



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

***Capsicum baccatum* L. TÜRÜNE AİT F3 HATLARININ
MORFOLOJİK KARAKTERİZASYONU**

Hasan HACBEKİR

**BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATAY
ARALIK - 2021**



T.C.
HATAY MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Capsicum baccatum L. TÜRÜNE AİT F₃ HATLARININ
MORFOLOJİK KARAKTERİZASYONU

Hasan HACBEKİR
ORCID:0000-0003-2662-0729

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman
Prof.Dr. Kazım MAVİ
ORCID: 0000-0003-0195-8539

HATAY
ARALIK - 2021

31/12/2021

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

İmzası

Hasan HACBEKİR

ÖZET

***Capsicum baccatum* L. TÜRÜNE AİT F3 HATLARININ MORFOLOJİK KARAKTERİZASYONU**

Biber vitamin ve mineral maddeler yönünden insan beslenmesine faydalı bir sebzedir. Bu tez ülkemizdeki çalışması *Capsicum baccatum* türüne ait iki genotipin (MKÜ-92 ve MKÜ-19) ebeveyn olarak kullanıldığı ilk melezleme çalışması olma özelliğindedir. Son yıllarda bu türe ait biber meyvelerinin ülkemizdeki tüketimi dikkat çekmektedir. Bu nedenle bu tür içerisinde bir çeşit geliştirebilmek amacıyla başlanan araştırmanın bu tezdeki kısmında bazı F3 hatların meyve ve bitki özellikleri incelenmiştir. Çalışmada ebeveyn ve hatları karakterize edebilmek için 22'si kantitatif, 8'i kalitatif olmak üzere toplam 30 morfolojik özellik kullanılmıştır. Sonuç olarak kantitatif özellikler incelendiğinde; ebeveyn ve hatların ortalama kotiledon uzunluklarının 1.53-2.40 cm, kotiledon genişliklerinin 0.73-1.13 cm, bitki boylarının 54.8-95.9 cm, bitki taç genişliklerinin 42.5-69.0 cm, bitki ilk dallanma yüksekliklerinin 30.1-44.7 cm, yaprak alanlarının 39.13-84.30 cm², meyve uzunluklarının 36.39-104.62 mm, meyve et kalınlıklarının 1.65-3.12 mm, Scoville acılık değerlerinin 9262-99654 arasında geniş bir varyasyon gösterdiği belirlenmiştir. Kalitatif özelliklerden ise olgunlaşmamış ve olgun meyve rengi açısından varyasyon olduğu belirlenmiştir. Fenotipik olarak birbirinden farklı ebeveynlerin seçilmesi kapsamında bu ıslah programı ile geniş bir varyasyon oluşturulmuştur. Bu popülasyondaki her hat, meyve özellikleri ve kimyasal (türe has bileşikler, suda çözülebilir kuru madde ve acılık gibi) içerik açısından geliştirilmesi hedeflenen özellikler bakımından biber ıslah programlarında kullanılabilir bulunmuştur.

2021, 58 sayfa

Anahtar Kelimeler: Biber ıslahı, Aji, acılık, kalıtım derecesi

ABSTRACT

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION of F3 LINES of *Capsicum baccatum* L. SPECIES

Pepper is a vegetable that is consumed lovingly both in the world and in our country, rich in vitamins and minerals and beneficial for human nutrition. This thesis study is the first hybridization study in our country in which two genotypes (MKU-92 and MKU-19) belonging to the *Capsicum baccatum* var. *pendulum* species are used as parents. It is noteworthy that pepper fruits of this species have been sold as fresh peppers in some market stalls in recent years. For this reason, in this study, which was started in order to develop a variety from this species belonging to our country, fruit and plant characteristics of some F3 lines were examined. In the study, a total of 30 morphological features, 22 quantitative and 8 qualitative, were used to characterize the parents and lines. As a result, when the quantitative properties are examined; Average cotyledon length of the parents and lines used in this study is 1.53-2.40 cm, cotyledon widths are 0.73-1.13 cm, plant heights are 54.8-95.9 cm, plant crown widths are 42.5-69.0 cm, plant first bifurcation heights are 30.1-44.7 cm, leaf areas are 39.13-84.30 cm². It was determined that fruit lengths of 36.39-104.62 mm, fruit thicknesses of 1.65-3.12 mm, Scoville bitterness values between 9262-99654 showed a wide variation in most of the features. It is seen that there is a wide variation in terms of immature and mature fruit color among quantitative characteristics. As a result, a wide variation was created with this breeding program as the parents used in this study were phenotypically different from each other. Each line in this variation has been found to be usable in pepper breeding programs for traits that are targeted to be developed in terms of fruit characteristics and chemical (specific compounds, water-soluble dry matter and bitterness) content.

2020, 58 pages

Key Words: Pepper Breeding, Aji, Piquancy, Heritability

TEŞEKKÜR

Mesleki ve akademik hayatımda önemli kararlar almam gerektiğinde sürekli yanımda olan ve varlığı ile benim için önemli bir rol model oluşturan, gerek yüksek lisans tez konumunun belirlenmesinde gerek araştırılması ve yazımı sırasında sahip olduğu bilgi birikimi ve tecrübesi ile çalışmalarına ışık tutan ve yardımını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Kazım MAVİ'ya sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez konusumun belirlenmesi ve çalışmaların takibinde profesyonel yaklaşımları ve öngörülerini ile yüksek lisans çalışmalarımı zenginleştiren ve yardımlarını esirgemeyen Tez İzleme Komitesi üyeleri Dr. Öğr. Üyesi Bekir Bülent ARPACI ve Dr. Öğr. Üyesi Ömer Faruk COŞKUN'a, tez çalışmalarım sırasında tüm bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi (HMKÜ) Ziraat Fakültesi Prof. Dr. Kazım MAVİ Bölüm Başkanlığı'na ve HMKÜ FBE Enstitüsü Müdürlüğü çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım süresince, tüm laboratuvar ve sera çalışmalarında yapmış oldukları katkı ve yardımları nedeniyle Dr. Öğr. Üyesi Fulya UZUNOĞLU ve Ziraat mühendisi Sıddık Kaya'a çok teşekkür ederim. Verilerin istatistiksel analizlerinde yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Kazım MAVİ'ya, acılık analizi için Dr. Öğr. Üyesi Bekir Bülent ARPACI'ya sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen, güvenen ve daima yanımda olan canım ailem ve nişanıma sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	VII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal.....	13
3.2. Yöntem	14
3.2.1. Kalıtım derecelerinin hesaplanması.....	24
3.2.2. İstatistiksel Analizler	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	26
4. 1. Kantitatif Özellikler	26
4. 2. Kalitatif Özellikler	40
4.3. Kalıtım derecesi tahmini.....	45
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	47
KAYNAKLAR	52
ÖZGEÇMİŞ	58

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Temmuz 2019-Mayıs 2020 tarihleri arası ortalama maksimum sıcaklık, en düşük sıcaklık, en yüksek sıcaklık ortalama minimum ve ortalama sıcaklık değerlerinin değışimi.....	15
Çizelge 4.1. Ebeveynler ve hatların kotiledon uzunluğu ve kotiledon genişliğine ortalamaları.....	26
Çizelge 4.2. Ebeveynler ve hatların bitki boyu, bitki taç genişliği, bitki habütüsü ve bitki ilk dallanma yüksekliği ile ilgili elde edilen ortalama veriler	29
Çizelge 4.3. Ebeveynler ve hatların yaprak uzunluğu, yaprak genişliği, yaprak alanı ve yaprak şekil indeksi ile ilgili elde edilen ortalama veriler	31
Çizelge 4.4. Ebeveynler ve hatların meyve ağırlığı, meyve uzunluğu, meyve genişliği ve meyve et kalınlığı ile ilgili elde edilen ortalama veriler.....	33
Çizelge 4.5. Ebeveynler ve hatların çiçek taç uzunluğu, bin tohum ağırlığı ve suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) verileri	35
Çizelge 4.6. Ebeveyn ve hatların meyve şekli, olgunlaşmamış meyve rengi, çiçek ucu meyve şekli ve olgun meyve rengi ile ilgili elde edilen ortalama veriler	41
Çizelge 4.7. Ebeveyn ve hatların meyve pozisyonu, bitkilerin %50 çiçeklendiğı tarih gün olarak, çiçek pozisyonu ve taç yaprakta leke iriliğı ile ilgili elde edilen ortalama veriler	44
Çizelge 4.8. MKÜ-92 × MKÜ-19 ebeveyn kombinasyonuna ait özelliklerin kalıtım dereceleri tahmini.....	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Bursa ili semt Pazar tezgahında <i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i> türü biber meyvelerinin görünümü (orijinal Kazım MAVİ).....	4
Şekil 2.1. <i>Capsicum baccatum</i> var. <i>baccatum</i> ve <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> 'un, meyve en ve boylarındaki irilik farklılıkları (Eshbaugh, 1970).....	5
Şekil 2.2. <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> ile <i>C. baccatum</i> var. <i>baccatum</i> genotiplerinin melezlenebilirlik durumları	6
Şekil 2.3. UPGMA dendogramına göre genotiplerin kümelenme durumları. <i>Capsicum baccatum</i> genotipleri G3 ve G4 gruplarında yer almışlardır (Padilha ve ark. 2016).....	9
Şekil 2.4. Cardoso ve ark. (2018) tarafından kullanılan 116 <i>C. baccatum</i> genotipinin meyve şekilleri ve temin edildiği yerler	10
Şekil 3.1. Ana (MKÜ-92) ve baba (MKÜ-19) ebeveyn olarak kullanılan saf hatların olgun meyve renk ve şekilleri	13
Şekil 3.2. Projede kullanılan farklı renk ve şekildeki F2 hatlarının meyve şekil, boyut ve renklerindeki varyasyon	14
Şekil 3.3. F3/2 kodlu genotip kotiledon şekilleri	16
Şekil 3.4. Dikim sonrasında genotiplerin seradaki genel görünümü ve ipe alınması	17
Şekil 3.5. Bitki ilk dallanma yüksekliğinin belirlenmesi	18
Şekil 3.6. F3/16, F3/8, F3/7 ve F3/5 kodlu Genotiplerin yaprak şekillerinden örnek görünümler	19
Şekil 3.7. Biber tanımlama kılavuzuna göre çiçek pozisyonu (Anonymous, 1995).....	19
Şekil 3.8. Türe özgü tam açmış çiçeklerde taç yapraklar üzerindeki lekelerin ve çiçeğin genel görünümü.....	20
Şekil 3.9. Çiçekte leke durumu belirlenmesinde kullanılan skala (Orijinal Kazım MAVİ).....	20
Şekil 3.10. Bazı genotiplerin olgunlaşmamış meyve rengi varyasyonları: soldan sağa doğru açık sarı (F3/9), sarı (F3/7), açık yeşil (F3/20), yeşil (F3/19), koyu yeşil (F3/14 ve çok koyu yeşil (F3/5) (Orijinal Kazım MAVİ)	21
Şekil 3.11. Biber tanımlama kılavuzuna göre meyve şekil grupları (Anonymous, 1995)	22
Şekil 3.12. Kumpas yardımı ile meyve uzunluğunun belirlenmesi	23
Şekil 4.1. Ebeveyneler ve hatların kapsaisin (ppm), dihidrokapsaisin (ppm), toplam kapsaisinoid (ppm) ve Scoville acılık birimi (SHU) değerlerindeki değişimler	38
Şekil 4.2. Genotiplerinin kümeleme analizi sonucunda acılık seviyesine göre oluşturdukları benzerlik dendogramı	39
Şekil 4.3. Ebeveyn (MKÜ-92 × MKÜ19) ve hatların ölçekli kağıt üzerindeki meyve şekil ve renkleri	42

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

°C	: Derece Celsius
Ha	: Hektar
m	: Metre
mg	: miligram
g	: gram
mmol	: milimol
cm	: Santimetre
ppm	: part per million (milyon birimde bir birim)

KISALTMALAR

FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
UPOV	: Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerini Koruma Birliği (The International Union for the Protection of New Varieties)
SHU	: Scoville Heat Unit (Scoville acılık birimi)
M.Ö	: Milattan önce
PepYMV	: Sarı mozaik virüsü
USDA	: United States Department of Agriculture (ABD Tarım Bakanlığı)
UPGMA	: Unweighted pair group mean aritmetic (Ağırlıksız çift grubu ortalama aritmetik)
AFLP	: Amplified Fragment Length Polymorphisms (Çoğaltılan Parça Uzunluğu Polimorfizmi)
AVRDC	Asian Vegetable Research and Development Centre (Asya Sebze Araştırma ve Geliştirme Merkezi)
SÇKM	: Suda Çözünür Kuru Madde
BP	: Base pair (baz çifti)
UENF	: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (Kuzey Fluminense Darcy Ribeiro Devlet Üniversitesi)

1. GİRİŞ

Biber dünyada ve ülkemizde sevilerek tüketilen, içerdiği vitamin ve mineral maddeleri yönünden zengin ve insan beslenmesine faydalı bir sebzedir. *Capsicum* türleri tek başına veya diğer tatlandırıcı ürünlerle kombine edilerek, taze, konserve, turşu vb. şekilde ya da kuru olarak tüketilir. Fiyatının uygunluğu nedeni ile kuru kırmızı toz biber yaygınlaşmış, dünyada karabiberin yerine kullanılan önemli bir baharat haline gelmiştir. (Bosland, 1994; Abak, 1995).

