

T.C.  
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

**BİLECİK İLİ İNHİSAR İLÇESİNDE BULUNAN NAR (*Punica granatum L.*)  
GENOTİPLERİNİN POMOLOJİK VE MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONUNUN  
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NURAY KOŞ

TEZ DANIŞMANI  
DR. ÖĞR. ÜYESİ SİNEM ÖZTÜRK ERDEM

BİLECİK, 2022

10478903

T.C.  
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

**BİLECİK İLİ İNHİSAR İLÇESİNDE BULUNAN NAR (*Punica granatum L.*)  
GENOTİPLERİNİN POMOLOJİK VE MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONUNUN  
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NURAY KOŞ

TEZ DANIŞMANI  
DR. ÖĞR. ÜYESİ SİNEM ÖZTÜRK ERDEM

BİLECİK, 2022

1047890



## BEYAN

“Bilecik ili İnhisar ilçesinde bulunan Nar (*Punica granatum* L.) Genotiplerinin Pomolojik ve Moleküler Karakterizasyonun Belirlenmesi” adlı yüksek lisans tezinin hazırlık ve yazımı sırasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğumu, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel kurallara uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, tezin herhangi bir kısmının Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını, aksinin tespit edileceği muhtemel durumlarda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Bu çalışmanın, Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP), TÜBİTAK veya benzeri kuruluşlarca desteklenmesi durumunda; projenin ve destekleyen kurumun adı proje numarası ile birlikte, ETİK KURUL onayı alınması durumunda ise ETİK KURUL tarih karar ve sayı bilgilerinin beyan edilmesi gerekmektedir.			
<b>DESTEK ALINMIŞTIR</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>DESTEK ALINMAMIŞTIR</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Destek alındı ise;</b>			
<b>Destekleyen kurum; Bilimsel araştırma projesi (BAP)</b>			
<b>Desteğin Türü</b>		<b>Proje Numarası</b>	
1- BAP (Bilimsel Araştırma Projesi)		2020-02.BŞEÜ.01-01	
2- TÜBİTAK			
Diğer;.....			
<b>ETİK KURUL onayı var ise;</b>			
<b>ETİK KURUL karar tarih/sayı:</b>		...../.....	

NURAY KOŞ

.././2022

İmza

## ÖN SÖZ

Tez çalışmamın her aşamasında benden desteğini, bilgisini, deneyimlerini esirgemeyen ve her daim yardımcı olan, tezimin planlanmasında, yürütülmesinde ve tamamlanmasında büyük emeği geçen sayın danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Sinem ÖZTÜRK ERDEM'e teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Değerli jüri üyelerim Prof. Dr. Çetin ÇEKİÇ ve Dr. Öğr. Üyesi Hayri SAĞLAM'a katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmamın, laboratuvar aşamasında yardımcı olan Araş. Gör. Merve KARAKOYUN ve bu süreçte manevi desteği ile her zaman iyi hissettiren canım motive kaynağım Aydan TATMAN, yüksek lisans sürecimde beni hiç yalnız bırakmayan değerli arkadaşım Seda ÖZDEMİR MEMİŞ'e teşekkür ederim.

Lisans ve yüksek lisans eğitimimde ve hayatımın her anında maddi, manevi destekleriyle yanımda olan değerli annem Gülay KOŞ, babam Kenan KOŞ, kardeşim Nihal KOŞ ve canım kedim tavşana sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışmayı 2020-02.BŞEÜ.01-01 proje numarası ile destekleyen Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederim.

**Nuray KOŞ**

**2022**

## ÖZET

### BİLECİK İLİ İNHİSAR İLÇESİNDE BULUNAN NAR (*Punica granatum L.*) GENOTİPLERİNİN POMOLOJİK VE MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONUNUN BELİRLENMESİ

Nar *Punicaceae* familyasının, *Punica* cinsine ait olup ekonomik değeri ve besin içeriği yüksek, geçmişten günümüze kadar üretimi ve tüketimi yapılan, tropik ve subtropik bir iklim meyvesidir. Dünya'da yetiştiriciliği yapılan birçok meyve çeşidinin seleksiyon çalışmaları ile bulunduğu ve nar üretiminin en çok yapıldığı ülkelerde nar çeşitlerinin planlı bir ıslah çalışması yerine seleksiyon çalışmaları ile elde edildiği bilinmektedir.

Bu tez çalışmasında Bilecik ili İnhisar ilçesinde doğal olarak yetiştirilen ve yöre iklimine adapte olmuş 33 adet nar genotipinin pomolojik ve kimyasal analizleri yapılarak Tartılı derecelendirme yöntemi ile seçilen en iyi 13 adet genotipin ISSR primer markör tekniği kullanılarak moleküler karakterizasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırma sonucunda seçili ümitvar genotip ve çeşitlerin minimum ve maksimum değerleri incelendiğinde, meyve ağırlığının 207,00-602,3 g, meyve eninin 73,54-104,47 mm, meyve boyunun 62,08-93,32 mm, 100 dane ağırlığının 27-61 g, dane randımanının %34,48-86,00, meyve suyu randımanının %23,62-63,21 arasında değiştiği belirlenmiştir. Meyve tadı genellikle tatlı, çekirdek sertliği ise orta sertlikte tespit edilmiştir. Suda çözünebilir kuru madde miktarı %13,33-19,77, pH değerleri 2,22-5,36, titre edilebilir asit miktarı ise %0,13-2,72 arasında belirlenmiştir.

Tartılı derecelendirme sonucu seçilen on üç adet genotip ve karşılaştırma amaçlı Fellahyemez, Katırbaşı ve Hicaznar çeşitleri arasında polimorfizm seviyelerini belirlemek için yedi adet UBC-ISSR primeri ile moleküler analizler yürütülmüştür. Dendogram %25 farklılık seviyesinde biri küçük ve diğeri büyük olmak üzere iki ana gruba ayrılmıştır. Tüm yerel genotipler büyük grupta toplanmış ve Genotip 9 ile Genotip 10'da en yakın benzerlik belirlenmiştir.

**Anahtar Kelime:** Genotip, ISSR, Nar, Seleksiyon

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF THE POMOLOGICAL AND MOLECULAR CHARACTERISTICS OF POMEGRANATE (*Punica granatum* L.) GENOTYPES GROWN IN INHISAR COUNTY, BILECIK PROVINCE

Pomegranate belongs to the *Punica* genus of the Punicaceae family. It is a tropical and subtropical climate fruit with high economic value and nutritional content, which has been produced and consumed from past to present. Many fruit varieties cultivated in the world have been found by selection studies. It is known that pomegranate varieties are obtained by selection studies instead of a planned breeding study in the countries where pomegranate production is most common.

In this thesis, pomological and chemical analyzes of pomegranate genotypes grown naturally in Bilecik province Inhisar district and adapted to the local climate were made, and it was aimed to determine the molecular characterization of the best 13 genotypes selected among the 33 genotypes by the weighed grading method using ISSR primary marker technique.

As a result of the research, when the minimum and maximum values of the selected promising genotypes and cultivars were examined, it was determined that the fruit weight changed between 207,00-602,30 g, fruit width 73,54-104,47 mm, fruit length 62,08-93,32 mm, 100 grain weight 27-61 g, grain yield 34,48-86,00%, fruit juice yield 23,62-63,21%. The fruit taste was generally sweet, and the hardness of the core was determined as medium hardness. The soluble solid content was determined between 13,33-19,77%, pH changed between 2,22-5,36%, and titratable acidity between 0,13-2,72%.

Molecular analyzes were carried out with seven UBC-ISSR primers to determine the polymorphism levels among thirteen genotypes selected and also Fellahyemez, Katırbaşı and Hicaznar commercial pomegranate cultivars. The dendrogram was divided into two main groups, one small and the other large, at 25% difference level. All local genotypes were collected in the large group and the closest similarity was determined in Genotype 9 and Genotype 10.

**Key words:** Genotype, ISSR, Pomegranate, Selection

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ.....	i
ÖZET .....	ii
ABSTRACT .....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ .....	viii
1.GİRİŞ.....	1
2.LİTERATÜR ÖZETİ .....	4
2.1. Dünya’da ve Türkiye’de Nar Yetiştiriciliğinin Durumu .....	4
2.2. Nar’ın Pomolojik Özellikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar .....	5
2.3. Nar’da Yapılan Moleküler Çalışmalar.....	11
3. MATERYAL- METOD .....	16
3.1. Materyal .....	16
3.1.1. Çalışmada Yer Alan Bitkisel Materyallerin Özellikleri .....	16
3.1.2. Araştırma Yeri ve Coğrafik Özellikleri.....	17
3.2. Metod .....	18
3.2.1 Arazi Çalışmaları .....	18
3.2.2. Meyvelerin Pomolojik ve Kimyasal Analizleri .....	19
3.2.2.1. Meyve Ağırlığı (g).....	19
3.2.2.2. Meyve Eni ve Boyu (mm) .....	19
3.2.2.3. Kaliks Sayısı (adet) .....	20
3.2.2.4. Kaliks Çapı ve Boyu (mm) .....	20
3.2.2.5. Kabuk Kalınlığı (mm).....	20
3.2.2.6. Kabuk ve Dane Rengi .....	20
3.2.2.7. Dane Randımanı (%).....	20
3.2.2.8. Meyve Suyu Randımanı (%).....	21
3.2.2.9. 100 Dane Ağırlığı (g) .....	21
3.2.2.10. Çekirdek Sertliği .....	21
3.2.2.11. Tat.....	21

3.2.2.12. Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı (SÇKM) .....	21
3.2.2.13. Titre Edilebilir Asitlik (%).....	21
3.2.2.14. ph .....	22
3.2.2.15. Tartılı Derecelendirme ile Genotiplerin Seçimi .....	22
3.2.3. Moleküler Analizler .....	23
3.2.3.1. DNA İzolasyonu .....	23
3.2.4. DNA Amplifikasyonu (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) .....	25
3.2.4.1. Agaroz Jel Elektroforezi.....	26
3.2.5. Sonuçların Değerlendirilmesi.....	27
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	28
4.1. Nar Genotip ve Çeşitlerin Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi.....	28
4.2. Tartılı Derecelendirme İle Genotiplerin Seçimi .....	35
4.3. Moleküler Analizler.....	38
4.3.1. Genotiplerde DNA İzolasyonu .....	38
4.3.2. DNA Amplifikasyonu (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) .....	38
4.3.3. Kümeleme Analizi (Cluster Analysis- UPGMA) .....	41
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	43
KAYNAKÇA .....	46

## TABLolar LİSTESİ

	Sayfa No
<b>Tablo 2.1.</b> Yılları Göre Türkiye’de Nar Üretim Alanı (da), Üretim Miktarı (ton), Verimlilik Düzeyleri (kg/da) ve Ağaç Sayıları (adet).....	4
<b>Tablo 2.2.</b> Türkiye’de Nar Üreten İllerin Üretim Alanı (da) ve Miktarı (ton) .....	5
<b>Tablo 3.1.</b> Tartılı Derecelendirme Kriteri ve Puanlama .....	22
<b>Tablo 3.2.</b> Çalışmada Kullanılan ISSR Primerleri .....	25
<b>Tablo 4.1.</b> Nar Genotip ve Çeşitlere Ait Pomolojik Özellikler .....	33
<b>Tablo 4.2.</b> Nar Genotip ve Çeşitlere Ait SÇKM(%), pH ve Titre Edilebilir Asitlik Değerleri (%).....	35
<b>Tablo 4.3.</b> Çalışmada Kullanılan Nar Genotip ve Çeşitlerin Toplam Değer Puanları .....	36
<b>Tablo 4.4.</b> Genotiplerde Kullanılan Primer Dizileri Toplam Bant, Polimorfik Bant Sayısı ve Polimorfik Bant Oranı (%).....	39

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Türkiye’de Bölgelere Göre Nar Üretim Oranları .....	5
Şekil 3.1. Hicaznar Çeşidi.....	16
Şekil 3.2. Katırbaşı Nar Çeşidi.....	17
Şekil 3.3. Fellahyemez Nar Çeşidi.....	17
Şekil 3.4. Survey Çalışması Sırasında Çiftçilerle Görüşülerek Örnek Alınması.....	19
Şekil 3.5. Çalışmada Kullanılan Nar Örneklerinin En ve Boy Ölçümü .....	19
Şekil 3.6. Çalışmadaki Nar Örneğine Ait Kaliks Çapı Ölçümü.....	20
Şekil 3.7. Danelerin Ayıklanması ve Tartılması .....	21
Şekil 3.8. DNA İzolasyon Aşamalarına Ait Görüntüler .....	25
Şekil 3.9. DNA Örneklerinin PCR Cihazına Yerleştirilmesi.....	26
Şekil 3.10. Agaroz Jel Elektroforezinin Aşamalarına Ait Görüntüler .....	27
Şekil 4.1. Seçilen Genotiplerin Meyve Görünümü .....	37
Şekil 4.2. DNA İzolasyonu İle Elde Edilen Bant Görüntüleri .....	38
Şekil 4.3. 807 No’lu Primere Ait Bant Görüntüleri .....	40
Şekil 4.4. 808 No’lu Primere Ait Bant Görüntüleri .....	40
Şekil 4.5. 826 No’lu Primere Ait Bant Görüntüleri .....	40
Şekil 4.6. Kümeleme Analizleri İle Elde Edilen Dendogram .....	41

## KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

**%:** Yüzde

**°C:** Santigrat derece

**AFLP:** Amplified Fragment Length Polymorphism

**BATEM:** Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü

**CAPS:** Cleaved Amplified Polymorphic Sequence

**CTAB:** Cetyl trimethylammonium bromide

**DNA:** Deoxyribonucleic acid

**dNTP:** Deoksi-Nüklezid Trifosfat

**EDTA:** Etilendiamin tetraasetik asit

**ISSR:** Inter Simple Sequence Repeats

**µg:** Mikro gram

**MEGA 5.0:** Molecular Evolutionary Genetic Analysis

**µl:** Mikrolitre

**ng:** Nanogram

**NTSYS-pc:** Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System

**PCR:** Polymerase Chain Reaction

**PIC:** Polimorfizm bilgi içeriği

**RCF:** Relative centrifugal force

**Taq:** *Thermus aquaticus*

**TBE:** Trizma Base, Borik Asit, EDTA

**TE:** Trizma Base, EDTA

**TÜİK:** Türkiye İstatistik Kurumu

**TEA:** Titre edilebilir asit oranı

**TKoA:** Temel Koordinatlar Analizi

**UPGMA:** Unweighted Pair-Group Method With Arithmetic Average

**UPOV:** International Union for the protection of new varieties of plants

**USDA:** United States Department of Agriculture

## 1. GİRİŞ

Anadolu, jeopolitik konumuyla hem kültürel hem de coğrafi olarak büyük bir çeşitliliğe sahip olup tarımı yapılan ve kültüre alınan 100'den fazla tür ile geniş bir dağılım göstererek dünyanın önde gelen gen merkezlerinden biridir. Kültüre alınan ilk bitkilerden biri olan Türkçe kökenli nar, mitolojik bir meyve olup birçok dinde kutsal kabul edilmektedir. İnsanlar tarafından narın, hem süsleme sanatında bir motif olarak din adamlarının giysilerinde, ibadethanelerinin duvarlarında hem de tıbbi amaçlar için kullanıldığı bilinmektedir (Kaygısız, 2009: 65; Kurt ve Şahin, 2013: 553; Şenocak, 2016: 229).

Nar (*Punica granatum* L.), *Punicaceae* familyasının, *Punica* cinsine ait olup ekonomik değeri ve besin içeriği yüksek, geçmişten günümüze kadar üretimi ve tüketimi yapılan, tropik ve subtropik bir iklim meyvesidir. Nar, düşük sıcaklığa, kuraklığa ve hastalıklara karşı dayanıklı olmasının yanında, birim alandan yüksek verim elde edilen bir meyve türü olarak bilinmektedir. Güney Kafkasya, Güney Asya, İran, İtalya Afganistan, Mısır, ABD, İsrail, Türkiye, Peru, Şili, Malezya, Hindistan gibi birçok ülkede yetiştiriciliği yapılmaktadır (Yılmaz ve Özgüven, 2009: 3; Zhao vd., 2013: 109).

Kışları ılık ve yağışlı, yazları ise uzun ve sıcak olan tropik bölgelerde her dem yeşil, subtropik iklimde ise yapraklarını döken Nar, -12 °C'ye kadar dayanıklılık gösterirken bunun altındaki sıcaklıklarda yeni sürgünleri zarar görmektedir (Şimsek, 2017: 52). Kuvvetli ve esnek bir kök yapısı, birden fazla gövdesi ile çalı formundadır. Nar meyvesi kabuk, tohum ve zardan oluşmaktadır. Nar taneleri, meyvenin %52'sini oluştururken, tane içeriğinin de %78'i meyve eti, %22'si çekirdekten oluşmaktadır. Tane renkleri beyazdan koyu kırmızıya kadar değişmekte, tatları ise ekşi (asitliği %2'den fazla), mayhoş (asitliği % 1-2 arası) ve tatlı (asitliği %1'den az) olarak üç gruba ayrılmaktadır (El-Nemr vd., 1990: 601; Onur ve Tibet, 1993: 116; Fadavi vd., 2005: 113; Kurt ve Şahin, 2013: 553).

Narın çoğaltılmasının kolay olması, erken meyveye yatması, hastalık ve zararlılara karşı oldukça dayanıklı bir yapıda olması, her yıl düzenli ürün vermesi, iç ve dış pazarda oldukça iyi fiyata satılması gibi özelliklerinin yanında sert meyve kabuğunun dayanıklılığı, doku yapısının sıkı olması, derim, depolama ve paketlenme yönünden birçok meyveye göre daha kolay ve az riskli olması sebebi ile yetiştiricilik açısından tercih edilen meyve türleri arasında yer almaktadır. (Onur ve Kaşka, 1985: 22; Vardin ve Abbasoğlu, 2004: 165; Gündoğdu vd., 2010: 139 ).

Türkiye’de 2000’li yıllardan sonra nar üretiminde önemli ölçüde artışlar görülürken nar meyvesinin içeriğinin araştırılması sonucunda mineral, antioksidan, vitamin ve tanen bakımından oldukça zengin olması nar meyvesine olan talebin ve yetiştiriciliğe olan ilginin gittikçe artmasına neden olmuştur (Şen ve Eroğlu, 2012: 104). Narın taze meyve ve işlenmiş ürünlerinin tüketimi oldukça yaygındır. Nar meyvesi; meyve suyu, sirke, şarap, nar ekşisi, lokum, reçel, pekmez ile gıdalara renk verici ve tatlandırıcı olarak kullanılmasının yanında boya, yağ, mürekkep, hayvan yemi ve pektin gibi ürünlerin üretilmesinde hammadde kaynağı olarak kullanılan bir endüstri bitkisidir. Son yıllarda nar kabuğu, çiçeği ve çekirdeğinin kozmetik sektöründe kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Narın farklı ürünlerde işlenmesi sırasında asitlik, şeker ile fenolik bileşikler ana parametrelerdir. Fenolik bileşikler ise vücutta oluşan serbest radikalleri engelleyerek kalp rahatsızlıkları ile kanser oluşumları önlemede oldukça büyük etkisi olduğu bilinmektedir (Gil vd., 2000: 4582;Tehranifar vd., 2010: 182; Mena vd., 2011: 1895; Şimşek ve İkinci, 2017: 495; Kalaycıoğlu vd, 2017: 497; Khan vd., 2018: 462). İçeriğindeki %15 karbonhidrat, %0,8 protein, B1, B2, B3, B5, B6 ve C vitaminleri, fosfor, potasyum, demir, kalsiyum ve polifenolik maddeler ile son derece önemli bir besin kaynağı niteliğindedir (Özcan, 2020: 8-9).

Dünya çapında en çok nar üretimi yapılan ülke Hindistan'dır. Bu ülkeyi İran, Türkiye, ABD ve Irak izlemektedir. Türkiye’de son yirmi yılda kapama nar bahçelerinin kurulmasıyla üretim sürekli artmış ve 2021 yılında 59 il’de 647.676 ton nar üretimi gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2021). Bu yetiştiricilik içerisinde 160.621 ton üretim ile Antalya ilk sırada yer almaktadır.

Dünya genelinde 500'den fazla nar çeşidi bulunmakta ancak bunlardan sadece 50 tanesi ticari çeşit olarak bilinmektedir (IPGRI, 2001: 20). Dünya’da yetiştiriciliği yapılan birçok meyve çeşidinin seleksiyon çalışmaları ile bulunduğu ve nar üretiminin en çok yapıldığı ülkelerde nar çeşitlerinin planlı bir ıslah çalışması yerine seleksiyon çalışmalarıyla elde edildiği bilinmektedir (Ercişli vd., 2011: 345).

Narın anavatanlarından biri olduğu için ülkemizde pek çok nar çeşidi ve tipi bulunmaktadır. Ülkemizin pek çok yöresinde yerel çeşitlerle nar yetiştiriciliği yapılmaktadır. Türkiye’de Ege, Akdeniz Bölgesi, Siirt, Hatay, Tokat, Artvin, Hakkari, Bitlis, Şanlıurfa, Diyarbakır gibi farklı yörelerde bazı nar çeşit ve genotipleri konusunda çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Onur ve Kaşka 1985: 25;Kazankaya vd., 2007: 2982;Durgaç vd., 2008: 1294; Ercişli vd., 2009: 53;Özatak, 2010: 68;Çalışkan ve Bayazıt, 2013: 1450;Gerçekcioğlu vd.,

2015: 32; Akbel, 2017: 15; Öztürk vd., 2019: 925). Bunlardan biri de Bilecik ili İnhisar ilçesinde İnhisar narı ya da Devediş narıdır (Yılmaz, 2007: 176).

