki amaçlarımızdan biri, KÇO testi ile normal çimlenmeyi tahmin eden en uygun çimlenme süresinin belirlenmesi ile daha sonraki çalışmalarda testin nasıl kullanılacağını ve tekrarlanabilir olduğuna dair kanıtlar sunmaktır. İki aşamadan oluşan çalışmamızın ilk aşamasında kısa aralıklarla yapılan saatlik sayımlar ve oranlar elde edilmiştir. Elde edilen sayım saatleri, çimlenme yüzdeleri ve normal çimlenme yüzdeleri ile yapılan regresyon analizine dayanılarak en yüksek değere sahip sayım saati ve formül belirlenmiştir. Belirlenen formül ile normal çimlenme oranı ve fide çıkış oranını tahminde kullanılmıştır. İkinci aşamasında ticari tohum partilerinde belirlenen sayım saati yüzdeleri, normal çimlenme ve fide çıkış oranları belirlenmiştir. Çizelge 5. 1' de görüldüğü üzere belirlenen formül ile gerçek değerler arasında yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına KÇO testinin bu tezde kullanılan tüm türlerde normal çimlenme oranı ve fide çıkış oranını tahminde başarılı olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada süre verilmesi ve formül üretilmesi ile KÇO testinin kullanım kolaylığını oluşturmasını ve bu sayede ticari firmalara faydalı olacağı kanısındayız. Çalışmamızda kullanılan karpuz, marul, biber ve hıyar fide ile üretimi yapılan türlerdir. Araştırmada saptadığımız regresyon formülü ile fide çıkış oranını belirlenmesinin fide üretim şirketleri için yararlı olabileceğini düşünüyoruz.

Çizelge 5.1 Tezde saptanan her türe ait en uygun KÇO saati, belirlenen formül ve bunun ticari tohum partilerindeki normal çimlenme (NÇO,%) ve fide çıkış oranı (FÇO, %) ile ilgili R² değerleri

Tür	En uygun KÇO Saatleri	Belirlenen Regresyon Formülü	1. Aşama R ² Değerleri	2. Aşama NÇO R ² Değerleri	3. Aşama FÇO R ² Değerleri
Karpuz	74	y=47.478 + 0.4469x	0.811 ***	0.862 ***	0.802 ***
Hıyar	44	Y=73.555 + 0.228x	0.839 ***	0.909 ***	0.773 ***
Marul	40	y=54.800 + 0.3604x	0.743 ***	0.919 ***	0.836 ***
Havuç	120	y=34.749 + 0.5538x	0.746 ***	0.746 ***	0.617 ***
Biber	132	y=42.013 + 0.8116x	0.852 ***	0.852 ***	0.886 ***

Diğer önemli bir konu mevcut sayım saatinin ve formülün daha yüksek sayıda tohum partisi ile test edilerek değerlendirilmesidir. Ayrıca KÇO saatlerinin türlerin stres altında çıkış oranını ve depolama sonrası çimlenme yetenekleri ile ilişkilendirilmesinin de yapılması faydalı olacaktır. Fide çıkış oranının ve normal çimlenme değerlerinin tohumun yaşlanma ile kademeli olarak azaldığı dikkate alınırsa KÇO' nun kalite bakımından tohum partilerinin fide üretim potansiyelinin tahmininde önemli olabileceği öngörülebilir. Nitekim KÇO kabakgil anaçlarında depo ömrü ile ilişkili bulunmuştur (Ermiş vd. 2022).

Türlere göre en uygun KÇO saatleri farklılık gösterebilir. Çünkü her türün genetik yapısı ve çimlenme süresi farklıdır. Nitekim farklı araştırmalar türlere göre değişen KÇO saatleri önermişlerdir. Örneğin, *C.segetum* da KÇO 42 saat (Marin vd. 2018), soğanda KÇO 72 ve 80 saat (Demir vd. 2020), pırasa KÇO 120 saat (Ermiş vd. 2016), rokada KÇO 24 saat (Özden vd. 2020), tere de 24 KÇO saat (Demir vd. 2019) sonuçları normal

çimlenme oranını tahmin de başarılı bulunan çalışmalardır. Bazı çalışmalarda ilk sayım testi de kullanılmıştır. Araştırmacılar Lotus türünde 7. gün (Artola vd. 2003), bezelyede 5. gün (Nascimento vd. 2007), fasulyede 4.gün (Santos vd. 2003), havuçta 4. günde (Nascimento ve Pereira 2007) ilk sayım testi kullanmışlardır. Marcos-Filho vd. (2006) ise kavunda ilk sayım testini 4. günde saydıklarını bildirmişlerdir. Bu sonuçlar KÇO testinin ideal sayım saatinin türlere göre farklılık gösterdiğini ve bu sebeple her tür için ideal saatin belirlenmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Nitekim Demir vd. (2020) tarafından da öne sürülmüştür. Ayrıca her türün çimlendirme skalalarının farklı olması KÇO’da sayım saatinin farklılaşmasının bir nedenidir.