Dünyada toplam 1 990 926 ha alanda 38 027 164 ton taze biber üretilmektedir. Türkiye’de ise toplam 92 084 ha alanda 2 625 669 ton taze biber üretilmektedir (FAO, 2019). Dünyada kuru biber üretimi ise toplam 1 128 071 ha alanda 4 255 050 ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye toplam 6 539 ha alanda 15 614 ton kuru biber üretmektedir (FAO, 2019).

Solanaceae familyası, *Capsicum* cinsi içerisindeki tür sayısının son yıllarda ilave edilen 4 yeni tür ile birlikte (Barboza ve ark., 2019), 43’e ulaştığı bildirilmiştir (Mavi, 2020). Bu türlerden *Capsicum annuum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L., *C. pubescens* Ruiz & Pav. ve *C. baccatum* L. türlerinin sebze olarak kültürü yapılmaktadır (Bosland, 1994).

Arkeolojik bulgular *Capsicum baccatum* L. türünün anavatanının Amerika kıtası olduğunu göstermektedir. Türün ilk kez M.Ö. 2000 yıllarında Peru’da yetiştirilmeye başlandığı bildirilmiştir. Aztek, Maya ve İnka yerli halkları üzerinde mistik ve ruhani bir etkisi olan biber, uzun yıllar bu halklar tarafından tanrının bir hediyesi olarak kabul görmüştür (Bosland ve Votava, 1999).

Biber meyvesi insan sağlığı için çok önemlidir ve şifalı bitki olarak da kullanılmaktadır. Sindirim sistemi için iştah açıcı ve dezenfektandır (Günay, 1992; Demir, 1996; Doğantan, 1986).

Biber meyveleri bir alkaloid olan kapsaisin, karotinoidler (Capsanthin, Alfa-Beta Caroten, Violaxanthin, Cryptoxanthin ve Capsorubin), flavonoidler ve ayrıca antibiyotik Capsianoside içermekte olup, romatizma, göğüs zarı iltihaplanması, boğaz ağrısı, mide ağrısı, menopoz, kalın bağırsak iltihabı ve saç dökülmesine karşı ilaç sanayinde kullanılır (Hoppe, 1981). Yapısında bulunan flavonoidlerin antioksidan ve antialerjik nitelikli farmakolojik etkileri olduğuna ve kanser riskini düşürdüğüne işaret edilmektedir (Lee ve

ark., 1995). Ayrıca *Capsicum* türlerinden elde edilen ekstrakt (özü), antioksidan özelliği göstermektedir (Simon ve ark., 1984).

C. baccatum türüne ait bazı genotiplerin 100 g taze meyvelerinde 53.42 ila 54.11 mg β -karoten ve 2.71 ila 3.03 mmol antioksidan bileşikler (trolox eşitliğine göre) olduğu bildirilmiştir (Acunha ve ark., 2017).

C. baccatum meyve kısımlarının, diğer *Capsicum* türlerine göre benzer veya daha yüksek toplam fenolik içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Türün antimikrobiyal aktivitesi, gram pozitif ve gram negatif bakteri ve mantarlar kullanılarak taranmıştır. Zayıf bir antimikrobiyal aktivite gösterdiği saptanmıştır (Kappel ve ark., 2008).

C. baccatum türüne ait çeşitlerde kapsaisin oranı 100 g kuru meyvede 12.6 ± 0.4 mg olarak belirlenmiştir (Lopez ve ark., 2011). Epiteanol, 3-izobütil-2-metoksipirazin ve çeşitli fenoller (örneğin guaiacol) ve terpenoidler (örneğin α -pinen, 1,8-sineol, linalol) bazı 3-metil-2-butil esterlerin *C. baccatum* meyvelerinin aromasının temeli olduğu saptanmıştır (Kollmannsberger ve ark., 2011). Taze meyvelerde yapılan analiz sonucunda *C. baccatum*'a ait Aji Angelo çeşidinde diğer türlerin çeşitlerinden 3 katı daha yüksek toplam flavonoid belirlenmiştir (Loizzo ve ark., 2015).

C. baccatum türü, *C. baccatum* var. *baccatum*, *C. baccatum* var. *pendulum* ve *C. baccatum* var. *praetermissum* olmak üzere 3 alt türe ayrılmaktadır. *C. baccatum* var. *pendulum* alt türünün meyveleri taze tüketim yanında, salsa, acı biber sosu ve toz biber üretiminde kullanılmaktadır (Jarret, 2007). Son yıllarda dördüncü bir alt tür olarak *C. baccatum* var. *umbilicatum*, tanımlanmıştır (Albrecht ve ark., 2012).

C. baccatum'un kök sistemi zayıftır ve yüzlek gelişir. Köklerin %70'lik kısmı toprağın 30 cm derinliğinde, geri kalan %30'u da 30-50 cm toprak derinliği arasında gelişir. Gövdesi otsu bir yapıya sahiptir. Ana gövde 6-8 yaprak oluşturduktan sonra dallanır ve 2 veya 3 dal oluşturur. Genellikle çok dallıdır. Dallar köşeli, hafif çizgi şeklindedir. Bitkiler 4.5 m'ye kadar uzayabilmektedir. Ama genellikle 0.5- 1.50 m arası yüksekliğe ulaşmaktadır. Yaprakları koyu yeşil renktedir. Yapraklar genellikle tek, 2'li bulunup yaprak sapı 0.3-3 cm uzunluğundadır. Yaprak boyutları 1.5-7.5 x 0.8-4 cm aralığında, oval, oval-mızrak şeklindedir. Yaprak sap tarafından *Capsicum annuum*'a göre daha geniştir (Anonim, 2019).

Çiçekleri her boğumda 2, nadiren tek olarak bulunur. Çiçek sapı; 8-15 mm uzunluğunda, köşeli, çizgili, tüysüz, dik veya sarkık, meyvede 30 mm'ye kadar uzamış

ve incedir. Çanak yaprak 2.5-3 mm uzunluğundadır. Taç yaprakların rengi yeşilimsi beyazdan kirli beyaz arasında değişiklik gösterebilir. Taç yapraklar üzerinde yeşil ve sarı tonlarında lekeler bulundurmaktadır. Filamentler 1-1.5 mm uzunluğunda, anterleri ise sarı renklidir. Yumurtalık 1 mm uzunluğunda, oval şekillidir. Olgun meyve renkleri ise kırmızı, turuncu, koyu kırmızı, turuncu-sarı, limon sarısı ve soluk turuncu renklerde, olgunlaşmamış meyve yeşil tonlarında, turuncu ve sarı renkli olabilmektedir (Caradoso, 2018).

Tohumluk kalitesi açısından en uygun hasat zamanının çiçeklenmeden 85 gün sonra olduğu bildirilmiştir. Bu dönemde hasat edilen meyvelerden en yüksek kalitede tohumlar elde edilmektedir (Gomez, 2017). Tohumlar uçları hafif sivri yuvarlak şekilli ve yassıdır. Olgun tohum renkleri sarı ve tonlarındadır. Tohumların 1000 tane ağırlığı 3.40-5.95 g arasında değişebilmektedir (Eken, 2014).

Hafif ve orta bünyeli, kumlu veya kumlu tınlı drenajı iyi topraklarda iyi gelişir. Toprak pH değerinin 4.5-8.5 arasında olduğu koşullarda yetiştirilebilir (Basu ve ark, 2003; Ravishankar ve ark., 2003). *C. baccatum* türleri 600-1250 mm optimum yıllık yağış seviyelerinde ve 15-32 ° C sıcaklık aralıklarında yetişmektedir. Peru'da, kültüre alınan *C. baccatum* var. *pendulum*'un, Andes ve Amazon'da, 0-1500 m rakımlarda doğal olarak yetiştiği bildirilmektedir (Albrecht, 2012).

Ülkemizde bu biber türüne ait geliştirilmiş çeşit bulunmamaktadır. Ülkemizde bu türün kullanımı bazı ıslah öncesi çalışmalarından ve türler arası melezleme (Onus ve Pickkersgill, 2000) çalışmalarından ileri gitmemiştir. Fakat yine de bazı şehirlerimizde olgunlaşmamış meyveleri Pazar tezgahlarında yerini almaya başlamıştır (Şekil 1.1).



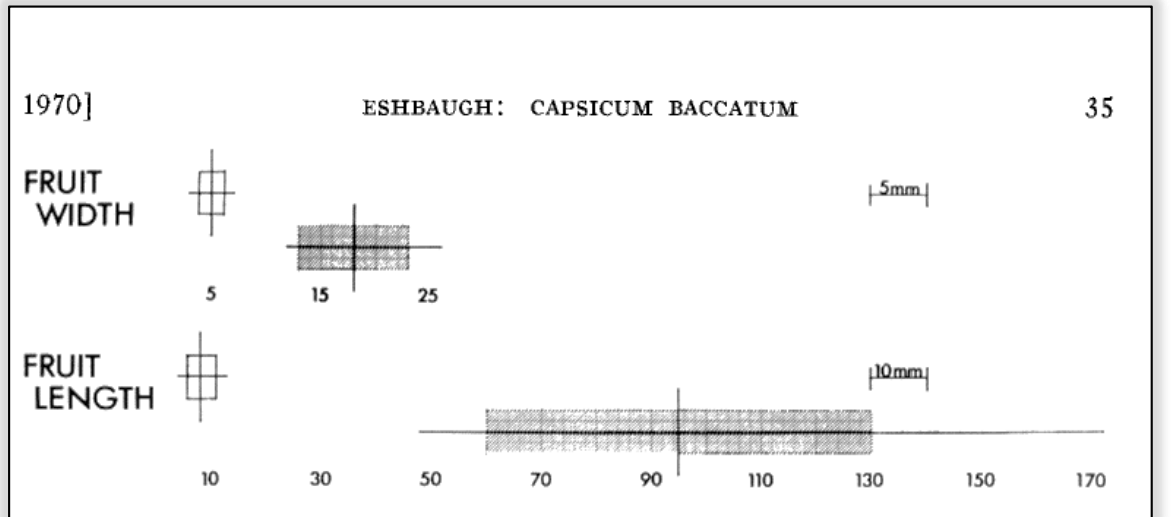
Şekil 1.1. Bursa ili semt Pazar tezgahında *Capsicum baccatum* var. *pendulum* türü biber meyvelerinin görünümü (orijinal Kazım MAVİ)

Hem yeni çeşitler geliştirilmesi hem de bu türün üstün bazı özelliklerinin biber ıslah çalışmalarında kullanılması gerekmektedir. Bu amaçla başlatılmış olan bir projenin devamı niteliğindeki bu çalışma ile iki farklı hattın melezlenmesi sonucu elde edilen F_3 bireylerinin morfolojik olarak karakterizasyonlarının yapılması ve ebeveynlerle melezlerin aralarındaki farklılıkların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen çıktılar sonucunda farklı olgun meyve renginde ve şeklinde *Capsicum baccatum* var. *pendulum* türünde biber çeşitlerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

