



**T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**TÜRK FINDIĞI (*Corylus colurna* L.) TOHUMLARININ
FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

DOKTORA TEZİ

Mehmet KALKAN

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Silvikültür Programı

HAZİRAN 2023

**T.C.
BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**TÜRK FINDIĞI (*Corylus colurna* L.) TOHUMLARININ
FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

DOKTORA TEZİ

**Mehmet KALKAN
(182082602)**

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Silvikültür Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa YILMAZ

HAZİRAN 2023

BTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 182082602 numaralı Doktora Öğrencisi Mehmet KALKAN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “TÜRK FINDIĞI (*Corylus colurna* L.) TOHUMLARININ FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Mustafa YILMAZ**
Bursa Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Derya EŞEN**
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

Prof. Dr. Servet ÇALIŞKAN
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Doç. Dr. Salih PARLAK
Bursa Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Kamil ERKEN
Bursa Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi :
Savunma Tarihi : 19/06/2023

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Bursa Teknik Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, 221O141 numaralı TÜBİTAK-1002 projesi ile desteklenmiştir.

İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Mehmet KALKAN

İmzası:

Eşim Buse ve biricik kızım Dünya Deniz'e,

ÖNSÖZ

“Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.) Tohumlarının Fizyolojisi Üzerine Araştırmalar” adlı bu çalışma, Bursa Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Türk fındığı ülkemizin kıymetli ağaç türlerinden birisidir. Nesli tehlike altında olmaya aday bu türün tohum fizyolojik özellikleri hakkında bilgi açığının bulunması bu çalışmanın yapılmasını gerekli kılmıştır. Ülkemizde farklı bölgelerde birbirinden kopuk popülasyonlardaki Türk fındığı tohumlarının fizyolojik, morfolojik ve kimyasal karakteristikleri ortaya çıkarılarak irdelenmeye çalışılmıştır.

Tez çalışmasının her aşamasında her konuda yol gösteren ve değerlendirmede sürecinde ilgisini eksik etmeyen Sayın Hocam Prof. Dr. Mustafa YILMAZ’a içtenlikle teşekkürlerimi sunarım. Aynı şekilde doktora jürimde yer alan Prof. Dr. Derya EŞEN, Prof. Dr. Servet ÇALIŞKAN, Doç. Dr. Salih PARLAK ve Dr. Öğr. Üyesi Kamil ERKEN’e destek ve katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Arazi ve laboratuvar çalışmaları boyunca benden yardımlarını esirgemeyen eşim ve aileme desteklerinden dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca TÜBİTAK-1002 Hızlı Destek Programı 221O141 proje numarasıyla bu çalışmaya verdiği maddi destekten dolayı TÜBİTAK’a teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, OGM bünyesi altında yer alan Bursa, Kütahya, Eskişehir, Isparta, Ankara, Bolu, Kastamonu ve Amasya Orman Bölge Müdürlüğü çalışanlarına yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışmanın bilim dünyasına, ülkemiz ormancılığına ve konuyla ilgilenenlere yararlı olmasını dilerim.

Haziran 2023

Mehmet KALKAN
(Orman Y. Müh)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	x
SEMBOLLER	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
SUMMARY	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1 Türk Fındığının Doğal Yayılışı ve Botanik Özellikleri	3
1.2 Tohumların Morfolojik Özellikleri ve Olgunlaşma	6
1.3 Çimlenme Özellikleri ve Tohum Canlılığı.....	9
1.4 Çimlenme Engeli (Dormansi) ve Katlama	11
1.4.1 Dormansi.....	11
1.4.2 Katlama ve Önişlemler.....	15
1.5 Tohumların Saklanması.....	16
1.6 Tohumların Kimyasal Yapısı	18
1.7 Literatür Araştırması	18
2. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....	23
2.1 MATERYAL.....	23
2.1.1 Tohum materyali	23
2.1.2 Tohumların ayıklanması ve muhafazası	28
2.1.3 Araştırmada kullanılan araç ve gereçler.....	28
2.2 YÖNTEM.....	30
2.2.1 Tohumun morfolojik özellikleri.....	30
2.2.2 Tohumun kimyasal özellikleri	30
2.2.3 Tohum canlılığının belirlenmesi	32
2.2.4 Tohum nem ölçümü	33
2.2.5 Tohumun nemlenmesi.....	33
2.2.6 Tohumun çimlenme özellikleri	34
2.2.6.1 Dormansinin varlığı ve en uygun katlama yöntemi	34
2.2.6.2 Çimlenme sıcaklığının çimlenme parametrelerine etkisi	37
2.2.7 Kurumaya karşı duyarlılık ve saklama özellikleri	37
2.2.8 Çimlenme testleri	37
2.2.9 İstatistik analiz	38
3. BULGULAR.....	40
3.1 Tohumun Morfolojik Özellikleri.....	40
3.1.1 1000-dane ağırlığı	40
3.1.2 Tohum-embriyo boyutları ve ağırlıkları	40
3.2 Tohumun Kimyasal Özellikleri	43

3.2.1 Taramalı elektron mikroskobu-enerji dağılım spektroskopisi (SEM-EDS) analizi	43
3.2.2 Fourier dönüşümlü kızılötesi spektrometresi (FTIR) analizi	44
3.2.3 Kimyasal içerik ve yağ asitleri kompozisyonu analizi.....	47
3.3 Tohum Canlılığı	49
3.4 Tohumun Nemlenmesi	50
3.5 Tohumun Çimlenme Özellikleri.....	50
3.5.1 Dormansinin varlığı ve en uygun katlama yöntemi	50
3.5.1.1 Fizyolojik dormansi testi.....	50
3.5.1.2 Çatlatılan tohumlarla mekanik dormansi testi.....	52
3.5.1.3 Embriyo testi	55
3.5.1.4 Morfolojik ve morfofizyolojik dormansi testi.....	57
3.5.1.5 Gibberellik asit (GA ₃) testi	59
3.5.2 Çimlenme sıcaklığının çimlenme parametrelerine etkisi.....	60
3.5.3 Çimlenme testlerinin genel bulguları	66
3.6 Kurumaya Karşı Duyarlılık ve Saklama Özellikleri	68
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	70
4.1 Morfolojik Özellikler	70
4.2 Kimyasal Özellikler.....	72
4.3 Tohum Canlılığı	75
4.4 Tohumun Nemlenmesi	76
4.5 Çimlenme Özellikleri	76
4.5.1 Dormansinin varlığı ve en uygun katlama yöntemi	76
4.5.2 Çimlenme sıcaklığının çimlenme parametrelerine etkisi.....	81
4.6 Kurumaya Karşı Duyarlılık ve Saklama Özellikleri	82
4.7 Değerlendirme ve Öneriler	84
KAYNAKLAR	90
ÖZGEÇMİŞ.....	104

KISALTMALAR

ABA	: Absisik asit
GA₃	: Gibberellik asit
TTZ	: Topografik Tetrazolium Yöntemi
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Ort.	: Ortalama
ÇY	: Çimlenme Yüzdesi
OÇS	: Ortalama Çimlenme Süresi
ETO	: Embriyo Tohum Oranı
TKA	: Tohum Kabuğu Ağırlığı
Q	: Emberger yağış-sıcaklık indisi
S	: Emberger yaz kuraklığı indisi

SEMBOLLER

C	: Karbon
Ca	: Kalsiyum
N	: Azot
O	: Oksijen
C16:0	: Palmitik asit
C18:0	: Stearik asit
C18:1c	: Oleik asit
C18:2c	: Linoleik asit
°C	: Santigrat derece
ss	: Standard sapma
g	: Gram
m	: Metre
mm	: Milimetre
ppm	: Milyonda bir birim

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1 : Tohum toplanan popülasyonlara ait bilgiler.....	25
Çizelge 2.2 : Emberger yöntemiyle belirlenen iklim karakteristikleri.	27
Çizelge 3.1 : Türk fındığı tohumu morfolojik özellikleri.	41
Çizelge 3.2 : Türk fındığı embriyo morfolojik özellikleri.	41
Çizelge 3.3 : Türk fındığı tohum ve embriyo morfolojik özellikleri korelasyon matrisi.	42
Çizelge 3.4 : SEM-EDS analiz sonuçları.....	43
Çizelge 3.5 : Türk fındığı embriyolarının kimyasal içeriği.	47
Çizelge 3.6 : Türk fındığı embriyosunun yağ asitleri kompozisyonu (%).	48
Çizelge 3.7 : Kimyasal özelliklerin korelasyon matrisi.	48
Çizelge 3.8 : Kesme testi ve TTZ testi sonuçları.	49
Çizelge 3.9 : Popülasyonların soğuk katlama sonrası çimlenme yüzdeleri (ÇY).....	51
Çizelge 3.10 : Popülasyonların soğuk katlama sonrası ortalama çimlenme süreleri (OÇS).	52
Çizelge 3.11 : Çatlatılan fındıkların soğuk katlama sonrası çimlenme yüzdeleri.	53
Çizelge 3.12 : Çatlatılan fındıkların soğuk katlama sonrası ortalama çimlenme süreleri.	53
Çizelge 3.13 : Basınç direnci test sonuçları.	54
Çizelge 3.14 : Embriyonun soğuk katlama sonrası çimlenme yüzdeleri.	56
Çizelge 3.15 : Embriyonun soğuk katlama sonrası ortalama çimlenme süreleri.....	56
Çizelge 3.16 : Türk fındığının 4 hafta 20 °C ılık katlama + soğuk katlama sonrası çimlenme yüzdeleri.	58
Çizelge 3.17 : Türk fındığının 4 hafta 20 °C ılık katlama + soğuk katlama sonrası ortalama çimlenme süreleri.	58
Çizelge 3.18 : Türk fındığında GA ₃ uygulama sonrası çimlenme yüzdeleri.	60
Çizelge 3.19 : Türk fındığında GA ₃ uygulama sonrası ortalama çimlenme süreleri.	60
Çizelge 3.20 : Fındığının soğuk katlama sonrası 10 °C’de çimlenme yüzdeleri.	61
Çizelge 3.21 : Fındığının soğuk katlama sonrası 10 °C’de ortalama çimlenme süreleri.	62
Çizelge 3.22 : Fındığının soğuk katlama sonrası 15 °C’de çimlenme yüzdeleri.	63
Çizelge 3.23 : Fındığının soğuk katlama sonrası 15 °C’de ortalama çimlenme süreleri.	63
Çizelge 3.24 : Üç popülasyona göre fındığının soğuk katlama sonrası 20 °C’de çimlenme yüzdeleri.	65
Çizelge 3.25 : Üç popülasyona göre fındığının soğuk katlama sonrası 20 °C’de ortalama çimlenme süreleri.	65

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Türk fındığının doğal yayılış yaptığı alanlardan bazıları (Foto: M. Kalkan).	4
Şekil 1.2 : Çimlenme sürecinde su alımı (Bewley ve diğ., 2013'ten yararlanılarak uyarlanmıştır).	9
Şekil 1.3 : Derin olmayan fizyolojik dormansinin tipleri (Baskin ve Baskin, 2014'ten yararlanılarak uyarlanmıştır).	13
Şekil 2.1 : Türk fındığı toplanan popülasyonlar	24
Şekil 2.2 : Belirlenen alanlardan tohum toplanması (Foto: M. Kalkan).	26
Şekil 2.3 : Tohum toplanan Türk fındığı popülasyonlarının Emberger diagramındaki yeri.	27
Şekil 2.4 : Toplanan tohumların hava kurusu hale getirilmesi (Foto: M. Kalkan). ...	28
Şekil 2.5 : Türk fındığı tohumunda basınç testinin uygulanması	35
Şekil 2.6 : Türk fındığı tohum ve embriyolarında bazı çimlenmeler.	38
Şekil 3.1 : Türk fındığı popülasyonlarının 1000-dane ağırlığı (Tohum nemi=%6,5).	40
Şekil 3.2 : Türk fındığı tohum yapısı kesiti.	41
Şekil 3.3 : Türk fındığı popülasyonlarının kabuk, embriyo ve tohum ağırlıkları ve ETO yüzdeleri.	42
Şekil 3.4 : Türk fındığı tohum kabuğu SEM-EDS görüntüsü (2000x büyütme).	43
Şekil 3.5 : Türk fındığı tohum kabuğu FTIR spektrumları.	46
Şekil 3.6 : Tetrazolium testi sonucuna göre tohumların canlılık durumu.	49
Şekil 3.7 : Türk fındığının sıcaklığa göre nem alma oranı.	50
Şekil 3.8 : Fizyolojik dormansi testi çimlenme eğrileri.	51
Şekil 3.9 : Türk fındığının soğuk katlama sonrası ortalama çimlenme yüzdesi (h – hafta).	52
Şekil 3.10 : Çatlatılan tohumların çimlenme eğrileri.	53
Şekil 3.11 : Çatlatılan fındığının soğuk katlama sonrası ortalama çimlenme yüzdesi (h – hafta).	54
Şekil 3.12 : Türk fındığı tohumunun popülasyonlara göre basınç direnci.	55
Şekil 3.13 : Embriyo testi çimlenme eğrileri.	56
Şekil 3.14 : Embriyonun farklı soğuk katlama sürelerinden sonra üç popülasyonun ortalaması olarak çimlenme yüzdesi (h– hafta).	57
Şekil 3.15 : Morfolojik dormansi testi çimlenme eğrileri.	58
Şekil 3.16 : Türk fındığında ılık katlama+soğuk katlama sonrası ortalama çimlenme yüzdesi (h - hafta).	59
Şekil 3.17 : Türk fındığı popülasyonlarında embriyo, çatlak tohum ve tohum üzerinde GA ₃ 'ün çimlenmeye etkisi.	60
Şekil 3.18 : 10 °C'de çimlenme eğrileri.	61
Şekil 3.19 : Türk fındığının 10 °C'de ortalama çimlenme yüzdesi (h – hafta).	62
Şekil 3.20 : 15 °C'de çimlenme eğrileri.	63

Şekil 3.21 : Türk fıındığının 15 °C’de ortalama çimlenme yüzdesi (h – hafta).	64
Şekil 3.22 : Üç popülasyonun 20 °C’de çimlenme eğrileri.	65
Şekil 3.23 : Üç popülasyona göre fıındığının 20 °C’de ortalama çimlenme yüzdesi (h – hafta).....	66
Şekil 3.24 : Tohum, atlak tohum ve embriyoda katlama süresinin çimlenmeye etkisi	67
Şekil 3.25 : Türk fıındığının nem yüzdesine göre saklanması ve canlılık oranları. ...	69

TÜRK FINDIĞI (*Corylus colurna* L.) TOHUMLARININ FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

ÖZET

Türk findığının (*Corylus colurna* L.), Türkiye'de Karadeniz, Marmara, Ege ve İç Anadolu bölgelerinde çok sayıda birbirinden kopuk popülasyonları bulunmaktadır. Ülkemizdeki küçük popülasyonların birçoğu tehlike altındadır. Bu çalışmada 10 popülasyon üzerinden Türk findığı tohumlarının fizyolojik, morfolojik ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Fizyolojik nitelikler kapsamında dormansi durumu, çimlenme özellikleri, kurumaya duyarlılık ve saklanabilirlik nitelikleri araştırılmıştır. Popülasyonlar morfolojik özellikler bakımından büyük farklılıklar göstermiştir. Popülasyonlar genel ortalama 1000-dane ağırlığı 1438,8 g (1243,7-1658,8) ve embriyo tohum oranı %35,0 (%31,3-37,9) bulunmuştur. 7 popülasyonda gerçekleştirilen kimyasal analizlere ortalama yağ içeriği, protein, nişasta ve kül sırasıyla %64,1, %15,9, % 1,02 (10,2 g/kg) ve %2,5 olduğu tespit edilmiştir. Tohumlarının fizyolojik dormansisinin giderilmesinde, tohumlara dört hafta aralıklarla 28 haftaya kadar soğuk katlama işlemi uygulanmış ve katlama sonrası 20 °C sıcaklıkta çimlenmeye alınmıştır. Fizyolojik dormansi testi sonunda çimlenme yüzdesinin ortalama %30,8 olduğu tespit edilmiştir. Morfolojik ve morfofizyolojik dormansinin varlığını ve derinliği test edilmiş, üç farklı popülasyona göre 4 hafta ılık katlama + 18 hafta soğuk katlama sonrası 20 °C'de çimlenme yüzdesi ortalaması %12,2 bulunmuştur. Tohum kabuğunun dormansideki rolünü (mekanik ve fiziksel dormansinin varlığını) tespit etmek amacıyla çatlak tohum ve embriyo çimlenme testi gerçekleştirilmiştir. Üç popülasyonda 20 hafta soğuk katlama işlemi sonrası 20 °C'de çimlenme yüzdesinin mekanik dormansi testi sonucu ortalama %62,2 ve fiziksel dormansi testi sonucu ortalama %85,6 olduğu tespit edilmiştir. Tohum kabuğunun çatlatılması ve hatta uzaklaştırılmasıyla çimlenme yüzdesi artmıştır. Ancak hem çatlak tohum hem de embriyoda 8 hafta soğuk katlamaya kadar çimlenme gözlenmemesi, Türk findığının birleşik dormansiye (fiziksel + fizyolojik) sahip olduğunu doğrulamıştır. Çimlenme sıcaklığının çimlenme parametrelerine etkisine belirlemek üzere üç popülasyonda 10 °C, 15 °C ve 20 °C sıcaklıkta çimlenme testleri gerçekleştirilmiştir. 20 hafta soğuk katlama süresi sonunda çimlenme yüzdesi ortalaması 10 °C'de %30, 15 °C'de %32,6 ve 20 °C'de %19,3 olarak bulunmuştur. Türk findığında 15 °C çimlenme sıcaklığının daha uygun olduğu söylenebilir. Ayrıca kurumaya duyarlılık ve saklama özelliklerinin belirlenmesi amacıyla tohumlar %3,5, %5, %6,5 nem oranlarına indirilmiş ve 6 ay süreyle +4 °C ve -18 °C sıcaklıkta saklanmıştır. En yüksek tohum canlılığı +4 °C sıcaklıkta %3,5 nem içeriği (%81,48) ile elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Türk findığı, *Corylus colurna*, Dormansi, Katlama, Tohum.

THE RESEARCHES ON THE PHYSIOLOGY OF TURKISH HAZELNUT (*Corylus colurna* L.) SEEDS

SUMMARY

Turkish hazelnut (*Corylus colurna* L.) has many isolated populations in the Black Sea, Marmara, Aegean, and Central Anatolia regions of Turkey. Many of the small populations in our country are endangered. In this study, the physiological characteristics of Turkish hazelnut seeds were investigated according to 10 populations. In addition, morphological, chemical, and germination characteristics were examined, and desiccation sensitivity and storage features were investigated. Populations differed significantly in terms of morphological characteristics. The overall average 1000-seed weight of the populations was 1438.8 g (1243.7-1658.8) and the kernel ratio was 35.0% (31.3%-37.9%). As a result of the chemical analysis in 7 populations, it was determined that the average fat content, protein, starch and ash were 64.1%, 15.9%, 1.02% (10.2 g/kg) and 2.5%, respectively. In order to break the physiological dormancy of the seeds, cold stratification was applied to the seeds at intervals of four weeks for up to 28 weeks and germinated at 20 °C after stratification. At the end of the physiological dormancy test, it was determined that the germination percentage was 30.8% on average. The presence and depth of morphological and morphophysiological dormancy were tested, and the average germination percentage was 12.2% at 20 °C after 4 weeks of warm stratification + 18 weeks of cold stratification according to three different populations. In the embryo and cracked seed germination test performed to determine the role of seed coat in dormancy (the presence of physical and mechanical dormancy). Respectively, the germination percentage was found 62.2% and 85.6% for result of mechanical and physical dormancy test on average at 20 °C after 20 weeks of cold stratification in three populations. The germination percentage increased with the cracked or even removal of the seed coat, but the fact. However, the absence of germination in both cracked seed and embryo until 8 weeks of cold stratification confirmed that Turkish hazelnut had combinational dormancy (physical + physiological). In order to determine the effect of germination temperature on germination parameters, germination tests were carried out in three populations at 10 °C, 15 °C and 20 °C. After 20 weeks of cold stratification, the average germination percentage was found 30% at 10 °C, 32.6% at 15 °C and 19.3% at 20 °C. According to the three populations, it can be concluded that the germination temperature of 15 °C is more suitable for Turkish hazelnuts. Furthermore, in order to determine desiccation sensitivity and storage features, the moisture content of the seeds was reduced to 3.5%, 5%, 6.5% and stored at +4 °C and -18 °C for 6 months. The highest vitality was achieved at +4 °C temperature with 3.5% moisture content (81.48%).

Keywords: Turkish hazelnut, *Corylus colurna*, Dormancy, Prechilling, Seed.

1. GİRİŞ

Ormanlar, suyu, toprağı, biyolojik çeşitliliğı ve daha birçok değerli kaynağı barındıran yaşam alanlarıdır. Bu yaşam alanlarının korunması ve sürdürülebilirliğı, tüm canlılar için hayati önem taşımakta ve ormanı oluşturan bitkilerin özellikle ağaçların çoğalmasına dayalıdır. Ağaçların çoğalması, tohum yoluyla gerçekleştiğinde, ağaçların genetik yapısında bulunan ve yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli olan bilgiler, yeni nesillere aktarılır. Biyolojik çeşitlilik, ormanın ve ağaç türlerinin devamlılığı ve küresel iklim değışikliklerine uyum sağlaması açısından çok önemlidir.

Anadolu geçmişten günümüze medeniyetlerin beşığı olduğı gibi biyolojik çeşitliliğın de beşığı konumundadır. Türkiye biyolojik çeşitlilik açısından kıta ülkeleri arasında 9. sırada yer almaktadır. Tüm Avrupa'daki bitki türlerinin %75'ine sahip olan ve her yıl yeni bulguların eklendiğı Türkiye florasındaki bitki çeşitliliğı 12.000 (tür, alt tür ve varyete düzeyinde) civarındadır (Erik ve Tarıkahya, 2004).

Avrupa ormanlarında az bulunan ve sınırlı alanlarda yayılış yapan ağaç türlerine sosyal, ekonomik, ekolojik ve biyolojik çeşitlilik açısından ayrı bir ilgi gösterilmektedir. Hatta bu türlerin asil bir tür olarak kabul edilmesi, çoğaltılması ve kullanım alanlarının çeşitlendirilmesi noktasında büyük önem verilmektedir. Ülkemizde de ormanlarımızda doğal olarak yetişen ancak tali tür olarak görülen türlerimizin önemi her geçen gün artmakta ve kıymet kazanmaktadır.

Türk fındığı (*Corylus colurna* L.) ülkemiz doğal türlerinden biri olup birçok yerde kaybolma tehlikesi altında popülasyonları bulunmaktadır. Türün lokal tohum kaynaklarından çoğaltılarak ve üretilen fidanları aynı popülasyonların içinde ve çevresinde dikerek in-situ koruma çalışmalarına ihtiyaç vardır. Ayrıca uygun yerlerde dikerek ağaçlandırma yoluyla da ex-situ korunması yararlı olacaktır. Ağaçlandırma çalışmaları başlıca tohum, fidanlık ve ağaçlandırma halkalarından oluşmaktadır. Türk fındığında, tohum halkası diğer halkalara göre nispeten daha zayıf bir halkadır. Bu nedenle, Türk fındığı için herhangi bir ağaçlandırma faaliyetinin ekim veya dikim yoluyla yapılması durumunda tohumların katlama, çimlenme ve saklama gibi

fizyolojik özelliklerinin kapsamlı bir şekilde aydınlatılması gerekmektedir. Ayrıca türün tohumunun saklanabilirlik nitelikleri konusunda bilgi açığı bulunmaktadır. Tohumların saklanması bitkilerin en kolay ex-situ koruma yolu olarak değerlendirilmektedir.

Ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren iki fındık türü olan Türk fındığı ve Adi fındığın (*Corylus avellana* L.) hem meyveleri hem de yaprakları insan sağlığı açısından değerlidir. Meyvelerinin, kalp hastalıkları, çeşitli kanser türleri (meme ve prostat kanseri), tip 2 diyabet ve iltihaplı eklem romatizması gibi hastalıkların tedavisinde etkili olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, bu meyvelerin balgam söktürücü etkisiyle solunum sistemi sağlığını desteklediği, afrodizyak özellikleriyle cinsel sağlık üzerinde olumlu etkileri olduğu, beyin fonksiyonlarını iyileştirerek zihinsel aktiviteyi desteklediği ve bağırsakların sağlıklı bir şekilde çalışmasına yardımcı olduğu belirtilmektedir. Diğer yandan yaprakları kanser ve kalp damar hastalıklarının tedavisinde kullanılan, güçlü antioksidan bir madde olan flavonoit (F4) ihtiva etmektedir (Benov ve Georgiev, 1994; Çelik ve Demirel, 2004; Alaca ve Arabacı, 2005; Coşkun, 2005; Erdoğan ve Aygün, 2005; Salehi ve diğ., 2017).

Çalı formunda gelişme gösteren Adi fındığın aksine, Türk fındığının dip sürgünü vermemesi, ekolojik olarak daha dayanıklı olması (don, kuraklık, hava kirliliği vb.) ve tek gövdeli olması nedeniyle fidancılıkta fındık aşılamaalarında anaç olarak kullanılmaktadır. Türkiye'nin fındık üretimde söz sahibi olması ve özellikle son yıllarda iklim değişikliği sebebiyle Türk fındığının anaç olarak kullanılması üzerine yapılan çalışmalar artmaktadır. Bu yönde Orman Genel Müdürlüğü, Fındık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ve üniversitelerdeki araştırmalar hız kazanmıştır.

Türk fındığının ülkemizdeki birçok popülasyonu tehlike altında olduğundan, 2008 yılında türün bireylerine kesim yasağı getirilmiş ve kesim yapılması yasaklanmıştır (Şahin ve diğ., 2020). Türün ülkemizde var olan dağılış sahalarında korunması ve çoğaltılması önem arz etmektedir. Yetiştirme ortamına uygun bölgelerde ağaçlandırma ve erozyon kontrol sahalarında kullanılabilecek en uygun doğal türlerden biri Türk fındığıdır.

Bitkilerin tohumdan çoğaltılması için tohum fizyolojilerinin yakından tanınması gerekmektedir (Copeland ve McDonald, 1999; Schmidt, 2000). Odunlu bitkilerin taksonları, tohumların olgunlaşma süreci, dormansi (uyku hali), saklanabilirlik

özellikleri ve kurumaya karşı duyarlılık gibi bir dizi faktörde büyük ölçüde değişkenlik göstermektedir (Bewley ve Black, 1983; Hong ve Ellis, 1996; Yılmaz, 2007). Aynı türün farklı bölgelerdeki popülasyonlarına ait tohumların morfolojik ve fizyolojik nitelikleri belirgin farklar gösterebilmektedir.

Türk fındığı tohumlarında çimlenme engeli olduğu bilinmektedir (Mehlenbacher, 1994; Todorovic, 2000; Aygün ve diğ., 2008; Arslan 2009). Çimlenme engelinde kalın tohum kabuğu (perikarp)'nın etkisi yeterince çalışılmamıştır. Diğer yandan popülasyonlara göre tohum kabuğunun kalınlığı değişebilmektedir. *C. colurna* tohumlarında kalın tohum kabuğunun dormansi ve çimlenmeye etkisinin ayrıntılı olarak çalışılmasına ihtiyaç duyulmuştur.

Bu tez çalışmasında, değişik popülasyonlardan elde edilen Türk fındığının fizyolojik özellikleri ele alınmıştır. Türk fındığı tohumlarında dormansi (çimlenme engeli)'nin varlığının belirlenmesi, mevcut dormansi tiplerinin ve derinliğinin tespit edilmesi, çimlenme özellikleri, kurumaya duyarlılık ve saklanabilirlik nitelikleri araştırılmıştır. Tohumun morfolojik özellikleri ortaya çıkarılmış ve kimyasal yapısı analiz edilmiştir.

1.1 Türk Fındığının Doğal Yayılışı ve Botanik Özellikleri

Fındık, *Fagales* takımı *Betulaceae* familyası, *Coryleae* alt familyası, *Corylus* cinsi içerisinde. Fındıkların (*Corylus* spp. L.) Kuzey yarım kürede Avrupa, Asya ve Kuzey Amerika'nın ılıman ve serin bölgelerde doğal olarak yetişen 17 kadar türü vardır (Browicz, 1982; Aksoy, 2014). Bu türlerden Türk fındığı (*Corylus colurna* L.) ve adi fındık (*Corylus avellana* L.), ülkemizde doğal olarak yetişmektedir (Yaltırık, 1997).

Corylus colurna, dünya literatüründe “Türk fındığı” olarak bilinmekte İngilizce olarak “Turkish Filbert” veya “Turkish Hazelnut” olarak adlandırılmaktadır (Everett, 1988). Ayrıca ağaç fındığı, ayı fındığı, Balkan fındığı ve kaya fındığı gibi adlarla da ifade edilmektedir (Yaltırık, 1993).

Türk fındığının (*Corylus colurna* L.) dünyadaki yayılışı, güneydoğu Avrupa, Kafkaslar, Anadolu ve Batı Himalayalar olmakla birlikte, yüzyıllardır Avrupa ve ABD'de süs ağacı olarak yaygın olarak yetiştirilmektedir. Türkiye'deki yayılışı Kazdağları, Küre dağları, Ispir dağları, Bolu, Kastamonu, Düzce, Karabük, Sinop, Zonguldak, Ankara, Eskişehir, Kütahya, Uşak, Çorum, Giresun, Gümüşhane, Rize ve

Trabzon yörelerinde yapmaktadır (Aksoy, 2014; Polat, 2014; Temel ve diğ., 2017; Kabak ve diğ., 2020). Bu alanlar dışında literatürde kaydı olmayan ve ilk defa kayda geçen “Bursa Dağakça” popülasyonu bu tez çalışması kapsamında keşfedilmiştir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 : Türk fındığının doğal yayılış yaptığı alanlardan bazıları (Foto: M. Kalkan).

C. colurna'nın düşey yayılışını Palashev ve Nikolov (1979) 100-1400 metreler, Yaltırık (1993) ise 800-1700 metreler arasında yaptığını belirtmişlerdir. Yıllık ortalama 5-13 °C arasında değişen sıcaklığa ve yıllık minimum 500 mm yağışa ihtiyaç duyduğu belirtilmektedir (Palashev ve Nikolov, 1979). Türk fındığı, yetişme ortamı isteği bakımından kanaatkâr olup balçıklı toprakları seven, ışık ve nem isteği yüksek bir türdür. (Yılmaz, 1998; Polat ve Güney, 2015).

Türk fındığı yayılış yaptığı alanlarda doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmuelleriana* Mattf.), karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), boz ardıç (*Juniperus excelsa* Willd.), kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima* Willd.), adi fındık (*Corylus avellana* L.), adi gürgen (*Carpinus betulus* L.), saçlı meşe (*Quercus cerris* L.), macar meşesi (*Quercus frainetto* Ten.), sapsız meşe (*Quercus petraea* (Matt.) Lieb.), akçaağaç (*Acer* L.), dişbudak (*Fraxinus* L.), üvez (*Sorbus* L.), ve kızılçık (*Cornus* L.) gibi türlerle beraber bulunmaktadır.

Corylus avellana L. çalı ve ağaççık formunda iken, *Corylus colurna* 15-25 m boylarında tek gövdeli bir ağaçtır. *C. colurna* genç sürgünleri ve yaprak sapları kiremit kırmızısı (soluk pas) renginde olan siğili tüylerle kaplıdır. Yapraklar geniş yumurtamsı biçiminde, dip tarafı yüregimsi, ucu ise sivridir. *C. colurna*'nın yaprakları *C. avellana*'nın yapraklarından biraz daha küçük (8-12 cm uzun, 6-8 cm geniş), kenarları keskin dişli ya da kaba, bazen de hafif lobludur. Sonbaharda altın sarısı renge dönen yapraklar kışın dökülür (Yaltırık, 1993; Aksoy, 2014; Şahin ve diğ., 2020).

Erkek çiçekler sonbaharda gelişir ve kışı açıkta geçirirler. Çiçek çevre yaprakları yoktur ve her bir brahtenin koltuğunda 4-8 stameni vardır. Erkek çiçeğin dihyazyum yapısının her iki yanındaki çiçekler gerilemiştir, yalnızca ortadaki çiçek gelişmiştir. Dişi çiçeğin dihyazyum yapısının ise her iki yanındaki çiçekler gelişmişken, ortadaki çiçek gerilemiştir. Tomurcuk içinde bulunan dişi çiçekler, tozlaşmadan önce dışarıdan kırmızı renkli stigmalar ile belirgin hale gelir. Bu özellik, dişi çiçekleri normal tomurcuklardan ayırmaktadır. Genellikle aynı tomurcukta dört dihyazyum bulunur. Dişi çiçeğin çevre yaprağı artıkları ovaryum ile birleşmiş olsa da, uçları diş şeklinde serbest bırakılmıştır. Ovaryum iki karpelli yapıya sahiptir ve her birinde bir veya nadiren iki tohum taslağı bulunmaktadır (Yaltırık, 1993; Aksoy, 2014).

Türk fındığında tozlaşma şubat-mart, tohum olgunlaşma ağustos-eylül, hasat ise eylül-ekim aylarında gerçekleşir. Çok uzun yıllar yaşayan *C. colurna*'nın vejetasyon süresi

117-176 gün arasında değişmektedir (Polat, 2014; Palazoğlu ve diğ., 2013). 3–8 meyvenin bir arada bulunduğu kupula (meyve örtüsü) (züruf) şeritsi yapıda, üzeri yapışkan tüylerle kaplı, uç kısmı ince şeritler halinde düzensiz yırtılmıştır. Kupulanın sivri uçları geriye doğru kıvrık olmasıyla diğer fındık türlerinden kolayca ayrılır (Yaltırık, 1993; Tosun ve Arslan, 2007).

Türk fındığı monoik olup, genç yaşlarda piramidal formda, ileriki yaşlarda ise geniş tepeli bir ağaç formundadır (İslam ve diğ., 2004; Aydınoglu, 2010). Kabuk rengi koyu gri, yaşlı ağaçlarda kalın ve derin çatlaklıdır. Odunu sağlam, dayanıklı, ince tekstürlü ve kırmızı renklidir. Odununun değerli olması sebebiyle büyük boylu bireylerin sayısı azalmıştır (Pamay, 1992; Yaltırık, 1993; Aksoy, 2014).

Kuraklığa dayanma kabiliyeti yüksek olan Türk fındığı -30 °C soğuklara kadar dayanabilir (Ghimessy, 1980; Tosun, 2012). Kuvvetli kök yapısını hem dikey ve hem de yatay yönde oluşturur. Kök ve kütük sürgünü vermemesi sayesinde taşkın, sel, erozyon kontrolü ve sosyal problemlili sahaların ağaçlandırmasında kullanılabilecek bir türdür. Hava kirliliğine karşı direnci, egzoz gazına dayanıklı oluşu ve güzel görünüşüyle Avrupa ve Amerika’da peyzaj ve çevre düzenleme çalışmalarında süs bitkisi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Anadolu’da sınırlı yayılış gösteren Türk fındığı hakkında son yıllarda yapılan çalışmaların sayısı artmıştır (Arslan, 2009; Balık ve Balık 2016; Kabak ve diğ., 2020).

1.2 Tohumların Morfolojik Özellikleri ve Olgunlaşma

Tohum, gelişmiş bitkilerin yaşamında çok önemli bir aşamadır ve yeni bireylerin oluşumu, tohumun biyokimyasal ve fizyolojik özellikleri tarafından belirlenir. Tohumlar bitkilerin yaşamında iki temel amacı yerine getirir. İlk olarak, aynı türe ait yeni bireylerin çoğalmasını ve yeni habitatlar oluşturma potansiyeline sahip olmalarını sağlamaktır. İkinci olarak, aktif büyümenin mümkün olmadığı zorlu çevre şartlarında türler genetik çeşitlilik özelliği ile uyum sağlayarak hayatta kalabilmektedirler (Bewley ve Black, 1994; Viemont ve Crabbé, 2000; Pawlowski ve Kalinowski, 2003; Yılmaz ve Dirik, 2008).

Türk fındığı tohumu, botanikte ve tüm dünyada kuru meyve “fındık” (nuks) (hazelnut) olarak adlandırılır. Bu çalışmada nuks karşılığı olarak “tohum”, iç meyvenin karşılığı olarak “embriyo” kullanılmıştır.

Türk fıncığı tohumu, tohum kabuğu (perikarp), tohum gömleği (testa) ve iç fıncıktan (embriyo) oluşmakta olup endosperm içermemektedir. Embriyo, 2 adet çenek yaprak (kotiledon) ve embriyo ekseninden (embryo axis) oluşmaktadır. Embriyo ekseninde de çimlenme tomurcuğu (plumula), gövdecik (hypocotyl) ve kökçük (radicula) bulunur.

Türk fıncığı tohumu topraküstü (epigeik) çimlenme yapmaktadır. Kupula yapısı (meyve örtüsü) ve epigeik çimlenme Türk fıncığını adi fıncıktan ayıran diğer özelliklerindendir (Erdoğan ve Mehlenbacher, 2002). Tohum geniş yumurta şeklinde ve üstten hafif basık yapıdadır. Türk fıncığı için karakteristik özelliklerinden biri olan nuksun kupulaya bağlandığı dip taraftaki “mat kısım” nuksun hemen hemen yarı boyuna kadar ulaşır. Ayrıca kabuk (pericarp) diğer fıncık türlerine kıyasla çok kalın ve serttir (Yaltırık, 1993; Anşin ve Özkan, 1993).

Tohumlar, genellikle yumurtalığın (ovaryum) şekline ve boyutlarına bağlı olarak oluşur. Yumurtalıkta yer alan odacık (loculus) adı verilen bölmelerdeki tohum sayısı, yine tohum şeklini etkileyen unsurlardandır. Bitkinin tohum boyutlarındaki değışim, çevresel faktörler ile (yağış, kuraklık, hastalık vb.) sıkı bir ilişki içerisindedir (Küçük, 1998).

Tohum boyutları, bitki türlerinin ekolojik süreçlerinde hayati bir rol oynamaktadır. Türler arasında ve hatta aynı tür içinde bile tohumların şekli ve boyutu büyük ölçüde farklılık gösterir. Bu farklılıklar, genetik özelliklerin yanı sıra çevresel faktörler tarafından da etkilenir ve tohumların boyutu ve şeklinin ana belirleyicileri arasında yer alır (Bewley ve Black, 1994; Leishman ve diğ., 2000; Yılmaz, 2005; Baskin ve Baskin, 2014; Yılmaz ve diğ., 2020).

Tohumların özellikleri arasında en yaygın kullanılan bir parametre olan 1000-dane ağırlığı, tohum ağırlığını ifade etmek için sıklıkla kullanılan bir ölçüdür. Bu değ, tohumların saflık ve canlılık oranlarıyla birlikte sunulmalıdır (Suszka ve diğ., 1996). Tohum ağırlığının bilinmesi, fidanlık ortamlarında ne kadar tohumun kullanılması gerektiğinin kolayca belirlenmesine imkan verir. Ayrıca, ekilen tohumun ağırlığı ve yaşayan fidan sayısı ile ilişkilendirilerek, tohumun potansiyel performansı hakkında bilgi sağlanabilir (Schmidt, 2000).

Tohumun oluşum ve gelişim süreci boyunca tohum ağırlığı ve nem içeriğı açısından genel olarak üç evre bulunmaktadır. İlk evre, hücre bölünmesi ve farklılaşmanın

gerçekleşmesiyle birlikte taze ağırlıktaki hızlı bir artışı içerir. İkinci evre, hücre genişlemesi ve besin maddelerinin depolanmasından dolayı kuru ağırlıkta hızlı bir artışı temsil eder. Üçüncü evrede ise olgunluk dönemi ile birlikte taze ağırlığın azalmaya başladığı kuruma evresini içerir. Bitki türüne ve hakim çevresel koşullara bağlı olarak bu evrelerin süresi değişiklik gösterebilmektedir (Bewley ve Black, 1994).

Orman ağaçları tohumları olgunlaştıkları zaman hasat edilir. Ancak genel olarak kesin bir zaman söylemek mümkün değildir. Zira tohumların olgunlaşması coğrafi mevkiye, bakıya, yetiştirme muhitine ve iklim şartlarına göre değişkenlik gösterir. Özellikle dağlık ve iklim değişkenliği olan bölgelerde tohumların olgunlaşma zamanları çok farklı olabilir. Sıcak yazlar ve erken donlar tohumların daha çabuk olgunlaşmasına sebep olabilir. Güney ve kuzey yamaçlarıyla, düz ve yüksek yerler arasında da farklar çok belirgindir (Saatçioğlu, 1971; Ata, 1995; Genç, 2004; Yılmaz ve Dirik, 2008).

Tohum oluşumu ve gelişimi sürecinde, kuraklık, düşük veya yüksek sıcaklık, besin eksikliği, gölge durumu gibi çevresel stres faktörleri, tohumların miktarını, kalitesini, ağırlığını ve kimyasal kompozisyonunu etkileyebilir. Bu çevresel stres faktörleri, tek başına veya bir arada etkili olabilir. Bunun yanı sıra, baskının süresi ve etkili olduğu zaman dilimi de önemlidir. Örneğin, çevresel baskı çiçeklenme ve tozlaşma dönemine denk gelirse, polen üretimi ve polen alıcı stigmaların gelişimi zarar görebilir. Tohum canlılığı (ömrü) ve tohum gücü de çevresel baskılar tarafından olumsuz yönde etkilenebilir (Bewley ve Black, 1994).

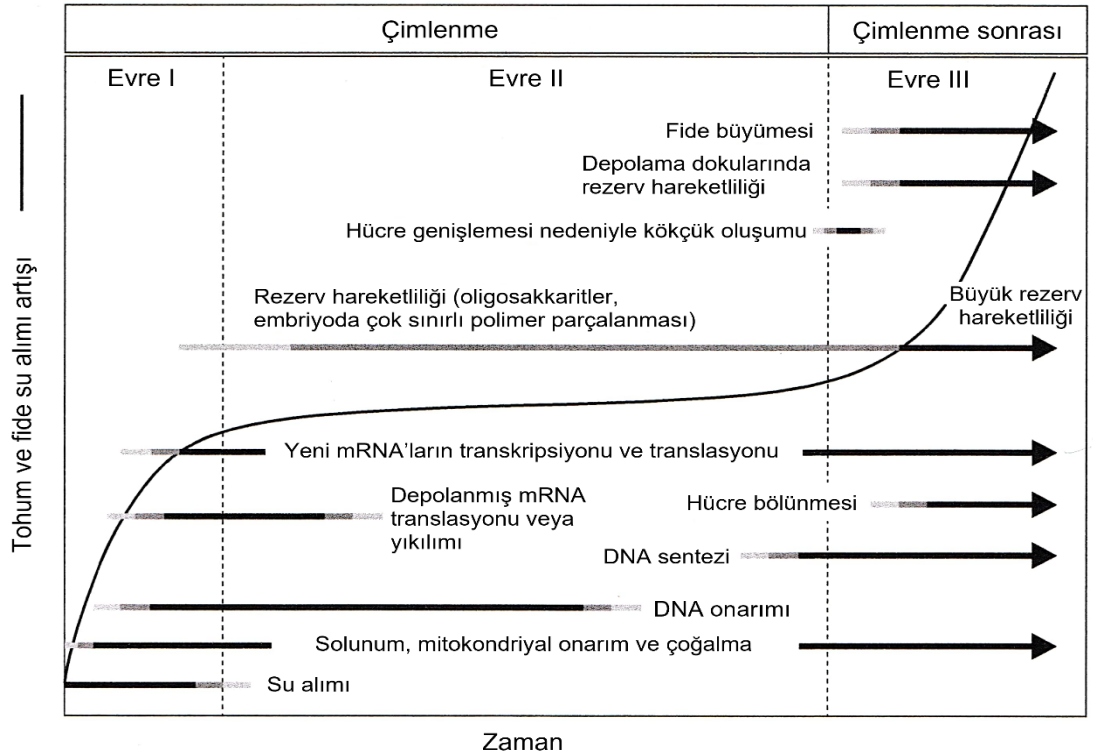
Fındığın hasat edilmesi için en uygun zaman, ekolojik şartlara göre her yıl değişebilir. Bu yüzden hasat zamanını sabit bir tarih yerine fenolojik göstergelere göre belirlemek daha doğrudur. Fındıkta optimum hasat zamanını anlamamanın en açık yolları, kupulaların (züruf) tamamen kızarması, meyvenin kupula içinde kolayca hareket ettirilebilmesi, sert kabuğun kendine has rengine kavuşması ve dallar sallandığında (ırgalandığında) çotanakların (meyve demetleri) çoğunun yere düşmesidir (Okay ve diğ., 1986; Anonim, 2007).