Bilecik ili, Marmara Bölgesi'nin güney doğusunda; Marmara, Karadeniz, İç Anadolu ve Ege Bölgelerinin kesişim noktaları üzerinde yer almaktadır. Geçit bölgesinde bulunması, su kaynakları ve farklılık gösteren topografyasına paralel olarak üç farklı iklim tipi görülmektedir. Bilecik iline bağlı olan İnhisar ilçesi ise mikroklima bölgesinde olup burada yılda ortalama 15.000 ile 20.000 ton arasında nar üretilmektedir. İnhisar'da ekşi ve tatlı olmak üzere iki nar çeşidinin yetiştirildiği, tatlı narın ön planda olduğu ve Devediş olarak adlandırıldığı bilinmektedir. Akbel (2017) yapmış olduğu çalışmada tohumdan yetişmiş bir nar zenginliğinin olduğunu belirtmiştir.

Son yıllarda klasik ıslah çalışmaları ile beraber biyoteknoloji çalışmalarının da birçok bitki türünde yürütülen ıslah çalışmalarına adapte edildiği gözlenmektedir. Özellikle moleküler tekniklerin ıslah süreçlerine adapte edilmesi ile sürecin kısaltılması ve erken dönemde bazı özellikler açısından seleksiyon yapılabilmesi mümkün olmaktadır (Şimşek, 2017: 56). Bugüne kadar narda genetik çeşitliliği tanımlamak ve değerlendirmek amacıyla morfolojik, biyokimyasal ve moleküler markörler yoğun olarak kullanılmıştır. Moleküler markör tekniği olarak birçok çalışmada RAPD, SSR (Orhan vd., 2014: 6376; Çalışkan vd., 2018: 144) ve ISSR kullanılmış olup, ISSR moleküler markör tekniğinin daha çok polimorfik bant oluşturmamasından dolayı nar genotipleri ve çeşitleri arasındaki genetik ilişkileri incelemek için kullanışlı olduğu saptanmıştır (Pitsiouni vd., 2010: 195; Bedaf vd., 2011: 36; Jbir vd., 2014: 24; İsmail vd., 2014: 229; Heidari vd., 2016: 187; Almiahy ve Jum'a, 2017: 45; Hajiyeva vd., 2018: 2; Al Mousa vd., 2019: 90; Karapetsi vd., 2021: 2).

Bu tez çalışmasında Bilecik ili İnhisar ilçesinde doğal olarak yetiştirilen ve yöre iklimine adapte olmuş selekte edilen 33 adet nar genotipinin pomolojik ve kimyasal analizleri yapılarak Tartılı derecelendirme yöntemi ile seçilen en iyi 13 adet genotipin, ISSR primer markör tekniği kullanılarak moleküler karakterizasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışma bu bölgede yapılan ilk moleküler çalışma olup, gelecekte yapılacak olan araştırmalar için bir yol gösterici kaynak olmasının yanı sıra bu bölgede yapılacak ıslah çalışmaları için bir basamak oluşturmasıyla birlikte yeni çeşitlerin geliştirilmesinde kullanılabilecektir.

## 2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

### 2.1. Dünya’da ve Türkiye’de Nar Yetiştiriciliğinin Durumu

Nar’ın anavatanının çeşitli kaynaklarda İran, Afganistan, Güney Kafkasya, Yakın Doğu ve Orta Doğu ülkeleri ile Anadolu gibi farklı ülkeler olduğu bildirilmektedir (Yılmaz, 2005: 28).

Dünyada nar yetiştiriciliğine olan talep yıllar geçtikçe artış göstermekle birlikte yaklaşık olarak 3 milyon ton üretim yapılmaktadır. Nar yetiştiriciliği yapan ülkeler arasında Hindistan 10.755.000 ton ile birinci sırada, Çin 3.056.082 ton ile ikinci sırada, Vietnam 2.803.489 ton ile üçüncü sırada iken Türkiye 600.201 ton ile beşinci sırada yer almaktadır (Erkan ve Kader, 2011: 288; Anonymous, 2019).

Yakındoğu ile Akdeniz havzası arasında yer alan ülkemizin uygun ekolojik koşullarından dolayı birçok meyve tür ve çeşidinin yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Bu meyve çeşitleri arasında yer alan nar, uygun iklim koşulları ve coğrafi özellikleri ile ülkemizin her bölgesinde yetiştirilmektedir (Özgüven ve Yılmaz, 2000: 42). Türkiye’deki nar üretiminin 2014-2021 yılları arasındaki üretim miktarları Tablo 2.1’de verilmiştir.

**Tablo 2.1.** Yıllara Göre Türkiye’de Nar Üretim Alanı (da), Üretim Miktarı (ton), Verimlilik Düzeyleri (kg/da) ve Ağaç Sayıları (adet)

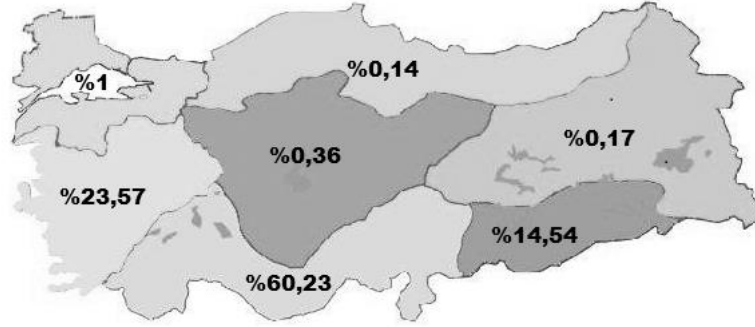
Yıl	Toplu Meyveliklerin Alanı (Dekar)	Üretim (Ton)	Verim (Kg/Da)	Meyve Veren Yaşta Ağaç Sayısı (Adet)	Meyve Vermeyen Yaşta Ağaç Sayısı (Adet)
2014	304,55	397,34	34	11.755.997	6.033.851
2015	307,51	445,75	33	13.310.323	4.072.289
2016	305,30	465,20	34	13.858.784	3.481.808
2017	297,67	502,61	37	13.661.560	3.122.595
2018	291,49	537,85	40	13.574.229	2.645.256
2019	285,25	559,17	41	13.739.341	2.420.226
2020	284,63	600,02	44	13.670.173	2.211.605
2021	292,01	647,67	46	14.127.578	2.051.293

**Kaynak:** (TÜİK, 2014-2021)

Tablo 2.1’de görüldüğü üzere Türkiye’de 2014 yılından günümüze kadar üretim miktarı, verim ve meyve veren yaşta ağaç sayısında sürekli artış olduğu görülmektedir.

2021 yılı TÜİK verilerine göre, ülkemizdeki nar yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı Akdeniz Bölgesi yıllık nar üretiminin %60,00’ını karşılayarak ilk sırada yer alırken, Ege Bölgesi %23,00 ile ikinci sırada ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi %14,00 ile üçüncü sırada yer almaktadır (Şekil 2.1). Bu bölgelerde yetiştiriciliğin diğer bölgelere göre daha fazla olması,

uygun iklim ve toprak yapısı gibi coğrafi özelliklerinin yanında, yeni çeşitlerin geliştirilmesi için artan ıslah çalışmalarının da etkili olduğu bilinmektedir (Özgüven ve Yılmaz, 2000: 42).



**Şekil 2.1.** Türkiye’de Bölgelere Göre Nar Üretim Oranları

**Kaynak:** (TÜİK, 2021)

2021 yılı TÜİK verilerine göre toplam 292.013 dekar alanda 647.676 ton nar üretimi yapılmış olup nar üretimi yapan ilk on il Tablo 2.2’de verilmiştir. Üretimi yapılan nar çeşitleri tat, çekirdek sertliği, kabuk ve meyve rengi bakımından farklı özelliklere sahiptir. Ülkemizde yaygın olarak; Hicaznar, Çekirdeksiz (Caner nar), Wonderful, İzmir çekirdeksiz, İzmir 23, Kara, Katırbaşı, Esin nar, Çevlik, Fellahyemez nar çeşitleri yetiştirilmektedir (BATEM, 2020: 2).

**Tablo 2.2.** Türkiye’de Nar Üreten İllerin Üretim Alanı(da) ve Miktarı (ton)

İller	Üretim Alanı(dekar)	Üretim Miktarı(ton)
<b>Antalya</b>	62,520	160,620
<b>Mersin</b>	40,110	104,390
<b>Adana</b>	21,890	83,890
<b>Muğla</b>	23,080	68,460
<b>Denizli</b>	23,810	44,240
<b>Adıyaman</b>	15,350	38,470
<b>Hatay</b>	14,430	31,890
<b>Gaziantep</b>	17,250	22,380
<b>İzmir</b>	7,260	19,450
<b>Aydın</b>	9,140	15,840

**Kaynak:** (TÜİK, 2021)

## 2.2. Nar’ın Pomolojik Özellikleri Üzerine Yapılan Çalışmalar

Ege Bölgesi’nde yapılan seleksiyon çalışmasında, bölgeye adapte olmuş uygun nar çeşitlerinin morfolojik ve fenolojik özellikleri 108 adet nar genotipi arasından seçilen 13 adet narda yapılmıştır. Çalışma sonucunda meyve ağırlığı 208,00-553,00 g, meyve suyu randımanı %36,00–54,00 ve dane randımanının %43,00–62,00 arasında değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Ercan vd., 1992).

Hatay ili Kırıkhan ilçesinde yapılan çalışmada nar genotiplerinin meyve boyu 69,00-83,00 mm, meyve eni 80,00-94,00 mm, meyve ağırlığı 250,00-441,00 g, 100 dane ağırlığı 29,00-50,00 g, dane randımanı %54,00-73,00, kabuk kalınlığı 3,70-4,30 mm, titre edilebilir asitliği %0,30-3,90 ve SÇKM miktarının %14,00-15,00 arasında değiştiği ve bu çalışmada ki genotiplerden beş tanesinin ümit var olduğu bildirilmiştir ( Polat vd., 1999).

Güneydoğu Anadolu ve Ege bölgelerinde yetiştiriciliği yapılan narlardan 35 tanesi selekte edilerek pomolojik ve fenolojik özelliklerinin belirlendiği çalışmada, meyve eni 78,00-102,00 mm, meyve ağırlığı 93,00-223,00 g, meyve boyu 67,00- 88,00 mm, dane randımanı %41,00-64,00 ve SÇKM %12,00-16,00, titre edilebilir asit miktarının %0,19-2,38 arasında değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Onur vd., 1999).

Hatay ili Dörtöyl ilçesinde yetiştiriciliği yapılan Hicaz, Kara Mehmet, Katırbaşı ve Çekirdeksiz nar çeşitleri ile yürütülen çalışmada, meyve eni 75,20-85,30 mm, meyve boyu 67,50-78,70 mm, meyve ağırlığı 241,10-319,80 g, dane randımanı %57,70-64,10 ve titre edilebilir asit miktarı %0,39-1,59, SÇKM %14,30-16,60 arasında olduğu ve kabuk üst zemin renginin kırmızı, pembe; alt zemin renginin yeşil, sarı olduğu bildirilmiştir (Polat vd., 2002).

Bitlis ili Hizan ilçesindeki nar genotiplerinin meyve özelliklerinin belirlendiği çalışmada, meyve boyları 62,00-78,00 mm, meyve çapları 68,00-90,00 cm, kabuk kalınlıkları 1,30-2,80 mm, sepal sayıları 5-8, meyve suyu oranları %28,00-55,00, meyve ağırlıkları 192,00-388,00 g olup, titre edilebilir asitliği %0,37-4,30, SÇKM % 10,00-17,00 arasında değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Yılmaz vd., 2003).

Tokat'ın Niksar ilçesinde yetiştiriciliği yapılan 5 nar çeşidinin meyve özellikleri ile ilgili yürütülen çalışmada, meyve ağırlığı 140,90-281,10 g, kabuk kalınlığı 2,82-3,59 mm, 100 dane ağırlığı 24,10-41,49 ve SÇKM %13,50-16,70, titre edilebilir asitlik %2,66-3,58 değerleri arasında değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Özkan, 2003).

Siirt'in Pervari ilçesinde yetiştiriciliği yapılan Pervari narlarının meyve özelliklerinin belirlendiği çalışmada, meyve boyları 61,00-74,00 mm, meyve enleri 71,00-84,00 mm, meyve ağırlıkları 197,00-310,00 g, dane randımanları %49,40-66,40, 100 dane ağırlıkları 29,40-52,60 ve meyve suyu hacimleri 52,00-126,00 ml arasında değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Kazankaya vd., 2003).

Hakkâri ilinde seçilen 46 nar genotipinin pomolojik ve morfolojik özelliklerinin belirlendiği çalışmada, meyve boyu 60,00-81,00 mm, meyve çapı 30,80-88,90 mm, meyve ağırlığı 131,00-337,00 g, kaliks boyu 11,00-26,10 mm ve kaliks çapı 11,20-18,10 mm, dane

randımanı %49,50-71,50 ve pH değeri 2,60-3,80, titre edilebilir asitliğin %1,50-2,90 arasında değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Muradoğlu vd., 2006).

Hatay ilinde yetişen 6 nar genotipinde yapılan çalışmada narların ortalama meyve eni 90,70 mm, ortalama meyve boyu 81,50 mm ve ortalama meyve ağırlığının 406,00 g bulunduğu bildirilmiştir (Durgaç vd., 2008).

İran'ın farklı bölgelerinde yetiştiriciliği yapılan 20 nar genotipinin pomolojik ve morfolojik özelliklerinin belirlendiği çalışmada, meyve ağırlığı 103,88-505,00 g, dane randımanı %46,30-72,60, meyve suyu randımanı %20,18 -59,83, kabuk kalınlığı 1,60-6,10 mm ve SÇKM %15,17-22,02, titre edilebilir asit miktarı %0,35-3,36, ve pH değerinin 2,75 olarak bulunduğu bildirilmiştir (Akbarpour vd., 2009).

Artvin ili ve ilçelerine ait 61 nar ağacı üzerinde her bir ağaçtan 10 adet meyve örneği alınarak yapılan çalışmada, meyve ağırlığı 146,60-768,90 g, meyve kabuk kalınlığı 2,69-6,05 mm, dane randımanı %38,66-84,69, meyve suyu randımanı 19,43-89,09, SÇKM %14,10, pH değerinin 2,30-4,01 arasında değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Ercişli vd., 2009).

Şanlıurfa ilinde yürütölen çalışmada; Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Ege Bölgesi ve Akdeniz Bölgesinde seçilen nar çeşitlerinin pomolojik özelliklerine bakılarak, Akdeniz bölgesinde seçilen narların, meyve ağırlıklarının 189,90-430,90 g, dane randımanının %42,60-63,40, 100 dane ağırlığının 26.60-46.30 g ve titre edilebilir asitliğin %0,2- 2,2, SÇKM'nin %13.8-16,12 arasında değiştii; Güney-Doğu Anadolu bölgesinde ki narların, meyve ağırlıklarının 157,4- 402.3 g, posa miktarlarının %40,50- 51,20 ve SÇKM'nin %13,7-14,8, toplam asitliğin %0,2-2,2 arasında değiştii; Ege bölgesinde de seçilen narların meyve ağırlıklarının 194,6-312,49 g, dane randımanının %35,40- 61,20, 100 dane ağırlığının 24,00-35,4 g ve toplam asitliğin %0,40- 0,70 ile SÇKM'nin %14,40- 16,20 arasında değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (Ak vd., 2009).

Siirt ilinin Şirvan ilçesinde yetiştiriciliği yapılan ve yöre iklimine adapte olmuş 24 nar genotipinin pomolojik özelliklerinin belirlendiği çalışmada meyve boyu 60,79-78,67 mm, meyve eni 67,27-86,92, meyve ağırlığı 161,45-302,35 g, meyve suyu miktarı 69,00-121,00 ml, meyve suyu randımanı 33,50-51,70 ml/g ve dane randımanının %48,10-68,90 arasında değişiklik göstermiştir (Gündoğdu vd., 2010).

İran'da yapılan 20 nar çeşidinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlendiği çalışmada, meyve ağırlığı 196,89-315,28 g, meyve boyu 69,49-81,56 mm, meyve eni 64,98-

86,88 mm, dane randımanı %37,59-65,00, SÇKM %11,37-15,07 ve titre edilebilir asitlik miktarı %0,33-2,44 arasında değişiklik göstermiştir (Tehranifar vd., 2010).

İzmir, Gaziantep, Antalya, Mersin, Adana, Aydın, Kilis, Muğla gibi çeşitli illerden toplanan Hicaznar, Devediş, Katırbaşı, Ernar, Fellahyemez, Aşınar ve Ekşilik gibi nar çeşitlerinin pomolojik özelliklerinin belirlendiği çalışmada, ortalama meyve ağırlığı 374,90 g, ortalama kabuk oranları %50,00, ortalama meyve suyu randımanı %34,70, ortalama dane oranı %49,90 ve sadece danelerden elde ettikleri ortalama meyve suyu randımanı %8,30 arasında değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir (Türkmen ve Ekşi, 2010).

Hakkari ili Çukurca ilçesine adapte olmuş ve yetiştiriciliği yapılan 20 nar genotipinin ağaç ve meyve özellikleri ile ilgili yapılan çalışmada meyve ağırlığı 75,10-190,80 g, dane randımanı %47,86-82,03 ve SÇKM miktarı %9,00-19,00 arasında olup çalışmanın sonucunda 9 nar genotipinin ümit var olduğu bildirilmiştir (Özatak, 2010).

Bitlis ili Narlıdere köyünde yerel 50 nar tipi belirlenmiş ve her birinden 17 örnek alınarak ümitvar olarak seçilen tiplerin pomolojik, morfolojik ve kimyasal özelliklerinin belirlendiği çalışmada, meyve ağırlığı 99,77-515,97 g, meyve boyu 51,03-90,99 ve SÇKM % 5,96-9,15, titre edilebilir asit miktarı %0,07-1,06, pH %2,71-4,36 değerleri arasında değişiklik göstermiştir (Okatan, 2011).

Tunus'ta ex-situ nar koleksiyonundan alınan 21 yerel nar çeşidi ile yapılan çalışmada, meyve ağırlığı 87,14-590,80 g, meyve eni 51,80-104,54 mm ve meyve boyu 49,25-92,57 mm arasında, SÇKM %12,78-15,87 ile titre edilebilir asit miktarının %1,97-18,66 aralığında değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (Zaouay ve Mars, 2011).

Bitlis İli Hizan ilçesinde yetişen 25 yerel nar genotipinin pomolojik ve fenolojik özelliklerini belirlemek için yürütölen çalışmada, ortalama meyve ağırlığı 192,30-388,30 g, meyve eni 68,10-90,40, meyve boyu 62,30-88,70 mm, kaliks boyu 12,20-25,10 mm, kaliks çapı 11,50-20,90 mm, çekirdek ağırlığı 18,50-38,70 g, titre edilebilir asit miktarı %0,33-4,03, dane randımanı ise %28,00-55,00 değerleri arasında değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Oğuz, 2012).

Şanlıurfa'nın Siverek ilçesinde yetiştiriciliği yapılan yerel nar genotiplerinin pomolojik ve morfolojik özelliklerini belirlemek için yürütölen çalışmada, meyve ağırlığı 267,72-650,56 g, meyve eni 80,12-109,61 mm, meyve suyu miktarı 81,00-98,00 ml, meyve uzunlukları 69,60-92,72 mm, meyve hacimleri 275,00-731,67 ml, meyve yoğunluğu 0,868- 0,974 g/cm<sup>3</sup>, kaliks uzunluğu 13,47-22,49 mm, kaliks yarıçap 10,19-17,03 mm, tüm dane ağırlıkları 141,33-361,33

g, SÇKM %12,64-16,68, titre edilebilir asitlik %0,55-2,99, pH değeri %2,84-3,31 ve şekil indeksi 0,833-0,914 değerleri arasında belirlendiğini bildirmişlerdir (Kılıç, 2014).

Şanlıurfa'nın Siverek ilçesindeki Katina, Büyükyakıtlı, Küçükgöl, Yapraklı, Büyükgöl köylerinde yetişen 15 nar tipinde yapılan çalışmada, meyve ağırlığı 218,00-1247,00 g ve SÇKM miktarının %13,00-17,43 arasında değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Kaplan, 2014).

Adana ili Kozan ilçesinin Kuytucak yöresinde yetiştiriciliği yapılan yerel üç nar genotipinin ve bir standart çeşidin pomolojik özelliklerini belirlemek için yürütülen çalışmada, ortalama meyve ağırlığı 270,00-457,00 g, meyve boyu 82,79-97,07 mm, meyve eni 83,14-97,11 mm, kabuk kalınlığı 4,75-5,52 mm ve dane randımanı %71,33-81,17, 100 dane ağırlığı 37,00-69,00 g, SÇKM miktarının ise %15,40-17,60 arasında değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Gerçekçiöğlü vd., 2015).

Türkiye'de yetiştiriciliği yapılan Silifke aşısı ile Hicaznar nar çeşitlerinin pomolojik ve kimyasal özelliklerinin belirlendiği çalışmada, meyve ağırlığı 251,01-530,25 g, meyve boyu 60,30-89,97 mm, meyve eni 75,57-100,68 mm, meyve suyu hacmi 106,66-186,00 ml, şekil indeksi 0,82- 0,92, SÇKM %11,50-14,62 ve titre edilebilir asit miktarı %0,19-1,17 arasında tespit edilmiştir (Gündoğdu vd., 2015).

