

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

ELEKTRİKSEL İLETKENLİK TESTİ KULLANILARAK BAZI SEBZE
TÜRLERİNDE TOHUM CANLILIĞININ ERKEN TESPİTİ

Nihal ERTÜRK

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2024

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

ELEKTRİKSEL İLETKENLİK TESTİ KULLANILARAK BAZI SEBZE TÜRLERİNDE TOHUM CANLILIĞININ ERKEN TESPİTİ

Nihal ERTÜRK

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim DEMİR

Bu çalışma, on bir farklı sebze türünde (domates, biber, patlıcan, kavun, karpuz, lahana, turp, pırasa, soğan, havuç, marul) elektriksel iletkenlik (Eİ) testi (2, 4, 6, 8 ve 24 saat) kullanarak normal çimlenme oranlarının (NÇO) erken tespitini amaçlamıştır. Araştırma 4 farklı aşamadan oluşmuştur. İlk aşamada, tohumlar 45°C'de %72 oransal nemde farklı günlerde yapay olarak yaşlandırılmıştır. Bu partilerde elektriksel iletkenlik ve normal çimlenme yüzdeleri test edilmiş ve ilişki lahana, turp, marul ve pırasada ($R^2= 0.7754-0.922$, $p<0.001$), havuçta ($R^2= 0.6483$, $p<0.01$) ve biberde ($R^2= 0.5819$, $p<0.05$) önemli bulunmuştur. Diğer türlerde herhangi bir ilişki bulunmamıştır. Önem düzeyine göre en iyi Eİ süresi 24 saat olarak bulunmuştur. İkinci aşamada, aynı çeşide ait farklı tohum partileri test edilmiş ve lahana, turp, marul ve pırasada yine ilişki anlamlı bulunmuştur ($R^2= 0.6760-0.9036$, $p<0.001$). Bu aşamada elde edilen regresyon formülü ($y= a-bx$), üçüncü aşamada tür içi farklı çeşitlerin ve dördüncü aşamada ise hibrit çeşitlerin NÇO değerini (%75) tahmin etmek için kullanılmıştır. Üçüncü aşamada Eİ ve NÇO arasında benzer bir ilişki kurulmuş ve regresyon formülü başarıyla test edilmiştir. Eİ lahanada hibrit çeşitlerin tahmin etmede de başarılı bulunmuştur (bu hibritin bulunduğu tek türdür). Sonuçlar Eİ'nin lahana, marul, turp ve pırasa tohum partilerinin NÇO' sunu tahmin etmek için kullanılabileceğini göstermiştir. Minimum NÇO değeri (%75) için Eİ değerleri lahanada 318-326 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$, turpta için 435-446 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$, marulda 397-410 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ve pırasada 281-282 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$, %75 NÇO olarak bulunmuştur.

Temmuz 2024, 109 sayfa

Anahtar Kelimeler: Sebze tohumları, Elektriksel iletkenlik testi, Normal çimlenme oranı,

ABSTRACT

PhD Thesis

EARLY DETECTION OF SEED GERMINATION IN SOME VEGETABLE SPECIES BY USING ELECTRICAL CONDUCTIVITY TEST

Nihal ERTÜRK

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

Supervisor: Prof. Dr. İbrahim DEMİR

This work aimed for early detection of normal germination percentages (NGP) by using electrical conductivity (EC) test (2,4, 6, 8 and 24 hours) in eleven different vegetable species (tomato, pepper, aubergine, melon, watermelon, cabbage, radish, leek onion, carrot lettuce). Research was composed of 4 different stages. In the first stage, seeds were artificially aged at 45°C over 75% at different days. Electrical conductivity and normal germination percentages were tested in these lots and the relationship was found significant in cabbage, radish, lettuce and leek ($R^2 = 0.7754-0.922$, $p < 0.001$), carrot ($R^2 = 0.6483$, $p < 0.01$) and pepper ($R^2 = 0.5819$, $p < 0.05$). There was no relationship in the other species. The best EC duration based on significance level, was found as 24 hours. In the second stage, different seed lots belong to the same species were tested and again relationship was significant in cabbage, radish, lettuce and leek ($R^2 = 0.6760-0.9036$, $p < 0.001$). The regression formula ($y = a-bx$), developed in this stage was used for predicting minimum normal germination percentages (NGP, 75%) of cultivars in the same species and prediction of NGP of two hybrids were used in third and fourth stage, respectively. In the third stage similar relationship in EC and NGP were established and the regression formula was successfully tested. EC was also found successful in predicting NGP of hybrid cultivars in cabbage (this is the only species that hybrid was found). Results indicated that EC can be used to estimate NGP of seed lots in cabbage, lettuce, radish and leek lots. The EC values for minimum NGP value were found as 318-326 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ in cabbage, 435-446 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ in radish, 397-410 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ in lettuce, 281-282 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ in leek seeds.

July 2023, 109 pages

Key Words: Vegetable seeds, Electrical conductivity test, Normal germination percentage,

TEŞEKKÜR

Bu doktora tezi, birçok insanın desteği ve katkılarıyla tamamlandı. Bu vesileyle, bu zorlu ve ödüllendirici yolculukta bana rehberlik eden ve bana inanan herkese ayrı ayrı teşekkür etmek istiyorum.

Akademik hayatımın en büyük mimarı olan, yıllar sonra döndüğümde bana kapılarını tereddütsüz açan ve hem akademik hem de sosyal hayatta karşılaştığım zorluklarda desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Sevgili Danışman Hocam Prof. Dr. İbrahim DEMİR'e (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi), bana kazandırdığı maddi ve manevi tüm güzellikler için sonsuz şükranlarımı sunarım. Onun bilgisi, anlayışı ve desteği sayesinde bu süreci tamamlayabildim.

Lisans, yüksek lisans ve doktora eğitim sürecimde her zaman desteğini ve pozitif enerjisini üzerimde hissettiğim kıymetli hocam tez izleme komitesi üyesi Prof. Dr. Köksal DEMİR'e (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi) sonsuz teşekkür ederim.

Doktora araştırmamın yürütülmesindeki her aşamada bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan tez izleme komitesi üyesi Prof. Dr. Hayrettin KENDİR'e (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi) katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Tez savunma jürisinde yer alan kıymetli hocalarım Prof. Dr. Ertan YILDIRIM'a (Atatürk Üniversitesi) ve Prof. Dr. Şebnem KUŞVURAN'a (Çankırı Karatekin Üniversitesi) katkı ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümündeki tüm hocalarıma, idari kadroya ve canım abim Mehmet TÜRKOĞLU'na göstermiş oldukları ilgi ve destekten ötürü sonsuz teşekkür ederim.

Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğünden Hayati KAR abime her zaman arkamda durduğu için çok teşekkür ederim.

Yine ilk günden beri benden desteğini eksik etmeyen ve beni bu yolda her zaman yüreklendiren Doç. Dr. Sıtkı ERMİŞ (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi) abime ve Doç. Dr. Burcu Begüm KENANOĞLU (Uşak Üniversitesi) ablama, Tohum Bilimi Laboratuvarında lisans eğitimimden bu yana dostluğunu ve bilgisini benden hiç esirgemeyen sevgili ablam Zir. Yük. Müh. Tuba GÜLÖKSÜZ ile Dr. Serpil MİS'e, canım arkadaşlarım Zir. Yük. Müh. Güleda ÖKTEM'e ve Dr. Nazlı İlke EKEN TÜRER'e, yine çalışmamda emeği geçen Zir. Yük. Müh. Neslihan KADIOĞLU'na, ne zaman sıkışsam yanımda olan ve beni hiç yalnız bırakmayan canım kardeşim Zir. Müh. Ahmet Hakan EKER'e sonsuz teşekkür ediyorum.

Yazım sürecimde benden desteğini esirgemeyen Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bahçe Bitkileri Araştırmaları Daire Başkanı Doç. Dr. Davut KELEŞ'e, bu zorlu ve güzel süreçte beni hep yüreklendiren, her zor anımda yanımda olan çalışma arkadaşlarım Deniz ALTUN, Şaziye ŞEKERCİ ERBAŞ, Birnur Hatice ERDEMEL,

Nejla GÜLOĞLU, Hümeýra ARSLAN, Çağrı OVAYURT İrem ŞENSES, iyi ki varsınız...

Beni bugüne getiren en büyük destekçilerim canım annem Fatma BAYHAN, canım babam Fikret BAYHAN ve tabi ki canım kardeşim Nihat BAYHAN... Size teşekkürüm, hürmetim, minnetim, saygım, sevgim sonsuz. Başımdan hiç eksik olmayın.

Ve benim canım çekirdek ailem; annelikle birlikte sürdürmeye çalıştığım bu zorlu yolda beni hem evde hem de laboratuvarı yalnız bırakmayan, en büyük destekçim canım eşim Serkan ERTÜRK, benimle birlikte telaşlanan yakışıklı oğlum Gencay ERTÜRK ve doktoram ile büyüyen prensesim Ela ERTÜRK. Sizlerin sevgisi ve desteği, bu başarıyı mümkün kılan en değerli güç kaynağı oldu. Hepinize yürekten teşekkür ederim.

Bu tezi, sevgili çocuklarım Gencay ve Ela ERTÜRK'e ithaf ediyorum. Hayatımın en büyük ilham kaynakları olan sizlere duyduğum sevgi ve sizin için duyduğum gurur, bu çalışmayı mümkün kıldı. Sizlere daha iyi bir gelecek sağlama arzusuyla çalıştım ve her adımda sizinle daha da güçlü oldum. Bu başarı, sizinle anlam buldu. Hepinizi çok seviyorum.

Nihal ERTÜRK
Ankara, Temmuz 2024

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	27
3.1 Materyal	27
3.2 Yöntem	31
3.2.1 Birinci aşama: Elektriksel iletkenlik (Eİ) ve normal çimlenme oranı (NÇO) arasındaki ilişkinin her bir tür için belirlenmesi	32
3.2.2 İkinci aşama: Eİ ile NÇO arasında başarılı bir ilişki saptanan türlerde aynı çeşide ait farklı tohum partilerinde ilişkinin belirlenmesi ve buna ilişkin regresyon formülünün saptanması ($y=a - bx$)	38
3.2.3 Üçüncü aşama: Eİ ile NÇO arasında başarılı bir ilişki saptanan türlerde geliştirilen regresyon formülünün aynı farklı çeşitlere ait tohum partilerinde başarısının denenmesi	38
3.2.4 Dördüncü aşama: Eİ ile NÇO arasında başarılı bir ilişki saptanan türlerde geliştirilen regresyon formülünün hibrit tohum partisinde başarısının denenmesi	39
3.2.5 İstatistiksel analiz	39
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	40
4.1 Birinci Aşama: Farklı Elektriksel İletkenlik Ölçüm Saatlerinde Elektriksel İletkenlik İle Normal Çimlenme Oranı Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi	40
4.1.1 Lahana.....	40
4.1.2 Turp	43
4.1.3 Marul.....	45
4.1.4 Pırasa	49

4.1.5 Havuç.....	52
4.1.6 Biber	54
4.1.7 Domates.....	57
4.1.8 Patlıcan.....	59
4.1.9 Kavun	61
4.1.10 Karpuz.....	62
4.1.11 Soğan	64
4.2 İkinci Aşama: Eİ İle NÇO Arasında Başarılı Bir İlişki Saptanan Türlerde Aynı Çeşide Ait Farklı Ticari Tohum Partilerinde İlişkinin Belirlenmesi Ve Buna İlişkin Regresyon Formülünün Saptanması ($y = a - bx$)	67
4.2.1 Lahana (Yalova 1).....	67
4.2.2 Turp (Fındık).....	69
4.2.3 Marul (Kıvırcık).....	71
4.2.4 Pırasa (İnegöl)	73
4.2.5 Havuç (Nantes)	75
4.2.6 Biber (Çarliston)	76
4.3 Üçüncü Aşama: Eİ İle NÇO Arasında Başarılı Bir İlişki Saptanan Türlerde Geliştirilen Regresyon Formülünün Aynı Türde Farklı Çeşitlere Ait Ticari Tohum Partilerinde Başarısının Denenmesi.....	78
4.3.1 Lahana (farklı çeşitler)	78
4.3.2 Turp (farklı çeşitler)	80
4.3.3 Marul (farklı çeşitler)	83
4.3.4 Pırasa.....	85
4.4 Dördüncü Aşama: Eİ ile NÇO arasında başarılı bir ilişki saptanan türlerde geliştirilen regresyon formülünün hibrit tohum partisinde başarısının denenmesi.....	87
4.4.1 Lahana (hibrit çeşitler)	87
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	89
KAYNAKLAR	101
ÖZGEÇMİŞ.....	108

SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat Derece
%	Yüzde
g	Gram
mm	Milimetre
R ²	Regresyon Katsayısı
r	Korelasyon
NaCl	Sodyum klorür
mL	Mililitre
mm	Milimetre
cm	Santimetre
µScm-1g-1	Mikrosiemens Santimetre Kare Başına Gram Başına
Ca	Kalsiyum
Cl	Klor
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan

Kısaltmalar

Eİ	Elektriksel iletkenlik
NÇO	Normal Çimlenme Oranı
TÇO	Toplam Çimlenme Oranı
ISTA	Uluslararası Tohum Test Birliği
BÜGEM	Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TTZ	Tetrazolyum Testi
KB	Kontrollü Bozulma

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Birinci aşamada kullanılan tür ve çeşitler	28
Şekil 3.2 Araştırmanın ikinci aşamasında kullanılan tür ve çeşitler	29
Şekil 3.3 Üçüncü aşamada kullanılan tür ve çeşitler.....	30
Şekil 3.4 Yapay yaşlandırma ile farklı canlılık seviyelerinde tohum partilerinin oluşturulma aşamaları.....	34
Şekil 3.5 Türlerle göre normal ve anormal fide örnekleri.....	36
Şekil 3.6 Elektriksel iletkenlik (Eİ) ölçüm aşamaları	37
Şekil 4.1 Lahana tohum partilerinin 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$).....	42
Şekil 4.2 Turp tohum partilerinin 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$).....	45
Şekil 4.3 Marul tohum partilerinin 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$).....	48
Şekil 4.4 Pırasa tohum partilerinin 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$).....	51
Şekil 4.5 Havuç tohum partilerinin 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (**) : $p<0.01$).....	54
Şekil 4.6 Biber tohum partilerinin 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (*) : $p<0.05$).....	57
Şekil 4.7 Ticari Yalova-1 lahana tohum partilerinin (11 adet) 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$).....	68
Şekil 4.8 Ticari Fındık turp tohum partilerinin (14 adet) 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$)	70
Şekil 4.9 Ticari Kıvrıcık marul tohum partilerinin (14 adet) 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$).....	72

Şekil 4.10 Ticari İnegöl pırasa tohum partilerinin (17 adet) 24. saat elektriksel iletkenlik (EI, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$).....	74
Şekil 4.11 Farklı lahana çeşitlerine ait 9 adet tohum partisinde 2. aşamada geliştirilmiş regresyon formülü kullanılarak elde edilen tahmini NÇO değerleri ile gerçek NÇO değerleri arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$).....	80
Şekil 4.12 Farklı turp çeşitlerine ait 18 adet tohum partisinde 2. aşamada geliştirilmiş regresyon formülü kullanılarak elde edilen tahmini NÇO değerleri ile gerçek NÇO değerleri arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$).....	82
Şekil 4.13 Farklı marul çeşitlerine ait 11 adet tohum partisinde 2. aşamada geliştirilmiş regresyon formülü kullanılarak elde edilen tahmini NÇO değerleri ile gerçek NÇO değerleri arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$).....	84
Şekil 4.14 Yapay yaşlandırma sonucunda elde edilen 11 adet pırasa tohum partisinde 2. aşamada geliştirilmiş regresyon formülü kullanılarak elde edilen tahmini NÇO değerleri ile gerçek NÇO değerleri arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$).....	86

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Araştırmanın birinci aşamasında kullanılan türlere ait çeşitler, üretim yılları ve yaşlandırma sonucu elde edilen tohum parti sayıları	28
Çizelge 3.2 Araştırmanın ikinci aşamasında kullanılan ve ticari firmalardan sağlanan tür ve çeşitlerin üretim yılı ve toplam parti sayıları	29
Çizelge 3.3 Araştırmanın üçüncü aşamasında kullanılan ve ticari firmalardan sağlanan türlere ait çeşitlerin üretim yılı ve toplam parti sayıları	30
Çizelge 3.4 Araştırmanın dördüncü aşamasında kullanılan hibrit lahana çeşitlerinin üretim yılı ve toplam parti sayıları	31
Çizelge 3.5 Araştırmada kullanılan 11 adet türde türe göre uygulanan yaşlandırma saatleri ve elde edilen tohum parti sayıları.....	33
Çizelge 4.1 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 13 adet lahana tohum partisinin toplam çimlenme oranı (TÇO, %), normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri	40
Çizelge 4.2 Lahana tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri ile normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	41
Çizelge 4.3 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 11 adet turp tohum partisinin toplam çimlenme oranı (TÇO, %), normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri	43
Çizelge 4.4 Turp tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen Eİ ($\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri ile normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	44
Çizelge 4.5 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 13 adet marul tohum partisinin toplam çimlenme oranı (TÇO, %), normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri	46
Çizelge 4.6 Marul tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri ile normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	47
Çizelge 4.7 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 11 adet pırasa tohum partisinin toplam çimlenme oranı (TÇO, %), normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri	49

Çizelge 4.8 Pırasa tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik ($E\dot{I}$, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri ile normal çimlenme ($N\dot{C}O$, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	50
Çizelge 4.9 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 10 adet havuç tohum partisinin toplam çimlenme oranı ($T\dot{C}O$, %), normal çimlenme oranı ($N\dot{C}O$, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik ($E\dot{I}$, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri	52
Çizelge 4.10 Havuç tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik ($E\dot{I}$, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri ile normal çimlenme ($N\dot{C}O$, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	53
Çizelge 4.11 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 10 adet biber tohum partisinin toplam çimlenme oranı ($T\dot{C}O$, %), normal çimlenme oranı ($N\dot{C}O$, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik ($E\dot{I}$, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri	55
Çizelge 4.12 Biber tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik ($E\dot{I}$, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri ile normal çimlenme ($N\dot{C}O$, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	56
Çizelge 4.13 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 14 adet domates tohum partisinin toplam çimlenme oranı ($T\dot{C}O$, %), normal çimlenme oranı ($N\dot{C}O$, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik ($E\dot{I}$, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri.....	58
Çizelge 4.14 Domates tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik ($E\dot{I}$, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri ile normal çimlenme ($N\dot{C}O$, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	59
Çizelge 4.15 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 12 adet patlıcan tohum partisinin toplam çimlenme oranı ($T\dot{C}O$, %), normal çimlenme oranı ($N\dot{C}O$, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik ($E\dot{I}$, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri.....	60
Çizelge 4.16 Patlıcan tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik ($E\dot{I}$, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri ile normal çimlenme ($N\dot{C}O$, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	61
Çizelge 4.17 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 10 adet kavun tohum partisinin toplam çimlenme oranı ($T\dot{C}O$, %), normal çimlenme oranı ($N\dot{C}O$, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik ($E\dot{I}$, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri	61
Çizelge 4.18 Kavun tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik ($E\dot{I}$, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri ile normal çimlenme ($N\dot{C}O$, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	62

Çizelge 4.19 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 11 adet karpuz tohum partisinin toplam çimlenme oranı (TÇO, %), normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri.....	63
Çizelge 4.20 Karpuz tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri ile normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	64
Çizelge 4.21 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 11 adet soğan tohum partisinin toplam çimlenme oranı (TÇO, %), normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri	65
Çizelge 4.22 Soğan tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri ile normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri	66
Çizelge 4.23 NÇO ile Eİ arasında ilişki saptanan türlere ait regresyon (R^2) ve korelasyon katsayıları (r) ile türe göre belirlenen en uygun Eİ ölçüm saati	66
Çizelge 4.24 Ticari Yalova-1 çeşidine ait lahana tohum partilerinde normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri.....	67
Çizelge 4.25 Ticari Fındık turp çeşidine ait tohum partilerinde normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri	69
Çizelge 4.26 Ticari Kıvrıcık tipi marul çeşidine ait tohum partilerinde normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri	71
Çizelge 4.27 Ticari İnégöl pırasa çeşidine ait tohum partilerinde normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri.....	73
Çizelge 4.28 Ticari Nantes havuç çeşidine ait tohum partilerinde normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri.....	75
Çizelge 4.29 Ticari Charleston biber çeşidine ait tohum partilerinde normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm-1g-1}$) değerleri.....	77
Çizelge 4.30 NÇO ile Eİ arasında ilişki saptanan türlere ait regresyon (R^2) ve korelasyon katsayıları (r) ile her tür için 3. Aşamada NÇO değerlerinin tahmininde kullanılacak regresyon formülü.....	78
Çizelge 4.31 Farklı lahana çeşitlerine ait 24. saat Eİ ($\mu\text{Scm-1g-1}$) ölçüm değerleri ve regresyon formülü kullanılarak elde edilen tahmini NÇO (%) ve gerçek NÇO (%) değerleri	79

Çizelge 4.32 Farklı turp çeşitlerine ait 24. saat Eİ ($\mu\text{Scm-1g-1}$) ölçüm değerleri ve regresyon formülü kullanılarak elde edilen tahmini NÇO (%) ve gerçek NÇO (%) değerleri	81
Çizelge 4.33 Farklı marul çeşitlerine ait 24. saat Eİ ($\mu\text{Scm-1g-1}$) ölçüm değerleri ve regresyon formülü kullanılarak elde edilen tahmini NÇO (%) ve gerçek NÇO (%) değerleri	83
Çizelge 4.34 Yapay yaşlandırma sonucunda elde edilen tohum partilerine ait 24. saat Eİ ($\mu\text{Scm-1g-1}$) ölçüm değerleri ve regresyon formülü kullanılarak elde edilen tahmini NÇO (%) ve gerçek NÇO (%) değerleri	85
Çizelge 4.35 Hibrit lahana çeşitlerine ait 24. saat Eİ ($\mu\text{Scm-1g-1}$) ölçüm değerleri ve regresyon formülü kullanılarak elde edilen tahmini NÇO (%) ve gerçek NÇO (%) değerleri	87
Çizelge 5.1 NÇO ile Eİ arasında ilişki saptanan türlerde geliştirilen formüller ve formüllere göre elde edilen tahmini ve gerçek NÇO (%) değerleri arasındaki regresyon katsayıları (R^2).....	89

1. GİRİŞ

Tarımsal üretimin başlangıcı ve bitkisel çeşitliliğin temel çoğaltma materyali olan tohum, birçok bitki türü için olduğu gibi insan beslenmesinde de son derece önemlidir. Bunun yanı sıra tohumlar üretimin ve ıslahın ana ögesi olarak da önemli bir ticaret materyalidir. Bu sebeplerle üretimin, yeterliliğin, beslenmenin temeli olan tohumun korunması ve gelecek kuşaklara aktarılması önemlilik arz etmektedir. Tohumlar sadece tarım ve biyolojik çeşitlilik açısından değil, ekonomik ve sosyal açıdan da büyük bir öneme sahiptirler. Dünya genelinde tohum ticareti büyük bir endüstri haline gelmiştir. Yüksek kaliteli tohumların üretimi, satışı ve dağıtımı, tarımsal kalkınma ve gıda güvencesi açısından kritik önem taşır. Ayrıca, tohum tarım sektöründe çalışan milyonlarca insanın geçim kaynağını oluşturur.

Önemli bir ticari hacme sahip olan ülkemizde tohum sektörü incelendiğinde, 2023 yılı verilerine göre 1.300.020 ton tohumluk üretilmiş olup bunun 2.991 tonu sebze tohumuna aittir. Bu tohumluk miktarının 2.986 tonu ise özel sektör tarafından üretilmiştir. Sebze tohumunda dış ticaret verileri dikkate alındığında, 2023 yılı içerisinde 471 ton sebze tohumu ihraç edilmiş ve buna karşılık 33.431.000 dolar gelir elde etmiştir. Uygun ekolojimize rağmen ithal edilen sebze tohum miktarı ihraç edilen miktardan fazladır. Bu değer 1.611 ton ve 110.856.000 dolar olarak kayıt edilmiştir (BÜGEM, 2024). Tohum ıslahı ve üretiminde modern tekniklerin kullanımı yaygınlaşırken, sektörün önümüzdeki yıllarda da gelişmeye devam etmesi ve önemli bir ihracat kalemine dönüşmesi beklenmektedir. Ancak, bu hedefe ulaşmak için bazı zorlukların da aşılması gerekmektedir. Dışa bağımlılık, Ar-Ge yatırımlarının yetersizliği, kalifiye eleman eksikliği, küçük işletmelerin fazlalığı ve fiyat rekabeti gibi konularda çözümler üretilmesi ve adımlar atılması sektörün daha da güçlenmesine katkı sağlayacaktır.

Üretilen kaliteli tohumluk miktarı ile elde edilen üründe kalitesini artırmaktadır. Bu kapsamda ülkemiz sebze üretim miktarları incelendiğinde 2023 yılı içerisinde; 160.853 ton pırasa, 182.405 ton turp, 577.773 ton marul, 777.908 ton havuç, 817.591 ton patlıcan, 988.111 ton lahana, 1.403.214 kavun, 2.715.702 ton soğan ve 3.081.010 ton biber

üretilmiştir. En fazla sebze üretimi 13.300.000 ton ile domates birinci, karpuz ise 3.147.921 ton ile ikinci sırada yer almaktadır (TÜİK, 2024).

Dünya nüfusunun sürekli artışı ve iklim değişiklikleri gibi faktörlerle tarım büyük bir baskı altında kalmaktadır. Bu durum, tarım uygulamalarında sürekli olarak iyileştirmeler ve inovasyonlar gerektirmekte olup, tohum teknolojisi modern tarımın temel taşlarından biri olarak ön plana çıkmaktadır. Bu kapsamda, tarımsal üretimde başarılı bir yetiştiriciliğin ilk koşulu yüksek nitelikte tohum kullanmaktır. Yüksek nitelikli tohum; çimlenme hızı ve gücü yüksek, genetik özellikleri bakımından saf, morfolojik özellikleri gelişmiş, hastalık ve zararlılardan arındırılmış tohum anlamını taşımaktadır. Bu kapsamda tohum kalitesi, hasat edilen bitkinin sağlık durumu, hasat zamanı, tohum kurutma şekli ve depolama uygulamaları dahil, bir çok faktöre bağlıdır. Tohumların çimlenme performansları canlılık ile ifade edilir. Tohum canlılığını sürdürmek popülasyonun genetik kaynak olarak saklanabilmesinin ilk koşuludur. Bu sebeple tohumlarda canlılık en sağlıklı olarak, standart çimlendirme testi ile belirlenmektedir.

Çimlendirme testlerinin temel amacı, bir tohum partisinin canlılığını belirlemektir ve bu, rastgele seçilen tohum numuneleri kullanılarak yapılır. En yaygın canlılık testleri çimlenme değişimi ile bağlantılıdır (Hampton ve TeKrony, 1995). Standart çimlenme testleri, tohumların en yüksek çimlenme potansiyelini ideal koşullarda (sıcaklık, nem, ışık vb.) belirlemek için gerçekleştirilir. "Çimlenme" terimi, farklı araştırmacılar tarafından çeşitli şekillerde tanımlanır. Tohum fizyologları, radikulanın (kökçük) tohum kabuğundan çıkışını çimlenme olarak kabul ederken, tohum teknologları, radikulanın çıkışından sonra uygun koşullar altında embriyodan normal bir bitki oluşturacak temel organların gelişimini çimlenme olarak tanımlar. ISTA (Uluslararası Tohum Test Birliği) kurallarına göre her tür için belirli çimlenme süreleri öngörülmüştür ve bu süreler büyük farklılıklar gösterebilir; örneğin, marul tohumları için 7 gün, maydanoz tohumları için 28 gündür. Bu sürelerin sonunda, tohumlar toplam ve normal çimlenen fideler olarak değerlendirilir. ISTA kuralları, normal çimlenme oranını standart laboratuvar çimlenme değeri olarak kullanımını önerir (ISTA 2022). Standart çimlendirme testleri, tohum gen bankalarında depolamadan önce ve depolama sonrası periyodik aralıklarla, gen havuzlarındaki materyalin canlılığını belirlemek ve ticari tohum üreticileri tarafından

kullanılmaktadır. Bu testler, tohumların depolama ömürlerini ve ekim sonrası başarılı bir şekilde çimlenme potansiyelini belirlemede kritik öneme sahiptir.

Sebze tohumlarında standart çimlenme testlerinin süresi 28 güne kadar çıkabilmektedir. Genetik materyalin veya çeşit sayısının yüksek olduğu (tohum gen bankaları, gen havuzları, özel sektör vb.), araziye doğrudan ekimin yapıldığı, işgücü ve materyal yetersizliğinin (yerel kaynaklar) bulunduğu durumlarda ve ticari amaçlı değerlendirme yapmak için kısa zaman dilimi içinde ve daha az materyal ile tohum canlılığı hakkında bilgi edinmek oldukça önemlidir. Dolayısıyla hızlı ve pratik çimlenme metotlarının geliştirilmesi; tohum partisinin kalitesi konusunda erken fikir edinme ve çabuk karar verme açısından ön plana çıkmaktadır. Bu amaçla çimlendirmenin yerini alabilmek, 1 ya da 2 günlük bir süreçte tohum partisinin canlılığı konusunda bilgi sahibi olmak amacıyla geniş çapta kullanılan iki test tetrazolyum (TTC Triphenyl Tetrazolium Chloride) ve elektriksel iletkenlik (Eİ, Electrical Conductivity) testleridir (ISTA, 2022).

Tohumda yaşlanmanın artmasıyla; solunumda yavaşlama, enerji kaybı ve hücre zarının yarı geçirgenlik özelliğini kaybetmesi gibi bazı fizyolojik değişimler meydana gelir. Hücre zarının yarı geçirgenlik özelliğini kaybetmesi ile hücre içindeki maddeler ortama akar. Elektriksel iletkenlik (Eİ) testi; hücre yaşlanması ile ortaya çıkan bu fizyolojik olay sonucunda tohumlardan ıslatılmış suya akan elektrolitlerin ölçülmesi ile gerçekleştirilen ve bu sayede tohumların çimlenme potansiyelini, canlılığını, stresli koşullar altında fide çıkışını ve tohum depolanabilirliğini tahmin etmek için kullanılır (Matthews ve Powell, 2006). Bu testte tohumlar belli miktarda saf su içerisinde (türe göre farklılık göstermektedir), belli bir sıcaklıkta 24 saat gibi kısa bir süre tutulduktan sonra ölçüm yapılmakta olup, tohumdan ortam sıvısına sızan maddelerin miktarı iletkenlik seviyesi dikkate alınarak hesaplanır. Bu hipoteze dayanarak yaşlanma arttıkça tohum partisinde ölen tohum sayısı arttığı ve buradan hareketle Eİ ile çimlenme arasında negatif linear bir ilişkinin olduğu saptanmıştır (Mavi vd. 2014).

Elektriksel iletkenlik testinin temeli 1928 yılına kadar dayanmakta olup günümüzde baklagil türlerinde tohum canlılığı ve gücü için rutin olarak kullanılan ve ISTA tarafından onaylanmış bir testtir (Powell 1989, Matthews and Powell 2006, Mavi vd. 2014).