Türk fındığında tohum olgunlaşma zamanı ağustos-eylül, toplama zamanı eylül-ekim ayı olarak belirtilmektedir (Polat, 2014; Palazoğlu ve diğ., 2013). Adi fındıkta ise hasat genel olarak yoğun hasat ve iş gücü yetersizliğinden dolayı biraz erken başlamaktadır. Genel olarak ağustos ayında başlayıp mevkiye göre eylül ayının yarısına kadar sürmektedir (Tous, 2005; Yıldız, 2020).

1.3 Çimlenme Özellikleri ve Tohum Canlılığı

Tohum çimlenmesi, tohumun su alarak şişmesi ve embriyonik eksen (genellikle radikula) tohum kabuğundan çıkarmasıyla sonuçlanan olayların bütünü olarak tanımlanır. Tohum çimlenmesinin başlamasında su, sıcaklık, oksijen ve bazen ışık gibi faktörlerin kombinasyonu gereklidir. Ayrıca, oksijen alımı ile kotiledonların nem oranı arasında bir ilişki olduğu belirtilmektedir (Bradbeer, 1988; Hartman ve diğ., 2002).

Tohum su almaya (şişmeye) başlamasıyla enzimler aktif hale geçer ve protein, şeker, amino asit organik asit ve iyon gibi tohumun depo maddeleri çözünür. Bewley ve Black (1994), çimlenen tohumlardaki su alımının üç evreli bir modele tabi olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu modele göre, ilk evrede tohum, hücre duvarları ile hücre içeriği arasındaki su potansiyeli farkından kaynaklanan matris yapının yardımıyla hızla su emer. Bu su emilimi canlı, cansız, dormant ve dormant olmayan tohumlarda benzer şekilde gerçekleşir. İkinci evrede, su alımı duraklar. Bu duraklama cansız ve dormant tohumlarda devam ederken, canlı tohumlarda çimlenmeye hazırlık için gerekli olan ana metabolik aktiviteler tamamlanır. Üçüncü evrede ise canlı ve dormant olmayan tohumlarda radikula (kökçük) tohum kabuğunu yırtarak büyür ve su alım miktarı tekrar artmaya başlar (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 : Çimlenme sürecinde su alımı (Bewley ve diğ., 2013'ten yararlanılarak uyarlanmıştır).

Tohumun çimlenmesi için gereken minimum sıcaklık, tohumun çimlenme parametrelerini etkileyen bir faktördür ve bu değer ağaç türüne bağlı olarak değişiklik gösterir (Saatçioğlu, 1971; Odabaşı ve diğ., 2004).

Çimlenme sıcaklığı, çimlenmenin karmaşık sürecinde önemli bir faktördür. Çimlenme, sıcaklığın etkilediği çok sayıda tepkime ve evreden oluşur. Bu evreler için minimum, optimum ve maksimum sıcaklık değerleri vardır. Minimum sıcaklık, tohumun çimlenmeye başladığı en düşük sıcaklıktır. Minimum sıcaklık tanımı bazen zor olabilir çünkü çimlenme yavaş ilerleyebilir ve bazı durumlarda kökçük çıkmasına rağmen çimlenme tamamlanmayabilir. Optimum sıcaklık, en yüksek çimlenme yüzdesini en kısa sürede elde etmeyi sağlayan sıcaklık olarak tanımlanabilir. Maksimum sıcaklık, çimlenme süreci için hayati önem taşıyan proteinlerin doğal yapılarının zarar gördüğü kritik bir noktayı temsil etmektedir. Bu değer, çimlenme için gerekli olan proteinlerin optimum işlevselliğini koruyabilmesi için aşılması gereken en yüksek sıcaklık sınırlamasını ifade etmektedir. Her evrenin karmaşık çimlenme sürecinde, aynı optimum sıcaklık seviyesi bulunur. Çimlenmeyi etkileyen sıcaklık faktörü, bitkinin türüne, alt türüne, varyetesine, kökenine, tohumun kalitesine ve hasattan sonra geçen zamana göre değişir. Genel olarak, ılıman bölgelerde yetişen bitkiler tropikal bitkilerden daha düşük sıcaklıkta çimlenirken, yabani bitkiler de kültüre alınan bitkilerden daha düşük sıcaklıkta çimlenme özelliği gösterirler. Kaliteli tohumlar ise daha geniş bir sıcaklık aralığında çimlenebilme yeteneğine sahiptirler (Copeland ve McDonald, 1999).

Kesme testi, tohumların canlılık ve çimlenme potansiyelini yakından yansıtan kolay bir yöntemdir. Farklı türlerin sağlıklı tohumları farklı görünümlere sahiptir (Saatçioğlu, 1971). Kesme testi, tohum hasadı ve işleme aşamalarında sıkça başvurulan bir testtir (Schmidt, 2000). Tohumun rengi, türe özgü kokusu, endospermin (veya embriyonun) kabuğu tamamen doldurması, sağlıklı ve taze olması kesme testinde dikkate alınan önemli kriterlerdir (Ürgeç, 1965).

Dormansi veya diğer nedenlerden dolayı bazı tohumların çimlenmesi oldukça uzun zaman alabilir. Bu nedenle, tohumların canlılığı ve çimlenebilirliği hakkında hızlı bilgi edinmek için biyokimyasal testler geliştirilmiştir. Bu testler arasında en yaygın olarak kullanılan yöntem topografik tetrazolium yöntemidir (TTZ) (ISTA, 1996). Bu yöntemde, 2,3,5-trifenil tetrazolium klorit (triphenyl tetrazolium chloride) veya bromit çözeltisi kullanılır. Tohumlar bu çözeltide bekletildiğinde, canlı dokularda hidrojen

tarafından indirgenen parlak kırmızı formazan bileşikleri oluşur. Kırmızıya boyanan dokular canlı, boyanmayanlar ise ölüdür. Testin süresi, uygulanması ve sonuçların değerlendirilmesi türe göre değişiklik gösterebilir.

Hızlı bir şekilde sonuç ortaya koyan TTZ testinde, kırmızı renge boyanan tohum yüzeyindeki biçim ve görünüm tohumun canlılığının yorumlanmasında önemli bir ölçüt olup tecrübe gerektirmektedir (Atay, 1966; Copeland ve Mcdonald, 1999).

1.4 Çimlenme Engeli (Dormansi) ve Katlama

1.4.1 Dormansi

Dormansi (dormancy) terimi Türkçe’de çeşitli kelimelerle ifade edilmektedir. Bu kelimelerden bazıları; çimlenme engeli, dinlenme, uyuklama, uyku hali, dormansi, doğal istirahat halidir (Beşkök, 1956; Erel, 1967; Saatçioğlu, 1971; Çepel, 1990; Palavan Ünsal, 1993; Ürgenç, 1998; Alptekin ve Tilki, 2003; Avşar, 2004; Eler, 2004; Yılmaz, 2005).

Tohum dormansisi, genellikle çimlenme için elverişli koşullar (uygun nem, sıcaklık, oksijen ve bazen ışık) sağlanmasına rağmen canlı tohumların çimlenmeme veya çimlenmeyi geciktirme sürecini ifade eder. Bu süreç, bitkilerin hayatta kalma ihtimalinin düşük olduğu şartlarda çimlenmeyi önlemek için gelişmiş bir uyum stratejidir. Bu adaptasyon stratejisi, bitkilerin çimlenme sürecini geciktirerek, olumsuz koşulların etkilerini minimize etmeyi amaçlar (Schmidt, 2000; Smith ve diğ., 2002; Desai, 2004; Bewley ve diğ., 2013).

Hartmann (1974) tohumların dormansiye girmesini, fizyolojik faaliyetlerin azalması ve gözle görülür bir büyüme gerçekleşmemesi şeklinde tanımlayarak, bu durumun çevresel veya bitkinin iç koşullarından kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Ayrıca, tohum dormansisini bitki üzerindeki olgunlaşma dönemindeki birincil koşullardan (primer dormansi), ve/veya özel çevre koşullarından kaynaklanan ikincil bir dormansi (sekonder dormansi) olarak sınıflandırılabilceğini belirtmiştir.

Tohumlarda çok hafiften çok güçlü (derin) olmak üzere çeşitli düzeylerde dormansi durumu bulunur. Bazen tohumun gelişimi veya dormansi düzeyi, genellikle dış koşullara tepki olarak, tohumun ömrü boyunca değişebilir. Bu nedenle, dormansi tohuma özgü olabilir, gelişebilir, kırılabilir ve tekrar oluşabilir (Schmidt, 2000).

Sıcak iklim kuşağında yer alan orman ağaçları, çimlenmeye elverişli koşullarda bile çimlenemeyen dormant tohumlar oluşturmaktadır. Bu tohumların dormansisi, genetik ve çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Tohumun bitki üzerindeki konumu, olgunlaşma sırasındaki sıcaklık ve yıl içindeki değişimler, dormansinin derinliği ve çeşitliliği üzerinde rol oynamaktadır (Muller ve Bonnet-Masimbert, 1989; Andersson ve Milberg, 1998; Fenner ve Thompson, 2005).

Farklı bitki türlerinde dormansi bulunur ve bazen aynı tohumda birden fazla dormansi türü ortaya çıkar. Doğada, dormansi yavaşça veya belirli bir çevresel olayla kırılır. Dormansinin kırılmasına yol açabilecek durum, dormansi tipine bağlıdır. Sert bir tohum kabuğu tarafından oluşturulan dormansi, yavaş veya anlık bir aşındırma ile kırılabilirken, karanlık sebebiyle oluşan dormansi ise ışık sayesinde kırılır. Dormansiyi ortadan kaldırmak için tohuma doğal süreçlerdeki dormansi kırma mekanizması uygulanmalı veya taklit edilmelidir (Schmidt, 2000).

Bonner ve diğ. (2008) göre tohum dormansisi altı farklı sınıflandırmaya ayrılmıştır. İlk olarak, tohum kabuğu nem ve hava geçirmez olduğu için embriyonun su alarak şişme gibi mekanik engeller oluşuma neden olan tohum kabuğu kaynaklı dormansidir. İkincisi, embriyonik (içsel) dormansidir. Bu tür dormansi genellikle embriyonun içinde bulunan veya onu çevreleyen dokulardan kaynaklanır. Üçüncüsü, morfolojik dormansidir. Embriyo yeterince olgunlaşmamıştır. Dördüncüsü, sekonder dormansidir ki bu dormansi tohumun toplanması, kullanılması, ekilmesi sırasında zedelenmesi ve bazı aktivasyon etkileri nedeniyle ortaya çıkar. Beşincisi, bileşik dormansidir. Birden fazla dormansinin bir arada bulunmasından kaynaklanır. Son olarak, ikili dormansidir. İkili dormansi hem kökçük hem de hipokotilden kaynaklanan embriyonik dormansilerin bir arada bulunmasıdır.

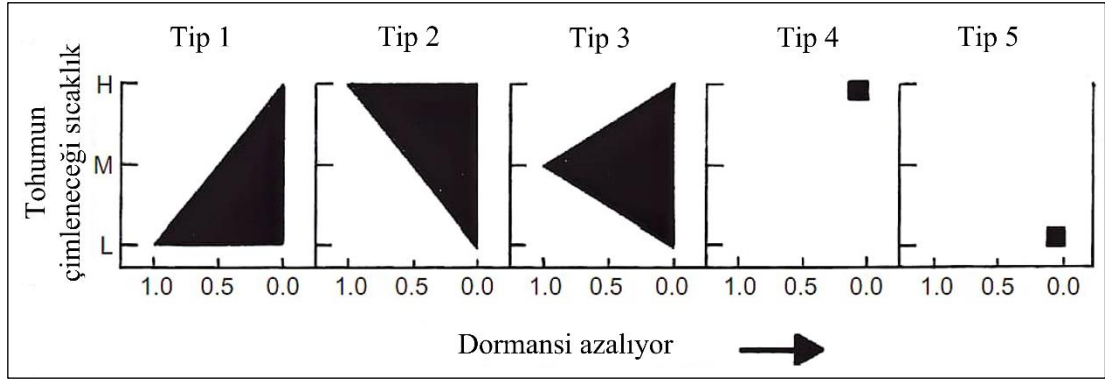
Baskin ve Baskin (2014) primer dormansi durumunu tohumun, embriyonun ve çimlenmenin özelliklerine göre dormansi sınıflarını, seviyelerini ve seviye tiplerini hiyerarşik düzende gruplandırmış ve tohumdaki dormansi sınıfını beş farklı kategoride sunmuştur. Bu kategoriye göre:

- (1) Fizyolojik dormansi, embriyonun uyku halidir.
- (2) Morfolojik dormansi, embriyonun yeterince olgunlaşmadığı durumu ifade eder.
- (3) Morfofizyolojik dormansi, embriyonun hem yeterince olgunlaşmaması hem de uyku halinde olması anlamına gelir.

(4) Fiziksel dormansi, tohum kabuğunun geçirimsiz olduğu durumu ifade eder.

(5) Birleşik dormansi (Fiziksel+Fizyolojik), fiziksel ve fizyolojik faktörlerin birlikte etkili olduğu bir dormansi türüdür.

Bu sınıflar, farklı düzeyler ve düzeyler içinde farklı tipler içerebilir. Dormansinin yoğunluğu veya derinliği (derin, orta, yüzeysel gibi) düzey ile ifade ederken, dormansinin giderilmesindeki fizyolojik model tip olarak gösterilmektedir (Şekil 1.3).



Şekil 1.3 : Derin olmayan fizyolojik dormansinin tipleri (Baskin ve Baskin, 2014'ten yararlanılarak uyarlanmıştır).

Kurak iklimli bölgelerde, fiziksel dormansi yaygın bir fenomendir. Bu bölgelerde bulunan pek çok tür, tohumlarını yırtıcı ve böceklerden korunmak için sert ve geçirimsiz bir kabukla donatmışlardır (Leadem, 1997). Tohum kabuğu nedeniyle oluşan fiziksel dormansinin giderilmesinde amaç su ve gaz alışverişini arttırmak ve kökçüğün dışarı çıkmasını kolaylaştırmaktır. Bu amaçla, tohumlara çeşitli yöntemler uygulanabilir. Bunun için tohumlar soğuk veya sıcak suya yatırılabilir, kabukları delinebilir, asitli bir çözeltiye batırılabilir, çizilebilir, zedelenebilir veya fiziksel olarak aşındırılabilir. Embriyonun uyku halinden çıkarılması yani fizyolojik dormansin ortadan kaldırılmasında kullanılan teknikler arasında soğuk ve ılık katlama, kimyasal işlemler ve ışık uygulamaları yer almaktadır (Schmidt, 2000; Smith ve diğ., 2002; Bonner ve diğ., 2008; Baskin ve Baskin, 2014; Yılmaz ve Tonguç, 2013; Çalışkan ve diğ., 2014). Embriyonun bu yöntemler aracılığıyla çimlenme için aktive olması amaçlanmaktadır.

Bir tohumun morfolojik dormansiye sahip olduğunu belirlemek için çimlenme süresi yaklaşık 4 hafta veya daha azdır. Bu sebeple, çimlenmesi 4 haftadan daha uzun süren tohumların, morfolojik dormansiye sahip olduğu düşünülür. Embriyonun büyümesi ve

gelişmesi için uygun nem ve sıcaklık bazen de ışık/karanlık uygulamasıyla morfolojik dormansi giderilebilmektedir (Baskin ve Baskin 2014).

Bazı çalışmalara göre mekanik dormansi fiziksel dormansinin bir çeşidi olarak tanımlanmaktadır (Baskin ve Baskin, 2014). Mekanik dormansi sert kapalı yapıdan dolayı embriyo gelişiminin fiziksel olarak engellendiği durumu ifade etmektedir. Su ve hava geçişi mümkündür ancak kökçük genellikle meyve veya meyvenin parçası olan yapıyı (kabuğu) ayıramaz veya nüfuz etmekte başarısız olur. Mekanik dormansi teriminin tanımında, fiziksel dormanside olduğu gibi su ve gaz geçirimsizliğini içermemektedir. Ancak pratikte bazı tohumlarda mekanik dormansi fiziksel dormansiyle birlikte bulunmakta ve birleşik dormansi oluşturmaktadır. Tohumu su ve gaz geçişi sağlandıktan yani fiziksel dormansi hali giderildikten sonra tipik olarak mekanik dormansi çimlenmeyi kısıtlar hale gelmektedir. Embriyo büyümesine karşı bir miktar mekanik direnç muhtemelen çoğu tohumda mevcuttur, ancak direncin belirli bir kuvvete sahip olması ve dolayısıyla 'dormansi' terimine hak kazanabilmesi için çimlenme üzerinde geciktirici bir etkiye sahip olması gerekir (Schmidt, 2000).

Absisik asit (ABA), bitkilerde engelleyici bir hormon olarak işlev gören ve bitkilerin stresli koşullara uyum sağlamasına yardımcı olan doğal bir bileşiktir. ABA, bitkinin su kaybını önlemek için stomalarını kapatır, tohumların uygun ortamda çimlenmesini sağlamak için tohum dormansisini düzenler ve mevsimsel değişikliklere göre bitkinin büyümesini ve gelişmesini yavaşlatır (Zhang ve diğ., 1987; Wang ve diğ., 2016). ABA'nın miktarı tohumun yaşam döngüsüne bağlı olarak değişir. Tohum gelişiminin başlangıcında düşük olan ABA miktarı, tohum olgunlaştıkça artar ve olgunluk döneminde tekrar azalır. Embriyonun gelişmemesinde de ABA'nın etkisi olduğu belirtilmektedir (Hartman ve diğ., 1990; Bewley, 1997).

Tohum dormansisi ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmalarda özellikle absisik asit (ABA) gibi hormonların tohum dormansisinde önemli bir rol oynadığı bulunmuştur. ABA tohum olgunlaştıkça artar ve dormansiyi düzeyini belirlerken, gibberellik asit (GA), brassinosteroid asit (BRs) ve etilen (ET) gibi hormonlar ise dormansiyi kırmaktadır. Hormonlar arasındaki denge embriyonun gelişimini ve tohumun dormansi düzeyini etkilemektedir (Li ve Foley, 1997; Kucera ve diğ., 2005; Sawage ve Metzger, 2006).

Tohumun dormansi ve çimlenme süreçleri, bitkilerin yaşam döngüsünde birbiriyle yakından ilişkili olan ve neredeyse zıt yönde gelişen olaylardır. Öyle ki, dormansinin devam etmesi yüksek ABA/GA oranına bağlıdır. Ancak dormansinin kırılması, GA biyosentezinin artmasına ve ABA'nın azalmasına bağlı olarak düşük ABA/GA, etilen ve brassinosteroid asit oranlarına dayanmaktadır (Finch-Savage ve Leubner-Metzger, 2006). Bununla birlikte, dormansi kırma yöntemlerinin ABA seviyesinin azaltılması için her tohumda gereklilik arz etmediği gibi, ABA yoğunluğunun düşmesiyle tohumlardaki dormansinin tamamen sona ermediği vurgulanmaktadır (Baskin ve Baskin, 2014).

1.4.2 Katlama ve Önişlemler

Tohumlarda dormansi varlığının belirlenmesi için çimlenme testi öncesi tohumları katlamalı ve katlamasız olarak önişleme tabi tutmaktır. Dormansinin varlığı tespit edildikten sonra katlama türü ve sürelerine göre dormansinin tipi ve derinliği belirlenebilir.

Dormansisi yüksek olan tohumlara kıyasla, katlama işlemi sonrasında dormansisi düşük olan tohumların çimlenmesi daha hızlı olup, toplam çimlenme oranını önemli ölçüde arttırdığı belirtilmektedir (Jones ve diğ., 1991; Leadem, 1997). Katlama işlemi gerçekleştirilebilmesi için dört koşulun yerine getirilmesi gerekmektedir. Bunlar: (1) tohumların nem içeriğinin yeterli seviyede olması, (2) uygun sıcaklık sağlanması, (3) yeterli bekleme süresinin geçirilmesi ve (4) oksijene ulaşabilmesi. Bu dört koşulun yerine getirilmesi ile, başarılı bir katlama işlemi gerçekleşir (Yılmaz, 2005).

Tohumların dormansisini kırmak için katlama işlemi, türlerin ve bölgelerin iklim koşullarına göre farklılık gösterir. Katlama süresi, tohum doğal kaynağının bulunduğu yerdeki kış mevsimi koşulları ile yakından ilgilidir ve türler arasında ve tür içinde değişebilir (Kozłowski ve Pallardy, 1997; Leadem, 1997).

Tohumların dormansi durumunun giderilmesi, dormansinin kaynaklandığı nedenlere bağlı olarak farklılık gösterir. Tohumlar, fizyolojik, morfolojik veya fiziksel dormansiye sahip olabilirler. Fizyolojik dormansi bulunan tohumlar kış mevsiminin etkisiyle çimlenme engelini giderirken, morfolojik dormansi bulunan tohumlar embriyo gelişimini yerde tamamlarlar. Soğuk-ıslak katlama veya çıplak katlama fizyolojik dormansiyi gidermek için kullanılırken, ılık katlama morfolojik dormansinin giderilmesinde etkilidir (Schmidt, 2000; Eşen ve diğ., 2007; Yılmaz ve

Tonguç, 2013). Fiziksel dormansi, kabuktan kaynaklanan bir dormansi türüdür. Doğada tohumlar döküldükten sonra yerde kaldığı süreçte tohum kabuğunu kum gibi sert malzemeler aşındırmaktadır. Ayrıca tohumların hayvanların sindirim sisteminden geçmesi ve (Gökbulak, 2002) gece ile gündüz arasındaki yüksek sıcaklık farklılıkları da fiziksel dormansiyi gideren doğal unsurlardandır. Fiziksel dormansi laboratuvar ortamında da yapay olarak çeşitli yöntemlerle ortadan kaldırılabilir. Bu yöntemler arasında çizme, zedeleme, suda bekletme, sıcak su veya asit ile işlem yapma gibi teknikler yer almaktadır (Smith ve diğ., 2002; Baskin ve Baskin, 2014; Boydak ve Çalışkan, 2014).

Genel olarak katlama işlemine tabi tutulan tohumlarda, absisik asit (ABA) miktarı azalırken, gibberellik asit (GA) miktarı artmaktadır. *Fagus orientalis* embriyolarında ABA miktarı düşerken, GA miktarının soğuk-ıslak işlem sürecinde *F. sylvatica*, *Corylus avellana* ve *Fraxinus. excelsior* tohumlarında arttığı tespit edilmiştir (Côme ve Thévenot, 1982; Soltani, 2003).

1.5 Tohumların Saklanması

Tohum hasadından ekim zamanına kadar orman ağacı tohumları bir dizi süreçten geçer. Bu süreçler, tohumun hasat edilmesi, kurutulması, temizlenmesi, sınıflandırılması, taşınması ve depolanması gibi adımları içerir. Her bir aşama, tohumun saklanma yeteneğine etki eden koşulları içerir (Justice ve Bass, 1978).

Tohumların uzun süreli canlılığının sağlanması için saklama koşulları önemlidir. Bu koşullar arasında sıcaklık, bağıl nem, ışık ve solunum gibi faktörler yer alır. Bu faktörlerin doğru bir şekilde yönetilmesi tohumların canlılığını daha uzun korumasına ve çimlenme yeteneğini yitirmemesine yardımcı olur. En temel prensip en uygun nem, sıcaklık ve oksijen şartlarında tohum canlılığının sürdürülebilmesidir (Justice ve Bass, 1978).

Roberts (1973) saklanma özelliğine göre tohumları kuru (ortodox) tohumlar ve nemcil (recalcitrant) tohumlar şeklinde iki gruba ayırmıştır. Bonner ve diğ. (2008) tohumların saklanmasını, farklı saklanma sürelerine göre üçe ayırmıştır: (1) kısa süreli saklama: tohum toplama ve ekim arasında kısa bir zaman dilimi olması, (2) orta süreli saklama: tohumların 10 yıla kadar saklanabilmesi, uzun süreli saklama: tohumların 10-50 ve daha fazla süre saklanabilmesi.

Saklanabilirlik özelliklerine göre yaygın olarak kullanılan sınıflandırma kuru (ortodox), ortancıl (intermediate) ve nemcil (recalcitrant) tohumlar olmak üzere üçlü sınıflandırmadır (Ellis ve diğ., 1990; Yılmaz, 2005; Gosling, 2007). Ancak bu sınıfların alt gruplara ayrılabilceğı belirtilmektedir. Kuru tohumların nem oranı %5 ve daha aşğısı seviyelere indirilerek uzun yıllar saklanabilmektedir. %10'a kadar düşürülen nem seviyesiyle ortancıl tohumlar kuru tohumlara nazaran daha kısa süre canlı kalabilmektedir. Nemcil tohumlar ise türlere göre farklılık göstermekte olup çoğı %15-20 oranındaki nem içeriğinde bile hayatiyetini sürdürememektedir (Hong ve Ellis, 1996).

Tohumların uzun ömürlü saklanabilmesi için tohum nemi çok önemlidir. Tohumlarda yüksek nem içeriğinin olması enzimlerin, solunumun ve yağ asitlerinin aktivitelerini arttırarak tohumların çürümesine neden olur. Sıcaklık yükseldikçe de bu etkiler daha da şiddetlenir. Ancak tohumlardaki düşük nem içeriğı durumunda bu olumsuz etkiler daha az belirgin olmaktadır (Copeland ve McDonald, 1999).

Sert kabuklu tohumların nem ve oksijen kaybı az olmaktadır. Bu durum dormansi halini oluştursa da, ince kabuklu tohumlara göre embriyoyu mekanik etkilere karşı koruma açısından tohumun uzun yıllar canlı kalabilme ve saklanma süresine pozitif etki yapmaktadır. Ayrıca tohumların ne kadar saklanabileceğı, tohumların kimyasal yapısına da bağılıdır. Yağı ve nişastalı tohumlar uzun süreli saklamaya uygun değillerdir (Moore, 1972; Bonner ve diğ., 2008).

Tohumların saklanması dikkat edilmesi gereken bazı önemli noktalar vardır. Tohumlar öncelikle karanlık bir ortamda, tohuma zarar vermeyen en düşük sıcaklıkta ve en düşük nem içeriğı seviyesinde saklanmalıdır. Saklama öncesi tohumlardaki zararlılar (patojenler) mümkün olduğunca giderilmeli ve saklama sırasında da tohumlar zararlılardan korunmalıdır. Kuru (ortodoks) ve ortancıl tohumlar düşük sıcaklıkta havasız kaplarda saklanmalıdır (Yılmaz, 2008). Nemcil tohumlar ise gaz geçiren kaplarda belli bir nem eşiğinin üstünde saklanmalıdır (Schmidt, 2000). Zararlı etkilere (mantar, akar, bakteri vb.) korumanın diğere bir etkili yolu da tohumları küçük miktarlarda ayrı ayrı saklamaktır (Yılmaz, 2005).

1.6 Tohumların Kimyasal Yapısı

Tohumlar, doğrudan veya dolaylı yollarla insanların en önemli besin kaynaklarından biridir. Bu nedenle, tohumların kimyasal yapısı uzun zamandır yoğun bir araştırma konusu olmuştur. Tohumların kimyasal yapısının incelenmesi dormansi, çimlenme ve saklanma karakteristiklerini belirlemede de yardımcı olmaktadır.

Bitkilerin temel enerji depolama formları karbonhidratlar, proteinler ve yağlardır. Yağlar bu depolama formları arasında en fazla enerjiye sahip olmasından dolayı en kullanışlı olanıdır. Bu nedenle çimlenme sürecinde tohumlar enerji kaynağı olarak yağları sentezlemektedir (Miquel ve Browse, 1995). Ancak yağlı tohumlar canlı olarak uzun süre saklanmaya elverişli değildirler.

Tohumların kimyasal yapısında, çevresel faktörlerin sınırlı bir etkisi olsa da, temel belirleyici faktör genetikdir (Copeland ve McDonald, 1999; Bewley ve diğ., 2013). Bu durum yağ, nişasta ve protein üzerinde etkili olurken ayrıca tohum kabuğunun üzerinde de rol oynar. Nitekim yetiştirme ortamı, sıcaklık, suya ulaşım ve toprak verimliliği tohumun kimyasal yapısında farklılıklara sebep olabilir.

1.7 Literatür Araştırması

Polat ve Güney (2015) yapmış oldukları bir çalışmada Türk fındığının ülkemizdeki yeni bir yayılış alanını tespit etmişlerdir. Uşak, Sivaslı ilçesi Eldeniz köyü doğusunda bulunan Bulkaz Dağı (1839 m)'nda *C. colurna*'nın doğal yayılış alanı olduğunu bildirmişlerdir. Yaşlı Türk fındığı bireylerinin insanlar tarafından tahrip edildiğini ve bir an önce genetik rezervlerimizin korumaya alınması gerektiğini vurgulamışlardır.

Kütahya ili Tavşanlı-Emet ilçeleri arasında yer alan Budağan Dağı'nın 1450-1600 metre yükseltileri arasında münferit ya da küçük topluluklar halinde *C. colurna*'nın bulunduğu Polat (2014) tarafından bildirilmiştir. Yetiştirme ortamı dolun olan sahada yer alan fertlerin gövde çapının 1 metreyi bulduğunu belirtmiştir. Ayrıca yine Kütahya ili sınırları içerisinde bulunan Şaphane Dağı'nda bu türe ait yeni bir doğal yayılış alanı Kabak ve diğ., (2020) tarafından tespit edilmiştir.

Ayan ve diğ., (2016) tarafından yapılan bir çalışmada Türk fındığının yeni bir doğal yayılış alanı olan Kastamonu ilinin Ağlı ilçesinin güneyinde yer alan Tunuslar ve

Müsellimler mevkilerinde türün münferit ve küçük gruplar halinde varlığını tespit etmişlerdir.

Temel ve diğ., (2017) Türk fıncığının Türkiye’deki popülasyon durumunu araştırdığı bir çalışmada; incelenen 18 popülasyonun 700-1600 m arasında yayılış yaptığını, yıllık ortalama sıcaklığın 8.8 °C (6.9 –11 °C) ve yıllık ortalama yağışın 654 mm (477–952 mm) olduğunu belirlemişlerdir. Araştırılan popülasyonların sadece üçünün yarı-kurak sahalarda bulunduğunu ve türün Türkiye’deki yarı-kurak alanların ağaçlandırılmasında kullanılması yönünde bir ilgi olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca yarı-kurak sahaların ağaçlandırılmasında kullanılabilecek popülasyonların belirlenmesi için türün ayrıntılı orijin ve/veya döl denemeleri gerekliliğini vurgulamışlardır.

Türk fıncığının toprak isteği bakımından kanaatkar, don ve kuraklığa karşı dayanıklı olduğu belirtilmektedir (Maurer, 1975; Tosun, 2012). Ukrayna ve Macaristan’da (Ghimessy, 1980) kuraklık riski oluşturan sahaların ağaçlandırılması için kullanılması önerilen Türk fıncığının, hava kirliliğine dayanıklı olması ve eğimli arazilerin rehabiliteesinde kokar ağaç (*Ailanthus altissima* Mill.) ve dişbudak yapraklı akçaağaç (*Acer negundo* L.) gibi türlerin yerine kullanılabileceği belirtilmektedir (Tokar, 1978; Koller, 1984).

Türk fıncığı morfolojik özellikleri üzerine incelenen çalışmalara göre tohum boyutlarında uzunluk, genişlik, kalınlık, ağırlık ve kabuk kalınlığı değerleri (en düşük-en yüksek) sırasıyla 11,04-18,83 mm, 10,32-19,61 mm, 7,67-16,92 mm, 0,61-2,61 g ve 0,67-3,69 mm aralığındadır (Ninić-Todorović ve Cerović 1987; Mitrović ve diğ., 2001; Erdoğan ve Aygün 2005; Miletić ve diğ., 2007; Ayan ve diğ., 2018b; Popović ve diğ., 2021).

Embriyo boyutlarına göre 9,16-15,45 mm uzunluk, 7,20-16,64 mm genişlik, 4,52-12,5 mm kalınlık ve 0,25-0,85 g ağırlık değerlerinin olduğu ifade edilmektedir (Miletić ve diğ., 2007; Ayan ve diğ., 2018b). Ayrıca embriyo-tohum oranına (ETO) göre en düşük ve en yüksek oranların %29-40.1 (Mitrović ve diğ., 2001), %25-36 (Erdoğan ve Aygün, 2005) ve %36.7-43.9 (Miletić ve diğ., 2007) aralığında olduğu bildirilmektedir.

Miletić ve diğ., (2007) Türk fıncığı kimyasal özellikleri üzerine incelemelerde bulunmuştur. Yapılan analizler sonucunda protein içeriğinin %12,4 (%10,9-14,4)

oranında olduğunu tespit etmişlerdir. Ayan ve diğ., (2018a) tarafından Türk fındığı yağ ve protein içeriği üzerine yapılan bir çalışmada yağ içeriğinin %59,8 ile %64,1 oranında, protein içeriğinin ise %14,80 ile %18,34 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Srivastava ve diğ., (2010), Keşmir'de *C. colurna*'nın 41 genotipi üzerinde yaptıkları araştırmada ortalama protein içeriğinin %16,37 olduğunu kaydetmişlerdir. Erdoğan ve Aygün (2005), Türk fındığı için yağ içeriğinin %64.4-71.9 olduğunu ve toplam miktarın %91.7'sini oleik ve linoleik asitlerin oluşturduğunu bildirmiştir.

Ninić-Todorović ve diğ., (2019), Türk fındığı için yaptıkları çalışmada yağ içeriğinin %36,50-60,8, oleik asitin %79,3-83,0 ve linoleik asitlerin %7,5-10,8 oranında olduğunu belirtmişlerdir.

Mehlenbacher (1994) *Corylus* ssp. tohumlarının çimlenme için nispeten uzun bir uyku dönemine gerek duyduğunu ve tohumların uyku halinin 4 °C'de 3 ila 5 ay arasında sürebilen soğuk katlama ile aşıldığını belirtmiştir. *C. colurna* tohumlarının çimlenmeye alınmadan önce 97-135 gün arası soğuk katlama uygulanması gerekmekte ve çimlenme için 52 gün çimlenme süresine ihtiyaç duymaktadır.

C. avellana tohumlarının hem 5 °C hem 20 °C'de inkübasyon sonrası ABA seviyesi %61 oranına düşmüş ancak sadece 5 °C'deki tohumların dormansisi kırılmıştır (Williams ve diğ., 1973). Şeker akçaağacında (*Acer saccharum* Marsh.) tohumların inkübasyon sonrası ABA seviyesi 5 °C'de %98 oranına ve 20 °C'de %37 oranına düşmüştür. Buna rağmen sadece 5 °C inkübasyon sonrası tohumlardaki dormansi varlığı ortadan kalkmıştır (Webb ve diğ., 1973). Benzer durumlar Japon gülü (*Rosa rugosa* Thunb.) (Tillberg, 1983) ve Çınar yapraklı akçaağaç (*Acer platanoides* L.) (Pinfield ve diğ., 1989), İran akçaağacı (*Acer velutinum* Boiss.) (Pinfield ve Stutchbury, 1990) ve Köpek kirazı (*Prunus buergeriana* Miq.) (Chen ve diğ., 2005) türlerinin sağlam tohumlarında görülmüştür. *P. buergeriana* tohumlarında soğuk katlama sonrası ABA seviyesi azalmakla kalmamış aynı zamanda GA₁, GA₃, GA₄ ve GA₂₀ seviyelerinde artış olduğu teyit edilmiştir (Chen ve diğ., 2005).

GA'nın orta düzeyde fizyolojik dormansiye sahip tohumlar üzerindeki etkileri değişkendir. Dağ akçaağacı (*Acer pseudoplatanus* L.) samaralarının çimlenmesi üzerinde GA₃'ün bir etkisi olmamış, ancak kinetin (C₁₀H₉N₅O) uygulanması sonucu tohumların %45'i çimlenmiştir (Pinfield ve Stobart, 1972). Benzer şekilde *C. avellana* ve *Fagus sylvatica*'nın sağlam kabuklu tohumlarının çimlenmesine GA₃ etki etmemiş,

tohum kabuğunun kaldırılması sonrası uygulanan GA₃ sonucu çimlenme gerçekleşmiştir. Tiyoüre (CH₄N₂S) ve kinetin hormonları ise, *C. avellana* ve *F. sylvatica* embriyolarının çimlenmesini teşvik etmiş, ancak kök büyümesini engellemiştir (Frankland ve Wareing, 1966).

Aygün ve diğ., (2008) Türk fındığı tohum çimlenmesi üzerine yapmış olduğu bir araştırmada, katlama ve farklı dozlarda GA₃ uygulamasının çimlenmeye olan etkisini ortaya çıkarmak için incelemelerde bulunmuştur. Hiçbir önışlem yapmadan Kasım ayında direkt ekim yastıklarına ekmiş olduğu tohumlarda %64, 120 gün soğuk katlama yaptığı tohumlarda %14.2 oranında çimlenme elde etmiştir. Soğuk katlamanın dormansiyi kırmada etkili olduğunu ancak genotip kaynaklı daha uzun sürelerde katlamaya gereksinim olabileceğini belirtmiştir. Kabuklarından çıkartılarak 22 °C inkübatörler içerisinde çimlenmeye aldığı *C. colurna* tohumlarında %100'lük oranla en yüksek çimlenmenin 75 ppm GA₃ uygulamasının olduğunu; %41.3 oran ile en düşük çimlenmenin kontrol grubu (0 ppm GA₃) olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca yüksek GA₃ konsantrasyonunun çimlenme yüzdesine negatif etki yaptığını belirtmiştir.

Arslan (2009) kabuğu çıkarılmış ve 80 ppm GA₃ uygulanmış *C. colurna* tohumları üzerinde farklı önışlemler uygulamıştır. Sodyum hipoklorit, pomarsol forte (fungisit) ve sıcak katlamanın Türk fındığı tohumları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çimlenmeleri %20 nemli steril dere kumunda 20 °C sıcaklıkta gerçekleştirmiştir. Çimlenmeye sodyum hipokloritin olumsuz etki yaptığını, pomarsol fortinin herhangi bir etkisinin olmadığını tespit etmiştir. En yüksek çimlenme yüzdesinin (%93.1), 2 hafta 20 °C'de katlamanın ardından kabuklarından çıkartılarak 80 ppm GA₃ uygulan deneye ait olduğunu tespit etmiştir. Daha uzun süren katlamanın çimlenmeye negatif etkisi olduğunu belirtmiştir. Ayrıca en düşük çimlenme yüzdesinin kontrol grubu olduğunu (%36.3) eklemiştir.

Fındıkların önemli bir canlılık kaybı olmadan bir yıldan fazla saklanamayacağı belirtmiştir (Mehlenbacher, 1991). Reed ve Chang (1997) orta vadeli bir saklama metodu olarak fındıkları laboratuvar ortamında +4 °C soğukta 8 ay ile 2.7 yıl arasında iyi bir şekilde saklanabileceğini ifade etmiştir.

Normah ve diğ., (1994) ve Reed ve diğ., (1994) yapmış oldukları çalışmalarda %5 nem içeriğine kadar kurutulan fındığın (*C. avellana*) çimlenme kaybına uğramadığı tespit

etmişlerdir. Sıvı nitrojenle dondurulmuş tohumların (kabuklu) hayatiyetini kaybettiğini, buna rağmen içerisinden çıkartılan embriyonun (cotiledon hariç) canlı kaldığını ve doku kültüründe çimlenip büyütüldüğünü belirtmişlerdir.

Reed ve Hummer (2001) *C. colurna*, *C. americana*, *C. heterophylla* ve *C. sieboldiana* tohumlarını 2 hafta perlit içerisinde 4-5 °C sıcaklıkta soğuk katlamaya almıştır. Soğuk katlama sonrası zarar vermeden kırılan tohumlardan kotiledon ve embriyo çıkarılmış, hassas bir şekilde embriyolar da kotiledonlardan ayıklanmıştır. *C. colurna* embriyoları Petri kabında %9 neme kadar kurutulmuş ve 1 saat sıvı nitrojenle dondurulmuştur. Tekrar çözdürülen *C. colurna* embriyoları doku kültürüne alınmış ve %80 oranında çimlenme gözlemlenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEMLER

2.1 MATERYAL

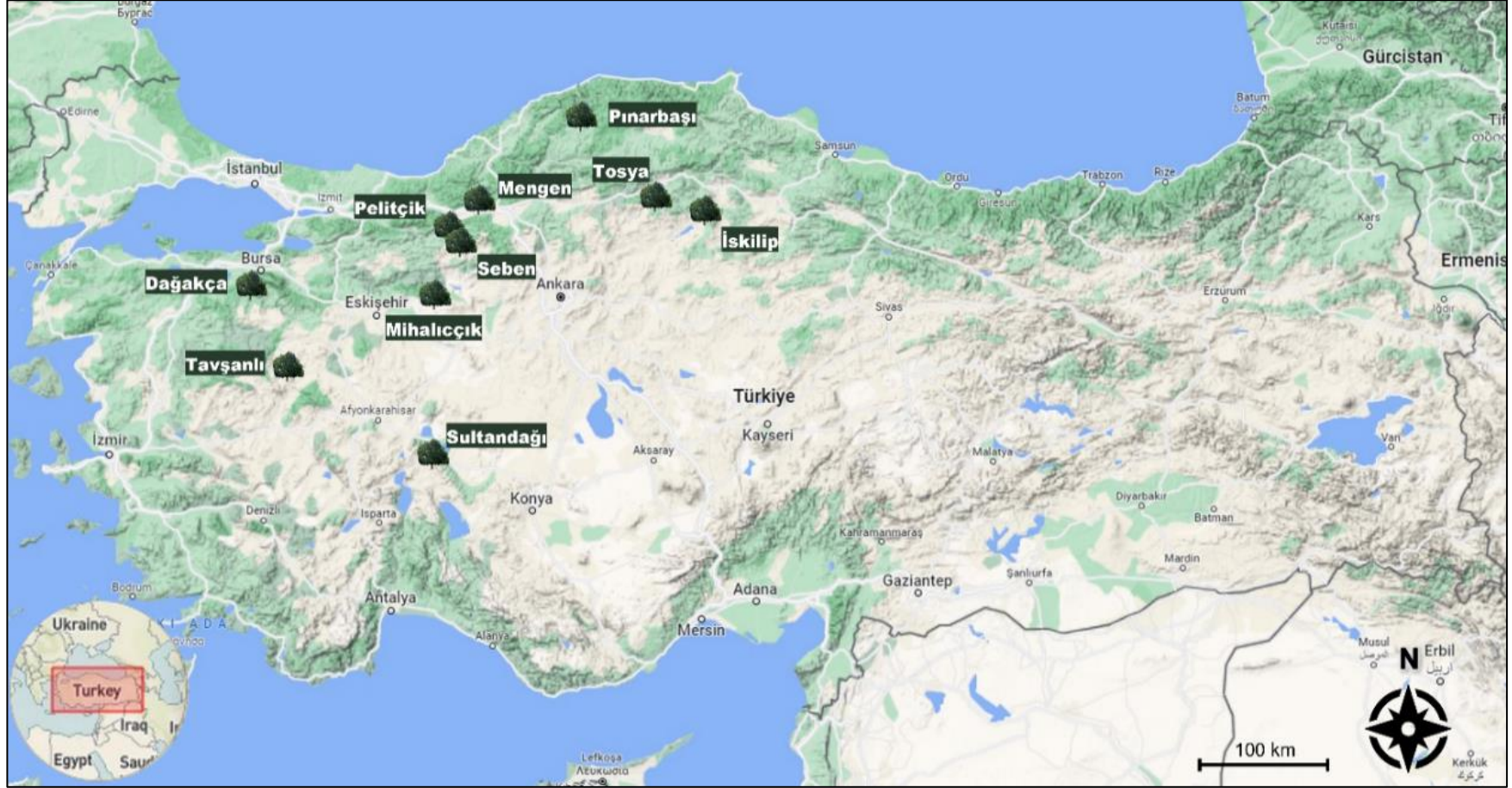
Çalışma kapsamında Türk findığının ülkemizde doğal yayılış yaptığı 10 popülasyondan (Çorum, Kastamonu, Bolu, Eskişehir, Afyon, Kütahya, Bursa) tohumlar (findık) toplanmıştır. Bazı popülasyonlarda keşif gezileri yapılmış olup koordinatlar alınarak ağaçlardaki tohum durumu gözlemlenmiştir.