Diyarbakır'a bağlı olan Çermik ve Dicle ilçelerinde yetiştiriciliği yapılan 10 yerel nar genotipinin pomolojik özelliklerinin belirlendiği çalışmada, meyve ağırlığı 198,80-366,00 g, meyve suyu hacmi 63,90-135,70 ml, SÇKM %15,0-21,0, titre edilebilir asitlik %0,65-1,21, dane randımanının %58,10-70,00 arasında olduğu ve seçilen 10 genotipin ümit var olduğu bildirilmiştir (Çiçek, 2016).

Şanlıurfa'da yapılan çalışmada yöre iklimine adapte olmuş ve doğal olarak yetiştiriciliği yapılan 15 nar genotipinin, meyve ağırlığı 267,72-650,56 g, meyve boyu 69,60-92,72 mm, meyve eni 80,12-109,61 mm arasında bulunurken, kaliks boyu 13,47-22,49 mm, kaliks çapı 10,19-17,03 mm, dane ağırlığı 141,33-361,33 g, meyve suyu hacmi 81-98 ml ve SÇKM %12,64-16,88 ve titre edilebilir asitlik %0,55-2,99 değerleri arasında değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (İkinci ve Kılıç, 2016).

Nepal'de doğal olarak yetişen dört nar çeşidi ile yapılan çalışmada, meyve ağırlığı 125,25-355,40 g, meyve boyu 55,70-94,40 mm, meyve eni 61,20-85,80 mm ve 100 dane ağırlığı 23,75-43,00 g arasında bulunduğu bildirilmiştir (Poudel vd., 2017).

Orta Sakarya Havzası'nda yetiştirilen otuz farklı yerel nar genotipine ait pomolojik ve kimyasal özelliklerinin belirlendiği çalışmada, meyve ağırlığı 153,50-409,90 g, meyve eni

64,40–96,30 mm, meyve boyu 59,90–83,50 mm, kaliks sayısı 5,60–7,50, kaliks boyu 10,60–22,10 mm, kaliks çapı 15,60–37,50 mm, kabuk kalınlığı 1,90-5,70 mm, dane randımanı % 40,50–68,50, usare randımanı %28,50–53,70, 100 dane ağırlığı 17,50–46,60 g, şekil indeksi 0,83–1,03 arasında değiştiği, SÇKM %15,60–24,00 ve titre edilebilir asit miktarlarının % 0,30-3,40 arasında bulunmuştur (Akbel, 2017).

Şanlıurfa'da yürütülen çalışmada belirlenen üç nar çeşidinin meyve özelliklerini incelendiğinde, meyve ağırlığı 330,22-633,75 g, 100 dane ağırlığı 32,33-61,20 g ve titre edilebilir asit miktarı %1,30-2,91 ve SÇKM miktarının %15,16-17,50 arasında değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Özden vd., 2017).

Şırnak ilinde yetiştiriciliği yapılan standart nar çeşitleri ile önemli nar genotiplerinin pomolojik ve bazı kimyasal özelliklerinin belirlendiği çalışmada, meyve ağırlığı 205,44-525,87 g, meyve boyu 59,34-87,46 mm, meyve eni 70,81-79,26 mm, kaliks boyu 16,34- 18,54 mm, kaliks çapı 14,90-19,79 mm, 100 dane ağırlığı 36,98-61,81 g, meyve suyu hacmi 26,20-155,67 ml, şekil indeksi 0,840- 0.910, titre edilebilir asit %52,80-123,75 ve SÇKM miktarının %15,90-18,20 arasında değişiklik göstermiştir (Boğuç, 2018).

Mardin ilinin Artuklu ve Kızıltepe ilçelerine adapte olmuş yerel nar genotiplerinden seçilen 18 nar üzerinde yapılan çalışmada, meyve boyu 65,00-95,80 mm, meyve eni 72,80-108,00 mm, meyve ağırlığı 207,30-689,50 g, kaliks çapı 9,15-22,50 mm, kaliks boyu 12,10-17,90 mm, dane randımanı %40,50-78,40, 100 dane ağırlığı 25,30-49,40 g, meyve suyu hacmi 78,00-296,00 ml ve titre edilebilir asit %0,06-0,09 ve SÇKM miktarının %15,00-18,00 arasında değişiklik göstermiştir (Öztürk vd., 2019).

İtalya'da üç nar çeşidinin meyve özelliklerinin belirlendiği çalışmada, meyve boyu 69,20-82,30 mm, meyve eni 89,90-92,20 mm, titre edilebilir asit %18,10-52,70 ve SÇKM miktarı %12,90-15,00 arasında değişiklik göstermiştir (Passafiume vd., 2019)

Diyarbakır ilinin Dicle ile Çermik ilçelerinde yapılan çalışmada yetiştiriciliğinin yapıldığı on nar genotipinin, meyve ağırlığı 198,80-366,00 g, meyve suyu hacmi 63,90-135,70 ml ve dane randımanı %58,00-70,00 arasında bulurken, SÇKM miktarı %15,00-21,00 ve titre edilebilir asit miktarı %0,65-1,21 arasında değişiklik göstermiştir (Çiçek vd., 2019).

Şanlıurfa'da Hicaznar, Devediş, Katırbaşı, Suruç Karası ve Suruç nar çeşitlerinin pomolojik özelliklerinin belirlendiği çalışmada, meyve ağırlığı 201,55-637,50 g, meyve boyu 66,93-98,21 mm, meyve eni 69,49-105,28 mm, kaliks çapı 19,31-26,39 mm, kaliks boyu 15,66-25,44 mm, şekil indeksi 0,861- 0,974 mm, meyve suyu hacmi 94,00-120,00 ml, dane randımanı

%43,55- 68,98, 100 dane ağırlığı 23,66-47,76 g, SÇKM miktarı %14,60- 16,60 ve titre edilebilir asit miktarı %0,67-2,74 arasında bulunduğunu, kabuk üst zemin renklerinin üç örnekte kırmızı, iki örnekte açık pembe, bir örnekte pembe, bir örnekte siyah; dane renginin üç örnekte kırmızı, üç örnekte açık pembe, bir örnekte pembe; kabuk alt zemin renklerinin beş örnekte sarı, bir örnekte yeşil-sarı, bir örnekte kırmızı olduğu tespit edilmiştir (Dursun, 2021).

Kuzey Irak'ın Halepçe ilinde bölgeye adapte olmuş yerel nar çeşitlerinin, meyve ağırlığı 206,00-266,00 g, meyve eni 75,92-81,18 mm, meyve boyu 64,13-70,73 mm, dane randımanı %62,24,SÇKM %11,80-15,80 arasında ve titre edilebilir asitlik %0,12-0,27 arasında bulunduğu belirtilmiştir (Mohammed, 2021).

Diyarbakır'ın Dicle ilçesinde standart nar çeşidi olan Hicaznar ile yerel nar çeşitlerinden olan Ağa narı, Mayhoş, Tatlı nar, Hınara şirin, Hınara tırş, Miğoş, K. Mayhoş, Bori ve Şekerek narlarının fiziko-kimyasal özelliklerinin belirlenmesi için yapılan çalışmada, meyve ağırlığı 104,11-501,67 g, meyve çapı 59,36-101,49 mm, meyve boyu 53,24-88,98 mm, şekil indeksi 0,86-0,97 arasında bulunurken meyve suyu hacmi 34,90-90,90 ml, 100 dane ağırlığı 19,77-35,07g ve meyve yoğunluğu 0,88-1,12 g/ cm<sup>3</sup> ve SÇKM %13,73-15,93, titre edilebilir asit miktarı %0,21-1,20, pH miktarının 3,23-4,68 arasında bulunduğu bildirilmiştir (Şimsek ve Etik, 2022).

### **2.3. Nar'da Yapılan Moleküler Çalışmalar**

Nar meyvesinin, son yıllarda taze meyve olarak tüketiminin yanında gıda, endüstri, kozmetik ve sağlık gibi birçok alanda kullanımının artmasıyla birlikte ülkemizin ihracat ve ithalatında büyük önem taşıdığı bilinmektedir. Türkiye'de nar üretiminin artması ve yeni çeşitlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmakta olup bu çalışmalarda klasik ıslah çalışmalarıyla birlikte biyoteknolojik çalışmalar büyük önem taşımaktadır.

Moleküler markörler bu konuda sık kullanılan gelişmiş bir yöntem olup, bitki ıslah çalışmalarında gen piramitlerinin oluşturulması, erken seleksiyon, geri melezleme ıslahı, resesif genlerin seleksiyonu, yabancı genlerde gen transferi gibi özellikleri ile yeni çeşitlerin gelişimini hızla arttırmaktadır. Moleküler markörler klasik ıslahın başarısını destekleyici ve tamamlayıcı bir tekniktir. Bu teknik sayesinde bitki ıslah çalışmaları, klasik ıslaha oranla çok daha az sürede, başarılı ve daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır (Yorgancılar vd., 2015: 6).

Markör, kromozomun üstünde bulunan küçük DNA parçası veya bir işaret olarak bilinir. Bu küçük DNA parçası veya işaret genden bir parça ya da genler arasındaki bir DNA dizisi olur. Bir genomun DNA'sını analiz etmek için herhangi bir bölümünden alınan bir miktar doku

parçası yeterlidir (Boststein vd., 1980: 314). Farklı dizilimlerde DNA uzunlukları farklı markör teknikleri ile bitkilerin ayırımında kullanılır ve bu sayede bitkilerde moleküler karakterizasyon, gen yapıları ve genetik akrabalıkları gibi çalışmalar yapılmaktadır (Hiloğlu, 2012: 14). Ayrıca DNA markörlerinin ıslah süresini kısaltmaya yardımcı olmasının yanında kullanılışı kolay ve güvenilirliği yüksek olması, bir türün içindeki farklı bireylerin DNA bölgeleri ile polimorfizmi göstermesinin yanında varyasyonun belirlenmesini sağlamaktadır. Bitkilerdeki genetik ilişkileri ortaya çıkarmak için kullanılan ilk DNA markörü RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism)' dir. Ancak yöntemin yüksek maliyeti, uzun ve yoğun iş gücünün yanında radyoaktif madde kullanımı gerektiği için yöntem çok fazla etkili olmamış ve PCR (Polymerase Chain Reaction)' a dayalı moleküler markörlerin gelişmesine neden olmuştur. Bu moleküler markörler ise RAPD, AFLP, ISSR, SSR, SCAR, SNP gibi belirleyicilerden oluşturmaktadır (Uzun vd., 2009: 307).

ISSR (basit tekrarlı diziler arası polimorfizm) moleküler markörü PCR'a dayalı bir teknik olup ökaryotların genomlarında 2, 3, 4, 5 gibi tekrar eden nükleotid birimlerinden bağımsız olarak zıt yönde iki basit dizi tekrarlarının arasında yer alan DNA parçasının amplifikasyonu ile ilişkili bir yöntemdir. Genomda rastgele dağılımı ve SSR belirtecinin bir modifikasyonu olması ile tekrarlanabilirliği yüksek ve daha hassas bir yöntem olarak bilinir (Zietkiewicz vd., 1994: 177). Bu markör filogenetik çalışmalarda, genetik çeşitliliği belirleme ve genom haritalamada kullanılan bir tekniktir. ISSR markörleri Mendel kalıtımına göre dominant markör vererek kullanımı kolay ve hızlı ayrıca uzun primerleri olduğundan daha güvenilir ve (Bornet ve Branchard, 2001: 214), maliyetinin düşük olmasından dolayı tercih edilen bir yöntemdir (Wang vd., 1998: 1092).

Sarkhosh vd., (2006) tarafından RAPD markörleri ile yürütülen çalışmada 21 yumuşak çekirdekli nar genotipinin moleküler analizleri 21 primer kullanılarak yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda; benzerlik oranı 0,13-1,00 arasında değişiklik gösterdiği ve nar genotipleri arasında düşük polimorfizmin sebebinin yumuşak çekirdekli narların kullanılmasına bağlı olduğu belirtilmiştir.

Ercişli vd., (2007) Çekirdeksiz, Kırmızı Kabuk, Siyah Nar, Nuz Eksi, Yeşil Kabuk, Kirli Hanım gibi nar çeşitleri ile yürüttükleri çalışmada RAPD markörü kullanarak çeşitler aralarındaki biyokimyasal ve genetik ilişkileri incelemişlerdir. Çalışma sonucunda; 76 primerin 15 polimorfik bant ürettiği ve kullanılan RAPD yöntemi ile nar çeşitlerinde yağ asitlerinin bileşiminde oluşan farklılıkların ayırt edilebileceğini bildirmişlerdir.

Çin’de altı farklı bölgede araştırmacılar tarafından yürütölen çalışmada 85 farklı nar çeşidi ile AFLP markörleri kullanılarak moleküler analizler yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda %73,26 ile yüksek polimorfizm elde edilmiştir. Popölasyon ve tür çeşitliliği ayrı olarak incelenmiş olup tür seviyesindeki genetik çeşitliliğin popölasyona göre daha fazla olduğu ve çalışmadaki narların Çin’ de yüksek genetik çeşitliliği etki ettiği belirtilmiştir (Yuan vd., 2007).

Hatay’da, İnce kabuk, Ekşi Nar, Kan Narı, Katırbaşi, şerife, Tatlı gibi nar çeşitlerinde pomolojik özelliklerinin belirlenmesi ve RAPD markörü ile genetik çeşitlilik çalışması yapılmıştır. Çalışma sonucunda 100 RAPD primeri test edilmiş ve çeşitler arasında %22 polimorfizm saptanmıştır. Yapılan pomolojik testlerin moleküler veri sonuçları arasında tutarsızlık olduğu belirtilmiştir (Durgaç vd., 2008).

Pitsiouni vd., (2010) tarafından 38 farklı nar genotipi ve 2 nar çeşidi arasındaki farklılık RAPD ve ISSR moleküler markörleri kullanılarak belirlenmiştir. DNA ekstraksiyonu CTAB metodu kullanılarak genç yapraklardan yapılmış ve en çok polimorfik bant veren 10 RAPD ve 10 ISSR primeri kullanılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda Yunan eşidi ’Ermioni’, ’Wonderful’ çeşidiyle %95 oranında yüksek genetik benzerlik gösterdiği, ISSR markörlerin daha çok polimorfik bant üretmesinden dolayı nar genotip ve eşitleri arasındaki genetik ilişkilerin belirlenmesinde daha etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Bedaf vd., (2011) İran’da bulunan nar çeşitlerinin yüksek morfolojik özellikleri göz önünde bulundurarak seçilen 24 nar eşidinde RAPD ve ISSR markörlerini kullanılarak moleküler karakterizasyonu belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda ikili benzerlik indeks değerleri, RAPD 0,353 ile 1,00 – ISSR 0,291 ile 0,930 ve ortalama benzerlik indeksi 0,604 ile 0,674 arasında değişmiş olduğunu saptamışlar ve ISSR belirteçlerinin çok daha iyi tekrarlanabilir bantlar ürettiğini bu yüzden gruplamada daha iyi olduğunu bildirilmişlerdir.

Çoruh vadisinden seçilen 19 nar genotipinin meyve özellikleri ve AFLP markörünü kullanarak moleküler karakterizasyon çalışması yapılmıştır. Çalışma sonucunda, 4 farklı AFLP primer kombinasyonu kullanılarak toplam 297 bant elde edilirken, 213 bantın polimorfik özellik gösterdiği ve bunun sonucunda %73,00 oranında polimorfizm elde edildiği belirtilmiştir (Ercişli vd., 2011).

Orhan vd., (2014) tarafından oruh Vadisi’nde yürütölen çalışmada yetiştiriciliği yapılan 19 nar genotipinin RAPD markörleri ile moleküler analizleri yapılmıştır. Yapılan alışma sonucunda 9 primer ve toplam 63 polimorfik bant ile %49,20 polimorfizm oranı elde edilirken, benzerlik indeksi 0,920- 0,556 arasında saptanmış olup genetik verilerin, morfolojik

verilerle arasında uyum olmadığını ve moleküler verilerin DNA seviyesinde daha güvenilir sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

Fas'ta yürütülen çalışmada üç farklı coğrafi bölgeden toplanan 27 nar genotipinin 61 ISSR markörü kullanılarak genetik çeşitliliği incelenmiştir. Cluster analizleri sonucu genotipler iki alt kümeye ayrılmış ve coğrafi orijinleri ile herhangi bir ilişkisinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda polimorfizm oranı %87,14 bulunurken ISSR markörlerin, nar genotiplerinde genetik çeşitliliği belirlemek için güvenilir olduğu bildirilmiştir (Jbir vd., 2014).

Mısır'da 6 nar çeşidi üzerinde yapılan moleküler karakterizasyon çalışmasında ISSR ve AFLP markörleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda ISSR primerinde %53,00 AFLP primerinde %90,70 polimorfizm seviyesi belirlenmiştir (Ismail vd., 2014).

Sri Lanka'nın nar yetiştiriciliği yapılan bölgelerinde rastgele seçilen 69 nar genotipinde, 15 ISSR primeri kullanılarak moleküler karakterizasyon çalışması yapılmış ve çalışma sonucunda polimorfizm oranı %52,00-93,00 arasında değiştiği belirtilmiştir (Attanayake vd., 2016).

Irak'ın farklı coğrafik bölgelerinden alınan 10 nar genotipinin genetik çeşitliliğini belirlemek için 10 ISSR primeri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda 72 allel veren genotiplerde %66,00 polimorfizm oranı bulunurken, narların arasındaki genetik benzerliğin 0,119-0,438 arasında olduğu bildirilmiştir (Almiahy ve Jum'a, 2017).

Hindistan'ın Maharashtra eyaletinde bulunan Bhagwa ile Bhagwa benzeri nar genotiplerinin moleküler karakterizasyon çalışmasında özgün ve genetik çeşitliliğin belirlenmesi için Phule Arakta ve Mridula iki nar çeşidi ile 14 ISSR primeri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda narların %90,28 polimorfik olduğu, genotipler arası benzerliğin 0,00 ile 0,04 arasında değiştiği ve Bhagwa nar çeşidi ile yakından ilişkili olan genotiplerin Phule Arakta ve Mridula nar çeşitlerinden açıkça ayırt edilebileceği belirtilmiştir (Sonawane vd., 2018).

Azerbaycan'da yetişen 85 nar genotipinin 14 ISSR markırı kullanarak moleküler karakterizasyon çalışması yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, 102 PCR fragmenti elde edilerek 80 tane polimorfik bant elde edilmiş, genetik benzerlik indeksinin 0,032 ile 0,94 arasında ve polimorfizm oranının ise %75,50 olduğu belirtilmiştir (Hajiyeva vd., 2018).

Hindistan'ın bölgeleri olan Uttarakhna ve Himachal Pradesh'te toplanmış 68 nar genotipinin genetik çeşitliliğini ortaya çıkarmak için 43 ISSR markörü kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda tüm primerler polimorfik bant vererek benzerlik oranının %39,00 olduğu, küme analiz sonucunun ise iki ana gruba ayrıldığı belirtilmiştir (Singh vd., 2018).

Batmaz, (2019) tarafından nar genetik koleksiyonunda yer alan 90 nar genotipinin moleküler karakterizasyonu ISSR moleküler markör tekniği kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada 23 ISSR primeri kullanılmış, 21 primerde amplifikasyon elde edilmiş ve 20 primerin polimorfik bant ürettiği bildirilmiştir. Nar genotiplerinin coğrafik orijinlere göre gruplanmadığı dağınık bir dağılım gösterdiği belirtilmiştir.

Al-Mousa vd., (2019) Suriye’de 5 nar genotipinde 20 ISSR primeri kullanarak yaptıkları moleküler karakterizasyon çalışmasında, ISSR moleküler markör tekniğinin nar meyvesindeki genetik çeşitliliği değerlendirmede yeterince etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Yunanistan’daki Naoussa şehrinde bulunan bir ex-situ koleksiyonunda yetiştirilen 26 Yunan narı ile yabancı nar genotipleri arasında yapılan çalışmada ISSR moleküler markırı ile SCoT belirteci kullanılarak aralarındaki genetik çeşitlilik ve genetik ilişkiler incelenmiştir. Çalışma sonucunda 26 nar çeşidinde ISSR markırı ile 77 bant ve SCoT belirteci ile 82 bant olmak üzere toplam 184 bant elde edildiği bildirilmiştir (Karapetsi vd., 2021).

Sevindik ve Efe, (2021) Türkiye’nin Ege Bölgesi’ndeki nar popülasyonlarının moleküler karakterizasyon ve genetik çeşitliliği ile filogenetik analizleri için ISSR-PCR ve Kloroplast DNA trnL-F dizileri kullandıklarını bildirmişlerdir. Çalışmada kullanılan 8 ISSR moleküler markörü ile toplam 55 bant elde edildiği, polimorfizm oranının %78,00 olarak bulunduğu ve ISSR markörü ile elde edilen polimorfizm oranının trnL-F dizilerinden elde edilen sonuçlardan daha yüksek olduğunu bildirilmişlerdir.