Çalışmamızda kullanılan biber, havuç, karpuz, hıyar ve marul türleri kullanılmıştır. ISTA kurallarına göre; biber, karpuz, havuç türlerinin canlılığın belirlenmesi için standart çimlendirme test süresi 14 gün, marul ve hıyar türleri için gerekli süre 7 ve 8 gün olarak belirlenmiştir. Normal çimlenme yüzdeleri bu süre sonunda belirlenmekte, tohum kalitesini ve tohum canlılığı hakkında bilgi elde edilmektedir. KÇO testi, söz konusu süreleri beklemeden, iş gücü ve zamandan tasarruf sağlanması amacıyla kullanılabilecek en pratik yöntem olarak belirlenmiştir. KÇO testinin el ile yapılması yanında imaj analizleri kullanılarak makine ile sayım da yapılmaktadır. Kamera sistemleri kullanılarak makine ile yapılan çalışmalar da hem normal çimlenme hem de fide kalitesi bakımından olumlu sonuçlar alınmıştır. Örneğin Shinohara (2021) karnabahar tohumlarında bu karşılaştırmayı yapmış ve makineli sayımın başarılı olduğu sonucuna varmıştır. KÇO testinin makineli sayımla geliştirilmesi gelecek vaat etmektedir.

Biber, hıyar ve karpuz türleri kademeli çiçek açarak, sürekli meyve verdikleri için oluşan meyvelerde farklı olgunlaşma olmakta ve bu da farklı olgunlukta tohum oluşumuna sebep olmaktadır. Bu olgunlaşma farklılıkları olan tohumların aynı tohum partileri içinde olması kaçınılmazdır. Hasat sırasında, hasat sonrasında kurutma, ayıklama, temizleme, paketleme sırasında meydana gelen hasarlar neticesinde fizyolojik olarak çimlenme ve büyüme üzerinde homojenlik kaybolmaktadır. Farklı olgunlukta tohumların, kalite kaybı, çimlenme ve fide gelişimi sırasında fungal hastalıkların gelişmesine sebep olmaktadır. Buna ayrıca hasat sonrası depolama koşullarının olumsuzluklarının da

eklenmesi mümkündür. Çalışmamızda, biber çimlendirme denemelerimizde, fungal gelişimi sıkıntısı ile karşılaşmıştır. Biber türünde bu tezde elde edilen sonuçların gelişen fungal enfeksiyonların etkisi altında olduğunu söylemek mümkündür. Yapılan farklı çalışmalarda, araştırmacıların biber türünde KÇO testinin güvenilir şekilde kullanılabilir olduğu savunulmaktadır (Demir vd. 2008). Çalışmalarda kullanılacak olan biber tohumlarının çimlendirme denemelerinden önce çamaşır suyu sodyum hipoklorit (NaClO) ile tohum sterilizasyonu yapılması önerilmektedir. Yüzeysel dezenfeksiyon fungusların etkisini azaltarak daha sağlıklı veri eldesini sağlar. Bütün türlerde bu uygulamanın etkisi gözlenmese de bizim çalışmamızda biberde bunu gözlemiş bulunmaktayız.

Çalışmamızda kullanılan her bir tür için; elde edilen regresyon ve korelasyon analizlerine göre elde edilen formül ile normal çimlenme oranının tahmininde; hıyar, karpuz, marul, biber ve havuç için yüksek oranda önemli ilişkiler bulunmuştur. Havuç türü için, elde edilen formül, fide çıkış oranını tahmininde ($R^2=0.617$) kısmen düşük seviyede kalmıştır. Bunun piyasadan alınan ticari tohum partilerindeki güç farklılıklarından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Marul için 40. sayım saati, biber için 132. sayım saati, karpuz için 74. sayım saati, hıyar için 44. sayım saati regresyon analiz sonuçlarına göre; yüksek düzeyde anlamlı ilişki sağlamıştır. İkinci aşamada, ticari tohum partilerinde; formüller kullanılarak normal çimlenme oranı ve fide çıkış oranının tahmininde başarılı olduğu sonucuna varılmıştır. Fide çıkış oranlarında gerçek ve tahmin edilen değerler arasındaki regresyon katsayıları karpuz için $R^2=0.802$, hıyar için $R^2=0.773$, marul için $R^2=0.836$, havuç için $R^2=0.617$ ve biber için $R^2=0.886$ olarak hesaplanmıştır. Bu tezdten elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde ISTA tarafından belirlenen standart çimlenme sürelerinden önce tohum normal çimlenme değerini tahmin etmekte KÇO testi ile uygun saatler belirlenerek, o saatlere ait formül üretmek ve bu formülün ticari tohum firmaları tarafından kullanımına sunarak zamandan, mekandan tasarruf sağlanabileceği belirlenmiştir.