Baklagillerde yoğun kullanımının ardında baklagil tohumlarının iri kotiledonlara sahip olması nedeniyle hücre ölümlerinin kotiledonların yüzeyinde oluşması ve suda eriyen maddelerin bu hücrelerden akışının fazla olmasına dayanmaktadır (Powell 1989). Dolayısıyla da yüksek iletkenlik değeri tohum kalitesi ile negatif doğrusal bir ilişki gösterir (Demir vd. 2012, Özden vd. 2017b). Son yıllarda Eİ testi baklagiller dışında pırasa (Özden vd. 2017a), tere (Özden vd. 2017b), lahana (Mirdad vd. 2006; Demir vd. 2008), turp (Demir vd. 2012) tohumlarının normal çimlenme oranıyla ilişkilendirilmiş ve yüksek düzeyde anlamlı ilişki ($p<0.01$) bulunmuştur. Ancak domates, biber ve kabakgillerde işlerliği tartışmalıdır (Demir ve Ellis 1992 a,b). Eİ'nin işlerliğini belirleyen önemli bir faktör tür farklılığıdır ve bu bakımdan farklı türlerde kullanılabilirliğinin test edilmesi gerekmektedir. Bu konudaki araştırma verileri yetersizdir. Ayrıca aynı çeşit içinde farklı lotlarda ya da farklı çeşitlerde Eİ'nin işlerliği detaylı şekilde test edilmemiştir. Bu nedenle çalışmada geniş çaplı tür (domates, biber, patlıcan, kavun, karpuz, marul, turp, lahana, pırasa, soğan, havuç) varyasyonunda Eİ'nin kullanılabilirliği test edilmiştir. Bunun en temel nedeni ülkemizde yüksek düzeyde üretim miktarına sahip olan türlerde Eİ ile çimlenme değerleri arasındaki ilişkiyi eğer var ise ortaya koymaktır. Araştırmada seçilen türlerin tohumları olumsuz çevre koşullarına hassas olan ve canlılıklarını hızla kaybeden türlerdir. Bu türlerin bazılarında (soğan, biber gibi) çimlenme değeri hasattan sonra 8-12 ay gibi kısa bir süre içinde bile önemli düzeyde düşüşler gösterebilmektedir (McDonald 1999, Groot vd. 2014). Bu bakımdan hızlı ve efektif çimlenme belirleyici testler değer taşımaktadır.

Hızlı ve efektif çimlenme belirleyici testler grubunu kullanmanın başka gerekleri de vardır. Yüksek sayıda tohum partisi ile işlem yapılması, işgücü yetersizliği ve ticari amaçlı değerlendirme yapmak için kısa zaman dilimi içinde tohum partisinin canlılığı hakkında bilgi edinilmesinin önemi; ıslah çalışmaları, tohum partisinin satış için elverişliliği ya da fide üretiminde başarılı bir şekilde kullanımına karar vermek gibi gereklilikleri de kapsamaktadır. Bu sebepler dizisine testlerin kurulması için harcanan zaman, kullanılan malzeme giderinin maliyeti de eklenebilir.

Tohum canlılığının çimlenme testinden daha hızlı bir şekilde tespiti, tohum partilerinin kalitesini kaybetmeden satışa sunularak üretime kazandırılması, yüksek sayıda tohum

partisinde test yapma durumunda zamandan kazanma, geçmiş yıllardan kalan tohumların canlılıklarının tespit edilerek gelecek sezonda kullanılabilirliği yönünde fikir edinme gibi avantajlar da getirecektir. Son bir nokta olarak yaşlanmanın çimlenmeyi önemli düzeyde etkileyen bir mekanizma olması sebebiyle araziye doğrudan ekimlerde ya da fide üretiminde tohum partilerinin güç seviyeleri Eİ testi ile takip edilebilir. Tezde tohum canlılığı temelde normal çimlenme yüzdesini temsil etmektedir. ISTA kurallarında da laboratuvar çimlenme testleri normal çimlenme oranıyla ölçülmektedir. Bu bakımdan normal çimlenme ile Eİ bağlantısı yararlı bir yaklaşım olacaktır. Günümüze kadar yapılan çalışmaların çoğunda Eİ ile normal çimlenme arasında çeşit farkı etkileri test edilmemiştir. Bu çalışmada tür içi çeşitliliğin de Eİ'ye etkisi test edilmiştir.

Bu çalışma ile özellikle ülkemizde yüksek düzeyde üretim miktarına sahip olan, ayrıca tohum gen bankalarında ve araştırma enstitüleri gen havuzlarında en fazla materyalin olduğu 11 adet sebze türünde (domates, biber, patlıcan, kavun, karpuz, lahana, turp, pırasa, soğan, havuç, marul,) Eİ testi kullanılarak tohum canlılığının hızlı tespiti amaçlanmıştır. Bu kapsamda mevcut 11 türde elektriksel iletkenlik testi ile çimlenme oranı arasında bir korelasyon ilişkisinin var olup olmadığı saptanarak, önemli bulunan türlerde, sertifikalı tohumlarda satış için alt sınır olan % 75 çimlenme değerine denk gelen eşik iletkenlik değeri tespit edilmiştir. Bu sayede, tohum partilerinin kalitesini kaybetmeden satışa sunularak üretime kazandırılması, yüksek sayıda tohum partisinde test yapma durumunda zamandan kazanma, geçmiş yıllardan kalan tohumların canlılıklarının tespit edilerek gelecek sezonda kullanılabilirliği yönünde fikir edinme gibi avantajlar sağlayacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tohum kalitesi ve gücü, bitki yetiştiriciliği ve tarımsal üretimde kritik öneme sahip kavramlardır. Tohum kalitesi, tohumun çimlenme yeteneği, çıkış oranı, homojenliği, sağlığı ve genetik bütünlüğü gibi faktörlere dayanır. Güçlü tohumlar, çimlenme sürecinde hızlı ve homojen bir büyüme sağlar, böylece sağlıklı bitki popülasyonlarının oluşturulmasına katkıda bulunurlar.

Tohum canlılığı, bir tohumun uygun koşullar sağlandığında çimlenme ve gelişme yeteneğine sahip olma durumudur. Tohum gücü ise, tohumların sadece çimlenme oranı değil, aynı zamanda fidelerin sağlıklı ve güçlü bir şekilde büyüme potansiyeli de dahil olmak üzere, çimlenme ve fide çıkışındaki performanslarını ifade eder. Bu kavram ilk kez 1876 yılında Friedrich Nobbe tarafından ortaya atılmıştır. Nobbe, farklı tohum partilerinin çimlenme ve fide çıkış oranındaki farklılıkları inceleyerek tohum gücünün önemini vurgulamıştır.

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, 2022):

a) ISTA Tarafından Onaylanmış Testler

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

b) ISTA Tarafından Tavsiye Edilen Testler

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

ISTA tarafından biyokimyasal güç testleri içinde yer alan elektriksel iletkenlik testinin ilk prensibi, Fick ve Hibbard (1925) tarafından belirlenmiştir. Araştırmacılar, tohumlardan suya sızan iyonların miktarının, tohumların canlılık seviyeleri ile ilişkili olduğunu keşfetmişlerdir. Böylece Eİ testinin geliştirilmesinde temel oluşturmuşlardır. Bu keşif, tohum kalitesinin kontrol edilmesi ve daha iyi ürünler yetiştirilmesi için yeni yöntemlerin geliştirilmesine yol açmıştır.

Hibbard ve Millar (1928), önceki çalışmanın genişletilmesi ve iyileştirilmesi amacıyla çalışmalarını farklı çimlenme oranlarına sahip buğday, bezelye ve timothy tohumlarında gerçekleştirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, çimlenme oranı düştükçe ıslatma suyunun iletkenliğinin arttığı sonucuna varmışlardır. Bu ilk çalışmalarda tek tohum yöntemi yerine tohum yığınları yöntemi kullanmışlardır.

Daha sonra, Priestley (1958), pamuk tohumlarında yapay yaşlandırma yoluyla farklı canlılık seviyeleri oluşturarak çimlenme oranlarını 50°C'de 15 dakika bekletildiği damıtılmış suyun iletkenliği ile karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucunda, düşük canlılığa sahip tohumların (yaşlandırılmış tohumlar) hücre zarının hasar görmüş olabileceğini ve bu sebeple daha yüksek geçirgenliğe sahip olduğunu tespit etmiştir. Bu yüksek geçirgenliğin düşük canlılık ve yüksek hastalık riski ile ilişkilendirmiştir.

Ancak o zamana kadar, tohum gücünün değerlendirilmesinde bu analizden bahsedilmemiştir. Elektriksel iletkenlik testi metodoloji olarak ilk defa Matthews ve Bradnock (1967) tarafından önerilmiştir. Bu araştırmacılar bezelyelerde fide çıkış yüzdesini tahmin etmek için temel bir prosedür oluşturmuşlardır. Daha sonra, çeşitli tohum türlerinde kullanım için geniş çaplı çalışmalarla test yaygınlaştırılmıştır. Matthews ve Bradnock' un çalışması, elektriksel iletkenlik testinin tohum teknolojisinde önemli bir yöntem olarak kabul görmesine öncülük etmiştir. Bu test, tohumların canlılık seviyelerini, çimlenme oranlarını, gücünü ve depolama ömürlerini hızlı, kolay ve nispeten ucuz bir şekilde değerlendirmek için kullanılmaktadır.

Hücrel membranların yapısı, tohum fizyolojik olgunluğa ulaştığında en üst seviyeye ulaşır (Abdul-Baki, 1980). Tohumlar ekimden önceki kurutma döneminde yapısal bir düzensizlik sürecinden geçer ve su içeriği ne kadar düşüğe düzensizlik de o kadar büyük olur. Sonuç olarak tohumlar geçici olarak bütünlüklerini kaybederler (Bewley ve Black, 1994). Islatma sürecinin ilk aşamasında, bir tohumun hücrel membran sistemini yeniden organize etme ve meydana gelmiş olabilecek fiziksel ve/veya biyolojik hasarı onarma kapasitesi, çevreye salınan akıntının miktarını ve niteliğini etkileyecektir (Simon ve Raja Harun, 1972; Bewley ve Black, 1994). Bu nedenle, bozulma sürecinin bir sonucu olarak daha az fizyolojik potansiyele sahip tohumlar, membranın yeniden düzenlenmesi için daha düşük bir kapasiteye sahiptir, bu da tohumda daha fazla akıntıya neden olur (Panobianco 2007). Bu sırada tohum, şekerler, amino asitler, yağ asitleri, enzimler ve iyonları hücrel membran sistemlerinin organizasyon durumuna göre değişen miktarlarda serbest bırakır (Simon ve Raja Harun 1972; Bewley ve Black, 1994; Taylor vd. 1995). Islatma işleminin başlangıcında çözünen maddelerin salınımı ve su emilimi

çok yüksektir; ancak tohum yaşı ile birlikte membranların yeniden organize olma hızı azalır (Abdel Samad ve Pearce 1978).

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

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

Elektriksel iletkenlik, biyokimyasal bir canlılık testi olarak tanımlanmıştır ve düşük çimlenme kabiliyeti ile ıslatma sırasında yüksek çözünen madde salınımı ile ilişkilendirilmiştir (McDonald 1999; Matthews ve Powell 2006; Demir vd. 2012; Ermiş vd. 2016; Demir vd. 2019; Özden vd. 2020). Elektriksel iletkenlik testinin prensibi; hücre zarlarının bütünlüğüne dayanır ve tetrazolyum testi ile birlikte biyokimyasal bir test olarak sınıflandırılır. Hücre zarı bütünlüğünün kaybı, tohum fizyolojik potansiyelindeki azalma sürecinin ilk belirtilerinden biridir. Soya fasulyesi gibi ortodoks tohumlar (kurutmaya tolerant) söz konusu olduğunda, bu düzensizlik tam anlamıyla bozulma süreci ve/veya tohum içi su içeriğindeki azalmanın bir sonucu olarak ortaya çıkar. Bu nedenle, elektriksel iletkenlik testi, tohumların hücre zarlarının yeniden düzenlenmesine kadar suda bekletildikleri zaman şekerler, enzimler, nükleotitler, yağ asitleri, organik asitler, amino asitler, proteinler, fosfatlar ve potasyum (K), kalsiyum (Ca), sodyum (Na) ve magnezyum (Mg) gibi inorganik bileşikler salgıladıkları gerçeğine dayanmaktadır. Tohum çimlenme sürecindeki su alım işlemi sırasında hücre zarı sistemi yeniden yapılır ve tohum bozulma seviyesi ne kadar düşükse, bu yeniden yapılanmanın o kadar hızlı ve büyük ölçüde gerçekleşeceği düşünülmektedir (Prado vd. 2019). Metodolojiye özgü tohum sayısı, sıcaklık, su hacmi ve ıslatma süresi gibi özelliklerin yanı sıra mekanik

hasar veya böcek varlığı, tohumdaki nem içeriği seviyesi, kimyasal işlemler gibi çeşitli faktörler test sonuçlarını etkileyebilir (Baalbaki vd. 2009; Vieira ve Marcos-Filho 2020).

Elektriksel iletkenlik sonuçlarını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır, bunlar arasında nemlendirme süresi (Wang vd. 1994), çevresel sıcaklık (Hampton vd. 1994), başlangıç tohum nem oranı (Vertucci ve Leopold 1984; Matthews ve Powell 2006), kullanılan tohum tipi (Sung ve Chang 1993), tohum boyutu (McDonald 1999), tohum miktarı ve uygulama süresi (Artola ve Carillo-Castañeda 2005), ve tohumların toplu halde (bulk) mi yoksa tek tek (single) mi kullanıldığı (Hamman vd. 2001) gibi faktörler yer almaktadır. Bu nedenle, elektriksel iletkenlik testlerinin yapıldığı süreçte bu faktörlerin dikkate alınması önemlidir.

Tohum canlılığını belirlemek için yapılan iletkenlik testi tüm türler için işe yaramamaktadır (McDonald 1999). Bazı durumlarda bunun nedeni, suyun içeri girmesine izin veren ancak belirli elektrolitlerin dışarı difüzyonuna izin vermeyen yarı geçirgen nüsellar membranın varlığıdır. Bu durum marul, kavun, soğan, domates ve biber tohumlarında görülmektedir. Ancak bu nüsellar membran Brassica tohumlarında mevcut değildir (Devi vd. 2003).

Yarı geçirgen tabaka, su ve gazlar için geçirgen olan ancak bazı çözünen maddelerin değişimini kısıtlayan veya engelleyen bir doku olarak tanımlanır (Beresniewicz vd, 1995). Yarı geçirgen bir tabakanın varlığı, tohum ile dış ortamı arasındaki madde alışverişini sınırlandırabilir ve böylece tohum kabuğu geçirgenliğine dayalı tohum performansını tahmin etme yöntemlerinin geçerliliğini azaltabilir (Lv vd. 2017).

Matthews ve Bradnock (1968) tarafından yaptıkları çalışmada, bezelye ve fasulye tohumlarının elektriksel iletkenlik testi ile tarla çıkış oranı üzerindeki etkisini incelenmişlerdir. Araştırmacılar, 20 bezelye ve 26 fasulye tohum partisinde tohumların farklı miktarlarda akıntı ürettiğini ve yüksek akıntı üreten tohumların tarlada daha düşük çıkış oranına sahip olduğunu bulmuşlardır. Çalışmanın sonucunda, akıntının toprakta bulunan mantar ve bakteriler gibi zararlı mikroorganizmaların büyümesini teşvik ederek tohum çürümesine ve fide ölümüne yol açabileceğini tespit etmişlerdir. Ayrıca çalışmada,

bu iki türde Eİ ile tarla çıkışı arasında negatif korelasyon olduğunu ve buna bağlı olarak akıntının ölçülmesinin, tarlada düşük çıkış oranına sahip olabilecek tohumları belirlemenin bir yolu olarak kullanılabileceğini önermişlerdir.

Matthews ve Rogerson (1976) çalışmalarında, bezelye tohumlarında embriyo durumunun akıntı miktarına etkisini araştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda, embriyonun gelişme durumunun tohumların akıntı miktarını etkilediğini ve embriyonun aktif olarak rol aldığını belirlemişlerdir. Ayrıca, potasyumun tohumdan dışarı sızan akıntının önemli bir bileşeni olduğunu tespit etmişlerdir.

Pesis ve Timothy (1983), 2 misk kavunu (*Cucumis melo* L.) çeşidine ait tohumları 288 saate kadar 45°C ve %100 bağıl nemde hızlandırılmış yaşlandırma testine tabi tutmuş ve elektriksel iletkenlik testi ile ilişkilendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda elektriksel iletkenlik testinin misk kavununda tohum kalitesi için uygun bir test olmadığını belirlemişlerdir.

Dadlani ve Agrawal (1983) havuç (*Daucus carota* L.) ve bamya (*Abelmoschus esculentus* L.) türlerinde tohumlardan şeker ve elektrolitlerin süzülmesi üzerine sıcaklık, tohum nemi ve pH'ın etkilerini belirlemek amacıyla sırasıyla bir ve üç saat boyunca suda bekletmişlerdir. Sıcaklığın 10 ila 30°C arasında artmasıyla şeker ve elektrolitlerin sızması artarken, tohum neminin %3 ile %12 arasında artmasıyla sızmanın azaldığını tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda; elektrolitlerin tohumlardan sızması pH'a bağlı olduğunu ve genel olarak, havuç tohumlarının bamyadan daha fazla şeker ve elektrolit sızdığını bildirmişlerdir. Ayrıca havuç tohumlarında çimlenme oranı ile suda çözünen şekerlerin sızma oranı arasında negatif ve anlamlı korelasyon katsayısı tespit etmişlerdir.

Trawatha vd. (1990), biber tohumlarının tarla çıkışını öngörmek için tohum gücü testlerinin kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Çalışmalarında, iki farklı ekolojide 30 ve 32 farklı biber tohum partisi üzerinde çalışmışlardır. Bu süreçte, tohum gücünü belirlemek amacıyla farklı testlerin yanı sıra elektriksel iletkenlik testini de kullanmışlardır. Elektriksel iletkenlik testi (Eİ), 2 gram tohumdan oluşan iki kopya için (yaklaşık 340 tohum g) belirlenmiştir. Tohumlar sırasıyla 16/8 saat boyunca 20/30 °C'de

50 mL distile suda bekletilmiştir. Çalışmanın sonucunda elektriksel iletkenlik testinin biber tohum partilerini sınıflandırmak ve tarla çıkışını tahmin etmek için uygun olmadığı sonucuna varmışlardır.

Lott vd. (1991) kabak, yer fıstığı, bezelye, soya fasulyesi ve hint fasulyesi tohumları; pirinç endospermeleri, tritikale ve arpa taneleri, kimyon, frenk maydanozu ve havuç merikarplarını kullandıkları çalışmada, tohumların su emmesi sırasında mineral elementlerinin (K, Mg, Cl, Ca ve Mn) sızıntısı incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda; K'nın Mg, Cl, Ca veya Mn'den çok daha büyük miktarlarda, çoğunlukla ölçülen diğer dört elementin toplamının birkaç katı kadar sızdığını belirlemişlerdir. Frenk maydanozu merikarplarında ise diğerlerinden farklı olarak Ca sızıntısının K' dan daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. En az miktarda sızan element ise Mn olarak bildirilmiştir. Fidenin mineral beslenmesi açısından bu sızıntı önemli bir etmen olduğunu vurgulamışlardır.

Taylor vd. (1995), pırasa, soğan, lahanası, domates ve biber tohumlarının 45°C ve %90 bağıl nemde bekletilmesi sonucunda elde ettikleri tohum partilerinde amino asit sızıntısını incelemiştir. Her tür için 0.5 gram tohum örneği 5mL distile suda 25 °C' de 1, 4, 8, 16 ve 24 saat bekletmişlerdir. Araştırmada, amino asitlerin kuru tohumlarda, 24 saat boyunca emilen tohumlardan sızan suda belirlendiği belirtilmiştir. Tohumların yaşlandıkça, kuru tohumlardaki amino asit içeriğinin hafifçe arttığı ancak sadece pırasa, soğan ve lahanadan ıslatma suyuna emilen tohumlardaki amino asit yüzdesinde büyük bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Domates ve biber tohumlarının ise az miktarda amino asit sızdığını ve daha fazla çalışılmadığı belirtilmiştir. Türler arasındaki sızıntı oranı farklılıklarının tohum kabuğu bütünlüğü ve geçirgenliğiyle ilişkilendirildiği vurgulanmıştır.

Shephard ve Naylor (1996) tarafından gerçekleştirilen çalışma, sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) tohumlarının su alımı ve elektrolit sızıntısı üzerinde tohum kabuğunun rolünü araştırmıştır. Bu araştırma, tohum kabuğunun sorgum tohumlarının su alımı ve hücresel bütünlüğü üzerindeki önemini anlamayı hedeflemiştir. Bulgular, tohum kabuğunun varlığının, suyun tohuma daha yavaş nüfuz etmesine ve tohumların elektrolit sızıntısı açısından daha düşük değerlere sahip olmasına neden olduğunu göstermiştir. Bu durum,

tohum kabuğunun sorgum tohumlarının su alımını düzenleyici ve koruyucu bir bariyer olarak işlev gördüğünü ortaya koymaktadır.

Legesse ve Powel (1996), Bodur Fransız fasulyesi, nohut ve börülce tohumlarının farklı olgunlaşma aşamalarında tohum kabuğunun su emilme oranlarına etkisini araştırmışlardır. Pigmentasyon gelişmeden önce olgunlaşmamış bir aşamada ve tohum kabukları yeşilken hasat edildiğinde, pigmentli tohum kabuğuna sahip çeşitlere oranla hızlı bir şekilde emildiği belirlenmiştir. Bu kapsamda olgunlaşma sırasında tohum kabuğunda pigmentasyon geliştikçe, su emilim oranlarının azaldığını tespit etmişlerdir.

Panobianco vd. (1999), soya fasulyesi üzerinde yaptıkları çalışmada, tohum kabuğundaki lignin içeriğinin elektriksel iletkenlik ölçümlerini etkilediğini belirlemişlerdir. Araştırmada, tohum kabuğundaki lignin seviyesinin arttıkça elektriksel iletkenlik testinde akıntı miktarının azaldığı gözlemlenmiştir.

Vieira vd. (2001) depolama süresi ve sıcaklığının altı soya fasulyesi tohum partisinde elektriksel iletkenlik testi üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. 10 ve 20°C'de 486 gün boyunca depolanan soya fasulyesi tohumlarında, 10°C'de gerçekleştirilen depolama sonrası Eİ testinin tohumun yaşlanmasının ve canlılığının belirlenmesinde sonuç vermediğini tespit etmişlerdir. Bunun sebebi olarak ta düşük sıcaklıklarda depolama sırasında membran onarımı veya yeniden düzenlenmesinin gerçekleşmiş olabileceğini vurgulamışlardır.

Hamman vd. (2001) soya fasulyesi tohumlarında farklı ekim derinliği ve sıcaklığındaki 5 farklı varyasyonda bireysel tohum iletkenliği ile tarla çıkış potansiyeli arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda; soya fasulyesi tek tohum iletkenliğinin tüm sıcaklık ve derinlik varyasyonlarında doğru bir şekilde tahmin etmediğini bildirmişlerdir.

Devi vd. (2003) tohum boyutunun Eİ değeri üzerinde etkisini inceledikleri çalışmada, büyük (>2.4 mm), orta (1.9-2.4 mm), küçük (1.8-1.9 mm) ve çok küçük (<1.8 mm) olarak 4 gruba ayrılmış hardal tohumlarında 7, 19 ve 31 ay depo sonrası ve öncesi Eİ değerlerini

ölçmüşlerdir. Çalışmanın sonucunda; büyük ve orta boy tohumlarda küçük ve çok küçük tohumlara göre daha yüksek elektrolit sızıntısı kaydedilmiştir. Yaşlanmanın ise Eİ üzerindeki etkisi küçük tohumlarda büyük ve orta tohumlara göre daha belirgin olduğu tespit edilmiştir.

Wang vd. (2004) dört adet yem bitkisi türünde farklı güç testleri ile tarla çıkışını potansiyelini tahmin etmek için yaptıkları çalışmada; iki baklagil türünde (mor fiğ ve yonca) Eİ testinin tohum partilerinin kalitesini, tarla çıkışını ve tohum canlılığını en iyi tahminini sağladığını belirtmişlerdir. Ancak iki çim türü Eİ testi canlılık ve fide çıkışını tahmini için uygun sonuçlar vermediğini bildirmişlerdir.

Colete vd. (2004) iki farklı çeşide ait 14 soya fasulyesi tohum partisinde Eİ testinin (25°C, 24 saat) tarla ve laboratuvar koşullarında fide çıkışı ile ilişkisini incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda; Eİ testinin soya fasulyesi tohumunun canlılığını ve dolayısıyla tarladaki performans potansiyelini değerlendirmek için etkili olabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca, tohum canlılık seviyesini ve belirli bir tohum partisinin yeterli kullanımını gösteren değerleri veya değer aralığını belirlemek için daha fazla çalışma yapılması gerektiğini önermişlerdir.

Korkmaz vd. (2004) standart (1 adet) ve hibrit (2 adet) domates çeşitlerinde on adet tohum partisinde, lotlar arasındaki güç farklılıklarını belirlemeye çalışmışlardır. Bu farklıların belirlenmesi amacıyla hızlı yaşlandırma, kontrollü bozulma, elektriksel iletkenlik ve tetrazolyum testlerini kullanmışlardır. Eİ testi için tohumlar (50 adet) 50 mL distile su içeren 200 mL'lik şişelerde 20°C'de 6 saat tutulmuşlardır. Çalışmanın sonucunda Eİ testinin domates tohum partilerinde sonuç vermediğini belirtmişlerdir.

Demir vd. (2005) patlıcan tohumlarında fide çıkışının ile üç farklı güç testi (soğuk test, elektriksel iletkenlik testi ve kontrollü bozulma testi) ile arasındaki ilişkiyi test etmişlerdir. Dört farklı patlıcan tohum partisinde gerçekleştirdikleri Eİ testinde, 50 adet tohum için 200 mL distile su kullanmış ve tohumlar 20°C'de 24 saat süre ile tutulmuşlardır. Çalışmanın sonucunda, patlıcan tohumlarında Eİ testinin fide çıkış potansiyelini belirlemede sonuç vermediğini tespit etmişlerdir.

Artola ve Carillo-Castenada (2005) sarı çiçekli gazalboynuzu (*Lotus corniculatus* L) bitkisinde yaptıkları çalışmada, elektriksel iletkenlik testini tohum canlılığının belirlenmesi amacıyla kullanmışlardır. Farklı yıllara ait iki çeşidin kullanıldığı araştırmada; Eİ testi için uygun tohum miktarını belirlemek amacıyla 50, 100, 200 ve 1000 adet tohum, uygun süreyi belirlemek için ise 6, 12, 18 ve 24 saatlik süreler kullanılmıştır. Sarı çiçekli gazalboynuzu için en iyi sonuçların 100 adet tohum ve 24 saatlik süre sonunda ölçülen elektriksel iletkenlik testinden elde edildiği rapor edilmiştir. Bu iletkenlik testinin arazi çıkışı ile yüksek düzeyde ilişkili olduğu bulunmuştur ($r=-0.98$, $P<0.01$). Elde edilen bu yöntemin doğruluğunu belirlemek için 10 tohum partisi kullanılarak test tekrarlanmış ve tarla çıkışı ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, bu tür için elektriksel iletkenlik testinde 250 mL saf suda, 4x100 tohum, 20°C'de 24 saat bekletildikten sonra ölçümlerin yapılması önerilmektedir.

Khan vd. (2005) turp tohumlarını hızlı yaşlandırma (%100 bağıl nem, 45°C) öncesi ve sonrası kalite testlerine (ortalama çimlenme yüzdesi, radikül uzunluğu, çimlenme hızı, T50 ve sızıntı suyu iletkenliği) tabi tutmuşlardır. Tohumlarda, yaşlandırma süresi arttıkça ortalama çimlenme yüzdesi ve fide canlılığında kademeli ve ardışık bir azalma olduğunu, ayrıca, T50 (%50 çimlenme) süresinin ve Eİ ölçüm değerinin yaşlandırma süresiyle birlikte arttığını tespit etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar, membran bozulmasının ve bunu takiben çimlenebilirlik, canlılık ve çimlenme hızındaki azalmanın kalite kaybında önemli bir rol oynadığını belirlemişlerdir.

Mirdad vd. (2006) karnabahar ve lahana tohumlarında Eİ testinin tohum canlılığının tahmininde kullanılması üzerine çalışmışlardır. Çalışmada karnabahar ve lahana tohumlarında %100, 90, 70, 50, 30, 10 ve %0' a kadar canlı ve ölü tohum kombinasyonlarında Eİ ile canlılık arasındaki ilişki her iki türde $R^2= 0.99$ ($p<0.001$) olarak tespit etmişlerdir. 45°C'de %15 nemde 120 saat ve 45°C'de %20 nemde 48 saat yaşlandırma sonucunda da yine her iki türde Eİ ile canlılık arasındaki ilişkinin ($R^2> 0.92$, $p<0.001$) yüksek düzeyde anlamlılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda; karnabahar ve lahana tohumlarında Eİ ile NÇO arasında yapay yaşlandırma ile elde edilen olumlu sonuçların doğal yaşlanmış tohum partilerinde de test edilmesinin önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Muasya vd. (2006) fasulye (*Phaseolus vulgaris*) tohum partilerinde bireysel tohum elektrik iletkenliğindeki varyasyonun değerlendirilmesi, tohumlar arasında gözlemlenen varyasyonu en iyi hangi parametrelerin ölçebileceğini belirlemek ve çeşit veya üretim ortamının varyasyonu etkileyip etkilemediğini araştırmak için iki yaygın fasulye çeşidinden iki lokasyonda, iki büyüme mevsiminin her birinde üç ekim tarihi kullanılarak yirmi dört tohum lotu elde etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda; genotip $\times$ çevre etkileşimi nedeniyle varyasyonun büyüklüğünde çeşitler arasında sistematik farklılıklar bulunmadığını ve bir üretim yerindeki yetiştirme mevsimi faktörünün bireysel tohum varyasyonu üzerinde en net etkileri gösterdiğini belirlemişlerdir.

Panobianco vd. (2007) de soya fasulyesinde gerçekleştirdikleri çalışmada; düşük depolama sıcaklıklarının elektriksel iletkenlik değerleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Çalışmada iki soya fasulyesi çeşidi 10°C, 20°C; 25°C, altı ay boyunca 20°C ardından depolama sonuna kadar 10°C ve altı ay boyunca 25°C ardından depolama sonuna kadar 10°C olmak üzere beş farklı depoda 18 ay depolamışlardır. Her üç ayda bir depo sonrası Eİ testi, çimlendirme testi ve hızlı yaşlandırma testi sonuçlarını değerlendirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda yüksek sıcaklık uygulamalarının (20 ve 25°C), tüm depolama dönemleri için elektrik iletkenlik değerlerinde değişikliklere neden olduğunu, ancak 10°C'de depolamanın, depolama süreleri boyunca (3, 6, 9, 12, 15 ve 18 ay) Eİ testi sonuçları üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını göstermiştir. Çimlenme ve hızlı yaşlandırma testlerinin sonuçlarının aksine, elektrik iletkenliği tohumların düşük sıcaklıkta (10°C) depolandıklarında fizyolojik kalitelerini koruduklarını ve 10°C'deki tohum bozulmasının doğrudan membran bütünlüğünün kaybıyla ilişkili olmadığını tespit etmişlerdir.