### 3. MATERİYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak Bilecik ilinde nar yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı İnhisar ilçesinden, yöre iklimine adapte olmuş İnhisar (Devediş), ekşi ve tatlı nar genotiplerinden meyve verim ve kalitesi açısından öne çıkan ağaçlar yetiştiricilere sorularak 33 genotip belirlenmiştir. Karşılaştırma amaçlı kullanılan standart nar çeşitleri (Hicaznar, Fellahyemez ve Katırbaşı) ise Yalova Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir. Meyve örneklerinin pomolojik ve kimyasal analizleri Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkez Laboratuvarında, moleküler karakterizasyon çalışmaları ise Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi Laboratuvarında yürütülmüştür.

#### 3.1.1. Çalışmada Kullanılan Standart Nar Çeşitlerinin Özellikleri

**Hicaznar:** Antalya Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü aracılığıyla Antalya'daki kapama bahçelerinden selekte edilmiş olup ülkemizde iç ve dış pazarda oldukça ilgi görerek nar yetiştiriciliği ile ihracatın büyük bir kısmını oluşturan ana çeşittir. Kabuk ile dane renginin koyu kırmızı olması albenisi arttıran en önemli özelliğidir. Meyve suyu üretimiyle birlikte sofralık olarak tüketimi oldukça yüksektir. Ağaç yapısı kuvvetli ve dip sürgünü verme eğilimi yüksektir. Ortalama meyve ağırlığı 350 gr, kabuk rengi kırmızı, orta-sert çekirdekli, koyu dane renkli, iri meyveli ve mayhoş bir tada sahiptir. Uzun süre muhafaza edilme özelliğine sahiptir (Polat-Çeltikci, 2008: 56). Yalova Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsünden temin edilen Hicaznar çeşidine ait meyve görünümü Şekil 3.1'de sunulmuştur.



Şekil 3.1. Hicaznar Çeşidi

**Katırbaşı:** Doğu Akdeniz ile Güneydoğu bölgesinde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan Hicaznar'dan sonra ülkemizde en fazla tüketimi olan sofralık nar çeşididir. Kabuk rengi sarı üzerinde kırmızı noktalar yer almakta olup iri meyveli, tadı mayhoş, dane rengi kırmızı ve

pembe rengindedir. Kabuk kalınlığı ince, çekirdeği orta sertlikte olup tanelemesi kolaydır (Gündoğdu vd., 2015: 59).Yalova Bahçe Kùltùrleri Araştırma Enstitùsùnden temin edilen Katırbaşı nar çeşidine ait meyve gùrùnùmù Şekil 3.2’de sunulmuştur.



**Şekil 3.2.** Katırbaşı Nar eşidi

**Fellahyemez:** İnce sarı kabuk rengi, açık pembe dane renkleri ile iri taneli, sulu, tatlı, yumuşak ve kùùk çekirdekli olan verimli nar çeşididir (Gùlùkcù ve Tokgùz, 2008: 27; Özgùven ve Yılmaz, 2000: 4).Yalova Bahçe Kùltùrleri Araştırma Enstitùsùnden temin edilen Fellahyemez nar çeşidine ait meyve gùrùnùmù Şekil 3.3’ de sunulmuştur.



**Şekil 3.3.** Fellahyemez Nar eşidi

### **3.1.2. Araştırma Yeri ve Coğrafik Özellikleri**

Bilecik ili coğrafik olarak 39° ve 40° 31' kuzey enlemleri ile 29° 43' ve 30° 41' doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Marmara Bùlgesinin Gùneydođusunda ve Karadeniz, İç Anadolu, Ege bùlgelerinin kesim noktaları üzerinde yer alan Bilecik, 4307 km<sup>2</sup> lik yùz ölçümù ile Tùrkiye’nin kùùk illerinden biri olup doğusunda Bolu, Eskişehir, gùneyinde Kùtahya, batısında Bursa ve Kuzeyinde Sakarya illeri yer almaktadır. Bilecik ilinde dağlar topraklı alanın %32,00’sini kaplar. Yükseltiler tepe gùrùnùmünde olup ilin en yùksek noktası Bozüyük ilçesinin batı ile gùneybatısında yer alan Kala dağıdır (1906 m). Ovalar ise çok geniş olmayan düzlükler şeklinde olup ilin %7,00’lik bir bùlümünü kapsar. Yıllık yağış miktarı 450 kg/m<sup>2</sup> olup

yağış bakımından yeterli bir miktara sahip olan il, ormanlık alan bakımından oldukça zengindir. Bin metreye kadar yükseklerde olan orman örtüsü genellikle maki, otsu bitkiler ve meşeden oluşmaktadır. Ayrıca ilin geçit bölgesinde olması su kaynakları ile farklılık gösteren topografyasına paralel üç farklı iklim tipi görülmektedir. Tüm bu özellikleri ile meyve ve sebze yetiştiriciliğine oldukça elverişli bir yapıya sahip olan Bilecik, yöresel olarak farklılık gösterebilen üretim çeşitliliğine de sahiptir. (Anonim, 2020).

İnhisar, Bilecik ilinin 56 km uzaklığında olup İç Anadolu, Batı Karadeniz ve Marmara bölgelerinin kesiştiği noktada yer alarak mikro klima bölgesinde olduğundan üç farklı iklim tipi görülen ilçesidir. İlçe; kuzeybatısında Gölpazarı, doğusunda Mihalgazi, kuzeyinde Yenipazar, güneybatısında Söğüt ve güneydoğusunda Eskişehir ili ile komşudur. Engebeli bir arazi yapısına sahip olup doğu-batı yönünden akan Sakarya nehri ile bir vadi oluşturmaktadır. Bitki örtüsü ise Sakarya vadisinde yeşil olup çevresinde bozkır şeklindedir. Ayrıca yükseltiyle birlikte Karaçam, Kızılçam ile bozuk baltalık ormanlar yer almaktadır. İlçenin başlıca geçim kaynağı hayvancılık ile tarımdır. İlçenin mikro klima özelliğine sahip olmasının yanında Eskişehir ile İstanbul illerine yakınlığının ticari ilişkilerde ürünlerini pazarda satabilmesi tarımın gelişmesini sağlamıştır. Tarımda önemli ürünleri ise nar, kiraz, ayva ile üzümdür. Narı tatlı(Devediş) olup üretiminin yarısı Bakanlık desteği ile organik tarım yöntemiyle yapılmakta olup tatlı(Devediş) narlardan lokum yapılarak tescili alınmıştır.(Anonim, 2019).

## **3.2. Yöntem**

### **3.2.1. Arazi Çalışması**

2020 yılının Ekim ayında Bilecik ili İnhisar ilçesinde doğal olarak yetiştiriciliği yapılan ve yöre iklimine adapte olmuş nar genotiplerini, Bilecik ili İnhisar ilçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nden alınan bilgiler doğrultusunda ilçedeki üreticilere ait nar bahçelerinde verim ve kalite açısından öne çıkan 33 adet nar ağacı belirlenmiş ve her ağaçtan 5 adet meyve örneği alınmıştır (Şekil 3.4).



**Şekil 3.4.** Survey çalışması sırasında çiftçilerle görüşerek örnek alınması

### **3.2.2. Meyvelerin pomolojik ve kimyasal analizleri**

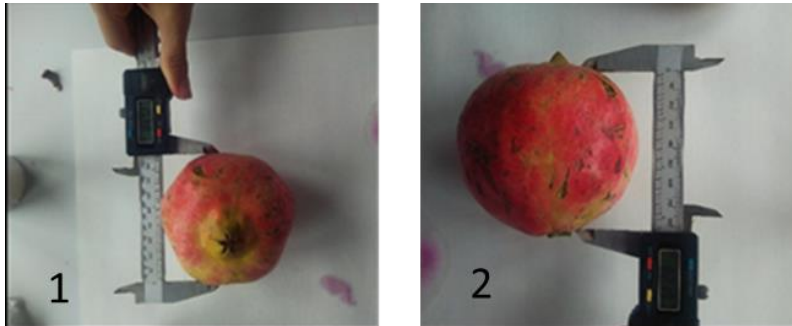
Çalışmada yer alan pomolojik ve kimyasal analizler Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi laboratuvarında yürütülmüştür. Pomolojik analizler için aşağıdaki ölçümler yapılmıştır;

#### **3.2.2.1. Meyve ağırlığı (g)**

Toplanan genotip ve standart çeşitlerin meyve ağırlığı, 0.01 g'a duyarlı hassas terazi ile tartılarak belirlenmiştir (Yılmaz, 2005: 39).

#### **3.2.2.2. Meyve eni ve boyu (mm)**

Toplanan genotip ve standart çeşitlerin meyve en ve boyu 0.01 mm'ye duyarlı olan dijital bir kumpas ile ölçülerek tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan nar genotipine ait meyve en ve boy ölçümü Şekil 3.5'te sunulmuştur (Yılmaz, 2005: 39).



**Şekil 3.5.** Çalışmada Kullanılan Nar Örneklerinin Meyve En ve Boy Ölçümü

### 3.2.2.3. Kaliks Sayısı (adet)

Toplanan genotip ve standart çeşitlerin kaliks sayısı, kaliksleri sayılarak belirlenmiştir (Yılmaz, 2005: 39).

### 3.2.2.4. Kaliks çapı ve boyu (mm)

Toplanan genotip ve standart çeşitlerin kaliks çapı ve boyu mm cinsinden dijital bir kumpas ile ölçülerek bulunmuştur. Çalışmada kullanılan nar örneğine ait kaliks çapı ölçümü Şekil 3.6’da sunulmuştur (Yılmaz, 2005: 39).



Şekil 3.6. Çalışmadaki Nar Örneğine Ait Kaliks Çapı Ölçümü

### 3.2.2.5. Kabuk Kalınlığı (mm)

Toplanan genotip ve standart çeşitlerin kabuk kalınlığı danelerin olduğu odacıkların orta bölgesi baz alınarak 0.01 mm’ye duyarlı dijital kumpas ile ölçülerek bulunmuştur (Yılmaz, 2005: 39).

### 3.2.2.6. Kabuk ve dane rengi

Alınan meyve örnekleri ve standart çeşitlerin kabuk ve dane rengi ölçümleri “CR 400 Model Minolta Colorimeter” C.İ.E. L\*a\* b\* cihazıyla yapılmıştır. L\*, rengin parlaklığında meydana gelen değişimleri gösterir. L\* değeri 100’e yaklaştıkça maksimum değerini alır ve bu renk beyaz renge gönderilen ışığın %100’ünün yansımaya dayanır. a\* değeri yeşil renkten kırmızı renge, b\* değeri de sarı renkten mavi renge doğru değişimini gösterir. b\*’ nin negatif değerleri mavi rengi, pozitif değerleri ise sarı rengi gösterirken, a\*’ nın pozitif değerleri kırmızı rengi ve negatif değerleri ise yeşil rengi gösterir (Yılmaz, 2005: 40).

### 3.2.2.7. Dane Randımanı (%)

Alınan meyve örnekleri ve standart çeşitlerin dane randımanı, tüm danelerin ayıklanarak ağırlığı alınmış ve dane ağırlığı tüm meyve ağırlığına oranlanarak belirlenmiştir. Dane randımanı oranı belirlenirken aşağıdaki formül kullanılmıştır (Yılmaz, 2005: 39).

$$\text{Dane Randımanı (\%)} = \frac{\text{Dane ağırlığı (g)}}{\text{Meyve Ağırlığı}} \times 100 \quad (3.1)$$

### 3.2.2.8. Meyve suyu randımanı (%)

Alınan meyve örnekleri ile standart çeşitlerin temizlenen daneleri sıkılarak, meyve suyu ile tohum birbirinden ayrılması sağlanmıştır Tohum ağırlığı belirlenmiş ve usare randımanı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Yılmaz, 2005: 40).

$$\text{Usare Randımanı (\%)} = \frac{\text{Dane Ağırlığı (g)} - \text{Tohum Ağırlığı (g)}}{\text{Meyve Ağırlığı (g)}} \times 100 \quad (3.2)$$

### 3.2.2.9. 100 dane ağırlığı (g)

Alınan meyve örnekleri ve standart çeşitlerin elle ayıklanan danelerinden 100 adet sayılarak hassas terazide tartılmasıyla belirlenmiştir (Şekil 3.7) (Yılmaz, 2005: 40).



Şekil 3.7. Daneleri ayıklanması ve tartılması

### 3.2.2.10. Çekirdek sertliği

Duyusal olarak yapılan testte çekirdek sertliği sert, orta ve yumuşak olarak belirlenmiştir (Onur, 1983).

### 3.2.2.11. Tat

Duyusal olarak yapılan testte tat derecelendirmesi tatlı, ekşi, mayhoş ve tatlı-mayhoş olarak gruplandırılmıştır (Onur, 1983).

### 3.2.2.12. Suda Çözünür Kuru Madde Miktarı (SÇKM %)

Alınan meyve örnekleri ile standart çeşitlerin her biri tamamen ayıklandıktan sonra temiz bir bez içinde el ile sıkılarak meyve suyu elde edilmiştir. Elde edilen meyve suyunu hassas refraktometre ile ölçümü yapılmıştır (Yılmaz, 2005: 41).

### 3.2.2.13. Titre Edilebilir Asitlik (%)

Meyve ve suyundaki titre edilebilir asit, 0.1 N'lik NaOH'in kullanıldığı titrasyon yöntemiyle tespit edilerek, sitrik asit cinsinden yüzde olarak hesaplanmıştır (Yılmaz, 2005: 41).

### 3.2.2.14. ph

Alınan meyve örneklerin ve standart çeşitlerin ph miktarı, dijital pH metre ile ölçülerek belirlenmiştir (Şen ve Güneş; 1996: 43).

### 3.2.2.15. Tartılı derecelendirme ile genotiplerin seçimi

Meyve ağırlığı, meyve tadı, dane randımanı (%), meyve suyu randımanı (%), daneleme kolaylığı, titre edilebilir asit miktarı (%), SÇKM (%) ve çekirdek sertliğinin belirlenmesi ile alınan veriler 'Tartılı Derecelendirme' yöntemi ile değerlendirilmiştir. Tartılı derecelendirmede esas alınan özellikler, önem derecesine göre verilen relatif puan, değişken ve puan Tablo 3.1'de verilmiştir.

**Tablo 3.1.** Tartılı Derecelendirme Kriterleri ve Puanlama

	Özellik	Relatif Puan	Değişken	Puan
1	Meyve Ağırlığı (g)	20	0-200	3
			200-300	5
			300-450	7
			450 <	10
2	Meyve Tadı	20	Mayhoş	5
			Tatlı-Mayhoş	7
			Tatlı	10
3	Dane Randımanı (%)	12	< 40	3
			40-50	5
			50-60	7
			> 60	10
4	Meyve Suyu Randımanı (%)	10	< 40	5
			40-50	7
			> 50	10
5	Daneleme Kolaylığı	12	Zor	5
			Orta	7
			Kolay	10
6	Titre Edilebilir asit (%)	5	>0,41	5
			<0,40	10
7	SÇKM (%)	12	< 16,4	5
			> 16,5	10
8	Çekirdek Sertliği	9	Sert	3
			Orta Sert	5
			Yumuşak	7
			Çok Yumuşak	10
	Toplam	100		

### 3.2.3. Moleküler Analizler

Tartılı derecelendirme yöntemine göre değerlendirilen nar genotiplerinden, 13 tane nar genotipi belirlenmiş olup bu genotiplerin yaprak örnekleri 2021 yılı Nisan ayında, Yalova Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsünden temin edilen Hicaznar, Katırbaşı ve Fellahyemez standart nar çeşitlerinin yaprak örnekleri ise Mayıs ayında alınmış ve analizler yapılincaya kadar Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkez Laboratuvarında bulunan - 80 °C'deki dolapta muhafaza edilmiştir.

#### 3.2.3.1. DNA İzolasyonu

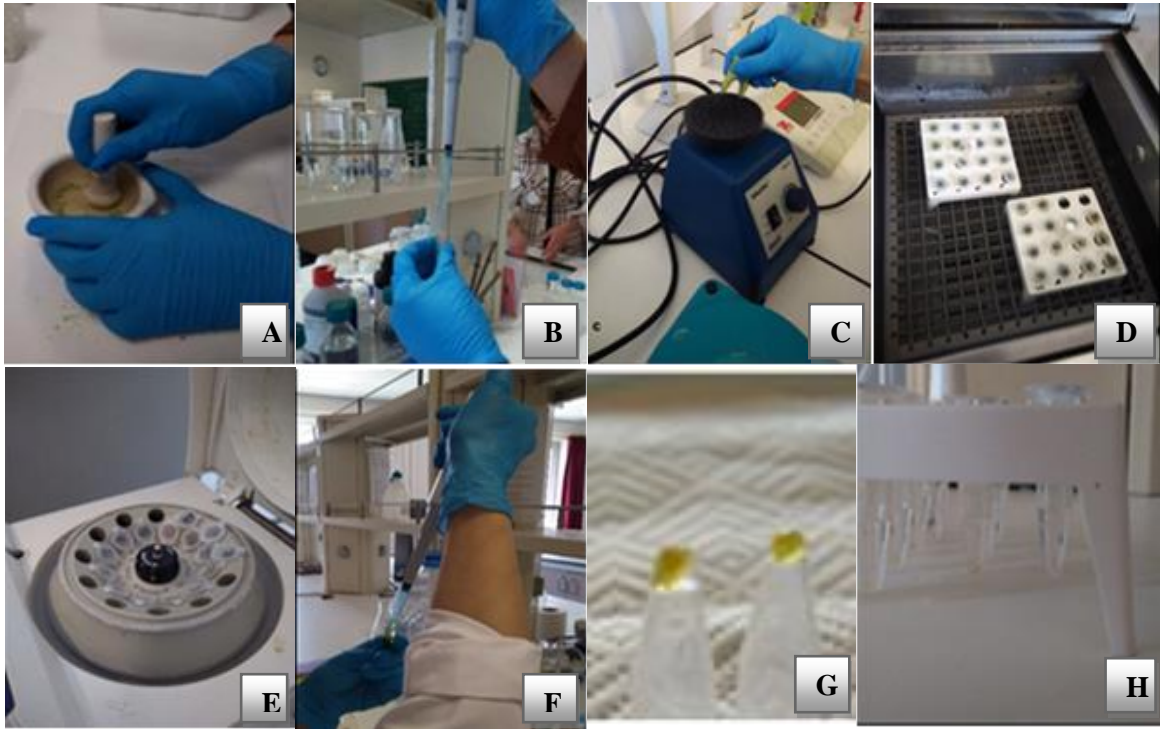
DNA izolasyon işlemini Doyle ve Doyle'nin (1987) kullandıkları yöntem üzerinden bazı değişiklikler yapılarak kullanılmıştır. Aşağıda kullanılan CTAB DNA ekstraksiyon metodu aşamaları sırasıyla verilmiştir.

- 1- Her bir örneğe ait genç yapraklardan 1,5-2 cm uzunluğunda alınarak porselen havan içerisinde sıvı azotla hızlıca öğütülerek ependorf tüplere alınmıştır (Şekil 3.9-A).
- 2- Öğütülen örneklerin her birine 800 µl DNA ekstraksiyon solüsyonu [DNA ekstraksiyon solüsyon içeriği (100 ml için) 37,50 ml dH<sub>2</sub>O, 5 ml 1 M Tris pH 7.50, 7 ml 5 M NaCl, 5 ml 0.5 M EDTA pH 8.0, 0.5 g CTAB ve 0.5 ml 14 M Beta Merkaptó Ethanol (BME) ] eklenmiştir (Şekil 3.9-B).
- 3- Tüpler 5 sn. süreyle vortex yapılmış (Şekil 3.9-C) ve hücre çeperi ile proteinleri parçalamak için her bir örneğe 100 µl SDS ve 10µl proteinase K eklenmiştir.
- 4- Tüpler 65 °C' de su banyosunda 1.5 saat boyunca 15 dakikada bir alt-üst yapılarak bekletilmiştir (Şekil 3.9-D).
- 5- Su banyosundan çıkarılan tüpler 5 dakika oda sıcaklığında soğutulmuştur.
- 6- Her bir tüpe çeker ocak içerisinde (500 µl) kloroform:isoamil alkol (24:1) eklenmiş ve 15 dakika çok yavaş şekilde alt üst edildikten sonra 10.000 RCF' de 15 dakika santrifüj yapılmıştır (Şekil 3.9-E).
- 7- Santrifüj yapılırken yeni ependorf tüplere tekrardan numara yazarak santrifüjden çıkarılan tüplerdeki süpernatant (üst faz), bu tüplere alınarak (Şekil 3.9-F) üzerlerine 400 µl 2-isopropanol konulmuş ve alt üst edilmiş DNA gözle görülür hale getirilmiştir.
- 8- Tekrar 10.000 RCF' de 15 dakika santrifüj edilerek içerisindeki sıvı dökülmüş ve pellet (katı kısım- DNA) 1 saat kurumaya bırakılmıştır. (Şekil 3.9-G). Kuruyan

pelletlerin olduğu tüplere 400 µl 1 X TE eklenmiş ve işleme ertesi sabah devam etmek üzere + 4 °C' ye kaldırılmıştır (Şekil 3.9-H).