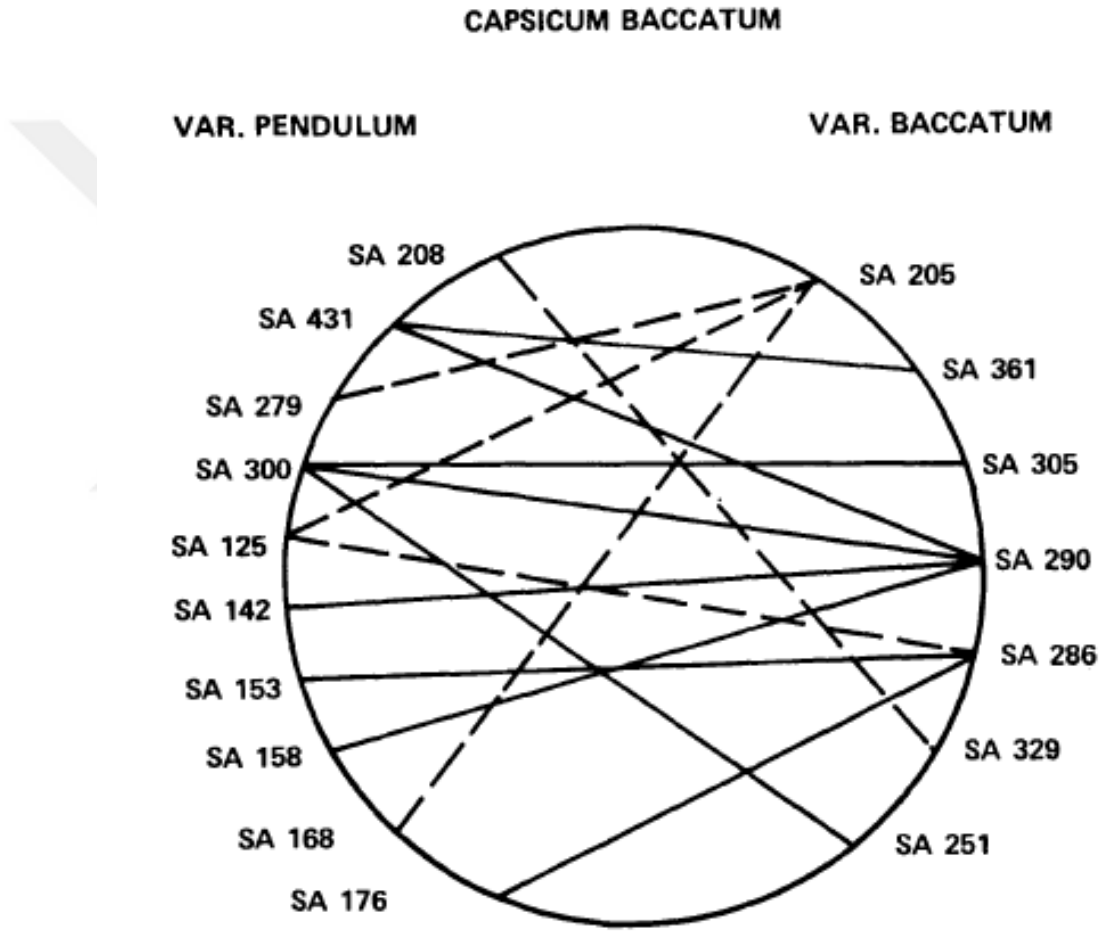
C. baccatum türü ilk olarak 1753 yılında Linnaeus tarafından tanımlanmıştır (Eshbaugh, 1970). *C. baccatum* 4000 yıldan beri bilinmesine rağmen, morfolojik tanımlama konusundaki çalışmalar 1950'li yıllardan itibaren başlamış ve artarak günümüze kadar gelmiştir.

C. baccatum türü üzerinde ilk kapsamlı sistematik çalışma yapan araştırmacılardan birisi Eshbaugh'dur (Eshbaugh, 1970). Eshbaugh, (1970) yapmış olduğu çalışmada 19 tane *C. baccatum* var. *baccatum* ve 17 tane *C. baccatum* var. *pendulum* taksonunu kullanarak bu taksonlar arasındaki farklılığı belirlemeye çalışmıştır. Bu taksonların ayrımında 20 kantitatif karakter ve 16 kalitatif morfolojik karakteri incelemiştir. Sonuç olarak bu iki taksonun kalitatif karakterlerden meyve rengi, meyve pozisyonu ve meyvenin çanak yapraktan ayrılma (meyve dökümü) durumuna göre kolayca birbirlerinden ayırt edilebileceğini bildirmiştir. Bu özellikler açısından *Capsicum baccatum* var. *baccatum*' u kırmızı, dik ve dökülen meyvelere sahip olarak belirlerken, *C. baccatum* var. *pendulum* 'u, kırmızı, turuncu, sarı, yeşil veya kahverengi renkli, sarkık ve dökülmeyen meyvelere sahip olarak belirlemiştir. Kantitatif özellikler açısından ise meyve boyu, meyve eni ve meyve indeksi açısından bu iki taksonun farklı olduğunu saptamıştır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. *Capsicum baccatum* var. *baccatum* ve *C. baccatum* var. *pendulum* 'un, meyve en ve boylarındaki irilik farklılıkları (Eshbaugh, 1970)

C.baccatum biber türünde ilk yapılan çalışmalardan birinde Eshbaugh (1970) iki *C.baccatum* taksonunu ait genotiplerin melezlenebilirliklerini belirlemek üzere çalışmıştır. *C. baccatum* var. *baccatum* ve *C. baccatum* var. *pendulum*' un hem taksonlar arası (*pendulum*' un ana olarak kullanmış) hem de takson içinde bir melezleme programı oluşturmuştur. Takson içinde melezler daha kolay elde edilebilmiştir. *C. baccatum* var. *baccatum* melezlerinin %41' inin başarısız olduğunu, *C. baccatum* var. *pendulum*' un %50' sinin başarısız olduğunu, taksonlar arası ise melezlemelerin %80' inin başarısız olduğunu bildirmiştir (Şekil 2.2).



- 1)_____ Polen canlılığı %80'den daha fazla
 2)----- Polen canlılığı %80'den daha düşük

Şekil 2.2. *C. baccatum* var. *pendulum* ile *C. baccatum* var. *baccatum* genotiplerinin melezlenebilirlik durumları

Salan ve Bosland (1992), 90 *C. baccatum* ve 35 *C. annuum* genotipini verticillium solgunluk hastalığına toleransını test etmek amacıyla kullanmışlardır. Hiçbir genotipin

tamamen dayanıklı olmadığını saptamışlardır. Etmene en iyi tolerans kaynağı olarak *C. baccatum* 'un bir genotipinin (%36 toleranslı) bulunduğunu bildirmişlerdir.

Carvalho ve ark., (2009) *C. baccatum* var. *pendulum* türünde yeni bir standart çeşit geliştirmek amacı yürüttükleri çalışmada, toplu seleksiyon kullanarak CNPH 0039 popülasyonundan seçilen bitkilerin kontrollü bir şekilde altı generasyon kendine tozlanmasından sonra 'BRS Mari' çeşidini geliştirmişlerdir. Yeni geliştirilen bu çeşit 90 cm yüksekliğe ve 1.25 m genişliğe ulaşan orta irilikte bir bitki büyümesine sahiptir. Açık tozlanan bu çeşidin, biber sarı mozaik virüsü (PepYMV), kök ur nematoduna (*Meloidogyne javanica*), küf (*Oidium sicula*), bakteriyel leke (*Xanthomonas* spp.) ve antraknoza (*Colletotrichum* spp.) karşı dayanıklı olduğunu bildirmişlerdir. Meyve hasadının şaşırtmadan 70 gün sonra başladığını, mütecanis bitki oluşturduğunu, mükemmel meyve kalitesi ve yüksek verim gösterdiğini ve altı ayda bir hektarda 35 ton verime ulaştığını belirlemişlerdir. Bu çeşidin meyveleri sarkık ve uzundur, tipik olarak 'Dedo-de-moça' (Arnavut biberi) tipinde, 6.0 cm uzunluğunda, 1.4 cm genişliğinde ve 1.7 mm et kalınlığındadır. Meyve renginin, olgunlaşmamışken turuncu ile açık yeşilden sarıya, olgunlukla birlikte koyu kırmızıya dönüştüğünü bildirmişlerdir. BRS Mari'nin en önemli özelliği, aynı grubun diğer Brezilya kültür bitkilerinden daha yüksek acılık olan yaklaşık 90.000 Scoville birimi (SHU), yüksek kapsaisin içerebildiğini belirlemişlerdir.

Rego ve ark., (2011) çalışmalarında kullanılmak üzere *C. baccatum* türüne ait 40 farklı genotipi Federal Vicoso Üniversitesi Gen Bankasından temin etmişlerdir. Bu genotiplerin morfolojik olarak meyve kalitesi özelliklerinin yanında, verim bileşenleri ile fenotipik çeşitliliği karakterize etmişler ve bu karakterler arasındaki ilişkiyi gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak meyve genişliği, meyve ağırlığı ve meyve kuru maddesi gibi meyve özellikleri ile verim arasında pozitif korelasyon olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca bitki genişliği, yüksekliği, ilk dallanma yüksekliği ve meyve pozisyonu gibi bitkisel özelliklerle verim arasında da pozitif korelasyon olduğunu belirtmişlerdir.

Albrecht ve ark., (2012) çalışmalarında kullandıkları 226 *C. baccatum* genotipini USDA, ARS *Capsicum* gen bankası koleksiyonundan temin etmişlerdir. 327 AFLP primeri kullanmışlardır. *C. baccatum* yabani genotiplerinin polimorfik bantlarının %60 (tüm bantların), *C. baccatum* kültüre alınan genotiplerinin polimorfik bantların %67 (tüm bantların) olduğunu bildirmişlerdir. *C. baccatum* yabani genotiplerinin sabit bantların yüzdesi %40, *C. baccatum* kültüre alınan genotiplerinin sabit bantların yüzdesinin %34