Demir vd. (2008) elektrik iletkenliğinin (Eİ), yaşlanmaya dayalı bir canlılık testi olan kontrollü bozulmadan (KB) önce ve sonra lahana tohumlarının çimlenmesini (NÇO: normal çimlenme oranı tahmin etme potansiyeli incelemişlerdir. Ticari kaynaklardan alınan doğal yaşlandırılmış 11 adet Yalova 1 çeşidi (%6 ile %92 NÇO) ile 5 adet Möhrenkopf (%61 ile %99 NÇO) çeşidinin NÇO ile Eİ (4 x 100 tohum, her biri 40 mL deiyonize su içinde) testi arasındaki ilişkiyi 24 saat sonra 0,85 (11 beyaz çeşit lotu) ve 0,97 (5 kırmızı çeşit lotu) R² değerleri ile yüksek oranda negatif ilişkili olarak tespit

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

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

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

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

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

Sivritepe vd. (2012) yaptıkları çalışmada domates ve biber tohumlarının elektriksel iletkenlik (Eİ) testleri ile gücünü belirlemede kullanılabilecek bir protokol geliştirmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla, Falcon domates ve Sera Demre 08 biber çeşitlerini kullanarak bir çalışma yürütmüşlerdir. Her bir tür için 200 ve 400 mL'lik cam kavanozlar kullanılmış ve 200 mL'lik kavanozlara 50, 100 ve 150 mL, 400 mL'lik kavanozlara ise 200 ve 250 mL saf su ilave edilerek 25°C sıcaklıkta 50 tohum olacak şekilde Eİ testleri gerçekleştirilmişlerdir. İdeal ölçüm zamanını tespit etmek amacıyla Eİ ölçümleri 2, 4, 6, 8, 10, 12, 18 ve 24 saatlik sürelerde gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, domates tohumları için en uygun Eİ testi süresinin 4 saat, biber tohumları için ise 6 saat olduğu belirlenmiştir. En uygun su miktarlarının ise domates tohumları için 150 mL, biber tohumları için ise 200 mL olduğu tespit edilmiştir.

Pereira ve Martins Filho (2012) çalışmalarının amacı, *Solanum sessiliflorum*'un dört tohum partisinin canlılığını değerlendirmek için elektriksel iletkenlik testinde su hacminin ve ölçüm zamanının etkisini incelemek ve bu sonuçları çimlenme, ilk sayım, fide uzunluğu, çıkış indeksi ve çıkış oranı testleriyle ilişkilendirmektir. Çalışmayı elektriksel iletkenlik testi, 30°C'de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24 ve 48 saat boyunca 30 ve 50 mL suda bekletilen 50 tohumun dört tekrarı ile gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak; *Solanum sessiliflorum* tohumlarının canlılığını değerlendirmede elektriksel iletkenlik testinin etkili olduğunu ve en iyi sonuçların 30 mL suda 2 saat bekletilen 50 adet tohumda elde edildiğini belirtmişlerdir.

Mavi vd. (2016) turp tohumlarında kökçük çıkış testi ve elektriksel iletkenlik testinin normal çimlenme oranını (%) tahmin etmede kullanılabilirliğini araştırmışlardır. On adet turp tohum partisinde gerçekleştirdikleri çalışmada 48. saat sayımı ve ortalama çimlenme zamanı arasındaki korelasyon incelenmiş ve regresyon katsayısını $R^2 \geq 0.900$ olarak bulmuşlardır (dokuz R^2 'den sekizi ≥ 0.900 ; $P < 0.001$). Eİ testi için üç farklı çimlendirme testi, beş farklı ölçüm süresi (1, 3, 5, 7 ve 24 saat) ve dört Eİ denemesi uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre Eİ ölçümleri normal fide (%) ve ortalama çimlenme zamanı için yüksek oranda tahmin edilebilir olmuştur (28 R^2 değerinden 25'i ≥ 0.80). Ayrıca 1, 3 ve 5 saat ölçümlerinin daha sonraki okumaları öngördüğünü ve testin bir iş günü içinde (1, 3 ve 5 saat), gece boyunca (17 saat) veya günlük rutin olarak (24 saat) yapılabileceğini belirtmişlerdir. Turp tohum partilerinde Eİ testinin ucuz, hızlı ve kullanışlı bir test olduğunu vurgulamışlardır.

Özden vd. (2017a) yaptıkları çalışmada, yapay ve doğal yaşlanmış pırasa tohum partilerinde elektriksel iletkenlik ölçüm değerleri ile çimlenme yüzdeleri (normal) arasında regresyon denklemi geliştirmeyi ve geliştirdikleri formül ile piyasada mevcut ticari çeşitlerin canlılığını tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Yapay yaşlandırma (kontrollü bozulma) için tohumları %20 nem içeriğinde ve 45 °C'de 0, 8, 16, 24, 32, 34, 38, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64, 68 ve 72 saat yaşlandırarak 16 adet tohum partisi elde etmişlerdir. Üretici parselinden ya da daha önceki yıllara ait laboratuvar tohum deposundan (-18 °C) temin ettikleri 22 adet tohum partisi ise doğal yaşlanmış tohum grubunu temsil etmiştir. Ticari olarak ise piyasadaki farklı firmalar tarafından üretilmiş 13 adet tohum partisi temin

etmişlerdir. Gerçekleştirilen Eİ ve canlılık testi sonucunda, yaşlandırma saatinin artışına bağlı olarak canlılığın (toplam ve normal) düştüğünü ve Eİ değerinin ise arttığını tespit etmişlerdir. Doğal yaşlanmış tohumlarda da benzer şekilde %75 canlılık oranının altında kalan tohum partilerinde canlılık oranının düşüşüne paralel olarak Eİ değerinin arttığını saptamışlardır. Yapay yaşlandırılmış pırasa tohum partilerinde elektriksel iletkenlik ile toplam ($R^2=0.958$, $P<0.001$) ve normal çimlenme yüzdeleri ($R^2=0.946$, $P<0.001$) arasındaki ilişki ile doğal yaşlı tohum partilerinin toplam ($R^2=0.958$, $P<0.001$) ve normal çimlenme yüzdeleri ($R^2=0.823$, $P<0.001$) arasındaki ilişkinin yüksek düzeyde anlamlı olduğu görülmüştür. Çalışmanın sonucunda elde ettikleri regresyon formülü kullanılarak tahmin edilen çimlenme oranları ile gerçek çimlenme oranları arasında da yüksek düzeyde (toplam çimlenme; $R^2=0.716$, $P<0.001$ yapay; $R^2=0.648$, $P<0.001$ doğal, normal çimlenme; $R^2=0.843$, $P<0.001$ yapay; $R^2=0.821$, $P<0.001$ doğal) anlamlı ilişki tespit etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre pırasa tohumlarında Eİ testinin tohum canlılığını belirlemede kullanılabileceği bildirilmiştir.

Özden vd. (2017b) yapay ve doğal yaşlanmış tere tohum partilerinde elektriksel iletkenlik testi ile çimlenme oranı (toplam ve normal) arasındaki ilişki tespit etmeyi amaçlamışlardır. Doğal yaşlanma için piyasadan farklı yıllarda üretilmiş 16 adet tere tohum partisi temin etmişlerdir. Yapay yaşlandırma (kontrollü bozulma) için ise 45 °C’de %20 nem de tohumları 0, 24, 40, 50, 64, 72, 80, 88, 96, 104, 120, 128, 136 ve 144 saat yaşlandırarak 14 adet tohum partisi elde etmişlerdir. Doğal ve yapay yaşlandırılmış tere tohumlarında çimlendirme testi için 20°C’de 10. gün sonunda toplam ve normal çimlenme oranını belirlemişlerdir. Eİ testi 40 mL distile suda 20°C’de karanlıkta 24 saat sonra ölçüm gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda; yapay yaşlandırılmış tohum partilerinin NÇO (normal çimlenme oranı) değerinin %0 ile %95 arasında, Eİ değerinin ise 259.7 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ve 1018.7 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak değiştiğini saptamışlardır. Doğal yaşlanmış tohum partilerinde NÇO değeri %21 ile %99 arasında Eİ değeri ise 327.6 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ve 860.1 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak belirlemişlerdir. Gerçekleştirilen korelasyon ve regresyon analizi sonucunda yapay yaşlandırılmış tere tohum partilerinde Eİ değerlerinin toplam ($R^2=0.927$) ve normal çimlenme ($R^2= 0.885$) yüzdeleriyle yüksek oranda ($p<0.001$) ilişkili olduğunu, aynı ilişkinin doğal yaşlandırılmış tohum partilerinin Eİ değerleri ile toplam ($R^2=0.804$, $p<0.001$) ve normal çimlenme yüzdeleri ($R^2=0.917$)

arasında da olduğunu tespit etmişlerdir. Bu kapsamda elektriksel iletkenlik testinin tohum partilerinde tohum canlılığının hızlı bir şekilde belirlenmesinde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

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

Rosa vd. (2018) *Amaranth* (*Amaranthus cruentus*) tohumlarında elektriksel iletkenlik ve hızlı yaşlandırma testleri için uygun koşulların belirlenmesini amaçlamışlardır. Çalışmada beş tohum partisinde hızlı yaşlandırma için geleneksel yaşlandırma, doymamış NaCl çözeltisi, doymuş NaCl solüsyonlarında ve 41 °C'de 24, 48 ve 72 saat sonunda ölçümleri gerçekleştirmişlerdir. Eİ testi için ise 100 ve 150 adet tohumda, su hacmi olarak 25, 50 ve 75 mL kullanılmış, farklı hidrasyon süreleri (2, 4, 6, 8 ve 24 saat) sonunda ölçümler gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda *Amaranth* tohumlarında doymamış NaCl çözeltisi ile 41 °C'de 72 saat süreyle yapılan hızlandırılmış yaşlandırma testi ile 25 mL su ve 100 tohum ile 8 saat süreyle yapılan elektriksel iletkenlik testinin, tohumların fizyolojik potansiyellerine göre sınıflandırılmasında etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Marin vd. (2018) *Centaurea nigra* L., *Prunella vulgaris* L., *Cyanus segetum*, *Knautia arvensis* L., *Papaver rhoeas* L., *Silene vulgaris* ve *Valeriana officinalis* L. türlerinde elektriksel iletkenlik ve kökçük çıkış testinin tohum canlılığını tahmin etmede kullanılabilişliğini test etmişlerdir. Yedi türde 83 tohum partisinde gerçekleştirdikleri

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

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

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

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

Prado vd. (2019) yürüttükleri çalışmada; soya fasulyesi tohumlarının gücünü değerlendirmek için elektriksel iletkenlik testinin bir alternatif olarak kullanılabilirliğini incelemek amacıyla, Eİ testinin farklı güç testleriyle olan ilişkisini gözlemleyerek, tohum partilerinin tarladaki performans potansiyelini belirlemeye yardımcı olacak elektriksel iletkenlik değerlerini ve bu değerlerin tahmini aralığını belirlemeyi hedeflemişlerdir. Çalışmada dört soya fasulyesi çeşidinin her birinden on bir lot olmak üzere toplamda kırk dört adet soya fasulyesi tohum partisi kullanmışlardır. Soya fasulyesi tohum partilerinde Eİ testi ile çimlenme oranı (normal fide, 25°C'de 5 gün), tetrazolyum testi, hızlı yaşlandırma (41°C'de 24 saat), ilk çimlenme sayısı (3.gün sonunda elde edilen 3.75 cm'den büyük normal fidelerin yüzdesi), fide çıkışı, tarla fide çıkışı ve kumda fide çıkışı testlerini ilişkilendirmişlerdir. Gerçekleştirilen korelasyon analizine göre Eİ testinin; çimlenme ($r=-0.81$), tetrazolyum ($r=-0.84$), hızlı yaşlandırma ($r=-0.86$), ilk çimlenme sayısı ($r=-0.78$), tarlada fide çıkışı ($r=-0.79$) ve kumda fide çıkışı ($r=-0.85$) testleriyle güçlü negatif korelasyon gösterdiğini ve $p<0.01$ düzeyinde önemli olduğunu saptamışlardır. Daha sonra bağımsız değişken olan Eİ testi ile bağımlı değişken olan çimlenme, hızlı yaşlandırma, ilk çimlenme sayısı, tetrazolyum, fide çıkış testi, tarlada fide çıkışı ve kumda fide çıkışı testleri arasında gerçekleştirilen regresyon analizi sonucunda her bir test için $Y=\beta_0+\beta_1Eİ$ formülünü belirlemişlerdir. Belirlenen formülde 50 ile 150

$\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ Eİ değerleri arasında tüm testlere karşılık gelen tahmini değerleri hesaplamışlar ve elde edilen verilere göre soya fasulyesi tohumlarını Eİ değerlerine göre sınıflandırmışlardır. Bu kapsamda soya fasulyesi tohumlarının; $E\dot{I} \leq 70 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ -çok yüksek, 71 ile 90 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında-yüksek, 91 ile 110 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında-orta ve Eİ' si $\geq 111 \mu\text{S.cm}^{-1}\text{g}^{-1}$ tohum partileri için ise düşük canlılık seviyesinde olduğunu tespit etmişlerdir.

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

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

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

Araújo vd. (2022) tarafından nohut tohumlarında gerçekleştirilen çalışmada; lotların canlılık seviyesine göre sınıflandırılmasında elektriksel iletkenlik testinin kullanımını araştırmışlardır. Materyal olarak iki farklı nohut çeşidi ve toplam 9 tohum partisi kullanmış, 20°C sıcaklıkta çimlendirme testine tabi tutarak normal çimlenme oranları belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik testi için 50 adet tohum 25°C sıcaklıkta 2, 4, 8, 12 ve 24 olmak üzere beş farklı ölçüm süresi ve dört farklı hacim suda (75, 100, 150 ve 250 mL) ölçüm gerçekleştirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda, nohut tohumları için 25°C'de en uygun ölçüm saati 24.saat, en uygun su hacmi ise 150 mL olarak belirlenmiştir.

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

sekiz gün gerektiren çimlenme testi yerine Eİ testi ile iki saat gibi kısa sürede canlılık seviyesinin belirlenebileceği ifade edilmiştir.

Mokhtari (2023) on bir adet mercimek (*Lens culinaris* L.) tohum partisinde tarla çıkışını tahmin etmek için elektriksel iletkenlik (Eİ), kökçük çıkış ve standart çimlenme testlerini kullanmıştır. Eİ testi için 4x50 tekerrür tohum, 50 mL distile suda, 20°C sıcaklıkta 24 saat tutulmuş ve ölçümler gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda fide çıkışı ile Eİ ve standart çimlenme testi arasında $P<0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılık tespit etmişlerdir. Mercimek tohumlarında kökçük çıkış testinin fide çıkışını tahmin etmek için kullanılabilecek en uygun g testi olduğu bildirilmiştir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Araştırma 4 aşamadan oluşmakta olup, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Tohum Bilimi laboratuvarında 2022-2023 yıllarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada bitkisel üretim materyali olarak domates (*Solanum lycopersicum* L.), biber (*Capsicum annuum* L.), patlıcan (*Solanum melongena* L.), kavun (*Cucumis melo* L.), karpuz (*Citrullus lanatus* Matsum and Nakai.), lahana (*Brassica oleracea* L.), turp (*Raphanus sativus* L.), pırasa (*Allium porrum* L.), soğan (*Allium cepa* L.), havuç (*Daucus carota* L.) ve marul-salata (*Lactuca sativa* L.) türlerine ait ticari firmalar ile enstitü gen havuzlarından temin edilen tohumlar kullanılmıştır (marul-salata grubu türler tez içerisinde marul adı altında değerlendirilmiştir).

Çalışmanın 1. aşamasında her tür için piyasada yaygın olarak bulunan bir ticari çeşit temin edilmiş olup, çimlenme yüzdeleri ile elektriksel iletkenlik arasındaki ilişkinin geniş bir canlılık yüzdesi kullanarak belirlenmesi amacıyla 3.2.1'deki yöntemle göre yapay yaşlandırma yapılarak farklı canlılık seviyelerinde tohum partileri elde edilmiştir. Piyasadan temin edilen çeşit isimleri, çeşitlere ait üretim yılları ve 3.2.1'de tanımlanan yaşlandırma sonucunda elde edilen tohum parti sayıları çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Araştırmanın birinci aşamasında kullanılan türlere ait çeşitler, üretim yılları ve yaşlandırma sonucu elde edilen tohum parti sayıları

Tür	Çeşit	Üretim Yılı	Parti sayısı
Domates	H2274	2022	14
Biber	Çarliston Bağcı	2021	10
Patlıcan	Pala Yalova49	2022	12
Kavun	Kırkağaç589	2022	10
Karpuz	Crimson Sweet	2022	11
Lahana	Yalova 1	2022	13
Turp (fındık)	Cherry Belle	2022	11
Pırasa	İnegöl-92	2022	11
Soğan	Karbeyaz	2021	11
Havuç	Nantes	2022	10
Marul	Süper İri Kıvrıkcık	2022	13



Şekil 3.1 Birinci aşamada kullanılan tür ve çeşitler

Çalışmamızın ikinci aşamasında; birinci aşamada elektriksel iletkenlik (Eİ) ile normal çimlenme oranı (NÇO) arasında anlamlı ilişki bulunan her türde aynı çeşide ait tohum partileri (çeşit içinde farklı lotlar) piyasadan temin edilmiştir. Temin edilen türlere ait

çeşitler, üretim yılları ve tohum parti sayıları çizelge 3.2’de tohum partilerine ait görseller şekil 3.2’de görülmektedir.

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
Biber	Çarliston Bağcı	2017-2023	13
Lahana	Yalova 1	2010-2022	11
Turp (fındık)	Cherry Belle	2007-2023	14
Pırasa	İnegöl-92	2014-2023	17
Havuç	Nantes	2020-2023	18
Marul	Kıvırcık	2016-2023	14



Şekil 3.2 Araştırmanın ikinci aşamasında kullanılan tür ve çeşitler

Çalışmamızın üçüncü aşamasında ise; birinci ve ikinci aşamada Eİ ile NÇO arasında anlamlı ilişki saptanan türler seçilerek, aynı türe ait farklı çeşitlerden lotlar temin edilmiştir. Pırasa tohumlarında İnegöl çeşidi dışında farklı çeşitlerin oldukça az olması sebebi ile çalışmanın üçüncü aşamasında birinci aşama sonunda elde edilen tohum partileri kullanılmıştır. Üçüncü aşama için temin edilen türlere ait çeşitlerin üretim yılları ve tohum parti sayıları çizelge 3.3’de, tohum partilerine ait görseller şekil 3.3’te görülmektedir.

Çizelge 3.3 Araştırmanın üçüncü aşamasında kullanılan ve ticari firmalardan sağlanan türlere ait çeşitlerin üretim yılı ve toplam parti sayıları

Tür	Üretim Yılı	Parti sayısı
Lahana	2006-2022	9
Turp	2017-2023	18
Pırasa	2022	11
Marul	2008-2023	11



Şekil 3.3 Üçüncü aşamada kullanılan tür ve çeşitler

Çalışmamızın son aşamasında Eİ ile NÇO arasında ilişkinin tespit edildiği türlerde turp ve pırasa türlerinde hibrit tohum olmaması, marul da ise hibrit tohumların kaplı olması

sebebi ile sadece hibrit lahana tohumlarında elde edilen regresyon formülünün kullanımı test edilmiştir. Çalışmada Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsünün geliştirmiş olduğu iki adet üretim izinli hibrit lahana tohum çeşidi kullanılmıştır.

Çizelge 3.4 Araştırmanın dördüncü aşamasında kullanılan hibrit lahana çeşitlerinin üretim yılı ve toplam parti sayıları

Tür	Üretim Yılı	Parti sayısı
Lahana	2018-2020	2

3.2 Yöntem

Araştırma Planı

- 1. Aşama:** Elektriksel iletkenlik (Eİ) ve normal çimlenme oranı (NÇO) arasındaki ilişkinin, her bir tür için tek bir çeşit kullanılarak yapay olarak yaşlandırılmış tohum partilerinde belirlenmesi
- 2. Aşama:** Elektriksel iletkenlik ile normal çimlenme oranı arasında 1. aşamada istatistiksel olarak başarılı bir ilişki saptanan türlerde, aynı çeşide ait farklı ticari tohum partilerinde Eİ ile NÇO arasındaki ilişkinin belirlenmesi buna ilişkin regresyon formülünün saptanması ($y=a - bx$)
- 3. Aşama:** İkinci aşamada geliştirilen regresyon formülünün ($y=a - bx$) aynı tür içinde farklı çeşitlerde Eİ kullanarak NÇO'yu tahmin etmenin mümkün olup olmadığının test edilmesi
- 4. Aşama:** İkinci aşamada geliştirilen regresyon formülünün ($y=a - bx$) hibrit tohum partilerinde işlerliğinin test edilmesi

3.2.1 Birinci aşama: Elektriksel iletkenlik (Eİ) ve normal çimlenme oranı (NÇO) arasındaki ilişkinin her bir tür için belirlenmesi

Bu aşamada, on bir farklı türde elektriksel iletkenlik testi (Eİ) ile normal çimlenme oranı (NÇO) arasındaki potansiyel negatif doğrusal ilişki ile bunun istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak piyasadan temin edilen on bir türe ait tohumlardan yapay yaşlandırma ile farklı canlılık seviyelerinde tohum partileri elde edilmiştir (3.1’de tanımlandığı gibi). Elde edilen tohum partileri çimlendirme ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde elektriksel iletkenlik testine tabi tutulmuştur. Elde edilen çimlendirme değerleri ile her bir Eİ ölçüm zamanı için elde edilen iletkenlik değerleri arasında korelasyon (r) analizi yapılmış ve analiz sonuçlarına göre Eİ ve canlılık oranı (normalite) arasındaki regresyon ilişkisi istatistiksel olarak 0.001, 0.01, 0.05 düzeyinde anlamlılık açısından değerlendirilmiştir. İlişkinin en yüksek bulunduğu Eİ ölçüm saati çalışmanın diğer aşamalarında kullanılmıştır.

3.2.1.1 Yaşlandırma testi ile farklı canlılık seviyelerinde tohum partilerinin elde edilmesi

Çizelge 3.5’te sunulan 11 türde farklı saatlerde yaşlandırma gerçekleştirilmiştir. Tohumlar sıcaklığı 45°C olan etüv içerisinde, 33x46 x9 cm plastik kutularda %72 oransal nem veren doygun NaCl solüsyonu (41 gram/100 ml) üzerinde karanlıkta ve eleklerle konularak yapay yaşlandırılmış ve farklı canlılık seviyelerinde tohum partileri oluşturulmuştur. Her yaşlandırma saati için 300’er adet (150 çimlenme, 150 Eİ) tohum kullanılmıştır. Türlerle ait yaşlandırma saatleri ile elde edilen parti sayısı çizelge 3.5’te verilmiştir.

Çizelge 3.5 Araştırmada kullanılan 11 adet türde türe göre uygulanan yaşlandırma saatleri ve elde edilen tohum parti sayıları

Tür	Yaşlandırma saatleri	Parti sayısı
Lahana	5, 10, 24, 48, 58, 72, 96, 120, 125, 130, 144, 149, 154	13
Pırasa	24, 29, 34, 53, 120, 192, 264, 288, 312, 360, 408	11
Soğan	10, 24, 29, 48, 58, 72, 96, 106, 120, 130, 144	11
Biber	24, 29, 34, 48, 53, 58, 96, 106, 130, 154	10
Turp	5, 10, 29, 53, 106, 120, 154, 288, 312, 360, 408	11
Kavun	24, 48, 130, 149, 154, 264, 312, 360, 408, 456	10
Karpuz	10, 24, 34, 58, 77, 82, 120, 125, 130, 144, 154	11
Domates	0, 10, 24, 34, 48, 58, 72, 96, 101, 106, 120, 125, 144, 149	14
Patlıcan	0, 10, 48, 58, 72, 77, 96, 101, 106, 130, 144, 154	12
Havuç	4, 8, 12, 24, 48, 72, 96, 168, 192, 240	10
Marul	4, 10, 24, 40, 42, 44, 74, 86, 90, 120, 168, 192, 240	13

Her bir yaşlandırma saati sonrası tohumlar etüvden alınarak oda sıcaklığında 24 saat kurutulmuştur (Şekil 3.4). Yaşlandırma sonrası tohum partilerinde çimlendirme ve elektriksel iletkenlik testleri gerçekleştirilmiştir.



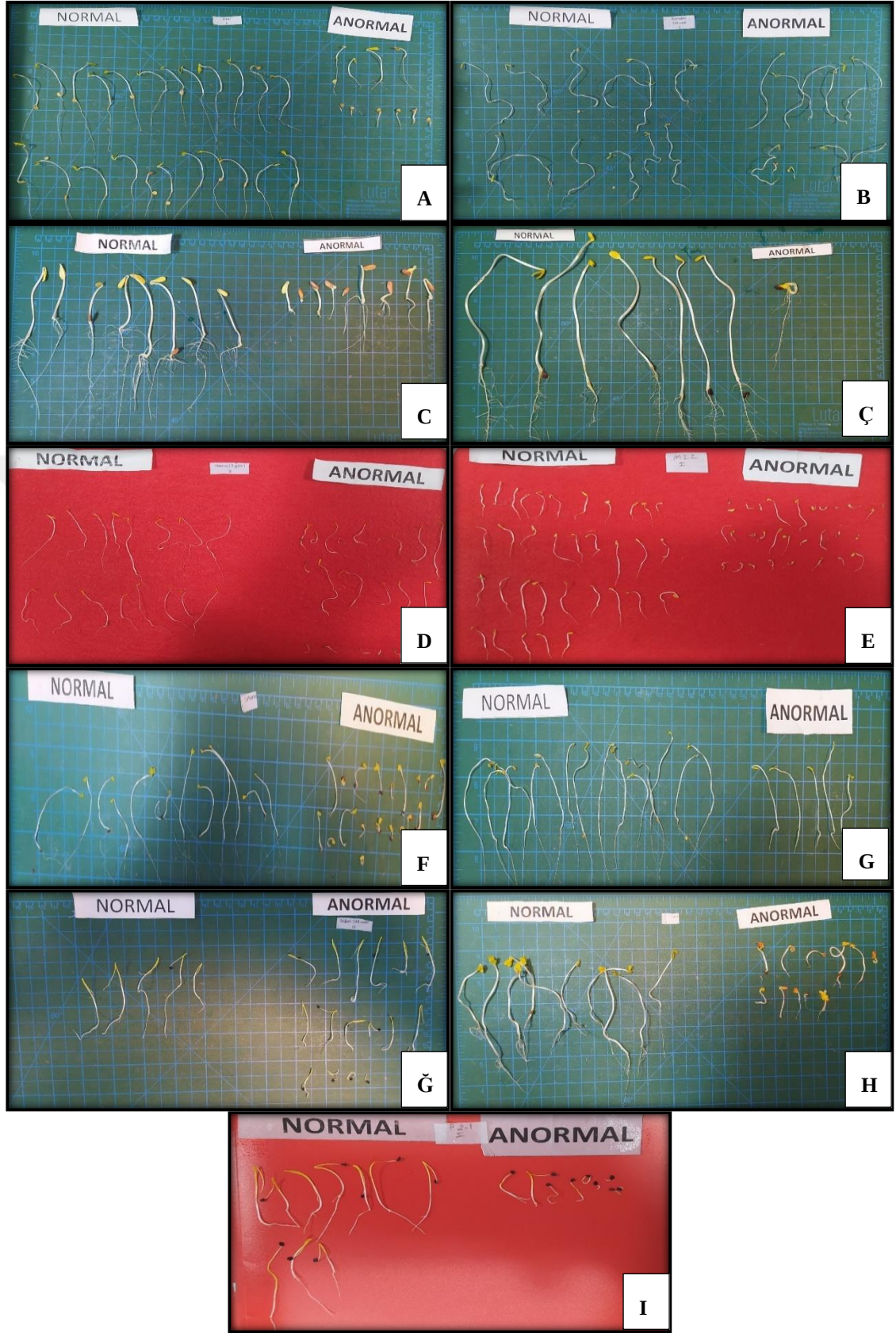
Şekil 3.4 Yapay yaşlandırma ile farklı canlılık seviyelerinde tohum partilerinin oluşturulma aşamaları

3.2.1.2 Yaşlandırma sonrası elde edilen tohum partilerinin çimlendirme testine tabi tutulması ve normal çimlenme oranlarının (NÇO) belirlenmesi

Yaşlandırma sonrası elde edilen tohum partilerinin canlılık seviyelerinin belirlenmesi amacıyla kâğıt arası metodu kullanılmış olup, her bir tohum partisi 3x50 tekerrür/tohum üzerinden canlılık testine tabi tutulmuştur. Bu metoda göre kâğıtlar ekim öncesi saf su içinde %0.2'lik Pomarsol (fungisit) ile muamele edilmiştir. Alt kısma iki adet kurutma kâğıdı konulmuş, üzerine tohumlar dizilmiş ve üzerleri tekrar bir kat kâğıtla kapatılarak kâğıt arasında çimlendirme metodu uygulanmıştır. Tohumlar dizilip rulo haline sarılarak her bir tohum partisi için 3 tekerrür olacak şekilde nem kaybını önlemek amacıyla kilitli poşetlere yerleştirilmiştir. Tohum partileri marulda 20°C'de 7 gün, lahana ve turpta 20°C'de 10 gün, soğanda 20°C'de 12 gün, havuç ve pırasada 20°C'de 14 gün çimlendirilmiştir. Ayrıca kavunda 25°C'de 8 gün ve biber, domates, patlıcan, karpuzda 25°C'de 14 gün olmak üzere ISTA kurallarına göre çimlendirme testine tabi tutulmuştur (ISTA 2022). Çimlendirme testleri karanlık ortamda yürütülmüş ve test sonunda toplam çimlenme oranının (TÇO, 2 mm kökçük çıkışı) yanında normal çimlenme (NÇO, normal

gelişen fide sayısı, kök ve sürgün aksamında eksik olmayan) değerleri % olarak belirlenmiştir. Normal çimlenme oranının değerlendirilmesi ISTA (2020) kuralları esas alınarak yapılmıştır. Türlerle bağlı olarak tezde değerlendirmeye alınan normal ve anormal fidelere ait görseller şekil 3.5’te sunulmuştur.





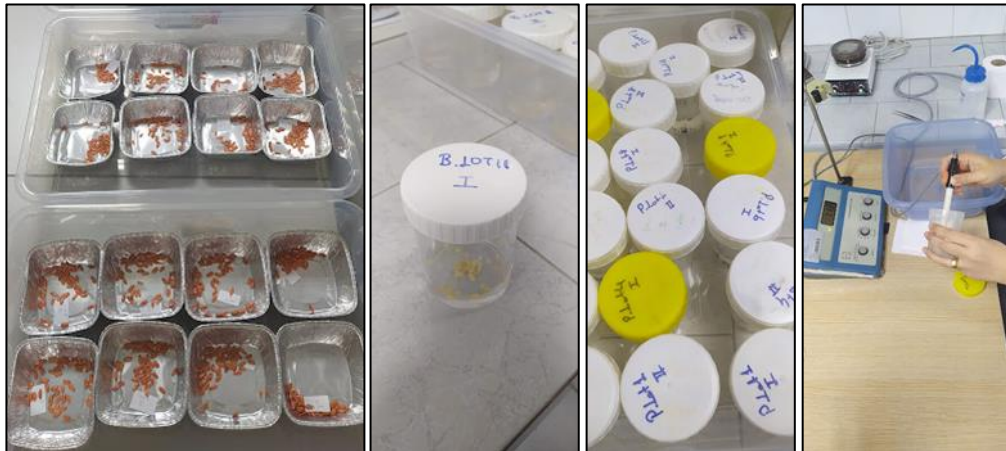
Şekil 3.5 Türlerle göre normal ve anormal fide örnekleri (A biber, B domates, C Kavun, Ç karpuz, D havuç, E marul, F lahana, G patlıcan, Ğ soğan, H turp, I pırasa)

3.2.1.3 Yaşlandırma sonrası elde edilen tohum partilerinin elektriksel iletkenlik (Eİ) testine tabi tutulması ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)

Yaşlandırma sonucunda elde edilen farklı normal çimlenme yüzdesi değerlerine sahip tohum partileri içerisinde 150 adet tohum, 3x50 (tekerrür/adet) olacak şekilde Eİ testi için kullanılmıştır. Testte taban çapı 5 cm, yüksekliği 8 cm olan plastik kapaklı kavanozlar kullanılmıştır. Ölçüm sırasında ışığın etkisini ortadan kaldırmak için kaplar siyah poşet ile kapatılmıştır. Her tekerrürdeki 50 adet tohumun ağırlıkları (0.0001 gram düzeyinde) alınmış ve daha sonra plastik kapaklı kavanozlardaki 40 mL saf su içine konulmuştur. Marul ve havuç tohumları için saf su miktarı 20 ml'dir. Daha sonra kavanozlar 20°C'lik etüve yerleştirilmiş ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatin sonunda sıvının elektriksel iletkenliği ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ölçülmüştür (ISTA 2022). Belirtilen süreler sonunda iklim dolabından çıkarılan tohumlarda, sızıntı miktarını belirleyebilmek için Schott CG 855 marka cihazla elektriksel iletkenlik ölçümleri yapılmıştır.