Çalışmada, Türk findığı tohumlarının fizyolojik özellikleri (tohum canlılığı, dormansi durumu, dormansi sınıfı, katlama işlemleri, çimlenme özellikleri, kurumaya duyarlılığı, saklama nitelikleri) araştırılmıştır. Toplanan tohumların morfolojik özellikleri (tohum boyutları, 1000-dane ağırlığı, tohumun genel şekli) belirlenmiş ve ayrıca kimyasal özellikleri de analiz edilmiştir.

2.1.1 Tohum materyali

Çalışma kapsamında Türk findığının ülkemizde doğal yayılış yaptığı 10 popülasyondan (Çorum, Kastamonu, Bolu, Eskişehir, Afyon, Kütahya, Bursa) tohum toplanması planlanmıştır. Bu süreçte ön istikşaf gezileriyle türün yayılış durumu, ağaçların sağlık durumu, kupula yoğunlukları (bol tohum yılı olup olmadığı) gibi özellikler göz önünde bulundurularak tohum toplanacak 10 popülasyon belirlenmiştir. Belirlenen popülasyonlarda koordinatlar alınıp arazi durumuyla ilgili gözlemlenen bilgiler kaydedilmiştir (Şekil 2.2, Çizelge 2.1). Bu popülasyonlar doğudan batıya doğru Çorum-İskilip, Kastamonu-Tosya, Kastamonu-Pınarbaşı, Bolu-Mengen, Bolu-Seben, Bolu-Pelitçik, Eskişehir-Mihalıççık, Afyon-Sultandağı, Kütahya-Tavşanlı, Bursa-Dağakça olarak sıralanmıştır (Şekil 2.1).

Belirlenen her bir popülasyonda 2021 yılında tohumların olgunlaşmasının ardından en az 10 adet sağlıklı bireyden en az 1 çuval kupulalı tohum toplanmıştır. Ayrıca tohum elde edilen bu popülasyonların bazılarında yöre halkı tarafından toplanan 2021 yılı tohumu, eğer 2021 yılı tohumu yoksa önceki yıllara ait tohumlar satın alma yoluyla da temin edilmiştir (Çizelge 2.1).



Şekil 2.1 : Türk fındığı toplanan popülasyonlar

(İskilip/Çorum, Tosya-Pınarbaşı/Kastamonu, Mengen-Seben-Pelitçik/Bolu, Mihalicçık/Eskişehir, Sultandağı/Afyon, Tavaşanlı/Kütahya, Dağakça/Bursa).

Çizelge 2.1 : Tohum toplanan popülasyonlara ait bilgiler.

Popülasyon	Enlem	Boylam	Yükselti (m)	Bakı	Tohum Toplama Tarihi	Laboratuvara Gelme Tarihi	En Yakın MGM İstasyonları
Çorum-İskilip (Oğuzlar)	40.77	34.58	1240	K-KB	20 Ekim 2021	24 Ekim 2021	Oğuzlar İskilip
Kastamonu-Tosya (Küçüksekiler)	40.90	34.04	1100	B-KB	11 Eylül 2021	20 Ekim 2021	Tosya Müsellim Köyü
Kastamonu-Pınarbaşı	41.63	33.19	1290	K-KB	Ekim-Kasım 2020	19 Ekim 2021	Yapraklı Azdavay Pınarbaşı
Bolu-Mengen	40.86	31.83	800	KD-GB	11-18 Ekim 2021	29 Ekim 2021	Yedigöller Milli Parkı Çele Orman Sahası
Bolu-Seben	40.46	31.59	1215	KD-G	3 Ekim 2021	16 Ekim 2021	Merkez Seben Merkez
Bolu-Pelitçik	40.61	31.45	1090	K-GB	9-12 Ekim 2021	18 Ekim 2021	Mudurnu Abant Gölü
Eskişehir-Mihalıççık (Yalımkaya)	39.97	31.26	1150	K-KB	5-16 Ekim 2021	21 Ekim 2021	Batı Karadeniz Orman Araştırma
Afyon-Sultandağı (Dereçine)	38.44	31.23	1720	K-KD	19 Ekim 2021	7 Kasım 2021	Kızıltepe Orman Sahası Çatacık Mihalıççık
Kütahya-Tavşanlı (Ovacık)	39.44	29.44	1230	K	Ekim-Kasım 2019	2 Kasım 2021	Sultandağı Yalvaç Yarıkkaya Köyü
Bursa-Dağakça	40.07	28.96	925	K	Eylül-Ekim 2020	20 Ekim 2021	Tavşanlı Emet Sarıalan Orhaneli Eski Kızılelma Köyü



Şekil 2.2 : Belirlenen alanlardan tohum toplanması (Foto: M. Kalkan).

Çalışma kapsamında araştırılan 10 popülasyona ait iklimatik ve meteorolojik değerler, her popülasyonda tohum toplanan alanlara en yakın en az 2 istasyondan elde edilerek ortaya çıkartılmıştır. Bu amaçla Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)’nden temin edilen rasat yılları 1929-2023 arasında değişen verilerin ortalamaları kullanılmıştır.

Meteoroloji istasyonları ile tohum toplanan alanlar arasında yükseklik farkı bulunduğundan istasyonlara ait sıcaklık ve yağış verilerininin doğru bir şekilde hesaplanabilmesi için enterpolasyona ihtiyaç duyulmaktadır. Popülasyonlara ait sıcaklık değerleri Lapse-Rate yöntemi uygulanarak aylık sıcaklık ortalamaları enterpolasyona tabi tutulmuştur (Çepel, 1978).

Her bir popülasyonun biyoiklim katlarının belirlenmesinde Emberger Biyoiklim Sınıflandırması yönteminden yararlanılmıştır. Yöntemle popülasyonların bulunduğu yöreye ait Yağış-Sıcaklık İndisi (Q) (Denklem 2.1) ve Yaz Kuraklığı İndisi (S) (Denklem 2.2) değerleri tespit edilmiştir (Akman, 2011).

$$Q = \frac{2000P}{(M + m + 546,4)(M - m)} \quad \text{Denklem 2.1}$$

- Q : Emberger yağış-sıcaklık indisi
P : Yıllık yağış miktarı (mm)
M : En sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalaması (°C)
m : En soğuk ayın minimum sıcaklık ortalaması (°C)

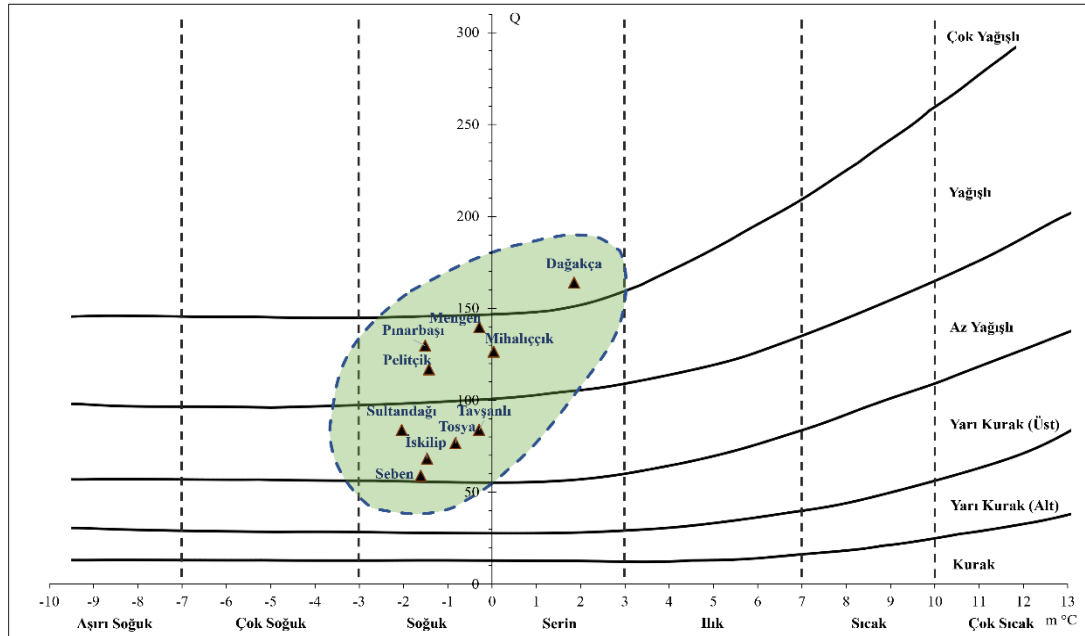
$$S = \frac{PE}{M} \quad \text{Denklem 2.2}$$

- S : Yaz kuraklığı indisi
PE : Yaz yağışı ortalaması (Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarındaki yağış toplamı)
M : En sıcak ayın maksimum sıcaklık ortalaması

Türkiye'deki orman ağaçlarıyla yapılan birçok ekofizyolojik çalışmada, Emberger yöntemine dayalı biyoiklim sınıflandırması ve indisleri başarılı sonuçlar vermiştir. Bu yöntem, çeşitli ağaç türlerinin ekofizyolojisini belirlemede en etkili biyoklimatik yaklaşımlardan biri olarak kabul edilmektedir (Dirik, 2000; Çalıkoğlu, 2002; Yılmaz, 2005; Akman, 2011). 10 popülasyonunun yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık yağış değerlerine göre Embeger yöntemiyle oluşturulan iklimatik indis değerleri Çizelge 2.2’de, popülasyonların Emberger diagramındaki yeri ise Şekil 2.3’te verilmiştir.

Çizelge 2.2 : Emberger yöntemiyle belirlenen iklim karakteristikleri.

Popülasyon	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. Yağış (mm)	Emberger Yöntemi					Biyoiklim Katı
			PE	M	m	Q	S	
İskilip	10,6	450,2	35,7	21,8	-1,5	68,2	1,6	Az yağışlı, Kışı soğuk, Akdeniz İklimi
Tosya	10,5	481,1	39,7	21,3	-0,8	76,6	1,9	Az yağışlı, Kışı soğuk, Akdeniz İklimi
Pınarbaşı	7,6	676,3	52,8	17,0	-1,5	129,7	3,1	Yağışlı, Kışı soğuk, Akdeniz İklimi
Mengen	9,8	758,6	72,5	19,1	-0,1	139,3	3,8	Yağışlı, Kışı soğuk, Akdeniz İklimi
Seben	8,7	358,4	21,3	18,8	-1,7	62,1	1,1	Az yağışlı, Kışı soğuk, Akdeniz İklimi
Pelitçik	8,5	648,3	43,7	18,3	-1,4	117,1	2,4	Yağışlı, Kışı soğuk, Akdeniz İklimi
Mihaliççik	6,7	471,6	33,4	13,4	0,0	126,4	2,5	Yağışlı, Kışı soğuk, Akdeniz İklimi
Sultandağı	9,0	523,9	27,6	20,1	-2,0	83,7	1,4	Az yağışlı, Kışı soğuk, Akdeniz İklimi
Tavşanlı	9,8	480,6	29,8	19,9	-0,3	84,0	1,5	Az yağışlı, Kışı soğuk, Akdeniz İklimi
Dağakça	10,9	848,5	36,2	20,1	1,9	163,9	1,8	Yağışlı, Serin, Akdeniz İklimi



Şekil 2.3 : Tohum toplanan Türk fındığı popülasyonlarının Emberger diagramındaki yeri.

2.1.2 Tohumların ayıklanması ve muhafazası

Toplandıktan sonra labaratuvara getirilen tohumlar kupulalarından kurutulduktan sonra çıkartılmıştır. Görsel olarak tespit edilen çatlak, böcekli, yaralı, kemirilmiş tohumlar ve taş, dal, yaprak, züruf parçası gibi yabancı maddelerden ayıklanmıştır. Tüm tohumlar oda sıcaklığında günde 6-24 saat düşük hızda vantilatör rüzgarıyla yaklaşık hava kurusu duruma gelinceye kadar periyodik kontrollerle 7-10 gün arasında bekletilmiştir (Şekil 2.4). Hava kurusu ağırlığa ulaşan tohumlar BTU Orman Fak. Silvikültür laboratuvarında + 4 °C'de dolaplarda muhafaza edilmiştir. Yapılan tüm işlemler hava kurusu hale getirilen görsel olarak sağlam kabul edilen tohumlar üzerinden yürütülmüştür.



Şekil 2.4 : Toplanan tohumların hava kurusu hale getirilmesi (Foto: M. Kalkan).

2.1.3 Araştırmada kullanılan araç ve gereçler

Tez kapsamında araştırmada kullanılan cihazlar, araç ve gereçlerin listesi aşağıda verilmiştir.

- Buzdolabı – Uğur vitrin tipi buzdolabı (0 °C – 8 °C)
- Etüv – Heratherm (Thermal) / OGS60 (25 °C- 250 °C)
- Soğutmalı inkübatörler – Lovibond TC 140 G (2 °C – 40 °C)
- Dijital kumpas – Mahr MarCal 16 EWR 0,00 mm hassasiyette
- Analitik terazi – Radwag/ AS 220 R2 0,0000 g duyarlılıkta
- Hassas terazi – AND/FZ-5000I 0,00 gr duyarlılıkta
- Kabuk öğütücü – Fritsch-Pulverisette 19

- SEM numune kaplama cihazı – Leica EM / ACE600
- Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) – Zeiss / Gemini 300 - EDS: Bruker / XFlash 6I100
- Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (FTIR) Spektrofotometresi – Bruker Optics Tensor37
- Soksalet Ekstraksiyon Sistemi
- Gaz Kromatografi Kütle Spektrometresi (GC-MS) – Agilent 6890
- Saf su - Elga Purelab
- Vantilatör – hızı ayarlanabilir
- Sıcaklık ve Nem Ölçer – -50/+70 °C, %10-%99 Nem
- Cam Petri kabı – 150x25 mm ve 200x30 mm ebatlarında
- Perlit – iri taneli
- Vakumlu desikatör – vakum pompalı
- Silikajel – indikatörlü (mavi)
- Numune saklama şişesi – amber renk, tiyösülfatsız, hava geçirmez
- Çeşitli boy ve ebatlarda; LDPE Pisetler, Pensetler, kilitli poşetler
- Farklı ebatlarda sızdırmaz dikdörtgen plastik saklama kapları
- Tetrazolium klorit (2,3,5-Triphenyl-2H-tetrazolium chloride)
- Etil alkol – %99 Analitik kalite
- Sodyum hipoklorit (NaClO)
- Gibberellik asit (GA₃)
- Hidroklorik asit (HCl)
- Mono Potasyum Fosfat (KH₂PO₄)
- Disodyum hidrojen fosfat dihidrat (Na₂HPO₄*2H₂O)
- Filtre kağıdı,
- Nitril eldiven, Makas,
- Maket bıçağı, Mengene.

2.2 YÖNTEM

2.2.1 Tohumun morfolojik özellikleri

Tüm popülasyonlardan rastgele seçilen 120 (3*40) tohum üzerinde her bir tohum (findık) için uzunluk, genişlik, kalınlık, ağırlık, kabuk kalınlığı ve yine aynı tohumdan çıkan embriyoda (iç findık) uzunluk, genişlik, kalınlık ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Ölçümlerde boş ve böcekli tohum sayısının tohum kırılarak dolu tohum verileri işlenmiştir. Tohum ağırlığından embriyo ağırlığı çıkartılarak tohum kabuğu ağırlığı (TKA) hesaplanmıştır. Ayrıca her bir tohumdan çıkan embriyo ağırlığına göre Embriyo Tohum Oranı (ETO) yüzde cinsinden hesaplanmıştır.

Ölçümler esnasında ağırlık tespiti için RADWAG/ AS 220 R2 analitik terazi 0,0000 g hassasiyetinde kullanılmıştır. Tohum boyutları ölçümü için MarCal 16 EWR Dijital Kumpas 0,00 mm hassasiyetinde kullanılmıştır.

1000-dane ağırlığı, her bir popülasyona ait tohum partilerinden rastgele seçilen 8x100=800 tohum üzerinden hesaplanmıştır. Bu hesaplama, ISTA'nın (1996) yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Rastgele örnekleme oluşturmak için tohumlar düz bir zemine serilip karıştırılmış ve ardından belirli bir alandaki tohumların 100 tanesi elektronik hassas bir terazi kullanılarak ağırlıkları ölçülmüştür. 1000-dane ağırlığını hesaplamak için bu işlem, 8 tekrarlardan elde edilen değerlerin ortalaması bulunarak 10 ile çarpılmıştır (Denklem 2.3). 1000-dane ağırlığı nem içeriği ile birlikte verilmiştir.

$$1000 - dane\ ağırlığı = \frac{\sum x_i}{8} \times 10 \quad \text{Denklem 2.3}$$

x_i : yinelemelerin ortalaması

2.2.2 Tohumun kimyasal özellikleri

Türk findığı tohum kabuğunun özelliklerini belirlemek amacıyla 7 (yedi) farklı popülasyonun tohum kabuğu üzerinde SEM-EDS (Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray Analysis) ve FTIR (Fourier Transform Infrared) spektroskopi analizleri yapılmıştır. Testler Bursa Teknik Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı (MERLAB)'nda gerçekleştirilmiştir. Test sonuçları analiz edilerek tohum kabuğunun çimlenme engeline olan etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Tohum kabukları öğütücü cihazında (Fritsch-Pulverisette 19) öğütülmüş ve her bir numune Petri kabında 50 °C sıcaklıkta etüvde kurutularak testler için hazır hale getirilmiştir. SEM analizi öncesi numunelerden daha yüksek çözünürlüklü görüntüler elde etmek için altın kaplama cihazında (Leica EM ACE600) numunelere altın kaplama yapılmıştır. SEM görüntüleri 100x, 1000x ve 2000x büyütme oranlarında Carl Zeiss / Gemini 300 cihazı kullanılarak elde edilmiş ve gözenek (por) genişliği görüntülü olarak kaydedilmiştir. EDS analizi ile kabukta bulunan ana elementler ortaya çıkarılmış ve % ağırlık değerleri tespit edilmiştir.

Toz haline getirilmiş numunelerin yüzey fonksiyonel yapısını incelemek amacıyla Bruker Optics Tensor37 cihazı kullanılarak FTIR analizi yapılmış ve ölçümlerin tarama aralığı 400-4000 cm⁻¹ dalga boyu arasında tutulmuştur.

İç fındığın kimyasal bileşimini belirlemek için 7 (yedi) popülasyonda yağ (%), protein (%), nişasta (g/kg) ve kül (%) değerleri analiz edilmiştir. Fındık kabuğu mengine yardımıyla çatlatılarak kırılmış ve iç fındık zarar görmeyecek şekilde çıkartılmıştır. Testler TÜBİTAK Bursa Test ve Analiz Laboratuvarı (BUTAL)'nda gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre popülasyon içi ve popülasyonlar arası farklılıklar ortaya konmuştur.

Yağ içeriği analizi Soxhlet cihazında (AOAC, 2000) gerçekleştirilmiştir. Fırında 105 °C'de kurutulmuş ve öğütülmüş fındık örneklerinden 5 g tartılmış ve Soxhlet cihazında 4 saat 300 mL hekzan ile ekstrakte edilmiştir. Buharlaştırma sonrası ham yağ miktarı yüzde (%) olarak hesaplanmıştır. Örneklerin protein analizleri AOAC International'a (AOAC, 2000) göre Kjeldahl yöntemi ile yapılmıştır. Ham protein yüzdesi, toplam nitrojen içeriğinin 5.30 faktörü ile çarpımından elde edilmiştir.

Embriyo yağının yağ asidi kompozisyonu, gaz kromatografisi-alev iyonlaştırıcı detektör kullanılarak tespit edilmiştir. Yağ asitlerinin metil esterlerini elde etmek için AOCS (2000) yöntemi kullanılmıştır. Gaz kromatografi analizleri Agilent 6890 serisi cihaz ile yapılmıştır. Yüksek polariteli bir yağ asidi kolonu (20 m x 0.25 mm x 0.25 µm) kullanılarak yapılan analizde, taşıyıcı gaz helyum, akış hızı 1.0 ml/dk olacak şekilde ayarlanmıştır. Enjeksiyon ve dedektör sıcaklıkları sırasıyla 250 °C ve 280 °C olarak ayarlanmıştır. Fırın sıcaklığı 40 °C olarak belirlenmiş ve 240 °C'ye sıcaklık artış hızı 5 °C/dk olacak şekilde ayarlanmıştır. Analiz 1:50 split oranı ve 1 µl enjeksiyon hacmi ile gerçekleştirilmiştir.

Nişasta içeriğinin belirlenmesi için Ewers polarimetrik yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla yaklaşık 5 g öğütülmüş fındık numunesi alınarak 100 ml'lik ölçü balonuna konulmuş ve üzerine iki kez 50 ml %1'lik HCl zeltisi pipet ile ilave edilerek numune çalkalanmıştır. Balon 95-100 C'de 15-20 dakika su banyosunda tutulmuş ve aralıklı olarak çalkalanmıştır. İşlemden sonra su banyosundan alınarak üzerine 30-35 ml distile su ilave edilerek soğutulmuştur. Numunedeki azotlu maddeleri çökeltmek için ölçüm balonuna 10 ml %4 fosfotungstik asit ilave edilmiştir. Balon hacmi 100 ml olana kadar distile su ilave edilmiş ve filtre kağıdı ile berrak bir çözelti elde edilmiştir. Elde edilen sznt 2 dm'lik bir polarimetre tüpe yerleştirilmiş ve dönme derecesi okunarak örnekteki nişasta miktarı faktör yardımı ile hesaplanmıştır.

Kl tayininde numuneler etüvde 105 C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. 5 g fındık numunesi 550 C'lik kül fırınında yaklaşık 9 saat beyaz kl oluşuncaya kadar yakılmış ve kül miktarı gravimetrik olarak hesaplanmıştır.

2.2.3 Tohum canlılığının belirlenmesi

Tohum canlılığını hızlı bir şekilde belirlemek için yapılan kesme testinde 10 poplasyonda, 120 (3*40) tohumda her tohum mengeneyle çatlatılarak embriyolar tohum gömlekli olarak çıkarılmıştır. Embriyoların sağlıklı, taze ve kabuğu tamamen doldurması kriterlerine göre (rge, 1965) dolu, boş ve böcekli olan tohumlar kaydedilmiştir. Daha sonra embriyolar, embriyo morfolojik özelliklerinin belirlenmesi için ölçümlerde kullanılmış, her tohum için kendi embriyo bilgileri kaydedilmiştir. Ölçümlerde boş ve böcekli tohum sayısınca tohum kırılarak dolu tohum verileri morfolojik özelliklere işlenmiştir.

Kesme testinde canlı olarak değerlendirilen ancak l, çürük ve oyuk embriyolar için canlılığının belirlenmesi amacıyla ISTA (1996) kurallarına göre Topoğrafik Tetrazolium testi (TTZ) gerçekleştirilmiştir. Test, kesme testi sonucunda 10 poplasyonda, 120 (3*40) tohumdan çıkarılan embriyolar üzerinde gerçekleştirilmiştir. TTZ testi öncesi embriyolar 20 C'de 18 saat saf suda bekletilmiştir. Tohum gömleği uzaklaştırılıp kotiledonlar ikiye ayrılmış ve 30 C'de %1'lik TTZ çözeltisinde 18 saat bekletilmiştir. Çözeltinin pH seviyesini 6,5-7,5 arasında tutmak amacıyla KH₂PO₄ ve Na₂HPO₄*2H₂O tuzları kullanılmıştır (ISTA, 1996). TTZ testi sonunda kökçük ucu, kotiledonların uç kısımları ve merkezindeki

boyanmayan ölü doku büyüklüğü embriyonun 1/3'ünü aşmamış ve tamamı kırmızıya boyanmış embriyolar canlı olarak değerlendirilmiştir.

2.2.4 Tohum nem ölçümü

Hava kurusu ağırlığına getirilen tohumların nem ölçümü etüvde 104±1 °C'de 17 saat (ISTA, 1996) bekletilerek yapılmıştır. Ölçümler her biri yaklaşık 15 g (5 g 3 yinelemeli) örnekler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Tohumların taze ağırlığı (FW) fırına koymadan önce 0,0000 g duyarlılığındaki terazi ile ölçülmüştür. 104±1 °C'de 17 saat bekleme sonrasında kuru ağırlık (DW) tespit edilmiştir. Tohumların nemi (MC₁) aşağıdaki Denklem 2.4 yardımıyla taze ağırlığa göre hesaplanarak belirlenmiştir (Suszka ve diğ., 1996; Yılmaz, 2005).

$$MC_1 = \frac{FW - DW}{FW} \times 100 \quad \text{Denklem 2.4}$$

MC₁ : Nem içeriği (%)
FW : Taze ağırlık
DW : Kuru ağırlık

2.2.5 Tohumun nemlenmesi

Tohumlarda katlama ve çimlenme işlemlerinin etkin olabilmesi için tohumun su geçişinde engel olmaması gerekir. Tohumun nem alışı, kabuğun % olarak nem geçirgenliği belirlenmiştir. Üç farklı sıcaklıkta (4 °C, 15 °C ve 25 °C) 9 g tohum (3*3g) suya batırılmış olarak (tohum yüksekliği kadar) Petri kapları içinde filtre kağıdı üzerinde nemi sabitleninceye kadar farklı saatlerde ölçümler yapılarak (0, 6, 12, 24, 48, 72, 94, 120 saat) nemlenme testi gerçekleştirilmiştir. Tohumlar başlangıç nemleri ve ağırlıkları ölçüldükten sonra nemlenme ortamına alınmıştır. Ölçüm saatlerinde tohumlar Petri kaplarından çıkarıldıktan sonra kağıt havlu ile hafifçe kurutularak ağırlık ölçümleri yapılmıştır. Aşağıdaki Denklem 2.5 (Suszka ve diğ., 1996; Yılmaz, 2005) yardımı ile tohumların nemleri hesaplanarak zamana bağlı olarak nemlenme eğrileri ortaya çıkarılmıştır. Böylece tohumun farklı sıcaklıklardaki nemlenme hızı ve eğrisi belirlenmiştir.

$$MC_2 = 100 - \frac{FW_1 \times (100 - MC_1)}{FW_2} \quad \text{Denklem 2.5}$$

MC_1 : Başlangıç nem içeriği
 MC_2 : Yeni nem içeriği
 FW_1 : Başlangıç ağırlığı
 FW_2 : Yeni ağırlık

2.2.6 Tohumun çimlenme özellikleri

Türk fındığı her yıl tohum tutmadığı hatta bazı popülasyonlarda 7 yılda bir tohum tuttuğu yapılan arazi çalışmaları sırasında yerel halk tarafından belirtilmiştir. 2021 yılında sağlam tohumlara sahip popülasyonlardan tohumlar temin edilmiştir. Elde edilen tohum sayısına bağlı olarak gerçekleştirilen çimlenme testlerinde 10 popülasyon (İskilip, Tosya, Pınarbaşı, Mengen, Seben, Pelitçik, Mihaliççık, Sultandağı, Tavşanlı, Dağakça) üzerinde fizyolojik dormansi testi uygulanmıştır. Bu on popülasyonda tohum sayısının diğer testler için yeterli olmadığı ancak fizyolojik dormansi testi için 28 hafta soğuk katlamaya kadar tohumun yeterli olduğu hesaplanıp uygulama bu yönde gerçekleştirilmiştir.

Emberger biyoiklim sınıflandırması ve indisleri hesaplanan (Çizelge 2.2, Şekil 2.3) popülasyonlar içerisinde, çalışılan popülasyon yörelerini temsil edebilecek ve tohum sayısı fazla olan 3 popülasyon (Tosya, Seben ve Mihaliççık) belirlenmiştir. Belirlenen bu 3 popülasyonda mekanik (çatlak tohumlarla), fiziksel (embriyo), morfolojik ve morfofizyolojik dormansi testleri, gibberellik asit testi ve çimlenme sıcaklığının çimlenme parametlerine etki testleri gerçekleştirilmiştir.

2.2.6.1 Dormansinin varlığı ve en uygun katlama yöntemi

Soğuk katlama işlemi:

Literatür taramasında ve ön denemelerde Türk fındığı tohumlarında fizyolojik dormansi olduğu anlaşılmaktadır. Fizyolojik dormansiyi gidermek için genellikle +4 °C’de soğuk katlama uygulanmaktadır (Bewley ve Black, 1994). 10 (on) farklı popülasyonda (İskilip, Tosya, Pınarbaşı, Mengen, Seben, Pelitçik, Mihaliççık, Sultandağı, Tavşanlı ve Dağakça) tohuma +4 °C’de 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24 ve 28 hafta sürelerinde soğuk katlama uygulanarak dormansi derinliği bulunmaya çalışılmıştır.

Tohumların çatlatılması işlemi:

Tohumlarda sert kabuk yapısından dolayı embriyo kabuğu mekanik olarak ayıramamakta ve kökçüğün dışarı çıkması mümkün olamamaktadır (Schmidt, 2000). Türk fındığı tohumlarının kabukları çoğu odunsu türün tohumuna göre oldukça kalın

ve serttir. Mekanik dormansinin varlığını tespit etmek amacıyla 3 popülasyonda (Tosya, Seben, Mihalıççık) tohum kabuğunun uç kısmı (kökçük kısmı) mengene yardımıyla çatlatılmıştır. Embriyoya hasarı minimuma indirmek için çatlatma işlemi öncesi tohumlar 1 gün saf suda bekletilmiş ve kısmen yumuşayan tohumlar mengenede hassasiyetle çatlatılmıştır. Çatlak tohumlar 8, 12, 16 ve 20 haftalık soğuk katlama işlemine tabi tutulmuştur.

Basınç direncinin belirlenmesi:

Türk fındığı tohum kabuğunun çimlenmeye olan etkisini incelemelerinde tohum kabuğunun basınca olan direncinin belirlenmesi amacıyla on popülasyonda her popülasyondan beşer tohum üzerinde basınç direnci testi gerçekleştirilmiştir. Testte kullanılan tohumlar hava kurusu nem içeriğine (%6,5) eşitlenmiş ve genişlik ekseninde, eksen üzerinde 1 mm² yüzeyde 1 mm min⁻¹ yükleme hızında olacak şekilde kuvvet uygulanmıştır (Gupta ve Das, 2000). Tohum kabuğu kırılana kadar kuvvet uygulanmaya devam edilmiştir. Kopma noktası, kuvvette ani bir düşüşün olduğu kuvvet-deformasyon eğrisinden belirlenmiştir. Kırılma noktası tespit edilir edilmez yükleme durdurulmuştur. Basınç testi mekanik test cihazında (Shimadzu AG-IC) gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.5). Tohumların kırılma noktasında uygulanan basınç kuvveti Denklem 2.6 yardımıyla hesaplanmıştır (Olaniyan ve Oje, 2002; Vursavuş ve Özgüven, 2005).



Şekil 2.5 : Türk fındığı tohumunda basınç testinin uygulanması

$$Q = \frac{F}{D}$$

Denklem 2.6

Q : Basınç direnci (N/mm²)

F : Kırılmadaki kuvvet (N)

D : Kırılma noktasındaki deformasyon (mm²)

Embriyo testi:

Türk fıındığı tohum kabuğunun su ve gaz geçirgenliğinin etkisi yani fiziksel dormansinin rolü ile ilgili veriler yetersizdir. Bu bilgi açığıını gidermek için 3 popölasyonda (Tosya, Seben, Mihalıççık) mengene yardımıyla tohum kabukları embriyoya zarar vermeden uzaklaştırılmış ve embriyo 0, 4, 8, 12, 16 ve 20 haftalık soğuk katlama sonunda çimlenme testine alınmıştır.

Ilık katlama işlemi:

Türk fıındığı tohumlarında morfolojik ve morfofizyolojik dormansinin varlığı hakkında bilgi eksikliği bulunmaktadır. Morfolojik dormansinin varlığını test etmek amacıyla 3 popölasyonda (Tosya, Seben, Mihalıççık) tohumlara 4 hafta ılık katlama uygulanmıştır. Ilık katlama uygulanan tohumlar morfolojik dormansinin olup olmadığını tespit etmek için soğuk katlamasız (0 hafta) çimlenme testine alınmıştır. Morfofizyolojik dormansinin varlığını ve derinliğini belirlemek için 6, 12 ve 18 hafta soğuk katlama sonrasında çimlenme testine alınmıştır.

Testlerde uygulanan soğuk katlama işlemleri +4 °C Petri kapları içinde nemli perlit içerisinde olacak şekilde uygulanmıştır. Benzer şekilde ılık katlama işlemi 20 °C’de nemli perlit içerisinde Petri kaplarında gerçekleştirilmiştir (Schmidt, 2000; Barbour, 2002; Yılmaz, 2006).

Gibberellik asit uygulaması:

Dormansinin giderilmesinde pratik ve hızlı yöntemlerden biri de gibberellik asit (GA) uygulamasıdır (Li ve Foley, 1997; Kucera ve diğ., 2005; Sawage ve Metzger, 2006; Parlak, 2023). Daha önce yapılan çalışmalarda Türk fıındığı embriyoları üzerinde farklı dozlarda GA uygulanmış ve en etkili değerlerin 75-80 ppm olduğu belirtilmiştir (Aygün ve diğ., 2008; Arslan, 2009). Bu çalışmada GA’nın çimlenmeye etkisini tespit etmek amacıyla Tosya, Seben ve Mihalıççık popölasyonlarında sadece embriyo değil aynı zamanda tohum ve çatlak tohumlar üzerinde 80 ppm GA₃ uygulanmıştır. Tüm işlemler için kullanılacak olan tohumlar 1 gün saf suda bekletilerek kabuk yumuşatılmıştır. Böylece kırma veya çatlama işleminde embriyoya zarar vermemeye çalışılmıştır. Tohum, çatlak tohum ve kabuklarından çıkarılan embriyolar 1 gün boyunca 80 ppm GA₃ içerisinde bekletilmiştir. Daha sonra Petri kabında nemli perlit içerisinde 20 °C sıcaklıkta çimlenmeye alınmıştır.

2.2.6.2 Çimlenme sıcaklığının çimlenme parametrelerine etkisi

3 (üç) popülasyon ile değişik sıcaklıklarda (10 °C, 15 °C ve 20 °C) çimlenme testleri yaparak Türk fındığı tohumlarında çimlenme sıcaklığının çimlenme parametrelerine etkisi incelenmiştir. Bu testte tohumlar 12, 16 ve 20 haftalık soğuk katlama sonunda çimlenme testine alınmıştır. Farklı sıcaklıklardaki çimlenme performansı göz önünde bulundurularak türün ekolojisi ile ilişkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

2.2.7 Kurumaya karşı duyarlılık ve saklama özellikleri

Bazı hassas tohumlar yaklaşık hava kurusu duruma geldiklerinde canlılıklarını kaybetmektedirler (Bewley ve Black, 1994). Özellikle yapraklı ağaçların tohumlarında bu daha yaygın bir özelliktir (Suszka ve diğ., 1996). Çalışma kapsamında Tosya, Seben ve Mihalıççık popülasyonları tohumlarında nem %3,5, %5, %6,5 oranlarına indirilmiş ve kurumaya duyarlılığı ortaya çıkarılmak için saklamaya alınmıştır (Leon-Lobos ve Ellis, 2002). Saklama işlemi 6 ay süre ile +4 °C ve -18 °C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Saklama sonunda tohumların canlılığı tetrazolium testi (TTZ) ile belirlenmiştir.

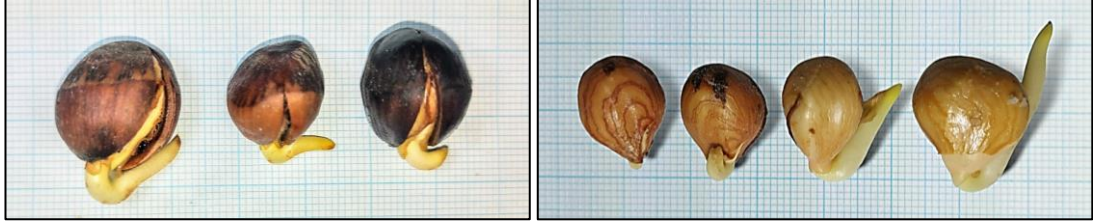
Tohumun canlı olarak kalabildiği minimum nem oranı belirlenmiş ve böylece tohumun saklama koşulları ile ilgili de incelemelerde bulunulmuştur. Bu test 3 popülasyon ve 3 nem kademesi (%3,5, %5, %6,5) şeklinde uygulanmıştır. Her bir işlemde 120 (3*40) tohum kullanılmış ve tohumlar hava ve ışık geçirmeyen amber renkli kutularda saklamaya alınmıştır.

2.2.8 Çimlenme testleri

Bu çalışmadaki çimlenme sıcaklığının çimlenme parametrelerine etkisi testi hariç bütün çimlenme testleri 20 °C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Çimlenmeler Petri kaplarında, saf suyla nemlendirilmiş perlit içerisinde çimlenme dolaplarında yapılmıştır. Dolapların cam kapakları alüminyum folyo ile sarılarak iç ortam karanlık hale getirilmiştir. Testlerde örneklerden rastgele seçilen her bir işlem için 90 (3 tekrarlı 3*30) tohum, çatlak tohum veya embriyo kullanılmıştır (Tasadüf Parselleri Deneme Deseni) (Baskin ve Baskin, 2014). Petri kapları çimlenme süresince her 2 günde bir kontrol edilmiş, kontrollerde oksijen alınımı sağlanmış ve gerektiğinde nem takviyesi yapılmıştır. Nemlendirme işlemi steril saf suyla gerçekleştirilmiştir. Tohum ve embriyolarda radikula (kökçük) uzunluğu 5 mm olanlar ve geotropizm (yere yönelim)

gösterenler çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (Şekil 2.6). Çimlenenler Petri kabından çıkarılmıştır.

Çimlenme testlerinde aşağıdaki denklemler kullanılarak Çimlenme Yüzdesi (ÇY) ve Ortalama Çimlenme Süresi (OÇS) değerleri elde edilmiştir (Denklem 2.7, Denklem 2.8)(Bewley ve Black, 1994).



Şekil 2.6 : Türk fıındığı tohum ve embriyolarında bazı çimlenmeler.

$$\text{ÇY}(\%) = \frac{\sum n_i}{N} \times 100 \quad \text{Denklem 2.7}$$

ÇY : Çimlenme yüzdesi (%),
 n_i : i . günde çimlenen sayısı (adet),
 N : Teste konulan toplam tohum sayısı (adet)

$$\text{OÇS} = \frac{\sum (t_i \cdot n_i)}{\sum n_i} \quad \text{Denklem 2.8}$$

OÇS : Ortalama çimlenme süresi (gün),
 t_i : Testin başlangıcından itibaren geçen süre (gün),
 n_i : $t(i)$ günde çimlenen tohum sayısı (adet)

2.2.9 İstatistik analiz

Morfolojik ölçümlerde ve çimlenme testlerinde, popülasyonlar ve işlemler arasındaki farklar varyans analizi ile test edilmiştir. Ortaya çıkan gruplar Duncan Testi ile belirlenmiştir. Detaylı olarak belirtmek gerekirse;

Bu çalışmada morfolojik özellikler, kesme ve tetrazolium testi, tohum nem ölçümü ve nemlendirme testleri 10 (on) popülasyon üzerinde incelenmiştir. Ayrıca tohumun kimyasal özellikleri 7 (yedi) popülasyonda incelenmiştir. Elde edilen bazı verilerin değerlendirilmesinde popülasyonlar arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla

0.05 anlamlılık düzeyinde Varyans Analizi (ANOVA) ve farklı popülasyonların gruplandırılması amacıyla Post Hoc Duncan Testi yapılmıştır. Korelasyon analizi yoluyla popülasyon-tohum özellikleri arasındaki ilişkiler irdelenmiştir.

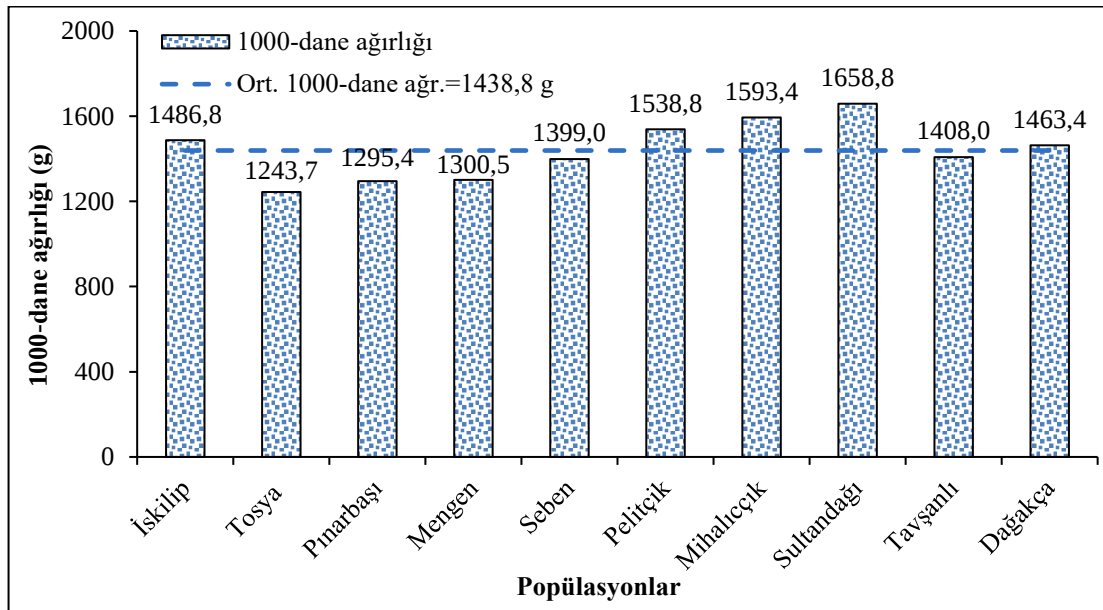
Dormansinin varlığı ve en uygun katlama yönteminin belirlenmesi için fizyolojik dormansi testinde 10 (on) popülasyonda; mekanik, fiziksel, morfofizyolojik dormansi testlerinde, GA₃ testi, çimlenme sıcaklığının çimlenme parametrelerine etkisi, kurumaya karşı duyarlılık ve saklama özelliklerine yönelik çalışma 3 (üç) popülasyonda gerçekleştirilmiştir (popülasyon faktörü). Önişleme yönelik olarak farklı süreli soğuk ve ılık katlama önişlemleri yapılmıştır (önişlem faktörü). Bu faktörlerin (popülasyon & önişlem) karşılıklı etkileşimlerinin (interaction) çimlenme yüzdesine etkisini ortaya koymak amacıyla 0.05 anlamlılık düzeyinde Varyans Analizi (ANOVA) yapılmış ve ortaya çıkan gruplar belirlenmiştir. Hangi grupların birbirlerinden farklı olup olmadığını belirlemek için ise Post-Hoc (Duncan) testi yapılmıştır. Test sonuçları analiz edilmiş ve her veriye ait çıktılar istatistiksel açıdan yorumlanmaya çalışılmıştır.