KÇO testinin tezde kullanılan 5 türün dışında diğer sebze türleri içinde kullanımı önerilebilir. Özellikle fide ile üretilen türlerde hızlı bir değerlendirme yapılabilmesi tohum teknolojisi bakımından değerli olacaktır.

Karpuz, hıyar, marul, havuç ve biber türlerine ait sırasıyla 12, 11, 9, 10 tohum partisinde geliştirilen regresyon formülünün geçerliliği test edilmiştir. Ticari tohum partilerinin kullanılmasıyla yapılan bu testlerin hibrit tohum partilerini de kapsayacak şekilde genişletilmesinde yarar olacaktır. Çalıştığımız türlerden karpuz, hıyar, havuç ve biberde hibrit çeşit kullanımının dikkate alınması gerekmektedir. KÇO değerlerinin hibrit çeşitlerde çimlenme hızının yüksek olması nedeniyle daha erken gerçekleşeceği öngörülebilir. Nitekim bu Ermiş vd. (2022) tarafından anaçlık kabak tohum partilerinde ortaya konmuştur.

Sonuç olarak KÇO testi 5 farklı sebze türünde normal çimlenme oranını ve fide çıkış oranı yüksek düzeyde istatistiksel olarak tahmin etmiştir. KÇO'nun saat olarak farklılık göstermesine rağmen regresyon katsayısının istatistiksel anlamlılığı $p < 0.05$ in üzerinde olmuştur. KÇO'nun hızlı basit, pratik ve geniş çaplı kullanışlı bir test olması nedeniyle daha fazla sayıdaki sebze türlerinde kullanımı konusunda yeni araştırmalar öngörülebilir. Tohum endüstrisi bakımından KÇO'nun kullanımının yaygınlaştırılması tohum kalite testlerinin etkili ve kısa zamanda kullanımı bakımından yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akbarpour, M., Khajeh-Hosseini, M., Seifi, A. 2014. Potential of a single radicle emergence count in predicting field emergence of Desi chickpea seed lots as an alternative vigour test. *Seed Science and Technology*, 47,3, 319-324.
- Artola, A., De Los Santos, G. and Carrillo-Castaneda, G. 2003. A seed vigour test for birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.). *Seed Science and Technology*, 31, 753-757.
- Association of Official Seed Analysts (AOSA). 1983. Seed vigor testing. Handbook Contribution, No.32. Association of Official Seed Analysts Lincoln, NE.
- Avcı, B.M. 2018. Tahıl ve Yemeklik Baklagiller Tohumculuğu ve Teknolojisi. Yayınlanmamış Lisansüstü Ders Notu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara.
- Bailly, C., Bogatek, L R., Côme, D. and Corbineau, F. 2002. Changes in activities of antioxidant enzymes and lipoxygenase during growth of sunflower seedling from seeds of different vigour. *Seed Science Research*, 12,47-55.
- Balkaya, A. 2012. Türkiye sebze tohumculuk sektörünün güçlü ve zayıf yönleri ile gelecekte yapılması gerekenler. *TÜKTOB Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 6-9.
- Basavarajappa, B. S., Shekar S.H. and Prakash, H.S. 1991. Membrane deterioration and other biochemical changes, associated with accelerated ageing of maize seeds. *Seed Science and Technology*, 19.2 (1991): 279-286.
- Bradford, K. J.1990. A water relations analysis of seed germination rates. *Plant Physiology*. 94 (2), 840-849.
- Brandnock, W.T. 1975. Vigour of seed. *Advences in Research and Technology of Seeds*.Part 1, Centre for Agricultural Publishing and Documentation. Edited by W. T. Brandnock s: 73-80.
- Bektaş, İ., Bölek, Y., Bardak, A., Tekerek, H., Korhan, H. 2014. Tohumculuğun Dünyada ve Türkiye'deki Genel Durumunun Değerlendirilmesi. Türkiye 5. Uluslararası Katılımlı Tohumculuk Kongresi, 19-23 Ekim 2014, Diyarbakır.