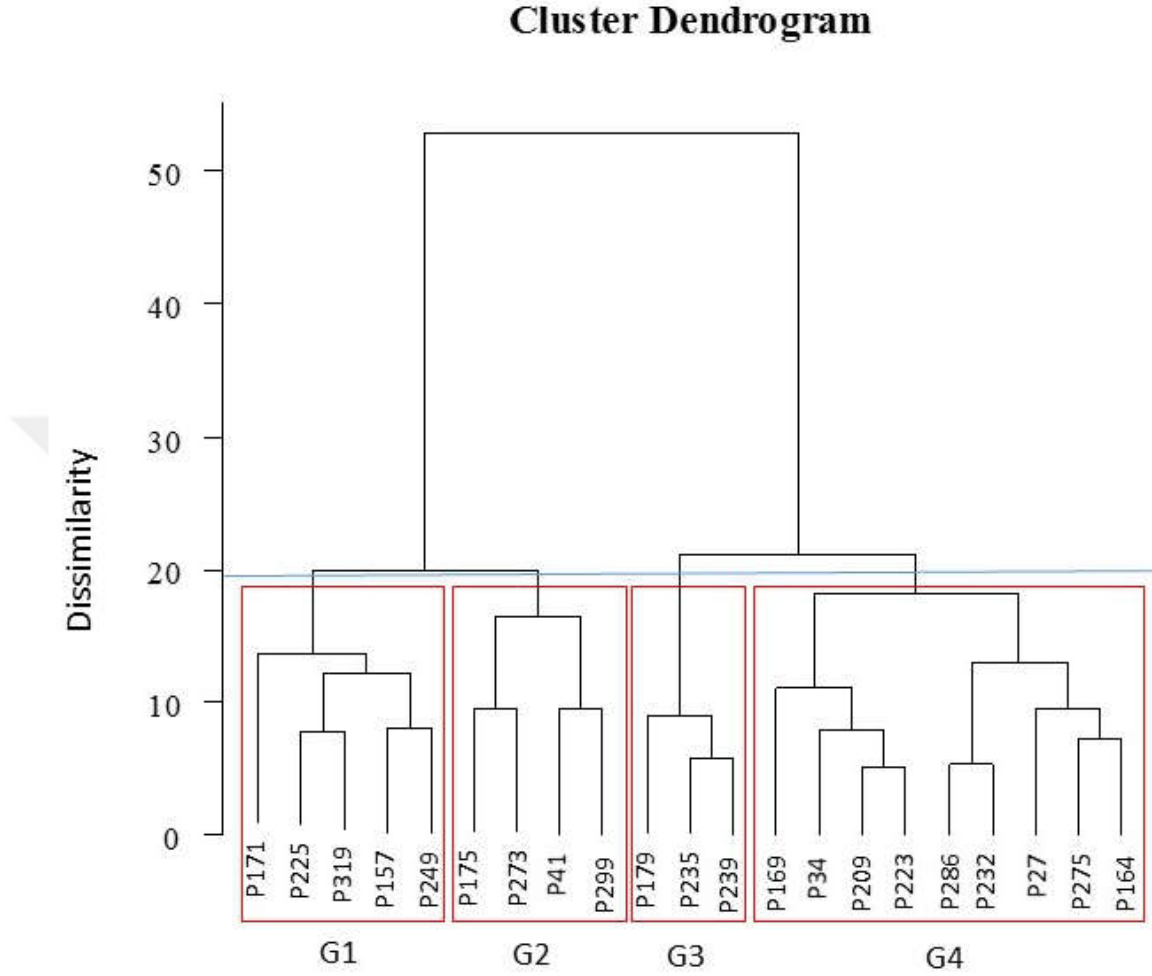
olduğunu bildirmişlerdir. *C. baccatum* yabani genotiplerinin özel bantların yüzdesi %0.17, *C. baccatum* kültüre alınan genotiplerinin özel bantların yüzdesinin %0.03 olduğunu bildirmişlerdir. Moleküler karakterizasyon sonuçları, bitkisel özelliklerin incelendiği morfolojik karakterizasyon sonuçları ile birlikte değerlendirilmiştir. Araştırmacılar, Güney Amerika'nın farklı ekocoğrafik bölgelerinden toplanan *C. baccatum* türü içerisinde bulunan genotipler arasında varyasyonun oldukça yüksek düzeyde ve zengin bir genetik çeşitliliğe sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Medeiros ve ark., (2014) *C. baccatum* var. *Pendulum*' un ebeveynlerinin melez azmanlığı verim ve meyve kalitesi açısından değerlendirmek amacıyla iki farklı meyve türünün (Lady's finger ve Cambuci) kullanmışlardır. Lady's finger ve Cambuci çeşitleri arasındaki melez kombinasyonların, ebeveynlerden Cambuci ile karşılaştırıldığında daha küçük çaplı ve daha uzun meyveler meydana getirdiğini saptamışlardır. *C. baccatum*'da ticari hibritler' in kullanımı dikkate alındığında, meyve verimi açısından, yeni çeşitlerin geliştirmesini amaçlayan çalışmalar için UENF 1616 x UENF 1732 ve UENF 1639 x UENF 1732 melezlerinin önemli olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmalar sonucunda *C. baccatum* türüne ait BRS Mari, Dedo-de-moça, Mad Hatter F₁, Aji Rico F₁ gibi standart ve hibrit çeşitler geliştirilmiştir.

Lima ve ark., (2014) 6 tanesi *C. baccatum*, 11 tanesi *C. chinense*, 83 tanesi *C. annuum* ve 4 tanesi *C. frutescens* olan, 104 biber genotipini *Oidiopsis taurica* (mildiyö) hastalığına toleransı test etmek amacıyla kullanmışlardır. En iyi tolerans kaynaklarının *C. baccatum* genotipleri olduğunu bildirmişlerdir.

Padilha ve ark., (2016) farklı biber türlerinin karşılaştırması amacıyla yürüttükleri çalışmada, 12 tanesi *C. baccatum* türünün genotipleri (Embrapa Temperate Agriculture gen bankasından temin edilen) olan 21 farklı biber genotipi kullanmışlardır. Bu genotipleri 47 kalitatif özellik kullanarak morfolojik olarak karşılaştırmışlardır. Çiçek pozisyonu, taç yaprak leke durumu, olgun meyve rengi, acılık, bitki boyu ve meyve şekli özellikleri açısından genotiplerin farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir. Sonuçta yapılan UPGMA dendogramına göre genotiplerin dört farklı grupta (G1, G2, G3 ve G4) toplandıklarını tespit etmişlerdir. *C. baccatum* genotipleri ise sadece G3 ve G4 gruplarında yer almışlardır. G3 grubunda 3, G4 grubunda 9 *C. baccatum* genotipi kümelemiştir (Şekil 2.3). Genotipler arasında çiçek pozisyonu, olgun meyve rengi, acılık, bitki boyu ve meyve şekli özellikleri en geniş düzeyde farklılıklara sahip olurken, sap

şekli, yaprak şekli, plasenta uzunluğu ve tohum rengi özellikleri ise en düşük farklılıklara sahip olmuştur.



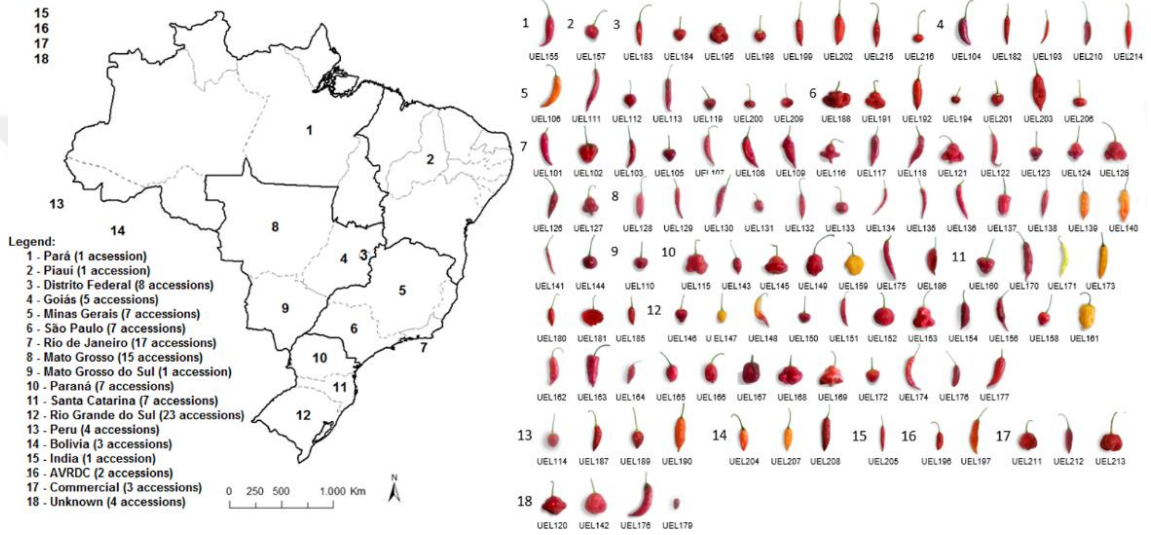
Şekil 2.3. UPGMA dendrogramına göre genotiplerin kümelenme durumları. *Capsicum baccatum* genotipleri G3 ve G4 gruplarında yer almışlardır (Padilha ve ark. 2016)

Leite ve ark., (2016) 29' u UENF gen bankasından temin edilen (Brezilya'nın üç bölgesinden Güney, Güneydoğu ve Orta Batı), biri de ticari bir genotip (BRS-Mari) olan, otuz adet *C. baccatum* genotipi kullanmışlardır. Araştırılan 31 kalitatif morfolojik özelliklerden 22' sinin polimorfik, dokuzu monomorfik olduğunu bildirmişlerdir. Meyvelerin kesitsel analizi sonucunda, %53.3' ünün az oluklu olduğunu, %40.00' inin hafif oluklu olduğunu ve % 6.7' sinin oluklu olduğunu saptamışlardır.

Yapılan UPGMA dendrogramına göre genotipler 2 gruba ayrılmışlardır. Grup I'de yer alan 11 genotipin meyve uzunluğu 25.28 ila 89.51 mm, meyve eni 14.37 ila 42.14 mm, meyve yaş ağırlığı 2.26 ila 12.61 g, suda çözünabilir kuru madde miktarı 6.18 ila

9.92 arasında değişiklik gösterirken, Grup II’de yer alan 19 genotip ise meyve uzunluğu 23.67 ila 122.41 mm, meyve eni 12.73 ila 46.47 mm, meyve yağ ağırlığı 2.68 ila 13.77 g, suda çözünebilir kuru madde miktarı 5.94 ila 11.33 arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Cardoso ve ark., (2018) çalışmalarında toplam 116 *C. baccatum* genotipi (Brezilya beş coğrafi bölgesinden, Peru, Bolivya, Hindistan orijinli ve Asya Sebze Araştırma ve Geliştirme Merkezi (AVRDC)) kullanmışlardır. Genotipler arasında meyve özellikleri açısından geniş morfolojik değişkenlik belirlemişlerdir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Cardoso ve ark. (2018) tarafından kullanılan 116 *C. baccatum* genotipinin meyve şekilleri ve temin edildiği yerler

Çalışmada kullanılan *C. baccatum* meyvelerinde olgun meyve aşamasında altı farklı renk gözlemlenmiştir. Kırmızı renk baskın olmakla birlikte (toplam 97 genotip), turuncu (8), koyu kırmızı (5), turuncu-sarı (4), limon sarısı (1) ve soluk turuncu (1) renklerinde genotipler belirlenmiştir (Şekil 2.4). Olgunlaşmamış meyve aşamasında, 60 genotipin yeşil, 53 genotipin turuncu ve 3 genotipin sarı renkte olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan UPGMA dendogramına göre üç grup olduğunu göstermişlerdir. Birinci grupta 37 genotip, ikinci grupta 37 genotip ve üçüncü grupta 40 genotip bulunduğunu bildirmişlerdir.

Cardoso ve ark., (2018) toplam 116 *C. baccatum* genotipini (Brezilya beş coğrafi bölgesinden, Peru, Bolivya, Hindistan orijinli ve Asya Sebze Araştırma ve Geliştirme Merkezi'nden (AVRDC)) AFLP (Çoğaltılan Parça Uzunluğu Polimorfizmi) markırları kullanarak moleküler karakterizasyona tabi tutmuşlardır. Altı seçici AFLP primer

kombinasyonunun, 50 ila 500 BP arasında dağıtılan toplam 2466 bant ürettiğini; bunun 2415'inin (%97.93) polimorfik bant olduğunu bildirmişlerdir.

Nascimento ve ark., (2019) *Capsicum annuum*' da kantitatif özelliklerin genetik kontrolünde yer alan alellik etkileşimleri ve genetik etkileri belirlemeye çalışmışlardır. Değerlendirilen 16 kantitatif özelliğin varyanslarını, ortalamalarını ve alellik etkileşimlerini incelemek için altı farklı generasyona ait bireyleri (P1, P2, F1, F2, BC1 ve BC2) kullanmışlardır. Bitki boyu, bitki başına meyve sayısı, çiçeklenmeye kadar geçen gün ve meyve tutma süreleri için bulunan fenotipik varyansın eklemeli etkisinin, F2 generasyonundaki fenotipik seleksiyonun genetik kazanımlar elde etmede etkili olduğunu belirlemişlerdir. İndirgenmiş modele göre, bitki taç genişliği, meyve genişliği ve tohum sayısı özelliklerinin epistatik etkilerden değil, sadece eklemeli ve baskın özelliklerden etkilendiğini bildirmişlerdir. Bu durumun nesilleri ayırmada üstün bireylerin seçilmesine veya bu özelliklerin iyileştirilmesine izin verdiğini belirtmişlerdir.