3. BULGULAR

3.1 Tohumun Morfolojik Özellikleri

3.1.1 1000-dane ağırlığı

10 farklı popülasyondan elde edilen Türk fındığının 1000-dane ağırlığı ortalaması 1438,8 g olarak (ortalama %6.5 nem içeriğinde) tespit edilmiştir (Şekil 3.1). En ağır popülasyon 1658,8 g ile Sultandağı, en hafif 1243,7 g ile Tosya popülasyonu olmuştur. En yüksek ve en düşük değer arasındaki fark 415,1 gramdır.



Şekil 3.1 : Türk fındığı popülasyonlarının 1000-dane ağırlığı (Tohum nemi=%6,5).

3.1.2 Tohum-embriyo boyutları ve ağırlıkları

Türk fındığı morfolojik özellikleri açısından çalışılan popülasyonlar arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır ($P<0,05$) (Şekil 3.2, Çizelge 3.1, Çizelge 3.2). Genel ortalama tohum uzunluğu 15.91 mm, genişliği 15.34 mm, kalınlığı 12.02 mm, ağırlığı 1.4512 g ve kabuk kalınlığı 1.92 mm olarak; genel ortalama embriyo uzunluğu 12.93 mm, genişliği 11.07 mm, kalınlığı 7,62 mm ve ağırlığı 0,4988 g olarak tespit edilmiştir. Ortalama tohum kabuğu ağırlığı 0,9524 g ve ETO (Embriyo-Tohum Oranı) %34,98'dir (Şekil 3.3, Çizelge 3.2). Elde edilen tüm değerlere standart sapma (ss) eklenmiştir.



Şekil 3.2 : Türk fıındığı tohum yapısı kesiti.

Çizelge 3.1 : Türk fıındığı tohumu morfolojik özellikleri.

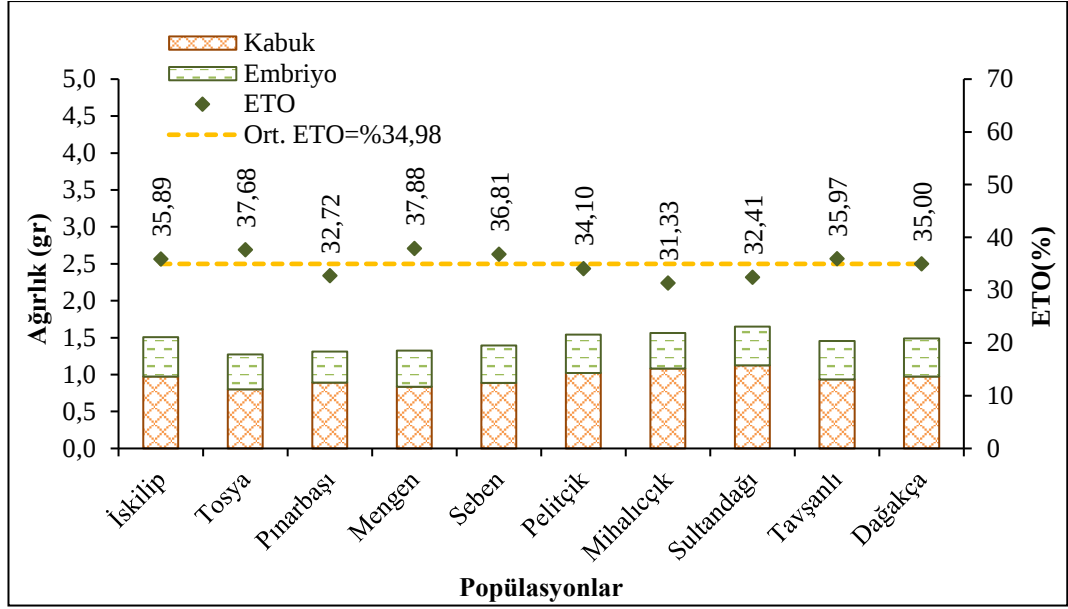
Popülasyon	Uzunluk $\pm$ ss [mm]	Genişlik $\pm$ ss [mm]	Kalınlık $\pm$ ss [mm]	Ağırlık $\pm$ ss [g]	Kabuk Kalınlığı $\pm$ ss [mm]
İskilip	16,71 $\pm$ 1,01a	15,41 $\pm$ 1,32bc	11,97 $\pm$ 1,10c	1,5072 $\pm$ 0,2843bc	1,98 $\pm$ 0,36bc ¹
Tosya	15,79 $\pm$ 1,01e	14,73 $\pm$ 1,31e	10,94 $\pm$ 1,14d	1,2726 $\pm$ 0,2768f	1,73 $\pm$ 0,34e
Pınarbaşı	14,89 $\pm$ 0,91g	14,85 $\pm$ 1,13de	11,83 $\pm$ 1,03c	1,3135 $\pm$ 0,2442f	2,02 $\pm$ 0,32ab
Mengen	16,51 $\pm$ 1,18b	14,57 $\pm$ 1,37e	11,13 $\pm$ 1,13d	1,3257 $\pm$ 0,2892ef	1,82 $\pm$ 0,45de
Seben	15,38 $\pm$ 1,02f	15,74 $\pm$ 1,69b	11,86 $\pm$ 1,14c	1,3957 $\pm$ 0,3055de	1,90 $\pm$ 0,34cd
Pelitçik	15,89 $\pm$ 0,96e	15,71 $\pm$ 1,40b	12,48 $\pm$ 1,15b	1,5434 $\pm$ 0,3039b	1,86 $\pm$ 0,39d
Mihaliççık	16,16 $\pm$ 0,69cd	15,22 $\pm$ 0,94cd	12,63 $\pm$ 1,08b	1,5637 $\pm$ 0,2417b	2,09 $\pm$ 0,32a
Sultandağı	15,46 $\pm$ 1,20f	16,28 $\pm$ 1,82a	13,01 $\pm$ 1,72a	1,6477 $\pm$ 0,4271a	2,02 $\pm$ 0,41ab
Tavşanlı	15,94 $\pm$ 1,21de	15,70 $\pm$ 1,51b	12,39 $\pm$ 1,15b	1,4535 $\pm$ 0,3286cd	1,81 $\pm$ 0,42de
Dağakça	16,37 $\pm$ 1,40bc	15,20 $\pm$ 1,31cd	11,99 $\pm$ 1,23c	1,4893 $\pm$ 0,3188bc	2,01 $\pm$ 0,51ab
Genel Ort.	15,91 $\pm$ 1,20	15,34 $\pm$ 1,48	12,02 $\pm$ 1,34	1,4512 $\pm$ 0,3262	1,92 $\pm$ 0,40

¹ Aynı sütundaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

Çizelge 3.2 : Türk fıındığı embriyo morfolojik özellikleri.

Popülasyon	Uzunluk $\pm$ ss [mm]	Genişlik $\pm$ ss [mm]	Kalınlık $\pm$ ss [mm]	Ağırlık $\pm$ ss [g]	TKA $\pm$ ss [mm]	ETO $\pm$ ss [%]
İskilip	13,72 $\pm$ 0,91a	11,04 $\pm$ 0,94de	7,47 $\pm$ 0,63d	0,5332 $\pm$ 0,0777a	0,9740 $\pm$ 0,2302cd	35,89 $\pm$ 4,48bc ¹
Tosya	13,08 $\pm$ 0,82cd	11,36 $\pm$ 1,17bc	7,27 $\pm$ 0,78e	0,4741 $\pm$ 0,0897c	0,7985 $\pm$ 0,2025g	37,68 $\pm$ 4,07a
Pınarbaşı	11,89 $\pm$ 0,75h	10,26 $\pm$ 0,74g	7,51 $\pm$ 0,50cd	0,4240 $\pm$ 0,0554d	0,8896 $\pm$ 0,2000ef	32,72 $\pm$ 3,45e
Mengen	13,30 $\pm$ 1,00bc	10,55 $\pm$ 1,16f	7,52 $\pm$ 0,73cd	0,4917 $\pm$ 0,0942bc	0,8340 $\pm$ 0,2453fg	37,88 $\pm$ 7,37a
Seben	12,15 $\pm$ 0,87g	11,75 $\pm$ 1,33a	7,80 $\pm$ 0,77b	0,5079 $\pm$ 0,0998ab	0,8878 $\pm$ 0,2331ef	36,81 $\pm$ 4,76ab
Pelitçik	13,02 $\pm$ 1,12de	11,50 $\pm$ 1,09abc	7,72 $\pm$ 0,85bc	0,5199 $\pm$ 0,0878a	1,0235 $\pm$ 0,2424bc	34,10 $\pm$ 4,48d
Mihaliççık	13,25 $\pm$ 0,65bcd	10,82 $\pm$ 0,66ef	7,67 $\pm$ 0,48bcd	0,4828 $\pm$ 0,0442c	1,0809 $\pm$ 0,2119ab	31,33 $\pm$ 3,59f
Sultandağı	12,69 $\pm$ 1,12f	11,55 $\pm$ 1,37ab	8,04 $\pm$ 1,25a	0,5233 $\pm$ 0,1266a	1,1244 $\pm$ 0,3404a	32,41 $\pm$ 5,55ef
Tavşanlı	12,82 $\pm$ 1,06ef	11,24 $\pm$ 1,28cd	7,72 $\pm$ 0,79bc	0,5168 $\pm$ 0,1096ab	0,9367 $\pm$ 0,2490de	35,97 $\pm$ 4,86bc
Dağakça	13,39 $\pm$ 1,16b	10,60 $\pm$ 0,96f	7,51 $\pm$ 0,80cd	0,5143 $\pm$ 0,1097ab	0,9750 $\pm$ 0,2519cd	35,00 $\pm$ 5,58cd
Genel Ort.	12,93 $\pm$ 1,10	11,07 $\pm$ 1,19	7,62 $\pm$ 0,81	0,4988 $\pm$ 0,0972	0,9524 $\pm$ 0,2622	34,98 $\pm$ 5,37

¹ Aynı sütundaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05



Şekil 3.3 : Türk fındığı popülasyonlarının kabuk, embriyo ve tohum ağırlıkları ve ETO yüzdeleri.

Korelasyon analizi sonuçlarına göre, ETO ile kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, tohum kalınlığı, tohum ağırlığı ve tohum genişliği arasında en yüksekte en düşüğe doğru önemli derecede negatif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($P < 0.01$). Morfolojik özelliklerin diğer parametreleri arasındaki pozitif korelasyonlar Çizelge 3.3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.3 : Türk fındığı tohum ve embriyo morfolojik özellikleri korelasyon matrisi.

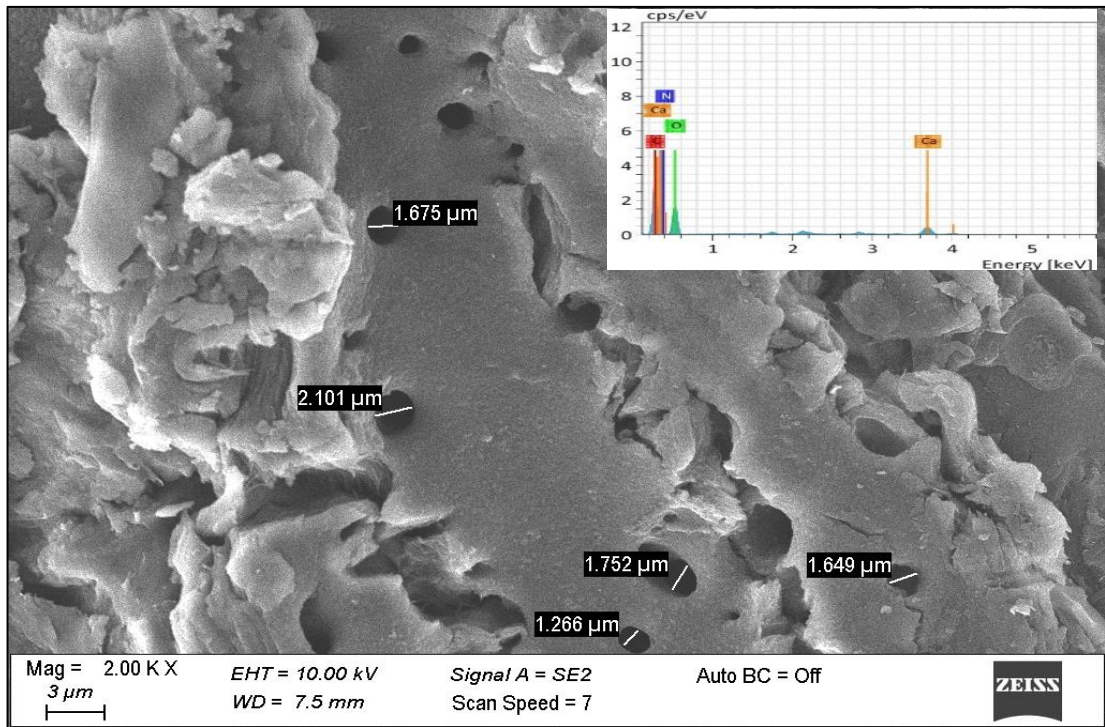
Özellikler		TOHUM				EMBRİYO					
		Genişlik	Kalınlık	Ağırlık	Kabuk Kalınlığı	Uzunluk	Genişlik	Kalınlık	Ağırlık	TKA	ETO
TOHUM	Uzunluk	,205**	,237**	,456**	,119**	,843**	,174**	,181**	,539**	,368**	,012
	Genişlik		,663**	,829**	,475**	,126**	,786**	,423**	,650**	,791**	-,387**
	Kalınlık			,843**	,452**	,156**	,448**	,590**	,542**	,848**	-,539**
	Ağırlık				,531**	,389**	,637**	,526**	,743**	,969**	-,504**
	Kabuk Kalınlığı					,056	,158**	,077**	,157**	,602**	-,584**
EMBRİYO	Uzunluk						,176**	,151**	,556**	,277**	,137**
	Genişlik							,492**	,763**	,509**	,041
	Kalınlık								,697**	,396**	,114**
	Ağırlık									,554**	,179**
	TKA										-,693**

** Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir (2-yönlü).

3.2 Tohumun Kimyasal Özellikleri

3.2.1 Taramalı elektron mikroskobu-enerji dağılım spektroskopisi (SEM-EDS) analizi

Türk findığı tohum kabuğunun SEM-EDS analizine göre ana elementlerin 7 popülasyona göre % ağırlık değerleri ortalamaları tespit edilmiştir (Çizelge 3.4). Türk findığı kabuğunun %54,93'ünü karbon (C), %1,26'sını azot (N), %41,29'unu oksijen (O) ve %2,52'sini kalsiyum (Ca) elementlerinin oluşturduğu belirlenmiştir. 2000x büyütmede elde edilen SEM görüntülerine göre gözenek çapları yedi popülasyonda birbirine benzer büyüklükte olduğu kaydedilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 : Türk findığı tohum kabuğu SEM-EDS görüntüsü (2000x büyütme).

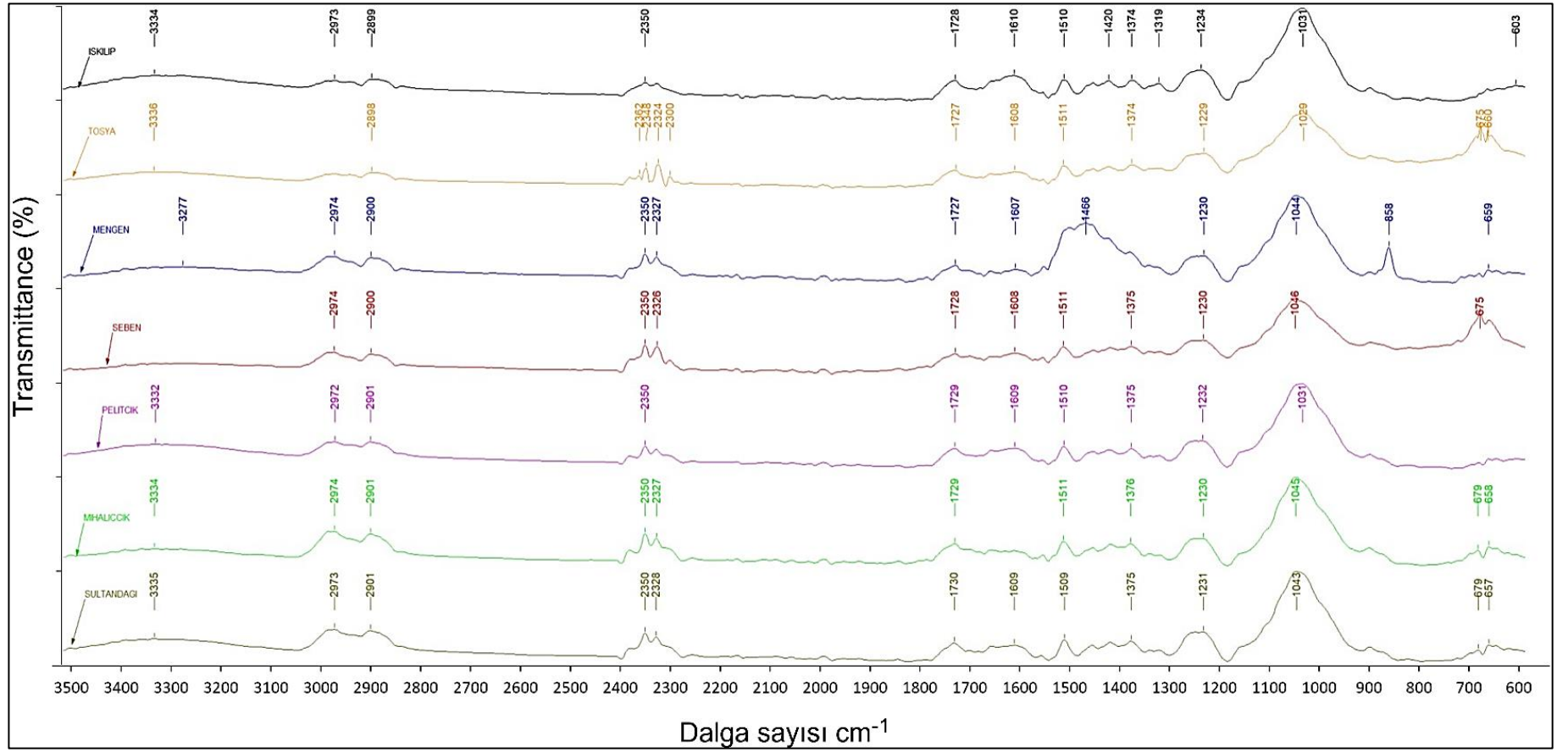
Çizelge 3.4 : SEM-EDS analiz sonuçları.

Element	Ağırlık (%)
C	54,93
N	1,26
O	41,29
Ca	2,52
Toplam	100,00

3.2.2 Fourier dönüşümlü kızılötesi spektrometresi (FTIR) analizi

Türk fıncığı tohum kabuğuna ait popülasyonlara göre FTIR spektrumları Şekil 3.5'te gösterilmiştir. Spektrumlar incelendiğinde, 3500-3100 cm^{-1} dalga boyu arasında O-H gerilimleri olarak bilinen alkol ve fenol bağlantıları gözlemlenmiş ve bu pikin fındık kabuğunun içerdiği neme ek olarak, alkol veya fenol gruplarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Bykov, 2008; Boztepe, 2011; Arslan, 2018). Alkol ve fenol moleküllerinde bulunan hidrojen bağları, 3500-3100 cm^{-1} dalga boyu aralığında bulunan O-H gerilimleri piklerine neden olduğu bildirilmiştir (Clayden ve diğ., 2012). 3000-2900 cm^{-1} dalga boyu aralığında gerilimler tespit edilmiştir. Infrared spektrumlarında yaygın olarak görülen bu aralıkta, CH ve CH₂ gruplarının hareketleri yoğun olarak gözlenir ve bu hareketler genellikle organik bileşiklerde bulunan karbon-hidrojen bağlarının hareketlerinden kaynaklandığı belirtilmektedir (Boztepe, 2011; Pavia ve diğ., 2014). 2400-2300 cm^{-1} band aralığında görülen pikin O=C=O (CO₂) geriliminden kaynaklandığı düşünülmektedir (Dıblan ve diğ., 2018; Kara, 2020). 1730-1715 cm^{-1} dalga aralığında bulunan pik, C=O gerilimi olarak adlandırılan karbonil gruplarının titreşimlerine bağlı olarak meydana gelir. Bu pikin varlığı, yapıda ester, keton veya alifatik asit gruplarının bulunduğunu gösterir (Açıkalın, 2010; Boztepe, 2011; Yalçın, 2020). $\approx 1600 \text{ cm}^{-1}$ bölgesindeki pikler literatürde karboksil – karbonatlar olarak tanımlanmış ancak pek çok araştırmacı tarafından tam olarak açıklanamamıştır. Buna rağmen karbon içeren maddelerde aromatik C=C gerilimlerinin sonucunda oluşan pikler olduğu (Jung ve diğ., 2001; Tan ve diğ., 2008) ve bu piklerin karakteristik lignin yapısına karşılık geldiği belirtilmiştir (Sasaki ve diğ., 2007; Cheng ve diğ., 2009; Gözaydın ve Yüksel, 2017). 1515-1500 cm^{-1} aralığında piklerin ortaya çıkmasına aromatik halkadaki titreşimlerinin neden olduğu söylenebilir (Boztepe, 2011). Spektrumlarda 1510 cm^{-1} 'de görülen piklerin benzen halkasına ait olduğu belirtilmiştir (Farhadyar ve diğ., 2005). Mengen popülasyonunda diğer popülasyonlardan farklı olarak 1466 cm^{-1} pikinin ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Oluşan bu pikin lignin yapısında yer alan C-H deformasyonuna bağlı olarak oluştuğu düşünülmektedir (Tan ve diğ., 2008; Arslan, 2018). 1420-1300 cm^{-1} aralığında görülen pikler, karbonil bileşiklerin karboksil asit tuz gruplarının simetrik titreşimlerine karşılık geldiği söylenebilir. Ayrıca 1375 cm^{-1} 'de gözlenen pikin selüloz ve hemiselüloz yapısındaki C-H deformasyonuna bağlı olduğu düşünülmektedir (Coates, 2000; Kües, 2007; Boztepe, 2011; Nandiyanto ve diğ., 2019). 1270–1230 cm^{-1}

aralığında ortaya çıkan piklerin O-H gerilimli aril gruplarının oluşturduğu aromatik halkalardan kaynaklandığı düşünülmektedir (Coates, 2000; Bykov, 2008; Nandiyanto ve diğ., 2019). Tüm popülasyonların spektrumlarında, 1030-1045 cm^{-1} aralığında keskin bir pik gözlenmiştir. Bu pikin, eter, alkol ve fenol gibi bileşiklerin C-O ve C-O-H gerilim titreşimlerine ait olduğu belirtilmektedir (Bykov, 2008; Reder ve diğ., 2014; Sencan ve diğ., 2015; Arslan, 2018; Tunç Dede, 2019). Mengen popülasyonunda 858 cm^{-1} 'deki pikin selülozdaki C-H titreşiminden kaynaklı olarak açığa çıktığı ve spektrumlarda görülen 700-600 cm^{-1} aralığındaki piklerin C-C gerilmeleriyle ilişkili olabileceği söylenebilir (Yang ve Lua, 2003; Boztepe, 2011).



Şekil 3.5 : Türk fındığı tohum kabuğu FTIR spektrumları.

3.2.3 Kimyasal içerik ve yağ asitleri kompozisyonu analizi

Türk findığı embriyosunun kimyasal içerik analizi Çizelge 3.5'te özetlenmiştir. Kimyasal özellikler açısından Türk findığı embriyolarında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Analiz sonucunda ortalama yağ içeriği (%), protein (%), nişasta (g/kg) ve kül (%) sırasıyla %64,1, %15,9, 10,2 g ve %2,5 olmuştur (Çizelge 3.5).

Analiz edilen yağ asitleri kompozisyonunda (Çizelge 3.6), yağ asitlerinin ortalama değerleri oleik asit (C18:1c), linoleik asit (C18:2c), palmitik asit (C16:0) ve stearik asit (C18:0)'te sırasıyla %79,53, %11,34, %5,68 ve %2,03 olarak tespit edilmiştir. Findığın toplam yağ asitleri arasında en yüksek oranı tekli doymamış yağ asitleri toplamı (ort. %80.13) sergilerken, doymuş yağ asitleri toplamı en düşük yağ asidi içeriğine (ort. %7.92) sahiptir. Kimyasal özelliklerin elde edilen parametreleri arasındaki pozitif ve negatif korelasyonlar Çizelge 3.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.5 : Türk findığı embriyolarının kimyasal içeriği.

Popülasyon	Yağ İçeriği (%)	Protein (%)	Nişasta (g/kg)	Kül (%)
İskilip	54.9 ± 2.9f	17.5 ± 0.2a	9.23 ± 0.78c	2.54 ± 0.06a ¹
Tosya	62.7 ± 3.3d	15.0 ± 0.2cd	11.4 ± 0.8b	2.56 ± 0.02a
Mengen	59.0 ± 3.1e	17.6 ± 0.3a	11.4 ± 0.8b	2.58 ± 0.02a
Seben	73.1 ± 3.8a	14.8 ± 0.1e	9.78 ± 0.01bc	2.38 ± 0.03b
Pelitçik	65.6 ± 3.4c	15.0 ± 0.1cd	13.5 ± 0.8a	2.32 ± 0.02b
Mihalıççık	65.1 ± 3.4c	16.3 ± 0.3b	10.3 ± 0.8bc	2.49 ± 0.04a
Sultandağı	68.2 ± 3.5b	15.4 ± 0.2c	5.96 ± 0.79d	2.30 ± 0.03b
Ortalama	64.1 ± 3.3	15.9 ± 0.2	10.2 ± 0.68	2.5 ± 0.03

¹ Aynı sütundaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

Çizelge 3.6 : Türk fındığı embriyosunun yağ asitleri kompozisyonu (%).

Popülasyon	Palmitik asit (C16:0)	Palmitoleik asit (C16:1)	Heptadekanoik asit (C17:1)	Stearik asit (C18:0)	Oleik asit (C18:1c)	Linoleik asit (C18:2c)	α - Linolenik asit (C18:3n3)	Araşidonik Asit (C20:0)	Eikosenoik asit (C20:1)	Doymuş yağ asitleri Σ SAFAs	Tekli doymamış yağ asitleri Σ MUFAs	Çoklu doymamış yağ asitleri Σ PUFAs
İskilip	5.79±0.48b	0.34±0.01c	0.09±0.01a	2.24±0.17b	80.1±6.1a	10.5±0.8d	0.14 ±0.01c	0.12±0.01b	0.18 ± 0.01ab	8.25 ± 1.30b	80.7 ± 2.5a	10.7 ± 0.6d ¹
Tosya	5.44±0.45e	0.36±0.01b	0.09±0.01a	1.56±0.12g	78.6±6.0d	12.6±0.9a	0.11 ± 0.01e	0.11 ± 0.01ef	0.18 ± 0.01a	7.18 ± 1.13f	79.2 ± 2.5d	12.8 ± 0.7a
Mengen	5.30±0.44f	0.31±0.01d	0.08±0.01c	1.85±0.14f	79.1±6.0c	12.5±0.9a	0.15 ± 0.01b	0.11 ± 0.01e	0.18 ± 0.01a	7.36 ± 1.16e	79.6 ± 2.5c	12.8 ± 0.7a
Seben	5.07±0.42g	0.32±0.01d	0.08±0.01c	2.11±0.16c	79.9±6.1ab	11.5±0.9b	0.13 ± 0.01d	0.12 ± 0.01c	0.18 ± 0.01ab	7.39 ± 1.16e	80.5 ± 2.5b	11.7 ± 0.6b
Pelitçik	5.56±0.46d	0.35±0.01bc	0.08±0.01b	2.00±0.15d	79.6±6.1b	11.2±0.8c	0.15 ± 0.01b	0.11 ± 0.01d	0.17 ± 0.01bc	7.81 ± 1.23c	80.2 ± 2.5b	11.4 ± 0.6c
Mihaliççık	6.95±0.58a	0.51±0.0+a	0.08±0.01b	2.54±0.20a	79.7±6.1b	9.45±0.71e	0.10 ± 0.01f	0.15 ± 0.01a	0.17 ± 0.01c	9.73 ± 1.53a	80.4 ± 2.5b	9.64 ± 0.53e
Sultandağı	5.65±0.47c	0.34±0.01c	0.07±0.01d	1.90±0.15e	79.7±6.1b	11.6±0.9b	0.15 ± 0.01a	0.10 ± 0.01f	0.16 ± 0.01d	7.70 ± 1.21d	80.3 ± 2.5b	11.8 ± 0.7b
Ortalama	5.68 ± 0.47	0.36 ± 0.01	0.08 ± 0.01	2.03 ± 0.16	79.53 ± 6.07	11.34 ± 0.84	0.13 ± 0.01	0.12 ± 0.01	0.17 ± 0.01	7.92 ± 1.25	80.13 ± 2.50	11.55 ± 0.63

¹ Aynı sütundaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

Çizelge 3.7 : Kimyasal özelliklerin korelasyon matrisi.

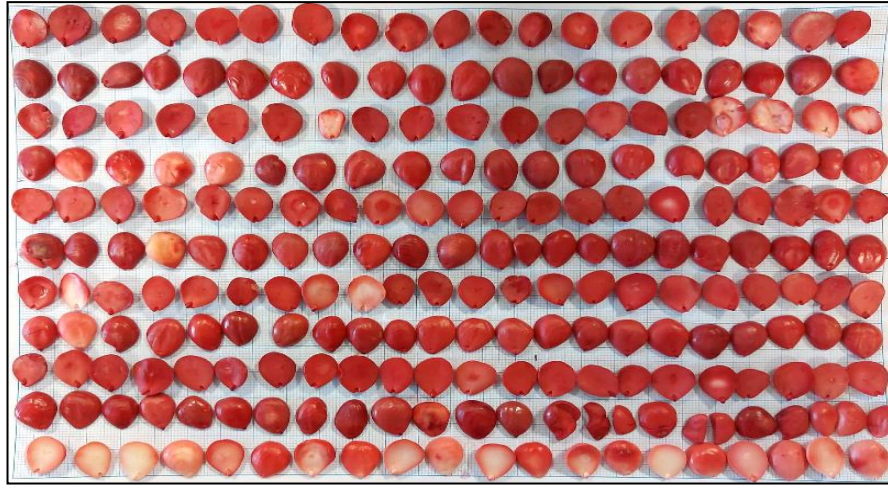
Özellikler	Yağ	Protein	Nişasta	Kül	Palmitik asit	Palmitoleik asit	Heptadekanoik asit	Stearik asit	Oleik asit	Linoleik asit	Araşidonik asit	α - Linolenik asit	Eikosenoik asit	SAFA Σ SAFAs	MUFA Σ MUFAs
Protein	-0,816**														
Nişasta	-0,169	-0,017													
Kül	-0,708**	0,657**	0,289												
Palmitik asit	-0,151	0,221	-0,085	0,125											
Palmitoleik asit	0,039	0,015	0,036	0,116	0,950**										
Heptadekanoik asit	-0,518**	0,186	0,622**	0,587**	0,098	0,145									
Stearik asit	0,023	0,281	-0,113	-0,070	0,713**	0,638**	0,034								
Oleik asit	0,131	0,115	-0,362	-0,445*	0,207	0,069	-0,225	0,704**							
Linoleik asit	0,019	-0,161	0,114	0,125	-0,824**	-0,742**	-0,118	-0,938**	-0,665**						
Araşidonik asit	-0,058	0,234	0,043	0,163	0,851**	0,841**	0,284	0,913**	0,414*	-0,913**					
α - Linolenik asit	-0,105	0,164	-0,176	-0,363	-0,593**	-0,763**	-0,476*	-0,345	0,216	0,423*	-0,670**				
Eikosenoik asit	-0,390*	0,302	0,531**	0,638**	-0,412*	-0,337	0,583**	-0,296	-0,327	0,384*	-0,177	-0,098			
SAFA Σ SAFAs	-0,102	0,261	-0,069	0,066	0,961**	0,900**	0,102	0,877**	0,405*	-0,928**	0,941**	-0,544**	-0,379*		
MUFA Σ MUFAs	0,119	0,125	-0,336	-0,408*	0,312	0,184	-0,182	0,771**	0,993**	-0,744**	0,512**	0,115	-0,338	0,504**	
PUFA Σ PUFAs	0,014	-0,156	0,117	0,121	-0,826**	-0,747**	-0,119	-0,937**	-0,661**	1,000**	-0,916**	0,435*	0,380*	-0,929**	-0,741**

** Korelasyon 0.01 düzeyinde önemlidir (2-yönlü). * Korelasyon 0.05 düzeyinde önemlidir (2-yönlü).

3.3 Tohum Canlılığı

Kesme testinde sağlıklı ve canlı olarak değerlendirilen dolu tohumlar kaydedilmiştir. Her popülasyona ait doluluk oranı belirlenmiş ve ortalama %95,9 tespit edilmiştir (Çizelge 3.8). Kesme testinde canlı olarak değerlendirilen ancak ölü, çürük ve oyuk embriyoların canlılığını belirlemek amacıyla TTZ testine tabi tutulmuştur.

TTZ testi sonunda kökçük ucu, kotiledonların uç kısımları ve merkezindeki boyanmayan ölü doku büyüklüğü embriyonun 1/3'ünü aşmamış ve tamamı kırmızıya boyanmış embriyolar canlı olarak değerlendirilmiştir (Şekil 3.6). Test sonucunda ortalama %84,8 oranında canlılık gözlemlenmiştir (Çizelge 3.8).



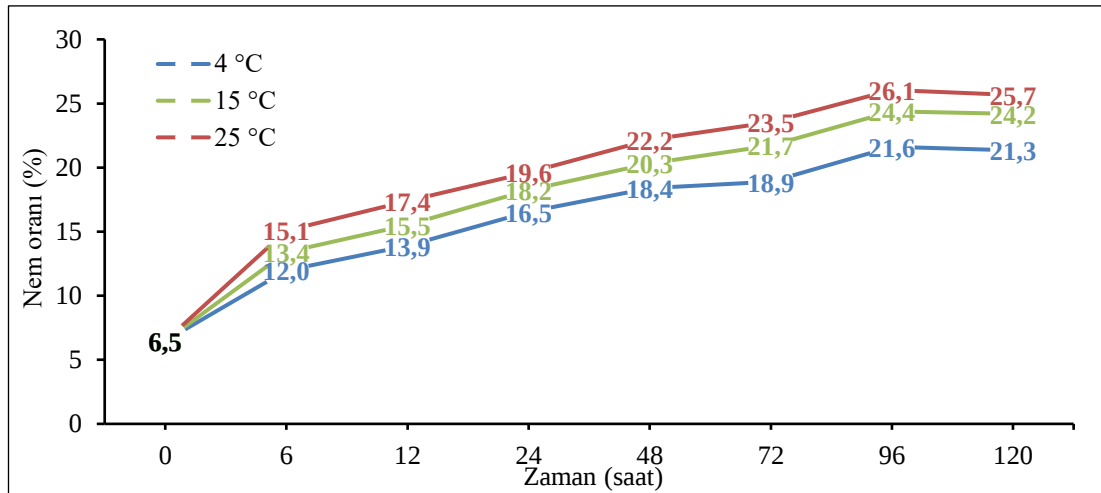
Şekil 3.6 : Tetrazolium testi sonucuna göre tohumların canlılık durumu.

Çizelge 3.8 : Kesme testi ve TTZ testi sonuçları.

Popülasyon	Kesme (%) Ortalama $\pm$ ss	TTZ (%) Ortalama $\pm$ ss
İskilip	89,2 $\pm$ 5,2	85,0 $\pm$ 2,5
Tosya	98,3 $\pm$ 1,4	85,8 $\pm$ 5,2
Pınarbaşı	100,0 $\pm$ 0,0	73,3 $\pm$ 5,2
Mengen	97,5 $\pm$ 0,0	86,7 $\pm$ 3,8
Seben	100,0 $\pm$ 0,0	90,0 $\pm$ 6,6
Pelitçik	86,7 $\pm$ 2,9	90,8 $\pm$ 6,3
Mihalıççık	96,7 $\pm$ 3,8	97,5 $\pm$ 2,5
Sultandağı	97,5 $\pm$ 2,5	96,7 $\pm$ 1,4
Tavşanlı	94,2 $\pm$ 3,8	61,7 $\pm$ 5,8
Dağakça	99,2 $\pm$ 1,4	80,0 $\pm$ 5,0
Ortalama	95,9 $\pm$ 5,0	84,8 $\pm$ 11,2

3.4 Tohumun Nemlenmesi

Tohumun kabuğunun suyu geçirerek nem alması katlama ve çimlenme işlemlerinde önemlidir. Hava kurusu nem içeriği %6,5 olan Türk fındığı tohumları nemlendirmeye alınmış ve zamana bağlı olarak nem yüzdeleri elde edilmiştir. Nemlendirme testleri sonucunda nem değerlerinin sabitlendiği yüzdelerde 4 °C, 15 °C ve 25 °C için sırasıyla %21,3, %24,2 ve %25,7 olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.7). Tohumların nem alışı 120 saatte (5. gün) sabitlenmiştir. Tohumun farklı sıcaklıklara göre nemlenme hızı belirlenmiştir.



Şekil 3.7 : Türk fındığının sıcaklığa göre nem alma oranı.

3.5 Tohumun Çimlenme Özellikleri

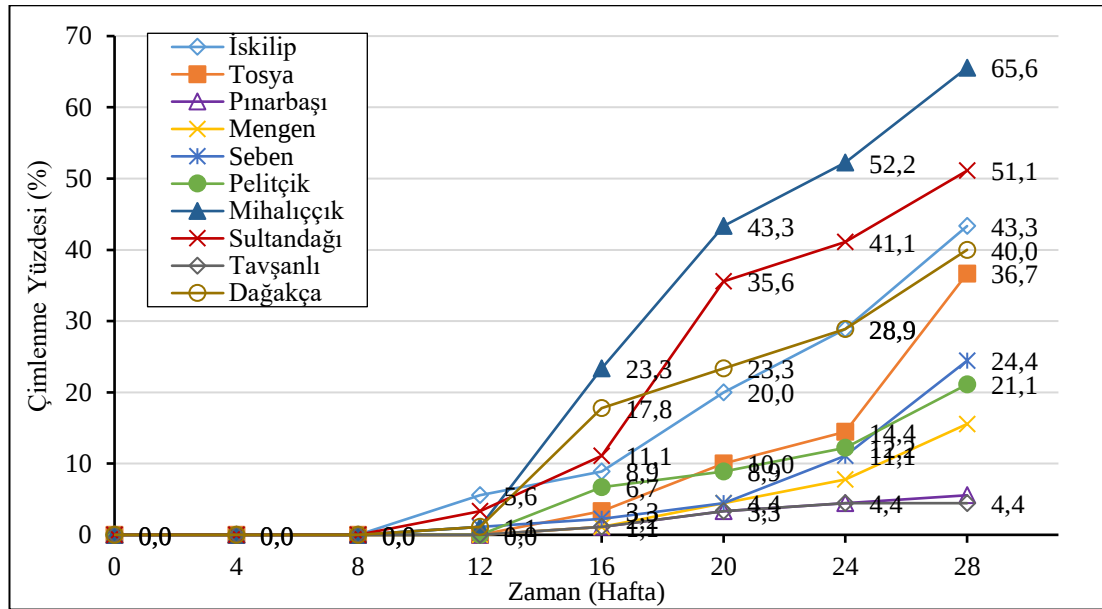
3.5.1 Dormansinin varlığı ve en uygun katlama yöntemi

Dormansinin varlığını ve derinliğini tespit etmek amacıyla yapılan farklı katlama ve süreleri sonunda çalışılan popülasyonlar için çimlenme yüzdeleri elde edilmiştir. Fizyolojik, mekanik, fiziksel, morfolojik ve morfofizyolojik dormansi tiplerinin Türk fındığında etkili olup olmadığını, var ise katlama süresinin etkisini ortaya çıkarılması için testler başarıyla gerçekleştirilmiştir.

3.5.1.1 Fizyolojik dormansi testi

Fizyolojik dormansinin varlığını tespit etmek amacıyla İskilip, Tosya, Pınarbaşı, Mengen, Seben, Pelitçik, Mihaliçcik, Sultandağı, Tavşanlı ve Dağakça popülasyonlarında tohumlara yapılan farklı soğuk katlama süreleri uygulanmıştır. Çimlenmeler sonucunda çimlenme yüzdesi (ÇY) ve ortalama çimlenme süresi (OÇS)

bakımından, katlama süreleri arasında ve optimal katlama süresine göre popülasyonlar arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$) (Çizelge 3.9, Çizelge 3.10). Çimlenme yüzdesi (ÇY) ortalama %30,8 olduğu ve en yüksek Mihaliççik (%65,6), en düşük Tavşanlı (%4,4) popülasyonun olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.8, Çizelge 3.9). Ortalama çimlenme süresi (OÇS) popülasyonlar arasında katlama sürelerine göre 2,2 ile 16 gün arasında değişmektedir. 12 hafta, 16 hafta, 20 hafta, 24 hafta ve 28 hafta soğuk katlama sonrası çimlenmede OÇS'nin sırasıyla ortalama 13,6, 10,8, 9,3, 6,8, 5,2 gün olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.10). 10 (on) farklı popülasyona göre Türk fındığı tohumları yaklaşık 16. haftadan itibaren +4 °C'de çimlenmeye başlamıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.8 : Fizyolojik dormansi testi çimlenme eğrileri.

Çizelge 3.9 : Popülasyonların soğuk katlama sonrası çimlenme yüzdeleri (ÇY).