### ***İkinci Gün***

- 9- Tüpler 65 °C'de su banyosu içerisinde 3 saat eritilmiştir.
- 10- Daha sonra sırayla her bir örnek için 300 µl TE ile 1µl RNase karıştırılarak tüplere 300 µl eklemiştir.
- 11- Tüpler tekrar 65 °C'de su banyosu içerisinde 1 saat daha eritilmiştir
- 12- Su banyosundan çıkarılan tüplerin içerisine 400 µl kloroform:isoamil alkol (24:1) eklenerek 10 dakika alt-üst olacak şekilde karıştırılmıştır.
- 13- Tüpler 10.000 RCF'de 15 dakika santrifüj edilmiş ve bu esnada tüplerin isim ile numaraları yeni tüplere yazılarak her birine 20 µl 5 M NaCl konulmuş ve santrifüjden alınan tüplerdeki süpernatantlar bu tüplere alınarak hafifçe karıştırılmıştır.
- 14- Tüplere 800 µl %96'lık soğuk etil alkol ilave edilmiş daha sonra alt-üst edilerek DNA çökeltilmiş ve 10.000 RCF'de 20 dakika santrifüj edildikten sonra sıvı dökülmüştür.
- 15- Tüplere 1200 µl %70'lik alkol konularak pelet yıkanmış ve tekrar sıvı dökülerek pelet 1 saat kurutulmuştur.
- 16- Pelletin üzerine 100 µl TE konularak, DNA çözündürülmüş ve ertesi gün jel' de yürütülmek üzere +4 °C'de 1 gece bekletilmiştir.



**Şekil 3.8.** DNA İzolasyon Aşamalarına Ait Görüntüler. **A:** Bitki örneklerinin hazırlanması, **B:** Bitki örneklerine CTAB eklenmesi, **C:** Örneklerin vortex edilmesi, **D:** Örneklerin 65<sup>0</sup>C su banyosunda bekletilmesi, **E:** Örneklerin santrifüj edilmesi, **F:** Süpernatant kısımlarının alınması, **G:** Kurutma sırasında pelet görünümü **H:** Örneklerle TE ekleyip DNA çözüldürülmüş ve ertesi devam etmek için +4 <sup>0</sup>C' de bekletilmesi

### 3.2.4. DNA amplifikasyonu (Polimeraz Zincir Reaksiyonu-PCR)

Çalışmada PCR reaksiyonları sırasında daha önce narda başarıyla kullanılan 15 adet ISSR primerleri kullanılması planlanmış ancak 8 adet primerde amplifikasyon sağlanamadığı için 7 adet primer ile çalışma tamamlanmıştır (Ajal vd., 2014: 26; Almiahy ve Jum'a, 2017: 46; Amar ve El-zayat, 2017: 240) (Tablo 3.2).

**Tablo 3.2.** Çalışmada Kullanılan ISSR Primerleri

Primer adı	DNA dizilimi ( 5'-3' )	Ayrışma derecesi (°C)	Primer adı	DNA dizilimi ( 5'-3' )	Ayrışma derecesi (°C)
807	AGAGAGAGAGAGAGAGT	50	826	ACACACACACACACACC	52
808	AGAGAGAGAGAGAGAGC	53	891	HVHTGTGTGTGTGTGTG	52
811	GAGAGAGAGAGAGAGAC	53	889	DBDACACACACACACAC	52
835	AGAGAGAGAGAGAGAGYC	54			

Y= (C,T), R= (A,G), B= (C,G,T), D= (A,G,T), H= (A,C,T), V= (A,C,G)

**Kaynak:** (Ajal vd., 2014: 26; Almiahy ve Jum'a, 2017: 46; Amar ve El-zayat., 2017: 240)

PCR Reaksiyonları 2 µL DNA (10 ng/µL) ve 23 µL reaksiyon karışımı [2,5 µL 10X PCR tampon çözeltisi, 2 µL 25 mM Mg<sup>+2</sup>, 2,5 µL 2.5 mM dNTP, 0.65 µL Taq DNA Polimeraz, 0,5 µL 0.5 µM primer ve 14,85 µL PCR suyu] ile gerçekleştirilmiştir.

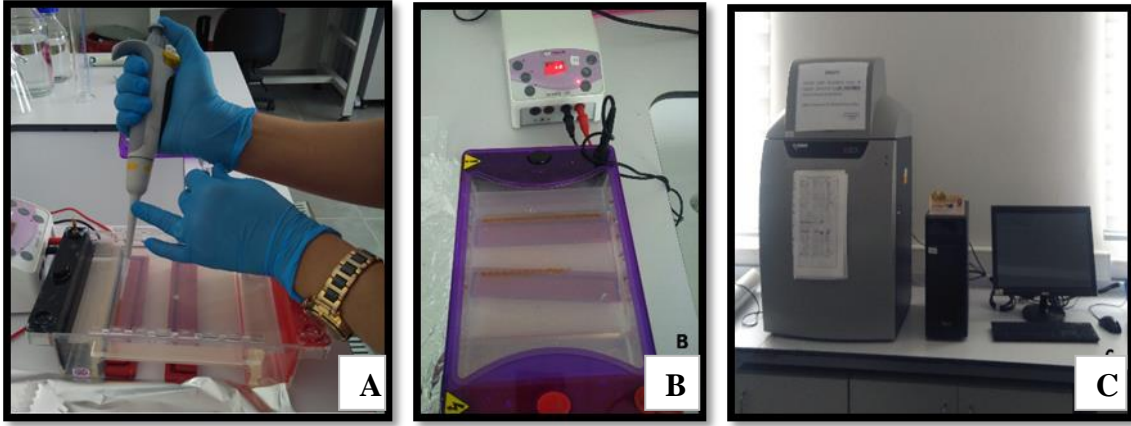
PCR çalışmalarında 5 dakika 94 °C’de sıcak başlangıçla başlanmış, takip eden döngülerde 94 °C’de 1 dk denaturation (ayrışma), primer erime sıcaklıklarına göre 57-62 °C’ de 50 sn annealing (yapışma) ve 72 °C’de 3 dk extention (uzama) 35 döngü şeklinde yürütülmüş ve döngüler tamamlandıktan sonra 72 °C’de 10 dakikalık son uzama ile PCR tamamlanmıştır.



Şekil 3.9. DNA Örneklerinin PCR Cihazına Yerleştirilmesi

#### 3.2.4.1. Agaroz Jel Elektroforezi

PCR aşamasından sonra amplifiye olan DNA’ların elektroforez işlemi için jel ve elektrot tampon çözeltisi olarak hazırlanan 1 X TBE (Trizma Base, Borik Asit, EDTA) ile %1’lik agaroz jel kullanılmıştır. Amplifiye olan DNA’ların olduğu PCR tüplerine 8 µl orange G eklenip, pipetleme yaparak boyanın iyice karışması sağlanmış ve jelin sağ ile solundaki ilk kuyucuklara 5 µl 100 bp’lik DNA ladder ve diğer kuyucuklara ise 15 µl amplifiye ürün yüklemesi yapılmıştır. Jel 100 volt elektrik akımında yaklaşık 2 saat süreyle koşulmuştur (Şekil 3.10).



**Şekil 3.10.** Agaroz Jel Elektforezinin Aşamalarına Ait Görüntüler. **A:** PCR ürünlerinin yüklenmesi, **B:** Ürünlerin elektroforez de yürütülmesi **C:** Jel görüntüleyicide bantların görüntülenmesi

### 3.2.5. Sonuçların Değerlendirilmesi

Araştırma sonucu elde edilen verilerin ortalama minimum ve maximum değer analizleri SPSS 16.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Jel elektroforezi ile görüntüleme işlemlerinden sonra elde edilen görüntülerdeki bantların varlığında bir (1), yokluğunda sıfır (0) olarak şekilde skorlanmıştır. Elde edilen veriler Popgene 32 version 1.32 (Population Genetic Analysis) ve MEGA 5.0 (Molecular Evolutionary Genetic Analysis) bilgisayar paket programında analizleri yapılmıştır. UPGMA (Unweighted Pair-Group Method With Arithmetic Average) metoduna göre dendrogram elde edilmiş (Parmaksız ve Özcan, 2011: 13) ve bireyler arasında benzerlik/farklılık matrisleri oluşturularak Temel Koordinatlar Analizin (TKoA) de Rohlf (2002) tarafından geliştirilen NTSYS-pc ver. 2.10d (Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System-Sayısal Taksonomi ve Çok Değişkenli Analiz Sistemi) paket programı kullanılmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Nar Genotip ve Çeşitlerinin Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi

Çalışma sırasında selekte edilen 33 adet genotip ve temin edilen çeşitlere ait meyve ağırlığı (g), meyve eni (mm), meyve boyu (mm), 100 dane ağırlığı (g), dane randımanı (%), meyve suyu hacmi (%), kaliks boyu (mm), kaliks çapı (mm), kabuk ve dane rengi, kaliks sayısı (adet), kabuk kalınlığı (mm), tat ve çekirdek sertlikleri belirlenmiştir ancak tartılı derecelendirme sonucu seçilen 13 adet genotipin verileri değerlendirilmiştir (Tablo 4.1).

Çalışmada yer alan genotip ve çeşitlerin meyve ağırlıklarının minimum 207,00 g maximum 602,3 g arasında olduğu saptanmıştır. En düşük meyve ağırlığı 208,00 g ile Genotip 3’de elde edilirken, en yüksek meyve ağırlığı 601,25 g ile Fellahyemez çeşidinde, genotipler arasında ise en yüksek meyve ağırlığı Genotip 8’de 399,80 g olarak belirlenmiştir (Tablo 4.1).

Öztürk vd. (2019) Mardin ilçelerine adapte olmuş 18 nar genotipi ile yapmış olduğu çalışmada meyve ağırlığını en düşük 207,30 g, en yüksek 689,50 gram bulmuştur. Dursun (2021) Şanlıurfa’da bazı nar çeşitleri ile ilgili yapmış olduğu çalışmada meyve ağırlığını en düşük 201,55 g, en yüksek 637,50 g olarak bulmuştur. Farklı araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalarda meyve ağırlığı; Kılıç (2014) 267,72- 650,56 g; Gündoğdu vd. (2015) 251,01-530,25 g; İkinci ve Kılıç (2016) 267,72-650,56 g; Boğuç (2018) 205,44-525,87 g arasında olduğunu bildirilmişlerdir. Taze tüketimi olan meyvelerin ağırlığı ve irilikleri ekonomik açıdan önemli kalite kriterlerinin başında gelir. Nar ile yapılan çalışmaların sonuçlarına bakıldığında yaptığımız çalışmadaki meyve ağırlığı ölçümlerinin benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Çalışmada yer alan nar genotip ve çeşitlerinin meyve enleri incelendiğinde minimum 73,54 mm, maximum 104,47 mm arasında değiştiği olduğu saptanmıştır. En düşük meyve eninin Genotip 19’dan, en yüksek meyve eninin Fellahyemez çeşidinden elde edildiği belirlenmiştir. Tablo 4.1 incelendiğinde meyve eni ortalamasının 84,25 mm olduğu ve genotipler kendi aralarında incelendiğinde Genotip 9’un en yüksek değer (88,02 mm) aldığı görülmektedir (Tablo 4.1).

Öztürk vd. (2019) Mardin’in farklı ilçelerinden alınan nar genotipleri ile yaptıkları çalışmada meyve enini en düşük 72,80 mm, en yüksek 108,00 mm; Dursun (2021) Şanlıurfa’da farklı nar çeşitleri üzerinde yaptığı çalışmada meyve enini en düşük 69,49 mm, en yüksek 105,28 mm; Şimşek ve Etik (2022) Diyarbakır’ın Dicle ilçesinde standart nar çeşidi ile farklı yerel nar çeşitleri üzerinde yapmış oldukları çalışmada meyve enini en düşük 59,36 mm, en yüksek 101,49 mm olarak bulmuşlardır. Farklı araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalarda

ise meyve eni ölçümü en düşük ve en yüksek, Zaouay ve Mars (2011) 51,80-104,54 mm; Kılıç (2014), 80,12-109,61 mm; Gündoğdu vd. (2015) 75,57-100,68 mm; İkinci ve Kılıç (2016), 80,12-109,61 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen meyve eni değerlerinin önceki çalışmalarda elde edilen bulgularla benzer olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada yer alan genotip ve çeşitlerin meyve boyu mm cinsinden ölçülmüş olup meyve boyu minimum 62,08 mm, maximum 93,32 mm arasında olduğu saptanmıştır. En düşük meyve boyu 63,08 mm ile Genotip 5’de elde edilirken, en yüksek meyve boyu ise 92,32 mm ile Hicaznar çeşidinde elde edilmiştir (Tablo 4.1).

Dursun (2021) Şanlıurfa’da nar çeşitleri ile yapmış olduğu çalışmada meyve boyunu en düşük 66,93 mm, en yüksek 98,21 mm olarak bulmuştur. Şimşek ve Etik (2022) Diyarbakır’ın Dicle ilçesinde farklı nar çeşitleriyle yaptıkları çalışmada meyve boyunu en düşük 53,24 mm, en yüksek 88,98 mm olarak bulmuşlardır. Farklı araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalarda meyve boyu ölçümleri ise Zaouay ve Mars (2011) 49,25-92,57 mm; Oğuz (2012) 62,30- 88,70 mm; Kılıç (2014) 69,60- 92,72 mm; Gerçekçioğlu vd. (2015) 82,79- 97,07 mm; Gündoğdu vd. (2015) 60,30- 89,97 mm; Okatan vd. (2015) 51,03- 90,99 mm; İkinci ve Kılıç (2016) 69,60- 92,72 mm; Poudel vd. (2017) 55,70-94,40 mm; Öztürk vd. (2019) 65,00-95,80 mm arasında değerler elde etmişlerdir. Bulduğumuz meyve eni ölçüm sonuçları ile önceki çalışmalarda elde edilen bulgular arasında benzerlik bulunmaktadır.

Çalışmada incelenen genotip ve çeşitlerde 100 dane ağırlığı minimum 27 g, maksimum 61 g olduğu saptanmıştır. En düşük 100 dane ağırlığı 28 g ile Genotip 5’de ölçülürken, en yüksek 100 dane ağırlığı 59 g Genotip 24 ve 60 g ile Fellahyemez çeşidinde tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

Akbel (2017) Orta Sakarya Havzasında 30 nar genotipiyle yapmış olduğu çalışmada 17,50-46,60 g, Özden vd. (2017) Şanlıurfa’da üç nar çeşidi ile yaptıkları çalışmada 32,33-61,20 g, Boğuş (2018) Şırnak’ ta yaptığı çalışmada 36,98-61,81 g, Şimşek ve Etik (2022) Diyarbakır’da yaptıkları çalışmada 19,77-35,07 g olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen 100 dane ağırlığı sonuçları ile önceki çalışmalar karşılaştırıldığında benzer değer aralığında yer aldığı tespit edilmiştir.

Çalışmada yer alan genotip ve çeşitlerde dane randımanı minimum %34,48, maximum %86,00 arasında olduğu saptanmıştır. En düşük dane randımanı %35,48 ile Genotip 33’de, en yüksek dane randımanı ise %85,00 ile Genotip 3’de tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

Gerçekçioğlu vd. (2015) Adana yöresinde yetişen 3 nar genotipinde yapmış oldukları çalışmada dane randımanını %71,33-%81,17; Öztürk vd.(2019) Mardin ilçelerinde yetişen 18 nar genotipinde %40,50-78,40; Dursun (2021) Şanlıurfa’da bazı nar çeşitleriyle yapmış olduğu çalışmada dane randımanını %43,55-%68,98 aralığında bulduklarını bildirmişlerdir. Çalışmamız sonucunda elde edilen dane randımanı değeri önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir.

Çalışmada yer alan genotip ve çeşitlerin meyve suyu randımanı minimum %23,62, maximum %63,21 arasında olduğu saptanmıştır. En düşük meyve suyu randımanı genotipler arasında Genotip 27’de (%25,20) çeşitler arasında Fellahyemez’de (%24,62), en yüksek meyve suyu randımanı ise %62,12 ile Genotip 3’te tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

Ercan vd.(1992) Ege Bölgesi’nde yaptıkları çalışmada meyve suyu randımanını %36,00-54,00 arasında, Ercişli vd. (2009) Artvin’in farklı ilçelerindeki 61 nar ağacı üzerinde yapmış oldukları çalışmada meyve suyu randımanını %19,43-89,09 arasında, Gündoğdu vd. (2010) Siirt’in Şirvan ilçesinde yaptıkları çalışmada meyve suyu randımanının %33,50-51,70 arasında, Öztürk(2018) Mardin ilinde yaptığı çalışmada yerel nar genotiplerinin meyve suyu randımanını %32-66 arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen meyve suyu randımanı sonuçlarının önceki çalışmalardan benzer olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmada yer alan genotip ve çeşitlere ait meyve tatları Mayhoş, Tatlı-mayhoş ve Tatlı olarak 3 panelist tarafından duyuşal olarak değerlendirildiğinde 4 genotip ve 1 çeşit tatlı-mayhoş olarak, 9 genotip ve 2 çeşit tatlı olarak belirlenmiştir (Tablo 4.1).

Çalışmadaki genotip ve çeşitlerin çekirdek sertliği de 3 panelist tarafından duyuşal olarak değerlendirilmiş ve 6 genotip, 2 çeşitte orta sert; 1 genotipte çekirdek sert; 6 genotip, 1 çeşitte ise çekirdek yumuşak olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.1).

Çalışmadaki genotip ve çeşitlerde kaliks boyu minimum 11,85 mm, maximum 17,49 mm arasında olduğu saptanmıştır. En düşük kaliks boyu 12,85 mm ile Genotip 3’te ölçülürken, en yüksek 16,49 mm ile Genotip 20’de belirlenmiştir (Tablo 4.1).

Akbel (2017) Orta Sakarya’da 30 yerel nar ile yapmış olduğu çalışmada kaliks boyunu 10,6-22,1 mm arasında, Öztürk vd.(2019) Mardin ilçelerindeki yerel 18 nar genotipleriyle yaptıkları çalışmada kaliks boyunu 12,10-17,90 mm arasında, Dursun (2021) Şanlıurfa’daki bazı nar çeşitleriyle yaptığı çalışmada kaliks boyunu 15,66-25,44 arasında belirlemişlerdir. Bulduğumuz kaliks boyu değerlerinin önceki çalışmalardaki kaliks boyu değer aralıkları içerisinde yer aldığı saptanmıştır.

Çalışmadaki genotip ve çeşitlerde kaliks çapı minimum 18,83 mm, maximum 35,78 mm arasında olduğu saptanmıştır. En düşük kaliks çapı 19,83 mm ile Genotip 4'te ölçülürken, en yüksek 34,78 mm ile Genotip 20'de ölçülmüştür (Tablo 4.1).

Çalışkan ve Beyazıt, (2013), Doğu Akdeniz bölgesinde yapmış oldukları çalışmada kaliks çapını 11,4-33,8 mm arasında, Akbel (2017) Orta Sakarya Havzasında 30 nar genotipiyle yaptığı çalışmada kaliks çapını 15,64-37,52 mm arasında, Öztürk vd.(2019) Mardin ilçelerindeki 18 nar genotipleri ile yaptıkları çalışmada kaliks çapını 9,15-22,50 mm arasında, Dursun (2021) Şanlıurfa' da nar çeşitleriyle yaptığı çalışmada kaliks çapını 19,31- 26,39 arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Bulduğumuz değerlerin literatürde bildirilen kaliks çapı değerleri ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada yer alan genotip ve çeşitlerin kabuk kalınlığı minimum 2,49 mm, maximum 10,77 mm arasında olduğu saptanmıştır. En düşük kabuk kalınlığı 3,49 mm ile Genotip 27'de ölçülürken, en yüksek 9,77 mm ile Katırbaşı çeşidinde ölçülmüştür (Tablo 4.1)

Polat vd. (1999)'nın çalışmalarındaki kabuk kalınlığını 3,70-4,30 mm, Özatak (2010) Çukurca' da yaptığı çalışmada, kabuk kalınlığını 1,00-3,00 mm, Gerçekçioğlu vd.(2015) Adana' da yapmış oldukları çalışmalarında kabuk kalınlığını 4,75- 5,52 mm ve Akbel (2017) Orta Sakarya Havzasında 30 farklı nar genotipi ile yaptığı çalışmada kabuk kalınlığını 1,90- 5,70 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Bulduğumuz kabuk kalınlığı değerleri önceki çalışmalardan yüksek çıkmıştır.

Çalışmadaki nar genotip ve çeşitlere ait kabuk L, a, b, değerleri Tablo 4.1'de sunulmuştur. Meyve kabuklarına ait minimum ve maximum değerler; L\* değeri 27,22-57,85, a değeri 2,74-33,51, b değeri 15,76- 30,67 arasında ölçülmüştür.

Meyvenin kabuk parlaklığını ifade eden L\* değerini; Çalışkan ve Beyazıt (2012) Antakya'da nar genotipleriyle yapmış oldukları çalışmalarında 49,70-78,20 arasında, Yaman vd. (2015) Hatay'da yaptıkları çalışmada 49,06-57,81 ve Akbel (2017) Orta Sakarya'daki nar genotipleriyle yapmış olduğu çalışmada 33,00-60,90 arasında tespit etmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz meyve kabuk rengi L\* değeri, önceki çalışmalar ile kıyaslandığında benzer değer aralığında olduğu saptanmıştır.

Meyve kabuğunun yeşil renkten kırmızı renge değişimini ifade eden a değerini; Çalışkan ve Beyazıt (2012), Antakya'da yapmış olduğu çalışmada tatlı narlarda 4,20-36,90 arasında, Akbel (2017) Orta Sakarya'da nar genotipleriyle yaptığı çalışmada a değerini 15,40-

49,20 arasında belirlemişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz a değerinin önceki değerlerden düşük çıkmıştır. Bu farklılığın ekolojik koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Meyve kabuğunun sarı renkten mavi renge değişimini ifade eden b değerini; Akbel (2017) Orta Sakarya'da yapmış olduğu çalışmasında 9,80-49,50 arasında, Toprak (2019) Kahramanmaraş'ta 2015 yılında yaptığı çalışmada 9,79-11,17 arasında tespit etmiştir. Çalışmada elde ettiğimiz meyve kabuk b değerinin önceki çalışmalardan farklılık gösterdiği bu farklılığın ise meyvelerin yetiştiği bölgenin ekolojik koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışmadaki nar genotip ve çeşitlere ait dane L, a, b, değerleri Tablo 4.1'de sunulmuştur. Meyve danelerine ait minimum ve maximum değerler; L\* değeri 6,21- 23,05, a değeri 12,91- 25,62, b değeri 3,62-17,53 arasında belirlenmiştir.