Yapılan okumalar sonucunda elektriksel iletkenlik değerleri aşağıdaki formülde yerine konularak tohum partilerinin elektriksel iletkenlik değerleri $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir (Şekil 3.6). Saf suyun Eİ ölçümü $1.2 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak ölçülmüş ve hesaplamalarda saf suyun verdiği bu değer kullanılmıştır.

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



Şekil 3.6 Elektriksel iletkenlik (Eİ) ölçüm aşamaları

Birinci aşama için normal çimlenme yüzdesi (normalite) değerleri ile iletkenlik değerleri arasında korelasyon (r) analizi her bir Eİ ölçüm saati için yapılmış ve analiz sonuçlarına göre Eİ ve normal çimlenme oranı (normalite) arasındaki regresyon ilişkisi istatistiksel olarak 0.001, 0.01, 0.05 düzeyinde anlamlılık açısından değerlendirilmiştir.

3.2.2 İkinci aşama: Eİ ile NÇO arasında başarılı bir ilişki saptanan türlerde aynı çeşide ait farklı tohum partilerinde ilişkinin belirlenmesi ve buna ilişkin regresyon formülünün saptanması ($y=a - bx$)

Araştırmanın 2.aşamasında, 1. aşamada yapay yaşlandırma sonucunda 11 tür içerisinde Eİ ve normal çimlenme arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu türlerde aynı çeşide ait tohum partilerinde Eİ ile NÇO arasındaki negatif doğrusal ilişkinin var olup olmadığına bakılmıştır. Bu kapsamda her bir tür için aynı çeşitte farklı firma ve yıllara ait en az 10 tohum partisi temin edilmiştir. Elde edilen tohum partilerinde 1.aşamada (3.2.1.3) belirtilen koşullarda Eİ testi yapılmış olup, yine 1.aşamada (3.2.1.2) belirtilen koşullarda çimlendirme testi uygulanmıştır. Elde edilen çimlendirme değerleri ile iletkenlik değerleri arasında korelasyon (r) analizi her bir Eİ ölçüm zamanı için yapılmış ve analiz sonuçlarına göre Eİ ve canlılık oranı (normalite) arasındaki regresyon ilişkisi istatistiksel olarak 0.001, 0.01, 0.05 düzeyinde anlamlılık açısından değerlendirilmiştir. Ayrıca sertifikalı tohumlarda satış için alt sınır olan %75 çimlenme değerine denk gelen eşik iletkenlik değerini belirlemek amacıyla, regresyon eğrileri elde edildikten sonra her bir tür için $y=a - bx$ formülü belirlenmiştir.

3.2.3 Üçüncü aşama: Eİ ile NÇO arasında başarılı bir ilişki saptanan türlerde geliştirilen regresyon formülünün aynı tür içinde farklı çeşitlere ait tohum partilerinde başarısının denenmesi

Araştırmanın 3. safhasında, 1. ve 2. aşama sonucunda 11 tür içerisinde elektriksel iletkenlik ve canlılık oranı (normalite) arasındaki ilişkinin anlamlı bulunduğu türlerde, her türde farklı çeşitlere ait en az 10 tohum partisi temin edilmiştir. Elde edilen tohum partilerinde 1. aşamada gerçekleştirilen koşullarda Eİ testi uygulanmış olup, 2. aşamada elde edilen $y=a - bx$ olarak saptanmış formülde x'in yerine bu değer yazılıp tahmin (prediction) değeri (y) elde edilmiştir. Yine 1. aşamada sunulan koşullarda

gerçekleştirilen normal çimlendirme testi sonucunda (normalite), Eİ-NÇO anlamlı bulunan her türde tahmin (predicted) değerlerle gerçek değerler (actual) arasında regresyon analizi yapıp 2. aşamada geliştirilen formülün normal çimlenmeyi tahmin etmekte kullanılıp kullanılamayacağı test edilmiştir. Tahmin ve gerçek değerler arasındaki regresyon ilişkisi istatistiksel olarak anlamlı seviyede ise çalışmanın hipotezi doğrulanmış kabul edilmiştir. Regresyon analizleri SPSS programı kullanılarak yapılmıştır.

3.2.4 Dördüncü aşama: Eİ ile NÇO arasında başarılı bir ilişki saptanan türlerde geliştirilen regresyon formülünün hibrit tohum partisinde başarısının denenmesi

Araştırmanın bu safhasında, 1. ve 2. aşama sonucunda 11 tür içerisinde Eİ ve normal çimlenme oranı arasındaki ilişkinin anlamlı bulunduğu türlerde, her bir tür için ticari olarak üretimi yapılan ve temin edilebilen en az bir adet hibrit çeşidin test edilmesi planlanmıştır. Ancak sadece lahana da iki adet hibrit çeşit sağlanmış olup; diğer türlerde (turp, pırasa, marul) sağlanamamıştır. Bu kapsamda hibrit lahana tohumlarına 1. aşamada gerçekleştirilen koşullarda Eİ testi uygulanmış ve türe ait $y = a - bx$ formülünde x 'in yerine bu değer yazılıp tahmin (prediction) değeri (y) elde edilmiştir. Formül ile tahmin edilen değerle gerçek (laboratuvar çimlendirme testi) değer arasındaki istatistiksel ilişki anlamlı ise Eİ ile yapılan tahminin hibrit tohumlarda da geçerli olacağı öngörülmüştür.

3.2.5 İstatistiksel analiz

Araştırmada kullanılan bütün denemeler tesadüf parseller deneme deseni yapısına uygun şekilde kurulmuş ve yürütülmüştür. Korelasyon katsayıları Microsoft Excel, regresyon analiz testleri ise 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 Birinci Aşama: Farklı Elektriksel İletkenlik Ölçüm Saatlerinde Elektriksel İletkenlik İle Normal Çimlenme Oranı Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi

4.1.1 Lahana

Yapay yaşlandırma sonucu elde edilen 13 adet lahana tohum partisine ait toplam çimlenme oranı (TÇO, %) ve toplam çimlenme oranından anormal fidelerin oranı çıkarılarak elde edilen normal çimlenme oranı (NÇO, %) 10.gün sonunda belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada en uygun elektriksel iletkenlik ölçüm saatini belirlemek amacıyla 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 13 adet lahana tohum partisinin toplam çimlenme oranı (TÇO, %), normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri

Parti no	Eİ Ölçüm Saatleri						
	TÇO	NÇO	2	4	6	8	24
L1	93	89	159	203	241	267	369
L2	91	87	109	153	188	216	313
L3	88	85	214	247	273	295	367
L4	87	84	83	109	140	158	228
L5	89	83	102	147	178	205	341
L6	85	81	108	151	187	213	327
L7	81	75	106	146	181	208	309
L8	84	72	112	159	199	233	375
L9	82	71	115	162	205	236	375
L10	71	57	106	147	195	228	372
L11	58	29	328	393	435	481	638
L12	14	4	256	344	422	503	839
L13	3	0	336	444	545	632	939

Elde edilen bulgulara göre; yaşlandırma sonucu temin edilen lahana tohum partilerinde normal çimlenme oranları %0 ile %89 arasında değişirken, toplam çimlenme oranlarının %3 ile %93 arasında değiştiği tespit edilmiştir. TÇO ve NÇO değerlerinin en düşük L13 numaralı tohum partisinde, en yüksek ise L1 numaralı tohum partisinde olduğu tespit edilmiştir. Diğer tohum partilerinin TÇO ve NÇO değerleri ise bu iki tohum partisine ait değerlerin arasında yer almaktadır.

Elektriksel iletkenlik testi 2, 4, 6, 8 ve 24. saat olmak üzere beş farklı sürede gerçekleştirilmiştir. 2. saat ölçüm değerleri 83 ile 336 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değişirken, 4. saat ölçüm değerleri 109 ile 444, 6. saat ölçüm değerleri 140 ile 545, 8. saat ölçüm değerleri 158 ile 632 ve 24. saat ölçüm değerlerinin ise 228 ile 939 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Beş farklı sürede elde edilen elektriksel iletkenlik (Eİ) ölçüm değerlerine göre, en düşük Eİ değeri tüm zaman dilimlerinde L4 tohum partisine aittir. Diğer yandan, en yüksek Eİ değeri ise L13 tohum partisinde gözlemlenmiştir. Bu durum, tohum partileri arasında elektriksel iletkenlik açısından belirgin farklılıklar olduğunu göstermektedir. Bütün tohum partilerinde ölçüm zamanı uzadıkça Eİ değerinin de arttığı saptanmıştır. Bu artış tohum partilerine göre farklılaşmakla beraber en yüksek değerine son ölçüm saati olan 24. saatte ulaşmıştır. Yaşlandırma sonucu elde edilen on üç adet lahana tohum partisinde beş farklı ölçüm saatinde elde edilen Eİ verileri ile normal canlılık oranları arasında gerçekleştirilen korelasyon analizine göre elde edilen değerler çizelge 4.2’de verilmiştir.

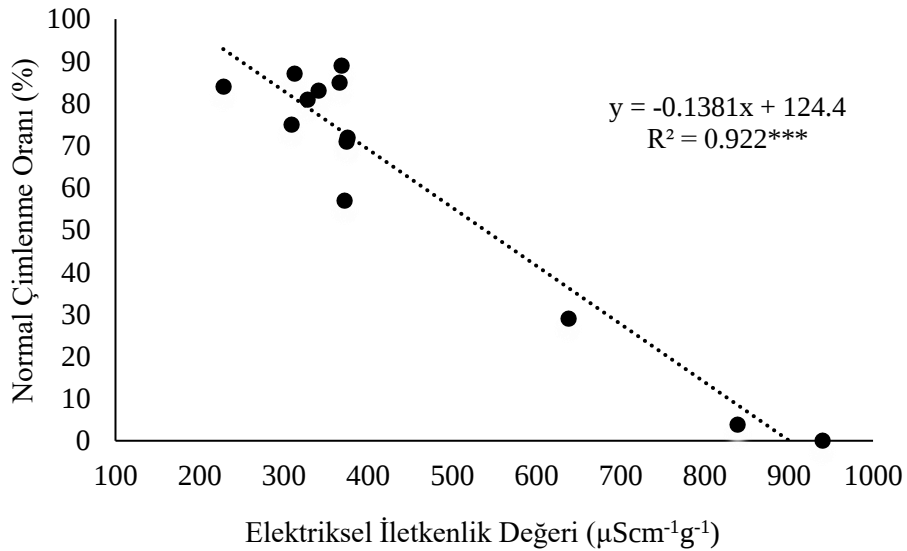
Çizelge 4.2 Lahana tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri ile normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

Eİ ölçüm saatleri	Korelasyon değerleri (r)
2	-0.812***
4	-0.863***
6	-0.900***
8	-0.921***
24	-0.960***

*** : P<0.001

Korelasyon analizi sonucu elde edilen verilere göre, lahana tohum partilerinde tüm ölçüm saatlerinde Eİ ile NÇO arasında yüksek düzeyde anlamlı negatif ($p<0.001$) bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Elde edilen en küçük korelasyon değeri ($r=-0.812$, $p<0.001$) 2. saat Eİ ölçüm değerinden elde edilmiştir. En yüksek korelasyon değeri ($r=-0.960$, $p<0.001$) ise 24. saat ölçümünden elde edilmiştir. Tüm ölçüm saatlerinde $p<0.001$ düzeyinde anlamlı ilişki bulunmuş olsa da, bundan sonraki aşamalarda lahanada normal eşik iletkenlik değerini en doğru şekilde tahmin etmek için en yüksek korelasyon değerine sahip olan 24. saate ölçüm değerlerinin kullanımının uygun olacağına karar verilmiştir.

Yapay yaşlandırma sonucu elde edilen lahana tohum partilerinin 24. saat Eİ ölçüm değerleri ile NÇO değerleri arasındaki regresyon eğrisi ve ilişkisi şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1 Lahana tohum partilerinin 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$)

Elde edilen regresyon eğrisine göre; lahana tohum partilerinde 24.saat Eİ ölçüm değerleri ile 10.gün elde edilen NÇO arasında negatif doğrusal saptanmış olup, yüksek düzeyde ilişki bulunmuş ve bu ilişkiye ait $R^2=0.922$ ($p<0.001$) olarak elde edilmiştir.

4.1.2 Turp

3.2.1.1’de belirtilen yöntem ile gerçekleştirilen yapay yaşlandırma sonucunda farklı normal çimlenme oranlarına sahip on bir adet turp tohum partisi elde edilmiştir. Elde edilen turp tohum partilerine ait toplam çimlenme oranı (TÇO, %), normal çimlenme oranı ve en uygun elektriksel iletkenlik ölçüm saatini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri çizelge 4.3’te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 11 adet turp tohum partisinin toplam çimlenme oranı (TÇO, %), normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri

Parti no	Eİ Ölçüm Saatleri						
	TÇO	NÇO	2	4	6	8	24
T1	99	95	104	136	158	171	226
T2	99	95	123	160	184	200	263
T3	99	93	124	153	180	194	251
T4	95	91	101	129	148	162	220
T5	95	90	125	153	181	194	265
T6	99	89	138	170	191	210	268
T7	98	87	134	176	198	218	287
T8	97	85	125	163	189	210	277
T9	95	81	121	161	185	200	281
T10	91	79	171	218	253	271	346
T11	95	73	156	199	229	251	358

Çizelge 4.3 incelendiğinde yaşlandırma sonucu elde edilen 11 turp (findık) tohum partisinde 10. gün sonunda belirlenen toplam çimlenme oranının %91 ile %99 arasında değiştiği, en düşük TÇO değerinin T10 numaralı tohum partisinde yer aldığı görülmektedir. En yüksek toplam çimlenme oranına ise T1, T2, T3 ve T6 tohum partileri sahiptir. Toplam çimlenme oranından anormal fide sayısı çıkarılarak elde edilen normal çimlenme oranı en düşük T11 tohum partisinde %73 olarak, en yüksek normal çimlenme oranı ise T1 ve T2 tohum partilerinde %95 olarak belirlenmiştir.

Farklı ölçüm saatlerinde gerçekleştirilen Eİ değerleri incelendiğinde; tüm zaman dilimlerinde en düşük Eİ değerleri; %95 TÇO ve %91 NÇO değerine sahip T4 numaralı tohum partisinde ölçülmüş olup, 101 ile 220 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değişmektedir. 2, 4, 6 ve 8. saatlerde en yüksek Eİ değerleri %91 TÇO ve %79 NÇO sahip T10 tohum partisinden elde edilirken, 24. saatte en yüksek Eİ değeri T11 numaralı tohum partisinden 358 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak elde edilmiştir. Belirlenen ölçüm saatlerine göre turp tohumlarında zamana bağlı olarak akıntı miktarının arttığı ve en fazla akıntının 24. ölçüm saatinde gerçekleştiği görülmektedir.

Farklı çimlenme oranlarına sahip yaşılandırma sonucu elde edilen on bir adet turp tohum partisinde, beş farklı ölçüm saatinde elde edilen Eİ verileri ile normal canlılık oranları arasında korelasyon ve regresyon analizi gerçekleştirilmiş, analiz sonucuna göre elde edilen korelasyon değerleri çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Turp tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen Eİ ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri ile normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

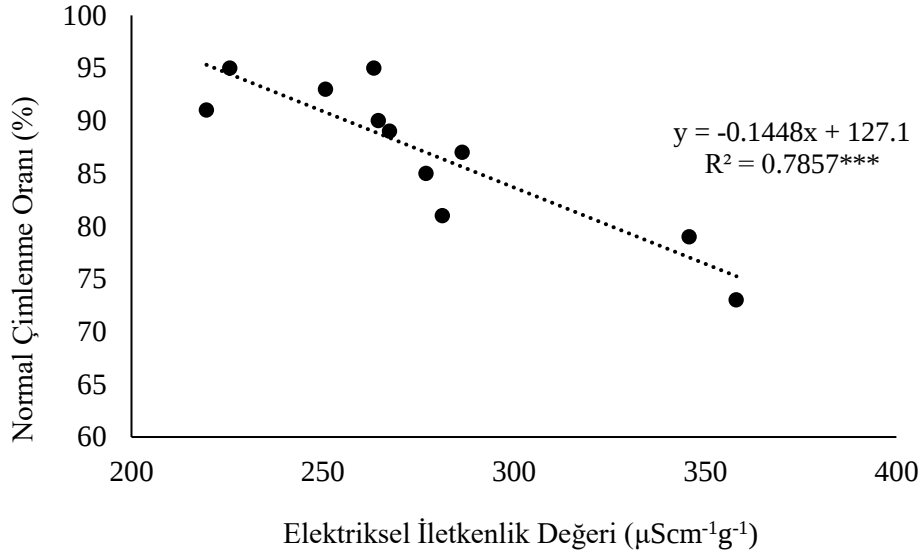
Eİ ölçüm saatleri	Korelasyon değerleri (r)
2	-0.726*
4	-0.767**
6	-0.766**
8	-0.779**
24	-0.886***

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

Turp tohumlarında farklı Eİ ölçüm saatleri ile NÇO arasındaki korelasyon analizine göre en düşük değer 2. Eİ ölçüm saatinden ($r=-0,726$, $p<0.05$) elde edilmiştir. Ölçüm saatlerinin artışına paralel olarak korelasyon katsayısının da artış gösterdiği tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak; 4, 6 ve 8. ölçüm saatlerinde turp tohumlarında $p<0.01$ düzeyinde anlamlı ilişki belirlenirken, en yüksek korelasyon katsayısının ve en anlamlı ilişkinin 24. Eİ ölçüm saatine ait olduğu ($r=-0,886$, $p<0.001$) saptanmıştır. Elde edilen

katsayı ve anlamlılık düzeyine göre, turp tohumlarında bundan sonraki aşamalarda 24. Eİ ölçüm saatinin kullanımının uygun olacağına karar verilmiştir.

Yapay yaşlandırma sonucu elde edilen 11 turp (fındık) tohum partisinde 24. saat Eİ değerleri ile NÇO arasındaki regresyon eğrisi ve ilişkisi şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2 Turp tohum partilerinin 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$)

Regresyon eğrisi incelendiğinde turp tohum partisinde Eİ ile NÇO arasında negatif doğrusal bir ilişkinin olduğu ve bu ilişkinin de yüksek düzeyde ($R^2=0.7857$, $p < 0.001$) önemli olduğu görülmektedir. Çalışmanın ikinci aşamasında çeşit içi ve üçüncü aşamasında çeşitler arası iletkenlik değerinin tahmininde 24. saat Eİ ölçümü kullanılacaktır.

4.1.3 Marul

Marulda farklı elektriksel iletkenlik ölçüm saatlerinde elektriksel iletkenlik testi ile normal çimlenme oranı arasındaki negatif doğrusal ilişkinin saptanması amacıyla, ticari olarak yaygın kullanıma sahip olan kıvrıcık tipi marul çeşidi kullanılmıştır. Bu kapsamda varyasyonu artırmak amacıyla ticari olarak temin edilen tohum partisine 3.2.1.1’de

belirtildiği şekilde yapay yaşlandırma uygulanmış ve farklı NÇO değerlerine sahip 13 adet tohum partisi elde edilmiştir. 13 adet marul tohum partisinde standart çimlendirme testi sonucu elde edilen toplam ve normal çimlenme değerleri 7.gün sonunda değerlendirilmiştir. Bu kapsamda elde edilen TÇO (%), NÇO (%) ile farklı ölçüm saatlerinde (2, 4, 6, 8 ve 24.saatler) elde edilen Eİ ölçüm değerleri çizelge 4.5'te görülmektedir.

Çizelge 4.5 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 13 adet marul tohum partisinin toplam çimlenme oranı (TÇO, %), normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri

Parti no	Eİ Ölçüm Saatleri						
	TÇO	NÇO	2	4	6	8	24
M1	98	88	306	361	377	370	453
M2	97	87	342	383	405	427	474
M3	95	86	346	394	414	432	477
M4	93	85	350	397	431	445	500
M5	95	84	360	396	422	438	469
M6	95	81	377	415	451	462	494
M7	96	79	402	451	479	498	559
M8	91	78	388	435	462	471	506
M9	93	76	351	399	414	431	462
M10	90	71	485	363	567	587	522
M11	86	78	528	591	612	633	621
M12	81	50	512	562	582	593	672
M13	34	25	589	624	646	663	728

Yapay yaşlandırmaya tabi tutulan marul tohumlarına ait toplam canlılık oranı incelendiğinde; en düşük TÇO %34 ile M13 tohum partisinden, en yüksek TÇO değeri ise %98 ile M1 tohum partisinden elde edilmiştir. NÇO değerleri incelendiğinde, değerlerin %25 ile %88 arasında değiştiği ve en düşük NÇO değerinin M13 en yüksek NÇO değerinin ise M1 tohum partisinden elde edildiği çizelge 4.5'te görülmektedir.

Farklı canlılık oranlarına sahip marul tohumlarında en uygun elektriksel iletkenlik ölçüm saatini bulmak amacıyla gerçekleştirdiğimiz Eİ testi sonucunda; akıntının ilerleyen zaman dilimlerinde artarak devam ettiği tespit edilmiştir. Buna göre; 2.saat ölçüm değerleri 306-589 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$, 4.saat ölçüm değerleri 361-624 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$, 6.saat ölçüm değerleri 377-646 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$, 8.saat ölçüm değerleri 370-663 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ve 24.saat ölçüm değerleri ise 453-728 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değişmiştir. Elde edilen tüm Eİ ölçüm saatlerinde, en düşük Eİ değeri en yüksek TÇO ve NÇO değerine sahip M1 tohum partisinden elde edilmiştir. En yüksek Eİ değeri ise en düşük TÇO ve NÇO değerine sahip M13 tohum partisinde bulunmuştur.

Çizelge 4.5'te yapay yaşlandırma sonucunda elde edilen farklı normal çimlenme oranlarına sahip 13 adet marul tohumundan elde ettiğimiz NÇO değerleri ile farklı ölçüm saatlerinden elde edilen Eİ ölçüm değerlerine ait korelasyon analizi sonuçları çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Marul tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri ile normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

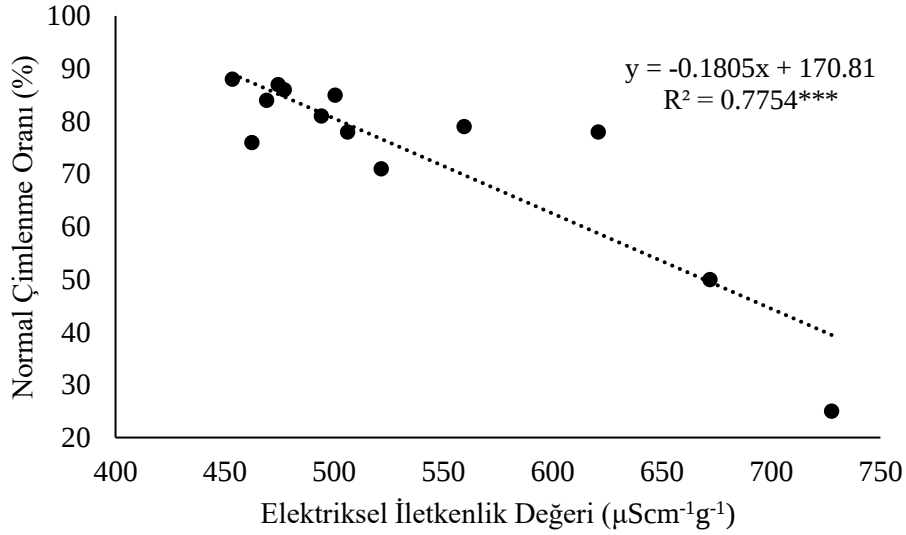
Eİ ölçüm saatleri	Korelasyon değerleri (r)
2	-0.836***
4	-0.769**
6	-0.792**
8	-0.777**
24	-0.881***

** : $P < 0.01$, *** : $P < 0.001$

Yapay yaşlandırma sonucunda oluşturulan 13 marul tohum partisine ait NÇO ile farklı ölçüm zamanlarına ait Eİ ölçüm değerlerine ilişkin korelasyon katsayılarını içeren çizelge

4.6 incelendiğinde; en düşük korelasyon değeri 4.saatte ($r=-0.769$, $p<0.01$) görülmektedir. 6. ve 8. ölçüm saatlerinde ise 4. saat ile aynı düzeyde yani $p<0.01$ düzeyinde anlamlı ilişki tespit edilmiştir. 2. Eİ ölçüm saati ($r=-0.836$, $p<0.001$) ile 24.saat ölçüm saatinde ($r=-0.881$, $p<0.001$) yüksek düzeyde anlamlılık görülmektedir.

Elde edilen katsayılar incelendiğinde; en yüksek korelasyon değerine ve anlamlılık düzeyine sahip olan 24.saat Eİ ölçüm zamanının marul tohumlarında diğer aşamalarda kullanılmasına karar verilmiştir. Bu kapsamda yaşlandırma sonucu elde edilen 13 adet marul tohum partisinde 24. saat Eİ değerleri ile NÇO arasındaki regresyon eğrisi ve ilişkisi şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3 Marul tohum partilerinin 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$)

Marul tohum partilerinde en uygun Eİ ölçüm saati olarak belirlenen 24. saate ait regresyon eğrisine göre; normal çimlenme oranı değerleri ile elektriksel iletkenlik değerleri arasında negatif doğrusal bir ilişkinin olduğu ve bu ilişkinin de yüksek düzeyde ($R^2=0.7754$, $p<0.001$) önemli olduğu tespit edilmiştir.

4.1.4 Pırasa

45°C’de %72 oransal nem veren doygun NaCl solüsyonu içerisinde yapay yaşlandırmaya tabi tutulan pırasa (inegöl) tohumlarında, farklı canlılık oranlarına sahip 11 adet tohum partisi elde edilmiştir. Elde edilen tohum partilerine ait 14.gün sonunda elde edilen toplam çimlenme oranı, normal çimlenme oranı ve en uygun elektriksel iletkenlik ölçüm saatini belirlemek amacıyla 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde gerçekleştirilen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ölçüm değerleri çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 11 adet pırasa tohum partisinin toplam çimlenme oranı (TÇO, %), normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri

Parti no	Eİ Ölçüm Saatleri						
	TÇO	NÇO	2	4	6	8	24
P1	94	85	126	143	163	180	259
P2	94	83	140	159	178	197	287
P3	95	79	139	159	181	197	293
P4	87	78	135	149	179	197	284
P5	86	77	138	162	185	202	296
P6	91	72	151	172	193	213	314
P7	89	65	152	175	195	215	318
P8	82	59	139	160	184	206	318
P9	82	53	142	160	184	207	323
P10	77	39	129	142	180	201	334
P11	75	27	140	157	182	201	360

Yapay yaşlandırma sonucunda elde edilen 11 adet pırasa tohum partisinde toplam ve normal çimlenme oranları incelendiğinde, P11 tohum partisinin %75 ile en düşük TÇO ve %27 ile en düşük NÇO değerine sahip olduğu görülmektedir. P3 tohum partisi %95 ile en yüksek TÇO değerine sahip olurken, en yüksek NÇO değeri %85 ile P1 tohum partisinden elde edilmiştir.

Pırasa tohumlarında gerçekleştirilen elektriksel iletkenlik testi sonucunda, akıntı miktarının ölçüm zamanı ile doğru orantılı olarak arttığı gözlemlenmiştir. En yüksek akıntı miktarı 24. saat Eİ ölçüm değerlerinden elde edilmiştir. Eİ ölçüm değerleri incelendiğinde, 2. saat ölçüm değerleri $126-152 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değiştiği ve en düşük Eİ değerinin en yüksek NÇO değerine sahip P1 tohum partisinde olduğu görülmektedir. 4. saat en düşük ölçüm değeri P10 tohum partisinde $142 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ elde edilmiş ve onu $143 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ile P1 tohum partisi izlemiştir. En yüksek Eİ değeri ise P7 tohum partisinden elde edilmiştir. P7 tohum partisi 4, 6 ve 8. ölçüm saatlerinde de 175, 195 ve $215 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ölçüm değerleri ile en yüksek Eİ ölçüm değerine sahip olmuştur. En fazla akıntının görüldüğü 24. saat ölçüm değerleri $259-360 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değişmiş olup, en düşük Eİ değeri en yüksek NÇO (%85) değerine sahip P1 tohum partisinde, en yüksek Eİ değeri ise en düşük NÇO (%27) değerine sahip olan P11 tohum partisinden elde edilmiştir.

Pırasa tohumlarında en uygun elektriksel iletkenlik ölçüm saatini belirlemek amacıyla 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen Eİ değerleri ile NÇO değerleri arasında gerçekleştirilen korelasyon analizine göre elde edilen değerler çizelge 4.8’de verilmiştir.

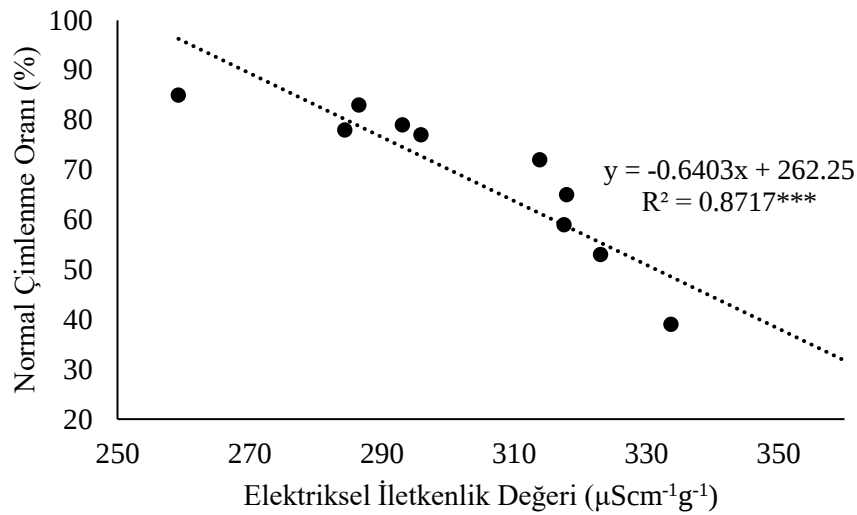
Çizelge 4.8 Pırasa tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri ile normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

Eİ ölçüm saatleri	Korelasyon değerleri (r)
2	-0.033
4	0.094
6	-0.242
8	-0.356
24	-0.934***

*** : $P < 0.001$

Yapay yaşlandırma sonucu elde edilen farklı NÇO değerlerine sahip 11 pırasa tohum partisinde farklı Eİ ölçüm zamanları sonucu elde edilen değerlere ait korelasyon analizi sonucu saptanan korelasyon katsayıları incelendiğinde; 2, 4, 6 ve 8. ölçüm saatlerinde Eİ değerleri ile NÇO değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Ancak 24.saat Eİ ölçüm değerleri ile NÇO değerleri arasında en yüksek korelasyon değeri $r=-0.934$ olarak elde edilmiştir. Elde edilen bu değere göre pırasa tohumlarında 24. saat Eİ ölçüm değerleri ile NÇO arasında $p<0.001$ düzeyinde anlamlı negatif bir ilişkinin olduğu saptanmıştır.