Popülasyon	ÇY							
	0h	4h	8h	12h	16h	20h	24h	28h
İskilip	0,0e	0,0e	0,0e	5,6de	8,9d	20,0c	28,9b	43,3a ¹ BC ³
Tosya	0,0d	0,0d	0,0d	0,0d	3,3cd	10,0bc	14,4b	36,7aC
Pınarbaşı	0,0c	0,0c	0,0c	0,0c	1,1c	3,3b	4,4ab	5,6aE
Mengen	0,0d	0,0d	0,0d	0,0d	1,1cd	4,4bc	7,8b	15,6aD
Seben	0,0d	0,0d	0,0d	1,1cd	2,2cd	4,4c	11,1b	24,4aD
Pelitçik	0,0d	0,0d	0,0d	0,0d	6,7c	8,9bc	12,2b	21,1aD
Mihaliççik	0,0e	0,0e	0,0e	1,1e	23,3d	43,3c	52,2b	65,6aA
Sultandağı	0,0d	0,0d	0,0d	3,3d	11,1c	35,6b	41,1b	51,1aB
Tavşanlı	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	1,1b	3,3a	4,4a	4,4aE
Dağakça	0,0d	0,0d	0,0d	1,1d	17,8c	23,3bc	28,9b	40,0aC
Ortalama	0,0D	0,0D	0,0D	1,2D	7,7C	15,7B	20,6B	30,8A ²

¹ Aynı satırdaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. $P<0.05$

² Aynı satırdaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. $P<0.05$

³ Aynı sütundaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. $P<0.05$

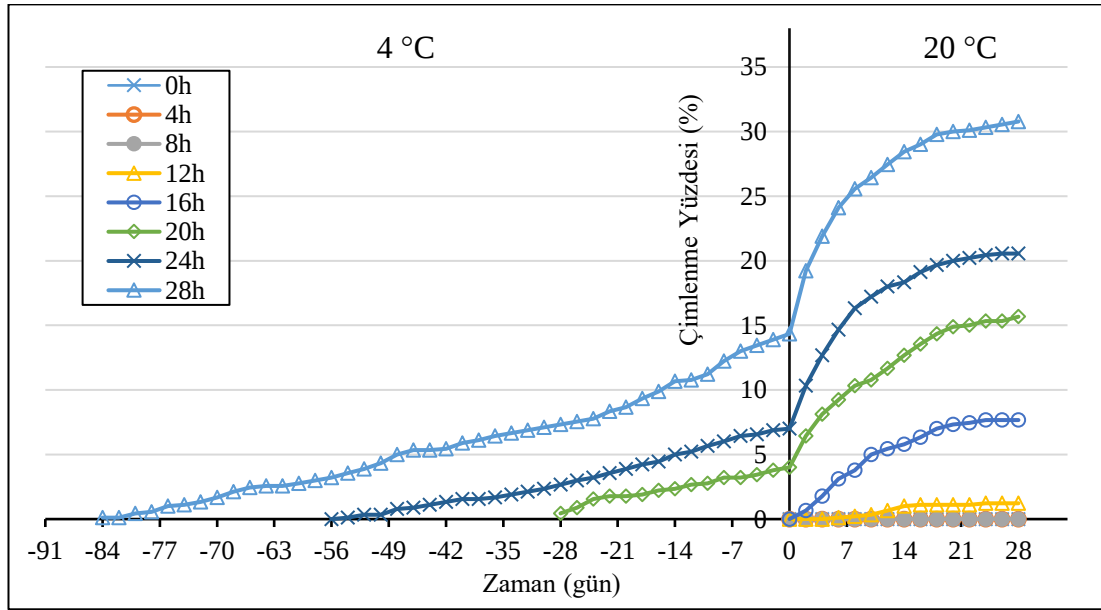
Çizelge 3.10 : Popülasyonların soğuk katlama sonrası ortalama çimlenme süreleri (OÇS).

Popülasyon	OÇS							
	0h	4h	8h	12h	16h	20h	24h	28h
İskilip	-	-	-	12,0c	10,3c	9,5c	3,8b	3,1a ^{1A} ³
Tosya	-	-	-	-	12,7c	11,5c	7,6bc	4,0aAB
Pınarbaşı	-	-	-	-	12,0b	11,3b	10,0b	5,7aAB
Mengen	-	-	-	-	10,0a	10,0a	8,9a	6,7aAB
Seben	-	-	-	14,0d	11,0cd	10,7cd	6,6bc	4,5aAB
Pelitçik	-	-	-	-	10,1a	9,7a	7,1a	6,5aAB
Mihalıççık	-	-	-	16,0d	11,1c	4,5b	2,5a	2,2aA
Sultandağı	-	-	-	14,0c	11,0bc	7,3abc	4,6ab	3,4aA
Tavşanlı	-	-	-	-	12,0a	11,3a	10,3a	9,7aB
Dağakça	-	-	-	12,0b	7,7a	7,0a	6,5a	5,8aAB
Ortalama	-	-	-	13,6	10,8D	9,3C	6,8B	5,2A ²

¹ Aynı satırdaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

² Aynı satırdaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

³ Aynı sütundaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

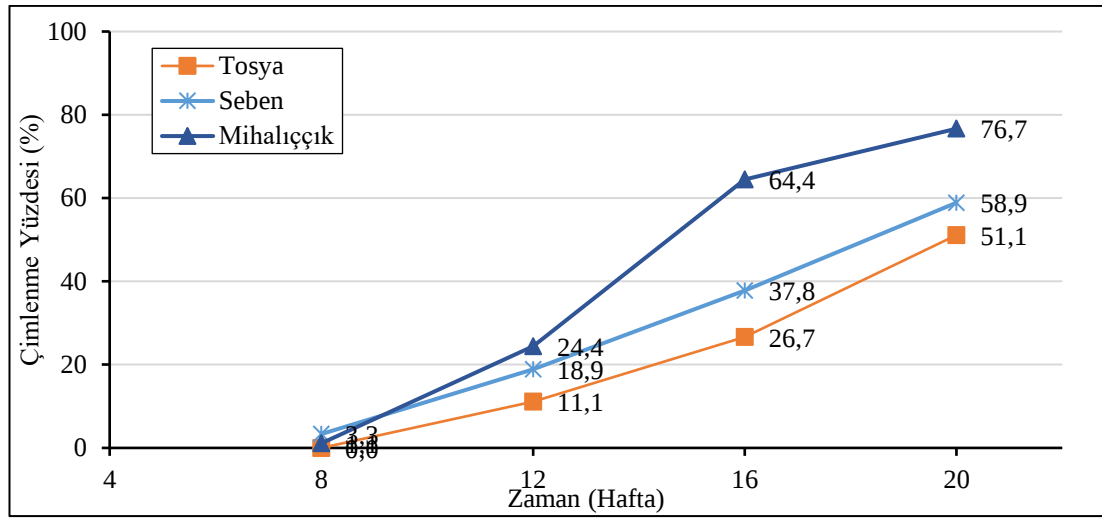


Şekil 3.9 : Türk fındığının soğuk katlama sonrası ortalama çimlenme yüzdesi (h – hafta).

3.5.1.2 Çatlatılan tohumlarla mekanik dormansi testi

Tohumların nemlenmesine rağmen kabuklu iken çok düşük çimlenme yüzdesi göstermesinden dolayı, kalın kabuğun çimlenmeyi kısıtlayıcı mekanik etkisini incelemek için tohumlar çatlatılarak da çimlenme testine alınmıştır. Mekanik dormansinin varlığını belirlemek amacıyla Tosya, Seben ve Mihalıççık popülasyonlarında tohumlar çatlatılmış ve bu çatlak tohumlar farklı katlama süreleri sonunda çimlenmeye alınmıştır. Çimlenmeler sonrasında ÇY ve OÇS bakımından,

katlama süreleri arasında ve optimal katlama süresine göre popülasyonlar arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$) (Çizelge 3.11, Çizelge 3.12). ÇY ortalama %62,2 olarak belirlenirken, en yüksek Mihaliççık (%76,7) en düşük Tosya (%51,1) popülasyonları olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.10, Çizelge 3.11). Çimlenen çatlak tohumların OÇS 12 hafta soğuk katlama sonrası 9,8 gün, 16 hafta soğuk katlama sonrası 7,8 gün ve 20 hafta soğuk katlama süresi sonunda ise 5,5 gün olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.12). 3 (üç) farklı popülasyona göre embriyonun yaklaşık 15. haftadan itibaren $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de çimlenmeye başladığı tespit edilmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.10 : Çatlatılan tohumların çimlenme eğrileri.

Çizelge 3.11 : Çatlatılan fındıkların soğuk katlama sonrası çimlenme yüzdeleri.

Popülasyon	ÇY			
	8h	12h	16h	20h
Tosya	0,0d	11,1c	26,7b	51,1a ¹ B ³
Seben	3,3d	18,9c	37,8b	58,9aB
Mihaliççık	1,1d	24,4c	64,4b	76,7aA
Ortalama	1,5D	18,1C	43,0B	62,2A ²

¹ Aynı satırdaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. $P<0.05$

² Aynı satırdaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. $P<0.05$

³ Aynı sütundaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. $P<0.05$

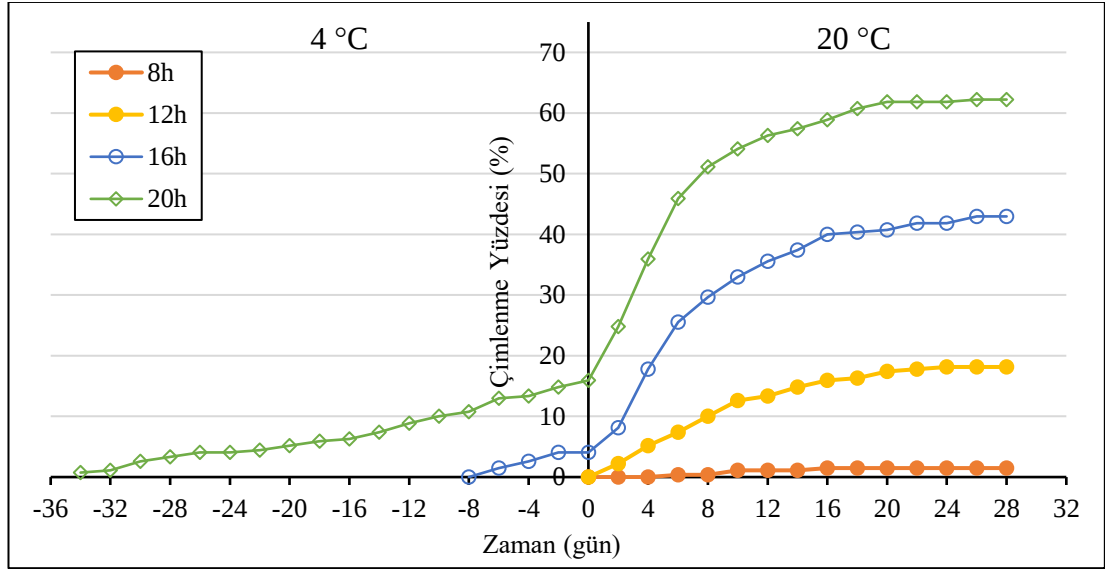
Çizelge 3.12 : Çatlatılan fındıkların soğuk katlama sonrası ortalama çimlenme süreleri.

Popülasyon	OÇS			
	8h	12h	16h	20h
Tosya	-	10,3a	8,0a	7,8a ¹ B ³
Seben	10,7b	8,5ab	7,3ab	4,8aA
Mihaliççık	10,0b	9,4b	7,7b	3,8aA
Ortalama	-	9,8B	7,8B	5,5A ²

¹ Aynı satırdaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. $P<0.05$

² Aynı satırdaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. $P<0.05$

³ Aynı sütundaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. $P<0.05$



Şekil 3.11 : Çatlatılan fındığının soğuk katlama sonrası ortalama çimlenme yüzdesi (h – hafta).

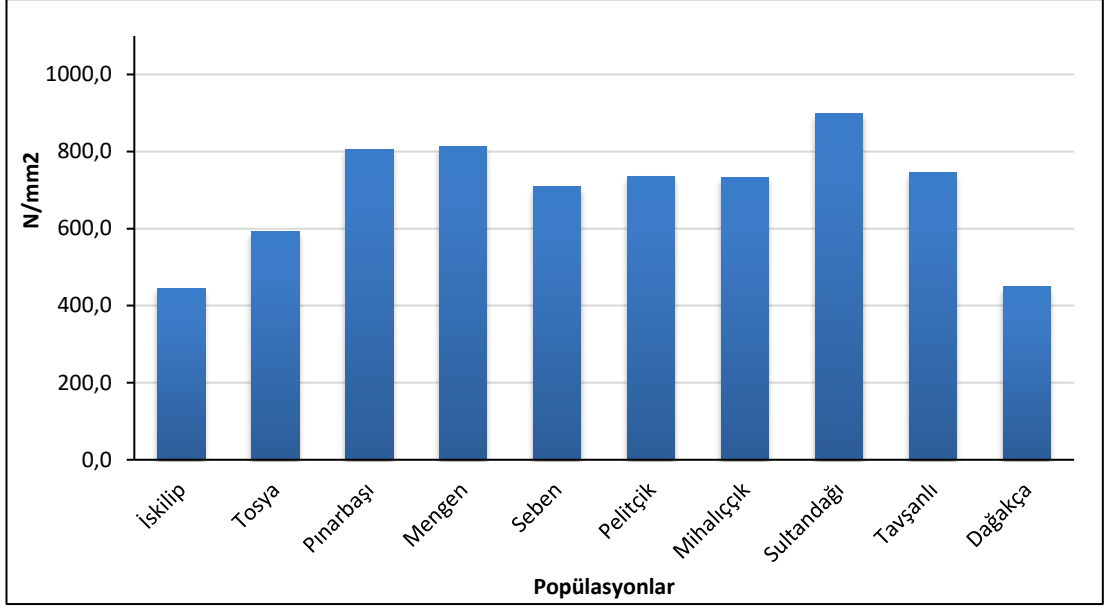
Basınç direncinin belirlenmesi:

Yapılan basınç direnci testi sonucunda ortalama 692,3 N/mm² belirlenmiştir. İstatiksel olarak popülasyonlar arası farklılıklar olduğu ($P < 0.05$), N/mm² değerlerinin en yüksek Sultandağı (897,8), en düşük Dağakça (449,7) ve İskilip (443,8) popülasyonları arasında değiştiği tespit edilmiştir (Şekil 3.12, Çizelge 3.13). Çimlenme testleri sonucunda elde edilen çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi değerleriyle basınç direnci verileri arasında korelasyon analizi yapılmış ancak anlamlı bir ilişkilendirme bulunamamıştır.

Çizelge 3.13 : Basınç direnci test sonuçları.

Popülasyon	N/mm ²
İskilip	443,8±102,7c ¹
Tosya	593,1±212,4bc
Pınarbaşı	806,2±247,1ab
Mengen	812,2±173,4ab
Seben	709,7±162,8ab
Pelitçik	735,7±201,0ab
Mihalıççık	732,2±269,8ab
Sultandağı	897,8±296,5a
Tavşanlı	745,3±197,0ab
Dağakça	449,7±105,6c
Ortalama	692,6±238,7

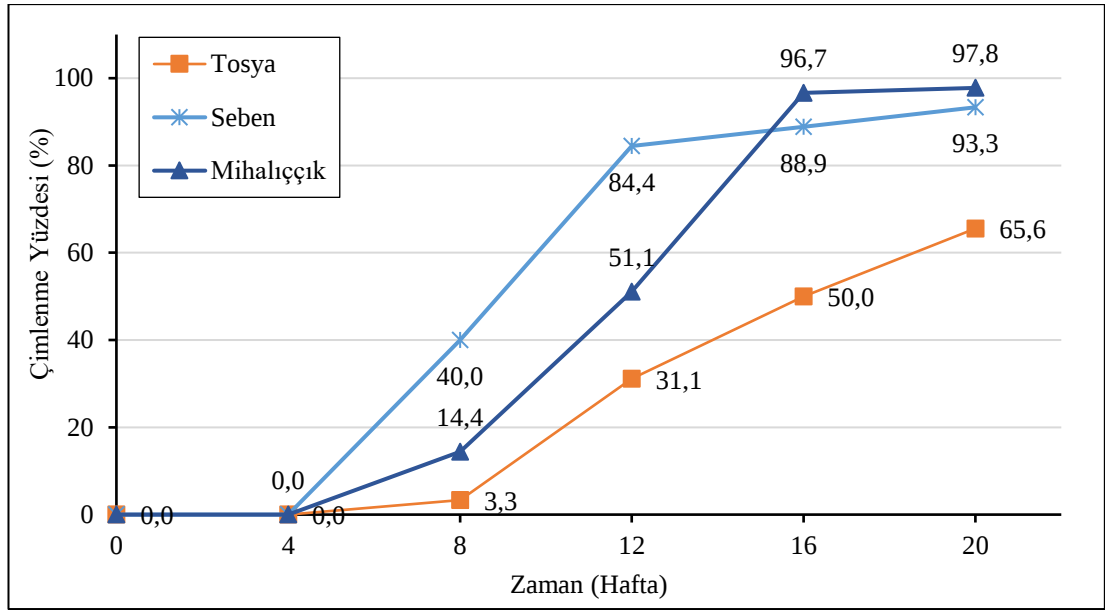
¹ Aynı sütundaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. $P < 0.05$



Şekil 3.12 : Türk fındığı tohumunun popülasyonlara göre basınç direnci.

3.5.1.3 Embriyo testi

Tohum kabuğunun dormansideki rolünü (fiziksel dormansinin varlığını) tespit etmek amacıyla kabuğu çatlatılarak tohum gömlekli olarak çıkarılan embriyolarda çimlenme testi yapılmıştır. Tosya, Seben ve Mihaliççık popülasyonlarında yapılan farklı soğuk katlama süreleri sonunda ÇY ve OÇS bakımından, katlama süreleri arasında ve optimal katlama süresine göre popülasyonlar arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$) (Çizelge 3.14, Çizelge 3.15). ÇY'ye en yüksek Mihaliççık (%97,8), en düşük Tosya (%65,6) popülasyonu sahip olurken, ÇY ortalaması ise %85,6'dır (Şekil 3.13, Çizelge 3.14). OÇS popülasyonlar arasında katlama sürelerine göre 0,7 ile 17,3 gün arasında değişmektedir. Soğuk katlama sonrası çimlenmede OÇS'nin 8 hafta, 12 hafta, 16 hafta ve 20 hafta için sırasıyla ortalama 11,7, 10,3, 3,9 ve 2,5 gün olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.15). 3 (üç) farklı popülasyona göre embriyonun yaklaşık 12. haftadan itibaren +4 °C'de çimlenmeye başladığı kaydedilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.13 : Embriyo testi çimlenme eğrileri.

Çizelge 3.14 : Embriyonun soğuk katlama sonrası çimlenme yüzdeleri.

Popülasyon	ÇY					
	0h	4h	8h	12h	16h	20h
Tosya	0,0c	0,0c	3,3c	31,1b	50,0a	65,6a ¹ B ³
Seben	0,0c	0,0c	40,0b	84,4a	88,9a	93,3aA
Mihalıççık	0,0d	0,0d	14,4c	51,1b	96,7a	97,8aA
Ortalama	0,0D	0,0D	19,3C	55,6B	78,5A	85,6A ²

¹ Aynı satırdaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

² Aynı satırdaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

³ Aynı sütundaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

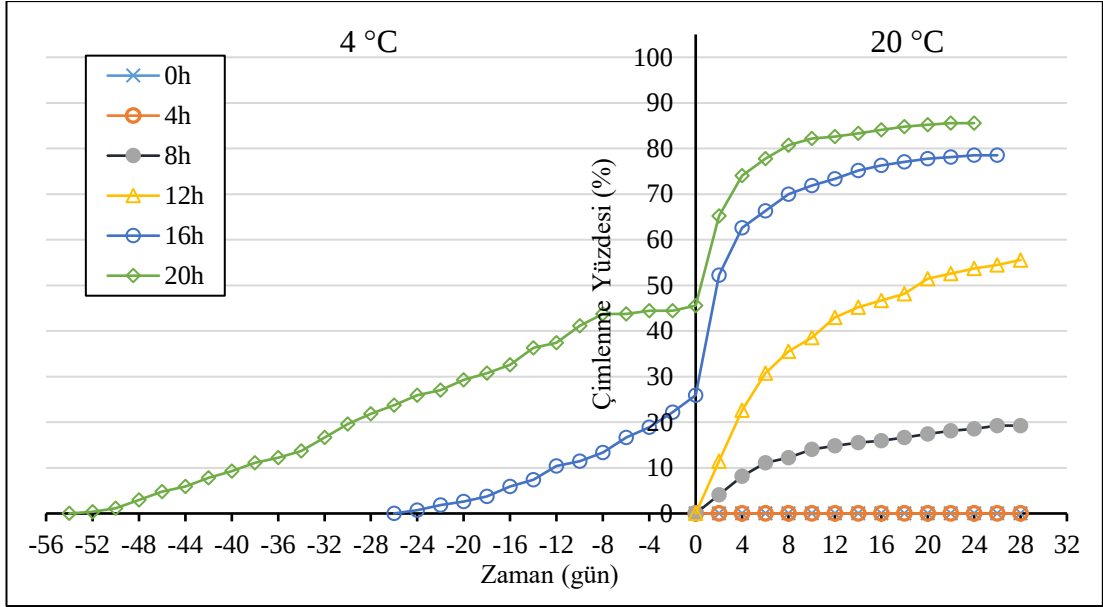
Çizelge 3.15 : Embriyonun soğuk katlama sonrası ortalama çimlenme süreleri.

Popülasyon	OÇS					
	0h	4h	8h	12h	16h	20h
Tosya	-	-	17,3b	15,1b	6,3a	4,9a ¹ B ³
Seben	-	-	6,7b	5,7b	3,0a	1,8aA
Mihalıççık	-	-	11,1b	10,2b	2,4a	0,7aA
Ortalama	-	-	11,7B	10,3B	3,9A	2,5A ²

¹ Aynı satırdaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

² Aynı satırdaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

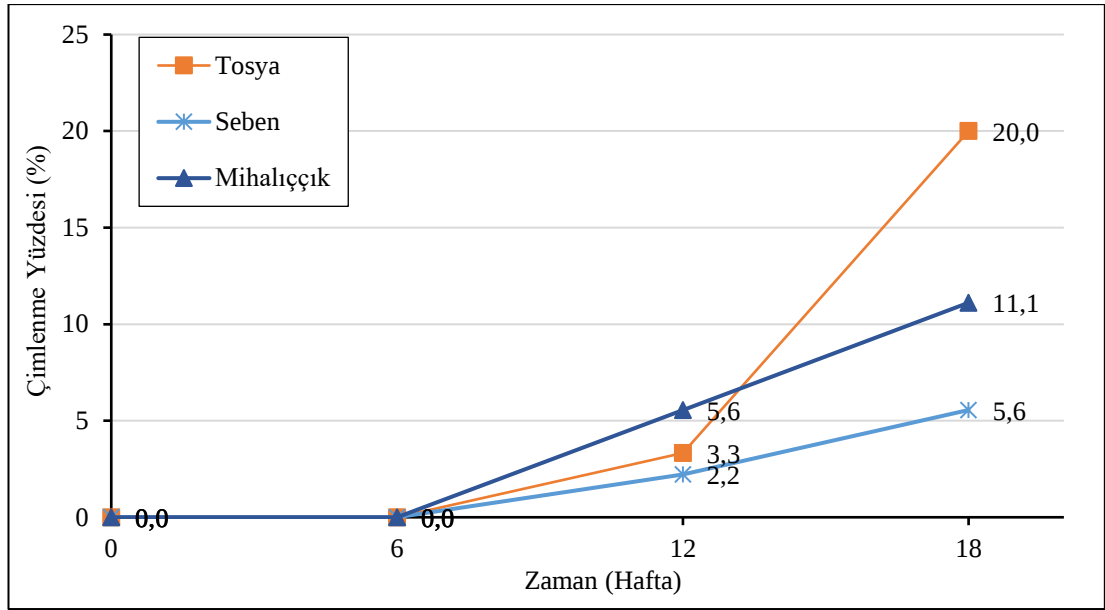
³ Aynı sütundaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05



Şekil 3.14 : Embriyonun farklı soğuk katlama sürelerinden sonra üç popülasyonun ortalaması olarak çimlenme yüzdesi (h- hafta).

3.5.1.4 Morfolojik ve morfofizyolojik dormansi testi

Morfolojik ve morfofizyolojik dormansinin varlığını tespit etmek amacıyla Tosya, Seben ve Mihaliçcik popülasyonlarında 20 °C’de 4 hafta ılık katlama ve farklı soğuk katlama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Morfolojik dormansi testinde ılık katlama sonrası çimlenmeye alınan (0 hafta-Kontrol) tohumlarda çimlenme gerçekleşmemiştir. Morfofizyolojik dormansi testi sonucunda ise soğuk katlama sonrası çimlenmeler gözlemlenmiştir. Çimlenme sonucunda elde edilen OÇS değerleri açısından optimal katlama süresine göre popülasyonlar arasında istatistiksel olarak benzer olup önemli bir fark bulunamamıştır (Çizelge 3.17). ÇY bakımından, katlama süreleri arasında ve optimal katlama süresine göre popülasyonlar arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$)(Çizelge 3.16). Tosya (%20,0) en yüksek, Seben (%5,6) en düşük ÇY gösteren popülasyonlar olduğu kaydedilmiştir (Şekil 3.15). OÇS 5,7 ile 14,8 gün arasında değişmektedir. Soğuk katlama sonrası çimlenmede OÇS’nin 12 haftada 10,8 ve 16 haftada 6,3 gün ortalamalarının olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.17). Türk fındığında 3 (üç) farklı popülasyona göre ılık katlama + 18 hafta soğuk katlama sonrası çimlenme yüzdesi ortalaması %12,2 olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.15 : Morfolojik dormansi testi çimlenme eğrileri.

Çizelge 3.16 : Türk fındığının 4 hafta 20 °C ılık katlama + soğuk katlama sonrası çimlenme yüzdeleri.

Popülasyon	ÇY			
	0h	6h	12h	18h
Tosya	0,0b	0,0b	3,3b	20,0a ¹ A ³
Seben	0,0b	0,0b	2,2b	5,6aB
Mihaliççık	0,0b	0,0b	5,6ab	11,1aAB
Ortalama	0,0B	0,0B	3,7B	12,2A ²

¹ Aynı satırdaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

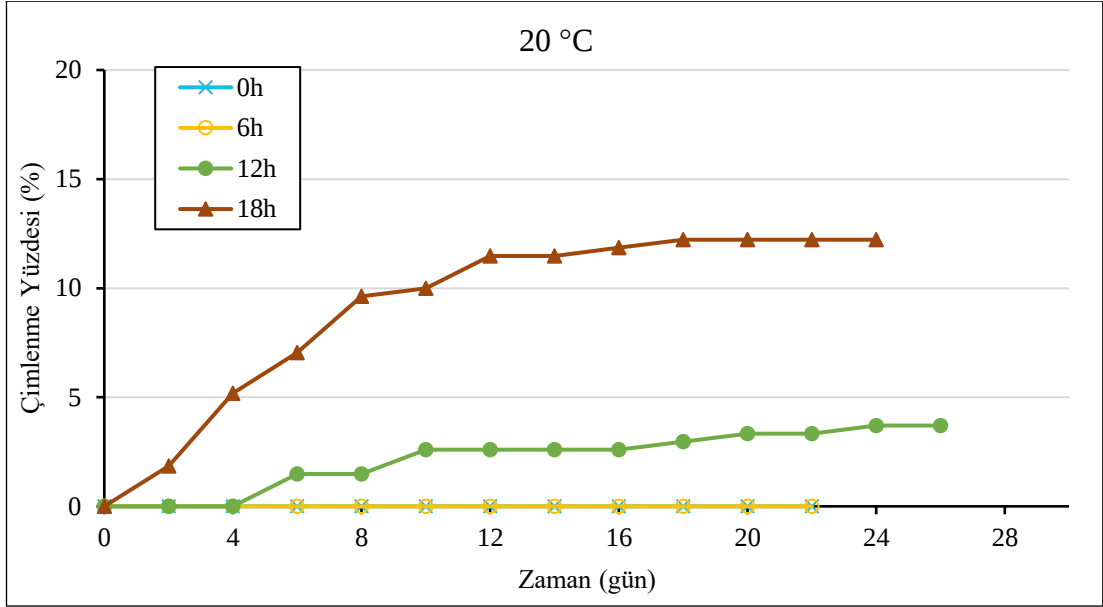
² Aynı satırdaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

³ Aynı sütundaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

Çizelge 3.17 : Türk fındığının 4 hafta 20 °C ılık katlama + soğuk katlama sonrası ortalama çimlenme süreleri.

Popülasyon	OÇS			
	0h	6h	12h	18h
Tosya	-	-	9,5	6,5A ¹
Seben	-	-	8,0	6,7A
Mihaliççık	-	-	14,8	5,7A
Ortalama	-	-	10,8	6,3

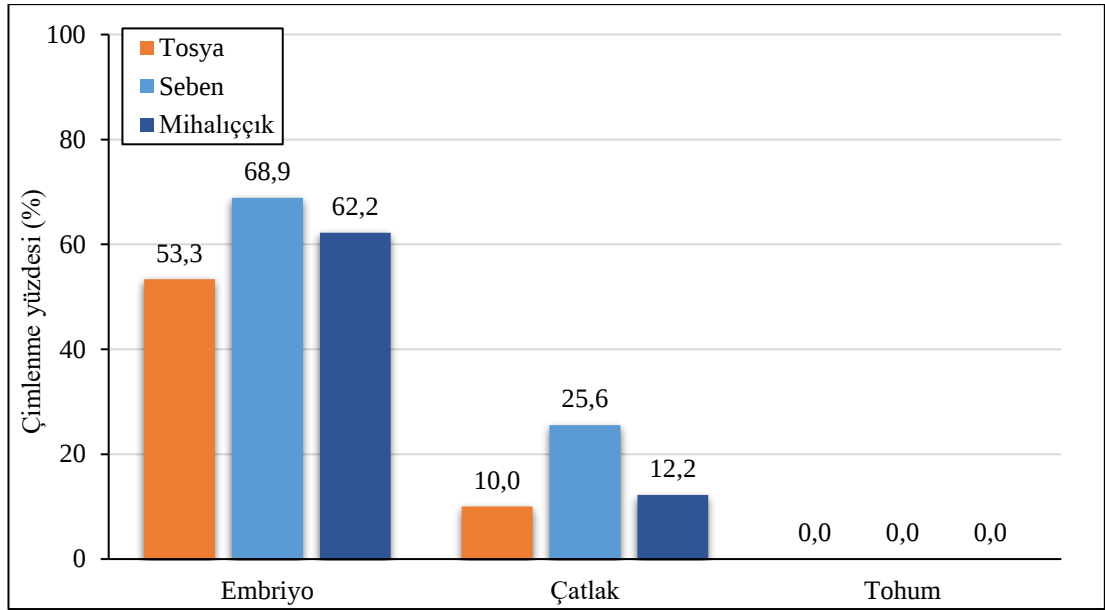
¹ Aynı sütundaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05



Şekil 3.16 : Türk fındığında ılık katlama+soğuk katlama sonrası ortalama çimlenme yüzdesi (h - hafta).

3.5.1.5 Gibberellik asit (GA₃) testi

Türk fındığında Gibberellik asitin çimlenmeye etkisini tespit etmek amacıyla Tosya, Seben ve Mihalıççık popülasyonlarında embriyo, çatlak tohum ve tohum 20 °C’de çimlenmeye tabi tutulmuştur. İstatiksel olarak ÇY değerleri bakımından embriyo, çatlak tohum ve tohum arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($P<0.05$) (Çizelge 3.18). Popülasyonlar arası istatiksel açıdan farkların ÇY değerlerine göre sadece çatlak tohumlarda olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.18). OÇS tohumlarda çimlenme olmadığı için hesaplanamamış, embriyolarda ve çatlak tohumlarda popülasyonların OÇS bakımından istatiksel olarak benzer olduğu bulunmuştur (Çizelge 3.19). 80 ppm GA₃ uygulama sonrası en fazla ÇY ortalamasının embriyolarda (%61,5) olduğu tespit edilmiştir. GA₃ uygulanan embriyolarda çimlenme yüzdesi en yüksekten en düşüğe sırayla Seben (%68,9), Mihalıççık (%62,2), ve Tosya (%53,3) popülasyonu şeklinde belirlenmiştir (Şekil 3.17). Çatlak tohumlarda aynı popülasyon sıralamasıyla %25,6, %12,2 ve %10 oranında çimlenmeler gerçekleşmiştir. GA₃ uygulanan çatlak tohumlarda ÇY ortalaması %15,9 oranında bulunurken, tohumlarda herhangi bir çimlenme (%0) gözlenmemiştir (Çizelge 3.18). OÇS embriyolarda 13,9 gün ve çatlak tohumlarda 18,9 gün olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.19).



Şekil 3.17 : Türk fındığı popülasyonlarında embriyo, çatlak tohum ve tohum üzerinde GA₃'ün çimlenmeye etkisi.

Çizelge 3.18 : Türk fındığında GA₃ uygulama sonrası çimlenme yüzdeleri.

Popülasyon	ÇY		
	Embriyo	Çatlak	Tohum
Tosya	53,3aA ³	10,0bB	0,0c ¹
Seben	68,9aA	25,6bA	0,0c
Mihaliççık	62,2aA	12,2bB	0,0b
Ortalama	61,5A	15,9B	0,0C ²

¹ Aynı satırdaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

² Aynı satırdaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

³ Aynı sütundaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

Çizelge 3.19 : Türk fındığında GA₃ uygulama sonrası ortalama çimlenme süreleri.

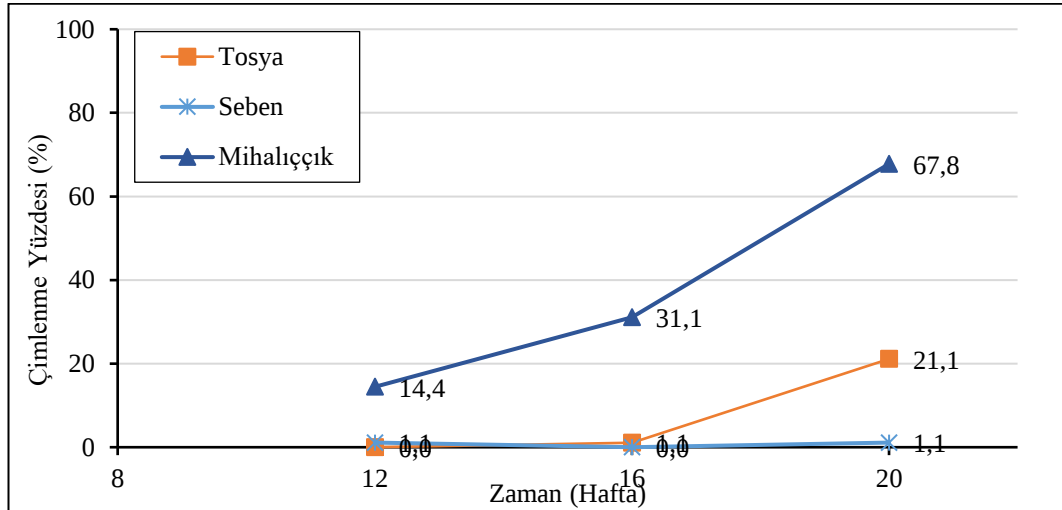
Popülasyon	OÇS		
	Embriyo	Çatlak	Tohum
Tosya	12,4A ¹	20,7A	-
Seben	13,6A	20,9A	-
Mihaliççık	15,3A	17,0A	-
Ortalama	13,9	18,9	-

¹ Aynı sütundaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

3.5.2 Çimlenme sıcaklığının çimlenme parametrelerine etkisi

Fizyolojik dormansi testinde çimlenmeye alınan 10 popülasyonun tohumları 20 °C'de çimlenmeye alınmıştır. Tohumların soğuk katlama sonrası farklı sıcaklıklarda çimlenme parametrelerine etkisini belirlemek amacıyla üç popülasyonda (Tosya,

Seben ve Mihaliççık) 10 °C ve 15 °C’de çimlenme testi gerçekleştirilmiştir. Tosya, Seben ve Mihaliççık popülasyonlarında +4 °C’de farklı soğuk katlama süreleri sonunda 10 °C’de tohumlar çimlenmeye alınmış ve katlama süreleri bakımından Seben popülasyonu hariç önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır ($P<0.05$)(Çizelge 3.20). Optimal çimlenme süresine göre ÇY ve OÇS değerleri açısından popülasyonlar arası farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$)(Çizelge 3.20). ÇY en yüksek Mihaliççık (%67,8), en düşük Seben (%1,1) popülasyonları olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.18). OÇS 2,5 ile 16,0 gün arasında değişmektedir. 12 hafta, 16 hafta ve 20 hafta soğuk katlama sonrası 10 °C çimlenmede OÇS’nin sırasıyla 13,5, 12,5 ve 9,8 gün ortalamaya sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.21). 3 (üç) farklı popülasyona göre Türk fındığı tohumları yaklaşık 16. haftadan itibaren +4 °C’de çimlenmeye başladığı ve 10 °C’de ortalama %30 çimlendiği tespit edilmiştir (Şekil 3.19).



Şekil 3.18 : 10 °C’de çimlenme eğrileri.

Çizelge 3.20 : Fındığın soğuk katlama sonrası 10 °C’de çimlenme yüzdeleri.

Popülasyon	ÇY		
	12h	16h	20h
Tosya	0,0b	1,11b	21,1a ¹ B ³
Seben	1,1a	0,0a	1,1aC
Mihaliççık	14,4c	31,11b	67,8aA
Ortalama	5,2B	10,7AB	30A ²

¹ Aynı satırdaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. $P<0.05$

² Aynı satırdaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. $P<0.05$

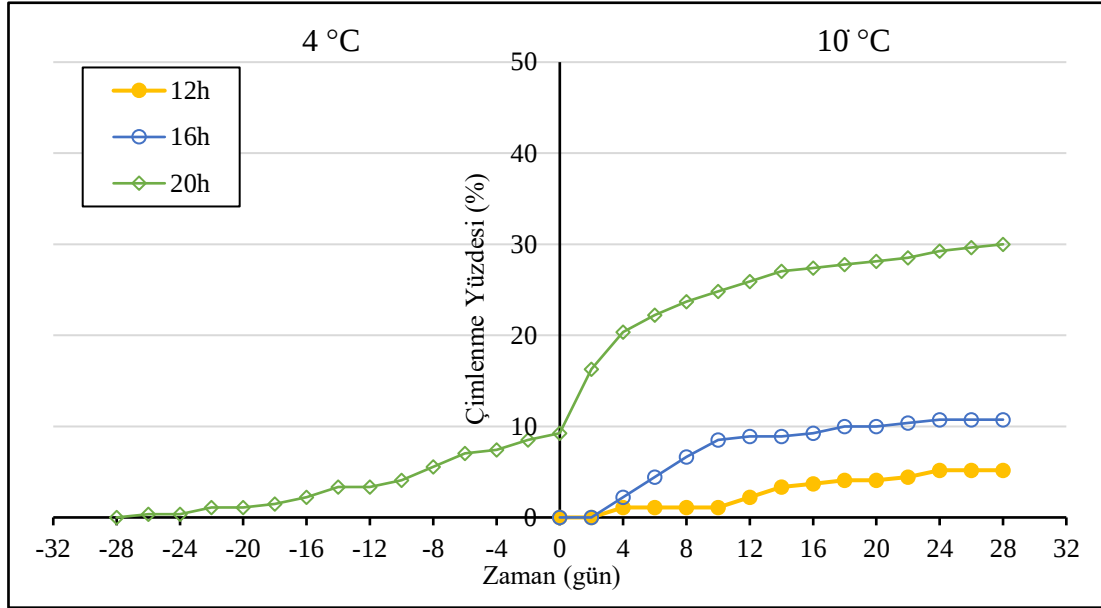
³ Aynı sütundaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. $P<0.05$

Çizelge 3.21 : Fındığın soğuk katlama sonrası 10 °C’de ortalama çimlenme süreleri.

Popülasyon	OÇS		
	12h	16h	20h
Tosya	-	16,0	14,8B ²
Seben	14,0	-	12,0B
Mihaliççık	13,1b	8,9a	2,5a ¹ A
Ortalama	13,5	12,5	9,8

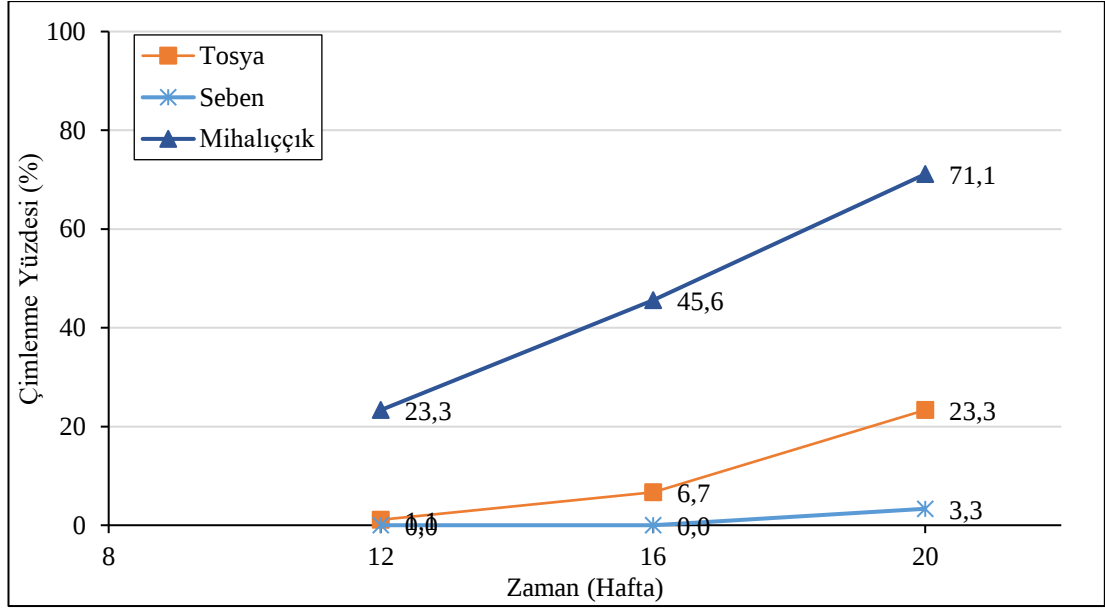
¹ Aynı satırdaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

² Aynı sütundaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05



Şekil 3.19 : Türk fındığının 10 °C’de ortalama çimlenme yüzdesi (h – hafta).

15 °C’de çimlenmeye alınan Tosya, Seben ve Mihaliççık popülasyonu tohumları öncesinde +4 °C’de farklı soğuk katlama sürelerine tabi tutulmuş, ÇY ve OÇS bakımından, katlama süreleri arasında ve optimal katlama süresine göre popülasyonlar arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (P<0.05)(Çizelge 3.22, Çizelge 3.23). Çimlenme yüzdesi en yüksek Mihaliççık (%71,1), en düşük Seben (%3,3) popülasyonları olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.20). OÇS 1,8 ile 12,0 gün arasında değişmektedir. Soğuk katlama sonrası çimlenmede OÇS’nin 12 haftada 10,7 gün, 16 haftada 7,0 gün ve 20 haftada 5,6 gün ortalamaya sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.23). 3 (üç) farklı popülasyona göre Türk fındığı tohumları 16. haftadan itibaren +4 °C’de çimlenmeye başladığı ve 15 °C’de ortalama %32,6 oranında çimlendiği tespit edilmiştir (Şekil 3.21).



Şekil 3.20 : 15 °C’de çimlenme eğrileri.