Kanal ve Balkaya, (2021) Dünya'nın farklı lokasyonlarından toplanmış olan *Capsicum baccatum* türüne ait 67 biber genotipinin UPOV (Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerini Koruma Birliği) bitki özellik belgesi kriterlerine göre morfolojik özelliklerinin tanımlanmasını ve varyasyon düzeyinin belirlenmesi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda, *C. baccatum* türüne ait biber genetik kaynaklarının morfolojik tanımlama kriterleri yönünden fenotipik çeşitliliğin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Temel bileşen analizi sonucunda eigen değeri 1'den fazla olan 10 adet bağımsız eksen elde edilmiştir. *C. baccatum* türüne ait biber popülasyonunda morfolojik varyasyon değerinin %75.75 olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, *C. baccatum* türüne ait kullanmış oldukları biber genotipleri arasında yüksek oranda varyasyon bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca, küme analizi sonucunda *C. baccatum* genotiplerinin akrabalık ilişkilerinin tespit edildiği bir dendogram elde edilmiştir. Çalışmanın son aşamasında, *C. baccatum* türüne ait biber genotiplerinin kök yapıları ve köklenme düzeyleri de saptanmıştır. WinRhizo programı ile yapılan kök analizi sonucunda, biber genotiplerinin fenotipik kök özellikleri arasında çeşitliliğin oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, toplam kök uzunluğunun 325.76 cm (CB-22) ile 1959.15 cm (CB-46), kök çapının 2.64 mm (CB-72) ile 5.80 mm (CB-86), ve kök hacmi değerlerinin ise 13.50 cm³ (CB-52) ile 151.65 cm³ (CB-36) arasında değişim gösterdikleri tespit edilmiştir.

Mavi ve ark (2021) daha önce yapılan düzenli çalışmalarla melezleme sonucu elde edilen *Capsicum baccatum* var. *pendulum* türüne ait F4 aşamasındaki 19 hattın bazı meyve özelliklerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Uçucu bileşenler arasındaki farklılıkları belirlemek ve ebeveynlere göre farklılıkları ortaya çıkarmak için bu hatlar incelenmiştir. Çalışmada ebeveyn ve F4 hatlarının bitki boyu (cm), meyve ağırlığı (g), meyve eni (mm), meyve boyu (mm), meyve eti kalınlığı (mm), acılık, olgunlaşmamış meyve rengi ve olgun meyve rengi belirlenmiştir. Sonuç olarak, acılık dışındaki tüm parametreler açısından hatlar ve ebeveynler arasında geniş bir varyasyon yelpazesi belirlenmiştir. Özellikle uçucu bileşenler açısından bazı etken maddelerin sadece baba ve beyaz genotipte (Fenchol, spathulenol ve geranil asetat), bazılarının ise sadece ana ve turuncu genotipinde (α -terpineol, dihexyl azelate ve 2-heksadekanol) bulunduğunu tespit etmişlerdir. Çalışma sonucunda türün uçucu bileşiklerinin ıslah çalışmaları için markır olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada biri 1999 yılından beri (MKÜ-19) diğeri 2011 yılından beri (MKÜ-92) üzerinde saflaştırma çalışmaları süren *C. baccatum* var. *pendulum* türüne ait iki homozigot saf hattın (cv. MKÜ- 92 × MKÜ-19) melezlenmesi ile başlanmıştır. Bu hatlardan MKÜ-92 ana, MKÜ-19 ise baba ebeveyn olarak kullanılmıştır. Seçilen saf hatlar olgun meyve renklerindeki ve meyve şekillerindeki farklılıklar nedeni ile geniş bir meyve varyasyonu oluşturmak için tercih edilmiştir.



Şekil 3.1. Ana (MKÜ-92) ve baba (MKÜ-19) ebeveyn olarak kullanılan saf hatların olgun meyve renk ve şekilleri

Melezleme sonucunda çiçeklenmeden yaklaşık 65 gün sonra melezlenmiş olgun MKÜ-92 meyvelerinden elde edilen tohumlar (F1 bireyler) ekilerek gelişme vejetasyonu boyunca takip edilmiştir. Elde edilen F1 bitkilerin meyvelerinin tamamının kırmızı renkli ve birörnek meyve şekline sahip oldukları saptanmıştır. F2 bireylerindeki geniş açılım,

seçim yapılacak geniş bir çeşitlilik eldesi için kullanılmıştır. F2 bireyleri içerisinden farklı meyve renk ve şekillerine sahip 18 tip bu projenin bitkisel materyalini oluşturmuştur.



şekil 3.2. Projede kullanılan farklı renk ve şekildeki F2 hatlarının meyve şekil, boyut ve renklerindeki varyasyon

3.2. Yöntem

Çalışmada 18 adet F3 hat ve ebeveynlere (MKÜ19 ve MKÜ92) ait tohumlar fide üretimi amacı ile 15 Temmuz 2019 tarihinde dondurma kapılara ekilmiş ve yetiştiriciliği yapılmıştır. Her hat ve ebeveynler için tekerrürde 10 bitki ile 3 tekerrür olarak kurulmuş projede yeterli fide sağlayabilmek amacıyla 3 x 15 tohum ekilmiştir. Her bir hat için çıkış oranları ve ortalama çıkış süreleri saptanmıştır. 05.09.2019 tarihinde fideler dikim iriliğine gelmiş ve 18×16 cm ebatlarındaki saksılara dikilmiştir. Dikim ortamı olarak 2:1 oranında torf ve perlit karışımı şeklinde hazırlanan harç kullanılmıştır. Bitkiler ısıtmalı cam serada yetiştirilmiştir. Kendileme için tek iek izolasyonu yapılmıştır. Yetiştiricilik süresince kültürel işlemler (gübreleme, ilaçlama, sulama) dikkatli bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Deneme boyunca maksimum-minimum sera sıcaklıkları kaydedilmiştir (izelge 3.1).

Çizelge 3.1. Temmuz 2019-Mayıs 2020 tarihleri arası ortalama maksimum sıcaklık, en düşük sıcaklık, en yüksek sıcaklık ortalama minimum ve ortalama sıcaklık değerlerinin değişimi

Aylar	Ortalama maksimum Sıcaklık (°C)	Ortalama minimum Sıcaklık (°C)	Ortalama Sıcaklık (°C)	En Düşük Sıcaklık (°C)	En Yüksek Sıcaklık (°C)
Temmuz	37.90	25.84	31.87	21.6	46.2
Ağustos	39.38	26.99	33.22	23.5	48.8
Eylül	32.75	24.36	28.58	18.8	41.9
Ekim	28.78	20.56	24.67	15.5	37
Kasım	23.52	13.92	18.75	8.1	31.7
Aralık	17.14	11.26	14.20	5.8	28
Ocak	18.67	11.09	14.88	6.1	34
Şubat	19.39	9.04	14.29	-0.1	32.4
Mart	24.33	13.26	18.80	5.5	35.4
Nisan	29.74	15.52	22.68	9.7	42.8
Mayıs	35.29	19.97	27.63	13.9	53.3

Çalışma süresince biber tanımlama kılavuzundan (Anonymous 1995) ve Silva ve ark (2013) tarafından hazırlanan deskriptörden faydalanılarak fenolojik ve morfolojik gözlemler yapılmıştır (Şekil 3.4). Çalışmada kullanılan kalitatif ve kantitatif gözlemler aşağıda tanımlandıkları şekilde belirlenmiştir.

A. Kotiledon uzunluğu (cm): İkinci gerçek yapraklar görüldüğü dönemde cetvelle ölçülmüştür (Şekil 3.3).

B. Kotiledon genişliği (cm): İkinci gerçek yapraklar görüldüğü dönemde cetevelle ölçülmüştür.



Şekil 3.3. F3/2 kodlu genotip kotiledon şekilleri

C. Bitki boyu (cm): Bitkilerin %50'sinde ilk meyve olgunlaştığında belirlenmiştir.

1) 25 cm'den kısa, 2) 25-45 cm, 3) 26-65 cm, 4) 66-85 cm, 5) 85 cm den uzun.

Ç. Bitki taç genişliği (cm): Bitkilerin %50'sinde ilk meyve olgunlaştığında belirlenmiştir.

D. Bitki habitusu: Bitkilerin %50'sinde olgun meyve görüldüğünde belirlenmiştir.

Bitki boyu ve bitki genişliği verilerinin oranlanması sonucunda elde edilen veriler 1'den küçükse yayvan, 1 ise orta ve 1'den büyükse dar dik olarak değerlendirilmiştir.

3 Yayvan, 5 Orta, 7 Dar Dik, şeklinde değerlendirilmiştir.



Şekil 3.4. Dikim sonrasında genotiplerin seradaki genel görünümü ve ipe alınması

E. Bitki ilk dallanma yüksekliği (cm): Bitkilerin %50'sinde ilk meyve olgunlaştığında Şerit metre ile cm olarak belirlenmiştir (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Bitki ilk dallanma yüksekliğinin belirlenmesi

F. Yaprak uzunluğu (cm): Bitkilerin %50'sinde olgun meyve görüldüğünde 10 yaprakta cetvelle belirlenmiştir.

G. Yaprak genişliği (cm): Bitkilerin %50'sinde olgun meyve görüldüğünde 10 yaprakta cetvelle belirlenmiştir.

Ğ. Yaprak şekli ve indeksi: Yaprak uzunluklarının, yaprak genişliklerine bölünmesi ile belirlenmiştir.

1 Üç köşeli, 2 Oval ,3 Mızrak, şeklinde değerlendirilmiştir.

H. Yaprak alanı: Bozkurt ve Mansuroğlu (2019) tarafından biber için geliştirilen aşağıdaki formül kullanarak hesaplanmıştır (Şekil 3.6).

$$Yaprak Alanı (cm^2) = 0.2462x(W^2 + L^2) - 0.4357 \quad (3.1)$$

W: Yaprak genişliği , L: Yaprak uzunluğu



Şekil 3.6. F3/16, F3/8, F3/7 ve F3/5 kodlu Genotiplerin yaprak şekillerinden örnek görünümler

I. Çiçeklenme süresi: Dikimden sonra bitkilerin %50'sinde en az bir tane açan çiçek bulunduğu süre gün olarak belirlenmiştir

İ. Koltuktaki çiçek sayısı: Adet olarak belirlenmiştir.

1 Bir, 2 İki, 3 Üç ve dört, 4 Beş ve fazlası (Fasikület) 5 Diğer (Belirtilecek) şeklinde değerlendirilmiştir.

J. Çiçek pozisyonu: Tam açmış çiçek (Şekil 3.8) döneminde belirlenmiştir (Şekil 3.7).

3 Sarkık, 5 Orta, 7 Dik



Şekil 3.7. Biber tanımlama kılavuzuna göre çiçek pozisyonu (Anonymous, 1995)

K. Taç yaprakta leke iriliği: Görsel olarak ana ve baba ebeveyne göre iriliği değerlendirilmiştir. Bu IPGR'de olmamasına rağmen, ana ve babanın çiçek lekesi farklılığı dolayısıyla incelenmiştir.

3 Küçük, 5 Orta, 7 Büyük şeklinde değerlendirilmiştir (Şekil 3.8 ve Şekil 3.9).



Şekil 3.8. Türe özgü tam açmış çiçeklerde taç yapraklar üzerindeki lekelerin ve çiçeğin genel görünümü



Şekil 3.9. Çiçekte leke durumu belirlenmesinde kullanılan skala (Orijinal Kazım MAVİ)

L. Taç yaprak uzunluğu (cm): On çiçekte cetvel yardımı ile ölçülmüştür. 1 1.5 cm'den küçük, 2 1.5-2.5 cm, 3 2.5 cm'den uzun.

M. Meyve olgunlaşma süresi: Bitkilerin %50'sinde birinci boğumda olgun meyve oluşuncaya kadar geçen zaman belirlenmiştir.