Pırasa tohumlarında korelasyon analizi sonucunda yüksek düzeyde anlamlılık gösteren 24. Eİ ölçüm saati ile NÇO arasındaki regresyon analizine ilişkin regresyon eğrisi şekil 4.4'te verilmektedir.



Şekil 4.4 Pırasa tohum partilerinin 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$)

On bir farklı NÇO oranına sahip pırasa tohum partilerinde 24. Eİ ölçüm saati ile 14.gün sonunda elde edilen NÇO değerleri arasında şekil 4.4'te verilen regresyon eğrisine göre; pırasa tohumlarında Eİ ile NÇO arasında negatif doğrusal bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Elde edilen ilişkinin yüksek düzeyde ($R^2=0.8717$, $p<0.001$) önemli olduğu görülmekte olup, çalışmanın diğer aşamalarında pırasa eşik iletkenlik değerinin tahmininde 24. Eİ ölçüm saati kullanılacaktır.

4.1.5 Havuç

Havuç tohumlarında elektriksel iletkenlik değeri ile normal çimlenme oranı arasında ilişkinin tespiti amacıyla piyasadan temin edilen havuç tohumlarına 3.2.1.1’de belirtilen yöntem ile yapay yaşlandırma uygulanmıştır. Gerçekleştirilen yapay yaşlandırma sonucunda farklı normal çimlenme oranlarına sahip 10 adet havuç tohum partisi elde edilmiştir. Elde edilen tohum partilerine ait 14. Gün sonunda elde edilen toplam çimlenme oranı ile normal çimlenme oranı değerleri ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatte gerçekleştirilen elektriksel iletkenlik ölçüm değerleri izelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 10 adet havuç tohum partisinin toplam çimlenme oranı (TO, %), normal çimlenme oranı (NO, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (EI, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri

Parti no	EI lm Saatleri						
	TO	NO	2	4	6	8	24
H1	96	95	1711	1864	1922	1950	2018
H2	97	93	1792	1895	1959	2009	2030
H3	93	90	1782	1940	1974	2048	2076
H4	95	87	1717	1821	1856	1881	1954
H5	92	85	1719	1893	1943	1969	2047
H6	89	76	1964	2106	2180	2197	2299
H7	88	75	1971	2105	2167	2187	2255
H8	91	74	1770	1898	1962	1989	2076
H9	89	73	1789	1931	1977	2014	2090
H10	76	60	2184	2314	2376	2425	2463

Gerçekleştirilen standart çimlendirme testi ve elektriksel iletkenlik testi sonuçlarına göre; havuç tohumlarında en düşük TO ve NO değerleri %76 ve %60 ile H10 tohum partisinden elde edilmiştir. En yüksek TO değeri %97 ile H2 tohum partisinden elde edilirken, en yüksek NO değeri %95 ile H1 tohum partisinde elde edilmiştir.

Beş farklı sürede gerçekleştirilen Eİ testinde 2.ölçüm saati dikkate alındığında; NÇO değerleri ile bağlantılı olarak en düşük Eİ ölçüm değeri en yüksek NÇO (%95) değerine sahip olan H1 tohum partisinden $1711 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak elde edilmiştir. En yüksek Eİ ölçüm değeri ise en düşük NÇO değerine sahip H10 (%60) tohum partisinden $2184 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ elde edilmiştir. 4, 6, 8 ve 24.saat Eİ ölçüm değerleri incelendiğinde; mevcut ölçüm saatlerinde en düşük Eİ değerleri %87 NÇO değerine sahip H4 tohum partisinde saptanmıştır. Yine bu zaman dilimlerinde gerçekleştirilen Eİ testi sonucunda en yüksek ölçüm değerleri 2. Eİ ölçüm saatinde de olduğu gibi en yüksek NÇO (%95) değerine sahip olan H10 tohum partisinden elde edilmiştir. Ayrıca havuç tohum partilerinde ölçüm zamanının artışına bağlı olarak Eİ değerlerinin de arttığı saptanmış olup, en yüksek Eİ ölçüm değerleri tüm tohum partilerinde 24. saat sonunda elde edilmiştir.

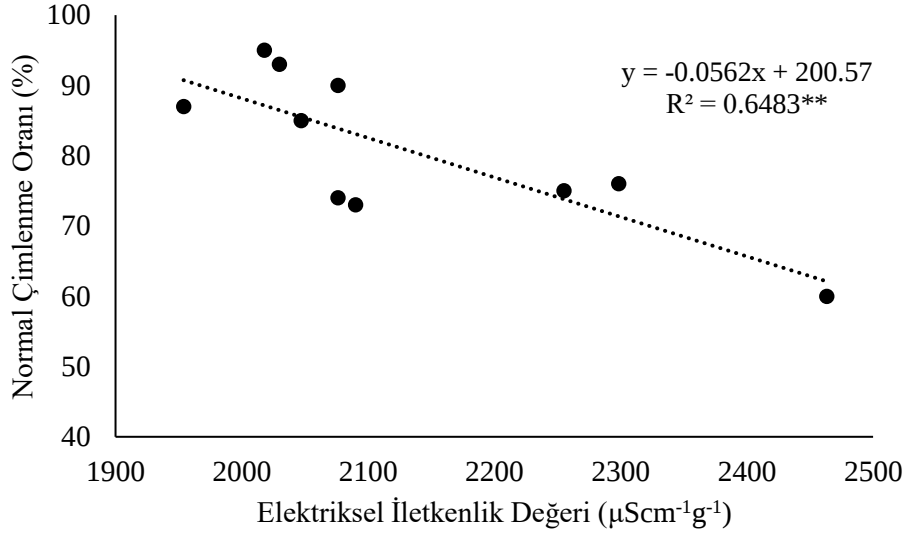
Çizelge 4.10 Havuç tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri ile normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

Eİ ölçüm saatleri	Korelasyon değerleri (r)
2	-0.784**
4	-0.782**
6	-0.777**
8	-0.754*
24	-0.805**

*: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$

Çizelge 4.10'da havuç tohum partilerinde NÇO değerleri ile beş farklı zamana ait Eİ ölçüm değerleri arasındaki korelasyon analizine göre elde edilen değerler gösterilmektedir. Korelasyon analizi sonucunda; havuç tohumlarında tüm ölçüm zamanlarında NÇO ile Eİ arasında anlamlı negatif bir ilişkinin var olduğu saptanmıştır. Bu kapsamda en düşük korelasyon değeri ($r = -0.754$, $p < 0.05$) 8.saat Eİ ölçüm değerinden elde edilmiştir. En yüksek korelasyon değeri ($r = -0.805$, $p < 0.01$) ise 24. saat ölçümünden elde edilmiştir. 2, 4 ve 6.ölçüm saatlerinde de $p < 0.01$ düzeyinde anlamlı ilişki bulunmuş olsa da, bundan sonraki aşamalarda havuçta normal eşik iletkenlik değerini en doğru şekilde tahmin etmek için en yüksek korelasyon değerine sahip olan 24. saate ölçüm değerleri kullanılacaktır.

Havuç tohumlarında çalışmanın diğerk aşamalarında kullanılmak üzere karar verilen en yüksek korelasyon değeriine sahip olan 24. saat Eİ lm değeri ile NO arasındaki regresyon analizine ilişkin regresyon eğrisi ve ilişkisi şekil 4.5'te verilmiştir.



şekil 4.5 Havuç tohum partilerinin 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, μScm⁻¹g⁻¹) lm değeri ile normal çimlenme oranları (NO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (** : p<0.01)

Regresyon eğrisi incelendiğinde havuç tohum partilerinde Eİ ile NO arasında negatif doğrusal bir ilişkinin olduğu ve bu ilişkinin de p<0.01 ($R^2=0.6483$) düzeyinde önemli olduğu görülmektedir.

4.1.6 Biber

Çalışmanın bu aşamasında, piyasadan temin edilen biber tohumları diğerk türlerde olduğu gibi farklı canlılık seviyelerinde biber tohum partilerinin elde edilmesi amacıyla yapay yaşlandırmaya tabi tutulmuştur. Yaşlandırma sonucunda 10 adet biber tohum partisi elde edilmiştir. Çizelge 4.11'de bu tohum partilerine ait partisinin toplam imlenme (TO), normal imlenme (NO) ve beş farklı zamanda gerçekleştirilen elektriksel iletkenlik (Eİ) lm değeri yer almaktadır.

Çizelge 4.11 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 10 adet biber tohum partisinin toplam çimlenme oranı (TÇO, %), normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri

Parti no	Eİ Ölçüm Saatleri						
	TÇO	NÇO	2	4	6	8	24
B1	93	79	135	148	153	158	176
B2	91	77	165	172	180	184	197
B3	93	75	145	152	162	167	172
B4	91	73	146	160	168	174	196
B5	91	71	134	144	151	157	172
B6	86	67	160	167	175	181	198
B7	86	65	151	160	168	173	189
B8	88	55	159	166	174	180	198
B9	85	51	164	177	184	189	206
B10	89	38	176	184	193	197	216

Toplam çimlenme oranı bakımından biber tohum partileri incelendiğinde; en düşük TÇO değeri %85 ile B9 tohum partinde görülmüştür. En yüksek TÇO değeri ise %93 ile B3 ve B1 tohum partilerinde saptanmıştır. B1 tohum partisi aynı zamanda en yüksek NÇO değerine sahiptir. B10 tohum partisi ise %38 ile en düşük NÇO değerine sahip tohum partisidir.

Farklı zaman aralıklarında gerçekleştirilen elektriksel iletkenlik ölçüm değerlerine göre; biber tohumlarında 2. saatte gerçekleştirilen ölçüm sonucunda en düşük Eİ değeri 134 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ile B5 tohum partisinde görülmüş olup, 135 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ile B1 tohum partisi ikinci sırada yer almaktadır. 4, 6 ve 8. ölçüm saatlerinde de sırasıyla 144, 151 ve 157 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ile en düşük Eİ ölçüm değeri B5 tohum partisinden elde edilmiştir. Yine onu sırasıyla 148, 153 ve 158 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ile B1 tohum partisi takip etmektedir. 24. saate ilişkin en düşük Eİ değeri 172 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ile B3 ve B5 tohum partilerinden elde edilmiştir. En düşük NÇO değerine (%38) sahip olan B10 tohum partisinin gerçekleştirilen tüm Eİ ölçüm saatlerinde en yüksek Eİ değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu değerler 176 ile 216 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değişmektedir. Biber tohum partilerinde gerçekleştirilen Eİ ölçümlerinde, zamanın artışına bağlı olarak Eİ değerinin de arttığı saptanmıştır. Bu artış

tohum partilerine göre değişiklik göstermekte olup, tüm tohum partilerinde en yüksek Eİ değeri 24.saat ölçüm zamanında elde edilmiştir.

Yapay yaşlandırma ile oluşturulan farklı canlılık oranlarına sahip biber tohumlarında beş farklı zamanda (2, 4, 6, 8 ve 24 saat) ölçümü gerçekleştirilen Eİ değerleri ile 14.gün sonunda belirlediğimiz NÇO değerleri arasındaki korelasyon analizine ilişkin elde edilen veriler çizelge 4.12’de gösterilmiştir.

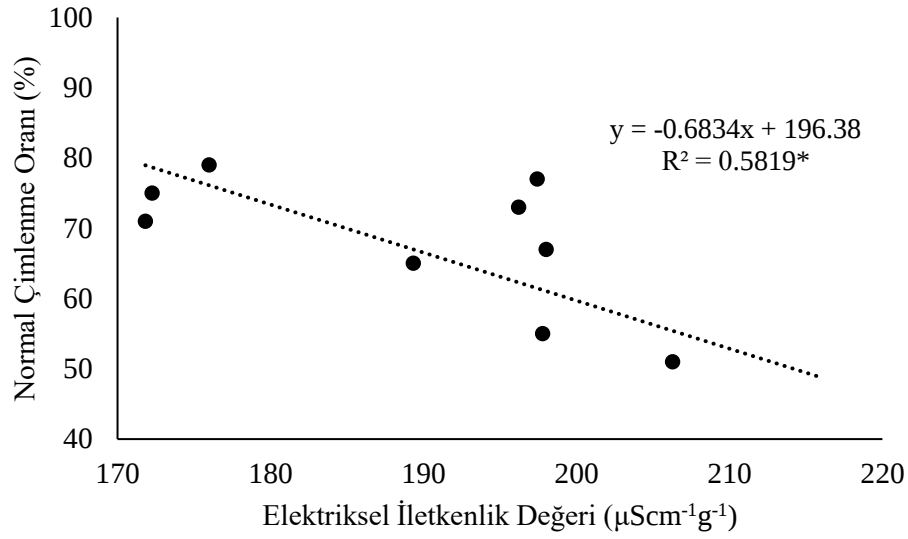
Çizelge 4.12 Biber tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri ile normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

Eİ ölçüm saatleri	Korelasyon değerleri (r)
2	-0.726*
4	-0.745*
6	-0.738*
8	-0.759*
24	-0.763*

*: P<0.05

Biber tohum partilerinde NÇO değerleri ile Eİ ölçüm değerleri arasında gerçekleştirilen korelasyon analizine göre; korelasyon katsayıları $r = -0.726$ ile $r = -0.763$ arasında değişmektedir. En düşük korelasyon katsayısı 2. Eİ ölçüm saatinden, en yük korelasyon katsayı değeri ise 24. Eİ ölçüm saatinde elde edilmiştir. Tüm Eİ ölçüm saatlerinde $p < 0.05$ düzeyinde anlamlılık tespit edilmiş olup, biber tohumlarında çalışmanın ikinci aşamasında çeşit içi ve üçüncü aşamasında çeşitler arası en yüksek korelasyon katsayı değerine sahip olan 24. saatin kullanılmasına karar verilmiştir.

Biber tohum partilerinde diğer aşamalarda kullanılmak üzere karar verilen 24. Saat Eİ değerleri ile NÇO değerleri arasında gerçekleştirilen regresyon eğrisi ve ilişkisi şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6 Biber tohum partilerinin 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (* : $p < 0.05$)

Şekil 4.6’da biber tohum partilerinde 24. Saat Eİ ölçüm değerleri baz alınarak gerçekleştirilen regresyon analizine göre, NÇO ile Eİ değerleri arasında $R^2=0.5819$ olarak bulunmuştur ($p < 0.05$). Regresyon eğrisine göre NÇO değerlerinin arttıkça Eİ değerlerinin azaldığı, bu kapsamda biber tohumlarında NÇO ile Eİ değerleri arasında negatif doğrusal bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

4.1.7 Domates

Piyasada talep gören domates çeşitleri arasında yer alan H2274 çeşidi kullanılmış olup, domates tohumlarında farklı ölçüm zamanlarında Eİ ile NÇO arasındaki ilişkiyi saptamak adına yapay yaşlandırma farklı normal çimlenme oranı değerlerine sahip 14 adet domates tohum partisi oluşturulmuştur. Elde edilen tohum partilerine ait TÇO (%), NÇO (%) ve beş farklı ölçüm zamanına ait Eİ ölçüm değerleri çizelge 4.13’te verilmiştir.

Çizelge 4.13 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 14 adet domates tohum partisinin toplam çimlenme oranı (TÇO, %), normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri

Parti no	Eİ Ölçüm Saatleri						
	TÇO	NÇO	2	4	6	8	24
D1	99	75	59	66	72	74	79
D2	99	72	65	73	78	81	85
D3	99	71	66	71	76	79	82
D4	97	67	56	62	67	71	76
D5	98	65	63	69	75	77	85
D6	96	63	62	68	73	75	79
D7	99	61	61	67	70	73	81
D8	95	58	83	89	95	98	109
D9	99	55	59	65	69	73	77
D10	97	51	61	67	71	74	78
D11	98	46	90	97	102	106	112
D12	97	41	62	68	72	76	83
D13	98	39	59	65	69	73	79
D14	98	26	50	56	61	65	71

Domates tohum partilerinde (14 adet) gerçekleştirilen çimlendirme testi (14 gün) sonucunda en yüksek TÇO değeri %99 olarak D1, D2, D3, D7 ve D9 tohum partilerinden, en düşük TÇO değeri ise %95 ile D8 tohum partisinden elde edilmiştir. Diğer tohum partileri bu değerler arasında yer almıştır. NÇO oranı bakımından en yüksek NÇO değeri %75 ile D1, en düşük NÇO değeri %26 ile D14 tohum partisinde elde edilmiştir.

Farklı NÇO değerlerine (%26-%75) sahip olan domates partilerinde 2. saate ait Eİ ölçüm değerleri 50-90 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$, 4.saate ait Eİ ölçüm değerleri 56-97 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$, 6.saate ait Eİ ölçüm değerleri 61-102 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$, 8.saate ait Eİ ölçüm değerleri 65-106 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ve 24.saate ait Eİ değerleri ise 71-112 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değişmektedir. Gerçekleştirilen tüm ölçüm zamanlarında en yüksek Eİ değeri %46 NÇO değerine sahip D11 tohum partisinden elde edilmiştir. En düşük Eİ değeri ise %26 NÇO değerine sahip olan D14 tohum partisinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.14 Domates tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri ile normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

Eİ ölçüm saatleri	Korelasyon değerleri (r)
2	0.082
4	0.092
6	0.107
8	0.067
24	0.015

Domates tohum partilerine ait NÇO değerleri ile Eİ ölçüm değerleri arasında gerçekleştirilen korelasyon analizi sonucunda elde edilen korelasyon katsayıları $r= 0.015$ ile $r=0.107$ arasında değişmektedir. Bu kapsamda domates tohum partilerinde NÇO değerleri ile Eİ ölçüm değerleri arasında herhangi bir düzeyde anlamlılık tespit edilememiştir (Çizelge 4.14).

4.1.8 Patlıcan

Piyasadan temin edilen patlıcan tohumları 3.2.1.1’de belirtilen yöntem ile yapay yaşlandırmaya tabi tutulmuş ve sonucunda 12 adet patlıcan tohum partisi elde edilmiştir. Elde edilen tohum partilerine ait 14.gün sonunda elde edilen TÇO (%) ve NÇO (%) değerleri ile farklı ölçüm zamanlarında elde edilen değerler çizelge 4.15’te görülmektedir.

Çizelge 4.15 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 12 adet patlıcan tohum partisinin toplam çimlenme oranı (TÇO, %), normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri

Parti no	Eİ Ölçüm Saatleri						
	TÇO	NÇO	2	4	6	8	24
P1	94	87	81	91	92	99	99
P2	77	72	72	79	84	88	89
P3	71	71	77	83	89	92	96
P4	71	69	126	134	140	143	151
P5	71	65	138	151	153	160	160
P6	69	64	91	98	102	107	108
P7	64	60	104	111	113	120	120
P8	65	59	76	82	86	89	93
P9	55	53	81	89	92	98	99
P10	65	50	79	85	89	95	99
P11	49	41	105	111	116	120	124
P12	41	31	86	95	98	103	107

Patlıcan tohum partilerinde en yüksek TÇO (%94) ve NÇO (%87) değeri P1 tohum partisinde görülmüştür. En düşük TÇO (%41) ve NÇO (%31) değerleri ise P12 tohum partisinden elde edilmiştir. Eİ ölçüm değerleri bakımından tüm ölçüm saatlerinde P5 tohum partisi en yüksek Eİ değerine sahip olurken, P2 tohum partisi tüm ölçüm saatlerinde en düşük Eİ ölçüm değerine sahip olduğu saptanmıştır. Patlıcan tohum partilerinde ölçüm zamanının artışına bağlı olarak Eİ değerinin arttığı, ancak P1, P5 ve P7 tohum partilerinde 8. ve 24. ölçüm saatlerinde Eİ değerlerinin değişmediği, P2, P6 ve P9 tohum partilerinde de oldukça az bir farkın olduğu görülmektedir.

Patlıcan tohum partilerine ait beş farklı Eİ ölçüm saati ile NÇO değerleri arasındaki korelasyon analizine ile elde edilen katsayı değerleri çizelge 4.16'da verilmiştir. Bu kapsamda elde edilen katsayı değerlerinin $r=-0.021$ ile $r=0.017$ değerleri arasında değiştiği ve bu değerlere bağlı olarak patlıcan tohum partilerinde Eİ değerleri ile NÇO değerleri arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.16 Patlıcan tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri ile normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

Eİ ölçüm saatleri	Korelasyon değerleri (r)
2	0.003
4	0.017
6	0.003
8	0.014
24	-0.021

4.1.9 Kavun

Farklı canlılık oranlarına sahip kavun tohum partilerinin elde edilmesi amacıyla piyasadan Kırkağaç 589 çeşidi temin edilmiştir. Yapay yaşlandırma sonucu elde edilen 10 adet kavun tohum partisine ait TÇO değerleri (8 gün) %88 ile %99 değişim gösterirken, NÇO değerleri ise %67 ile %97 arasında değişmiştir. Bu kapsamda en düşük TÇO ve NÇO değerleri KV10 tohum partisinde, en yüksek TÇO ve NÇO değerleri ise KV1 tohum partisinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 10 adet kavun tohum partisinin toplam çimlenme oranı (TÇO, %), normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri

Parti no	Eİ Ölçüm Saatleri						
	TÇO	NÇO	2	4	6	8	24
KV1	99	97	86	95	100	103	113
KV2	97	95	81	91	96	99	109
KV3	98	93	85	96	102	105	119
KV4	95	90	83	92	97	99	111
KV5	95	89	80	92	97	101	113
KV6	92	84	83	94	99	102	119
KV7	95	83	75	85	90	93	105
KV8	96	81	76	86	92	96	107
KV9	91	79	75	85	90	93	102
KV10	88	67	81	90	95	99	111

Eİ ölçüm değerlerine göre 2. saat ölçüm değerleri 75 ile 86 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değişmiş olup, en düşük Eİ değerine KV7 ve KV9 tohum partileri, en yüksek Eİ değerine ise KV1 tohum partisi sahip olmuştur. 4. saat Eİ değerleri 85 ile 96 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$, 6. saat Eİ değerleri 90 ile 102 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$, 8. saat Eİ değerleri 93 ile 105 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değişmiştir. Bu ölçüm saatlerinde en düşük Eİ değerleri KV7 ve KV9 tohum partilerinden elde edilirken, en yüksek Eİ değerleri KV3 tohum partisinden elde edilmiştir. 24. saat Eİ değerlerinde en düşük Eİ değeri KV9 tohum partisinde 102 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$, en yüksek Eİ değeri ise KV3 ve KV6 tohum partisinde 119 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.17).

Kavun tohum partilerinde NÇO değerleri ile Eİ değerleri arasında ilişkiyi tespit etmek amacıyla gerçekleştirilen korelasyon analizine göre elde edilen korelasyon değerlerinin $r=0.315$ ile $r=0.576$ arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.18). Belirlenen bu değerlere göre kavun tohumlarında NÇO değerleri ile Eİ ölçüm değerleri arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.

Çizelge 4.18 Kavun tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri ile normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

Eİ ölçüm saatleri	Korelasyon değerleri (r)
2	0.536
4	0.550
6	0.576
8	0.483
24	0.315

4.1.10 Karpuz

Piyasadan temin edilen Crimson Sweet karpuz çeşidinde gerçekleştirilen yapay yaşlandırma sonucunda (45°C’de %72 oransal nem veren doygun NaCl) farklı NÇO değerlerine sahip 11 adet tohum partisi elde edilmiştir. Karpuz tohum partilerine ait 14. gün sonunda tespit edilen en düşük TÇO değeri %87 ile K11, en yüksek TÇO değeri ise %98 ile K1 ve K2 tohum partilerinden elde edilmiştir. NÇO değerleri de TÇO değerlerine

paralel olarak en düşük K11 (%66), en yüksek ise K1 (%91) tohum partisinden temin edilmiştir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 11 adet karpuz tohum partisinin toplam çimlenme oranı (TÇO, %), normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri

Parti no	Eİ Ölçüm Saatleri						
	TÇO	NÇO	2	4	6	8	24
K1	98	91	104	109	112	115	131
K2	98	88	73	78	82	84	99
K3	95	85	67	71	74	77	90
K4	92	84	76	82	86	89	105
K5	91	82	68	73	77	80	100
K6	95	80	77	81	86	88	102
K7	94	77	64	69	73	76	92
K8	91	74	66	70	73	76	87
K9	91	69	76	82	86	89	107
K10	92	67	73	78	81	83	100
K11	87	66	68	73	76	79	93

Farklı ölçüm saatlerinde gerçekleştirilen Eİ değerleri incelendiğinde; 2. ve 4. ölçüm saatlerinde en düşük Eİ değerleri 64 ve 69 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ile %77 NÇO değerine sahip olan K7 tohum partisinden elde edilmiştir. 4. ve 6. ölçüm saatleri en düşük Eİ değerleri 73 ve 76 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ bulunmuş olup, K7 ve K8 (%74 NÇO) tohum partilerinde saptanmıştır. 24. ölçüm saati en düşük Eİ değeri ise 87 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ile yine K8 tohum partisinden elde edilmiştir. Tüm ölçüm zamanlarında en yüksek Eİ değerleri 104 ile 131 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değişmiş ve en yüksek NÇO değerine sahip (%91) K1 tohum partisinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.19).

Farklı NÇO değerlerine sahip karpuz tohumlarında yine farklı ölçüm zamanlarında elde edilen Eİ ölçüm değerleri ile ilişkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen korelasyon analizine göre; korelasyon değerleri $r=0.420$ ile $r=0.462$ arasında değişmiştir (Çizelge

4.20). Bu kapsamda elde edilen değerler, karpuz tohum tohumlarında NÇO ile Eİ arasında ilişkinin olmadığını göstermektedir.

Çizelge 4.20 Karpuz tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri ile normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

Eİ ölçüm saatleri	Korelasyon değerleri (r)
2	0.462
4	0.462
6	0.449
8	0.457
24	0.420

4.1.11 Soğan

Karbeyazı soğan çeşidinde yapay yaşlandırma sonucunda 11 adet tohum partisi elde edilmiştir. Elde tohum S11 tohum partisi %88 ile en düşük TÇO değerine sahip iken, S8 tohum partisi %99 ile en yüksek TÇO değerine sahip lot olmuştur. NÇO değerleri %61-94 arasında değişmiş, S11 tohum partisi en düşük S1 tohum partisi ise en yüksek NÇO değerine sahip lot olarak saptanmıştır (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21 Yapay yaşlandırma ile oluşturulan 11 adet soğan tohum partisinin toplam çimlenme oranı (TÇO, %), normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 2, 4, 6, 8 ve 24. saatlerde ölçülen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri

Parti no	Eİ Ölçüm Saatleri						
	TÇO	NÇO	2	4	6	8	24
S1	98	94	107	127	142	158	208
S2	97	93	121	148	163	177	238
S3	97	91	122	148	167	184	244
S4	97	90	119	146	165	180	236
S5	93	87	110	137	154	171	234
S6	91	84	122	146	166	178	236
S7	94	79	121	143	161	177	235
S8	99	77	111	135	153	169	230
S9	96	73	112	139	156	172	239
S10	95	70	107	130	150	166	226
S11	88	61	109	133	151	168	233

Soğan tohum partilerinde en düşük Eİ ölçüm değerleri %94 NÇO değerine sahip S1 tohum partisinden elde edilmiş olup, ölçüm saatlerinin artışına paralel olarak 107 ile 208 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ değiştiği saptanmıştır. Ayrıca 2. ölçüm saatinde %70 NÇO değerine sahip S10 tohum partisinin en düşük Eİ değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Tüm zaman dilimlerinde en yüksek Eİ değerleri (122-244 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) %91 NÇO değerine sahip S3 tohum partisinden elde edilmiştir. %93 NÇO değerine sahip S2 tohum partisi 4.saatte en yüksek değer veren ikinci tohum partisi olmuştur (Çizelge 4.21).

Soğan tohum partilerine ait beş farklı Eİ ölçüm saati ile NÇO değerleri arasındaki korelasyon analizine ile elde edilen katsayı değerleri çizelge 4.22’de verilmiştir. Bu kapsamda elde edilen katsayı değerlerinin $r=-0.096$ ile $r=0.457$ değerleri arasında değiştiği ve bu değerlere bağlı olarak soğan tohum partilerinde Eİ değerleri ile NÇO değerleri arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.22 Soğan tohum partilerinin farklı ölçüm saatlerinde elde edilen elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri ile normal çimlenme (NÇO, %) değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) ve önemlilik dereceleri

Eİ ölçüm saatleri	Korelasyon değerleri (r)
2	0.457
4	0.427
6	0.313
8	0.299
24	-0.096

Çalışmanın bu aşamasında on bir türde normal çimlenme yüzdesi (normalite) değerleri ile iletkenlik değerleri arasında korelasyon (r) analizi her bir Eİ ölçüm saati için yapılmış ve analiz sonuçlarına göre Eİ ve normal çimlenme oranı (normalite) arasındaki regresyon ilişkisi istatistiksel olarak 0.001, 0.01, 0.05 düzeyinde anlamlılık açısından değerlendirilmiştir (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23 NÇO ile Eİ arasında ilişki saptanan türlere ait regresyon (R^2) ve korelasyon katsayıları (r) ile türe göre belirlenen en uygun Eİ ölçüm saati

Tür	R^2	r	Kullanılacak Eİ Ölçüm Saati
Lahana	0.922***	-0.960	24
Turp	0.7857***	-0.886	24
Marul	0.7754***	-0.881	24
Pırasa	0.8717***	-0.934	24
Havuç	0.6483**	-0.805	24
Biber	0.5819*	-0.763	24

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

Araştırmanın birinci aşaması sonucunda yapay yaşlandırma yapılmış tek çeşide ait tohum partilerinden; lahana, turp, marul ve pırasa türlerinde NÇO değerleri ile Eİ ölçüm değerleri arasında yüksek düzeyde anlamlı ilişki ($p < 0.001$) tespit edilmiştir. Ayrıca havuç

tohum partilerinde $p<0.01$ ve biber tohum partilerinde ise $p<0.05$ düzeyinde NÇO ile Eİ arasında ilişki saptanmıştır. Belirlenen altı türde NÇO ile Eİ değerleri arasında negatif doğrusal bir ilişkinin olduğu ve çalışmanın diğer aşamalarında kullanılmak üzere en uygun Eİ ölçüm saatinin en yüksek korelasyon katsayı değerine sahip olan 24. saat olduğu belirlenmiştir.

4.2 İkinci Aşama: Eİ ile NÇO Arasında Başarılı Bir İlişki Saptanan Türlerde Aynı Çeşide Ait Farklı Ticari Tohum Partilerinde İlişkinin Belirlenmesi Ve Buna İlişkin Regresyon Formülünün Saptanması ($y = a - bx$)

4.2.1 Lahana (Yalova 1)

NÇO ile Eİ arasında anlamlı ilişki saptanan lahana tohumlarında 2. aşama kullanılmak üzere; 1. aşamada materyal olarak kullanılan Yalova-1 çeşidinden piyasadan farklı firma ve yıllara ait 11 adet tohum partisi temin edilmiştir. Elde edilen tohum partilerine ait NÇO (%) ve 24. saat Eİ ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ölçüm değerleri çizelge 4.24'te verilmiştir.