Çizelge 3.22 : Fındığın soğuk katlama sonrası 15 °C’de çimlenme yüzdeleri.

Popülasyon	ÇY		
	12h	16h	20h
Tosya	1,1b	6,7b	23,3a ¹ B ³
Seben	0,0a	0,0a	3,3aC
Mihaliççık	23,3c	45,6b	71,1aA
Ortalama	8,1B	17,4AB	32,6A ²

¹ Aynı satırdaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

² Aynı satırdaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

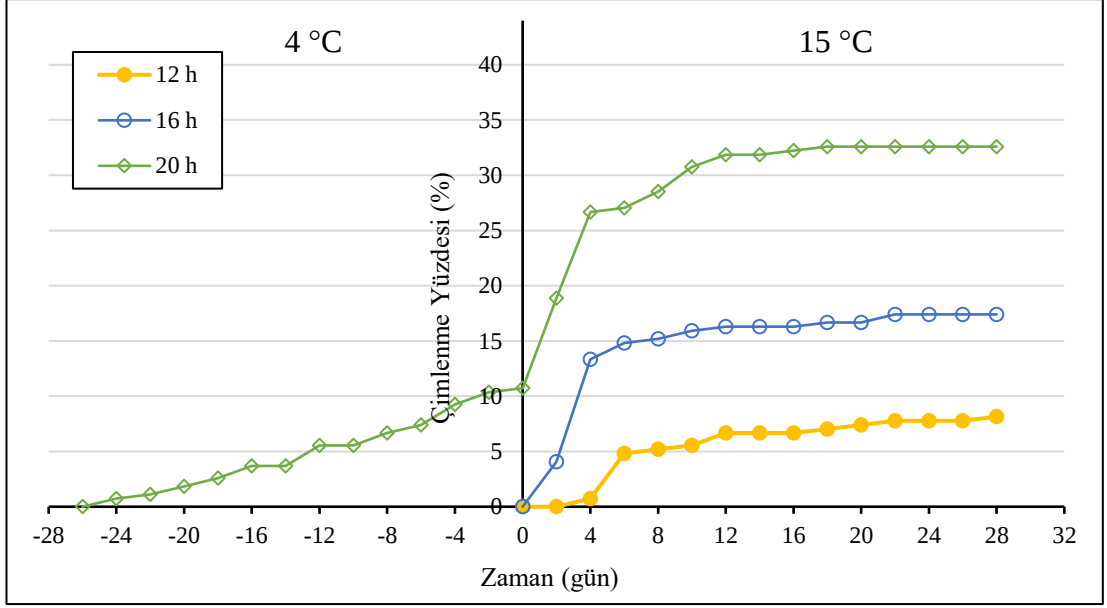
³ Aynı sütundaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

Çizelge 3.23 : Fındığın soğuk katlama sonrası 15 °C’de ortalama çimlenme süreleri.

Popülasyon	OÇS		
	12h	16h	20h
Tosya	12,0	9,3	7,6B2
Seben	-	-	7,3B
Mihaliççık	9,4c	4,6b	1,8a ¹ A
Ortalama	10,7	7,0	5,6

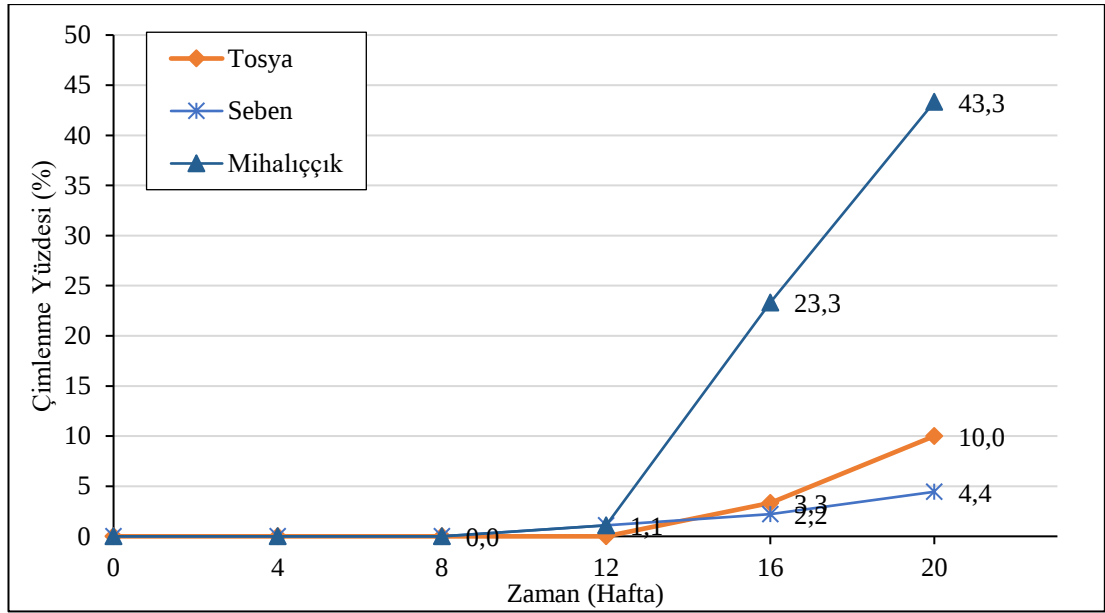
¹ Aynı satırdaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

² Aynı sütundaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05



Şekil 3.21 : Türk fıncığının 15 °C’de ortalama çimlenme yüzdesi (h – hafta).

20 °C’de çimlenmeye alınan Tosya, Seben ve Mihaliçcik popülasyonu tohumları öncesinde +4 °C’de farklı soğuk katlama sürelerine tabi tutulmuş, ÇY bakımından, katlama süreleri arasında ve optimal katlama süresine göre popülasyonlar arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.24). OÇS değerleri açısından, sadece Mihaliçcik popülasyonunda katlama süreleri arasında farklılıklar olduğu, optimal katlama süresine göre ise popülasyonlar arasında istatistiksel anlamda benzer oldukları bulunmuştur ($P < 0.05$)(Çizelge 3.25). ÇY ortalama %19,3 bulunurken, en yüksek Mihaliçcik (%43,3), en düşük Seben (%4,4) popülasyonları olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.22). OÇS 4,5 ile 16,0 gün arasında değişmektedir. Soğuk katlama sonrası çimlenmede OÇS’nin 12 haftada 15,0 gün, 16 haftada 11,6 gün ve 20 haftada 8,9 gün ortalamaya sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.25). 3 (üç) farklı popülasyona göre Türk fıncığı tohumları 16. haftadan itibaren +4 °C’de çimlenmeye başladığı ve 20 °C’de ortalama %19,3 oranında çimlendiği tespit edilmiştir (Şekil 3.23).



Şekil 3.22 : Üç popülasyonun 20 °C’de çimlenme eğrileri.

Çizelge 3.24 : Üç popülasyona göre fındığın soğuk katlama sonrası 20 °C’de çimlenme yüzdeleri.

Popülasyon	ÇY					
	0h	4h	8h	12h	16h	20h
Tosya	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	3,3b	10,0a ¹ B ³
Seben	0,0b	0,0b	0,0b	1,1b	2,2ab	4,4aB
Mihaliççık	0,0c	0,0c	0,0c	1,1c	23,3b	43,3aA
Ortalama	0,0C	0,0C	0,0C	0,7C	9,6B	19,3A ²

¹ Aynı satırdaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

² Aynı satırdaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

³ Aynı sütundaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

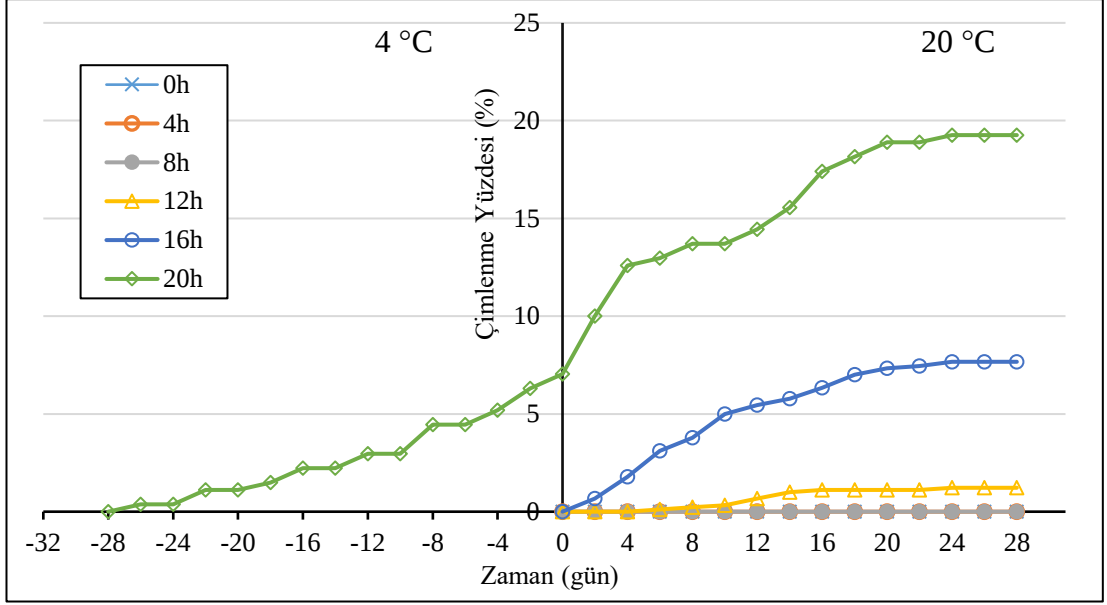
Çizelge 3.25 : Üç popülasyona göre fındığın soğuk katlama sonrası 20 °C’de ortalama çimlenme süreleri.

Popülasyon	OÇS					
	0h	4h	8h	12h	16h	20h
Tosya	-	-	-	-	12,7	11,5A ³
Seben	-	-	-	14,0a	11,0a	10,7a ¹ A
Mihaliççık	-	-	-	16,0c	11,1b	4,5aA
Ortalama	-	-	-	15,0A	11,6A	8,9A ²

¹ Aynı satırdaki aynı küçük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

² Aynı satırdaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

³ Aynı sütundaki aynı büyük harflere sahip değerler arasında önemli bir fark bulunmamaktadır. P<0.05

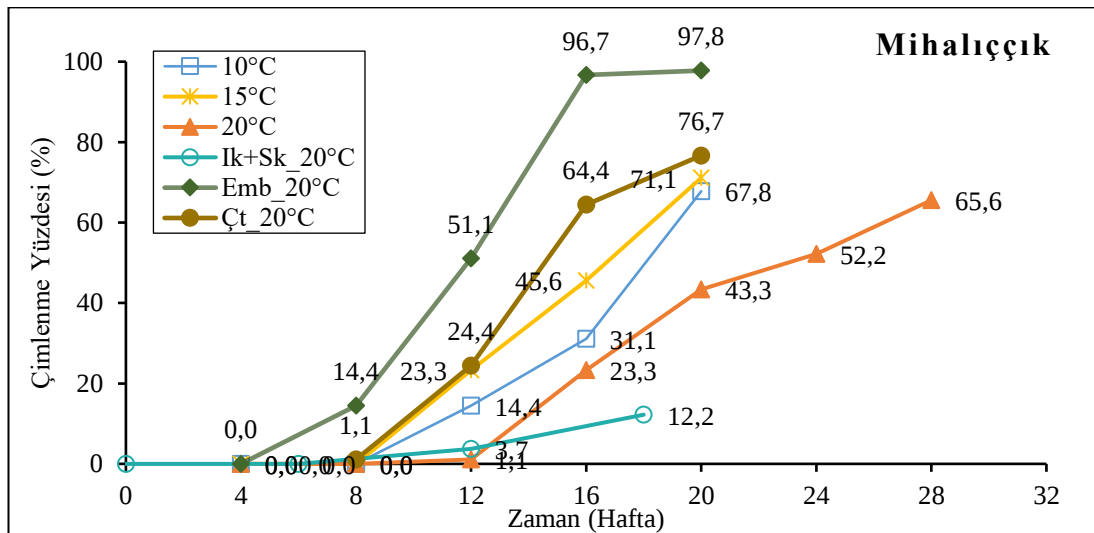
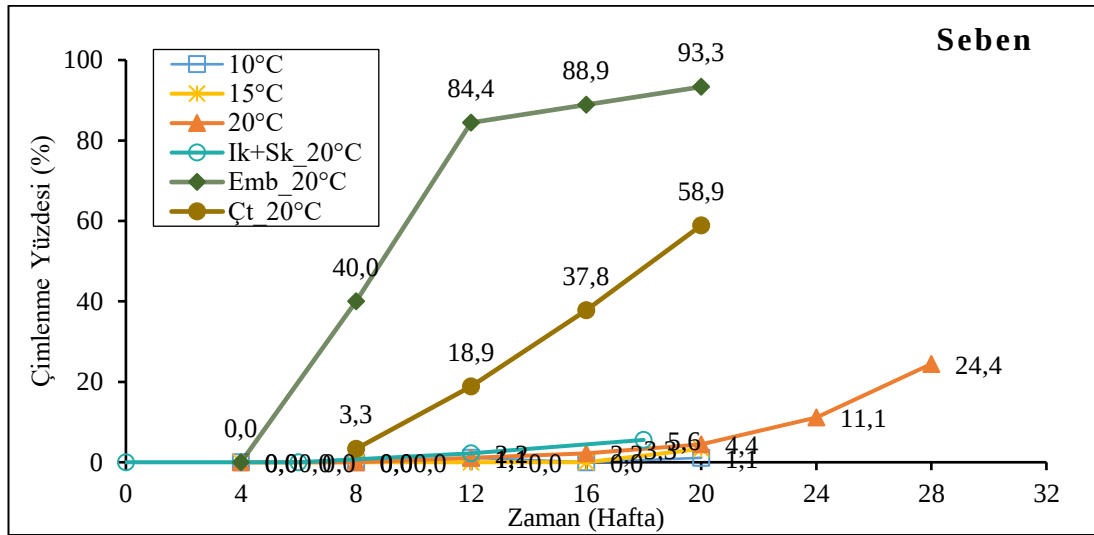
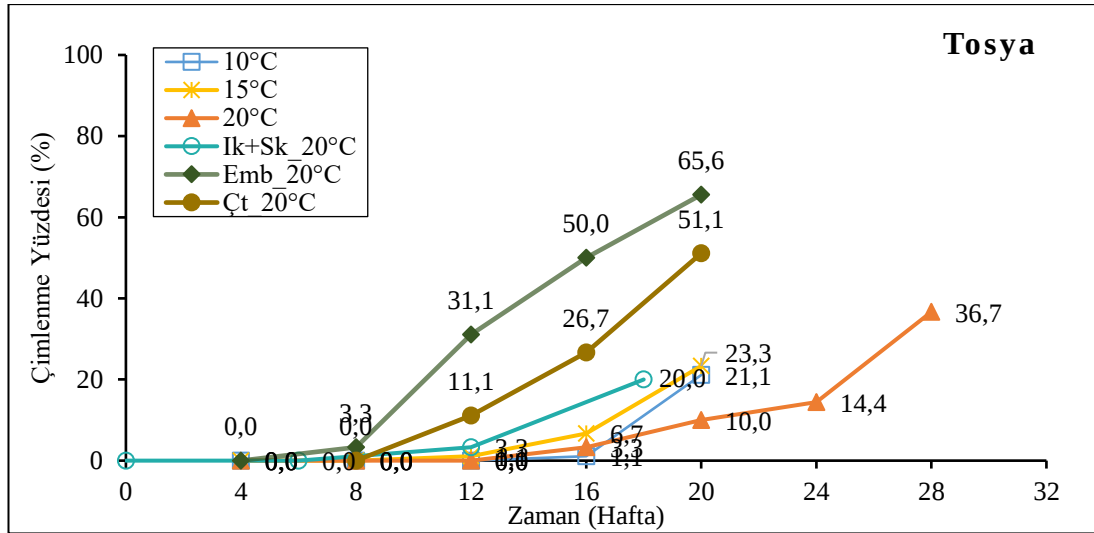


Şekil 3.23 : Üç popülasyona göre fındığının 20 °C’de ortalama çimlenme yüzdesi (h – hafta).

3.5.3 Çimlenme testlerinin genel bulguları

Bu tez çalışmasında Tosya, Seben ve Mihalıççık popülasyonları üzerinde tüm çimlenme özelliklerine ait testler gerçekleştirilmiştir. Üç popülasyona göre hangi işlemin daha etkili olduğu grafik üzerinde okunabilmektedir (Şekil 3.24). Kısaca özetlemek gerekirse;

- Türk fındığı tohumlarında birleşik dormansi (fiziksel+fizyolojik) olduğu tespit edilmiştir. Fiziksel dormansi kapsamında çoğu zaman bu dormansinin bir çeşidi olarak kabul edilen ve kalın tohum kabuğunun nem ve oksijen geçişine izin vermesine rağmen tohumun çimlenmesini kısıtlaması olarak değerlendirilebilecek mekanik dormansinin etkili olduğu anlaşılmaktadır. Popülasyonlar arası farklılıklar olmasına rağmen, Türk fındığı embriyolarının kabuğundan çıkarılmasından sonra 20 haftalık soğuk katlama işleminin ardından 20 °C sıcaklıkta en yüksek çimlenme yüzdesi ortalamasına (%85,6) ulaştığı belirlenmiştir. Bazı popülasyonlarda ÇY %100’e yakındır (Şekil 3.13). Ayrıca OÇS ortalama 2,5 gün olup tüm testlere göre en kısa sürede çimlenme gerçekleştiği belirlenmiştir. Böylece; Türk fındığı için dormansi tipinin Birleşik Dormansi (fiziksel+fizyolojik) olduğu, ideal katlama süresinin 20 hafta ve üzeri olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 3.24 : Tohum, çatlak tohum ve embriyoda katlama süresinin çimlenmeye etkisi

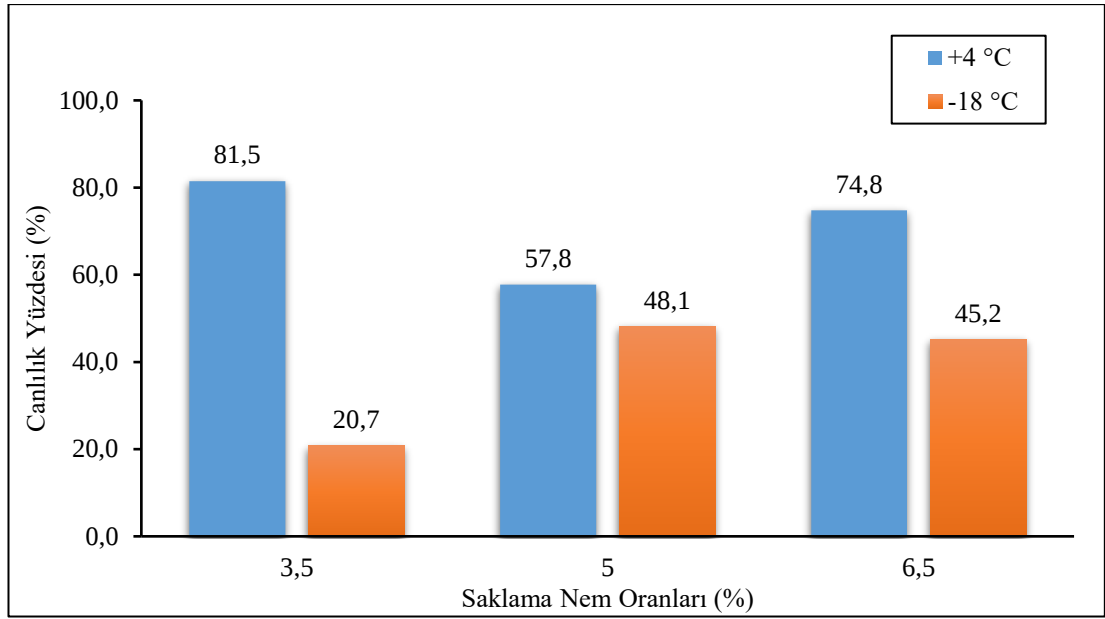
(10°C: 10 °C’de tohumların çimlenmesi, 15°C: 15 °C’de tohumların çimlenmesi, 20°C: 20 °C’de tohumların çimlenmesi, ık+sk_20°C: ılık katlama+soğuk katlama sonrası tohumların 20 °C’de

çimlenmesi, Emb_20°C: Embriyoların 20 °C’de çimlenmesi, Çt_20°C: Çatlak tohumların 20 °C’de çimlenmesi, Zaman (hafta): +4 °C’de uygulanan soğuk katlama süreleri).

- Çatlak tohumların (mekanik dormansi) 20 haftalık soğuk katlama işlemi sonrası 20 °C sıcaklıkta ikinci en yüksek çimlenme yüzdesi ortalamasına (%62,2) sahip olduğu ortaya konulmuştur. Kalın tohum kabuğu nem ve oksijen geçişi sağlamakta, embriyonun kabuğu çatlatarak çimlenmesini mekanik olarak kısıtlamaktadır.
- Tohumlara herhangi bir işlem yapmadan sadece soğuk katlamayla fizyolojik dormansinin etkisi kırılmaya çalışıldığında ise 20 hafta soğuk katlama sonrası çimlenme yüzdesi ortalamasına göre 15 °C çimlenme sıcaklığının daha etkili olduğu belirlenmiştir. Üç popülasyonda 20 hafta soğuk katlama sonrası 15 °C’de çimlenmenin, ÇY ortalaması bakımından 10 °C’ye göre 2,6 puan daha yüksek olduğu, 20 °C’ye göre ÇY ortalamasından 13,3 puan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- Fizyolojik dormansi testinde 20 °C’deki çimlenmeler öncesi soğuk katlamada 28 haftaya varıldığında ortalama çimlenme yüzdesi artmaktadır. Buna rağmen diğer testlerde soğuk katlama süresinin uzatılması sonucu fizyolojik dormansi testinden daha yüksek değerler elde edileceği öngörülmektedir.
- Morfofizyolojik dormansinin erken toplanan tohumlarda gözlemlendiği söylenebilir.
- GA₃ uygulama sonucunda kabuğun çimlenmede önemli etkisi ön plana çıkmıştır.

3.6 Kurumaya Karşı Duyarlılık ve Saklama Özellikleri

Türk fıındığı tohumlarının nem oranları %3,5, %5, %6,5 oranlarına indirilmiş ve kurumaya duyarlılığı ortaya çıkarmak amacıyla +4 °C ve -18 °C sıcaklıkta 6 ay saklamaya alınmıştır. Saklama sonunda tohumların canlılığı tetrazolium testi (TTZ) ile belirlenmiştir. Tohumlar +4 °C sıcaklıkta %3,5, %5, %6,5 nem oranlarında saklandığında sırasıyla %81,5, %57,8, %74,8 oranında canlı olduğu tespit edilmiştir. -18 °C sıcaklıkta saklandığında ise %3,5 nemde %20,7, %5 nemde %48,1, ve %6,5 nemde %45,2 oranında canlılık göstermiştir (Şekil 3.25).



Şekil 3.25 : Türk fıındığının nem yüzdesine göre saklanması ve canlılık oranları.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ülkemizde doğal yayılış yapan ve değişik popülasyonlardan elde edilen Türk fındığı tohumlarının fizyolojik özellikleri üzerine incelemelerde bulunulmuştur. Bunun yanı sıra Türk fındığı tohumların morfolojik, kimyasal ve çimlenme özellikleri ele alınmış, kurumaya duyarlılık ve saklanabilirlik nitelikleri araştırılmıştır.

4.1 Morfolojik Özellikler

1000-dane ağırlığı bir alana ekilecek tohum miktarını ve bu miktara bağlı olarak elde edilecek fidan sayısı bakımından önem arz etmektedir. 1000-dane ağırlığı ölçümlerinde popülasyonlar arasında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Ortalama %6.5 nem içeriğinde en ağır Sultandağı (1658,8 g) popülasyonu ile en hafif Tosya (1243,7 g) popülasyonu arasında 415,1 g fark olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.1). Ölçümü yapılan 10 popülasyon ortalama değeri (1438,8 g), Palazoğlu ve diğ., (2013) tarafından 2004 yılında 7 popülasyondan elde edilen 1000-dane ağırlığının ortalamasına (1496,3 g) yakındır. Türk fındığı tohumlarında popülasyonlar arasında geniş bir varyasyon olduğu için, farklı yıllara ait tohum partisi 1000-dane ağırlığı değerleri her defasında yeniden ölçülmelidir. Ayrıca, tohum ağırlığı ve yoğunluğunu etkileyen hava kurusu nem içeriği de 1000-dane ağırlığıyla birlikte verilmelidir.

Tohumların kalitesi için kullanılan önemli ölçütler arasında tohum boyutları (uzunluk, genişlik, kalınlık) ve ağırlığı bulunmaktadır. Bu ölçütler ayrıca tohumların orijin içi ve orijinler arası morfolojik çeşitliliğini göstermektedir. Morfolojik özellikler açısından incelenen popülasyonlar arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır.

Elde edilen bulgular sonucunda en düşük-en yüksek değere göre tohum uzunluğu için Seben-İskilip (15.38-16.71 mm), tohum genişliği için Mengen-Sultandağı (14.57-16.28 mm), tohum kalınlığı için Tosya-Sultandağı (10.94-13.01 mm) ve tohum ağırlığı için Tosya-Sultandağı (1.2726-1.6477 g) popülasyonları olmuştur (Çizelge 3.1). Ninić-Todorović ve Cerović (1987) *C. colurna* tohum boyutlarının (uzunluk × genişlik × kalınlık) 16.4-18.6 × 14.4-17.8 × 11.0-15.8 mm ve tohum ağırlığının 1.17-2.54 g aralığında olduğunu bildirmiştir. Sırbistan'ın merkez ve güneydoğu popülasyonlarından elde edilen Türk fındığı tohumlarında yapılan incelemelerde Miletić ve diğ., (2007) tohum boyutlarının 14.7 (12.0-17.5) × 14.1 (11.5-16.5) × 12.1

(9.3-16.0) mm ve tohum ağırlığının 1.15 (0.68-1.55) g olduğunu tespit etmiştir. Ayan ve diğ., (2018b) Kastamonu'da bulunan dört doğal popülasyona ait Türk fıncığının 11.04-18.83 × 10.32-19.61 × 7.67-16.92 mm boyutlarında ve 0.61-2.61 g aralığında ağırlığa sahip olduğunu belirtmiştir.

Fındıkta kabuk kalınlığı ve iç fındık oranı ticari bakımdan önemlidir (Ayfer ve diğ., 1986; Richardson, 1996; Açkurt ve diğ., 1999; Özdemir ve Akıncı, 2004). İnce kabuk kalınlığı, yüksek iç fındık oranını etkileyebilir. Ticari alanlarda ince kabuklu Türk fıncığının tercih edilmesi ürün miktarı açısından yüksek verim sağlayacaktır. Ölçümler sonucuna göre kabuk kalınlığının en yüksek değeri Mihalıççık popülasyonunda (2,09 mm), en düşük değer ise Tosya popülasyonunda (1,73 mm) kaydedilmiştir. Ayrıca ETO'nun (ort. %34,98) en yüksek Mengen (%37,88) ve Tosya popülasyonunda (%37,68), en düşük ise Mihalıççık popülasyonunda (%31,33) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

Embriyo tohum oranı (ETO), tohumun sağlıklı olup olmadığını gösteren önemli bir ölçümdür. Bu oran, tohumun büyüklüğüne bakılmaksızın, tohumun kalitesini belirleyebilmektedir. Tohum büyük olsa bile, içindeki embriyo oranı düşük olabilir. Bu durum, çimlenme ve fidan yüzdesini etkileyebilir. Ayrıca her tohum grubunun embriyo oranının ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekebilir, çünkü çevre ve yetiştirme faktörleri embriyo gelişimini etkileyen önemli faktörlerdendir (Ürgenç, 1982).

10 popülasyonun embriyo boyut ve ağırlık değerleri, en düşük ve en yüksek değerler açısından tohum boyutlarındaki benzer popülasyonlarla eşleşmektedir. Ayrıca ortalama kabuk kalınlığı, kabuk ağırlığı ve ETO değerleri sırasıyla 1,92 (1,73-2,09) mm, 0,9524 (0,7985-1,1244) g ve %34,98 (%31,33-37,88) olduğu tespit edilmiştir. Miletic ve diğ., (2007) *C. colurna* embriyo boyutlarının 11.5 (13.0-10.2) × 10.2 (12.6-7.2) × 9.2 (12.5-5.0) mm ve ağırlığın 0.70 g (0.56-0.85 g) olduğunu ve ETO'nun %40.2 (%36.7-43.9) oranında olduğunu ortaya koymuştur.

Tohum ve embriyo morfolojik özellikleri bakımından değerlendirildiğinde araştırma kapsamında tespit edilen değerler literatürdeki değerlerle örtüşmektedir. İncelenen popülasyonlar içerisinde morfolojik özellikler (tohum genişliği, tohum kalınlığı, tohum ağırlığı, kabuk kalınlığı, embriyo genişliği, embriyo kalınlığı, embriyo ağırlığı ve tohum kabuğu ağırlığı) bakımından Sultandağı popülasyonunun en yüksek değerlere sahip olduğu saptanmıştır. Buna karşılık, ETO bakımından en düşük ikinci

popülasyon yine Sultandağı popülasyonu olmuştur. Aynı zamanda incelenen popülasyonlar arasında ETO en yüksek olan Tosya ve Mengen popülasyonları en düşük morfolojik değerlere (tohum genişliği, tohum kalınlığı ve tohum kabuğu ağırlığı) sahiptir.

Korelasyon analizi sonuçlarına göre, ETO değerinin en yüksekten en düşüğe doğru sırasıyla kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, tohum kalınlığı, tohum ağırlığı ve tohum genişliği değerleri ile önemli bir negatif korelasyon içinde olduğunu göstermiştir. Morfolojik özelliklerin diğer parametreleri arasındaki pozitif Çizelge 3.3'te verilmektedir. Benzer korelasyonlar Ayan ve diğ., (2018b) tarafından da bildirilmiştir.

4.2 Kimyasal Özellikler

Tohumların çimlenme performansı, tohum kabuğunun ve örtüsünün su alımını ve oksijen geçişini kısıtlaması nedeniyle etkilenmektedir Tropik ve subtropik ağaç türlerinde tohum kabuğu nedeniyle dormansi çoğunlukla görülür. Bu durumu aşmak için sıcak suda bekletme, zedeleme, asit ile veya fiziksel yolla kabuğun aşındırılması gibi yöntemler kullanılmaktadır (Bewley ve Black, 1983; Smith ve diğ., 2002)

Örkün (2011), endüstride birçok alanda kullanılan aktif karbon üretiminde, fındık kabuğuna (*C. avellana*) fosforik asitle (H_3PO_4) farklı sıcaklık, süre ve derişimlerde müdahale etmiştir. Fındık kabuğundan elde edilen aktif karbon numunelerinin yüzey alanlarını, gözenek hacmini ve gözenek boyut dağılımlarını araştırmıştır. Farklı yöntemlerle gözenek analizleri sonucunda, %50-65'lik H_3PO_4 çözeltisiyle üretilen aktif karbonda, daha büyük gözenek (mezo gözenek) boyutu verecek şekilde bir davranım gösterdiğini tespit etmiştir. Gözenek yapısının SEM ile incelenmesinde, numunede gözenekliliğinin önemli ölçüde geliştiğini ancak yapısal çökme ve büzülmeler oluştuğunu görüntülemiştir. Benzer şekilde kestane kabuğundan H_3PO_4 çözeltisiyle üretilen aktif karbonda da asit oranı ve sıcaklığın poroz yapıyı arttırdığı sem analizleri sonucunda görüntülenmiş ancak sıcaklığın artmasıyla hücre çökmesi ve gözenekli yapıda kayıplar yaşandığı belirtilmiştir (Arpacı, 2019).

Türk fındığı tohum kabuğunun analizi sonucunda, 7 popülasyona göre kabuğun karbon, azot, oksijen ve kalsiyum elementlerini içerdiği SEM-EDS yöntemi ile tespit edilmiştir. Türk fındığı kabuğunu oluşturan ana elementlerin, işlem görmemiş adi fındık kabuğunda yapılan SEM-EDS ve element analizleri sonucunda bulunan ana

elementlere benzer olduğu söylenebilir (Arslan, 2018; Tunç Dede, 2019; Yalçın, 2020).

2000x büyütmede elde edilen SEM görüntüleri incelendiğinde, yedi popölasyonda gözenek çaplarının benzer büyüklükte olduğu söylenebilir. Gözenek boyutlarının mikrometre boyutunda (mikro gözenek) olduğu tespit edilmiştir. Literatürdeki alışmalar dikkate alındığında, tohum kabuğunun fiziksel veya kimyasal yollarla embriyoya zarar vermeden uygun oranlarda aşındırılması kabuktaki gözenek boyutunun genişlemesini sağlayabilir. Uygun yöntemlerle yapılacak aşındırmanın daha fazla su ve oksijen geçişine katkı yapacağı düşünülmektedir. Nitekim bu çalışmada tohum kabuğundan kaynaklı dormansinin olup olmadığını belirlemek için yapılan testlerde kabuğun çimlenmeye olan etkisi ortaya çıkarılmıştır.

Türk fındığı tohum kabuğu FTIR spektrumları incelendiğinde, kabuğun yapısında aromatik halkaların yer aldığı ve temel gruplardan alkol, fenol, keton, ester, eter, aril ve karbonil gibi grupları içerdiği söylenebilir. Adi fındık üzerine yapılan FTIR analizlerinde işlem görmemiş tohum kabuğunda alkol, fenol, eter, ester ve karbonil gibi grupların olduğu belirtilmiştir (Boztepe, 2011; Gözaydın ve Yüksel, 2017; Arslan, 2018; Tunç Dede, 2019; Yalçın, 2020). Türk fındığı tohum kabuğu, adi fındık kabuğu ile kıyaslandığında bazı temel gruplara ait olan bağların benzer olduğu söylenebilir.

Araştırma kapsamında Türk fındığı embriyosunun kimyasal özelliklerinin analizine göre popölasyonlar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. *C. colurna* protein içeriği yüzdesinin Miletic ve diğ., (2007) ve Ayan ve diğ., (2018a) sırasıyla %12,4 (%10,9-14,4) ve %16,32 (%14,80-18,34) oranında olduğunu yapmış oldukları çalışmalarda bildirmişlerdir. Keşmir'de *C. colurna*'nın 41 genotipi üzerinde yapılan araştırmada ortalama protein içeriğinin %16,37 olduğunu belirtilmiştir (Srivastava ve diğ., 2010). Analiz sonuçlarına göre (izelge 3.5), toplam protein içeriği yüzdesinin %14,8 (Seben) ile %17,6 (Mengen) aralığında çıkması daha önceki çalışmalardaki protein içeriği değerleriyle benzer olduğunu göstermektedir. Nişasta içeriğinin 5,96 g (Sultandağı) ile 13,5 g (Pelitçik) arasında, kül içeriğinin ise %2,30 (Sultandağı) ile %2,58 (Mengen) aralığında değıştiğı yapılan analiz sonucunda elde edilmiştir.

Türk fındığının yedi popölasyonu arasında, Seben popölasyonunun yağ içeriği en yüksek (%73.1) olarak belirlenirken, İskilip popölasyonunun ise en düşük yağ içeriğine (%54.9) sahiptir. Ancak protein değerleri dikkate alındığında bu durum tam

tersi olmuş, Mengen ve İskilip popülasyonları en yüksek , Seben ise en düşük protein içeriğine sahip popülasyon olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.5). Yağ ve protein değerleri arasındaki önemli negatif korelasyon da bu sonuçları doğrular niteliktedir (Çizelge 3.7).

Oleik ve linoleik asitler, toplam yağ içeriğinin %90.87'sini temsil eden baskın yağ asitleri olduğu ortaya çıkarılmıştır (Çizelge 3.6). Popülasyonlardaki oleik asit %78,6 (Tosya) ile %80,1 (İskilip), linoleik asit %9,45 (Mihalıççık) ile %12,6 (Tosya), palmitik asit %5,07 (Seben) ile %6,95 (Mihalıççık) ve stearik asit %1,56 (Tosya) ile %2,54'e (Mihalıççık) arasında değişmektedir. Palmitik ve stearik asit miktarının düşük, palmitoleik, eikosenoik, α -linolenik, araşidik ve heptadekanoik asitlerin ise eser miktarda mevcut olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 3.6). Erdoğan ve Aygün (2005) Türk fıındığı için yağ içeriğinin %64.4-71.9 oranında olduğunu ve toplam miktarın %91.7'sinin oleik ve linoleik asitlerden oluştuğunu ortaya koymuştur. Ayan ve diğ., (2018a), dört Türk fıındığı popülasyondan elde edilen yağ içeriğinin %59,8 ile %64,1 arasında değiştiğini bildirmiştir. Sırbistan'daki Türk fıındığı numuneleri üzerinde yapılan çalışmalarda benzer yağ içerikleri (%48.6–69.9) ve yağ asidi kompozisyonları (oleik asit %79.3-83.0 ve linoleik asit %7.5-10.8) rapor edilmiştir (Ninić-Todorović, 1990; Miletić ve diğ., 2007; Ninić-Todorović ve diğ., 2019).

Analiz edilen yedi popülasyona göre kimyasal özellikler (yağ, protein, nişasta, kül ve yağ asitleri kompozisyonları) arasında önemli negatif ve pozitif korelasyonlar olduğu ortaya konulmuştur (Çizelge 3.7). *C. avellana* üzerinde yapılan çalışmalarda yağ içeriği için %50,81-66,29, protein için %7,03-24,61, karbonhidrat için %7,82-21,79 ve kül için %2,00-5,20 aralığında olduğu bildirilmiştir. Yağ asitleri kompozisyonlarına bakıldığında ise oleik asit (%69,30-83,59), linoleik asit (%7,57-15,0), palmitik asit (%4,80-9,60) ve stearik asit (%1,75-4,10) değer aralıkları literatüre sunulmuştur. Yapılan çalışmalar incelendiğinde *C. avellana*'nın yağ, protein, kül içerikleri ve yağ asitlerinin bazı parametreleri arasında Türk fıındığına benzer korelasyonlar olduğu anlaşılmaktadır. (Köksal ve diğ., 2006; Oliveira ve diğ., 2008; Bacchetta ve diğ., 2013; Rezaei ve diğ., 2014; Vujevic ve diğ., 2014; Rovira ve diğ., 2017; Wang ve diğ., 2018; Król ve diğ., 2019; Çetin ve diğ., 2020; Król ve Gantner, 2020).

Odunsu bitki türlerinin tohumlarında, tohumların morfolojik ve kimyasal özellikleri yıllar içinde dikkatleri üzerine çekmiş ve farklı kullanım alanları açısından önem kazanmıştır (Martins ve diğ., 2017). Geniş coğrafi çeşitlilik, yabani (Izhaki ve diğ.,

2002; Yanar ve diğ., 2011; Sun, 2021) ve kültüre edilmiş (Poljak ve diğ., 2016, 2021) popülasyonların tohum ve embriyo morfolojik özelliklerinin yanı sıra kimyasal bileşimini de önemli ölçüde etkileyebilir. Popülasyonlar arasındaki morfolojik ve kimyasal farklılıkların habitat koşulları ve coğrafik orijinler gibi faktörlerin etkileşimine bağlı olduğu söylenebilir.

4.3 Tohum Canlılığı

Kesme testinde her bir tohumdan çıkarılan tohum kabuğunu dolduran, taze ve sağlam embriyolar canlı olarak kabul edilmiştir. Popülasyonlar arası doluluk oranı %86,7 ile %100 arasında değiştiği ve ortalama %95,9 doluluğa sahip olduğu belirlenmiştir. Kesme testi Türk fındığı tohumlarının canlılığın belirlenmesinde etkin ve pratik bir yöntem olduğu görülmüştür. Kesme testinde tohum gömleğiyle beraber çıkarılan embriyolar TTZ testi öncesi suda bekletilmesi sonrası tohum gömleği embriyodan itinayla uzaklaştırılmıştır. Çıplak embriyoların kotiledonlara ayrılmasıyla bazılarında ISTA (1996)'da belirtildiği üzere embriyonun canlılığa etki etmeyen kotiledon ortasında oyuk kalp (hollow heart) oluşumu gözlemlenmiştir. Ayrıca cansız embriyoların renk olarak daha mat olması görsel olarak ayırt edilebilmekte, TTZ testi öncesi yaklaşık bir fikir vermektedir. TTZ testi imkânı olmayan yerlerde, kabuk ve tohum gömleğini çıkartılarak, belirli bir süre suda tutulan embriyolar tohumun canlılığı hakkında yaklaşık bir kanaat elde etmek için kullanılabilir.

Tetrazolium testi (TTZ), kısa sürede tohumların canlılığını belirlemek için yaygın olarak kullanılan bir yöntem olup özellikle dormansiye sahip tohumların canlılığının tespitinde büyük zaman tasarrufu sağlamaktadır. Yöntem katlama işlemi görmemiş taze Türk fındığı tohumlarının canlılığının belirlenmesinde oldukça güvenilir sonuçlar vermiştir (Çizelge 3.8). TTZ testi genel olarak çimlenme yüzdesinden daha yüksek tohum canlılığı yüzdesi verdiği de görülmektedir (Schmidt, 2000). Bu çalışmada popülasyona göre (Tosya, Seben, Mihalıççık) TTZ testi ortalama canlılık değerleri, embriyo çimlenme testinde elde edilen ortalama çimlenme yüzdesi sonuçlarına oldukça yakındır. TTZ testi ortalama değeri (%84,8), kesme testi ortalama değerinden (%95,9) yaklaşık %11 oranında daha az çıkmıştır. Bunun sebebi görsel olarak embriyo ve kotiledonda zarar olmadığı gözlemlenmesine rağmen TTZ testi sonrası ölü olduğunun anlaşılmasıdır. Özellikle daha önceki yıllara ait temin edilen Dağakça (2020), Pınarbaşı (2020) ve Tavşanlı (2019) tohumlarında bu fark %35 oranlarına

kadar çıkmaktadır. Mehlenbacher (1991) fındık tohumlarının bir yıldan fazla saklandığında canlılık kaybı yaşadığını ve saklama koşullarının tohum canlılığı açısından önemli olduğunu belirtmektedir. Bu bakımdan çalışma kapsamında fındık tohumlarının kurumaya karşı duyarlılığı ve saklanabilirlik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

4.4 Tohumun Nemlenmesi

Katlama ve çimlenme işlemlerinde tohum kabuğunun suyu geçirerek nem alması önemlidir (Bewley ve Black, 1983; Yılmaz, 2005). Hava kurusu nem içeriği %6,5 olan Türk fındığı tohumları nemlendirmeye alınmış ve zamana bağlı olarak tohumunun sahip olabileceği maksimum nem düzeyleri elde edilmiştir. Kabuk üzerine yapılan çalışmalarda analizler sıcaklık artışına bağlı olarak gözenekliliğin büyüdüğünü belirtmektedir (Örkün, 2011; Arpacı, 2019). Çalışma kapsamında nemlendirilmeye alınan tohumlarda kabuğun embriyonun su almasını engellemediği ancak sıcaklığın artmasıyla gözenek yapısının genişlemesi, su geçirgenliğinin artması ve embriyonun daha hızlı su alarak şişmesi noktasında sıcaklığın etkisinin olduğu gözlemlenmiştir. Nitekim bu çalışmada sıcaklığa bağlı olarak embriyo nem kabulünün daha hızlı gerçekleştiği ve maksimum nem seviyesinin sıcaklık farkına göre değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 3.7). Türk fındığı tohumları fidanlık ve ağaçlandırma çalışmalarında kullanılacaksa, işlemlere başlamadan önce tohumların en az 3 gün suda bekletilmesi daha etkin sonuçlar alınması yönünde fayda sağlayacaktır.