N. Olgunlaşmamış meyve rengi: Olgunlaşma safhası öncesinde belirlenmiştir (Şekil 3.10).

1 Açık sarı, 2 Sarı, 3 Açık yeşil, 4 Yeşil, 5 Koyu yeşil, 6 Çok koyu yeşil şeklinde değerlendirilmiştir.



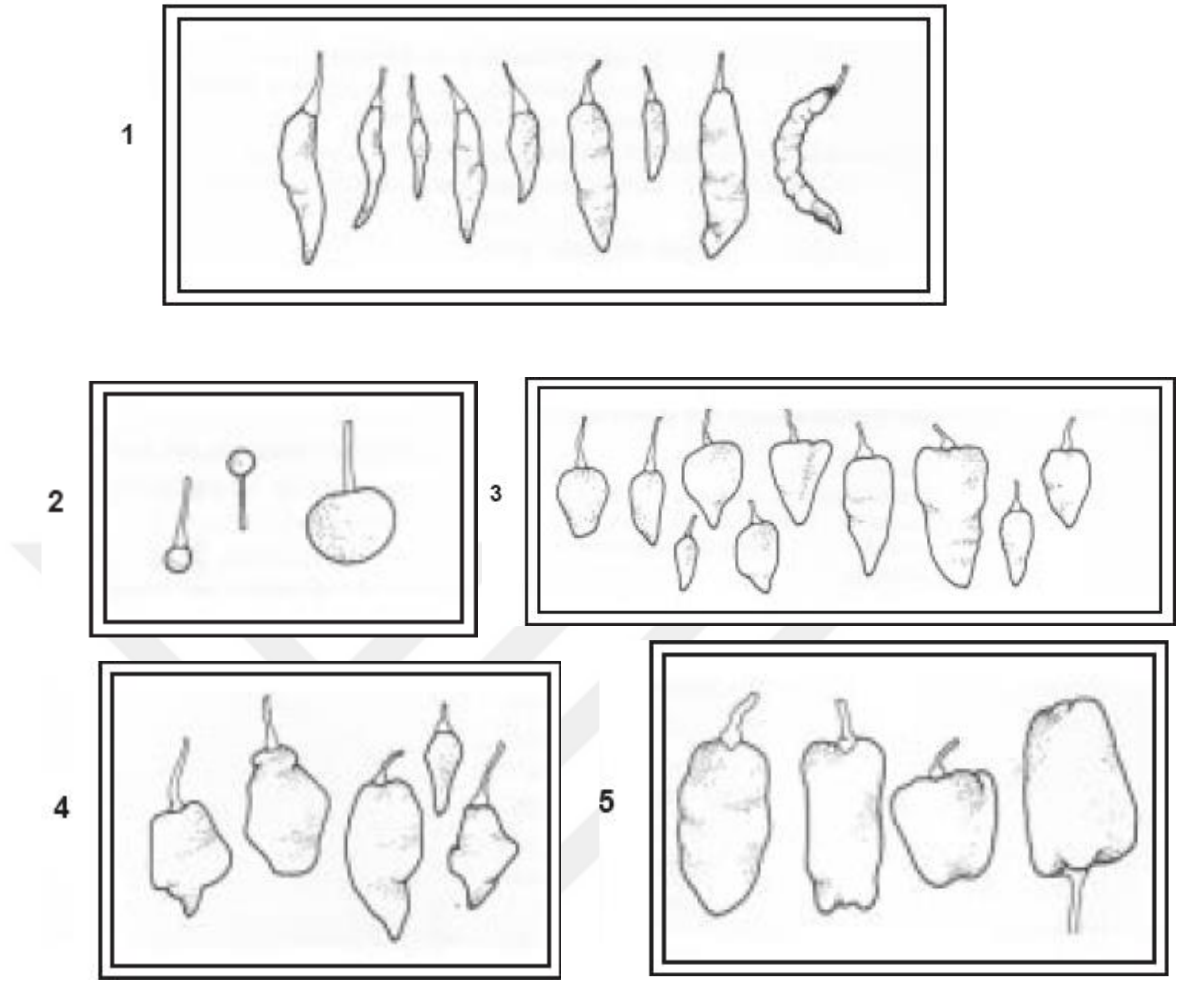
Şekil 3.10. Bazı genotiplerin olgunlaşmamış meyve rengi varyasyonları: soldan sağa doğru açık sarı (F3/9), sarı (F3/7), açık yeşil (F3/20), yeşil (F3/19), koyu yeşil (F3/14 ve çok koyu yeşil (F3/5) (Orijinal Kazım MAVİ)

O. Olgun meyve rengi: Tam olgun meyve dönemindeki meyvelerde belirlenmiştir.

1 Beyaz, 2 Limon-yeşil, 3 Uçuk turuncu-sarı, 4 Turuncu-sarı, 5 Uçuk turuncu, 6 Turuncu, 7 Açık kırmızı, 8 Kırmızı, 9 Koyu kırmızı, 10 Menekşe, 11 Kahverengi, 12 Sarı, 13 diğer şeklinde değerlendirilmiştir.

Ö. Meyve şekli: Olgun meyvelerde Şekil 3.11'deki meyve şekilleri üzerinden saptanmıştır.

1 Uzun, 2 Yuvarlak, 3 Üçgen, 4 Çan, 5 Bloklı, 6 diğer (Belirtilecek) şeklinde değerlendirilmiştir.



Şekil 3.11. Biber tanımlama kılavuzuna göre meyve şekil grupları (Anonymous, 1995)

P. Meyve uzunluğu (cm): Kumpas yardım ile her hat ve ebeveynde olgun 10 adet meyvenin ortalaması alınmıştır.



Şekil 3.12. Kumpas yardımı ile meyve uzunluğunun belirlenmesi

R. Meyve genişliği (cm): Kumpas yardım ile en geniş kısımden olgun 10 adet meyvenin ortalaması alınmıştır.

S. Meyve ağırlığı (g): Hassas terazi yardım ile olgun 10 adet meyvenin ortalaması alınmıştır.

Ş. Meyve et kalınlığı (mm): Kumpas yardımı ile olgun meyvelerde belirlenmiştir.

T. Meyve pozisyonu: Herbir hat ve ebeveynlerde dik, orta ve sarkık olarak görsel olarak belirlenmiştir.

U. Çiçek ucu meyve şekli: Anonymous 1995'deki görsellerden faydalanılarak olgun 10 adet meyvede belirlenmiştir.

1 Sivri, 2 Düz, 3 Girintili, 4 Girintili sivri, 5 Diğer (Belirtilecek) şeklinde değerlendirilmiştir.

Ü. Olgun meyvede acılık: Acılık herbir hat ve ebeveynde kapsaisin, dihidrokapsaisin ve toplam kapsaisinoid miktarı olarak belirlenmiştir. Kromatik yöntem olarak HPLC kullanılmıştır. Her bir genotipten 10 µL örnek enjeksiyonu yapılmış ve 280 ve 325 nm dalga boylarında analiz edilmiştir. Mobil faz için %1 asetik asitte %40 asetonitril kullanılarak ayırma yapılmıştır. Akış hızı 0.8 ml/dakika ve pik geliş zamanı 12.40 dakika olmuştur. Kolon sıcaklığı 30°C olarak ayarlanmıştır (Dang ve ark., 2018). Scoville birimine (SHU) aşağıdaki formülden faydalanılarak çevrilmiştir.

$$SHU = \left[\left(\frac{mg}{kg} \text{Kapsaisin} \right) + 0.82x \left(\frac{mg}{kg} \text{dihidrokapsaisin} \right) \right] x 15 \quad (3.2)$$

Elde edilen SHU değerlerine göre hatlar tatlı (0-700 SHU), hafif acı (700-3 000 SHU), orta acı (3 000-25 000 SHU), acı (25 000-70 000 SHU) ve çok acı (>80 000 SHU) olarak gruplandırılmıştır (Weiss, 2002).

V. Suda çözülebilir kuru madde miktarı (SÇKM): Dijital refraktometre ile ölçülmüştür.

Y. Bin tohum ağırlığı (g): Herbir genotipte 4 tekerrürlü her tekerrürde 100 tohum tartılıp alınan ortalamanın 1000'e oranlanması ile belirlenmiştir.

Z. Meyvedeki tohum sayısı (Adet): Olgun 10 adet meyvedeki tohum sayıları ayrı ayrı sayılarak ortalaması alınmıştır.

1 Tohum sayısı 20' den az, 2 20-50, 3 tohum sayısı 50' den fazla şeklinde değerlendirilmiştir.

3.2.1. Kalıtım derecelerinin hesaplanması

Bu çalışma kapsamında yapılan kalıtım derecesi hesaplamalarında Acquaah (2009) ve Krska (2009) tarafından belirtilen aşağıdaki eşitliklerden faydalanılmıştır.

$$VP = VG + VE \quad (3.3)$$

$$VE = \frac{(VP1+VP2)}{2} \quad (3.4)$$

$$H = \frac{VG}{VP} \quad (3.5)$$

Burada; V_P = dağılım gösteren popülasyondaki toplam fenotipik varyansı,

V_G = genetik varyansı

V_E = çevresel varyansı, V_{P1} ve V_{P2} ebeveynlere ait varyansları ifade etmektedir.

3.2.2. İstatistiksel Analizler

Her bir genotip ve ebeveynlerde meyve, yaprak ve çiçekle ilgili ölçüme dayalı (kantitatif özellikler) tüm özelliklerin belirlenmesinde 10'ar adet örnek ve 3 tekerrür olacak şekilde veriler toplanmıştır.

Genotiplerin acılık bileşenlerine ilişkin kümeleme ve temel bileşenler analizi internet tabanlı ClustVis yazılımı ile gerçekleştirilmiştir (Metsalu ve Vilo, 2015).

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak karşılaştırılmasında SPSS paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmıştır. Ortalamaları arasında istatistiksel farklılık bulunan hatlar %5 önemlilik derecesinde Duncan testine tabi tutularak karşılaştırılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4. 1. Kantitatif Özellikler

Genotiplerin kotiledon uzunluğu ve kotiledon genişliği ait ortalama bulgular Çizelge 4.1’de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Ebeveynler ve hatların kotiledon uzunluğu ve kotiledon genişliğine ortalamaları

Genotipler	Kotiledon uzunluğu (cm)	Kotiledon genişliği (cm)
MKÜ-92	1.67 i *	0.73 f
MKÜ-19	1.87 e-g	1.09 ab
F3/1	1.79 gh	1.01 bc
F3/2	2.05 bc	1.13 a
F3/4	1.80 gh	0.96 c-e
F3/5	2.14 b	1.01 bc
F3/6	1.98 c-e	0.93 de
F3/7	2.40 a	1.01 bc
F3/8	1.86 fg	0.89 e
F3/9	1.70 hi	0.91 de
F3/11	1.53 j	0.95 c-e
F3/12	1.73 hi	0.91 de
F3/13	1.64 ig	0.98 cd
F3/14	1.73 hi	0.91 de
F3/15	1.97 c-f	1.01 bc
F3/16	1.89 d-g	0.91 de
F3/17	1.74 hi	0.96 c-e
F3/18	2.32 a	1.01 bc
F3/19	2.00 cd	1.06 b
F3/20	2.00 cd	1.06 b

*Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Hatlar kotiledon uzunluğu açısından 2.40 cm (F3/7) ile 1.53 cm (F3/11) arasında değişen uzunluklara sahip olmuşlardır. Hatların kotiledon genişliği ise 1.13 cm (F3/2) ile 0.73 cm (MKÜ92) arasında değişmiştir. Altı hattın (F3/2, F3/5, F3/7, F3/18, F3/19 ve F3/20) kotiledon uzunluğu ebeveynlerden istatistiksel olarak daha uzun bulunmuştur. Kotiledon genişliği açısından ise ana ebeveyn daha dar kotiledonlara sahip olarak belirlenirken, baba ebeveyn daha geniş kotiledonlara sahiptir (Çizelge 4.1). *C.chinense*, türünde kotiledon yapraklarının uzunluğunun 1.29-2.58 cm ve genişliğinin 0.60-0.81 cm arasında değiştiği (Bianchi ve ark., 2020), *C. annuum* türünde kotiledon yapraklarının uzunluğunun 2.06-3.50 cm ve genişliğinin 0.56-1.00 cm arasında değiştiği (Pessao ve ark., 2019) ve *C. pubescens* türünde kotiledon yapraklarının uzunluğunun 2.30-3.45 cm ve genişliğinin 1.00-1.20 cm arasında değiştiği (Estrada, 2016) bildirilmiş olmakla birlikte, *C. baccatum* türünde yapılan çalışmalarda kotiledon uzunluk ve genişliği ile ilgili bilgiye rastlanmamıştır.