Meyve dane rengi L değerini; Akbel (2017) nar genotipleriyle yapmış olduğu çalışmasında 19,06- 35,60 arasında, Toprak (2019) Kahramanmaraş'ta yaptığı çalışmada 2015 yılında dane rengi L değerini 18,80-19,88 aralığında, 2016 yılında ise dane rengi L değerini 18,41-21,17 arasında olduğunu belirtmiştir. Bulduğumuz dane rengi L değeri önceki çalışmaların değer aralığı içerisindedir.

Meyve dane rengi a değerini; Akbel (2017) Orta Sakarya'da yaptığı çalışmada 7,6- 29,7 arasında, Toprak (2019) Kahramanmaraş'ta 2015 yılında yapmış olduğu çalışmasında dane rengi a değerini 18,34-19,88 arasında tespit etmiştir. Çalışmada elde ettiğimiz dane rengi a değeri önceki çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Meyve dane rengi b değerini; Akbel (2017) Orta Sakarya'da yapmış olduğu çalışmada 5,50-9,60 arasında, Toprak (2019) Kahramanmaraş'ta 2015 yılında yaptığı çalışmada dane rengi b değerini 9,79-11,17 arasında belirlemişlerdir. Çalışmamızdaki sarıdan maviye renk değişimini veren dane b değeri önceki çalışmalar ile benzer aralıkta yer almaktadır.

**Tablo 4.1.** Nar Genotip ve Çeşitlere ait Pomolojik Özellikler

Genotipler	Meyve						Kaliks		Kabuk				Dane			Tat	Çekirdek Sertliği
	Ağırlık (g)	En (mm)	Boy (mm)	100 Dane Ağırlığı (g)	Dane Randımanı (%)	Meyve Suyu Randımanı (%)	Çapı (mm)	Boy (mm)	Kalınlığı (mm)	L	a	b	L	a	b		
Genotip 3	208	79,37	71,47	33	85	62,12	20,11	12,85	6,42	53,45	6,39	29,67	21,24	21,36	10,67	Tatlı-mayhoş	Orta
Genotip 4	255	76,97	63,85	48	78,03	58,43	19,83	13,12	4,58	43,55	19,42	24,94	16,01	18,25	11,41	Tatlı	Orta
Genotip 5	209	75,25	63,08	28	82,49	56,84	20,92	12,91	4,37	44,68	32,51	24,39	19,89	23,95	13,75	Tatlı-mayhoş	Orta
Genotip 8	399,8	79,6	71,78	57	43,32	32,32	23,39	15,39	4,15	52,52	10,91	27,72	22,05	14,88	14,00	Tatlı	Yumuşak
Genotip 9	338	88,02	77,15	41	51,06	33,31	33,51	14,5	4,44	43,41	17,24	23,56	17,54	19,07	10,64	Tatlı-mayhoş	Orta
Genotip 10	323,4	83,99	76,67	45	52,81	31,29	28,58	14,3	5,13	52,23	19,21	26,73	15,95	20,09	11,49	Tatlı	Sert
Genotip 14	275,6	81,72	73,05	48	62,63	41,07	28,22	15,56	5,11	41,65	17,14	23,01	13,05	21,00	10,69	Tatlı	Orta
Genotip 19	214,8	74,54	68,89	43	48,60	28,58	26,07	15,39	4,58	45,48	13,24	24,33	11,54	22,12	10,41	Tatlı	Yumuşak
Genotip 20	313,2	86,78	76,92	45	46,42	36,78	34,78	16,49	5,92	56,85	24,06	28,33	17,28	21,24	11,25	Tatlı-mayhoş	Orta
Genotip 22	246,6	79,28	69,43	42	74,78	53,04	26,48	14,01	4,76	53,18	23,13	28,31	19,39	15,53	9,55	Tatlı	Yumuşak
Genotip 24	269	79,83	72,35	59	65,98	59,03	22,42	15,3	4,37	53,74	7,49	27,54	20,36	24,62	16,53	Tatlı	Yumuşak
Genotip 27	345,2	87,96	74,78	40	51,39	25,20	22,68	13,49	3,49	46,50	14,32	27,73	17,20	21,78	10,66	Tatlı	Yumuşak
Genotip 33	354	79,72	69,58	52	35,48	27,40	24,97	13,48	4,4	54,90	3,74	29,92	16,93	16,04	8,59	Tatlı	Yumuşak
Hicaz Nar	568,2	101,41	92,32	38	49,40	36,54	24,88	14,3	7,8	28,22	30,47	16,76	7,21	14,08	4,62	Tatlı-mayhoş	Orta
Fellahyemez	601,25	103,47	91,57	53	46,92	24,62	24,03	13,08	8,68	35,36	17,80	22,76	17,28	13,91	7,67	Tatlı	Orta
Katırbaşı	393	90,05	83,32	60	44,07	31,55	28,07	16,3	9,77	45,99	10,76	29,10	21,26	16,65	9,51	Tatlı	Yumuşak
Ortalama	332,1	84,25	74,76	45,75	57,40	39,88	25,56	14,45	5,54	45,76	17,62	25,48	17,16	18,90	10,65		
Minimum	207,0	73,54	62,08	27	34,48	23,62	18,83	11,85	2,49	27,22	2,74	15,76	6,21	12,91	3,62		
Maksimum	602,3	104,47	93,32	61	86,00	63,12	35,78	17,49	10,77	57,85	33,51	30,67	23,05	25,62	17,53		

Çalışmada yer alan genotip ve çeşitlerin SÇKM değerleri minimum %13,33, maximum %19,77 arasında olduğu saptanmıştır. En düşük SÇKM değeri %14,33 ile Fellahyemez çeşidinde bulunurken, en yüksek %18,77 ile Genotip 27’de bulunmuştur (Tablo 4.2).

Narın SÇKM değeri ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde; Akbarpour vd., (2009) İran’ın farklı bölgelerinde yaptığı çalışmada SÇKM değerini %15,17-22,02 arasında, Akbel (2017) Orta Sakarya Havzasında yapmış olduğu çalışmada SÇKM değerini %15,60-24,00 arasında, Boğuç (2018) Şırnak’ta nar çeşit ve genotipleriyle yaptığı çalışmada SÇKM değerini %15,90-18,20 arasında, Dursun (2021) Şanlıurfa’da farklı nar çeşitleriyle yapmış olduğu çalışmada SÇKM değerini %14,60-16,60 arasında, Çiçek vd. (2019) Diyarbakır’ın ilçelerinde yaptıkları çalışmada 10 nar genotipinin SÇKM değerini %15,00-21,00 arasında, Öztürk vd. (2019) Mardin’in ilçelerinde yapmış oldukları çalışmada 18 nar genotipinin SÇKM değerini %15,00-18,00 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bulduğumuz değerler önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Çalışmada yer alan genotip ve çeşitlerin pH değerleri minimum 2,22, maximum 5,36 arasında olduğu saptanmıştır. En düşük pH değeri 3,22 ile Katırbaşı çeşidinde bulunurken, en yüksek 4,36 ile Fellahyemez çeşidinde bulunmuştur (Tablo 4.2)

Narın pH değeri ile ilgili yapılan çalışmaları incelendiğinde; Gündoğdu vd. (2010) Şirvan’da yaptıkları çalışmada narların pH değeri 3,63-5,87 arasında, Okatan (2011) Bitlis’te 50 nar tipi ile yaptığı çalışmada pH değerini 2,71- 4,36 arasında, Şimşek ve Etik (2022) Diyarbakır’ın ilçelerindeki standart nar çeşidi ve yerel nar çeşitleriyle yapmış oldukları çalışmada pH değeri 3,23- 4,68 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Çalışmada yer alan genotip ve çeşitlerin titre edilebilir asitlik değerleri minimum %0,13 maximum 2,72 arasında olduğu saptanmıştır. Çeşitler arasında en düşük TEA değeri %0,23 ile Fellahyemez çeşidinde bulunurken, en yüksek %1,72 ile Katırbaşı çeşidinde bulunmuştur. Genotipler arasında en düşük %0,46 ile Genotip 22’de bulunurken, en yüksek %0,61 ile Genotip 10’da bulunmuştur (Tablo 4.2).

Narın titre edilebilir asitlik değeri ile ilgili yapılan çalışmaları incelendiğinde; Polat vd. (2002) Hatay’da yaptıkları çalışmada nar çeşitlerinin titre edilebilir asitlik miktarını %0,39-1,59 arasında, Yılmaz vd. (2003) Bitlis’te nar genotipleriyle yapmış oldukları çalışmada titre edilebilir asitlik miktarını %0,37-4,3 arasında, Kılıç (2014) Şanlıurfa’da yaptığı çalışmada titre edilebilir asitlik miktarını %0,55-2,99 arasında, Dursun (2021) Şanlıurfa’da nar çeşitleriyle yapmış olduğu çalışmada titre edilebilir asitlik miktarını %0,67- 2,74 arasında değiştiğini tespit

etmiştir. Nar meyve sularının tat durumları titre edilebilir asitlik değerleri ile ilişkilidir. Nar suyunda titre edilebilir asitlik değeri %1'den az olan "Tatlı Nar", %1-2 arası olan "Mayhoş Nar", %2'den fazla olanlar "Ekşi Nar" olarak bilinmektedir (El-Nemr vd., 1990: 601; Onur ve Tibet, 1993: 4). Buna göre bulduğumuz sonuçlarda nar genotip ve çeşitlerin tadı tatlı olarak değerlendirilebilir.

**Tablo 4.2.** Nar Genotip ve Çeşitlere ait SÇKM(%), pH, TEA(%) Değerleri

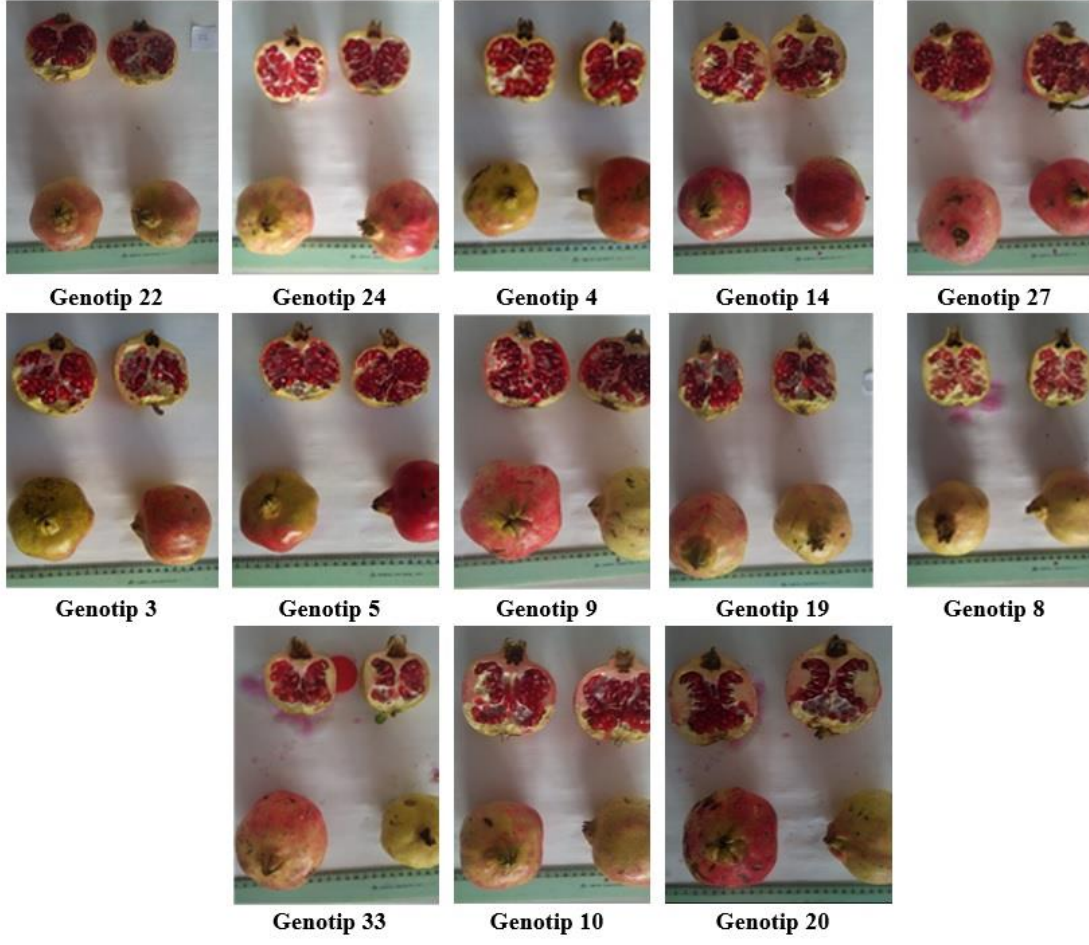
Genotipler	SÇKM(%)	pH	TEA (%)
Genotip 3	15,9	3,48	0,47
Genotip 4	16,43	3,37	0,50
Genotip 5	17,77	3,38	0,47
Genotip 8	16,77	3,33	0,58
Genotip 9	17,3	3,39	0,59
Genotip 10	16,7	3,27	0,61
Genotip 14	18,37	3,41	0,54
Genotip 19	16,87	3,35	0,58
Genotip 20	15,83	3,43	0,53
Genotip 22	16,7	3,37	0,46
Genotip 24	17	3,37	0,54
Genotip 27	18,77	3,98	0,40
Genotip 33	14,67	3,44	0,52
Hicaz Nar	14,47	3,24	0,36
Fellahyemez	14,33	4,36	0,23
Katırbaşı	15,7	3,22	1,72
Ortalama	16,47	3,46	0,57
Minimum	13,33	2,22	0,13
Maksimum	19,77	5,36	2,72

#### 4.2. Tartılı Derecelendirme ile Genotiplerin Seçimi

Tez çalışmasında tartılı derecelendirmede verilen her özelliğin değişken puanı ve relatif puanlarının çarpılması ile elde edilen puanlar toplamı çeşitlerin Tartılı Derecelendirme toplam değer puanını vermiş olup, toplam değer puanı en yüksek olan genotiplerden ilk 12 tanesi, 13. Genotip olan Genotip 20 ise survey sırasında üretici tarafından devediş nar olduğu belirtildiği için moleküler karakterizasyonunu belirlemek için seçilmiştir (Tablo 4.3). Seçilen on üç adet genotipin meyve görünümleri Şekil 4.1'de verilmiştir.

**Tablo 4.3.** Çalışmada Kullanılan Genotip ve Çeşitlerin Toplam Değer Puanları

<b>GENOTİPLER</b>	<b>Ağırlık (g)</b>	<b>TAT</b>	<b>SÇKM (%)</b>	<b>TEA (%)</b>	<b>Çek. Sertliği</b>	<b>Meyve Suyu Rand. (%)</b>	<b>Dane Ran. (%)</b>	<b>Dan. Kol.</b>	<b>TOPLAM</b>
GENOTİP 22	100	200	120	25	63	100	120	120	<b>848</b>
GENOTİP 24	100	200	60	50	63	100	120	120	<b>813</b>
GENOTİP 4	100	200	60	50	45	100	120	120	<b>795</b>
GENOTİP 14	100	200	120	50	27	70	120	60	<b>747</b>
GENOTİP 27	140	200	60	25	63	50	84	120	<b>742</b>
GENOTİP 3	100	140	120	50	45	100	120	60	<b>735</b>
GENOTİP 5	100	140	60	50	45	100	120	120	<b>735</b>
GENOTİP 9	140	140	120	25	45	50	84	120	<b>724</b>
GENOTİP 19	100	200	120	25	45	50	60	120	<b>720</b>
GENOTİP 8	140	200	60	25	63	50	60	120	<b>718</b>
GENOTİP 33	140	200	60	25	63	50	60	120	<b>718</b>
GENOTİP 10	140	200	60	25	27	50	84	120	<b>706</b>
GENOTİP 16	100	200	60	25	27	100	120	60	<b>692</b>
GENOTİP 13	100	60	120	25	45	100	120	120	<b>690</b>
GENOTİP 15	100	200	120	50	45	50	60	60	<b>685</b>
GENOTİP 28	100	200	60	50	45	50	60	120	<b>685</b>
GENOTİP 7	100	140	60	25	27	70	120	120	<b>662</b>
GENOTİP 25	100	140	60	50	45	70	120	60	<b>645</b>
GENOTİP 23	100	200	60	50	45	50	60	60	<b>625</b>
GENOTİP 29	100	60	120	50	27	50	84	120	<b>611</b>
GENOTİP 6	100	200	60	50	27	50	60	60	<b>607</b>
GENOTİP 20	140	140	60	50	45	50	60	60	<b>605</b>
GENOTİP 30	100	200	60	25	27	50	60	60	<b>582</b>
GENOTİP 26	100	100	60	50	27	50	60	120	<b>567</b>
GENOTİP 17	100	100	60	25	45	50	60	120	<b>560</b>
GENOTİP 18	100	140	60	25	45	50	60	60	<b>540</b>
GENOTİP 31	100	60	60	50	27	50	60	120	<b>527</b>
GENOTİP 1	100	60	60	25	27	50	120	60	<b>502</b>
GENOTİP 2	60	100	60	50	45	50	60	60	<b>485</b>
GENOTİP 12	60	60	60	25	63	50	84	60	<b>462</b>
KATIRBAŞI	140	140	60	50	45	50	60	60	<b>605</b>
HİCAZNAR	200	60	120	50	45	50	60	60	<b>645</b>
FELLAHYEMEZ	200	200	60	25	63	50	60	60	<b>718</b>

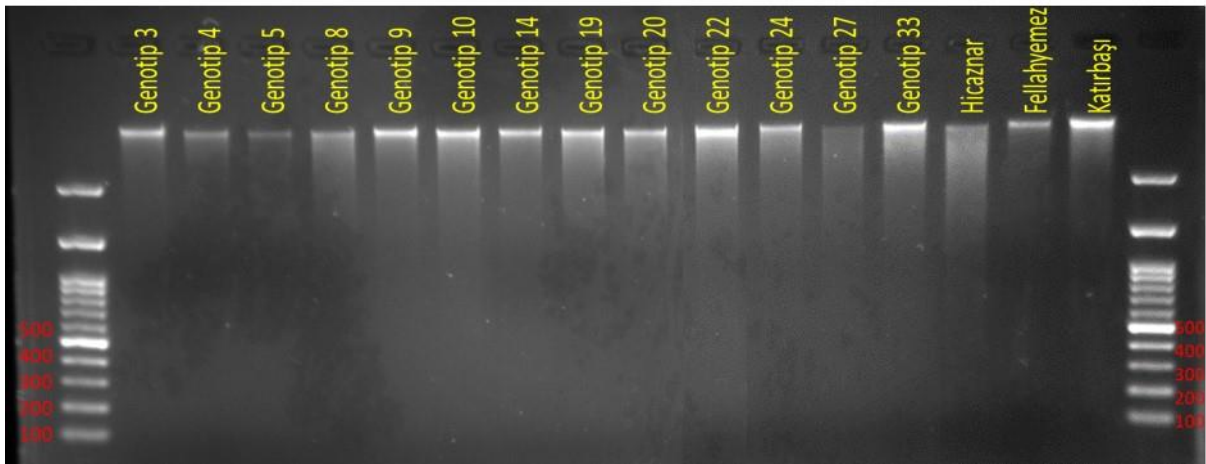


Şekil 4.1. Seçilen Genotiplerin Meyve Görünümü

### 4.3. Moleküler Analizler

#### 4.3.1. Genotiplerde DNA İzolasyonu

Çalışmada DNA izolasyonu, (Doyle ve Doyle, 1987: 12)'nin kullandıkları yöntemde bazı değişiklikler yapılarak kullanılmış (Bölüm 3.2.3.1) ve elde edilen bant görüntüleri Şekil 4.1'de verilmiştir. Genellikle genomik DNA'lar jeldeki kuyucuklara yakın bölgede tek bant şeklinde bulunmakla birlikte bant yoğunluğu DNA miktarının bir göstergesi olduğu bilinmektedir (Karakoç, 2011: 46). DNA izolasyonu iki kez tekrarlanmış ancak en iyi sonuç olarak fotoğrafta görülen bantlar elde edilmiştir. Bunun sebebi olarak taze yaprak örneklerinin taşınması, depolanması sırasında bir sıkıntı olabileceği gibi, DNA İzolasyonu aşamasında genomik DNA'nın kaybı, kırılması ya da DNA'nın tam olarak temizlenemeyip DNA haricinde RNA, kloroform, fenol ile kirli olduğunu veya protein, fenolik bileşik gibi maddelerin bulunduğunun bir göstergesi olarak düşünülmektedir (Hoisington, 1992: 144).