- Bello, P. And Bradford, K.J. 2016. Single-seed oxygen consumption measurements and population-based threshold models link respiration and germination rate under diverse condition. *Seed Science Research*, 26, 199-221.
- Copeland, Lawrence O., and McDonald, M. 2001. *Principles of Seed and Science and Technology*, (4 bs).
- Das, G. and Sen-Mandi, S. 1992. Scutellar amylase activity in naturally aged and accelerated aged wheat seeds. *Annals of Botany*, 69, 497-501.
- Demilly, D., Decournau, S., Wanger, M-H. and Durr, D. 2014. Digital imaging of seed germination. In: *Plant Image Analysis: Fundamentals and Applications* (Eds: S.Duttan, Gupta and Y. Ibaraki) 147-162. CRC. Press, Boca Raton.
- Demirkaya, M. 2006. Soğan (*Allium cepa* L.) tohumlarında canlılık kaybı ve onarım aşamasında meydana gelen fizyolojik değişimler. Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa.
- Demir, İ., Ermiş, S., Mavi, K. and Matthews, S. 2008. Mean germination time of pepper seed lots (*Capsicum annum*) predicts size and uniformity of seedlings in germination tests and transplant modules. *Seed Science and Technology*, 36(1):21-30.
- Demir, İ., Balkaya, A., Yılmaz, K., Onus, A. N., Uyanık, M., Kaycıoğlu, M., Bozkurt, B., 2010. Sebzeerde Tohumluk ve Fide Üretimi. TMMOB-TZMO, Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi 1010 Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara, 1: 315–346.
- Demir, İ., Çelikkol, T., Sarıkamış, G. and Ekşi, C. 2011. Vigor tests to estimate seedling emergence potential and longevity in viola seed lots. *Hortscience*, 46 (3):881-886.
- Demir, İ., Kenanoğlu, B.B. and Özden, E. 2019. Seed vigour test to estimate seedling emergence in cress (*Lepidium sativum* L.) seed lots. *Not Bot Horti Agrobi*, 2019, 47(3):881-886.
- Demir, İ., Özde, E., Gökdaş, Z., Njie, E.S. ve Aydın, M. 2020a. Soğan tohum partilerinin farklı genotip ve çeşitlerinde erken kökçük çıkış testinin normal çimlenmeyi tahmininde kullanımı. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 25(3):434-442.

- Demir, Erturk and Gokdas 2020b. Seed vigour evaluation in petunia seed lots to predict seedling emergence and longevity. *Seed Science and Technology*, 48, 3, 391-400.
- Dutt, M. and Gevene, R. 2007. Time to Radicle Protrusion Does Not Correlate with early seedling growth in individual seeds of impatiens and petunia. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 132(3):423–428. 2007.
- Ermiş, S., Özden, E. and Demir, İ. 2015a. Early radicle emergence count after controlled deterioration (CD) predicts emergence potential emergence potential better than final standard germination after CD in tomato varieties. *Seed Science and Technology*, 43, 2, 278-283.
- Ermiş, S., Karşlıoğlu, M., Özden, E. and Demir, İ. 2015b. 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.
- Ermiş, S., Oktem, G., Mavi, K., Hay, F. R. and Demir, İ. 2022. The radicle emergence test and storage longevity of cucurbit rootstock lots. *Seed and Technology*, 50, 1, 1-10.
- Finch-Savage, W.E. 1986. A study of the relationship between seedling characters and rate of germination within a seed lot. *Annals of Applied Biology*, 108, 441-444.
- Ganguli, S., Sen-Mandi, S. 1990. Some physiological differences between naturally and artificially aged wheat aged. *Seed Science and Technology*, 18, 3, 507-517.
- Gevene, R.L. 2005 Vigor testing in flower seeds. P.311-332. In: M.B. McDonald and F.Kwong (eds.). *Flower seeds. Biology and Technology*, CAB International, London.
- Guloksuz, T. and Demir, İ. 2011. Vigor tests in geranium, salva, gazania, and impatiens seed lots to estimate seedling emergence potential in modules. *Propagation of ornamental Plants*. Vol. 12, NO 3: 133-138
- Guy, P.A. and Black, M. 1998. Germination-related proteins in wheat revealed by differences in seed vigour. *Seed Science Research*, 8, 99-111.
- Hampton, J.G. and TeKrony D.M. 1995. *Handbook of vigour test methods*. 3rd ed. International Seed Testing Ass., Zurich, Switzerland.