En kısa bitkiler 54.80 cm ile MKÜ-92 genotipinde, en uzun bitkiler ise 95.93 cm ile F3/13 nolu hatta, 90.60 cm ile F3/20 nolu hatta ve 87.87 cm ile MKÜ-19 nolu genotipte belirlenmiştir. Rego ve ark. (2011) bulgularında kullandıkları genotiplerin bitki boylarının 46.33-170.33 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Patel ve ark. (2016) ise 8 adet *C. baccatum* genotipinde ortalama bitki boyunun 27–125 cm arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu tezde kullanılan ebeveynler ve hatlar her iki çalışmada belirlenen bitki boyu değerleri arasında yer almıştır. Araştırma sonuçları, genotiplere göre değişmekle birlikte genel olarak belirtilen literatürü destekler nitelikte olmuştur.

Bitki ta genişliği açısından ise en geniş bitki 69 cm ile F3/4 genotipinde, en az ta genişliğine sahip bitki 42.53 cm ile MKÜ-92 genotipinde bulunmuştur. Rego ve ark. (2011)'in bulgularında en geniş bitki 159.33 cm, en az ta genişliğine sahip bitki 60.66 cm olarak belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, *C. baccatum* biber genotiplerinin bitki ta genişliği yönünden belirtilen literatürdeki sonuçlar ile genel olarak farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu sonucun ebeveynlerin her ikisinde de dar ta oluşturmasından kaynaklandığı düşünölmektedir. Ayrıca sera koşulları ve saksıda yetiştirme bitki habitusunu baskılayan bir durumdur.

Görsel bir değerlendirme yerine objektif bir değerlendirme sunabilmek için bitki boyu ve genişliği değerlerinin oranlanması ile bitki habitusu oransal olarak belirlenmiştir. Bu belirlemede 1'e yakın değerler yayvan, 1.5'a yakın değerler yarı dik ve 2'ye yakın

değerler dik bitkiler olarak sınıflandırılabilir. Baba ebeveyn (MKÜ-19) bitki habitus oranı 1.79 ile en yüksek genotip olurken, en düşük oran ise 1.31 olarak ana ebeveynde (MKÜ-92), 1.24 olarak F3/4 numaralı hatta belirlenmiştir. Baba ebeveyn daha dik bitkilere sahipken, ana ebeveyn daha yayvan bitkilere sahiptir. Yayvan olan hatların anaya benzediği, dik büyüyen hatların ise bu özelliğini babadan aldığı söylenebilir. Kanal ve Balkaya (2021) bulgularında büyüme durumu yönünden yurt dışındaki bir gen bankasından getirdikleri 67 *C. baccatum* genotipinden, 41'ini yarı dik, 23'ünü dik ve 3 tanesini yayvan olarak tespit etmiştir.



Çizelge 4.2. Ebeveynler ve hatların bitki boyu, bitki taç genişliği, bitki habitüsü ve bitki ilk dallanma yüksekliği ile ilgili elde edilen ortalama veriler

Genotipler	Bitki boyu (cm)	Bitki taç genişliği (cm)	Bitki habitüsü	Bitki ilk dallanma yüksekliği (cm)
MKÜ-92	54.80 j *	42.53 f	1.31 de	33.99 b-e
MKÜ-19	87.87 a-c	49.73 c-f	1.79 a	37.27 b-d
F3/1	84.33 b-d	57.8 b-d	1.47 b-e	37.82 b-d
F3/2	72.60 e-g	52.53 b-f	1.40 de	32.89 c-e
F3/4	84.00 b-d	69.00 a	1.24 e	38.39 b-d
F3/5	81.13 b-e	54.93 b-d	1.50 b-d	38.79 bc
F3/6	78.40 c-f	54.80 b-d	1.44 c-e	36.82 b-d
F3/7	77.87 d-f	57.80 b-d	1.36 de	37.87 b-d
F3/8	73.60 e-g	56.60 b-d	1.33 de	32.47 de
F3/9	70.60 fg	53.33 b-e	1.36 de	30.27 e
F3/11	64.33 gh	51.67 b-f	1.26 de	30.33 e
F3/12	82.60 b-e	50.60 b-f	1.69 ab	34.19 b-e
F3/13	95.93 a	60.67 a b	1.65 a-c	44.66 a
F3/14	72.80 e- g	55.07 b-d	1.36 de	34.61 b-e
F3/15	60.40 h	48.07 d-f	1.31 de	30.07 e
F3/16	76.93 d-f	59.93 a-c	1.31 de	34.04 b-e
F3/17	58.27 h	44.00 ef	1.36 de	35.34 b-e
F3/18	82.33 b-e	57.60 b-d	1.44 c-e	33.53 b-e
F3/19	78.13 c-f	60.00 a-c	1.32 de	35.733 b-e
F3/20	90.60 ab	55.93 b-d	1.66 a-c	39.24 b

*Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Hatlar bitki ilk dallanma yüksekliği açısından 30.07 (F3/15) ile 44.66 (F3/13) arasında değişen yüksekliklere sahip olmuşlardır. Ana ve baba ebeveyn ilk dallanma yüksekliği açısından birbirine çok yakın değerlere sahip bulunmuşlardır (Çizelge 4.2). Rego ve ark., (2009) *C. baccatum* türünde yaptıkları melezleme çalışmasında ebeveyn olarak kullandıkları genotiplerin ilk dallanma yüksekliğinin 20.00-40.00 cm arasında değiştiğini, melez bireylerde ise ilk dallanma yüksekliğinin 5.00- 40.33 cm arasında değiştiğini saptamışlardır. Rego ve ark. (2011) bulgularında kullandıkları genotiplerin ilk

dallanma yüksekliği açısından 3.00-45.66 cm arasında daha geniş bir varyasyon gösterdiklerini belirlemişlerdir. Bu tez çalışmasındaki ilk dallanma yüksekliliği değerleri, Rego ve ark., (2009) ve Rego ve ark., (2011) tarafından bildirilen değerler arasında yer almıştır.

Ebeveynlerin yaprak uzunluğu 10.53 cm (MK-92) ve 15.77 cm (MK-19) olarak belirlenmiştir. Hatlar ise 10.51 cm (F3/17) ile 15.51 cm (F3/4) arasında değişen yaprak uzunluklarına sahip olmuşlardır. Eshbaugh (1970) *C. baccatum* zerine ilk yapılan çalışmalardan birinde *C. pendulum* genotiplerinin yaprak uzunluğunun 6.5 cm ile 11.5 cm arasında değiştiğini saptamıştır. Leite ve ark. (2016) ise kullandıkları tüm genotiplerin ortalamasını verdiği çalışmasında genotiplerin ortalama yaprak uzunluğunu 11.8 cm olarak belirlemiştir. Kanal (2020) ise bulgularında yaprak uzunluklarının 2.3 cm ile 6.00 cm arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu tez çalışmasında elde edilen yaprak uzunluğu verileri Kanal (2020)'ın verilerine göre daha uzun olmakla birlikte, Eshbaugh (1970) ve Leite ve ark. (2016) verileri ile uyumlu bulunmuştur. Kanal (2020)'ın yapmış olduğu çalışmada tam olgunlaşmamış yaprakları kullanmış olabileceği dşnlmektedir.

Ebeveynlerin yaprak genişliği 7.73 cm (MK-92) ve 9.75 cm (MK-19) olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak farklı gruplarda yer almışlardır. Hatlar ise 7.04 cm (F3/17), ile 9.13 cm (F3/8) arasında değişen yaprak genişliklerine sahip olmuşlardır. Eshbaugh (1970) *C. baccatum* var. *pendulum* genotiplerinin yaprak genişliğinin 3.5 cm ile 7.7 cm arasında değiştiğini saptamıştır. Kanal (2020) ise tez çalışmasında yaprak genişliğinin 0.7 cm ile 3.60 cm arasında değiştiğini saptamışlardır.

Yaprak alanı açısından 39.13 cm² ile F3/17 ve 41.63 cm² ile MK-92 en küçük alana sahip olurken, 84.30 cm² ile MK-19 en büyük alana sahip olmuştur (izelge 4.3). Dolma biber çeşitlerinin morfolojik karakterizasyonları konusunda yürütülen bir çalışmada çeşitlerin yaprak alanlarının 14.53 cm² ile 41.68 cm² arasında değiştiği belirlenmiştir (Sharma ve ark., 2010). Literatür taramasında *C. baccatum* türü biberlerde yaprak alanının hesaplanmadığı grlmştir. Bu tezde elde edilen yaprak alanları dolma biber çeşitlerine göre daha geniş bulunmuştur. Bunun tür farklılıklarından ve çalışmalardaki alan hesaplama yöntemlerindeki farklılıklardan kaynaklanmış olabileceği dşnlmektedir.

Çizelge 4.3. Ebeveynler ve hatların yaprak uzunluğu, yaprak genişliği, yaprak alanı ve yaprak şekil indeksi ile ilgili elde edilen ortalama veriler

Genotipler	Yaprak uzunluğu (cm)	Yaprak genişliği (cm)	Yaprak alanı (cm ²)	Yaprak şekil indeksi
MKÜ-92	10.53 h *	7.73 e-g	41.63 hi	1.37 h
MKÜ-19	15.77 a	9.75 a	84.30 a	1.62 bc
F3/1	11.6 gh	7.85 e-g	47.95 g-i	1.48 e-g
F3/2	11.54 gh	7.86 e-g	47.74 g-i	1.47 e-h
F3/4	15.51 ab	8.95 bc	78.52 ab	1.73 a
F3/5	11.52 gh	7.43 fg	46.55 g-i	1.55 c-g
F3/6	12.24 e-g	7.83 e-g	51.56 e-i	1.56 c-f
F3/7	12.97 d-g	8.04 d-f	56.93 d-g	1.61 bc
F3/8	14.09 b-d	9.13 ab	69.41 b-d	1.54 c-g
F3/9	11.87 f-h	8.16 c-f	50.80 f-i	1.46 f-h
F3/11	13.44 c-f	8.47 b-e	61.75 c-f	1.59 cd
F3/12	13.65 c-e	8.75 b-d	64.30 c-e	1.56 c-f
F3/13	14.81 a-c	8.74 b-d	72.52 bc	1.70 ab
F3/14	12.26 e-g	8.35 b-e	53.89 e-h	1.47 e-h
F3/15	11.50 gh	7.31 fg	45.39 g-i	1.57 c-e
F3/16	12.87 d-g	8.19 c-f	56.90 d-g	1.57 c-e
F3/17	10.51 h	7.04 g	39.13 i	1.49 d-g
F3/18	12.13 e-g	8.38 b-e	53.22 e-h	1.45 gh
F3/19	12.77 d-g	7.82 e-g	54.94 e-g	1.63 bc
F3/20	12.81 d-g	8.56 b-e	58.14 d-g	1.50 d-g

*Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Yaprak şekil indeksi açısından 1.73 ile F3/4 en büyük değere sahip olurken, 1.37 ile MKÜ-92 en küçük değer olmuştur (Çizelge 4.3). Biberde yaprak alanının tahminlenmesi için yürütülen bir çalışmada araştırmacılar kullandıkları çeşitleri açıklamamışlardır. Kullanılan yaprakların uzunluk genişlik oranının (Yaprak şekil indeksi) 1.38 ile 2.07 arasında değiştiğini belirtmişlerdir (Ahmadian-Moghadam, 2012). Genellikle yaprak şekil indeksi yaprak alanı modelleme çalışmalarında belirlenmiştir. Morfolojik karakterizasyon çalışmalarında genellikle göz ardı edilmiş bir özelliktir. Ancak özellikle

melezlenmiş bireylerin ebeveynlere olan benzerliklerinin değerlendirilmesinde *C. annuum* türüne ait çeşitlerde ve melezlerde Swart ve ark., (2004) tarafından kullanılmıştır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmada 'Jatilaba' çeşidini (uzunluk / genişlik oranı = 2.7) dar yapraklara sahip olarak, 'Bruinsma Wonder' ve 'Nassau F1' çeşitlerini (uzunluk / genişlik oranı sırasıyla= 1.76 ve 1.74) daha geniş yapraklara sahip olarak belirlemişlerdir. 'Jatilaba' × 'Bruinsma Wonder' çeşitlerinin melez F1'lerinde ise yaprak şekil indeksini (uzunluk / genişlik oran = 2.27) ara bir yaprak şekli olarak tespit etmişlerdir. Bu tezde kullanılan F3 bireylerin ortalamaları (ortalama yaprak şekil indeksi 1.55) dikkate alındığında şekil indeksi açısından ebeveynlerin arasında kaldığı görülmektedir. Ancak bireysel olarak değerlendirildiğinde 2 hattın (F3/4 ve F3/13) baba ebeveyninden daha yüksek yaprak şekil indeksine sahip oldukları tespit edilmiştir.