Şekil 4.2. DNA İzolasyonu İle Elde Edilen Bant Görüntüleri

#### 4.3.2. DNA amplifikasyonu (Polimeraz Zincir Reaksiyonu)

Çalışmada, tartılı derecelendirme sonucu seçilen on üç adet genotip ve karşılaştırma amaçlı Fellahyemez, Katırbaşı ve Hicaznar kullanılmıştır. PCR sonucunda jel görüntüleme sisteminden ya da Ethidium Bromide'den kaynaklı olduğu düşünülen bazı bantlarda silik bantlar belirlenmiş ve skorlama çalışmaları net olarak görülen bantlar ile yapılmıştır. PCR amplifikasyonunda toplam on beş adet UBC ISSR primeri kullanılacağı planlanmıştı ancak sekiz adet primerde amplifikasyon sağlanamadığı için yedi adet primer (Tablo 3.2) ile çalışma tamamlanmıştır.

Nar fenolik bileşikler ve antioksidan maddece zengin bir meyve türüdür. Aka-Kaçar (2003) bitki hücrelerinin çok sayıda ikincil bileşik içerdiğini, bunun sonucu olarak belirli türlerde yüksek düzeydeki ikincil bileşikler DNA'nın saflığını bozduğunu belirtmiştir. Bitkinin farklı organlarında bulunan fenolik bileşikler veya bazı sekonder bileşiklerin lokus spesifik olmayan ISSR primerlerinin yapışma performanslarını etkilediği, bazen bir iki bazlık toleransla yapışan primerlerin, bazı PCR döngülerinde bu toleransı kaybettiğini bildirmiştir.

Çalışmanın sonucunda kullanılan bu primerlerden 51 adet bant oluştuğu ve 41 tanesinin polimorfik olduğu belirlenmiştir.

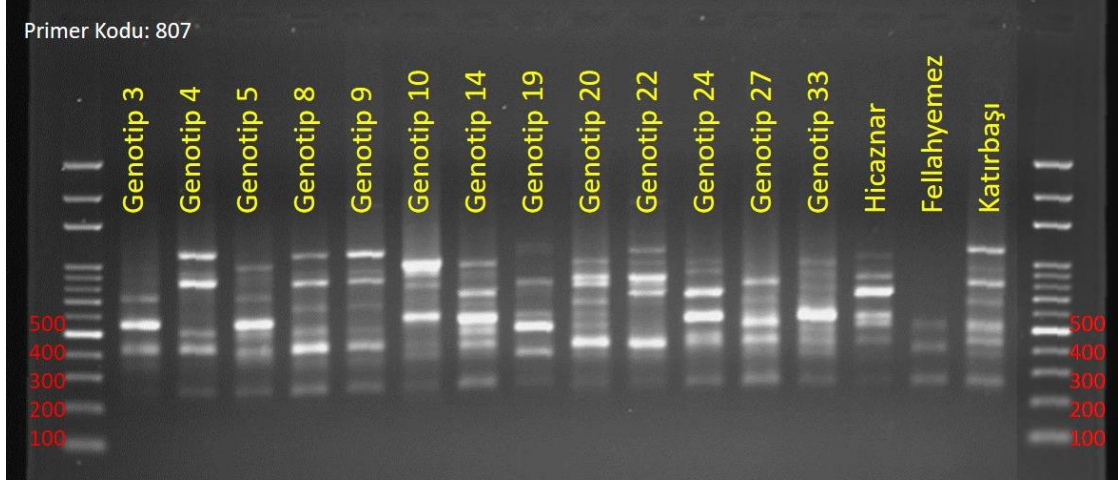
Kullanılan primerlerden elde edilen bant sayısı 5 ile 12 arasında değişkenlik göstermiş ve ortalama bant sayısı 7,29 ortalama polimorfik bant sayısı ise 5,86 olarak belirlenmiştir.

Kullanılan primerler arasında en fazla bant sayısı 808 numaralı (12 adet), en az bant sayısı 811 ve 891 numaralı (5 adet) primerlerden elde edilmiştir. En düşük polimorfizm oranı, 811 numaralı primerde %60,00 olarak tespit edilmiştir. Yedi adet primerde polimorfik bant oranı ortalaması %80,39 olarak tespit edilmiştir. (Tablo 4.3).

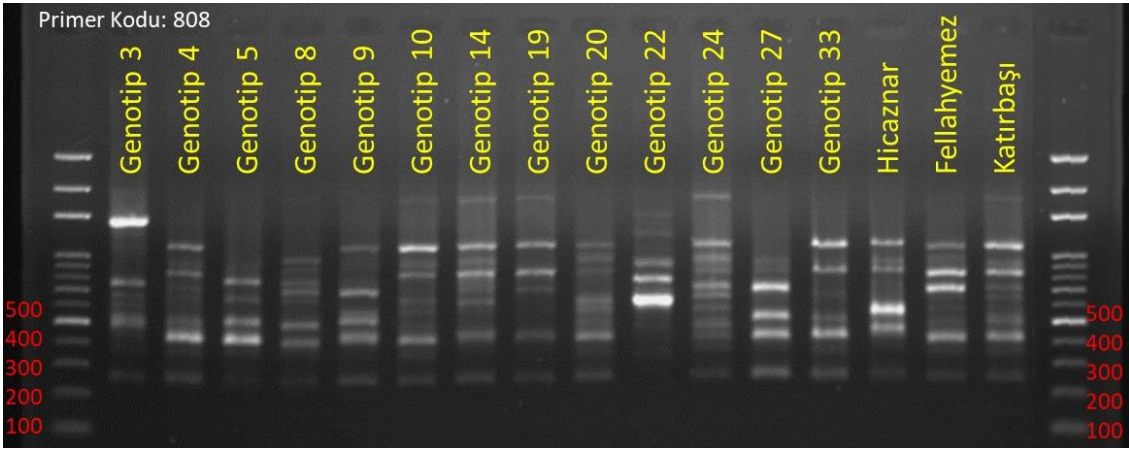
**Tablo 4.4.** Genotiplerde Kullanılan Primer Dizileri Toplam Bant, Polimorfik Bant Sayısı ve Polimorfik Bant Oranı (%)

	Bant Sayısı	Polimorfik Bant Sayısı	Polimorfik Bant Oranı (%)
807	9	8	88,89
808	12	10	83,33
811	5	3	60,00
835	7	6	85,71
826	7	6	85,71
889	6	4	66,67
891	5	4	80,00
<b>Ortalama</b>	<b>7,29</b>	<b>5,86</b>	<b>80,39</b>
<b>Toplam</b>	<b>51</b>	<b>41</b>	

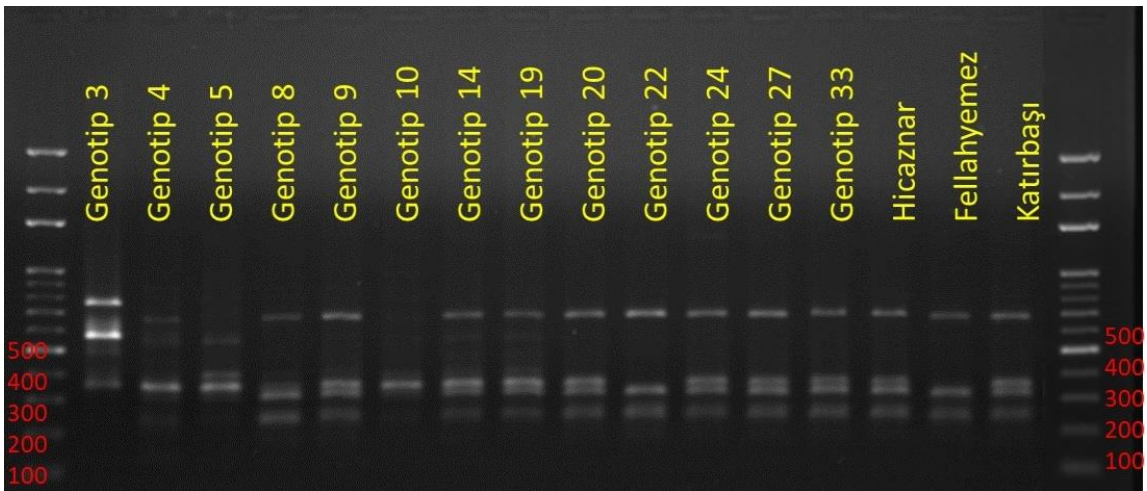
Çalışmada kullanılan bazı primerlerin PCR sonucu elde edilen bant görüntüleri aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.3. 807 No'lu Primere Ait Bant Görüntüleri



Şekil 4.4. 808 No'lu Primere Ait Bant Görüntüleri

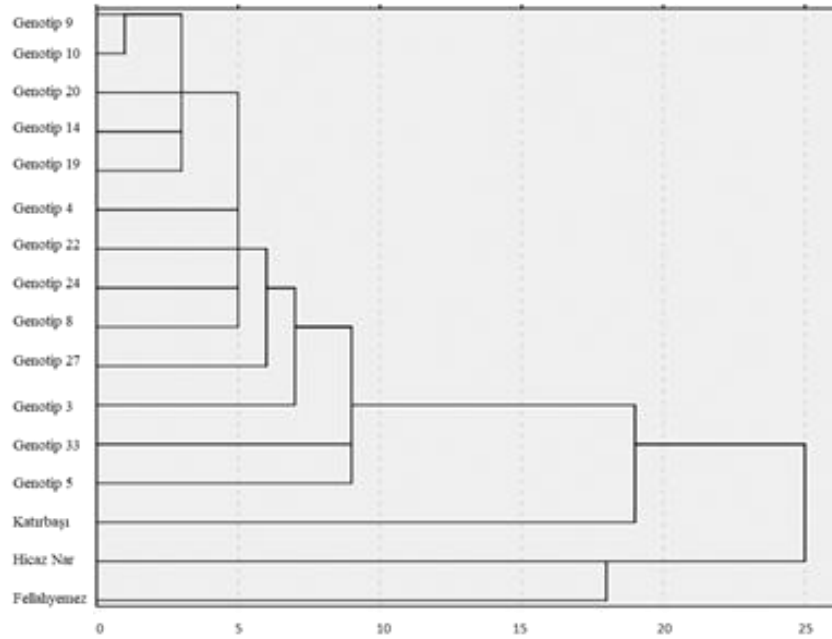


Şekil 4.5. 826 No'lu Primere Ait Bant Görüntüleri

### 4.3.3. Kümeleme Analizi (Cluster Analysis-UPGMA)

Kümeleme analizi, dendrogram olarak adlandırılan ve genellikle ağaca benzer diyagram şeklinde gösterilen, benzer bireyleri grup veya küme içinde birleştirmek yoluyla oluşturulan bir metottur. Kümeleme işleminde birkaç metot vardır. Bunlar arasındaki fark, oluşan küme ile diğer bireyler arasındaki benzerlik/farklılığın nasıl hesaplandığından kaynaklanır. Bu metotlar: en yakın komşu (nearest neighbour), en uzak komşu (furthest neighbour) ve grup ortalaması (group average) metotlarıdır. Bunlardan group average dominant markörlerin analizlerinde yaygın olarak kullanılır ve unweighted pair-groups method using arithmetic averages (UPGMA) olarak bilinir. Bu metotta iki küme arasındaki benzerlik/farklılık iki kümenin bütün bireylerinin ortalaması alınarak hesaplanır (Quinn ve Keough, 2002: 490). ISSR PCR markörlerinin dominant olmasından dolayı çalışmalarımızda UPGMA kullanılmıştır.

Jel elektroforezi ve görüntüleme işlemleri sonucunda elde edilen görüntülerdeki bantlar varlığında bir (1), yokluğunda sıfır (0) şeklinde skorlanmıştır. Elde edilen veriler Popgene32 version 1.32 (Population Genetic Analysis) ve MEGA 5.0 (Molecular Evolutionary Genetic Analysis) bilgisayar paket programında analiz edilmiştir. UPGMA (Unweighted Pair-Group Method With Arithmetic Average) metoduna göre (Parmaksız ve Özcan, 2011: 11) Şekil 4.5'de ki dendrogram elde edilmiştir.



Şekil 4.6. Kümeleme Analizi İle Elde Edilen Dendrogram

Dendogram %25 farklılık seviyesinde biri küçük ve diğeri büyük olmak üzere iki ana gruba ayrılmıştır. Küçük ana grupta Hicaznar ve Fellahyemez çeşitleri yer almıştır. Büyük grup %19 seviyesinde tekrar iki gruba ayrılmıştır. Bu grupların bir kolunda Katırbaşı, diğerkolunda ise genotipler yer almışlardır.

Çalışmada kullanılan çeşit ve genotipler arasında en yakın benzerlik %2 seviyesinde Genotip 9 ve Genotip 10 arasında belirlenmiştir. Bu genotiplerin birbirlerine yakın lokasyonlardan selekte edildiği tespit edilmiştir.

İnhisar ilçesinde survey sırasında yetiştirilen narların birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir. Üreticiler tarafından devedişisi olarak adlandırdıkları narlar Genotip 14, 19 ve 20 olarak numaralandırılmış ve bu genotiplerin dendogramda benzer oldukları tespit edilmiştir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Nar eski zamanlardan beri tanınan meyve olmasıyla birlikte zengin besin içeriği ve insan sağlığına olumlu etkilerinden dolayı son yıllarda yetiştirme tekniği, depolama ve taşıma konusunda yapılan çalışmalar ile tüketimi ve ticareti artmıştır.

Dünya'da yetiştiriciliği yapılan birçok meyve çeşidinin seleksiyon çalışmaları ile bulunduğu ve nar üretiminin en çok yapıldığı ülkelerde nar çeşitlerinin planlı bir ıslah çalışması yerine seleksiyon çalışmaları ile elde edildiği bilinmektedir.

Ülkemizin sahip olduğu ekolojik koşullar sayesinde birçok meyve tür ve çeşidinin yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Bu meyve çeşitleri arasında yer alan nar, ülkemizin her bölgesinde yetiştirilmekte ve pek çok yöresinde yerel çeşitlerle nar yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Bunlardan biri de Bilecik ili İnhisar ilçesidir. İlçede ekşi ve tatlı olmak üzere iki nar çeşidinin yetiştirildiği, tatlı narın ön planda olduğu ve devedişisi olarak adlandırıldığı survey sırasında tespit edilmiştir.

Bu tez çalışmasında, Bilecik ili İnhisar ilçesinde doğal olarak yetiştirilen ve yöre iklimine adapte olmuş nar genotiplerinden selekte edilen 33 adet nar genotipinin pomolojik ve kimyasal analizlerinin yapılması sonrası Tartılı derecelendirme yöntemi ile seçilen en iyi 13 adet genotipin ISSR primer markör tekniği kullanılarak moleküler karakterizasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır.

2020 yılında Bilecik ili İnhisar ilçe Tarım ve Orman Müdürlüğünden alınan bilgiler ile nar yetiştiriciliği yapılan köylere gidilmiş ve üreticilerden edinilen bilgiler doğrultusunda verim ve kalitesi açısından öne çıkan 33 adet genotip belirlenmiştir. Her bir genotipten alınan 5 adet meyve örneğinin pomolojik ve kimyasal analizleri yapılmıştır.

Selekte edilen 33 genotipin analizleri yapıldıktan sonra tartılı derecelendirme metoduna göre değerlendirilmiştir. Tartılı derecelendirme metodunda meyve ağırlığına %20, meyve tadına %20, dane randımanına %12, daneleme kolaylığına %12, suda çözünebilir kuru madde miktarına %12, meyve suyu randımanına %10, çekirdek sertliğine %9, titre edilebilir asit miktarına %5 şeklinde puan verilmiş ve genotipler buna göre toplam 100 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda öne çıkan ve bu çalışmanın materyalini oluşturan 13 genotip belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda genotipler arasında meyve ağırlıkları minimum 207,00 g, maximum 400,80 gr arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Daha önceki çalışmalarda ümitvar olan

genotiplerde özellik olarak ağırlık, tat ve çekirdek sertliği değerlendirilmiştir. Çalışmamızda da bu kriterlere göre Genotip 8, Genotip 33 ve Genotip 27'nin meyve ağırlıklarının diğer genotipler ile karşılaştırıldığında daha fazla olmasının yanı sıra tatlı ve yumuşak çekirdek sertliği özelliğine sahip olmalarından dolayı ümitvar genotip olarak değerlendirilebilir.

Nar'ın sofralık ya da gıda endüstrisinde işlenmesinde öncelik özelliği meyve suyu randımanıdır (Gündoğdu vd., 2015: 62). Çalışmamız sonucunda elde edilen meyve suyu randımanı önceki çalışmalar ile kıyaslandığında Genotip 3, Genotip 4 ve Genotip 5'te daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuca göre genotiplerin meyve suyu işleme endüstrisinde kullanımı değerlendirilebilir.

Seçilen genotiplerde meyve renk tayini sırasında, meyve kabuk ve dane rengi L, a, b değerleri incelenmiştir. Meyve kabuk ve dane renginde L, b değerlerinin genotiplerde, kabukta a değerinin çeşitlerde daha yüksek olduğu, dane de ise genotiplerde yüksek olduğu belirlenmiştir.

Moleküler analiz için 2021 yılı Mayıs ayında, seçilen on üç adet genotip Bilecik ili İnhisar ilçesinden ve karşılaştırma için Fellahyemez, Katırbaşı ve Hicaznar yaprakları ise Yalova Bahçe Kültürleri Araştırma Merkezinden toplanmıştır. CTAB DNA ekstraksiyon metodu kullanılarak elde edilen DNA'lar da ISSR-PCR çalışmaları yürütülmüştür. Genotipler arasında polimorfizm seviyelerini belirlemek için yedi UBS-ISSR primeri kullanılmış ve bu primerlerden toplam elli bir adet bant oluştuğu ve kırk bir tanesinin polimorfik olduğu belirlenmiştir. Kullanılan primerlerden elde edilen polimorfik bant sayısı üç ile sekiz arasında değişkenlik göstermiş ve ortalama bant sayısı 7,29 ortalama polimorfik bant sayısı ise 5,86 olarak belirlenmiştir.

İstatistikî analizlerde kullanılan veriler, ISSR bantlarının değerlendirilmesi ile elde edilmiş ve UPGMA metoduna göre UPGMA dendrogram elde edilmiştir. Dendrogram önce biri büyük ve diğeri küçük olmak üzere %25,00 farklılık seviyesinde iki ana gruba ayrılmıştır. Küçük ana grupta Hicaznar ve Fellahyemez çeşidi yer alırken genotiplerin hepsi büyük grupta toplanmıştır. Büyük ana grubun yaklaşık %19,00 seviyesinde tekrar gruplara ayrıldığı belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan genotip ve çeşitler arasındaki en yakın benzerlik yaklaşık %2 farklılık seviyesinde Genotip 9 ve Genotip 10, daha sonraki en yakın benzerlik Genotip 20, Genotip 14 ve Genotip 19 arasında tespit edilmiştir. Survey sırasında üreticilerle görüşüldüğünde her tatlı narın devedişî olmadığını ancak bölgede bu şekilde isimlendirildiği

öğrenildi ve üreticilerin devedişî olarak bildirdikleri genotipler Genotip 14, 19 ve 20'nin aynı grupta toplandığı tespit edilmiştir. Devedişî çeşidi ile daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde meyve rengi, ağırlığı, en ve boy gibi özelliklerinin bizim çalışmamızda selekte edilen genotipler ile benzer olduğu belirlenmiştir (İkinci ve Dursun, 2021: 63).

Çalışma sırasında Antepfistığı Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde bulunan tescilli devedişî narının odun çelikleri temin edilmiştir ancak genç doku elde edilemediği için moleküler çalışmada karşılaştırma amaçlı kullanılamamıştır. Bu çalışmanın devamı niteliğinde tescilli devedişî narlarının temin edilerek daha fazla primer ile devedişî narına benzer özellik gösteren nar genotiplerinin moleküler çalışmanın tekrarlanması planlanmaktadır.

## KAYNAKÇA

- Aka-Kaçar, Y.** (2003). Bitkilerde DNA İzolasyonu. *Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2, 1-3.
- Ajal, E. A., vd.** (2014). Efficiency of Inter Simple Sequence Repeat (ISSR) markers for the assessment of genetic diversity of Moroccan pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. *Biochemical Systematics and Ecology*, 56, 24-31.
- Ak, B. E., vd.** (2009). Some Pomological Traits of Different Pomegranate Varieties Grown in Sanliurfa-Turkey. *I. International Symposium on Pomegranate and Minor Mediterranean Fruits*, 818, 115-119.
- Akbarpour, V., Hemmati K., & Sharifani, M.** (2009). Physical and Chemical Properties of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit in Maturation Stage. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 6(4), 411-416.
- Akbel, E.** (2017). *Orta Sakarya Havzasındaki Narların Morfolojik Tanımlaması*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Al-Mousa, R., Al-Biski, F., & Alshaal, A.** (2019). Molecular Characterization of Some Syrian Pomegranate (*Punica granatum* L.) Genotypes. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*, 15(3), 83-92.
- Almiahy, F. H., & Jum'a, F. F.** (2017). Evaluation of the Genetic Diversity of Pomegranate Accessions some Iraqi Pomegranate (*Punica granatum* L.) Genotypes Using ISSR Marker. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR- JAVS)*, 10(8), 44-49.
- Amar, M. H., & El-Zayat, M. A.** (2017). Utilization of ISTR, ISSR and SRAP molecular markers to reveal and classify Egyptian pomegranates (*Punica granatum* L.). *Plant OMICS*, 10(5), 237-246.
- Anonim** (2019). *İnhisar İlçesinin Coğrafik Özellikleri*. [Erişim: 02.05.2022, <http://www.inhisar.bel.tr/?pnun=47&pt=Co%C4%9Frafi%20Durum>]
- Anonim** (2020). *Bilecik İli Coğrafik Özellikleri*. [Erişim: 02.05.2022, <http://www.bilecik.gov.tr/cografi-yapi>]
- Anonymous** (2019). *Crops Static Data*. [Erişim: 01.05.2022, <https://www.fao.org/home/en/>]

**Attanayake, S. R. M. R., vd.** (2016). Genetic Diversity of (*Punica granatum L.*) Germplasm in Several Major Cultivation Areas of Sri Lanka Assessed With ISSR Markers. *Wildlanka*, 4(3), 106-116.

**Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü (BATEM)** (2020). *Nar Yetiştiriciliği*. [Erişim: 26.03.2022,

<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/batem/Belgeler/Kutuphane/Teknik%20Bilgiler/Nar%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi.pdf>]

**Batmaz, M.** (2019). *Bazı Nar (Punica granatum L.) Genotiplerinin Issr Markırları ile Moleküler Karakterizasyonu*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

**Bedaf, M. T., vd.** (2011). Evaluation of genetic diversity among Iranian pomegranate (*Punica granatum L.*) cultivars, using ISSR and RAPD markers. *Taxonomy and Biosystematics*, 3(8), 35-44.

**Boğuç, F.** (2018). *Şırnak İlinde Yetişen Yerel ve Standart Nar Çeşitleri ile Önemli Nar Genotiplerinin Pomolojik ve Bazı Kimyasal Özelliklerin Karakterizasyonu*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.

**Bornet, B., & Branchard, M.** (2001). Nonanchored Inter-Simple Sequence Repeat (ISSR) Markers: Reproducible and Specific Tools For Genome Fingerprinting. *Plant Mol Biol Reporter*, 19, 209–215.

**Botstein, D. vd.** (1980). Construction of A Genetic Linkage Map in Man Using Restriction Fragment Length Polymorphisms. *Am J Hum Genet*, 32(3), 314-331.

**Çalışkan, O., & Bayazıt, S.** (2013). Morpho-pomological and Chemical Diversity of Pomegranate Accessions Grown in Eastern Mediterranean Region of Turkey. *J. Agr. Sci. Tech*, 15, 1449-1460.

**Çalışkan, O. vd.** (2018) . Evaluation of the Genetic Diversity of Pomegranate Accessions from Turkey Using New Microsatellite Markers. *Turk J Agric For*, 41, 142-153.

**Çiçek, M.** (2016). *Diyarbakır Yöresi Narlarının (Punica granatum L.) Morfolojik ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Siirt.

- Cicek, M., Pakyurek, M., & Celik, F.** (2019). Determination of Morphological and Pomological Characteristics of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Genotypes Grown in Diyarbakır. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 3(3), 196-202.
- Doyle, J.J., & Doyle, J.L.** (1987). A rapid DNA Isolation Procedure for Small Quantities of Fresh Leaf Tissue. *Phytochemical Bulletin*, 19, 11-15.
- Durgaç, C. vd.** (2008). Molecular and Pomological Diversity among Pomegranate (*Punica granatum* L.) Cultivars in Eastern Mediterranean Region of Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 7(9), 1294-1301.
- Dursun, E.** (2021). *Bazı Nar (Punica granatum L.) Çeşitlerinin Pomolojik Özellikleri, Fenolik Bileşenleri ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- EL-Nemr, S. E., Ismail, I. A., & Ragab, M.** (1990). Chemical Composition of Juice and Seeds of Pomegranate Fruit. *Molecular Nutrition Food Research*. Çevrimiçi Ön Yayın. DOI: 10.1002/food.19900340706
- Ercan, N. vd.** (1992). Determination of Suitable Pomegranate Cultivars for Aegean Region (in Turkish). *The First National Hort. Congress of Turkey*, 1, 553-556.
- Ercisli, S. vd.** (2007). Interspecific variability of RAPD and fatty acid composition of some pomegranate cultivar (*Punica granatum* L.) growing Southern Anatolia Region in Turkey. *Biochemical Systematics and Ecology*, 35, 764-769.
- Ercişli, S. vd.** (2009). *Artvin İli ve İlçelerinde Doğal Olarak Bulunan Nar (Punica granatum l.) Genetik Kaynaklarının Tespiti ve Seçilen Tipler Arasındaki Farklılığın RAPD Markörlerle Belirlenmesi*. (TÜBİTAK Proje Sonuç Raporu). Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum.
- Ercisli, S. vd.** (2011). Genetic Characterization of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Genotypes by AFLP Markers. *Biological research*, 44(4), 345-350.
- Erkan, M., & Kader, A. A.** (2011). Pomegranate (*Punica granatum* L.). *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits*. Çevrimiçi Ön Yayın. DOI: 10.1533/9780857092618.287
- Fadavi, A. vd.** (2005). Physicochemical Composition of Ten Pomegranate Cultivars (*Punica granatum* L.) Grown in Iran. *International Food Science and Technology*, 11(2), 113-119.

- Gerçekçiöğlü, R., Sönmez, A., & Atasever, O.** (2015). Kuytucak Yöresi Bazı Nar (*Punica granatum* L.) Çeşitlerinin Bitkisel ve Pomolojik Özellikleri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8(2), 32-34.
- Gil, M. I., vd.** (2000). Antioxidant Activity of Pomegranate Juice and Its Relationship with Phenolic Composition and Processing. *J. Agric. Food Chem*, 48(10), 4581-4589.
- Gölükcü, M., & Tokgöz, H.** (2008). Ülkemizde yetiştirilen önemli nar (*Punica granatum* L.) çeşitlerine ait nar sularının bazı kalite özellikleri. *Hasad Gıda*, 274, 26-31.
- Gündoğdu, M. vd.** (2010). Şirvan (Siirt) Yöresinde Yetiştirilen Narların Pomolojik Özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(2), 38-143.
- Gündoğdu, M., Yılmaz, H., & Canan, İ.** (2015). Nar (*Punica granatum* L.) Çeşit ve Genotiplerin Fiziko-kimyasal Karakterizasyonu. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD)*, 1(2), 57 – 65.
- Hajiyeva, S. V., vd.** (2018). ISSR Analysis of Variability of Cultivated Form and Varieties of Pomegranate (*Punica granatum* L.) from Azerbaijan. *Russian Journal of Genetics*, 54(2), 188–197.
- Heidari, F. E., vd.** (2016). Genetic structure and diversity of ajowan (*Trachyspermum ammi*) populations based on molecular morphological markers, and volatile oil content. *Industrial Crops and Products*, 92, 186-196.
- Hiloğlu, M.** (2012). *Türkiye’de Yayılış Gösteren Petrorhagia türleri Arasındaki Genetik Akrabalığın Moleküler Belirteçlerle Tespit Edilmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Hoisington, D.** (1992). Laboratory protocols- Applied Genetics Engineering Laboratory. *CIMMITY- Applied Biotechnology Center*, 144
- IPGRI.** (2001). Regional report CWANA 1999–2000. *International Plant Genetic Resources Institute*, 20-28.
- Ismail, O. M., Younis, R. A. A., & İbrahim, A. M.** (2014). Morphological and Molecular Evaluation of Some Egyptian Pomegranate Cultivars. *African Journal of Biotechnology*, 13(2), 226-237.

- İkinci, A., & Kılıç, M. E.** (2016). Siverek (Şanlıurfa) Yöresinde Yetiştirilen Yerel Nar (*Punica granatum* L.) Genotiplerinin Bazı Pomolojik ve Kimyasal Özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(4), 556-562.
- İkinci, A., & Dursun, E.** (2021). Şanlıurfa'da Yetiştirilen Bazı Nar (*Punica granatum* L.) Çeşitlerinin Pomolojik ve Kimyasal Özellikleri. *Uluslararası Anadolu Ziraat Mühendisliği Bilimleri Dergisi*, 3 (3), 63-72.
- Jbir, R. vd.** (2014). Efficiency of Inter Simple Sequence Repeat (ISSR) markers for the assessment of genetic diversity of Moroccan pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. *Biochemical Systematics and Ecology*, 56, 24-31.
- Kalaycıoğlu, Z., & Erim, F. B.** (2017). Total Phenolic Contents, Antioxidant Activities, and Bioactive Ingredients of Juices from Pomegranate Cultivars Worldwide. *Food Chemistry*, 221, 497-507.
- Kaplan, C.** (2014). *Siverek Yöresi (Şanlıurfa) Nar Popülasyonlarında Yerel Tipleri Özelliklerinin Belirlenmesi.* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Karakoç, D.** (2011). *Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi Doğal Florasındaki Böğürtlen Genotipleri Arasındaki Biyoçeşitliliğin Moleküler Belirteçlerle Saptanması.* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Karapetsi, L. vd.** (2021). Fruit Quality Traits and Genotypic Characterization in a Pomegranate Ex Situ (*Punica granatum* L.) Collection in Greece. *Agriculture*, 11(482), 1-21.
- Kaygısız, H.** (2009). Narın Tarihçesi ve Önem Kazanmasının Nedenleri. *Hasad Dergisi*, 24 (2), 64-66.
- Kazankaya, A. vd.** (2003). Pervari (Siirt) Narlarının Meyve Özellikleri. *Türkiye 4. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 141-143.
- Kazankaya, A. vd.** (2007). Physico-chemical Characteristics of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Selections from Southeastern Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 2981-2992.
- Kılıç, M. E.** (2014). *Siverek Yöresi (Şanlıurfa) Narların (Punica granatum L.) Morfolojik ve Pomolojik Karakterizasyonu.* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

- Kurt, H., & Şahin, G.** (2013). Bir Ziraat Coğrafyası Çalışması: Türkiye’de Nar (*Punica granatum* L.) Tarımı. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27, 551-574.
- Khan, A. L., vd.** (2018). First Reported Chloroplast Genome Sequence of *Punica granatum* L. (cultivar Helow) from Jabal Al-Akhdar, Oman: Phylogenetic Comparative Assortment with *Lagerstroemia*. *Genetica*, 146(6), 461–474.
- Mena, P. vd.** (2011). Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(10), 1893–1906.
- Mohammed, T. T. A.** (2021). *Kuzey Irak Bölgesinde Yetiştirilen Yerel Nar Çeşitlerinin (Punica granatum L.) Morfolojik ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Muradoğlu, F., Balta, M. F., & Özrenk, K.** (2006). Pomegranate (*Punica granatum* L.) Genetic Resources from Hakkâri, Turkey. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2(6), 520-525.
- Oğuz, H. İ.** (2012). Diversity of Local Pomegranate Types (*Punica granatum* L.) in Eastern Turkey. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 683-686.
- Okatan, V.** (2011). *Bitlis İli Narlıdere Yöresi Narlarının (Punica granatum L.) Seleksiyon Yoluyla Islahı*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Okatan, V. vd.** (2015). Genotype Selection for Physico-Chemical Fruit Traits in Pomegranate (*Punica granatum* L.) in Turkey. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 14(2), 123-132.
- Onur, C.** (1983). *Akdeniz Bölgesi Narlarının Seleksiyonu*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Eğitim Merkezi, Mersin.
- Onur, C., & Kaşka, N.** (1985). Akdeniz Bölgesi Narlarının (*Punica granatum* L.) Seleksiyonu. *Turkish J. Agric. For.*, 9(1), 25-33.
- Onur, C., & Tibet, H.** (1993). Antalya’da Nar Çeşit Adaptasyonu ve Verimlilikleri. *Narenciye Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 8(4), 116-173.
- Onur, C., Tibet, H., & Işık, E. A.** (1999). Melezleme Yoluyla Nar (*Punica granatum* L.) Çeşit Islahı. *Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, s. 58-61.

**Orhan, E. vd.** (2014). Molecular and morphological characterization of pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes sampled from Coruh Valley in Turkey. *Genetics and Molecular Research*, 13(3), 6375-6382.

**Özatak, Ö. F.** (2010). *Çukurca (Hakkâri) Yöresi Nar (Punica granatum L.) Genotiplerinin Özellikleri*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

**Özcan, M.** (2020). *Nar Yetiştiriciliği*. [Erişim: 04.16.2022, <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:j-YiPsJWwHcJ:https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/muozcan/66722/Nar%2520Ders%2520Notu%25202020.pdf+%&cd=1&hl=tr&ct=clnk&gl=tr>]

**Özden, A. N., Ak, B. E., & Özden, M.** (2017). Farklı Nar (*Punica granatum* L.) Çeşitlerinin Pomolojik, Fitokimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasiteleri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(2), 164-176.

**Özgüven, A. I., & Yılmaz, C.** (2000). Pomegranate Growing in Turkey. In: Melgarejo Moreno, P., Martínez-Nicolás, J. J., Martínez-Tomé, J. (eds.). *Production, Processing and Marketing of Pomegranate in the Mediterranean Region: Advances in Research and Technology*. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, 41-48.

**Özkan, Y.** (2003). Determination of Pomological Characteristics of Niksar District Pomegranates (*Punica granatum* L.) of the Tokat Province. *Acta Hort*, 598, 199-203.

**Öztürk, İ., Pakyürek, M., & Çelik, F.** (2019). Mardin İli Artuklu ve Kızıltepe İlçelerinde Yetiştirilen Yerel Nar (*Punica granatum* L.) Genotiplerinin Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(4), 925-933.

**Parmaksız, İ., & Özcan, S.** (2011). Morphological, chemical, and molecular analyses of Turkish Papaver accessions (Sect. Oxytona) Papaver accessions (Sect. Oxytona). *Turkish Journal of Botany*, 35(1), 1-16.

**Passafiume, R. vd.** (2019). Chemical–Physical Characteristics, Polyphenolic Content and Total Antioxidant Activity of Three Italian-Grown Pomegranate Cultivars. *Official Journal of the Society of Nutrition and Food Science*, 16, 9-14.

**Pitsiouni, M. vd.** (2010). Genetic diversity of Greek wild and cultivated pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes and cultivars using molecular markers. *İN: XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People (IHC2010)*, s. 193–200.

- Polat, A. A., vd.** (1999). Hatay'ın Kırıkhan İlçesinde Yetiştirilmekte Olan Bazı Nar Tiplerinin Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerinde Çalışmalar. *Türkiye 3. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, s. 746-750.
- Polat, A. A., Caliskan, O., & Kamiloglu, Ö.** (2002). Determination of pomological characteristics of some pomegranate cultivars in Dört Yol (Turkey) conditions. *Acta Horticulturae*, 940, 401-405.
- Polat-Çeltikci, N.** (2008). *Türkiye Ekonomisinde Nar ve Nar Türevleri*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya.
- Poudel, K., Ansari, A. R., & Karki, S.** (2017). Pomological Characteristics of Four Pomegranate (*Punica granatum* L.) Cultivars Grown in Eastern Mid-Hills of Nepal. *Proceedings of the Ninth National Horticulture Workshop*, 93-96.
- Quinn, G. P., & Keough, M. J.** (2002). *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge University Press, 488-491.
- Rohlf, F. J.** (2002). Geometric morphometrics and phylogeny, Norman MacLeod (Ed.), *In Morphology, Shape and Phylogeny*, London, s. 175-193.
- Sarkhosh, A. vd.** (2006). RAPD markers reveal polymorphism among some Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes. *Scientia Horticulturae*, 111, 24-29.
- Sevindik, E., & Efe, F.** (2021). Molecular Genetic Diversity and Phylogenetic Analyses of *Punica granatum* L. Populations Revealed by ISSR Markers and Chloroplast (cpDNA) *trnL-F* Region. *Erwerbs-Obstbau*, 63, 339-345.
- Singh, B. vd.** (2018). DNA Profiling of pomegranate (*Punica granatum* L.) Field Genebank Semi-Feral Collection by Using ISSR Markers. *Indian Journal of Plant Genetic Resources*, 31(2), 191-193.
- Sonawane, M. S., Supe, V. S., & Chimote, V. P.** (2018). Assessing Genetic Diversity Among 'Bhagwa' Like Pomegranate (*Punica granatum* L.) Genotypes by Inter Simple Sequence Repeat (ISSR) Markers. *Journal of Applied Horticulture*, 20(1), 79-84.
- Şen, S. M., & Güneş, M.** (1996). Kuşburnunun Beslenme Değeri, Kullanım Alanları ve Tokat Yöresi Açısından Önemi. *Kuşburnu Sempozyumu*, s. 41-46.

**Şen, F., & Eroğlu, D.** (2012). Adıyaman İlinde Yetiştirilen ‘Hicaznar’ Nar Çeşidinin Depolama Sürecindeki Kalite Değişiminin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2), 103-111.

**Şenocak, E.** (2016). Halk Anlatı ve İnanışlarında Mitolojik Bir Meyve: Nar. *Avrasya Uluslararası Araştırma Dergisi*, 4(8), 228-251.

**Şimşek, M.** (2017). A General Overview of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Production Potential, Effects to Health, Problems and Solution Proposals of Turkey. *Middle East Journal of Science*, 3(1), 51-58.

**Şimşek, M., & İkinci, A.** (2017). Narın (*Punica granatum* L.) İnsan Sağlığına Etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 21(4), 494-506.

**Şimşek, M., & Etik, R.** (2022). Diyarbakır İlinin Dicle İlçesinde Yetişen Yerel Nar (*Punica granatum* L.) Çeşitlerinin Fiziko-Kimyasal Karakterizasyonu. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 89-98.

**Tehranfar, A. vd.** (2010). Investigation of Physico-Chemical Properties and Antioxidant Activity of Twenty Iranian Pomegranate (*Punica granatum* L.) Cultivars. *Scientia Horticulturae*. Çevrimiçi Ön Yayın. DOI: 10.1016/j.scienta.2010.07.001

**Toprak, T.** (2019). *Kahramanmaraş İlindeki Farklı Nar (punica granatuml.) Genotiplerinin Pomolojik Özellikleri İle Fitokimyasal Ve Antioksidant İçeriklerinin Belirlenmesi.* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

**Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)** (2014). *Bitkisel Üretim İstatistikleri- 2014.* [Erişim: 02.04.2022, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>]

**Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)** (2015). *Bitkisel Üretim İstatistikleri- 2015.* [Erişim: 02.04.2022, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>]

**Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)** (2016). *Bitkisel Üretim İstatistikleri- 2016.* [Erişim: 02.04.2022, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>]

**Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)** (2017). *Bitkisel Üretim İstatistikleri- 2017.* [Erişim: 02.04.2022, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>]

**Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)** (2018). *Bitkisel Üretim İstatistikleri- 2018.* [Erişim: 02.04.2022, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>]

- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)** (2019). *Bitkisel Üretim İstatistikleri- 2019*. [Erişim: 02.04.2022, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>]
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)** (2020). *Bitkisel Üretim İstatistikleri- 2020*. [Erişim: 02.04.2022, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>]
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)** (2021). *Bitkisel Üretim İstatistikleri- 2021*. [Erişim: 02.04.2022, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>]
- Türkmen, I., & Ekşi, A.** (2010). Brix Degree and Sorbitol/Xylitol Level of Authentic Pomegranate (*Punica granatum* L.) Juice. *Food Chemistry*, 127, 1404-1407.
- Uzun, A. vd.** (2009). Genetic Diversity and Relationships within Citrus and Related Genera Based on Sequence Related Amplified Polymorphism Markers (SRAPS). *Scientia Horticulturae*, 121(3), 306-312.
- Wang, G., Mahalingan, R., & Knap, H. T.** (1998). (C-A) and (GA) Anchored Simple Sequence Repeats (ASSRs) Generated Polymorphism in Soybean. *Glycine max (L.) Merr. Theor Appl Genet*, 96, 1086–1096.
- Vardin, H., & Abbasoğlu, M.** (2004). Nar Ekşisi ve Narın Diğer Değerlendirme Olanakları. *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, s. 165-169.
- Yaman, S. vd.** (2015). Farklı Yükseltelerde Yetiştirilen ‘Hicaznar’ Çeşidinin Meyve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Fruit Science*, 2(2), 9-15.
- Yılmaz, H. vd.** (2003). Hizan’ da Yetiştirilen Narların Pomolojik Özellikleri. *Türkiye IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, s. 238-240.
- Yılmaz, C.** (2005). *Narda Derim Öncesi Meyve Çatlamasının Anatomisi ve Fizyolojisi*. (Yayınlanmamış Doktora tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yılmaz, C.** (2007). *Nar*. Hasad Yayınları.
- Yılmaz, C. & Özgüven, A.I.** (2009). Türkiye'deki Nar Genetik Kaynakları. *III. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, s. 9.
- Yorgancılar, M., Yakişir, E., & Erkoyuncu, T. M.** (2015). Moleküler Markörlerin Bitki Islahında Kullanımı. *Journal of Bahri Dagdas Crop Research*, 4(2), 1-12.
- Yuan, Z. vd.** (2007). Population genetic diversity in Chinese pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars revealed by fluorescent-AFLP markers. *Journal of Genetics and Genomics*, 34(12), 1061-1071.

**Zaouay, F., & Mars, M.** (2011). Diversity Among Tunisian Pomegranate (*Punica granatum* L.) Cultivars as Assessed by Pomological and Chemical Traits. *International Journal of Fruit Science*, 11(2), 151-166.

**Zietkiewicz, E., Rafalski, J. A. & Labuda, D.** (1994). Genome Fingerprinting by Simple Sequence Repeat (SSR)-Anchored Polymerase Chain Reaction Amplification. *Genomics*, 20, 176–183.

**Zhao, X. vd.** (2013). Characterization and evaluation of major anthocyanins in pomegranate (*Punica granatum* L.) peel of different cultivars and their development phases. *Eur Food Res Technol*, 236, 109–117.