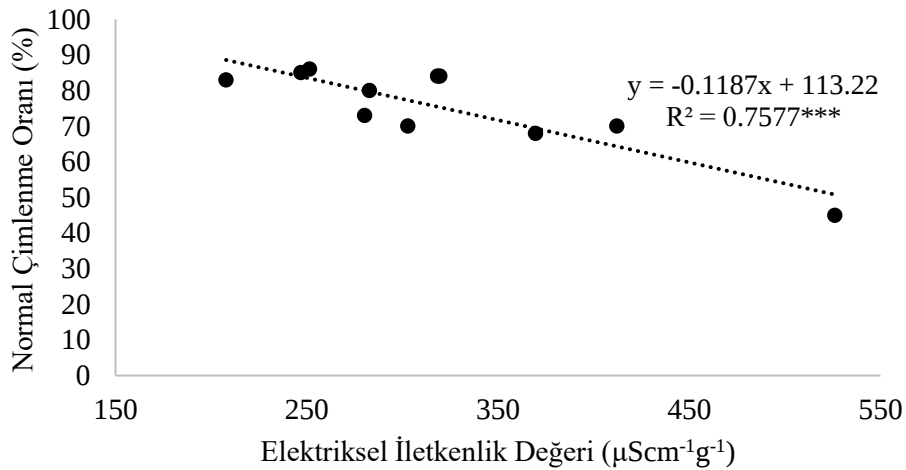
Çizelge 4.24 Ticari Yalova-1 çeşidine ait lahana tohum partilerinde normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri

Ticari Tohum Partileri (Yalova 1)	NÇO (%)	24.saat Eİ ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)
L2.3	86	251
L2.7	85	247
L2.9	84	320
L2.11	84	318
L2.2	83	208
L2.8	80	283
L2.5	73	280
L2.1	70	412
L2.4	70	303
L2.10	68	370
L2.6	45	526

Çizelge 4.24 incelendiğinde; ticari Yalova-1 lahana çeşidinde en yüksek NÇO değeri L2.3 tohum partisinden (%86), en düşük NÇO değeri ise L2.6 tohum partisinden (%45) elde edilmiştir. Diğer tohum tohum partilerine ait NÇO değerleri bu değerler arasında yer almaktadır. L2.1, L2.4, L2.5, L2.6 ve L2.10 numaralı tohum partileri ticari olarak olması gereken değerin (%75) altında kalmıştır.

24. saat Eİ değerleri 208 ile 526 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değişim göstermektedir. En yüksek Eİ ölçüm değeri en düşük NÇO değerine sahip L2.6 tohum partisinde ölçülmüştür. En düşük Eİ değeri ise %83 NÇO değerine sahip olan L2.2 tohum partisinde yer almaktadır. L2.7 %85 NÇO, 247 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ Eİ değeri ile ikinci sırada yer almış, L2.3 tohum partisi 251 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ Eİ ile bu değeri takip etmiştir. Tohum partilerinde %75 NÇO değerinin altında kalanların Eİ değerleri 280 ile 526 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değişiklik göstermiştir.

Piyasadan temin edilen Yalova-1 lahana çeşidine ait tohum partilerinin 24. saat Eİ değerleri ile NÇO arasında gerçekleştirilen korelasyon analizi sonucunda birinci aşama bulgularına paralel olarak yüksek düzeyde anlamlı negatif bir ilişkinin ($r=-0.870$, $p<0.001$) olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen verilere ilişkin regresyon eğrisi ve ilişkisi ise şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7 Ticari Yalova-1 lahana tohum partilerinin (11 adet) 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$)

Regresyon eğrisi incelendiğinde; Yalova-1 çeşidine ait farklı tohum partilerinin 24. saat Eİ ölçüm değeri ile NÇO değerleri arasında yüksek düzeyde ilişki bulunmuş ($R^2=0.7577$, $p<0.001$) ve bu ilişkiye ait regresyon formülü $y=-0.1187x + 113.22$ olarak elde edilmiştir. Elde edilen formül çalışmanın üçüncü aşamasında elektriksel iletkenlik değeri kullanılarak normal çimlenme oranı tahmin değerlerinin eldesinde kullanılmıştır.

4.2.2 Turp (Fındık)

Turp tohumlarında, çalışmanın bu aşamasında kullanılmak üzere farklı firma ve yıllara ait 14 adet ticari tohum partisi piyasadan temin edilmiştir. Elde edilen turp tohum partilerine ait NÇO ve Eİ ölçüm değerleri çizelge 4.25’de verilmiştir.

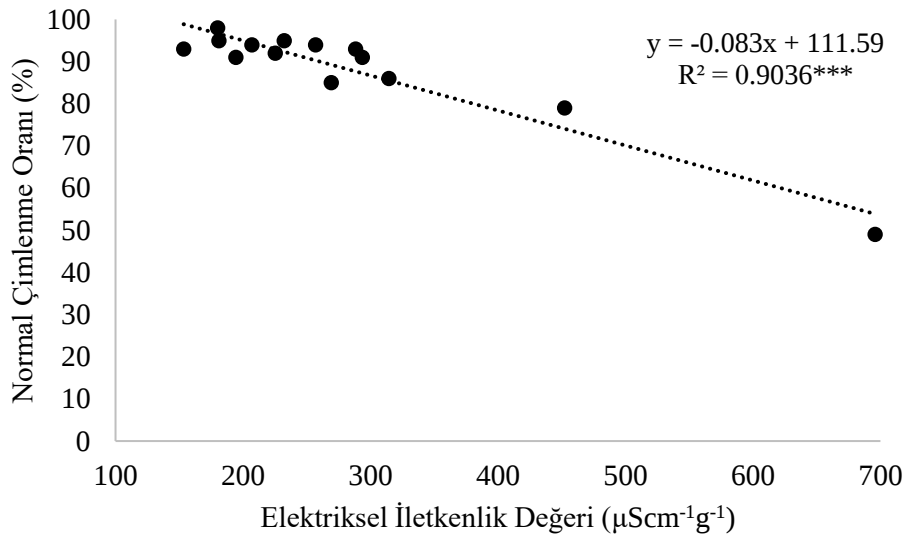
Çizelge 4.25 Ticari Fındık turp çeşidine ait tohum partilerinde normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri

Ticari Tohum Partileri (Fındık Turp)	NÇO (%)	24.saat Eİ ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)
T2.2	98	180
T2.8	95	181
T2.9	95	232
T2.3	94	257
T2.14	94	207
T2.11	93	288
T2.13	93	153
T2.6	92	225
T2.5	91	195
T2.12	91	294
T2.10	86	314
T2.15	85	269
T2.1	79	452
T2.7	49	696

Piyasadan temin edilen 14 adet ticari Fındık turp tohum partilerinde (14 adet) gerçekleştirilen çimlendirme testi sonucunda; en yüksek NÇO oranı %98 ile T2.2 tohum partisinden elde edilmiştir. En düşük NÇO değeri ise %49 çimlenme oranına sahip T2.7 tohum partisinde bulunmuş olup, bu tohum partisi olması gereken ticari değerin (%75) altında kalmıştır. Diğer lotlar bu değerler arasında yer almıştır.

24.saat Eİ ölçüm değerleri bakımından en yüksek Eİ değeri en düşük NÇO değerine (%49) sahip T2.7 tohum partisinden $696 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak elde edilmiştir. En düşük Eİ değeri %93 NÇO değerine sahip T2.13 tohum partisinde $153 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak bulunmuştur. En yüksek NÇO değerine sahip T2.2 tohum partisi (%98) $180 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ Eİ ölçüm değeri ile ikinci sırada yer almıştır.

Ticari fındık turp tohum partilerine ait (14 adet) NÇO değerleri ile Eİ ölçüm değerleri arasındaki korelasyon analizi sonucunda $r=-0.951$ olarak yüksek düzeyde ($p<0.001$) negatif ilişki bulunmuş ve bu ilişki çalışmanın birinci aşamasını teyit etmiştir. NÇO değerleri ile Eİ ölçüm değerleri arasındaki regresyon eğrisi ve ilişkisi şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8 Ticari Fındık turp tohum partilerinin (14 adet) 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$)

Ticari findık turp tohum partilerinde birinci aşamada Eİ ölçüm saati olarak belirlenen 24. saate ait regresyon eğrisine göre; normal çimlenme oranı değerleri ile elektriksel iletkenlik değerleri arasında negatif doğrusal bir ilişkinin olduğu ve bu ilişkinin de yüksek düzeyde ($R^2=0.9036$, $p<0.001$) önemli olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın diğer aşamalarında tahmini NÇO değerlerini bulmak amacıyla; regresyon analizi sonucu elde edilen $y=-0.083x + 111.59$ formülü kullanılacaktır.

4.2.3 Marul (Kıvırcık)

Piyasadan temin edilen farklı firma ve yıllara ait 14 adet kıvırcık tipi marul çeşidine ait NÇO (%) değerleri ile 24. saat Eİ değerleri çizelge 4.26’da verilmiştir.

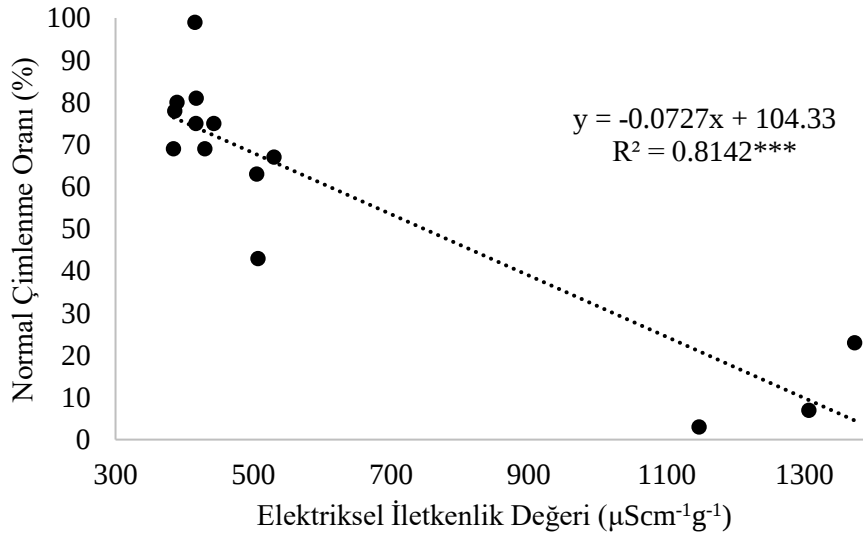
Çizelge 4.26 Ticari Kıvırcık tipi marul çeşidine ait tohum partilerinde normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri

Ticari Tohum Partileri (Kıvırcık)	NÇO (%)	24.saat Eİ ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)
M2.11	99	415
M2.1	81	417
M2.12	80	389
M2.14	78	386
M2.3	75	443
M2.4	75	417
M2.5	69	430
M2.13	69	384
M2.6	67	530
M2.2	63	505
M2.10	43	507
M2.8	23	1373
M2.9	7	1307
M2.7	3	1147

Çizelge 4.26 incelendiğinde; NÇO değerinin %3 ile %99 arasında değişim gösterdiği diğer tohum partilerine ait NÇO değerlerinin bu değerler arasında kaldığı tespit edilmiştir. En yüksek NÇO değeri M2.11, en düşük NÇO değeri ise M2.7 tohum partisinde bulunmuştur. M2.2, M2.5, M2.6, M2.7, M2.8, M2.9, M2.10 ve M2.13 numaralı tohum partileri ticari olarak olması gereken %75 NÇO değerinin altında kalmıştır.

24.saate ait Eİ değerleri 384 ile 1373 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değişim göstermiştir. En düşük Eİ değeri %69 NÇO değerine sahip M2.13 tohum partisinde tespit edilmiştir. En yüksek Eİ değerine %23 NÇO değerine sahip M2.8 tohum partisine sahip olurken, M2.9 (%7 NÇO) ve M2.7 (%3 NÇO) tohum partileri 1307 ve 1147 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ Eİ değeri ile M2.8 tohum partisini takip etmiştir.

Kıvrıcık tipi ticari marul tohum partilerinde gerçekleştirilen regresyon analizi şekil 4.9’da verilmiş olup; korelasyon analizi sonucunda birinci aşamaya paralel olarak aynı düzeyde negatif anlamlı ilişki tespit edilmiştir ($r = -0.902$, $p < 0.001$).



Şekil 4.9 Ticari Kıvrıcık marul tohum partilerinin (14 adet) 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$)

Elde edilen regresyon analizine göre marul tohum partilerinde NÇO değeri ile Eİ değeri yüksek düzeyde ($R^2=0.8142$, $p<0.001$) anlamlı ilişki bulunmuştur. Bu kapsamda regresyon analizi sonucu elde edilen $y=-0.0727x + 104.33$ formülü çalışmanın çeşitler arası normal çimlenme oranının tahmini değerlerinin saptanması aşamasında kullanılacaktır.

4.2.4 Pırasa (İnegöl)

İnegöl çeşidinde farklı firma ve yıllara ait 17 adet tohum partisi temin edilmiştir. Elde edilen tohum partilerinin NÇO ve Eİ ölçüm değerleri çizelge 4.27’de verilmiştir.

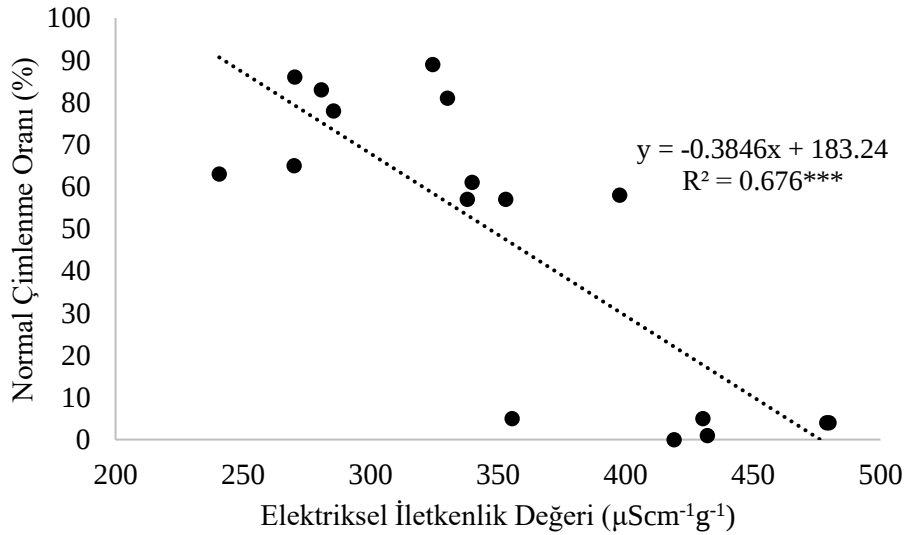
Çizelge 4.27 Ticari İnegöl pırasa çeşidine ait tohum partilerinde normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri

Ticari Tohum Partileri (İnegöl)	NÇO (%)	24.saat Eİ ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)
P2.13	89	324
P2.11	86	270
P2.16	83	281
P2.7	81	330
P2.8	78	286
P2.15	65	270
P2.1	63	241
P2.14	61	340
P2.10	58	398
P2.6	57	338
P2.17	57	353
P2.2	5	356
P2.9	5	430
P2.5	4	479
P2.12	4	480
P2.3	1	432
P2.4	0	419

Ticari İnegöl tohum partilerinde en yüksek NÇO değeri P2.13 numaralı lotta %89 olarak bulunmuştur. %0 NÇO değerine sahip P2.4 tohum partisi ise en düşük NÇO değerine sahip tohum partisi olarak tespit edilmiştir. Diğer tohum partileri bu değerler arasında yer almıştır. P2.7, P2.8, P2.11, P2.13 ve P2.16 numaralı tohum partileri %75 NÇO değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir.

En yüksek Eİ ölçümü $480 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ile %4 NÇO değerine sahip P2.12 tohum partisinde görülürken, %4 NÇO değerine sahip diğer bir tohum partisi (P2.5) $479 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ile onu takip etmiştir. %63 NÇO değerine sahip P2.1 tohum partisi $241 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ölçüm değeri ile en düşük Eİ değerine sahip tohum partisi olmuştur.

Farklı firma ve yıllara ait piyasadan toplanan İnegöl pırasa çeşidine ait NÇO (%) değerleri ile 24. saate ait Eİ ölçüm değerleri ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) arasında gerçekleştirilen korelasyon analizi sonucu $r=-0.822$ ve $p<0.001$ düzeyinde negatif anlamlı bulunmuş olup; tohum partilerine ait gerçekleştirilen regresyon analizi ve eğrisi şekil 4.10'da gösterilmektedir.



Şekil 4.10 Ticari İnegöl pırasa tohum partilerinin (17 adet) 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ölçüm değerleri ile normal çimlenme oranları (NÇO, %) arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p<0.001$)

İnegöl çeşidine ait NÇO ile Eİ değerleri arasında yüksek düzeyde anlamlı ilişki ($R^2=0.676$, $p<0.001$) tespit edilmiştir. Bu ilişki çalışmanın birinci aşaması ile paralellik göstermektedir. Analiz sonucunda elde edilen negatif doğrusal ilişkiye ait $y=-0.3846x + 183.24$ formülü elde edilmiştir.

4.2.5 Havuç (Nantes)

Havuçta Nantes çeşidine ait 18 adet tohum partisi piyasadan temin edilmiştir. Elde edilen tohum partilerinde NÇO (%) değerleri ile 24. saate ait Eİ ölçüm değerleri ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.28 Ticari Nantes havuç çeşidine ait tohum partilerinde normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri

Ticari Tohum Partileri (Nantes)	NÇO (%)	24.saat Eİ ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)
H2.2	95	1688
H2.9	89	1867
H2.4	87	2113
H2.13	87	1699
H2.1	86	2938
H2.3	84	4677
H2.17	83	3734
H2.5	81	2457
H2.7	78	4603
H2.8	75	1404
H2.11	75	3903
H2.15	73	1522
H2.12	70	1280
H2.10	67	1673
H2.6	65	1966
H2.14	60	1704
H2.18	58	1758
H2.16	57	1791

Ticari Nantes tohum partileri N O değeri bakımında incelendiğinde; N O değerlerinin %57 ile %95 arasında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek N O değeri H2.2 tohum partisinden, en düşük N O değeri ise H2.16 numaralı tohum partisinden elde edilmiştir. Diğer tohum partileri bu değerler arasında yer almaktadır.

24.saate ait EI  l  m değerleri 1280 ile 4677 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak geniş bir değer aralığına sahip olmuştur. En düşük EI değeri en yüksek N O değerine sahip H2.2 tohum partisinde beklenirken, %70 N O değerine sahip H2.12 tohum partisinden elde edilmiştir. Aynı şekilde en yüksek EI değeri ise %84 N O değerine sahip H2.3 tohum partisinde saptanmiştır.

Farklı firma ve yıllara ait 18 adet ticari Nantes havuç tohum partisinde N O ile EI değerleri arasında gerçekleştirilen korelasyon analizi sonucunda $r=0.284$ bulunmuştur. Bu kapsamda ticari havuç tohum partilerinde anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.

4.2.6 Biber ( arliston)

 arliston biber çeşidinde bu aşama için piyasadan ticari olarak 13 adet  arliston biber lotu temin edilmiştir. Çizelge 4.29'de 13 adet biber ( arliston) tohum partisine ait N O değerleri ile birinci aşamada belirlenen 24. saat EI  l  m değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.29 Ticari Çarliston biber çeşidine ait tohum partilerinde normal çimlenme oranı (NÇO, %) ve 24. saat elektriksel iletkenlik (Eİ, $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) değerleri

Ticari Tohum Partileri (Çarliston)	NÇO (%)	24.saat Eİ ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)
B2.10	88	337
B2.1	85	269
B2.2	83	741
B2.8	83	276
B2.9	81	305
B2.6	68	254
B2.7	68	193
B2.3	67	281
B2.4	67	262
B2.5	57	272
B2.11	52	292
B2.12	45	321
B2.13	27	260

Ticari Çarliston biber çeşidine ait tohum partilerinde B2.10 tohum partisi en yüksek NÇO değerine (%88) sahip olurken; B2.13 tohum partisi en düşük NÇO değerine (%27) sahip olmuştur. B2.1, B2.2, B2.8, B2.9 ve B2.10 numaralı tohum partileri ticari olarak belirlenen %75 oransal değer in üstünde kalmıştır.

Eİ değerleri 193 ile 741 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ değişim göstermektedir. %83 NÇO değerine sahip B2.2 tohum partisi en yüksek Eİ değerini almış olup, %68 NÇO değerine sahip B2.7 tohum partisi en düşük Eİ ölçüm değerine sahip olmuştur. Elde edilen Eİ ölçüm değerlerinden de anlaşılaçağı üzere ticari Çarliston biber tohumlarında korelasyon analizi sonucunda ($r=0.290$) istatistiksel anlamlılık tespit edilememiştir.

Bu kapsamda çalışmanın birinci aşamasına paralel olarak ikinci aşamada ticari lahana (Yalova-1), turp (Fındık), marul (Kıvırcık) ve pırasa (İnegöl) tohum partilerinde yüksek düzeyde anlamlılık ($p<0.001$) tespit edilmiştir. Havuç ve biber tohumlarında ise birinci aşamayı destekleyici bulgulara ulaşılammıştır. Bu kapsamda çalışmanın üçüncü

aşamasında bu dört türe ait farklı çeşitlerde NÇO değerinin tahmin edilmesi amacıyla çizelge 4.30’da türlere göre verilen formüller kullanılacaktır.

Çizelge 4.30 NÇO ile Eİ arasında ilişki saptanan türlere ait regresyon (R^2) ve korelasyon katsayıları (r) ile her tür için 3. Aşamada NÇO değerlerinin tahmininde kullanılacak regresyon formülü

Tür	R^2	r	Kullanılacak regresyon formülü
Lahana (Yalova-1)	0.7577***	-0.8700	$y = -0.1187x + 113.22$
Turp (Fındık)	0.9036***	-0.951	$y = -0.0830x + 111.59$
Marul (Kıvırcık)	0.8142***	-0.902	$y = -0.0727x + 104.33$
Pırasa (İnegöl)	0.6760***	-0.822	$y = -0.3846x + 183.24$

*** : $P < 0.001$

4.3 Üçüncü Aşama: Eİ İle NÇO Arasında Başarılı Bir İlişki Saptanan Türlerde Geliştirilen Regresyon Formülünün Aynı Türde Farklı Çeşitlere Ait Ticari Tohum Partilerinde Başarısının Denenmesi

4.3.1 Lahana (farklı çeşitler)

Çalışmanın üçüncü aşamasını oluşturan bu bölümde; lahana türünde ikinci aşamada elde edilen regresyon formülünün başarısının denenmesi amacıyla piyasadan temin edilen farklı lahana çeşitlerine ait dokuz adet tohum partisi kullanılmıştır. Temin edilen tohum partileri Eİ (24 saat) iletkenlik testine tabi tutulmuş, alınan Eİ ölçüm değerleri ikinci aşamada belirlenen formülde ($y = -0.1187x + 113.22$) x yerine eklenerek tahmini NÇO ve çimlendirme testi sonucunda da gerçek NÇO değerleri bulunmuştur (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31 Farklı lahana çeşitlerine ait 24. saat Eİ ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ölçüm değerleri ve regresyon formülü kullanılarak elde edilen tahmini NÇO (%) ve gerçek NÇO (%) değerleri

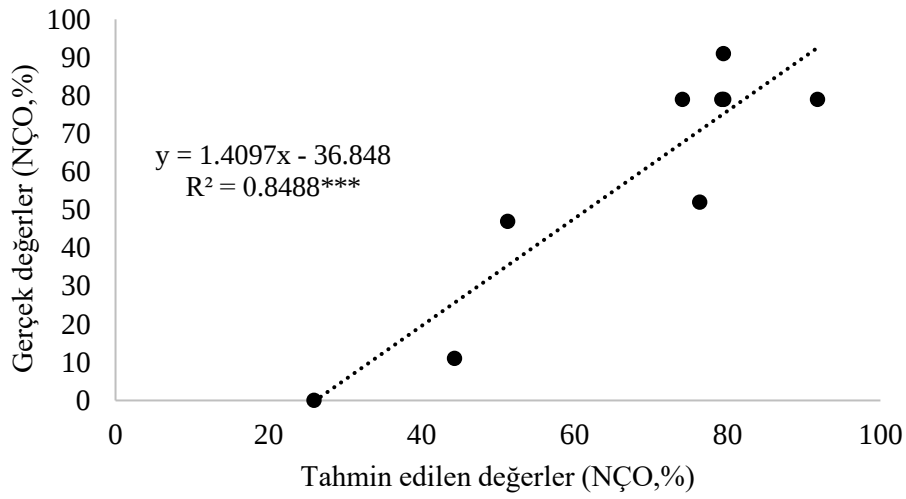
Parti no	24.saat Eİ ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	Tahmin edilen NÇO (%)	Gerçek değerler NÇO (%)
L3.9	181	92	79
L3.8	284	79	79
L3.4	284	79	91
L3.7	286	79	79
L3.6	310	76	52
L3.5	330	74	79
L3.1	522	51	47
L3.2	581	44	11
L3.3	735	26	0

Dokuz farklı lahana çeşidinde gerçekleştirilen çimlendirme ve elektriksel iletkenlik testi sonucunda; gerçek NÇO değerleri %0 ile %91 arasında değişkenlik gösterirken, Eİ ölçüm değerleri $181 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ile $735 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ arasında değişmektedir. İkinci aşamada belirlenen regresyon formülüne göre elde edilen tahmini NÇO değerlerinin ise %26 ile %92 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. L3.3 tohum partisinde en düşük gerçek ve tahmini NÇO değerleri gözlemlenmiştir. Bu tohum partisinde; lahana tohumlarında birinci ve ikinci aşamada elde edilen Eİ değeri ile NÇO arasındaki negatif doğrusal ilişkiye paralel olarak, en yüksek Eİ değeri de bu tohum partisinden elde edilmiştir. En yüksek NÇO değeri ise $284 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ Eİ ve %79 tahmini NÇO değerine sahip L3.4 tohum partisinden elde edilmiştir.

Tahmini ve gerçek NÇO değerleri bakımından; L3.7 ($286 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$, Eİ) ve L3.8 ($284 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$, Eİ) numaralı tohum partileri hem gerçek hem de tahmini NÇO değerleri bakımından %79 canlılık oranını vererek elde ettiğimiz formülün anlamlılığını ortaya

çıkarmıştır. L3.6 tohum partisinin $310 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ile tahmini %76 NÇO değerine, L3.5 tohum partisinin ise $330 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ile tahmini %74 NÇO değerine sahip olduğu saptanmıştır. Bu kapsamda $318\text{-}326 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ Eİ değerleri arasında tahmini %75 NÇO değeri elde edilmektedir.

Dokuz farklı lahana çeşidinde elde ettiğimiz tahmini ve gerçek normal çimlenme oranlarına ilişkin regresyon analizi ve ilişkisi şekil 4.11’te verilmiştir.



Şekil 4.11 Farklı lahana çeşitlerine ait 9 adet tohum partisinde 2. aşamada geliştirilmiş regresyon formülü kullanılarak elde edilen tahmini NÇO değerleri ile gerçek NÇO değerleri arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$)

Lahana tohumlarında tahmini ve gerçek NÇO değerlerine ait regresyon analiz eğrisi incelendiğinde, regresyon katsayısı $R^2=0.8488$ olarak hesaplanmış ve bu iki değer arasındaki ilişkinin $p < 0.001$ düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

4.3.2 Turp (farklı çeşitler)

Çalışmanın birinci aşamasında yapay yaşlandırma ile ikinci aşamasında ise farklı firma ve yıllara ait tek çeşitte (findık turp) Eİ ile NÇO arasında anlamlı sonuçlar elde edilen turp tohumlarında, ikinci aşamada elde edilen regresyon formülünün başarısının

denenmesi amacıyla piyasadan farklı çeşitlere ait on sekiz adet turp tohum partisi temin edilmiştir. Elde edilen tohum partilerine ait Eİ ölçüm değerleri, gerçek NÇO değerleri ve ikinci aşamada belirlenen formüle ($y = -0.0830x + 111.59$) göre elde edilen tahmini NÇO değerleri çizelge 4.32’de verilmiştir.

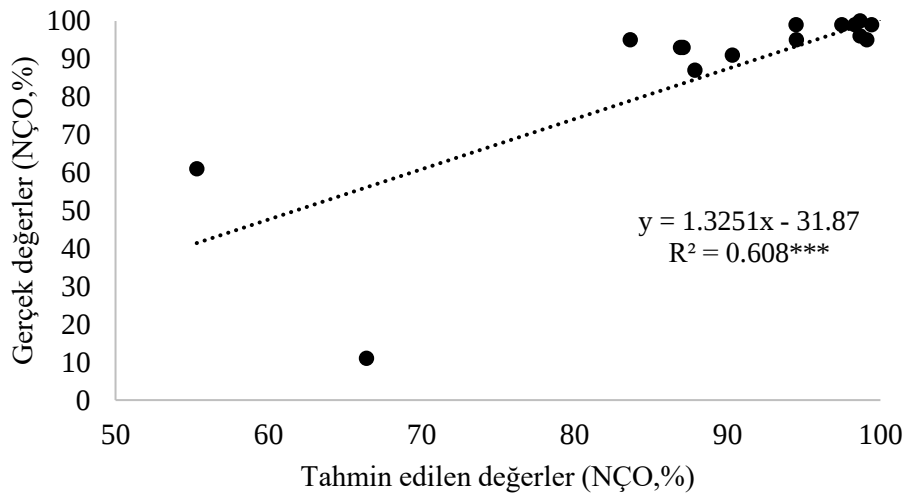
Çizelge 4.32 Farklı turp çeşitlerine ait 24. saat Eİ ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ölçüm değerleri ve regresyon formülü kullanılarak elde edilen tahmini NÇO (%) ve gerçek NÇO (%) değerleri

Parti no	24.saat Eİ ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	Tahmin edilen NÇO (%)	Gerçek değerler NÇO (%)
T3.8	108	103	99
T3.14	117	102	96
T3.18	132	101	96
T3.15	147	99	99
T3.6	150	99	95
T3.12	156	99	96
T3.9	156	99	100
T3.7	160	98	99
T3.11	170	97	99
T3.16	206	94	95
T3.5	206	94	99
T3.2	256	90	91
T3.3	286	88	87
T3.1	295	87	93
T3.4	297	87	93
T3.13	337	84	95
T3.17	544	66	11
T3.10	678	55	61

Farklı çeşitlere ait ticari turp tohum partilerinde 24. saat sonunda gerçekleştirilen en düşük Eİ ölçüm değeri $108 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak T3.8 tohum partisinde saptanmıştır. En yüksek Eİ değeri $678 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ ile T3.10 tohum partisine aittir. Gerçek NÇO değerleri %11 ile %100 arasında değişmekte olup; T3.17 tohum partisi en düşük, T3.9 tohum partisi ise en yüksek gerçek NÇO değerine sahip tohum partisidir.

İkinci aşamada belirlenen formülasyona göre tahmini NÇO değerleri bakımından çizelge 4.31 incelendiğinde; T3.2, T3.3, T3.7 ve T3.16 tohum partilerinin sırasıyla gerçek NÇO değerleri %91, %87, %99 ve %95 olarak bulunmuştur. Bu tohum partilerine ait tahmini NÇO değerleri ise yine sırasıyla %90, %88, %98 ve %94 oldukça yakın bir değerlerde olduğu belirlenmiştir. $147 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ Eİ değerine sahip T3.15 tohum partisi ise hem gerçek hem de tahmini NÇO değeri olarak %99 orana sahip olmuş ve böylelikle ikinci aşama sonucunda elde ettiğimiz formülün başarısı ortaya çıkmıştır. Yine elde edilen formüle göre turp tohum partilerinde ticari eşik değeri olan %75 tahmini çimlenme oranı $435\text{-}446 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ Eİ değer aralığında yer almaktadır.