4.5 Çimlenme Özellikleri

4.5.1 Dormansinin varlığı ve en uygun katlama yöntemi

Türk fındığı tohumlarında fizyolojik dormansi bulunmaktadır. Fizyolojik dormansi genel olarak soğuk-ıslak katlama ile giderilmektedir. Mehlenbacher (1994), *Corylus* ssp. tohumlarının uyku halinin 4 °C'de 3 ila 5 ay arasında sürebilen soğuk katlama işlemi ile aşıldığını ifade etmiştir. Pipinis ve diğ., (2020), *C. avellana*'da en yüksek seviyede çimlenmenin kabuksuz tohumlarda (iç fındık) 2 ay soğuk katlama sonrası katlama sonrası elde edildiğini belirtmiştir. Türk fındığında tohumlara Todorovic (2000) 97-135 gün arası soğuk katlama uygulanması gerektiğini belirtmektedir.

Bu çalışmada Türk fındığı tohumlarının fizyolojik dormansisinin giderilmesinde tohumlara dört hafta aralıklarla 28 haftaya kadar soğuk katlama işlemi uygulanmıştır. Test sonunda 20 °C’de ÇY ortalama %30,8’dir. OÇS 5,2 gün (2,2-9,7) ile 28 hafta soğuk katlamada tespit edilmiştir. Derin fizyolojik dormansiye sahip bazı türlerde sert tohum kabuğu yapısından dolayı dormansinin giderilmesi için daha uzun soğuk katlama süresi gerekmektedir (Nikolaeva, 1969). Türk fındığı tohumlarının kalın ve sert kabukları düşük su ve gaz geçirgenliğine sebep olurken, çimlenme yüzdesinde genetik çeşitlilik ve yıllara göre önemli farklılıklar olmaktadır (Todorovic, 2000).

Aygün (2008) sadece soğuk katlamanın önemli bir avantaj sağlamadığını, buna rağmen genetik çeşitliliğe göre tohumların daha farklı soğuk katlama süresine ihtiyaç duyulabileceğini bildirmiştir. Bu duruma istinaden ÇY en yüksek Mihalıççık (%65,6) ile en düşük Tavşanlı (%4,4) popülasyonları arasında farklılık olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bazı popülasyonlarda düşük ÇY elde edilmesinin sebeplerinden biri, söz konusu katlama süresinin popülasyonlara göre yeterli olmamasından kaynaklı farklılık göstermesi olabilir. Buna ek olarak Nikolaeva (1969)’nın belirttiği gibi tohum kabuğu yapısından dolayı daha uzun soğuk katlama süresine gereksinim olabilir. Diğer taraftan çimlenme düzeyi düşük olsa da Türk fındığı tohumlarının yaklaşık 16. haftadan itibaren +4 °C’de çimlenmeye başladığı gözlemlenmiştir (Şekil 3.9).

Sert kabuk yapısı mekanik olarak embriyoyu zorlamakta ve çimlenme gerçekleşmemektedir (Schmidt, 2000). Diğer odunsu türlere göre sert ve kalın tohum kabuğu olan Türk fındığı tohumlarında böyle bir mekanik dormansinin olup olmadığını test etmek amacıyla 3 popülasyonun (Tosya, Seben, Mihalıççık) mengenyeye çatlatılan tohumlarında soğuk katlama sonrası 20 °C’de çimlenme testi gerçekleştirilmiştir. Çimlenme testi sonucunda çimlenme yüzdesi Mihalıççık popülasyonunda %76,7, Seben popülasyonunda %58,9 ve Tosya popülasyonunda %51,1 olduğu tespit edilmiş ve üç popülasyon ÇY ortalaması %62,2 oranında bulunmuştur. OÇS 20 hafta soğuk katlama sonunda ortalama 5,5 gün (3,8-7,8) bulunmuştur. Tohum kabuğu çatlatma işleminin fizyolojik dormansi testine kıyasla ortalama çimlenme yüzdesi bakımından daha yüksek sonuçlar verdiği mekanik dormansi testiyle ortaya çıkarılmıştır. Türk fındığı tohumları üzerine yapılacak çimlenme çalışmalarında soğuk katlamaya almadan önce çatlatma önışleminin daha yüksek çimlenme sonuçları vereceği söylenebilir. Bu sebeple ekim öncesi çatlatma işleminin çimlenmeye etkisi üzerine araştırmalar yapılması gerekmektedir.

Vursavuş ve Özgüven (2005) Bergamadan elde edilen çamfistığında neme bağlı olarak tohum basınç direncinin dikeyde 219,26-713,61; yatayda 248,86-520,14 N/mm aralığında olduğunu ve nem arttıkça basınç kuvvetinin düştüğünü belirtmiştir.

Güner ve diğ., (2003) uzunluk, genişlik ve kalınlık ekseninde adi fındıkta (Acı Fındık, Çakıldak, Tombul ve Güney Karası) tohum üzerinde mekanik testler gerçekleştirmiştir. Test sonucunda genişlik ve uzunluk eksenine göre kabukta nem arttıkça basınç direncinin arttığını ancak basınç kuvvetinin azaldığını belirtmiştir. Eksene göre en yüksek basınç direncinin (812,90 N/mm) %18 nem içeriğinde kalınlık ekseninde olduğunu; en düşük basınç direncinin (488,60 N/mm) %6 nem içeriğinde uzunluk ekseninde olduğunu tespit etmiştir. Fındık çeşitleri arasında tahum kabuğunun %6 nemde en yüksek basınç direnci değerlerinin Acı fındık (905,39 N/mm), en düşük ise Çakıldak (393,86 N/mm) olduğu belirtilmiştir. Ancak genişlik ekseninde grafiğe göre 550-650 N/mm arasında basınç direnci değerleri değişmektedir.

Türk fındığı basınç direnci testi sonuçlarına göre %6,5 nem içeriğinde genişlik ekseninde en yüksek Sultandağı (897,8 N/mm²) en düşük İskilip (443,8 N/mm²) arasında olduğu ortaya çıkarılmıştır. Eksen bazında basınç değerlerinin adi fındık ve çamfistığına göre Türk fındığında daha yüksek olduğu kaydedilmiştir. Ancak Türk fındığı tohumlarında farklı nem oranlarında ve farklı tohum eksenlerinde daha kapsamlı araştırma gereksinimi bulunmaktadır.

Türk fındığı tohumunun mekanik özellik (basınç direnci) açısından çimlenme verileriyle istatistiksel anlamda ilişkilendirme bulunamasa da ülkemizdeki birçok türün tohumundan daha sert ve kalın yapılı kabuğa sahip olduğu söylenebilir. Kokulu ardıç tohum kabuğu da benzer şekilde sert ve kalın kabuk yapısına sahiptir (Kalkan ve Yılmaz, 2020).

Embriyo testinde, kabuk uzaklaştırılarak tohum gömlekli olarak çıkarılan embriyolarda tohum kabuğunun dormansideki rolünü (fiziksel dormansinin varlığını) tespit etmek amacıyla 20 °C’de çimlenme testi yapılmıştır. 20 hafta soğuk katlama işlemi sonunda ÇY'nin ortalama %85,6 olduğu tespit edilmiştir. ÇY değeri yüksekten düşüğe doğru %97,8 (Mihaliççık), %93,3 (Seben) ve %65,6 (Tosya) oranında gerçekleşmiştir. OÇS ortalama 2,5 gün (0,7-4,9) olarak belirlenmiş ve yapılan testler içerisinde çimlenmenin en hızlı sürede gerçekleştiği tespit edilmiştir. Doğu kayınında kabuğu uzaklaştırılan tohumlarda 11 gün daha hızlı çimlenmeler olduğu bildirilmiştir

(Yılmaz, 2005). Avrupa kayınında tohum kabuğu su ve gaz alışverişini engellemekte, bu sebeple çimlenmeyi geciktirip dormansiye neden olmaktadır (Nicolas ve diğ., 1996; Barthe ve diğ., 2000). Kabuğun kaldırılması sonrasında çimlenme daha hızlı gerçekleşmekte ve OÇS 9-14 gün aralığında daha da kısalmaktadır (Thomsen, 1997; Thomsen ve Kjaer, 2002). Lübnan meşesinde (*Quercus libani* Olivier) benzer şekilde kabuklu olarak 3 ay süren bir soğuk katlama gerekmekte ancak kabuğun (perikarp) uzaklaştırılmasıyla bu süre 2 aya kadar indirilebilmekte ve çimlenme daha hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir (Alptekin ve Tilki, 2003).

Tohum kabuğu, mekanik dayanıklılığından (sertliğinden) dolayı embriyonun su ve gaz alışverişini engellediği gibi embriyonun büyümesi ve uzamasına da direnç göstermektedir (Boyras ve diğ., 2019). Embriyo çimlenme testi sonucunda edilen bulgulara göre Türk fındığı tohumlarında kabuktan kaynaklı çimlenme engeli olduğu tespit edilmiştir. Kabuğun nem ve oksijeni geçirdiği belirlendiğinden dolayı (Şekil 3.7), kabuğun özellikle embriyonun kalın kabuğu çatlatarak çimlenmeyi kısıtladığı (mekanik dormansi) anlaşılmaktadır. Mekanik dormansi çoğu zaman fiziksel dormansinin bir çeşidi olarak kabul edilmektedir. Tohum kabuğunun uzaklaştırılmasıyla çimlenme yüzdesindeki artış daha önce yapılan çalışmalar ile birbirini doğrular niteliktedir. Ancak kabuk uzaklaştırılmasına rağmen 8 hafta soğuk katlamaya kadar çimlenme gözlenmemesi, Türk fındığında sadece kabuktan kaynaklı çimlenme engelini olmadığını ayrıca fizyolojik dormansiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Tohuma göre embriyonun daha erken (12. haftadan itibaren) ve daha yüksek çimlenme yüzdesinde +4 °C’de çimlenmeye başlaması (Şekil 3.14) kabuğun etkin rolünü göstermektedir. Böylece Türk fındığında Birleşik Dormansi (Fiziksel+Fizyolojik) olduğu tespit edilmiştir.

Embriyodan kaynaklı dormansi (yeterince gelişmemiş embriyo veya segmentleri) uzun süreli dormansinin nedenlerinden biridir (Todorovic, 2000). Ancak Hartmann (1989), *C. colurna*’da embriyonun dormansiye sahip olmadığını bildirmiştir. Dormansinin testa ve inhibitörlerden kaynaklı olduğunu, testanın kaldırılması sonucunda gibberellin ile yaklaşık %80 oranında çimlenme gerçekleştiğini ifade etmektedir. Morfolojik dormansi testi sonucunda çimlenme elde edilememiş ve sadece ılık katlamanın yeterli olmadığı kanısına varılmıştır. Morfofizyolojik dormansinin testinde Türk fındığında 3 (üç) farklı popülasyona göre 4 hafta ılık katlama + 18 hafta soğuk katlama sonrası 20 °C’de ÇY ortalaması %12,2 olarak tespit edilmiştir. ÇY’nin

%20,0 oranında Tosya, %11,1 oranında Mihaliççık ve %5,6 oranında Seben popülasyonda olduğu belirlenmiştir. OÇS ortalama 6,3 gün (5,7-6,7) olarak kaydedilmiştir.

Doğu kayınında Eylül ayının ortalarından itibaren toplanan tohumlarda, erken (Ağustos) toplanan tohumlara göre daha yüksek çimlenme yüzdelerine ulaşıldığı belirtilmektedir (Yılmaz, 2005). Morfolojik ve morfofizyolojik teste tabi tutulan üç popülasyon açısından 2021 yılında toplanan tohumlara göre yaklaşık 1 ay erken toplanan Tosya popülasyonunda embriyonun yeterince gelişmediği düşünülmektedir. Türk fındığında erken toplanma sebebiyle yeterince olgunlaşmamış tohumda hem morfolojik (embriyonun tam gelişmemiş olmasından) hem fizyolojik dormansi olduğu görülmektedir.

Dormansinin kırılmasında katlama işlemleri uzun süreler gerektirmekte ve hızlı cevaplar verememektedir. Hızlı ve pratik çözümlerden biri gibberellik asittir. GA₃'ün Türk fındığı tohum, çatlak tohum ve embriyoları üzerindeki etkisini ortaya çıkarmak amacıyla 80 ppm GA₃ uygulanmıştır. Tosya, Seben ve Mihaliççık popülasyonlarında gerçekleştirilen GA₃ testi sonrası çimlenme sonuçlarına göre en fazla ÇY ortalaması %61,5 oranıyla embriyolarda gerçekleşmiştir. Bu değeri ortalama %15,9 çimlenme yüzdesi oranıyla çatlak tohumlar takip ederken, tohumlarda herhangi bir çimlenme (%0) gözlenmemiştir. OÇS'ye göre embriyolar ortalama 13,9 gün (12,4-15,3), çatlak tohumlar ortalama 18,9 günde (17-20,9) çimlenmişlerdir. GA₃ testi sonrası OÇS'nin uzun olmasının nedeni olarak, embriyo ve çatlak tohumda fizyolojik dormansiyi kırmak için 20 haftalık bir soğuk katlama süresi gereksinimi olduğu, GA₃'ün bu süreyi 28 günlük çimlenme süresine yaydığı gözlemlenmiştir. Keza Arslan (2009) 80 ppm GA₃ uygulanan Türk fındığı embriyolarında 35 günlük çimlenme süresi sonunda ÇY %59,7, OÇS 12 gün olduğu bildirmiştir.

Aygün ve diğ., (2008), *C. colurna* embriyolarını kabuklarından çıkarmış ve %100'lük oranla en yüksek çimlenmenin 75 ppm GA₃ uygulamasının olduğunu; %41,3 oran ile en düşük çimlenmenin kontrol grubu (0 ppm GA₃) olduğunu tespit etmiştir. Arslan (2009) *C. colurna* tohumlarının kabuğunu çıkarmış ve embriyolara 0-80 ppm GA₃ uygulamıştır. Çimlenme yüzdesinin %40,8 ile en düşük kontrol grubunun olduğunu, %93,1 ile 2 hafta sıcak katlama sonrası 80 ppm GA₃ uygulanan gruba ait olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada GA₃ uygulaması öncesi tohum, çatlak tohum ve embriyolara herhangi bir ön işlem (ılık veya soğuk katlama) uygulanmadığında önceki çalışmalara

benzer sonuçlar çıktığı, yapılacak önışlemler sonrası değlererin yakın olacağına kanaat getirilmektedir.

GA₃'ün etkisi uygulanan doza, bitki türüne, genotipe ve dormansinin derinliğine bağılı olarak farklılık gösterebilmektedir. GA₃'ün kabuklu *C. avellana* ve *Fagus sylvatica* tohumlarında etki etmediğı ancak kabuk kaldırılması sonrası çimlenme gerçekleştiğı belirtilmektedir (Frankland ve Wareing, 1966). Literatüre benzer şekilde bu çalışmada da GA₃ uygulanan kabuklu Türk fındığı tohumlarında çimlenme gözlenmemiş, kabuk uzaklaştırılan embriyolarda ise %61,5 oranında çimlenme yüzdesi tespit edilmiştir. Çatlatılan tohumlarda GA₃ etkisi düşüktür. Bunun nedeni olarak çatlak tohumlarda GA₃'ün embriyoya nüfuz edememesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu noktada da dormansinin giderilebilmesi bakımından tohum kabuğunun negatif etkisi ön plana çıkmaktadır.

4.5.2 Çimlenme sıcaklığının çimlenme parametrelerine etkisi

Çimlenme testlerinde 20 °C'de çimlendirilen tohumların farklı sıcaklıklarda çimlenme parametrelerine etkisini belirlemek amacıyla 10 °C ve 15 °C sıcaklıkta çimlenme testleri gerçekleştirilmiştir. Daha net ve anlaşılabilir olması bakımından Çimlenme Sıcaklığının Çimlenme Parametrelerine Etkisi testinde sıcaklıklar arası kıyaslamalar 20 hafta soğuk katlama süresi üzerinden işlenmiştir. Katlama süreleri ile ilgili geniş açıklama 2.2.6 numaralı bölümde açıklanmıştır.

Tosya, Seben ve Mihaliççık popülasyonlarında +4 °C'de 20 hafta soğuk katlama süresi sonunda ÇY ortalaması 10 °C'de %30, 15 °C'de %32,6 ve 20 °C'de 19,3 olarak bulunmuştur. 10 °C ve 15 °C ÇY değlerleri birbirlerine yakın gibi görünmesine ve istatistiksel olarak farklı olmamasına rağmen 15 °C'de çimlenmenin ÇY ortalama değlerini 2,6 puan arttırdığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte 20 hafta soğuk katlama sonrası hem 10 °C hem de 15 °C çimlenme sıcaklığı ÇY ortalaması bakımından üç popülasyonun 20 °C sıcaklıktaki ÇY ortalamasının (%19,3) 1,5 katı değlerinde olduğu açıkça görülmüştür. 20 hafta soğuk katlama sonunda 15 °C'deki ÇY değeri 20 °C'deki ÇY değlerinden 13,3 puan daha fazladır. Ayrıca OÇS 15 °C'de 5,6 gün (1,8-7,6), 10 °C'de 9,8 gün (2,5-14,8) ve 20 °C'de 8,9 gün (4,5-11,5) olarak kayda geçilmiştir. 20 hafta soğuk katlama sonunda OÇS bakımından 15 °C çimlenme sıcaklığının (Çizelge 3.23); 10 °C'ye göre 4,2 gün daha kısa (Çizelge 3.21), 20 °C'ye göre ise 3,3 gün daha kısa olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.25).

Daha önce yapılan çalışmalarda Seben popülasyonu için Bolu ilinde stebe geçiş zonunda olduğu belirtilmektedir (Palazoğlu ve diğ., 2013). Bu çalışmada Seben popülasyonunun kabuk uzaklaştırılmış embriyo testi ve çatlak tohum testi hariç diğer tüm çimlenme testlerinde düşük çimlenme yüzdesine sahip olmasının birbiriyle bağlantılı birkaç nedeni olduğu düşünülmektedir. Özellikle Bolu ilinden elde edilen popülasyonlarda fizyolojik dormansi testinde birbirine yakın ÇY tespit edilmiştir. Mengen, Seben ve Pelitçik popülasyonlarında tohum toplanan bazı alanlarda bakının güney olması tohum yapısında sertliğe neden olabileceği düşünülmektedir. Sert kabuk yapısı fiziksel dormansiye neden olmakta ve embriyonun çimlenmesini engellemektedir. Zira kabuk kaldırıldığında Seben popülasyonunda %90 üzeri çimlenme elde edilmiştir.

ISTA (1996) ve literatürdeki çalışmalar *Corylus* spp. türleri için 20 °C - 30 °C arası sıcaklıkta çimlenme önermektedir. Copeland ve Mcdonald (1999) tohum nemi ve sıcaklıktaki yükselmenin hidrolik enzim faaliyetleri, solunum ve serbest yağ asitlerinin artmasıyla tohumun bozulmasını hızlandırdığını vurgulamaktadır. 20 °C'lik çimlenme sıcaklığında elde edilen çimlenme yüzdeleri 10 °C ve 15 °C'deki çimlenme yüzdelerine göre daha düşük olmuştur. Bunun temel nedeni olarak ortalama %64,1 oranında yağ içeriğine sahip Türk fıncığının nem ve sıcaklığın artışıyla çimlenmeden bozulması olarak düşünülmektedir. Çimlenme kontrollerinde bozulma gösteren tohumların gözlenmesi bu durumu doğrulamaktadır. Bozulma 10 °C ve 15 °C sıcaklıktaki çimlenmelerde nadiren tespit edilmiştir. Bu çalışmada farklı sıcaklıklarda çimlenme testleri ile çimlenme sıcaklığının çimlenme parametrelerine etkisi açıkça ortaya konulmuştur. Üç popülasyona göre Türk fıncığında 15 °C çimlenme sıcaklığının daha uygun olduğu söylenebilir.

4.6 Kurumaya Karşı Duyarlılık ve Saklama Özellikleri

Bitkilerin doğal ortamları dışında (*ex-situ*) korunması için yapılan çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Bu koruma yollarından biri de bitki tohumlarını canlı olarak kalitesini düşürmeden uzun yıllar saklamaktır. Bu saklama işlemi genellikle eksi sıcaklıklarda yapılmakta ve tohumlar hava geçirmez kapalı kaplarda saklanmaktadır. Saklanan tohumların canlılık kayıpları sıcaklık, tohum nemi ve saklama süresi gibi faktörlere göre değişebilmektedir.

Tohumların ömrü, nem oranları ve saklama sıcaklığı arasında yakından bir ilişki vardır. Tohumların belirli bir seviyedeki (%5 - %14) nem içeriği aralığında %1'lik artış tohumların ömrü yarıya düşebilir (Harrington, 1973). Yılmaz ve Tonguç (2013) yapmış oldukları bir çalışmada Toros Çiçekli Dişbudak tohumların 20 °C'de %10 ve üzerindeki nem içeriği ile canlılıklarını tamamen kaybettiğini, 3 °C'de ise önemli canlılık kayıpları gerçekleştiğini tespit etmişlerdir. 20 °C'de düşük nem içeriği (%3-6) ile saklanan tohumların ise canlılıklarını büyük oranda koruduğunu belirtmişlerdir.

Canlılık kayıpları tohumların saklandıkları süre, sıcaklık ve neme bağlı olarak değişkenlik gösterir. Bazı tohumlar ise genetik hasarlara maruz kalabilir. Genel olarak, canlılık kayıpları ve kromozom hasarları arasında güçlü bir ilişki olduğu bilinmektedir. Saklanan tohumlarda meydana gelen hasarlar, tohum yüksek bir nem seviyesine ulaştığında geri dönüştürülebilir (Bewley ve diğ., 2013).

Fındıkların önemli bir canlılık kaybı olmadan bir yıldan fazla saklanamayacağını belirtilmekte ancak +4 °C soğukta 8 ay ile 2.7 yıl arasında iyi bir şekilde saklanabileceği ifade edilmektedir (Mehlenbacher, 1991; Reed ve Chang, 1997). Ayrıca %5 nem içeriğine kadar kurutulan fındığın (*C. avellana*) çimlenme kaybına uğramadığını, sıvı nitrojenle dondurma sonrası ise sadece embriyo eksenlerinin canlı kaldığı belirtilmektedir (Norman ve diğ., 1994; Reed ve diğ., 1994).

C. avellana tohumları +4 °C buzdolabında ve oda sıcaklığı ortamında 1 yıl boyunca saklanmış, tohumlardaki yağ içeriği (asitlik ve bozulma değerleri), fenolik içerik ve antioksidan kapasitesindeki değişimler takip edilmiştir. Oda sıcaklığında saklanan tohumlarda oleik asit seviyesinin kabul edilebilir sınırın üzerine çıktığı, +4 °C'de saklanan tohumlarda ise daha az bozulmalar olduğunu belirtilmiştir (Ghirardello ve diğ., 2014).

Tohumların saklanması sırasında en büyük tehlike mantar enfeksiyonlarıdır. Mantarların yayılmasında sıcaklık ve nem dışında, tohumlarda kırık ve çatlak olması, yabancı maddelerin varlığı ve sayısı mantar salgısının şiddetini etkileyen faktörlerdir. Tohumları mantarlardan korumanın en iyi yolu, küçük kaplarda ve soğuk ortamlarda saklamaktır (Christensen, 1972; Roberts, 1973).

Araştırma konusu Türk fındığı tohumlarında nem %3,5, %5, %6,5 oranlarına indirilmiş ve +4 °C ve -18 °C sıcaklıkta ayrı ayrı amber renkli ışık ve hava geçirmeyen kaplarda 6 ay saklanmıştır. Düşük nem ve sıcaklığın Türk fındığı tohumunda canlılık

üzerine etkisi incelenmiş, +4 °C sıcaklıkta %3,5 nem içeriğinin %81,48 oranında en yüksek canlılığa sahip olduğu belirlenmiştir. -18 °C sıcaklıkta saklandığında ise en yüksek canlılık oranı (%48,15) %5 nemde olduğu tespit edilmiştir.

Fındık tohumlarını recalcitrant (nemcil), suborthodox (ortancıl kuru), suborthodox-intermediate (ortancıl) ve kurumaya duyarlı şeklinde sınıflandırmalar belirtilmekte ve saklanabilirliğinin sınıflandırması bakımından halen tartışmalar sürmektedir (Roberts, 1973; King ve Robert, 1980; Stanwood, 1985; Bonner, 1986; Ellis ve diğ., 1990; Gosling, 2007; Michalak ve diğ., 2013). Bu çalışmada, Türk fındığı tohumların %3,5 nem içeriğine kadar canlılıklarını korudukları anlaşılmıştır. Böylece kurumaya karşı toleransa sahip olduğu ancak orthodox tohumlar kadar uzun yıllar saklanamayacağı ve suborthodox-intermediate (ortancıl) olduğu düşünülmektedir. Buna rağmen daha detaylı ve %3,5'ten düşük nem oranlarında tohumun canlılığı ve saklanabilirliği ayrıca araştırılmalıdır. Genel ilke olarak, tohum canlılığını koruduğu en düşük nem içeriği ile saklandığında ömrü daha uzun olmaktadır (Schmidt, 2000). Türk fındığı tohumlarının daha uzun süre saklanması için, tohumların hava kurusu nem içeriğindeki (%6,5) değerini de altına indirmek tohumun ömrünü uzatacaktır.

4.7 Değerlendirme ve Öneriler

Ormanlar, dünya çapında pek çok ekosistem hizmetini sağlayan önemli ekosistemlerdir. Bunlar arasında havanın temizlenmesi, karbon emilimi ve depolaması, suyun düzenlenmesi ve erozyonun önlenmesi gibi hayati süreçler yer alır. Aynı zamanda, ormanlar biyoçeşitliliğin korunmasında ve habitat sağlamada da kritik bir rol oynarlar. Ancak, iklim değişikliğinin etkileri, bu önemli hizmetleri tehdit etmekte ve orman ekosistemlerinin dayanıklılığını zorlamaktadır (Maroschek ve diğ., 2009; Hemery ve diğ., 2010).

Ormanlardan sağlanan ürünler iklim değişikliğinin etkilerinden olumsuz etkilenebilir. Ormanlar, odun ve odun ürünleri, meyve, mantar, otlar ve tıbbi bitkiler gibi birçok doğal kaynağın değerli bir deposudur. Gıda, tarım, yapı malzemeleri ve ilaçlar gibi pek çok sektörde önemli girdiler olarak kullanılırlar. Ancak, iklim değişikliği nedeniyle yaşanan ekstrem hava olayları, orman ürünlerinin miktarını ve kalitesini etkileyebilir. Bunun sonucunda ekolojik ve ekonomik kayıplar yaşanabilir. Bu nedenle, iklim değişikliğine karşı mücadelede orman gen kaynaklarının bütün unsurlarıyla korunması ve sürdürülebilir yönetiminin teşvik edilmesi hayati önem taşır

(Koskela ve diğ., 2007; Devall, 2009; Ćurović ve diğ., 2019; Šijačić-Nikolić ve diğ., 2019; Erken ve diğ., 2022).

Türk findığında da iklim değışikliğinin olası etkileri söz konusudur. Öncelikle artan sıcaklık, türün verimini düşürebilir ve büyüme ile gelişme süreçlerini etkileyebilir. Yüksek sıcaklık ve nem Türk findığının çiçeklenme ile tozlaşma süreçlerini olumsuz etkileyebilir, böcek ve hastalıkların yayılmasını kolaylaştırabilir. Diğer yandan Türk findığı kuraklık stresine karşı toleranslı olup yarı-kurak alanların ağaçlandırılmasında değerlendirilebilir (Ghimessy, 1980; Tosun, 2012). Türk findığı, güçlü kök yapısı sayesinde erozyon kontrolü ve sosyal problemli sahaların ağaçlandırılmasında kullanılabilecek bir türdür. Ayrıca, son yıllarda artan ani yağışların neden olduğu taşkın ve sel felaketinin yaşandığı sahalarda da başarılı bir şekilde yer bulabilir. İklim değışikliğiyle mücadelede Türk findığının önemi vurgulanmalı ve bu değerli türün gelecek nesillere aktarılması için çaba sarf edilmelidir. Türk findığı popülasyonlarında değışik çevre baskılarına karşı genetik çeşitlilik incelenerek yarı-kurak alanların ağaçlandırılmasında kullanılabilecek gen kaynakları belirlenmelidir.

Ormanların genetik zenginliği ve çeşitliliği, doğanın ve insanların etkisiyle uzun zamandır yıpranmaktadır. Ormanlardaki genetik değerleri korumak için kullanılan yöntemler doğal ortamlarında ve doğal ortamları dışında olmak üzere iki ana kategoride ele alınabilir. Doğal ortamlarında koruma yöntemi olarak in-situ koruma, doğal ortamları dışında koruma yöntemi olarak da ex-situ koruma uygulanmaktadır. İn-situ korumada tohum meşcereleri en önemli örnektir. Ex-situ korumada ise tohum bahçeleri, tohum plantasyonları, klon bankaları, klon parkları, ağaç sergileri, polen ve tohum bankaları ile laboratuvarlarda veya yapay koşullarda embriyonik dokunun saklanması (kriyoprezervasyon) gibi yöntemler önem taşımaktadır (Dirik, 1994).

Türk findığı, Türkiye'de dağınık ve birbirinden kopuk popülasyonları olan doğal bir tür olarak varlığını sürdürmektedir. Ülkemiz, Türk findığının genetik çeşitliliğinin en yüksek olduğu ve gen merkezi konumunda bulunan bir ülkedir. Bu çalışma, türün gen kaynaklarının korunması ve çoğaltılmasına katkıda bulunacak bir araştırmadır. Meşcere, grup, hatta bazı bölgelerde küme ve münferit halde varlığını devam ettirmeye çalışan Türk findığının genetik çeşitliliğinin korunması önem arz etmektedir. Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Enstitüsü (Ortohum) tarafından tescillenen sadece 5 adet gen koruma ormanı mevcuttur. Bunun dışında Türk findığının birbirinden uzak ve sınırlı alanlarda çok sayıda popülasyonu bulunmaktadır. Bu

popölasyonların büyük bir çoğunluğu meşcere boyutundadır. Türk fındığı tohumu hayvan ve insanlar tarafından yeme amaçlı kullanıldığında gelen gençlik sayısı düşüktür. Meşcere içinde yeni gelen gençlik de otlatma baskısı nedeniyle yok olmaktadır. Yeni gelen gençliğin korunması ve dikim destekli doğal gençleştirmede (FAO, 2019) olduğu gibi aynı popölasyondan toplanan tohumlardan elde edilen fidanlarla gençleştirmenin sağlanması önem arz etmektedir. Mevcut tüm popölasyonların korunması, araştırılması ve orijinal durumuna getirmek için restore edilmesi gerekmektedir.

Ülkemizde Türk fındığının tanınırlığı genel olarak bilim insanları ve bulunduğu yerlerdeki yerel halk ile sınırlıdır. Genellikle fındık denildiğinde adi fındık akla gelmektedir. Türk fındığı boylu ve tek gövdeli bir ağaç olmasıyla adi fındıktan hemen ayırt edilebilmektedir. Ayrıca tepe tacı büyüklüğünden dolayı geniş gölge alanlar oluşturmaktadır. Türün tanınırlığının yükseltilmesi gerekmektedir. Son derece değerli bir gen kaynağı olan bu doğal tür ile ilgili Bakanlık eliyle, her türlü araştırma ve uygulamayı da içeren geniş kapsamlı “Türk Fındığı Eylem Planı” hazırlanmalı ve planlı olarak yürürlüğe konulmalıdır.

Türün özellikle yenilebilen fındığından dolayı yerel etnobotanik bilgiler mevcuttur. Bulunduğu yerlerde tohumları yerel halk tarafından adi fındığa göre daha lezzetli kabul edilmektedir. İç tohum oranı (randımanı) düşük olmasına rağmen değişik amaçlar için kullanılmaktadır. Türk fındığı tohumları toplandığı tüm yörelerde türü tanıyan insanlar tarafından kuruyemiş olarak tüketilmektedir. Bursa-Dağakça köyünde lezzet ve besin değerı katması için yıl boyu ekmek içerisinde değerlendirilmektedir. Bolu yöresinde çikolata ve kek katkı maddesi olarak kullanıldığı yerel insanlardan kaydedilmiştir. Odunu Çorum-İskilip ve Afyon-Sultandağı’da küçük sandık ve tahta kaşık gibi çeşitli ev aletleri yapımında kullanılmaktadır. Türün doğal popölasyonlarının bakımı ve restorasyonu, ayrıca uygun yerlerde yeni plantasyonlarının tesisi ile tür ile ilgili farkındalık ve Türk fındığı meyvesinin kullanımının yaygınlaşması sağlanabilir.

Bol tohum yılları biyotik ve abiyotik etkilere bağlı olarak değerşkenlik göstermektedir. Bol tohum tohum yılları arasında 3-4 yıl olan Türk fındığı, bazı lokalitelerde 7 yıla kadar bol tohum vermemektedir. Uzun yıllar bol tohum olmaması, Türk fındığı tohumlarının toplanması ve saklanması açısından olumsuz bir durumdur. Bu nedenle

bol tohum yıllarında toplanan tohumlarının 4-5 yıl en uygun koşullarda saklanması gerekmektedir.

Türk fındığı tohumları genellikle mevsim dönümü zamanında (eylül-ekim) yerel halk tarafından toplanmaktadır. Tam döküm zamanı iklim, bakı, yükselti, kapalılık, yağış ve rüzgara göre değişebilmektedir. Ancak çoğu popülasyonda yerel halk rüzgarların kupulaları dökmesi sonucu yerden topladığını dile getirmiştir. Birkaç lokalitede doğal tohum dökümü öncesinde köylülerin meyve toplar gibi kupulaları dallarından topladığı, bazı yerlerde ise sırkla çırparak, dalları ip veya bilek gücüyle sallayarak yere serilen örtü üzerinden toplama işlemini gerçekleştirdiği gözlemlenmiştir. Böylece, tohumlar toprakla temas etmeden ve mantar bulaşmadan daha yüksek verim elde edilmektedir. Kupulaların açılması güneşli ve sıcak havalar sayesinde kolaylaşır. Açılan kupulalardan dalları sallayarak tohumları toplamak daha kolaydır ve doğal tohum dökümünden 2-3 hafta önce başlamak için imkân bulunmaktadır. El ile toplanan ve fidan üretiminde değerlendirilecek olan tohumların yeterince olgunlaştığına dikkat edilmelidir.

Ağaçlandırma ve fidanlık çalışmaları öncesi yerel halk veya kooperatiflerden temin edilen Türk fındığı tohumlarının depoya ulaşınca kadar içinde bulundukları koşullar çok önemlidir. Yağ oranı çok yüksek olan Türk fındığı tohumları taşıma aşamasında nem oranları yüksek olduğundan bozulma riski mevcuttur. Köylüler çuvallar içerisine doldurduğu Türk fındığı kupulalarını ayaklarıyla ezerek tohumları kupulalardan ayırmaktadır. Özellikle toprağa temas etmiş tohumların çuvallarda bekleme süresince mantar salgınının artması söz konusudur. Bu durumun tohum kalitesini etkilemesi ve tohumlarda kayıp yaşanmaması için toplama sonrası işlemler göz ardı edilmemelidir (Schmidt, 2000; Boydak ve Çalışkan, 2014).

Toplanan Türk fındığı tohumları, toplama işleminden sonra zaman kaybetmeden hava kurusu neme kadar kurutulmalıdır. Böylece mantarların yayılması önlenmiş olur. Kurutma işlemi serin ($\approx 18^{\circ}\text{C}$) ve düşük neme sahip havada yapılmalıdır. Hava kurusu neme getirilen tohumlardan kupula, yaprak ve dal artıklarından rüzgarda savrulurarak ayıklanabilmektedir. Kırık, yarık veya böcekli tohumlardan ayırma işleminin ise elle yapılması gerekmektedir.

Fidanlığa getirilen depolanacak tohumlarının yüksek sıcaklık ($>25^{\circ}\text{C}$) ve nem (Hong ve Ellis, 1996) ortamında tutulmaması özellikle Türk fındığı tohumlarının %64,1

oranında yağa sahip olmasından (Çizelge 3.5) dolayı bozulmalara yol açabileceği dikkate alınmalıdır. Ekim işlemi öncesine kadar soğuk hava depolarında tutulması önerilmektedir.

Tohumların yüzeyindeki zararlı mikroorganizmaları yok etmek, mantar enfeksiyonlarını önlemek ve böcek zararlılarına karşı korumak için birçok bitki türünde tohum koruma işlemleri olarak bilinen yüzeysel sterilizasyon, fungusit ve insektisit uygulamaları yapılmaktadır. Arslan (2009) Türk fındığı tohumlarında çimlenme yüzdesi ve hızını sterilizasyon işlemlerinde kullanılan sodyum hipokloritin negatif etki yaptığını, mantar zararlarına karşı fungusitin (pomarsol forte) herhangi bir etkisinin olmadığını belirtmektedir.

Sonbahar ekimine alınan Türk fındığı tohumları kış döneminde soğuk katlama ihtiyacını karşılamaktadır. Bol tohum yılları arası uzun olan Türk fındığı tohumları soğuk hava depolarında hava geçirmeyen kaplarda ihtiyat amaçlı saklanmalıdır. Türk fındığı popülasyonları 2021 yılında bol tohum vermiş ancak 2022 yılında durum tersine dönmüştür. Yapılan görüşmeler sonucunda, çoğu popülasyonun tohum tutmadığı veya köylülerin kendi ihtiyaçlarını karşılamak kadar bile tohum olmadığı tespit edilmiştir.

Saklanma nitelikleri bakımından suborthodox-intermediate (ortancıl) olduğu düşünülen Türk fındığı tohumları soğuk hava depolarına alınmadan önce tohumların nem içeriği yaklaşık % 4-5'e düşürülmelidir. Saklanan tohumların nem içeriğinin düşük tutulması ile tohum kalitesi korunmakta, canlı saklanma ömrü uzamaktadır. Nitekim çalışma kapsamında +4 °C sıcaklık ve %3,5 nem ile 6 aylık bir saklama sonucunda %81 canlılık oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Saklama işleminin ardından tohumlar sonbahar ekiminde kullanılabilir veya soğuk katlamaya alınabilir. Soğuk katlamaya alınacak tohumlarda popülasyonlara göre farklılık gösterse de normal tohum ekimine göre çatlatma ön işlemleri uygulanması sonucu daha yüksek çimlenme yüzdesi (Çizelge 3.11) elde edilebilir. Kabuklarının çıkarılması sonucu soğuk katlamaya alınan tohumlarda ise daha da başarılı sonuçlar (Çizelge 3.14) elde etmek mümkündür.

Yarı ışık ağacı olan Türk fındığının yayılış yaptığı bölgelerde elde edilen tohumların yakın fidanlıklarda fidan üretiminin yapılması yaygınlaştırılmalıdır. Fidanlarının üretilip dikim yoluyla ağaçlandırma faaliyetlerinde elverişli yetiştirme ortamlarında

kullanılmalıdır. Bunun yanı sıra Türk fındığı, bulunduğu yerlerde yaban hayatını da destekleyen kritik önemde bir türdür. Yaban hayatına katkısından dolayı bazı noktalarda “ayı fındığı” olarak adlandırılmaktadır. Bilindiği üzere tohumları yağ ve protein açısından zengin olup (Çizelge 3.5, Çizelge 3.6) yaban hayvanlarının enerji ihtiyaçlarını karşılaması ve depolaması açısından çok değerlidir.

Kalkerli arazilerde, kayaların çatlaklarında (Şekil 1.1) ve sıg toprakta yetişen, dona ve kuraklığa dayanıklı olan Türk fındığının Avrupa’da kuraklık sorunu olan alanların ağaçlandırılmasında kullanılması önerilmektedir. Ülkemizde türün genetik çeşitliliği araştırılıp özellikle yarı-kurak alanların ağaçlandırılmasında kullanılabilecek olan popülasyonlarının belirlenmesi gerekmektedir. Ek olarak ETO (Embriyo Tohum Oranı) değeri yüksek verimli genotipler için doğal popülasyonlarda araştırmalar yapılmalıdır. Ceviz, badem ve keçiboynuzunda (Dikkaya, 2021) olduğu gibi meyve kalitesi yüksek genotiplerin tespit edilmesi gerekmektedir. Kültür edilebilmesi için uygun genotiplerlerden bazı lokasyonlarda aşıllı tohum bahçeleri kurulabilir.

Türk fındığı genel olarak *C. avellana* gibi dipten yoğun sürgün vermemektedir. Bu özelliğinden dolayı *C. avellana* fidanlarına altlık olarak değerlendirilebileceği öngörülmektedir. Bu yöndeki uzun süreli süregelen araştırmalar devam ettirilmelidir.

Avrupa ve Amerika’da park, bahçe ve peyzaj alanlarında kullanılan Türk fındığının süs bitkisi olarak ülkemizde de kullanılması yönünde girişimlerde bulunulmalıdır. Egzoz gazı ve hava kirliliğine karşı mukavemetli olduğu belirtilen (Koller, 1984) Türk fındığının dip sürgünü vermemesi ayrıca bakım isteği gerektirmeyecek ve güzel görünüşüyle estetik değer katacaktır. Özellikle fenotipik bakımdan yüksek süs bitkisi potansiyeline sahip bireylerin belirlenmesi, ex-situ çalışmalarının yapılması ülkemizin doğal güzelliklerinin ön plana çıkarılması ve türlerin ekolojik uyumu açısından değerlidir.

Türk fındığı altın sarısı renklere bürünen yaprakları ile sonbaharda görsel açıdan çekici özelliklere sahiptir. Meyveleri yaban hayvanlarını cezbetmektedir. Türün dolgun gövdesi ile görkemli bir yapısı vardır. Yeni rekreasyon alanlarının oluşturulmasında, parklarda, kent bitkilendirmelerinde ve kırsaldaki ağaçlandırmalarda mutlaka değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Açıkalin, K.** (2010). *Çeşitli biyokütle atık maddelerinin pirolizi ve elde edilen ürünlerin analizi*. (Doktora Tezi). YTÜ, FBE, İstanbul.
- Açkurt, F., Özdemir, M., Biringen, G., & Löker, M.** (1999). Effects of geographical origin and variety on vitamin and mineral composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chem.*, 65 (3), 309-313. doi:10.1016/s0308-8146(98)00201-5
- Akman, Y.** (2011). *İklim ve Biyoiklim: Biyoiklim metodları ve Türkiye iklimleri*. Palme Yayınları, 217-221.
- Aksoy, N.** (2014). *Corylus L. Türkiye'nin Doğal ve Egzotik Ağaç ve Çalıları*, Editör: Akkemik, Ü. 210-212. Ankara.
- Alaca, F.G., & Arabacı, O.** (2005). Bazı Tıbbi Bitkilerde Doğal Antioksidanlar ve Önemi. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi*, Cilt 1. Antalya.
- Alptekin, Ü. & Tilki, F.** (2003). Türkiye'de bazı Lübnan meşesi (*Quercus libani* Olivier) orijinlerinin tohum ve çimlenme nitelikleri. *İ.Ü. Orman Fak. Derg. Seri A* (53), 1-14.
- Andersson, L., & Milberg, P.** (1998). Variation in seed dormancy among mother plants, populations, and years of seed collection. *Seed science research*, 8 (1), 29-38.
- Anonim** (2007). *Fındık Yetiştiriciliği*, T.C. Tarım ve Köyışleri Bakanlığı Çiftçi Eğitim Serisi 34, Ankara, 83.
- Anşin, R., & Özkan, Z.C.** (1993). *Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar*. Yayın No: 19, Trabzon: Orman Fak. KTU.
- AOAC.** (2000). *Analyses code 990.03. In Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17th edn. 1(4), Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.
- AOCS.** (2000). *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society*, 5th edn. Official method Cc 13b-45, reapproved. AOCS, Champaign, IL.
- Arpacı, E.** (2019). *Kağıt fabrikası atık sularındaki boyar maddenin lignoselülozik malzemeden üretilmiş aktif karbon ile giderilmesi*. (YL Tezi). FBE, BTU. Bursa.
- Arslan, F.** (2018). *Fındık kabuğu ve ceviz kabuğunun pirolizi ile biyokömür üretimi ve sulu çözeltilerden ağır metal gideriminde adsorpsiyon özelliklerinin incelenmesi*. (YL Tezi). Hitit Üniversitesi, Fen Bil. Enst., Çorum.
- Arslan, M.** (2009). Effect of pretreatment on germination of pericarp removed seeds of Turkish Filbert (*Corylus colurna* L.). *Düzce University, Journal of Forestry*, 5, 170-178.