- Ilbi, H., Powell, A.A. and Alan, O. 2020. Single radicle emergence counts for predicting vigour of marigold (*Tagetes* spp.) seed lots. *Seed Science and Technology*, 48, 381-389.
- ISTA, 2020. International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- Johnston, D. 2016. ISTA method development needs: A large scale industry perspective. Presentation at the ISTA Congress, Tallinn, 2017.
- Kara S, Benlioğlu B, Güler M, 2014. Türkiye Tahıl Tohumculuğunun Durumu. Türkiye 5. Uluslararası Katılımlı Tohumculuk Kongresi, 19-23 Ekim 2014, Diyarbakır.
- Khajeh-Hosseini, M., Lomholt, A., and Matthews, S. 2009. Mean germination time in the laboratory estimates the relative vigour and field performance of commercial seed lots of maize (*Zea mays* L.). *Seed Science and Technology*, 37(2), 446-456.
- Khajeh-Hosseini, M., Nasehzadeh, M. and Matthews 2010. Rate of physiological germination relates to the percentage normal seedling in standard germination tests of naturally aged seed lots of oil seed rape. *Seed Science and Technology*, 38(3):602-611.
- Küçüküseyin, E. 2019. Etanolün sebze tohumlarında güç testi olarak kullanımının fide kalitesi diğer güç testleri ile değerlendirilmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.
- Kün, E., Avcı, M., Harmanşah, F., Şahin, İ., Kayımoğlu, S., Duman, R. 1995. Tohumluk Kullanımı ve Üretimi. Türkiye Ziraat Mühendisliği IV. Teknik Kongresi, 9-13 Ocak 1995, Ankara.
- Luo, Y., Guan, Y.J., Huang, Y.T., Li, J., Li, Z. and Hu, J. 2015. Single counts of radicle emergence provides an alternative method to test seed vigour in sweet corn. *Seed Science and Technology*, 43, 519-525.
- Luo, Y., Lin, C., Huang, Y.T., Guan, Y.J. and Hu, J. 2017. Single counts of radicle emergence can be used as a fast method to test seed vigour of indica rice. *Seed Science and Technology*, 45,1, 222-229.
- Lv, Y.Y., Wang, Y.R., 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. and Wang, Y.W. 2013. Relationship between the length of the lag period of germination and the emergence performance of oat (*Avena sativa*) seeds. *Seed Sci. and Technol.*, 41, 281-291.
- Marcos-Filho, J., Bennett, M.A., McDonald, M.B., Evans, A.F. and Grassbaugh, E.M. 2006. Assessment of melon seed vigour by an automated computer imaging system compared to traditional procedures. *Seed Science and Technology*, 34,485-497.
- Marcos Filho, J. 2015. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola*, 72,4.
- Marin, M., Laverack, G., Powell, A.A and Matthews, S. 2018. Potential of the electrical conductivity of seed soak water and early counts of radicle emergence to assess seed quality in some native species. *Seed Science and Technology*, 46,1, 71-86.
- Matthews, S. and 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* 34:339-347.
- Matthews, S. and Khajeh-Hosseini, M. 2007. Length of the lag period of germination and metabolic repair explain vigour differences in seed lots of maize (*Zea mays*). *Seed Science and Technology*, 35, 200-212.
- Matthews, S.;Beltrami, E., El-Khadem, R., Khajeh-Hosseini, M.;Nasehzadeh, M., Urso, G. 2011a. Evidence that time for repair during early germination leads to vigour differences in maize. *Seed and Science Technology*, 39, 2, 501-509.
- Matthews, S., Wagner, M.H., Ratzenboeck, A., Khajeh-Hosseini, M., Casarini, E., El Khadem, R., Powell, A.A. 2011b. Early counts of radicle emergence during germination as a repeatable and reproducible vigour test for maize. *Tohum Testi Uluslararası (ISTA Haber Bülteni)*,141,39-45.
- Matthews, S. and Powell, A. 2011c. Towards automated single counts of radicle emergence to predict seed and seedling vigour. *Seed Science Research*, (142), 5.
- Matthews, S., Noli, E., Demir, İ. and Wanger, M-H. 2012. Evaluation of seed quality: from physiology to international standardization. *Seed Science Research*, 22(S1), S69-S73.