Turp tohum partilerinde gerçek NÇO değerleri ile tahmini NÇO değerleri arasında gerçekleştirilen regresyon eğrisi ve ilişkisi şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12 Farklı turp çeşitlerine ait 18 adet tohum partisinde 2. aşamada geliştirilmiş regresyon formülü kullanılarak elde edilen tahmini NÇO değerleri ile gerçek NÇO değerleri arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$

Şekil 4.12 incelendiğinde piyasadan temin edilen on sekiz farklı turp çeşidine ait tahmini ve gerçek NÇO değerleri arasındaki regresyon katsayısı $R^2=0.608$ olarak hesaplanmış ve bu iki değer arasındaki ilişki yüksek düzeyde ($p<0.001$) anlamlı bulunmuştur.

4.3.3 Marul (farklı çeşitler)

İkinci aşamada elde edilen formülün başarısının denenmesi amacıyla ticari olarak kullanılan 11 adet farklı marul tohumu piyasadan temin edilmiştir. Farklı marul çeşitlerine ait Eİ değerleri ile ikinci aşamada belirlenen formüle ($y=-0.0727x + 104.33$) göre elde edilen tahmini NÇO değerleri ve canlılık testi sonucunda belirlenen gerçek NÇO değerleri çizelge 4.33'te gösterilmektedir.

Çizelge 4.33 Farklı marul çeşitlerine ait 24. saat Eİ ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ölçüm değerleri ve regresyon formülü kullanılarak elde edilen tahmini NÇO (%) ve gerçek NÇO (%) değerleri

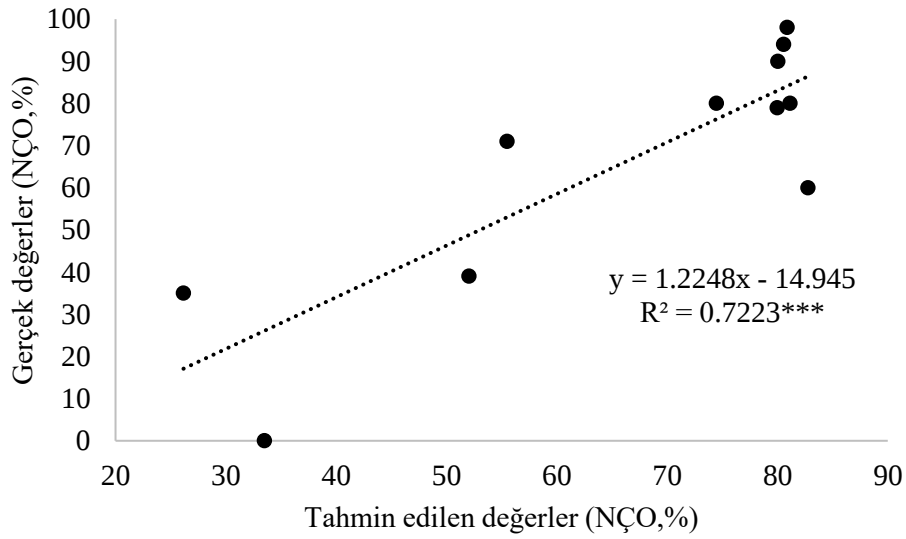
Parti no	24.saat Eİ ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	Tahmin edilen NÇO (%)	Gerçek değerler NÇO (%)
M3.3	297	83	60
M3.4	319	81	80
M3.5	322	81	98
M3.8	327	81	94
M3.2	334	80	90
M3.10	335	80	79
M3.1	411	74	80
M3.11	672	55	71
M3.6	719	52	39
M3.9	974	33	0
M3.7	1075	26	35

Farklı çeşitlere ait turp tohum partileri için çalışmanın birinci aşamasında belirlenen en uygun Eİ ölçüm saatinde (24.saat) gerçekleştirilen ölçüme göre; en düşük Eİ değeri M3.3

tohum partisinden $297 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak elde edilmiştir. M3.7 tohum partisi $1075 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ Eİ değeri ile en yüksek değere sahip olmuştur. Gerçek NÇO değerleri en düşük M3.9 tohum partisinden, en yüksek ise M3.5 tohum partisinden elde edilmiştir.

İkinci aşamada elde edilen formüle göre tahmin edilen NÇO değerleri %26 ile %83 arasında değişim göstermektedir. $319 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ Eİ değerine sahip M3.4 tohum partisinin gerçek NÇO değeri %80 olarak bulunmuş, tahmini NÇO değeri ise %81 olarak hesaplanmıştır. Yine aynı şekilde $335 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ Eİ değeri ile M3.10 tohum partisi %79 gerçek %80 ise tahmini NÇO değeri almıştır. Tüm bu veriler dikkate alındığında marul tohumlarında %75 tahmini çimlenme oranına denk gelen Eİ aralığı $397\text{-}410 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Farklı marul çeşitlerine (11 adet) ait gerçek ve tahmini NÇO değerlerini içeren regresyon eğrisi ve değerlere ait regresyon ilişkisi şekil 4.13'te görülmektedir.



Şekil 4.13 Farklı marul çeşitlerine ait 11 adet tohum partisinde 2. aşamada geliştirilmiş regresyon formülü kullanılarak elde edilen tahmini NÇO değerleri ile gerçek NÇO değerleri arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$)

Elde edilen regresyon eğrisi ve ilişkisine göre, farklı çeşitlere ait marul tohum partilerinde gerçek ve tahmini NÇO değerleri arasında yüksek düzeyde ($R^2=0.7223$, $p<0.001$) ilişki tespit edilmiştir.

4.3.4 Pırasa

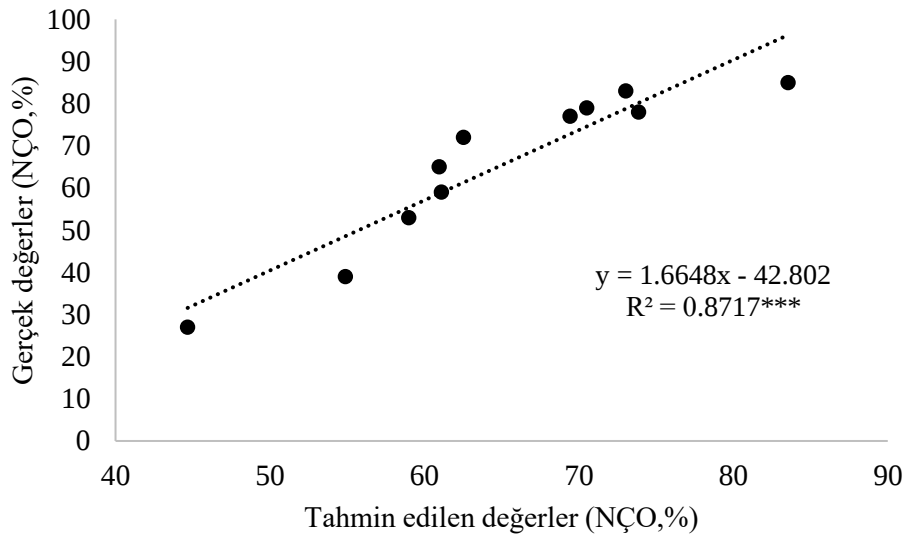
Pırasa tohumlarında üçüncü aşamada kullanılmak üzere piyasa araştırması yapılmış ancak İnegöl çeşidi dışında çok fazla çeşide rastlanmamıştır. Bu sebeple pırasa tohumlarında çalışmanın bu aşamasında; ikinci aşamasında elde edilen formülün ($y=-0.3846x + 183.24$) başarısının ölçülmesi amacıyla birinci aşamada yapay yaşlandırma ile elde edilen tohum partileri kullanılmıştır. Yapay yaşlandırma sonucunda elde edilen tohum partilerine ait Eİ ölçüm değerleri, gerçek NÇO değerleri ve ikinci aşamada belirlenen formüle göre elde edilen tahmini NÇO değerleri çizelge 4.34’de verilmiştir.

Çizelge 4.34 Yapay yaşlandırma sonucunda elde edilen tohum partilerine ait 24. saat Eİ ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ölçüm değerleri ve regresyon formülü kullanılarak elde edilen tahmini NÇO (%) ve gerçek NÇO (%) değerleri

Parti no	24.saat Eİ ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	Tahmin edilen NÇO (%)	Gerçek değerler NÇO (%)
P1	259	84	85
P4	284	74	78
P2	287	73	83
P3	293	71	79
P5	296	69	77
P6	314	63	72
P8	318	61	59
P7	318	61	65
P9	323	59	53
P10	334	55	39
P11	360	45	27

Çalışmanın birinci aşamasında elde edilen tohum partilerine ait Eİ ölçüm değerleri 259 ile 360 $\mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$ değer aralığında değişim göstermiştir. Gerçek NÇO değerlerinin %27 ile %85, tahmini NÇO değerlerinin ise %45 ile %84 arasında olduğu tespit edilmiştir. Pırasa tohum partilerinde çalışmanın birinci ve ikinci aşamasında belirlenen negatif doğrusal ilişki ile bağlantılı olarak; en düşük Eİ değerine sahip P1 tohum partisi en yüksek tahmini ve gerçek NÇO değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Yine aynı şekilde en yüksek Eİ değerine sahip P11 tohum partisi de en düşük gerçek ve tahmini NÇO değerine sahip olarak çalışmanın başarısını ortaya koymuştur. Pırasa tohumlarında elde edilen formülasyona göre %75 tahmini NÇO değerine denk gelen Eİ aralığı 281-282 $\mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır.

Yapay yaşlandırma sonucu elde edilen tohum partilerinde, gerçek NÇO değeri ve ikinci aşamada elde edilen formül ile elde edilen tahmini NÇO değerleri arasındaki regresyon eğrisi ve ilişkisi şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.14 Yapay yaşlandırma sonucunda elde edilen 11 adet pırasa tohum partisinde 2. aşamada geliştirilmiş regresyon formülü kullanılarak elde edilen tahmini NÇO değerleri ile gerçek NÇO değerleri arasındaki regresyon ilişkisi (***) : $p < 0.001$)

Pırasa tohumlarında gerçek ve tahmini NÇO değerlerine ait regresyon katsayısı $R^2=0.8717$ olarak bulunmuş olup, bu iki değer arasındaki ilişkinin $p<0.001$ düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

4.4 Dördüncü Aşama: Eİ ile NÇO arasında başarılı bir ilişki saptanan türlerde geliştirilen regresyon formülünün hibrit tohum partisinde başarısının denenmesi

4.3.1 Lahana (hibrit çeşitler)

Çalışmamızın bu aşamasında Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü'nün geliştirmiş olduğu iki adet hibrit beyaz lahana çeşidi kullanılmıştır. İkinci aşamada elde ettiğimiz regresyon formülünün hibrit lahana tohumlarında başarısının test edilmesi amacıyla tohumlar Eİ testine (24 saat) tabi tutulmuştur. Belirlenen regresyon formüle göre elde edilen tahmini ve gerçek NÇO değerleri ile Eİ ölçüm değerleri çizelge 4.35'te verilmiştir.

Çizelge 4.35 Hibrit lahana çeşitlerine ait 24. saat Eİ ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) ölçüm değerleri ve regresyon formülü kullanılarak elde edilen tahmini NÇO (%) ve gerçek NÇO (%) değerleri

Parti no	24.saat Eİ ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)	Tahmin edilen NÇO (%)	Gerçek değerler NÇO (%)
L4.1	195	90	86
L4.2	558	47	47

İki hibrit lahana çeşidinin Eİ değerleri sırasıyla 195 (L4.1) ve 558 $\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ (L4.2) olarak ölçülmüştür. Gerçekleştirilen çimlendirme testi sonucunda, Eİ ile NÇO arasındaki negatif doğrusal ilişkiye paralel olarak, L4.2 tohum partisinde NÇO değeri %47 ile düşük, L4.1 tohum partisinde ise %86 ile yüksek olarak tespit edilmiştir. Regresyon formülüne göre elde edilen tahmini değerler L4.1 tohum partisinde %90 olarak çok az bir farkla tahmin edilirken, L4.2 tohum partisinde %47 ile birebir sonuç vermiştir. Ayrıca çalışmada, lahana tohumları için belirlenen %75 NÇO değerine denk gelen Eİ ölçüm aralıklarına

göre ($318\text{-}326 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$); L4.1 lotunun $195 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ değeriyle yüksek canlılığa sahip olduğu, L4.2 lotunun ise $558 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ değeriyle %75 NÇO değerinin altında olduğu tahmin edilebilmektedir.



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırma bazı sebze tohumlarında normal çimlenme oranı ile tohumdan akan maddelerin elektriksel iletkenlik değeri arasında bir ilişkinin olup olmadığını, bunun türlere göre nasıl bir değişkenlik gösterdiğini ve elektriksel iletkenlik testinin tür içindeki farklı lotlarda ya da farklı çeşitler arasında normal çimlenme oranını tahmin etmede kullanılabilirliğini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmanın sonucunda; yapay yaşlanma ile aynı çeşide ait farklı tohum partilerinde veya farklı çeşitlere ait tohumlarda normal çimlenme oranı ile elektriksel iletkenlik arasında lahana, marul, pırasa ve turp tohumlarında istatistiksel olarak ($p<0.001$) anlamlı bir ilişki bulunurken; domates, biber, patlıcan, kavun, karpuz, soğan ve havuç türlerinde bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmamıştır. Ayrıca sonuçlar; lahana, turp, marul ve pırasa türleri için tezde geliştirilen regresyon formüllerinin normal çimlenmeyi tahmin etmede kullanılabilir olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 5.1). Çimlenme testlerinin türe göre değişmekle birlikte en az yedi gün (marul) sürmesi ve değerlendirmenin zaman alması açısından elektriksel iletkenlik testinin ise 24 saat gibi kısa bir zaman diliminde normal çimlenme hakkında ipucu vermesi tohum teknolojisi açısından avantajlı bir yaklaşım olarak öngörülmüştür.

Çizelge 5.1 NÇO ile Eİ arasında ilişki saptanan türlerde geliştirilen formüller ve formüllere göre elde edilen tahmini ve gerçek NÇO (%) değerleri arasındaki regresyon katsayıları (R^2)

Tür	Kullanılan regresyon formülü	R^2	%75 NÇO değerine karşılık gelen Eİ değerleri ($\mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$)
Lahana	$y=-0.1187x + 113.22$	0.8488***	318-326
Turp	$y=-0.0830x + 111.59$	0.608***	435-446
Marul	$y=-0.0727x + 104.33$	0.7223***	397-410
Pırasa	$y=-0.3846x + 183.24$	0.8717***	281-282

*** : $P<0.001$

Çalışmamızda lahana tohumlarında yapay yaşlandırma sonucunda tüm ölçüm saatlerinde (2, 4, 6, 8 ve 24 saat) Eİ ile NÇO arasında yüksek düzeyde anlamlılık ($p<0.001$) ve negatif doğrusal ilişki tespit edilmiştir. Bu ilişkiye ait korelasyon değerleri $r=-0.812$ ile -0.960 değişim göstermiştir. En yüksek korelasyon katsayısı 24.saatlik Eİ ölçüm zamanından elde edilerek $R^2=0.92$ olarak kaydedilmiştir. Aynı lahana çeşidine ait doğal yaşlanmış (firmalardan sağlanan tohumlarda) ticari lahana tohum partilerinde ise yapay yaşlandırma bulgularına paralel olarak Eİ ile NÇO arasında yüksek düzeyde anlamlı negatif bir ilişki ($r=-0.870$, $p<0.001$) ve bu ilişkiye ait regresyon değerinin $R^2=0.7577$ olduğu tespit edilmiştir. Bu aşamada elde edilen regresyon formülü ($y=-0.1187x + 113.22$) lahanada doğal yaşlanmış farklı çeşitlerde NÇO tahminin de kullanılmıştır. Bu kapsamda tahmin edilen ve gerçek NÇO değerleri arasındaki ilişki $p<0.001$ ($R^2=0.8488$) düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Elde edilen formüle göre minimum ticari satış yüzdesi olan %75 NÇO değerine denk gelen Eİ aralığı $318-326 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Taylor vd. (1995), lahana tohumlarında yaşlandırma sonucunda Eİ (24 saat) testinde yaşlanma oranına bağlı olarak amino asit sızıntısının arttığını belirtmişlerdir. Yine lahanada Mirdad vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada çalışmamıza paralel şekilde (yapay) yaşlandırma koşullarında Eİ ile canlılık arasındaki ilişkinin ($R^2> 0.92$, $p<0.001$) yüksek düzeyde anlamlılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Demir vd. (2008) doğal yaşlanmış ve kontrollü bozulma sonrası elde edilmiş iki lahana çeşidine ait tohum partilerinde Eİ ile NÇO arasında $p<0.001$ düzeyinde önemlilik tespit ettiklerini ve elde ettikleri regresyon formülüne göre beyaz lahana çeşidinde $278 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ kırmızı lahana çeşidinde ise $437 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ Eİ değerinin %75 NÇO değerine eşdeğer geldiğini bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda bulduğumuz %75 normal çimlenme değerine denk gelen $318-326 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ değerine oldukça yakın değerler olarak gözlenmektedir. Matthews vd. (2009) Yalova 1 lahana çeşidinde kontrollü bozulma öncesi ve sonrası Eİ testinin 17 veya 24.saatlerde tohum canlılığını ve fide çıkışını tahmininde kullanılabileceğini saptamışlardır.

Turp tohumlarında gerçekleştirdiğimiz çalışmada, yapay yaşlandırma sonucunda farklı ölçüm zamanlarında Eİ ile NÇO arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu çalışmada, korelasyon değerleri 2. saatte -0.726 ($p<0.05$) ile 24. saatte -0.886 ($p<0.001$) arasında değişim göstermiştir. Bu bulgulara dayanarak, en yüksek ilişki değeri olan 24 saat, en uygun ölçüm zamanı olarak belirlenmiş ve $R^2=0.9036$ olarak tespit edilmiştir. Doğal yaşlanmış

findık turp çeşitlerinde ise 24.saat Eİ ölçüm değerleri ile NÇO arasındaki ilişki $R^2=0.9036$ olarak bulunmuş olup yüksek düzeyde ($r=-0.951$, $p < 0.001$) anlamlılık tespit edilmiştir. Elde edilen $y=-0.0830x + 111.59$ formülüne göre tahmin edilen ve gerçek NÇO değerleri arasındaki ilişki $p < 0.001$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Bu formüle göre turp tohumlarında $435-446 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ değer aralığı %75 NÇO değerini temsil etmektedir. Khan vd. (2005) turp tohumlarında yaşlanmanın artmasıyla birlikte Eİ değerinin arttığını bildirmişlerdir. Demir vd. (2012) turp tohumlarında en uygun Eİ ölçüm zamanının 8 saat olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca kontrollü bozulma sonrası çalışmamıza paralel olarak Eİ ile NÇO arasındaki ilişkinin yüksek düzeyde önemli ($R^2 = 0.86$, $p<0.001$) olduğunu ve elde ettikleri regresyon formülünün NÇO değerini tahmin etmede kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Mavi vd. (2016) doğal yaşlanmış ticari turp tohumlarında çalışmamızla benzer şekilde istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit etmiş ve 1, 3 ve 5.saatlerin diğer okumaları öngördüğünü 17 ve 24 ölçüm saatlerinin de kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Pırasa yapay yaşlandırma sonucunda NÇO 24.saat Eİ ölçüm zamanında $r=-0.934$ korelasyon değeri ile yüksek düzeyde anlamlı ilişki ($R^2=0.8717$, $p<0.001$) göstermiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ticari pırasa İnegöl çeşitlerinde yine ilk aşama ile benzer şekilde $R^2=0.676$ değeri ile $p<0.001$ düzeyinde anlamlılık tespit edilmiştir. Pırasa tohumları için belirlenen regresyon formülüne ($y=-0.3846x + 183.24$) göre elde edilen tahmini ve gerçek NÇO değerleri arasındaki ilişkinin anlamlılığı ($p<0.001$) formülün doğruluğunu ortaya çıkarmıştır. Bu kapsamda pırasa tohumları için %75 NÇO değerini $281-282 \mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$ değerleri temsil etmektedir. Özden vd. (2017), gerçekleştirdikleri Eİ ve canlılık testi sonucunda, yaşlandırma süresinin artmasıyla birlikte canlılığın (toplam ve normal) düştüğünü ve Eİ değerlerinin arttığını tespit etmişlerdir. Doğal yaşlanmış tohumlarda da benzer şekilde %75 canlılık oranının altında kalan tohum partilerinde canlılık oranının düşüşüne paralel olarak Eİ değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Yapay yaşlandırılmış pırasa tohum partilerinde Eİ ile toplam ($R^2=0.958$, $p<0.001$) ve normal çimlenme yüzdeleri ($R^2=0.946$, $p<0.001$) arasındaki ilişki ile doğal yaşlanmış tohum partilerinin toplam ($R^2=0.958$, $p<0.001$) ve normal çimlenme yüzdeleri ($R^2=0.823$, $p<0.001$) arasındaki ilişkinin çalışmamızla benzer şekilde yüksek düzeyde anlamlı olduğunu bulmuşlardır.

Marul tohumlarında yapay yaşlandırma sonucunda Eİ ile NÇO arasındaki korelasyon ilişkisini temsil eden en iyi sonuçlar 2. ve 24. ölçüm saatlerinden ($r=-0.836$, $r=-0.881$, $p<0.001$) elde edilmiş ve yüksek korelasyon değerine sahip 24.saat ($R^2=0.7754$) baz alınmıştır. Doğal yaşlanmış ticari marul (kıvrıcık) çeşitlerinde 24.saat Eİ ve NÇO değerleri arasındaki ilişki $r=-0.902$ ve $R^2=0.8142$ olarak tespit edilmiştir. Bu aşamada elde edilen regresyon formülü ($y=-0.0727x + 104.33$) marulda doğal yaşlanmış farklı çeşitlerde NÇO tahminin de kullanılmıştır. Formülasyon sonucunda tahmin edilen ve gerçek NÇO değerleri arasındaki ilişki $p<0.001$ ($R^2=0.7223$) düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Elde edilen formüle göre %75 NÇO değerine denk gelen Eİ aralığı 397-410 $\mu\text{Scm}^{-1} \text{g}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Çalışmamızın aksine Devi vd. (2003) marul tohumlarının yapısında bulunan nüsellar membran sebebiyle Eİ testinin marulda işlerliğinin olmadığını bildirmişlerdir. Maruldaki sonuçlar bizim için yeni bir bulguya işaret etmektedir. Bu konuda daha detaylı çalışmalara devam edilmesi düşünülmektedir.

Araştırmamızın bir diğer önemli amacı, hibrit tohumlarda elektriksel iletkenlik (Eİ) ile tohum çimlenmesi arasındaki ilişkiyi belirlemektir. Bu kapsamda; elektriksel iletkenliğin etkili olduğu türler arasında sadece lahanada hibrit çeşit bulunmuş, pırasa ve turpta hibrit çeşit olmaması, marulda ise hibrit çeşitlerin kaplı olması nedeniyle bu türler denemeye dahil edilmemiştir. Temin edilen iki hibrit lahanaya tohumunun elde edilen regresyon formülüne ($y=-0.1187x + 113.22$) göre minimum ticari satış yüzdesi olan %75 NÇO değerine denk gelen Eİ aralığı ($318-326 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$) bakımından incelendiğinde; $195 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ Eİ değerine sahip lotun %86 gerçek ve %90 tahmini NÇO değerine, $558 \mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$ Eİ değerine sahip lotun ise %47 gerçek ve tahmini NÇO değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda lahanaya tohumlarında elde ettiğimiz formülün hibrit lahanaya tohumlarında da işler olduğu ortaya çıkmıştır. Sebze tohumlarında hibrit çeşitlerinin yoğun kullanım alanı bulması bu sahada çalışma yapmanın gerekliliğini ortaya koymaktadır. Sebzelerde hibrit tohum kullanımının geniş çaplı olması ve Eİ'nin hibritlerde de kullanılabilirliği hibrit tohum üreticileri için büyük fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Bu sonuç Eİ'nin; tohumun genetik yapısından bağımsız olarak çalıştığını ortaya koymaktadır. Araştırmanın bundan sonraki evresinde hibrit çeşitlerle çalışılarak elektriksel iletkenliğin etkinliğini saptamak önemli bir araştırma alanı olacaktır.

Elektriksel iletkenlik testinin tohum testi olarak kullanımı 1967'li yıllara dayanmaktadır. Matthews ve Bradnock, bezelyede yaptıkları ilk denemelerde tohumdan akan bazı organik ve inorganik bileşiklerin tohum kalitesi ve tarla çıkışı ile bağlantılı olabileceğini gözlemlemişlerdir (Matthews ve Bradnock, 1967). Bu ilişkinin, soğuk ve nemli topraklarda, İskoçya bezelye yetiştiriciliğinde tarla çıkış kayıplarına neden olduğunu ve bu kayıpların tohum lotunun ekimden önceki çıkış performansını tahmin etmek için elektriksel iletkenlik ölçümlerinin kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir. Bu bulgulara dayanarak daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalar sonucunda elektriksel iletkenlik testi sadece bezelye, soya fasulyesi ve fasulye türlerinde bir güç testi olarak kabul edilmiş ve yaygın kullanıma geçmiştir (ISTA 2022).

Tohumlarda yaşlanma; tohum üretimi, tohumun işlenmesi, kurutulması veya depolanması sırasında meydana gelen fizyolojik olayların tamamını kapsar (Powell, 2006; Matthews ve Powell, 2010; Özden vd. 2017). Elektriksel iletkenlik testinin temeli tohumdaki yaşlanma ile beraber hücre zarındaki tahribat ve buna bağlı olarak hücre içindeki eriyiklerin (şekerler, amino asitler, yağ asitleri, enzimler ve iyonlar) ortama akmasıdır (Simon ve Raja Harun 1972; Bewley ve Black, 1994; Taylor vd. 1995; Muasya vd. 2006; Ermiş vd. 2022). Bu akıntı ne kadar yüksek ise tohumda yaşlanma daha fazla, ne kadar düşükse yaşlanma o kadar azdır. Dolayısıyla elektriksel iletkenlik (EI) ile yaşlanma arasında doğrusal, tohum canlılığı arasında ise negatif doğrusal bir ilişki vardır. Bu ilişki çalışmamızda ele aldığımız lahana, turp, marul ve pırasa türlerinde hem yapay (Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4) hem de doğal yaşlanmış (Şekil 4.7, 4.8, 4.9, 4.10) tohum partilerinde elektriksel iletkenlik testi ile normal çimlenme oranı arasındaki ilişkide açıkça görülmüştür. Bu sonuç yaşlanmanın doğal ya da yapay olarak gerçekleşmesinin fizyolojik olarak bir farklılık göstermediğini ortaya koymaktadır.

Birçok sebze türünde çimlenme süresi farklılaşmakla beraber uzun süreler alabilmektedir. Örneğin; lahana 10, marul 7, pırasa 14 ve turp 10 gün gibi çimlenme sürelerine sahiptir. Tohum üreten firmalar için yüksek sayıda tohum partisi; her bir lot için yoğun emek, yüksek iş gücü ve zaman ihtiyacı anlamına gelir. Elektriksel iletkenlik testi gibi kısa sürede sonuç verebilen testler, bu iş yükünü hafifletecek ve efektif olarak çimlenme oranının belirlenmesini sağlayacaktır. Elektriksel iletkenlik testinin en belirgin ve önemli

özelliklerinden birisi çok hızlı karar verme mekanizması sağlamasıdır. Genel olarak elektriksel iletkenlik maksimum 24 saat içinde değerlendirilir ve tohum partisinin kalitesi hakkında fikir verir. Hatta bazı araştırmalarda türe göre değişmekle birlikte bu sürenin iki- dört saate kadar inebileceği öngörülmüştür (Khajeh-Hosseini ve Rezazadeh 2011). Ayrıca yapılan diğer bazı çalışmalarda Fransız fasulyesinde 2, lahanada 16, turpta bir iş günü içinde (1, 3 ve 5 saat), gece boyunca (17 saat) veya günlük rutin olarak (24 saat) ve kolzada 24 saatte (Demir vd. 2008, Mavi vd. 2016, Matthews vd. 2018, Ermiş 2022) Eİ testi ile tohum canlılığının belirlenebileceğini bildirmişlerdir. Bu bildirişlere paralel olarak; çalışmamızın birinci aşamasında (yapay yaşlandırma) Eİ ile NÇO arasında elde ettiğimiz korelasyon katsayılarına göre; lahana, turp ve marul türlerinde 2, 4, 6, 8 ve 24. ölçüm saatlerinde, pırasada ise sadece 24. ölçüm saatinde farklı düzeylerde olmak üzere ilişki tespit edilmiştir. Ancak çalışmamızın amacı tahmini NÇO değerini belirlemek olduğu için 4 türde de en yüksek korelasyon katsayısına sahip olan 24.saat ölçüm zamanı olarak diğer aşamalarda kullanılmıştır.

Eİ testi tohum çimlenmesinin tohum bitki üzerindeyken gelişiminin takip edilmesinde de kullanılabilir. Böylelikle en uygun hasat döneminin belirlenmesinin temelini oluşturabilir. Bitki üzerinde tohumun test edilmesi yaşlanmanın oluşumunu ve durumunu gözlemlemekte de kullanılabileceği düşünülmektedir.

Elektriksel iletkenlik testi ağırlıklı olarak yüksek canlılıkta olan tohum lotlarının güç performansını yani tarla çıkış potansiyelini test etmek amacıyla kullanılmıştır. Ancak son yıllarda yapılan çalışmalar elektriksel iletkenlik testinin tohum çimlenme oranının tahmin edilmesinde de potansiyel olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Nitekim bu amaçla yapılan çalışmalarda turp (Demir 2012; Mavi vd. 2016), lahana (Mirdad vd. 2006; Demir vd. 2008), tere (Özden vd. 2017), pırasa (Demir vd. 2012; Özden 2017), fasulye (Ermiş 2022) ve mercimek (Mokhtari 2023) türlerinde tohum çimlenme oranı ile elektriksel iletkenlik arasında negatif doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Bizim çalışmamıza ait sonuçlar lahana, turp ve pırasada daha önce yapılan çalışmalarla özdeş sonuçlar vermiş ve NÇO ile Eİ arasındaki negatif doğrusal ilişki tespit edilmiştir.

Tohum canlılığını belirlemek için yapılan iletkenlik testinin tüm türler için işlerliğinin olmadığı bazı bildirişlerde mevcuttur (McDonald, 1999). Nitekim ISTA (2022) esaslarında elektriksel iletkenlik testinin sadece baklagiller için evrensel anlamda güç testi olarak kullanılabileceği diğer türler için ise testlerin yürütülmesi gerektiği bildirilmektedir. Bunun sebebi olarak; bazı türlere ait tohumlarda, örneğin marul, kavun, soğan, domates ve biber gibi, suyun içeri girmesine izin veren ancak belirli elektrolitlerin dışarı difüzyonuna izin vermeyen yarı geçirgen nüsellar membranın varlığı olduğu düşünülmektedir. Yarı geçirgen bu nüsellar tabaka, su ve gazlar için geçirgen olan ancak bazı çözünen maddelerin değişimini kısıtlayan veya engelleyen bir doku olarak tanımlanır (Beresniewicz vd, 1995; Devi vd. 2003; Özden vd. 2017; Ermiş 2022). Bu sebeple bu tarz tohum yapısına sahip olan türlerde, tohum kabuğu geçirgenliğine dayalı tohum performansını tahmin etme yöntemlerinin uygulanması mümkün olmayabilir (Lv vd. 2017). Patlıcanda da Eİ testinin işler olmadığı bildirilmiştir (Demir vd. 2005). Daha önce yapılan çalışmalarla paralel olarak, çalışmamız sonucunda domates, biber, patlıcan, soğan ve kavun türlerinde Eİ ile NÇO arasında ilişki tespit edilememiştir.