- Ata, C.** (1995). *Silvikültür Tekniği*, Z.K.Ü Bartın Orman Fakültesi, Üniversite Yayın No: 4, Fakülte Yayın No: 3, Bartın, 453 s.
- Atay, İ.** (1966). Biyoşimik Metodun (Tetrazolium ile) Türkiyenin Bazı Önemli Orman Ağacı Tohumlarına Tatbiki. *İ. Ü Or. Fak. Dergisi Seri: A*, 16 (1).
- Avşar, M.D.** (2004). Kahramanmaraş-Tekir yöresindeki bir Boylu ardıç (*Juniperus excelsa* Bieb.) meşceresinde kozalakdaki tohum sayısı, dolu tohum sayısı ve oranının ağaçlara göre değişimi ve bu özellikler arasındaki ilişkiler. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7 (1), 53-60.
- Ayan S., Ünalın E., İslam A., Sakıcı O.E., & Yer E.N.** (2018a). Fat and protein content in Turkish hazelnut (*Corylus colurna* L.) in Kastamonu province. *Artvin Çoruh University, Journal of Forestry Faculty*, 19 (1), 48-54.
- Ayan, S., Aydınöz, D., Yer, E.N., & Ünalın, E.** (2016). Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.)'nın Kuzeybatı Anadolu ormanlarındaki yeni bir yayılış alanı: Kastamonu-Ağlı Müsellimler, Tunuslar Mevkii. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, 9 (1), 128-135.
- Ayan, S., Ünalın, E., Sakıcı, O.E., Yer, E.N., Ducci, F., Isajev, V.V., & Özel, H.B.** (2018b). Preliminary results of Turkish hazelnut (*Corylus colurna* L.) populations for testing the nut characteristics. *Genetika*, 50 (2), 669-686. doi:10.2298/gensr1802669a
- Aydinoğlu, A.C.** (2010). Examining environmental condition on the growth areas of Turkish hazelnut (*Corylus colurna* L.). *African Journal of Biotechnology*, Vol. 9 (39), 6492-6502.
- Ayfer, M., Uzun, A., & Baş, F.** (1986). Turkish Hazelnut cultivars. Giresun: Karadeniz Bölgesi İhracatçılar Birliği.
- Aygün, A., Erdoğan, V., & Bozkurt, E.** (2008). Effect of some pretreatments on seed germination of Turkish hazel (*Corylus colurna* L.). In: *Proceedings of VII International Congress on Hazelnut*, Tuscia University, Viterbo, Italy, 203-206.
- Bacchetta, L., Aramini, M., Zini, A., Di Giammatteo, V., Spera, D., Drogoudi, P., Rovira, M., & Silva, A.P.** (2013). Fatty acids and alpha-tocopherol composition in hazelnut (*Corylus avellana* L.): a chemometric approach to emphasize the quality of European germplasm. *Euphytica*, 191, 57-73. doi:10.1007/s10681-013-0861-y
- Balık, H.İ., & Kayalak Balık, S.** (2016). Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.)'nın Tanımlanması. *Yalova Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Bahçe*, Vol. 45, Özel Sayı: VII. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri-Cilt I, Meyvecilik, 442-446.
- Barbour, J.** (2002). Rocky mountain Juniper study: preliminary results. In *National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations-1999, 2000 and 2001* (tech. coord. Dumroese, R.K., Riley, L.E. and T.D. Landis), pp. 59-66. USDA Forest Service-RMRS-P-24, Ogden, Utah.
- Barthe, P., Garelo, G., Bianco-Trinchant, J., & le Page-Degivry, M. T.** (2000). Oxygen availability and ABA metabolism in *Fagus sylvatica* seeds. *Plant growth regulation*, 30, 185-191.

- Baskin, C.C., & Baskin, J.M.** (2014). *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. Second Edition. Academic Press, San Diego, California, 1-1586s. doi:10.1016/C2013-0-00597-X
- Benov, L., & Georgiev, N.** (1994). The Antioxydant Activity of Flavonoids Isolated from *Corylus colurna*. *Phytotherapy Research*, 8, 92-94.
- Beşkök, T.** (1956). Orman ağaç ve ağaççık türleri tohumlarında uyuklama ve giderilmesi çareleri. *Orm. Arş. Ens. Dergisi*, 4, 11-22.
- Bewley, J. D., Bradford, K. J., Hilhorst, H. W. M., & Nonogaki, H.** (2013). *Seeds: Physiology of development, germination and dormancy*, 3rd edition. Springer: New York. doi: 10.1007/978-1-4614-4693-4.
- Bewley, J.D.** (1997). Seed germination and dormancy. *The Plant Cell*, 9, 1055-1066.
- Bewley, J.D., & Black, M.** (1983). *Physiology and Biochemistry of Seeds 1*. Springer-Verlag, Berlin, 306.
- Bewley, J.D., & Black, M.** (1994). *Seeds: Physiology of Development and Germination*. Plenum Press, New York, 445.
- Bonner F.T., Karrfalt R.P., & Nisley R.G.** (2008). *The woody plant seed manual*. USDA For. Serv., Agr. Handbk. 727, Washington, DC. 1223.
- Bonner, F.** (1986). Technologies to maintain tree germplasm diversity. *Technologies to maintain biological diversity*, 2 (part D), 630-672.
- Boydak, M., & Çalışkan, S.** (2014). Ağaçlandırma, OGEM Vakfı, ISBN: 978-975-93943-8-7, İstanbul.
- Boyraz, M., Korkmaz, H., & Durmaz, A.** (2019). Tohumda dormansi ve çimlenme. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 2 (3), 92-105.
- Boztepe, A.** (2011). *Çeşitli biyoatık malzemelerin gazlaştırılması ve elde edilen ürünlerin karakterizasyonu*. (YL Tezi). YTÜ, FBE, İstanbul.
- Browicz, K.** (1982). *Chorology of trees and shrubs in South-West Asia and adjacent regions*. Vol. 1, Poznan, 29/113.
- Bykov, I.** (2008). *Characterization of natural and technical lignins using FTIR spectroscopy*. (Master's thesis). Lulea University of Technology, Department of Chemical Engineering and Geosciences, Lulea.
- Chen, S. Y., Li, W. Y., Han, M. C., Wang, Y. C., & Chien, C. T.** (2005). Association of abscisic acid and gibberellins with dormancy and germination in seeds of *Prunus buergeriana* Miq. *Taiwan Journal of Forest Science*, 20, 227-237.
- Cheng, L., Ye, X.P., He, R., & Liu, S.** (2009). Investigation of rapid conversion of switchgrass in subcritical water. *Fuel Processing Technology*, 90 (2), 301-311.
- Christensen, C.M.** (1972). Microflora and seed deterioration. *Viability of seeds*, 59-93. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Clayden, J., Greeves, N., & Warren, S.** (2012). *Organic chemistry*. Oxford University Press, UK.

- Coates, J.** (2000). Interpretation of infrared spectra, a practical approach. *Encyclopedia of analytical chemistry*, 290, 790-836.
- Côme, D., & Thévenot, C.** (1982). Environmental control of embryo dormancy and germination. In: (A.A. Khan ed.) *The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination*. Elsevier Biomedical Press, 271-298.
- Copeland, L.O., & McDonald, M.B.** (1999). *Seed Science and Technology*. Kluwer Ac. Pub. Boston, 409.
- Copeland, L.O., & McDonald, M.B.** (1999). *Seed Science and Technology*. Kluwer Ac. Pub. Boston, 409.
- Coşkun, T.** (2005). Fonksiyonel Besinlerin Sağlığımız Üzerine Etkileri. *Çocuk Sağ. Hast. Derg.*, 48 (1), 495-498.
- Čurović, M., Jovančević, M., & Balijagić, J.** (2019). Wild fruit tree species of montenegrin forests. *Forests of Southeast Europe Under a Changing Climate: Conservation of Genetic Resources*, 21-28.
- Çalıkoğlu, M.** (2002). *Anadolu karaçamı (Pinus nigra Arnold ssp. pallasiana (Lamb.) Holmboe) orijinlerinin kuraklığa karşı reaksiyonlarının ekofizyolojik analizi*. (Doktora Tezi). FBE, İstanbul.
- Çalışkan, S., Kester, S. T., & Geneve, R. L.** (2014). A Laboratory Exercise in Physiological Seed Dormancy Using Eastern Redbud. *HortTechnology*, 24(3), 403-406.
- Çelik, S., & Demirel, M.** (2004). İnsan ve hayvan sağlığı bakımından omega yağ asitleri ve konjuge linoleik asitin önemi. *YYÜ. FBE Dergisi*, 1, 25-35.
- Çepel, N.** (1978). *Orman Ekolojisi*. İ.Ü. Yayın No:2479/257. Taş Matbaası, 534.
- Çepel, N.** (1990). *Ekoloji Terimleri Sözlüğü*, İ.Ü. Orman Fak. Yayın No:3048/324, İstanbul, 356.
- Çetin, N., Yaman, M., Karaman, K., & Demir, B.** (2020). Determination of some physicommechanical and biochemical parameters of hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. *Turkish J. Agric. Forestry*, 44 (5), 439-450. doi:10.3906/tar-1905-115
- Desai, B.B.** (2004). *Seeds handbook: biology, production, processing, and storage*. 2 nd Edition ed. CRC Press, United states of america, 800.
- Devall, M. S.** (2009). Effect of global climate change on rare trees and shrubs. *Unasylva (English ed.)*, 60 (231/232).
- Dıblan, S., Kadiroğlu, P., & Aydemir, L.Y.** (2018). FT-IR spectroscopy characterization and chemometric evaluation of legumes extracted with different solvents. *Food and Health*, 4 (2), 80-88 doi: 10.3153/FH18008
- Dikkaya, Y. R.** (2021). *Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC)'nde seleksiyon yoluyla seçilen keçiboynuzu genotiplerinin meyve kalite özelliklerinin belirlenmesi, bitkisel ve moleküler karakterizasyonu*. (YL Tezi). ÇU, FBE, Adana.

- Dirik, H.** (1994). Genetik çeşitlilik ve orman gen kaynaklarının korunması. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 44 (3-4), 113-122.
- Dirik, H.** (2000). Farklı biyoiklim kuşaklarını temsil eden kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orjinlerinin kurak dönemdeki su potansiyellerinin basınç-hacim (PV) eğrisi yöntemi ile analizi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 50 (2), 93-104.
- Eler, Ü.** (2004). *İngilizce-Türkçe Ormancılık Sözcük ve Deyimleri*. SDÜ Yayın No:48, Isparta, 600.
- Ellis, R.H., Hong, T.D. & Roberts, E.H.** (1990). An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. *J.Exp. Bot.* 41, 1167-1174.
- Erdoğan, V., & Aygün, A.** (2005). Fatty acid composition and physical properties of Turkish tree hazel nuts. *Chem. Natural Comp.*, 41, 378-381. doi:10.1007/s10600-005-0156-1
- Erdoğan, V., & Mehlenbacher, S.A.** (2002). Phylogenetic Analysis of Hazelnut Species (*Corylus*, *Corylaceae*) Based on Morphology and Phenology. *OT Sistemik Botanik Dergisi*. 9, Sayı 1.
- Erel, M.** (1967). Orman Ağacı Tohumları. OGM, Teknik Haberler Bülteni, Sayı:23, 176- 184.
- Erik, S., & Tarıkahya, B.** (2004). Türkiye Florası üzerine, *Kebikeç* 17, 139–163.
- Erken, K., Parlak, S., & Yılmaz, M.** (2022). Endemik Taksonların Korunması ve Tür Koruma Eylem Planları. *Ağaç ve Orman*, 3 (1), 33-46.
- Eşen, D., Yıldız, O., Sarginci, M., & Işık, K.** (2007). Effects of different pretreatments on germination of *Prunus serotina* seed sources. *Journal of Environmental Biology*, 28 (1), 99-104.
- Everett, T.H.** (1988). *The New York Botanical Garden Illustrated Encyclopedia of Horticulture*. Garland Publishing, Inc. NewYork & London.
- FAO.** (2019). *Restoring forest landscapes through assisted natural regeneration (ANR) – A practical manual*. Food and Agriculture Organization.
- Farhadyar N., Rahimi A., & Ershad Langroudi A.** (2005) Preparation and characterization of aromatic amine cured epoxy-silica hybrid inorganic-organic coating via in situ sol-gel. *Iran Polym. J.*, 14, 155–162
- Fenner, M., & Thompson, K.** (2005). *The ecology of seeds*. Cambridge university press, 264.
- Finch-Savage, W. E., & Leubner-Metzger, G.** (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New phytologist*, 171 (3), 501-523.
- Frankland, B., & Wareing, P. F.** (1966). Hormonal regulation of seed dormancy in hazel (*Corylus avellana* L.) and beech (*Fagus sylvatica* L.). *Journal of Experimental Botany*, 17 (3), 596-611.
- Genç, M.** (2004). Silvikültür Tekniği, S.D.Ü Orman Fakültesi, Yayın No: 46, 357s., Isparta.
- Ghimessy, L.** (1980). Turkish Filbert (*Corylus colurna*) as a valuable reserve tree species in Hungary. *Erdo. No.* 29, (8) 365-369; 2 pl. Hungary.

- Ghirardello, D., Zeppa, G., Rolle, L. G. C., Gerbi, V., Contessa, C., Valentini, N., & Griseri, G.** (2014). Effect of different storage conditions on hazelnut quality. *Acta Horticulturae*, 1052, 315-318.
- Gosling, P.G.** (2007). *Raising trees and shrubs from seed*. Forestry Commission Practice Guide, Forestry Commission, Edinburgh, 29.
- Gökbülak, F.** (2002). Effect of American bison (*Bison bison* L.) on the recovery and germinability of seeds of range forage species. *Grass and Foreage Science*, 57, 395- 400.
- Gözaydin, G., & Yüksel, A.** (2017). Valorization of hazelnut shell waste in hot compressed water. *Fuel Processing Technology*, 166, 96-106.
- Gupta, R. K., & Das, S. K.** (2000). Fracture resistance of sunflower seed and kernel to compressive loading. *Journal of Food Engineering*, 46 (1), 1-8.
- Güner, M., Dursun, E., & Dursun, I. G.** (2003). Mechanical behaviour of hazelnut under compression loading. *Biosystem Engineering*, 85 (4). 485-491.
- Harrington, J.F.** (1973). *Seed Storage and Longevity, Seed Biology*. Vol. 3, ed. Kozlowski, T.T., New York: Academic Press, 145-240.
- Hartman, H.** (1974). Plant propagation (Çeviri: Kaşka, N, ve Yılmaz, M) Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No 79, 148. Adana.
- Hartmann, H.T., Kester D.E., Davies, F.T., & Geneve, R.L.** (2002). *Hartmann and Kester's Plant Propagation: Principles and Practices*, Seventh Edition, Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, New Jersey.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., & Davis, F.T.** (1990). *Plant propagation principles and practica*. 5th Edition. Prentice–Hall international Edition Englewood cliffs. New Jersey 647.
- Hartmann, W.** (1989). Influence of light and GA₃ on germination of *Corylus colurna* and *Corylus avellana* after dry storage. *Gartenbauwissenschaft*, 54, 256-260.
- Hemery, G. E., Clark, J. R., Aldinger, E., Claessens, H., Malvolti, M. E., O'connor, E., Raftoyannis, Y., Savill, P.S., & Brus, R.** (2010). Growing scattered broadleaved tree species in Europe in a changing climate: a review of risks and opportunities. *Forestry*, 83 (1), 65-81.
- Hong, T.D. & Ellis R.H.** (1996). A protocol to determine seed storage behaviour. *IPGRI Technical Bulletin No: 1*, Rome, 62.
- ISTA** (1996). *International Rules for Seed Testing*. Seed Sci. & Technol. (Supplement) 24, 1-335.
- Izhaki, I., Tsahar, E., Paluy, I., & Friedman, J.** (2002). Within population variation and interrelationships between morphology, nutritional content, and secondary compounds of *Rhamnus alaternus* fruits. *New Phytologist*, 156 (2), 217-223.
- İslam A, Özgüven A.I., & Eti S.** (2004). Fındığın döllenme biyolojisi ve meyve özellikleri. 3. *Milli Fındık Şurası*, Giresun, 495-498.

- Jones, S. K., Samuel, Y. K., & Gosling, P. G.** (1991). The effect of soaking and prechilling on the germination of noble fir seeds, *Seed Science and Technology*, 19, 287-294.
- Jung, M.W., Ahn, K.H., Lee, Y., Kim, K. P., Rhee, J.S., Park, J.T., & Paeng, K.J.** (2001). Adsorption characteristics of phenol and chlorophenols on granular activated carbons (GAC). *Microchemical journal*, 70 (2), 123-131.
- Justice, O.L., & Bass, L.N.** (1978). *Principles and Practices of Seed Storage*, Agriculture handbook No:506, Washington D.C. United States Department of Agriculture. 289.
- Kabak, B., Polat, S., & Aydinözü, D.** (2020). Türk Fındığı'nın (*Corylus colurna*) Yeni Bir Yayılış Alanı: Şaphane Dağı (Kütahya). *The Journal of Academic Social Sciences*, 109, 376-396.
- Kalkan, M. & Yılmaz, M.** (2020). Kokulu Ardıç *Juniperus foetidissima* Wild. Tohumunun Morfolojik Özellikleri, 10. *Uluslararası Ekoloji Sempozyumu*, BURSA.
- Kara, F.** (2020). *Fındık kabuğu ve fındık kavsığından hümik asit eldesi.* (YL Tezi). Atatürk Üniversitesi, FBE, Erzurum.
- King, M.W., Roberts, E.H.** (1980). *Maintenance of recalcitrant seeds in storage.* In: Chin, H.F., Roberts, E.H. (Eds.), *Recalcitrant Crop Seeds*. Tropical Press, Kuala Lumpur, Malaysia, SDN.BHD, 53-89.
- Koller, G.L.** (1984). *New Choices for Urban Islands.* No. 44 (4), 37-54. USA.
- Koskela, J., Buck, A., & Teissier du Cros, E.** (2007). *EUFORGEN Climate change and forest genetic diversity: Implications for sustainable forest management in Europe.* Bioversity International, Rome, Italy. 111.
- Kozłowski, T.T. & Pallardy, S.G.** (1997). *Growth Control in Woody Plants.* Ac. Press, San Diego, 643.
- Köksal, A., Artik, N., Şimşek, A., & Güneş, N.** (2006). Nutrient composition of hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties cultivated in Turkey. *Food Chem.* 99 (3), 509-515. doi:10.1016/j.foodchem.2005.08.013
- Król, K., & Gantner, M.** (2020). Morphological traits and chemical composition of hazelnut from different geographical origins: A review. *Agriculture*, 10 (9), 375. doi:10.3390/agriculture10090375
- Król, K., Gantner, M., & Piotrowska, A.** (2019). Morphological traits, kernel composition and sensory evaluation of hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars grown in Poland. *Agronomy*, 9 (11), 703. doi:10.3390/agronomy9110703
- Kucera, B., Cohn, M. A., & Leubner-Metzger, G.** (2005). Plant hormone interactions during seed dormancy release and germination. *Seed Science Research* 15, 281–307.
- Küçüker, O.** (1998). *Bitki Morfolojisi, I Kapalı Tohumlu Bitkiler.* I.Ü. Fen Fakültesi Yayınları No:4162/248, İstanbul, 207.
- Kües, U.** (2007). *Wood Productions, Wood Technology and Biotechnological Impacts.* Universitätsverlag Göttingen, Germany.

- Leadem, C. L.** (1997). *Dormancy-unlocking seed secrets*. National Proceedings, Forest and Conservation Nursery Associations. Gen. Tech. Rep. PNW-G TR-419. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR, 43–52.
- Leishman, M.R., Wright, I.J, Moles, A.T, & Westoby, M.,** (2000). The evolutionary ecology of seed size, in: Fenner, M. (Ed.), *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities*. Cabi, NY, pp. 31-58.
- Leon-Lobos, P., & Ellis, R.H.** (2002). Seed storage behaviour of *Fagus sylvatica* and *Fagus crenata*. *Seed Sci. Res.* 12, 31-37.
- Li, B. L., & Foley, M. E.** (1997). Genetic and molecular control of seed dormancy. *Trends in Plant Science* 2, 384-389.
- Maroschek, M., Seidl, R., Netherer, S., & Lexer, M. J.** (2009). Climate change impacts on goods and services of European mountain forests. *Unasylva*, 60 (231/232), 76-80.
- Martins, N., Morales, P., Barros, L., Ferreira, & I.C.F.R.** (2017). *Wild Plants, Mushrooms and Nuts: Functional Food Properties and Applications*. Edition: Ferreira, I.C.F.R., Morales, P., Barros, L. (1st ed). doi:10.1002/9 781118944653.ch1
- Maurer, K.J.** (1975). Turkish Hazel, *Corylus colurna*, as a Pioneer Plant. *Mitteilungen-Rebe-und-Wein,-Obstbau-und-ruchteverwertung*. 25 (2), 139-148.
- Mehlenbacher, S.A.** (1991). Hazelnuts (*Corylus*). *Genetic Resources of Temperate Fruit and Nut Crops*, 290, 791-838.
- Mehlenbacher, S.A.** (1994). Genetic improvement of the hazelnut. *Acta Hort.*, 351, 23-38.
- Michalak, M., Plitta, B. P., & Chmielarz, P.** (2013). Desiccation sensitivity and successful cryopreservation of oil seeds of European hazelnut (*Corylus avellana*). *Annals of Applied Biology*, 163 (3), 351-358.
- Miletić, R., Mitrović, M., Rakićević, M., Blagojević, M., & Karaklajić-Stajić, Ž.** (2007). The study of populations of hazelnut (*C. avelana* L.) and Turkish hazelnut (*C. colurna* L.) and their selection. *Genetika*, 39 (1), 13-22. doi:10.2298/gensr0701013m
- Miquel, M. & Browse, J.** (1995). Lipid biosynthesis in developing seeds. *Seed Development and Germination*. New York, 169-192.
- Mitrovic, M., Stanisavljevic, M., & Ogasanovic, D.** (2001). Turkish tree hazel biotypes in Serbia. In *V Intern. Cong. on Hazelnut*, 556, 191-196. doi:10.17660/actahorti c.2001.556.27
- Moore, R.P.** (1972). Effect of mechanical injuries on viability. In: *Viability of Seeds*, ed. E.H. Roberts, Chapman & Hall, London. 94-114.
- Muller, C., & Bonnet-Masimbert, M.** (1989). Breaking dormancy before storage: an improvement to processing of beechnuts (*Fagus sylvatica* L.). *Seed science and technology*, 17, 15-26.

- Nandiyanto, A.B.D., Oktiani, R., & Ragadhita, R.** (2019). How to read and interpret FTIR spectroscopy of organic material. *Indonesian Journal of Science and Technology*, 4 (1), 97-118.
- Nicolás, C., Nicolás, G., & Rodríguez, D.** (1996). Antagonistic effects of abscisic acid and gibberellic acid on the breaking of dormancy of *Fagus sylvatica* seeds. *Physiologia plantarum*, 96 (2), 244-250.
- Nikolaeva, M.G.** (1969). *Physiology of Deep Dormancy in Seeds*. Izdatel'stvo. Nauka, Leningrad. Translated from Russian by Z. Shapiro, NSF, Washington, DC.
- Ninić-Todorović, J.** (1990). *A study of dominant factors and determination of optimum technological methods for producing high quality nursery plants of Turkish filbert (Corylus colurna L.)*. (Ph.D. Thesis). Fac. of Forestry, University of Belgrade, Serbia.
- Ninić-Todorović, J., Novaković, M., Čukanović, J., Sofrenić, I., Todorović, I., Todorović, D., & Tešević, V.** (2019). Lipid composition and DPPH activities of the seed oil of five Turkish hazelnut genotypes (*C. colurna* L.). *Lekovite sirovine*, 39, 18-22. doi:10.5937/leksi1939018N
- Ninić-Todorović, J., & Cerović, S.** (1987). Upotrebna vrednost plodova mečje leske (*Corylus colurna* L.) [Use value of Turkish hazel fruits]. *Jugoslovensko Voćarstvo*, 79, 23–26.
- Normah M.N., Reed B.M., & Yu X.** (1994). Seed storage and cryoexposure behaviour in hazelnut (*Corylus avellana* L. cv. Barcelona). *Cryo-Lett*, 15, 315–322.
- Odabaşı, T., Çalışkan, A., & Bozkuş, H. F.** (2004). *Silvikültür Tekniği*. İ.Ü.Orm. Fak. Yayın No: 475/4459, 314s., İstanbul.
- Okay, N.A., Kaya, A., Küçük, V.Y., & Küçük, A.** (1986). *Fındık Tarımı*. T.O.K.B., Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü, Yayın No: Genel 142, Tedgem-12, Ankara.
- Olaniyan, A. M., & Oje, K.** (2002). Some aspects of the mechanical properties of shea nut. *Biosystems Engineering*, 81 (4), 413-420.
- Oliveira, I., Sousa, A., Morais, J.S., Ferreira, I.C., Bento, A., Estevinho, L., & Pereira, J.A.** (2008). Chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of three hazelnut (*Corylus avellana* L.) cultivars. *Food and Chem. Tox.*, 46 (5), 1801–1807.
- Örkün, Y.** (2011). *Fındık kabuğundan fiziksel ve kimyasal aktivasyonla aktif karbon üretimi ve karakterizasyonu*. (YL Tezi). İTÜ. İstanbul.
- Özdemir, F., & Akinci, I.** (2004). Physical and nutritional properties of four major commercial Turkish hazelnut varieties. *J. Food Engr.*, 63 (3), 341-347. doi:10.1016/j.jfoodeng.2003.08.006
- Palashev, I., & Nikolov, V.** (1979). The distribution, ecology and biological features of *Corylus colurna* in Bulgaria. *Gorskostopanska-Nauka*, 16, 26-42.
- Palavan-Ünsal, N.** (1993). Bitki Büyüme Maddeleri, İ.Ü. FBE Yayın No:3677/4 İstanbul, 357.

- Palazoğlu Özpay, Z., Arslan, M., & Tosun, S.** (2013). Batı Karadeniz Bölgesi'nde Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.)'nın Exsitu Yöntemiyle Korunmaya Alınması ve Popülasyonlarda Genetik Çeşitliliğin Araştırılması. Batı Karadeniz Orm. Arş. Enst. Müd., Teknik Bülten No:18, Bolu.
- Pamay, B.** (1992). *Bitki Materyali 1*. Ağaç ve Ağaçcıklar Bölümü, Uycan Matbaası. İstanbul.
- Parlak, S.** (2023). Effects of different seed treatments on the germination of Golkoy palm (*Phoenix theophrasti* Greuter subsp. Golkoyana Boydak). *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 10 (1), 14-22.
- Pavia, D.L., Lampman, G.M., Kriz, G.S., & Vyvyan, J.A.** (2014). *Introduction to spectroscopy*. Cengage learning. 4th Edition, 142.
- Pawlowski, T., & Kalinowski, A.** (2003). Qualitative and quantitative changes in proteins in *Acer platanoides* L. seeds during maturation. *Acta biologica cracoviensia series botanica*, 45, 139-144.
- Pinfield, N. J., & Stobart, A. K.** (1972). Hormonal regulation of germination and early seedling development in *Acer pseudoplatanus* L. *Planta*, 104, 134-145.
- Pinfield, N. J., & Stutchbury, P. A.** (1990). Seed dormancy in *Acer*: the role of testa-imposed and embryo dormancy in *Acer velutinum*. *Annals of botany*, 66 (2), 133-137.
- Pinfield, N. J., Stutchbury, P. A., Bazaid, S. A., & Gwarazimba, V. E. E.** (1989). Seed dormancy in *Acer*: The relationship between seed dormancy, embryo dormancy and abscisic acid in *Acer platanoides* L. *Journal of plant physiology*, 135 (3), 313-318.
- Pipinis, E., Stampoulidis, A., Milios, E., Kitikidou, K., Akritidou, S., Theodoridou, S., & Radoglou, K.** (2020). Effects of seed moisture content, stratification and sowing date on the germination of *Corylus avellana* seeds. *Journal of forestry research*, 31 (3), 743-749.
- Polat, S.** (2014). Türk Fındığı (*Corylus colurna*)'nın Türkiye'deki yeni bir yayılış alanı. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 29, 136-149.
- Polat, S., & Güney, Y.** (2015). Türk Fındığı'nın (*Corylus colurna*) Türkiye'deki Yeni Bir Yayılış Alanı. *The J. of ASOS*, 3, 449-460. doi:10.29228/asos.45520
- Poljak I., Vahčić, N., Vidaković, A., Tumpa, K., Žarković, I., & Idžojić, M.** (2021). Traditional sweet chestnut and hybrid varieties: chemical composition, morphometric and qualitative nut characteristics. *Agronomy*, 11 (3), 516. doi:10.3390/agronomy11030516
- Poljak, I., N. Vahčić, M. Gačić, & M. Idžojić.** (2016). Morphological characterization and chemical composition of fruits of the traditional Croatian chestnut variety 'Lovran Marron'. *Food Tech. and Biotec.*, 54 (2), 189-199.
- Popović, V., Lučić, A., Jovanović, S., Mladenović, K., & Rakonjac, L.** (2021). The variability of Turkish hazel (*Corylus colurna* L.) populations in Serbia according to morphological nut traits. *Forestist*, 72 (1), 41-47. doi:10.5152/forestist.2021.21009

- Reder, M., Ciemnińska-Zytkewicz, H., Sujka, K., Koczon, P., Matlingiewicz, A., & Lipińska, E.** (2014). Use of FT-IR spectroscopy combined with discriminant analysis for identification of hazelnuts Infected by *Aspergillus flavus*. *Academic Food Journal*, 12 (2), 11-18.
- Reed B.M., Normah M.N., & Yu X.** (1994). Stratification is necessary for successful cryopreservation of axes from stored hazelnut seed. *Cryo-Lett.* 15, 377-384.
- Reed, B., & Hummer, K.** (2001). Long-term storage of hazelnut embryonic axes in liquid nitrogen. *Acta Hort.*, 556, 177–180.
- Reed, B.M., & Chang, Y.** (1997). Medium and long-term storage of in vitro cultures of temperate fruit and nut crops. In M. K. Razdan & E. C. Cocking (Eds.), *Conservation of plant genetic resources in vitro. Vol. 1*, 67–105. Enfield: Science Publishers, Inc.
- Rezaei, F., Bakhshi, D., Ghazvini, R.F., Majd, D.J., & Pourghayoumi, M.** (2014). Evaluation of fatty acid content and nutritional properties of selected native and imported hazelnut (*Corylus avellana* L.) varieties grown in Iran. *JABFQ*, 87, 104-107. doi:10.5073/jabfq.2 014.087.016
- Richardson, D.G.** (1996). The health benefits of eating hazelnuts: Implications for blood lipid profiles, coronary heart disease, and cancer risks. In *IV International Symposium on Hazelnut*, 445, 295-300. doi:10.17660/ac tahortic.1997.445.39
- Roberts, E.H.** (1973). Predicting the storage life of seeds. *Seed Sci Technol* 1, 499–514
- Rovira, M., Hermoso, J.F., & Romero, A.J.** (2017). Performance of hazelnut cultivars from Oregon, Italy, and Spain, in northeastern Spain. *HortTechnology*, 27 (5), 631-638. doi:10.21273/horttech03705-17
- Saatçioğlu, F.** (1971). *Orman Ağacı Tohumları, Tohumun Tedariki, Saklanması, Çimlenme Fizyolojisi, Kalite Kontrolü ile Önemli Ağaç ve Ağaççık Türlerinin Tohum Bakımından Özellikleri*. İ.Ü.Yayın No: 1649, O.F.Yayın No: 173, 109.
- Salehi, M., Moieni, A. & Safaie, N.** (2017). A Novel Medium for Enhancing Callus Growth of Hazel (*Corylus avellana* L.). *Sci Rep* 7, 15598.
- Sasaki, M., & Goto, M.** (2007). Noncatalytic liquefaction of tar with low-temperature hydrothermal treatment. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 9 (2), 173-181.
- Sawage, W.E.F., & Metzger, G.L.** (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New phytologist*, 171 (3), 502-523.
- Schmidt, L.** (2000). *Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed*. Danida Forest Seed Centre, Denmark, 511.
- Sencan, A., Karaboyaci, M., & Kilic, M.** (2015). Determination of lead sorption capacity of hazelnut shell and activated carbon obtained from hazelnut shell activated with ZnCl₂. *Environ. Sci. and Pollut. Res. Int.*, 22, 3238-3248.

- Šijačić-Nikolić, M., Milovanović, J., & Nonić, M.** (2019). *Forests of southeast Europe under a changing climate: conservation of genetic resources*. Berlin/Heidelberg, Germany: Springer International Publishing.
- Smith, M.T., Wang, B.S.P., & Msanga, H.P.** (2002). *Dormancy and germination*. In: Tropical Tree Seed Manual (J.A. Vozzo, Ed.). USDA, Forest Service Agr. Handbook, 721, 149-176.
- Soltani, A.** (2003). *Improvement of seed germination of Fagus orientalis Lipsky*. (PhD Thesis), Silvestria 275. Swedish University of Agr., Umea.
- Srivastava, K., Zargar, & K., Singh, S.** (2010). Genetic divergence among *Corylus colurna* genotypes based on morphological characters of hazelnut. *Biodiv. Res. Con.*, 17, (13). doi:10.2478/v10119-010-0003-5
- Stanwood, P.C.** (1985). *Cryopreservation of seed germplasm for genetic conservation*. In: Kartha, K.K. (Ed.) *Cryopreservation of Plant Cells and Organs*. CRC Press, Boca Raton. 199–226.
- Sun, J., Shi, W., Wu, Y., Ji, J., Feng, J., Zhao, J., Shi, X., Du, C., Chen, W., Liu, J., Jiang, Z., & Shi, S.** (2021). Variations in acorn traits in two oak species: *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb. and *Q. variabilis* Blume. *Forests*, 12 (12), 1755. doi:10.3390/f12121755
- Suszka, B., Muller, C., & Bonnet-Masimbert, M.** (1996). *Seeds of Forest Broadleaves: from Harvest to Sowing*. INRA, France, 295.
- Şahin, E.K., Bekar, M., & Güneröğlu, N.** (2020). Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.)’nın Peyzaj Mimarlığında Kullanım Olanakları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22 (1), 91-99.
- Tan, I. A.W., Ahmad, A.L., & Hameed, D.B.** (2008). Preparation of activated carbon from coconut husk: Optimization study on removal of 2, 4, 6-trichlorophenol using response surface methodology. *Journal of hazardous materials*, 153 (1-2), 709-717.
- Temel, F., Arslan, M., & Çakar, D.** (2017). Status of natural Turkish hazel (*Corylus colurna* L.) populations in Turkey. *AÇÜ Orman Fak. Dergisi*, 18 (1), 1-9. doi:10.17474/artvinofd.2 70346
- Thomsen, K. A.** (1997). The effect of harvest time and drying on dormancy and storability in beechnuts. In *Basic and Applied Aspects of Seed Biology: Proceedings of the Fifth International Workshop on Seeds, Reading, 1995* (pp. 45-51). Springer Netherlands.
- Thomsen, K. A., & Kjaer, E. D.** (2002). Variation between single tree progenies of *Fagus sylvatica* in seed traits, and its implications for effective population numbers. *Silvae genetica*, 51 (5-6), 183-190.
- Tillberg, E.** (1983). Levels of endogenous abscisic acid in achenes of *Rosa rugosa* during dormancy release and germination. *Physiologia plantarum*, 58 (3), 243-248.
- Todorovic, J.N.** (2000). Postharvest physiology of Turkish filbert (*Corylus colurna* L.) seeds. *Nucis*. 9, 27-31.
- Tokar, F.** (1978). *Acta-Dendrobiologica*. 1978-79, No. 1-2, 117, 119-146. Českoslovakya.

- Tosun, S.** (2012). Cadde (Yol) Ağacı Olarak Amerika’da ve Avrupa’da Popülerleşen Türk Fındığı (*Corylus colurna* L.), *Orman ve Av Dergisi*, 3, 22-25, Ankara.
- Tosun, S., & Arslan, M.** (2007), Göreni Şaşırtan Görkemli Türk Fındığı. *Çevre ve İnsan Dergisi*, 2, 69, Ankara.
- Tous, J.** (2005). Hazelnut Production in Spain. Proc. VIth Intl. Congress on Hazelnut Eds.: J. Tous, M. Rovira & A. Romero. *Acta Hort.* 686, ISHS:659-664.
- Tunç Dede, Ö.** (2019). Potential use of hazelnut processing plant wastes as a sorbent for the simultaneous removal of multi-elements from water”. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7, (2), 301-312.
- Ürgenç, S.** (1965). *Doğu Ladini (Picea orientalis* Lk. Carr.) Kozalak ve Tohumu Üzerine Araştırmalar. OGM Yayınları, Sıra No:417, Seri No:40, Dizerkonca Matbaası, İstanbul, 143.
- Ürgenç, S.** (1982). *Orman Ağaçları Islahı*. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No: 2836/293, İstanbul, 414.
- Ürgenç, S.** (1998). *Ağaçlandırma Tekniği*. İ.Ü. Orman Fak. Yay. No: 3994/441, Emek Mat., İstanbul, 600.
- Viemont, J.D., & Crabbé, J.** (2000). *Dormancy in plants: From whole plant behaviour to cellular control*. CABI, 400.
- Vujevic, P., Petrovic, M., Vahcic, N., Milinovic, B., & Cmelik, Z.** (2014). Lipids and minerals of the most represented hazelnut varieties cultivated in Croatia. *Italian J. Food Sci.*, 26, 25-29.
- Vursavuş, K., & Özgüven, F.** (2005). Fracture resistance of pine nut to compressive loading. *Biosystems engineering*, 90 (2), 185-191.
- Wang, D., Gao, Z., Du, P., Xiao, W., Tan, Q., Chen, X., Li, L., & Gao, D.** (2016). Expression of ABA metabolism-related genes suggests similarities and differences between seed dormancy and bud dormancy of peach (*Prunus persica*). *Frontiers in plant science*, 6, 1248.
- Wang, W., Jung, J., McGorin, R.J., Traber, M.G., Leonard, S.W., Cherian, G., & Zhao, Y.** (2018). Investigation of drying conditions on bioactive compounds, lipid oxidation, and enzyme activity of Oregon hazelnuts (*Corylus avellana* L.). *LWT*, 90, 526-534. doi: 10.1016/j.lwt.2018.01.002
- Webb, D. P., Staden, J. V., & Wareing, P. F.** (1973). Seed dormancy in *Acer*: Changes in endogenous cytokinins, gibberellins and germination inhibitors during the breaking of dormancy in *Acer saccharum* Marsh. *Journal of Experimental Botany*, 24 (1), 105-116.
- Williams, P.M., Ross, J.D., & Bradbeer, J.W.** (1973). Studies in seed dormancy. VII. The abscisic acid content of the seeds and fruits of *Corylus avellana* L. *Planta*. 110, 303-310.
- Yalçın, R.** (2020). *Fındık, fıstık ve kayısı çekirdeği kabuğu tozları ile küllerinin karakterizasyonu ve kompozit özelliklerinin belirlenmesi*. (YL Tezi). Batman Üniversitesi. FBE. Batman.

- Yaltırık, F.** (1993). *Dendroloji Ders Kitabı II. Angiospermae (Kapalı Tohumlular)*, İstanbul.
- Yaltırık, F.** (1997). Orman ve Park Ağaçlarımız (İğneyapraklılar). *Atlas Dergisi, Nisan Eki*, İstanbul.
- Yanar, M., Ercisli, S., Yılmaz, K.U., Sahiner, H., Taskin, T., Zengin, Y., Akgul, I., & Celik, F.** (2011). Morphological and chemical diversity among hawthorn (*Crataegus* spp.) genotypes from Turkey. *Sci. Research and Essays*, 6 (1), 35-38.
- Yang, T., & Lua, A.C.** (2003). Characteristics of activated carbons prepared from pistachio-nut shells by physical activation. *Journal of Colloid and Interface Science*. 267 (2), 408-417.
- Yıldız, T.** (2020). Türkiye’de Fındık Tarımında Hasat-Harman Mekanizasyonu. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 16 (1), 12-22.
- Yılmaz M.** (2007). Depth of dormancy and desiccation tolerance in *Acer trautvetteri* Medv.seeds. *Turkish Journal of Agr. and Forestry*, 31(3), 201-205.
- Yılmaz M.** (2008). Three-year storage of oriental beechnuts (*Fagus orientalis* Lipsky). *European Journal of Forest Research* (127), 441-445.
- Yılmaz M., & Dirik H.** (2008). Maturation of Oriental beechnuts (*Fagus orientalis*). *Dendrobiology* (60), 57-62.
- Yılmaz, A.** (1998). Türkiye’de fındık ziraatinin plansız gelişimi ve sonuçları”. *OMU Eğitim Fak. Der.*, 11, 101-114.
- Yılmaz, M.** (2005). *Doğu kayını (Fagus orientalis Lipsky.) tohumlarının fizyolojisi üzerine araştırmalar*. (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi, FBE, İstanbul.
- Yılmaz, M.** (2006). Çimlenme Engelinin Giderilmesinde Nem Denetimli Çıplak Katlama Yöntemi. *İÜ. Orman Fak. Dergisi*, 56 (2), 135-145.
- Yılmaz, M., & Tonguç, F.** (2013). Dormancy Level and Dormancy-Breaking Pretreatments in Seeds of *Fraxinus ornus* subsp. *cilicia*, an Endemic to Turkey. *Propagation of Orn. Plants*, 13 (1), 40-45.
- Yılmaz, M., Kalkan, M., & Demirbag, H.** (2020). Seed characteristics of *Amygdalus arabica* in Adiyaman region of Turkey. *Dendrobiology*. 84, 49-57.
- Zhang, Jianhua., Schurr, U., & Davies, W. J.** (1987). Control of stomatal behaviour by abscisic acid which apparently originates in the roots. *Journal of Experimental Botany*, 38 (7), 1174–1181. doi:10.1093/jxb/38.7.1174.