- Matthews, S., Wagner, M. H., Kerr, L., & 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., Demir, İ. and Matthews, S. 2010. Mean germination the estimates the relative emergence of seed lots of three cucurbit crops under stress conditions. *Seed Science and Technology*, 38:14-25.
- Mavi, K., Mavi, F., Demir, İ., Matthews, S. 2014. Electrical conductivity of seed oak water predicts seedling emergence and seed storage potential in commercial seed lots of radish. *Seed Science and Technology*, 42:76-86.
- Mavi, K., Powell, A.A. and Matthews, S. 2016. Rate of radicle emergence and leakage of electrolytes provide quick predictions of percentage normal seedling in standard germination tests of radish (*Raphanus sativus*). *Seed Science and Technology* 44(2):393-409.
- McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration; physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technology*, 27; 177-237.
- Nascimento, W.M. and Pereira, R.S. 2007. Evaluation of lettuce seed physiological quality under adverse temperatures. *Revista Brasileira de Sementes*, 29(3), 175-179.
- Nascimento, W.M., Freitas, R.A., Gomes, E.M.L. and Soares, A.S. 2007. Accelerated aging test on pea seeds. *Horticultura Brasileira*, 25, 205-209.
- Osborne, D.J. 1983. Biochemical control systems operating in the early hours of germination. *Canadian Journal of Botany*, 61, 3568-3577.
- Özden, E., Mavi, K., Sari, E. and Demir, İ. 2017. Radicle emergence test predicts longevity (half viability period, p50) of leek seed lots. *Seed Science and Technology*, 45, 243-247.
- Özden, E., Özdamar, C., Demir, İ. 2018. Radicle emergence test estimates predictions of percentage normal seedlings in standard germination tests of aubergine (*Solanum melongena* L.) seed lots. *Not Bot Horti Agrob*, 46(1):177-182.
- Özden, E., Memiş, N., Gökdaş, Z., Çatıkkaş, E. ve Demir, İ. 2020. Roka (*Eruca sativa* Mill.) tohum partilerinde tohum canlılığı değerlendirmesi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri enstitüsü Dergisi*, 10(3):1486-1493.

- Powell, A. A. 2006. Seed Vigor and Its Assessment. New York: A.S. Basra, editor. Handbook of Seed Science and Technology. The Haworth Press, Inc.
- Perry, D.A. 1978. Problem of the development and application of vigour tests to vegetable seeds. *Acta Horticulturae*, 83,141-146.
- Perry, D. A. 1980. The concept of seed vigour and its relevance to seed production techniques. *Seed Production*. Ed. P. D. Hebblethwaite, Butterworths, London.
- Powell, A. and Matthews, S. 2012. Seed aging/repair hypothesis leads to new testing methods. *Seed Technology*, 15-25.
- Poweel, A. and Mavi, K. 2016. Application of electrical conductivity test to radish seed (*Raphanus sativus*). 31 st ISTA Congress, Tallinn, Estonia.
- Santos, C.M.R., De Menezes, L.N. and Villela, F.A. 2003. Controlled deterioration test to evaluationof vigour in bean seeds. *Revista Brasileira de Sementes*, 25 (2), 28-35.
- Şehirali, S. 1989. Tohumluk ve Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Shinohara, T., Ducournau, S., Matthews, S.,Wagner, M. Powell, A. 2021. Early counts of radicle emergence, counted manually and by image analysis, can reveal differences in the production of normal seedlings and the vigour of seed lots of cauliflower . *Seed Science and Technology*, 49,3,219-235.
- TeKrony, D.M. 1982. Seed vigour testing. *Journal Seed Technology* 8 (1983): 55-60.
- Van der Burg, J. 2009. Raising seed quality: what is in the pipeline. In *Proceedings of the Second World Seed Conference. Responding to the Challenges of a Changing World: The Role of New Plant Varieties and High Quality Seed in Agriculture* (pp. 8-10). Geneva, Switzerland: FAO.
- Vasquez-Ramos, J.M. and Sanchez, M. de la. 2003. The cell cycle and seed germination. *Seed Science Research*, 13, 113-130.
- Venter, A.V. 2000. Seed vigour testing. *Journal of New Seeds*, 2(4), 51-58.

Yan, H.F., Yu, X.D., Jia, W. and Mao, P.S. 2017. Length of the lag period of germination predicts the vigour differences and field emergence potential in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) seed lots. *Seed Science and Technology*, 45, 238-242.