Elektriksel iletkenlik testi sonuçlarının; tohum sayısı, sıcaklık, su hacmi ve ıslatma süresi gibi özelliklerin yanı sıra mekanik hasar veya böcek varlığı, tohumdaki nem içeriği seviyesi, kimyasal işlemler gibi çeşitli faktörler tarafından etkilendiği bilinmektedir (Baalbaki vd. 2009; Vieira ve Marcos-Filho 2020). Sivritepe vd. (2012) domates ve biberde 25 °C ve 50 tohum ile yaptıkları çalışmada domates için 150, biber için 200 mL distile suyun en uygun su miktarı olduğunu bildirmişlerdir. Yine nohutta da en uygun 150 mL su, 25 °C ve 50 tohum kombinasyonu uygun olarak belirtilmiştir (Araújo vd. 2022). Çalışmamızda elektriksel iletkenlik testi 50 adet tohum ile 40 mL distile suda, 20 °C sıcaklıkta ve karanlıkta gerçekleştirilmiştir. Havuç ve marul gibi küçük tohumlarda yüksek düzeyde sıvıda ölçüm yapıldığında akıntının az olması nedeniyle tohum partileri arasında fark yeterli seviyede olmayabilir. Bu nedenle bu türlere ait tohumlar için 20 mL distile su kullanılmıştır. Eİ ile NÇO arasında ilişki tespit edilemeyen türlerde ileriki çalışmalarda farklı sıcaklık, su hacmi ve tohum sayısı kombinasyonlarında çalışmalar yapılabileceği düşüncesi ortaya çıkmıştır.

Elektriksel iletkenlik ile tohum çimlenmesi arasındaki ilişkiyi belirleyen diğer bazı faktörlerde bulunmaktadır. Bunlardan birisi tohum ilaçlamasıdır. İlaçlanmış tohumlarda sıvı akıntısının daha yüksek olma ihtimali vardır. Bu bağlamda yapılacak testlerin tüm lotlarda ilaçlamadan yapılmasında yarar olabilir. Ancak bunu desteklemeyen araştırmalar da bulunmaktadır (Loeffler vd. 1988; Mavi vd. 2016; Özden 2017). Yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz gözlemler sonucunda ilaçlı tohumların Eİ değeri üzerinde etkisi olmadığı görülmüştür. Ancak kullanılan ilacın dozu ve kullanım şeklinin etkin olabileceği düşünülmektedir.

Elektriksel iletkenlik testini etkileyen diğer bir önemli faktör de tohum nemidir. Tohumun nem seviyesinin çok düşük olması su alım hızını arttırır ve bunun sonucu olarak tohumda emme (imbibisyon) hasarı meydana gelir. Düşük nem içeriğine sahip tohumlarda su emilimi sırasında, suyun kotiledonlara hızlı bir şekilde girmesinden kaynaklanır. Bunun sonucunda hücre ölümü gerçekleşir ve tohumlarda yüksek katı madde sızıntısı meydana gelir. Tohum nemi %10 ve üzerine çıkarılınca, su potansiyeli artarak tohum ile dış ortam arasındaki fark azalır. Tersine, tohum dokuları ne kadar kuruyorsa, su potansiyeli o kadar düşük olur ve tohum ile dış substrat (ıslatma suyu, laboratuvar çimlendirme ortamı veya toprak) arasındaki fark o kadar büyük olur (Powell ve Matthews, 1978; Matthews ve Powell 2006). Bu sebeple nem seviyesi düşük tohumlarda tohum neminin %10 ve üzerine çıkarılması su alım zararı olarak tanımladığımız zararın oluşmasını önleyerek elektriksel iletkenlik okumalarının daha sağlıklı olmasına olanak verir. Bu sebeple araştırmamızda, su alım zararının önüne geçmek amacıyla test öncesi tohum nemini bir miktar yükselttilerek ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Eİ' nin etkinliğini belirleyen bir diğer faktör tohum kabuğu rengidir. Koyu renkli fasulyelerde Eİ değerinin beyaz renkli olanlara oranla daha düşük olduğu ve bunun koyu renkli tohumlarda kabuk ile kotiledonun daha sıkı bağlanmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir (Powell vd. 1986; Demir 1996).

Bu araştırmada elektriksel iletkenlik testi normal çimlenme oranı ile ilişkilendirilmiştir. Bazı araştırmacılar elektriksel iletkenlik testini arazi çıkış oranı ile de bağlantılı bulmaktadır. Bu kapsamda tohumlar, yaşlanma veya emme hasarı embriyonun kritik

bölgelerinin ölümüyle sonuçlanmadığı sürece normal fideler üretilecektir. Hücre zarının zararlanması sonucu akan maddeler içinde aminoasitler, şekerler, yağlar, enzimler ve benzeri organik ve inorganik maddeler bulunmaktadır. Bu maddeler funguslar için beslenme ortamı sağlayabilir. Bu sebeple hasarlı veya ölü dokunun varlığı, *Pythium* spp. gibi toprak mantarlarının neden olduğu ortaya çıkma öncesi ölümlere yol açabilir ve dolayısıyla düşük canlılıktaki tohumların karakteristik özelliği olan çıkışın azalmasıyla sonuçlanır (Matthews ve Whitbread 1968, Matthews 1971, Ermiş 2022). Ayrıca fungusların tohum etrafındaki oksijen miktarını da azaltarak çıkış oranını düşürdüğü öngörülmüştür.

Önceki çalışmalardan bazıları, yaşlanma mekanizmasının yapay ve doğal yaşlanma koşulları altında aynı olup olmadığını sorgulamıştır (Powell ve Harman, 1985). McDonald (1999) membran bütünlüğünün azalmasının ve dolayısıyla sızıntının artmasının yapay (yüksek tohum nemi ve sıcaklığı) ve doğal (düşük tohum nemi içeriği ve sıcaklığı, yani perakendeci satış noktaları) yaşlandırma koşullarında farklılık gösterebileceğini öne sürmüştür. Yapılan diğer bazı çalışmalarda ise; yapay olarak yaşlandırılmış tohum partileri ile elde edilen lotlarda çeşit içi ya da çeşitler arası farklılık bulunmamaktadır (Muasya 2006; Demir 2008, Özden vd. 2017). Bu araştırmada biz aynı çeşide ait yapay yaşlandırılmış tohum partileri oluşturmakla kalmayıp, elektriksel iletkenlik ve çimlenme oranı arasındaki ilişkiyi çeşit içi ve çeşitler arası farklılıklara dayandırarak çeşitler arasında farklılık olmadığı belirlenmiştir.

Sonuçlarımız hem yapay yaşlandırma hem çeşit içi hem de çeşitler arası ilişkinin test edilmesi sonucu elektriksel iletkenlik testinin çimlenme ile turp, lahanası, marul ve pırasa tohumlarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde ilişki olduğunu ve bu ilişkinin çeşit farklılığından bağımsız olarak gerçekleştiğini ortaya koymaktadır (Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10). Bu sonucun 3 önemli yönü olabilir: A) Elektriksel iletkenlik testi aynı çeşit içinde farklı ekolojik ortamlarda üretilen tohum partilerinden bağımsız olarak tohum kalitesi ile bağlantılıdır. B) Çeşit farklılığı (genetik değişkenlik) elektriksel iletkenlikteki değişimi etkilememektedir. C) Yapay ya da doğal yaşlandırma elektriksel iletkenlikteki değişimi etkilememektedir. Elde edilen bu sonuçlar tohum üretici ve pazarlamacısının test sonuçlarına göre lahanası, turp, marul ve pırasa da herhangi bir tohum partisinde

çimlenme düzeyini elektriksel iletkenlik testi ile öngörülebiyecek olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu araştırmanın sonuçları tohum teknolojisi açısından tohum ticaretinde hızlı karar verme mekanizmalarını işletmede yarar sağlayabilir. İthalat veya ihracat yaparken acil durumlar söz konusuysa, elektriksel iletkenlik testi, tohum alım veya ihraç kararlarınızı hızlandırmanıza yardımcı olabilir. Bu sayede zamandan tasarruf ederek iş akışı optimize edilebilir. Tohum depolama süreci boyunca, çimlendirme testi yapmadan tohum canlılık seviyesini önceden tahmin etmek büyük bir avantajdır. Özellikle bir önceki yıl veya yıllardan kalma ekimi yapılacak tohumlarda canlılığın istenilen seviyenin altına düşme riski yüksektir. Bu durumda, elektriksel iletkenlik testi ile tohum canlılığı periyodik olarak kontrol edilebilir. Sonuçlara göre tohumlar depolanmaya devam ettirilebilir veya pazara sunulabilir. Bu yöntem, özellikle aynı yıl üretilen ancak tüm tohumların satılmadığı durumlarda sağlıklı tohum kullanımında kritik önem taşır (Colete vd. 2004; Demir vd. 2012; Özden vd. 2017; Araujo vd. 2022).

Ticari depolamadan birçok türde ideal çimlenme sınırı %75 ve üzeridir; gen bankalarında ise bu sınır %85 olarak belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik testi ile bu alt sınırlarda akıntının hangi seviyede olması gerektiğini bulmak, gen bankalarında depolarda depolanan on binlerce örneği tohum canlılığını test etmeden belirlemeye yarayabilir. Böyle bir yöntemin gen bankası teknolojisine katkısı büyük olacaktır. Bu kapsamda çalışmanın en önemli bulgularından biri çizelge 5.1’ de elde edilen referans değerlerdir. Ticari tohum partilerinin %75 normal çimlenme oranına (NÇO) sahip olmaları durumunda, elektriksel iletkenlik (Eİ) değerlerinin belirlenmesi, gelecekteki çalışmalar için referans olarak kullanılabilir. Bu referans değerler, tohumların fizyolojik kalitesini ve canlılığını değerlendirmede standart bir ölçüt sağlar, böylece araştırmacılar ve tohum üreticileri daha tutarlı ve güvenilir sonuçlar elde edebilir.

Elektriksel iletkenlik testinin bazı türlerde, tek tek tohumdan akan maddeleri ölçen metotlarla gerçekleştirildiği bilinmektedir. Bezelye, soya fasulyesi, pamuk, fasulye, mısır ve küçük tohumlu bitkilerle yapılan çalışmalar, tek tohum sızıntı suyu iletkenliğinin analizinin hem standart çimlenmeyi hem de tohum canlılığını gösterebileceğine dair kanıt

sağlamıştır (Hepburn vd. 1984). Bu çalışmada, belirli bir sayıdaki (50 adet) tohumlar, yine belirli bir orandaki sıvıda birlikte tutarak (bulk) sıvıdaki akıntı ölçülmüştür. Ancak, bazı araştırmalar her bir tohumun ayrı bölmelerde sızıntısının belirlendiği tekli tohum ölçümleri yapmışlardır. Tekli tohum ölçüm yöntemi, tohum partisi içindeki tohumların olgunluk ve yaşlanma farklılıklarını dikkate alarak gerçekleştirilen bir ölçüm metodudur. Lahanagillerde olduğu gibi bazı türlerde tohumlar, kapsüllerde bitkinin alt kısmından üste doğru kademeli şekilde olgunlaşır. Bu da, tek seferde yapılan tohum hasatlarında tohumların farklı olgunluk seviyelerinde olmasına ve buna bağlı olarak tohum yaşlanmasının farklılık göstermesine neden olabilir. Tekli tohum ölçüm metodunun uygulanması, özellikle kademeli tohum olgunlaşması olan lahanagillerde, tohumdan tohuma olgunluk ve yaşlanma farklarını da ortaya koyabileceği düşünülmektedir. Ancak tekli tohum Eİ ölçümleri için geliştirilmiş özel ekipmanlara gerek vardır. Bu nedenle, araştırmamızda da kullanmış olduğumuz bulk (toplu) yöntemi, geniş çaplı uygulamalar için daha uygun bir seçenek olarak öne çıkmaktadır (Ermış 2022).

2006 yılında çıkarılan 5553 sayılı tohumculuk kanunu, tohumların kalitesini ve çimlenme oranlarını düzenleyerek tarımsal üretimin standardizasyonunu sağlamayı amaçlamıştır. Bu kanun kapsamında, satışta olan tohumların çimlenme oranlarının %75 ve altında olması durumunda üreticiye cezai işlem öngörülmektedir. Ancak, bayilerin satış noktalarında her zaman uygun koşulların sağlanamaması ve tohumların farklı ortamlarda muhafaza edilmesi, tohum çimlenme oranlarını zamanla düşürebilir. Bu durumda, üretici firmaların tohum çimlenmesi konusunda hızlı ve etkili bir şekilde bilgi sahibi olması önemlidir. Elektriksel iletkenlik ölçümleri, bu süreci kolaylaştırabilir. Satış noktalarında elektriksel iletkenlik ölçümü sık sık yapılarak tohumların kalitesi hakkında hızlı bir tahmin elde edilebilir. Ayrıca, elektriksel iletkenlik ölçümleri ağırlık yerine tohum sayısı ile de yapılabilir. Bu sayede laboratuvar koşullarında tohumları tartmadan, daha pratik bir şekilde ölçüm yapmak mümkün olabilir.

Ticari satış noktalarında ya da sahada elektriksel iletkenlik ölçümü yapmanın bir diğer kolaylığı portatif taşınabilir elektriksel iletkenlik aletlerinin olmasıdır. Elde taşınabilen ve ticari satış noktasında ölçüm olanağı veren bu ekipmanlar tohum çimlenmesinin hızlı

şekilde tahminde yardımcı olabilir tohum ticaretinin sağlıklı yapılmasına da destek olunacaktır.

Çalışmanın sonuçları şu şekilde verilebilir;

1. Elektriksel iletkenlik testi lahana, pırasa, turp ve marul tohumlarında normal çimlenme oranının tahmininde hızlı ve efektif bir yol olarak kullanılabilir.
2. Elektriksel iletkenlik testi sonuçları çeşit içinde aynı genetik yapıya sahip lotlarda ya da farklı çeşitler arasında başarılı bulunmuştur. Bu açıdan elektriksel iletkenlik testinin tür bazlı olarak işlerliğinin olduğunu ileri sürebiliriz.
3. Elektriksel iletkenlik testi ticari tohum firmaları, gen havuzlarında bulunan materyalin çimlenme oranlarının öngörülmesi ve gen bankalarındaki örneklerin çimlenme seviyesinin takibinde yararlı olabilir. Bu kapsamda ki çalışmalara da hız verebilir.
4. Tohum depolama sürecinde tohum canlılığının riskli olabilecek seviyelere inmeden tohumun kullanılmasına ya da depolama sürecinin devam etmesine karar verilerek bu tohum partilerinin kullanımına yön çizebilir.
5. Elektriksel iletkenlik testi, ucuz, kolay, pratik ve hızlı sonuç verebilme özellikleri nedeniyle tercih edilen bir tohum kalite testi olarak öne çıkmaktadır. Bu test, çok detaylı bir eğitim ve deneyim gerektirmemesi nedeniyle de kullanımı yaygın ve erişilebilirdir.
6. Hibrit lahana tohumlarında elde edilen olumlu sonuçlar baz alınarak, bundan sonraki evrelerde diğer türlere ait hibrit tohum çeşitlerinde elektriksel iletkenlik testinin kullanım olanakları araştırılabilir.

KAYNAKLAR

Anonim, 2024. Bitkisel Üretim Genel Genel Müdürlüğü, Tohumculuk İstatistikleri

Anonim 2024. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim Verileri. www.tuik.gov.tr.

Abdel Samad, I.M.; Pearce, R.S. 1978. Leaching of ions, organic molecules, and enzymes from seeds of peanut (*Arachis hypogea* L.) imbibing without testas or with intact testas. Journal of Experimental Botany, v.29, p.1471-1478.

Abdul-Baki, A.A. 1980. Biochemical aspects of seed vigour. HortScience, v.15, p.765-771.

Araújo, J.D.O.; Dias, D.C.F.D.S.; Miranda, R.M.D.; Nascimento, W.M. 2022. Adjustment of the electrical conductivity test to evaluate the seed vigor of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Journal of Seed Science, v. 44.

Artola, A. ve Carrillo-Castaneda, G. 2005. The bulk conductivity test for birdsfoot trefoil seed. Seed Science and Technology, 33, 231-236.

Baalbaki, R.; Elias, S.; Marcos-Filho, J.; McDonald, M.B. 2009. Seed vigor testing handbook, AOSA, Ithaca, NY, USA. 341p.

Beresniewicz, M. M., Taylor, A. G., Goffinet, M. C., and Koeller, W. 1995. Chemical nature of a semipermeable layer in seed coats of leek, onion (Liliaceae), tomato and pepper (Solanaceae). Seed Sci. Technol. 23, 135-145.

Bewley, J.D.; Black, M. 1994. Seeds: Physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 444p.

Colete, J.C.F., Vieira, R.D., Dutra, A.S. 2004. Electrical Conductivity And Soybean Seedling Emergence. Scientia Agricola, 61(4), 386-391

Dadlani, M. and Agrawal, P.K., 1983. Factors influencing leaching of sugars and electrolytes from carrot and okra seeds. Scientia Hort., 19: 39-44.

Demir, I. ve Ellis, R. H. 1992a. Changes in seed quality during seed development and maturation in tomato. Seed Science Research 2, 81-87.

Demir, I. ve Ellis, R.H. 1992b. Development of pepper seed quality. Annals of Applied Biology 121, 385-399.

Demir, I. 1996. The effects of testa colour, temperature and seed moisture content of occurrence of imbibition damage in beans. Turkish J. Agri Forest. 20: 295-298.

- Demir, I., Ermiş, S., Okçu, G. and Matthews, S. 2005. Vigour tests for predicting seedling emergence of aubergine (*Solanum melongena* L.) seed lots. *Seed Science and Technology*, 33, 481-484.
- Demir, I., Mavi, K., Kenanoglu, B.B. and Matthews, S. 2008. Prediction of germination and vigour in naturally aged commercially available seed lots of cabbage (*Brassica oleracea* var capitata) using the bulk conductivity method. *Seed Science and Technology*, 36, 509-523.
- Demir, I., Cebeci, C. and Guloksuz, T. 2012. Electrical conductivity measurement to predict germination of commercially available radish seed lots. *Seed Science and Technology*, 40: 229-237.
- Demir, I., Kenanoglu, B. B. ve Ozden, E. 2019. Seed vigour tests to estimate seedling emergence in cress (*Lepidium sativum* L.) seed lots. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 47(3), 881-886.
- Devi, L. Chitra, Kant, K., Dadlani, M. 2003. Effect of size grading and ageing on sinapine leakage, electrical conductivity and germination percentage in the seed of mustard (*Brassica juncea* L.). *Seed Science and Technology*, 31(2), pp. 505-509(5)
- Ermis, S., Kara, F., Ozden, E. Demir, I. 2016. Solid matrix priming of cabbage seed lots: repair of ageing and increasing seed quality. *Tarim Bilimleri Dergisi* 22(4): 588-595.
- Ermis, S. 2022. Prediction of Germination Percentage Through Electrical Conductivity in White and Coloured Coated French Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Legume Research*, 45(12): 1528-1531
- Fick, G. L. ve Hibbard, R. P. 1926. A Method For Determining Seed Viability By Electrical ConDuctivity Measurements. *Papers of the Michigan Academy of Science, Arts, and Letters*, 5, 95-103.
- Groot, S.P.C., De Groot, L., Kodde, J., and Treuren, Van R. 2014. Prolonging the longevity of ex situ conserved seeds by storage under anoxia. *Plant Genetic Resources* 13: 18-26.
- Hamman, B., Halmajan, H. and Egli, D.B. 2001. Single seed conductivity and seedling emergence in soybean. *Seed Science and Technology*, 29, 575-586.
- Hampton J. G., Lungwangwa A.L. and Hill K.A. 1994. The bulk conductivity test for Lotus seed lots. *Seed Science and Technol.* 22: 177-180.
- Hampton, J.G. and D.M. TeKrony. 1995. Handbook of vigour test methods. 3rd ed. International Seed Testing Ass., Zurich, Switzerland.

- Hepburn, H.A., Powell, A.A. and Matthews, S. 1984. Problems associated with the routine application of electrical conductivity measurements of individual seeds in the germination testing of peas and soyabeans. *Seed Science and Technology*, 12, 403-413.
- Hibbard, R.P. ve Miller, E.V. 1928. Biochemical studies on seed viability I Measurements of conductance and reduction. *Plant Physiology*, 3, 335-352.
- ISTA, 1995. Handbook for vigour test methods (eds: J. G. Hampton and D. M. TeKrony) 3rd edition. ISTA, Zurich, Switzerland.
- ISTA, 2012. International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- ISTA, 2020. International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- ISTA, 2022. International Rules for Seed Testing, Edition International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- Khajeh-Hosseini, M., Rezazadeh, M. 2011. The electrical conductivity of soak-water of chickpea seeds provides a quick test indicative of field emergence. *Seed Science and Technology* 39(3):692-696.
- Khan, M.M., Iqbal, M.J. and Abbas, M. 2005. Loss of viability correlates with membrane damage in aged turnip (*Brassica rapa*) seeds. *Seed Science. & Technology*, 33, 517-520
- Korkmaz, A., Özbay, N. and Eser, B. 2004. Assessment of vigor characteristics of processing tomato cultivars by using various vigor tests. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3(2), 181-186.
- Legesse N, Powell AA, 1996. Relationship between the development of seed coat pigmentation, seed coat adherence to the cotyledons and the rate of imbibition during the maturation of grain legumes. *Seed Science and Technology*, 24(1): 23-32.
- Loeffler, T.M., TeKrony, D.M. and Egli, D.B. 1988. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. *Journal of Seed Technology*, 12, 37-53.
- Lott, J.N.A.; Cavdek, V.; Carson, J. 1991. Leakage of K, Mg, Cl, Ca and Mn from imbibing seeds, grains and isolated seed parts. *Seed Science Research*, v.1, p.229-233.
- Ly, Y.Y., He, X.Q., Hu, X.W. and Wang, Y.R. 2017. The Seed Semipermeable Layer and Its Relation to Seed Quality Assessment in Four Grass Species. *Front. Plant Sci.* 8:1175,1-9

- Marin, M., Laverack, G., Powell, A. A. ve Matthews, S. 2018. Potential of the electrical conductivity of seed soak water and early counts of radicle emergence to assess seed quality in some native species. *Seed Science and Technology*, 46(1), 71-86.
- Matthews, S. ve Bradnock, W. T. 1967. The detection of seed samples of wrinkle-seeded peas (*Pisum sativum* L.) of low planting value. *Proceedings of the International Seed Testing Association*, 32, 553-563.
- Matthews, S. and Whitbread, R. 1968. Factors influencing pre-emergence mortality in peas. 1. An association between seed exudates and the incidence of pre-emergence mortality in wrinkle-seeded peas. *Plant Pathol.* 17, 11- 17.
- Matthews, S. 1971. A study of seed lots of peas (*Pisum sativum* L.) differing in predisposition to pre-emergence mortality in soil. *Ann. Appl. Biol.* 68, 177-83.
- Matthews, S. ve Rogerson, N.E. 1976. The influence of embryo condition on the leaching of solutes from pea seeds. *Journal of Experimental Botany*, 27, 119-125.
- Matthews, S. and Powell, A. 2006. Electrical conductivity vigour test: physiological basis and use. *Seed Testing International*, 131(131), 32-35.
- Matthews, S., Demir, I., Celikkol, T., Kenanoglu, B.B. and Mavi, K. 2009. Vigour tests for cabbage seeds using electrical conductivity and controlled deterioration to estimate relative emergence in transplant modules. *Seed Science and Technology*, 37, 736-746.
- Matthews, S. and Powell, A.A. 2010. Seed viability and vigour. In *Seed Science and Technology*, N.C. Singhal ed. (Kalyani Publishers, New Delhi), p 117-148.
- Matthews, S., 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., Mavi, F., Demir, I. and Matthews, S. 2014. Electrical conductivity of seed soak water predicts seedling emergence and seed storage potential in commercial seed lots of radish. *Seed Science and Technology*, 42, 76-86.
- Mavi, K., Powell, A. A. ve Matthews, S. 2016. Rate of radicle emergence and leakage of electrolytes provide quick predictions of percentage normal seedlings in standard germination tests of radish (*Raphanus sativus*). *Seed Science and Technology*, 44(2), 393-409.
- McDonald, M.B. and Wilson, D.O. 1979. An assessment of the standardization and ability of the rapidly predict soybean germination. *Journal of Seed Technology*, 4, 1-11.

- McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *Seed Science and Technology*, 27, 177-237.
- Mirdad, Z., Powell, A. A. ve Matthews, S. 2006. Prediction of germination in artificially aged seeds of *Brassica* spp. using the bulk conductivity test. *Seed Science and Technology*, 34(2), 273-286.
- Mokhtari, N. E. P. .2023.Standardization of vigour test to predict field emergence and difference of seed vigour among lentils (*Lens culinaris* L.) seed lots," *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*: Vol. 47: No. 2, Article 8.
- Muasya, R.M., Lommen, W.J.M., Auma, E.O. and Struik, P.C. 2006. Evaluation of variation in individual seed electrical conductivity in common bean (*Phaseolus vulgaris*) seed lots *Seed Science & Technol.*, 34, 621-632
- Oliveira, M.A., Matthews, S. and Powell, A. 1984. The role of split seed coats in determinig seed vigour in commercial seed lots of soybean, as measured by the electrical conductivity test. *Seed Science and Technology*, 12, 659- 668.
- Ozden, E., Delialioglu, R. A., Hussein, S. and Demir, I. 2017a. Prediction of germination of commercially available seed lots by regression models developed by artificial and natural ageing and electrical conductivity in leek. *Seed Science and Technology* 45:465-474.
- Ozden, E. Memis, N. Kapcak, D., Durmus, E. Ozdamar, C. Ozdemir, M. and Demir I. 2017b. Electrical conductivity relates seed germination in Cress. 2nd International Balkan Agriculture Congress 16-18 May 2017. Congress Book, page 476-481 Tekirdağ / Turkey.
- Ozden, E., Ermis, S., ve Demir, İ. 2019. Evaluation of seed vigour in White coat French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed lots under waterlogged or field capacity conditions. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(4), 1860-1865.
- Ozden, E., Memis, N., Gokdas, Z., Catikkas, E., Demir, I. 2020. Seed Vigour Evaluation of Rocket (*Eruca sativa* Mill.) Seed Lots. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(3): 1486-1493.
- Ozden, E., Memis, N., Kenanoglu, B. B. ve Demir, İ. 2021. Vigour Assessment of Dill (*Anethum graveolens* L.) Seed Lots in Relation to Predicting Seedling Emergence Potential. *Journal of Agricultural Sciences*, 27(1), 50-55.
- Panobianco, M., Vieira, R.D., Krzyzanowski, F.C., França-Neto, J.B. 1999. Electrical conductivity of soybean seed and correlation with seed coat lignin content. *Seed Science and Technology*, v.27, p.945-949.

- Panobianco, M., Vieira, D. R., Perecin, D. 2007. Electrical conductivity as an indicator of pea seed aging of stored at different temperatures. *Scientia Agrícola* 64(2), 119-124.
- Pereira, M. D.; Martins Filho, S. 2012. Suitability of electrical conductivity test for *Solanum sessiliflorum* seeds. *Revista Agrarian*, v.5, n.16, p.93-98.
- Pesis, E.; Timothy, J.N. 1983. Viability, vigor, and electrolytic leakage of muskmelon seeds subjected to accelerated aging. *Hortscience*, v.18, p.242-244.
- Powell, A.A. and Matthews, S. 1978. The damaging effect of water on dry pea embryos during imbibition. *Journal of Experimental Botany*, 29, 1215-1229.
- Powell, A.A. and Harman, G.E. 1985. Absence of a consistent association of changes in the membranal lipids with the ageing of pea seeds. *Seed Science and Technology*, 13, 659-667.
- Powell, A.A., Oliveira, M. De A. and Matthews, S. 1986. The role of imbibition damage in determining the vigour of White and coloured seed lots of dwarf French Beans (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Experimental Botany*. 37(178): 716-722.
- Powell, A.A. 1988. Seed vigour and field establishment. *Advances in Research and Technology of Seeds*, 11, 29-61.
- Powell, A.A. 1989. The importance of genetically determined seed coat characteristics to seed quality in grain legumes. *Annals of Botany* 63:169-175.
- 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.
- Prado, JP., Krzyzanowski, FC., Martins, CC., Vieira, RD. 2019. Physiological potential of soybean seeds and its relationship to electrical conductivity. *Journal of Seed Science*, 41(4):407–415.
- Priestley, J. T. 1958. Relation of protoplast permeability to cotton seed viability and predisposition to seedling disease. *Plant Disease Reporter*, 42(7), 852.
- Radke, A. K., Maass, D. W., Pieper, M. S., Xavier, F. M., Martins, A. B. N., Vergara, R. O., Meneghello, G. E. 2018. Electrical Conductivity Test to Evaluate the Physiological Quality of *Salvia hispanica* L. Seeds. *Journal of Agricultural Science*, 10(3), 377-383.
- Rosa, T. D. A., Nadal, A. P., Maldaner, H. R., Soares, V. N., Gadotti, G. I. ve Villela, F. A. 2018. Electrical conductivity and accelerated aging in amaranth (*Amaranthus crueentus* L.) seeds. *Journal of Seed Science*, 40, 44-51.

- Shephard, H.L., Naylor, R.E.L. 1996. Effect of seed coat on water uptake and electrolyte leakage of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench seeds. *Annals of App Biol*, 129: 125-136.
- Simon, E.W.; Raja Harun, R.M. 1972. Leakage during seed imbibition. *Journal of Experimental Botany*, v.23, p.1076-1085.
- Sivritepe, H. Ö., Şentürk, B., Teoman, S. 2012. Domates ve biber tohumlarında elektriksel iletkenlik testleri. *Bursa Tarım Kongresi*, 27-29 Eylül, Bursa.
- Sung, J.M., and Chang, Y.H. 1993. Biochemical activities associated with priming of sweet corn seeds to improve vigor. *Seed Science and Technology*, 21, 97-105.
- Tao, J.K.L. 1978. Effects of soil water holding capacity on the cold test for soybeans. *Crop Science*, 18, 979-982.
- Taylor, A.G.; Lee, S.S.; Beresniewicz, M.M.; Paine, D.H. 1995. Amino acid leakage from aged vegetable seeds. *Seed Science and Technology*, v.23, p.113-122.
- Trawatha, S.E., Steiner, J.J. and Bradford, K.J. 1990. Laboratory vigor tests used to predict pepper seedling field emergence performance. *Crop Science*, 30, 713-717
- Wang, Y.R., Hampton, J.G. and Hill, M.J. 1994. Red clover vigour testing-Effects of three test variables. *Seed Science And Technology*, 22, 99-105.
- Wang, Y. R., Yu, L., Nan, Z. B., ve Liu, Y. L. 2004. Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in four forage species. *Crop science*, 44(2), 535-541.
- Vertucci, C.W. and Leopold, A.C. 1984. Bound water in soybean seed and its relation to respiration and imbibitional damage. *Plant Physiology*, 75, 114-117.
- Vieira. R.D., TeKrony, D.M ., Egli, D.B., Rucker, M. 2001. Electrical conductivity of soybean seeds after storage in several environments. *Seed Science & Technology*, 29, 599-608
- Vieira, R.D.; Marcos-Filho, J. 2020. Teste De Condutividade Elétrica. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R. D.; França-Neto, J.B.; Marcos-Filho, J. (Eds.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES,. p.333-388.