Hatlar ve ebeveynler ortalama meyve ağırlıkları açısından değerlendirildiğinde 6.51 g ile MKÜ-92, 6.05 g ile F3/14 ve 6.12 g ile F3/8 en düşük ağırlık değerlerine sahip olurken, 15.38 g ile MKÜ-19 en yüksek değere sahip olmuştur. Yapılan farklı çalışmalarda *C. baccatum* türüne ait genotiplerin meyve ağırlıklarının Jarret (2007) 0.15 g ile 22.8 g, Rego ve ark., (2009) 1.74 g ile 25.22 g, Albrecht ve ark., (2012) yabani türlerinde 2.20 g ile kültürü yapılan türlerinde 5.40 g ve Tanaka ve ark., (2017) 0.80 g ile 24.90 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu değerler bu tezdeki meyve ağırlığı değerleri ile uyumlu bulunmuştur. Çalışmalarda meyve ağırlığı değerlerinin çok daha geniş bir varyasyon gösterdiği görülmektedir. Bu çalışmalarda kullanılan genotiplerin birçoğunun gen bankalarından temin edilen geniş çeşitlilik gösteren genotipler olması nedeniyle meyve ağırlık değerleri arasında çok yüksek varyasyon olduğu düşünülmektedir. Bu tezde çalışılan ebeveynler ise birbirlerine daha yakın ağırlıklara sahip olmaları nedeniyle melezlemede elde edilen hatların meyve ağırlıkları ebeveynlerin arasında kalmıştır.

Hatlar ve ebeveynler meyve uzunluğu açısından değerlendirildiğinde en uzun meyve 104.62 mm ile F3/19 genotipinde, en kısa meyve ise 36.39 mm ile F3/16 genotipinde belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Yapılan farklı çalışmalarda *C. baccatum* türüne ait genotiplerin meyve uzunluklarının Jarret (2007) 8.0 mm ile 160.0 mm, Rego ve ark. (2009) 44.0 mm ile 142.2 mm, Rego ve ark. (2011) 23.6 mm ile 142.2 mm, Moulin ve ark. (2015) 29.6 mm ile 135.6 mm, Tanaka ve ark. (2017) 11.6 mm ile 116.0 mm ve Mavi

ve ark. (2021) 36.3 mm ile 81.2 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu tezdeki meyve uzunluğu değerleri daha önce yapılan çalışmalardaki eğerler arasında yer almıştır.

Çizelge 4.4. Ebeveynler ve hatların meyve ağırlığı, meyve uzunluğu, meyve genişliği ve meyve et kalınlığı ile ilgili elde edilen ortalama veriler

Genotipler	Meyve ağırlığı (g)	Meyve uzunluğu (mm)	Meyve genişliği (mm)	Meyve et kalınlığı (mm)
MKÜ-92	6.51 d *	69.36 e	17.71 hi	1.91 de
MKÜ-19	15.38 a	42.76 g-i	47.09 a	3.12 a
F3/1	6.66 d	47.06 gh	26.47 c-f	1.99 c-e
F3/2	6.64 d	92.06 b	15.19 I	1.79 e
F3/4	8.92 cd	78.22 cd	24.80 d-f	1.95 de
F3/5	7.79 d	67.03 e	19.19 hi	2.29 c
F3/6	6.89 d	84.95 bc	18.44 hi	1.65 e
F3/7	8.46 cd	39.24 hi	28.01 cd	3.07 a
F3/8	6.12 d	67.80 e	17.78 hi	1.72 e
F3/9	8.88 cd	56.18 f	26.27 c-f	2.89 ab
F3/11	8.45 cd	41.79 g-i	27.09 c-e	2.94 ab
F3/12	8.25 cd	48.92 fg	26.84 c-e	2.84 ab
F3/13	11.09 bc	56.35 f	32.99 b	2.79 ab
F3/14	6.05 d	67.03 e	19.47 g-i	1.72 e
F3/15	6.43 d	45.39 gh	22.22 f-h	2.21 cd
F3/16	8.87 cd	36.39 i	28.97 b-d	2.79 ab
F3/17	7.50 d	41.59 g-i	23.50 e-g	2.94 ab
F3/18	7.36 d	88.20 b	17.68 hi	1.89 de
F3/19	9.05 cd	104.62 a	17.95 hi	1.82 e
F3/20	11.82 b	72.03 de	30.39 bc	2.66 b

*Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Meyve genişliği açısından en dar meyve 15.19 mm ile F3/2 hattında, en geniş meyve ise 47.09 mm ile MKÜ-19 genotipinde belirlenmiştir (izelge 4.4). Yapılan farklı çalışmalarda *C. baccatum* türüne ait genotiplerin meyve genişliklerinin Jarret (2007) 5.0 mm ile 47.5 mm, Rego ve ark. (2009) 10.1 mm ile 53.3 mm, Rego ve ark. (2011) 8.9 mm

ile 56.9 mm, Moulin ve ark. (2015) 13.3 mm ile 60.2 mm, Tanaka ve ark. (2017) 7.8 mm ile 53.8 mm, ve Mavi ve ark. (2021) 17.8 mm ile 55.7 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu değerler bu tezdeki meyve eni değerleri arasında yer almıştır.

Ebeveyneler ve hatlar meyve et kalınlığı bakımından incelendiğinde, meyve et kalınlıklarının 1.72 mm (F3/8) ile 3.12 mm (MKÜ-19) arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.4). Meyve et kalınlığı kurutmalık ve sanayilik biber çeşitlerinde dikkat edilen önemli bir özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılan farklı çalışmalarda *C. baccatum* türüne ait genotiplerin meyve et kalınlıklarının Rego ve ark., (2011) 0.4 mm ile 3.63 mm, Moulin ve ark., (2015) 1.28 mm ile 3.68 mm, De Oliveira ve ark., (2015) 1.86 mm ile 3.40 mm ve Mavi ve ark., (2021) 1.53 mm ile 3.35 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca Gomes ve ark., (2021) kullandıkları ebeveynlerin meyve et kalınlıklarını açık olarak bildirmemekle birlikte taze tüketim ve gıda endüstrisi için önemli olan hatlar elde etmek için, BRS Mari × [Mexicali × Hortivale] kombinasyonu meyve et kalınlığı açısından dikkate değer bulmuşlardır. *C. chinense* türünde meyve et kalınlığı 2.2 mm ile 4.0 mm arasında (Martinez ve ark., 2021) *C. annuum* türünde meyve et kalınlığı 2.0 mm ile 3.1 mm arasında (Mansour-Gueddes ve ark., 2010), ve *C. pubescens* türünde meyve et kalınlığı 2.7 mm ile 4.2 mm arasında (Perez-Grajales ve ark., 2004) ve *C. frutescens* türünde meyve et kalınlığı 0.25 mm ile 1.50 mm arasında (Carvalho ve ark., 2017) değiştiği belirlenmiştir. Ülkemiz biber genotiplerinin morfolojik karakterizasyonunun yapıldığı bir çalışmada ise kullanılan biber genotiplerinin et kalınlığının 0.1 mm ile 8.0 mm arasında çok geniş bir aralıkta değiştiği tespit edilmiştir (Bozokalfa ve Eşiyok, 2011) *C. baccatum* türü biberler de dahil olmak üzere tüm türlerde meyve et kalınlıklarının oldukça geniş bir varyasyona sahip olduğu görölmektedir. Islah programımıza uygun kalınlıktaki bireyleri ebeveyn olarak kullanarak, daha kalın veya daha ince et kalınlığına sahip hatlar elde edilebileceğini söyleyebiliriz. İnce meyve etine sahip çeşitler geliştirmek için *C. frutescens*, kalın meyve etine sahip çeşitler geliştirmek için ise *C. pubescens* türüne ait genotipler gen kaynağı olarak kullanılabilir. *C. baccatum* türü içerisinde ise hem kalın hemde ince et kalınlığında genotipler bulunabilmektedir.

Ebeveyneler ve hatlar tohum sayısı, çiçek taç uzunluğu, bin tohum ağırlığı ve suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) içeriklerine ait ortalama veriler Çizelge 4.5’de sunulmuştur.

Çizelge 4.5. Ebeveynler ve hatların çiçek taç uzunluğu, bin tohum ağırlığı ve suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) verileri

Genotipler	Tohum sayısı (adet)	Çiçek taç uzunluğu (cm)	Bin tohum ağırlığı (g)	SÇKM
MKÜ-92	63 a-d*	1.07 d-f	3.97 l	11.98 a-c
MKÜ-19	61 a-d	1.33 a	7.73 a	11.00 b-f
F3/1	44 c-e	0.97 f	6.40 c-e	13.35 a
F3/2	45 b-e	0.97 f	7.10 b	10.65 c-f
F3/4	63 a-d	1.27 a-b	5.57 ij	10.15 d-g
F3/5	53 a-e	1.13 b-e	5.67 g-I	11.40 b-e
F3/6	61 a-d	1.03 d-f	5.60 h-j	11.65 b-d
F3/7	64 a-d	1.10 c-f	6.77 bc	10.18 d-g
F3/8	43 de	1.23 a-c	6.13 d-f	13.47 a
F3/9	44 c-e	1.13 b-e	5.10 k	9.88 e-g
F3/11	66 ab	1.00 ef	5.97 f-h	9.62 fg
F3/12	59 a-e	1.13 b-e	5.23 jk	10.97 c-f
F3/13	66 ab	1.67 b-c	6.40 c-e	11.22 b-e
F3/14	38 e	1.00 ef	5.30 i-k	13.43 a
F3/15	52 b-e	1.13 b-e	6.00 e-g	12.50 ab
F3/16	75 a	1.10 c-f	7.13 b	12.02 a-c
F3/17	43 de	0.97 f	6.13 d-f	11.15 b-e
F3/18	38 e	0.97 f	5.17 k	9.93 e-g
F3/19	49 b-e	1.07 d-f	6.47 cd	13.13 a
F3/20	65 a-c	1.17 b-c	5.00 k	9.02 g

*Aynı sütunda farklı harflerle belirtilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

Hatlar ve kullanılan ebeveynlerde ortalama meyvedeki tohum sayısı 38 adet (F3/18) ile 75 adet (F3/16) arasında değişmiştir. Ebeveynler 63 adet (MKÜ-92) ve 61 adet (MKÜ-19) meyvede tohum bulundurarak istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Araştırmalarda *C. baccatum* türüne ait meyvedeki ortalama tohum sayılarının Rego ve ark., (2009) 15 ile 70 adet, Mavi ve Mavi (2012) bu tezde baba olarak kullanılan genotipte en az 5 adet, en fazla 100 adet (ortalama 55 adet), Osorio. (2017) 138 ile 195 adet, ve Mnahoncakova ve ark., (2020) 2 ile 139 adet arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Meyvedeki tohum sayısı tozlanma ve dölleme ile ilişkilidir. Bu nedenle çalışmalarda serada veya açıkta yetiştiricilik koşullarında tozlanma ve dölleme farklılıkları olabileceği için meyvedeki tohum sayılarının çok geniş varyasyon göstermesi normal bir durumdur. Yapay ve doğal tozlama durumlarında da meyvedeki tohum sayıları değişiklik gösterebilir. Meyvedeki tohum sayılarının çoğaltma materyali olarak kullanılacaksa mümkün olduğu kadar fazla olması istenen bir özelliktir. Ancak taze tüketimde ve sanayilik kullanımda meyve içerisinde tohum sayısının fazla olmaması istenebilir. Özellikle olgun olarak tüketilen meyvelerde tohumlar sertleşerek yeme kalitesini düşürmektedir. Bir diğer açıdan değerlendirildiğinde ise tohumların fazla olması meyve iriliğinin de yüksek olacağı anlamına gelmektedir (Mavi ve Mavi 2012). Tüm diğer biberlerde de olduğu gibi partenokarpik meyve tutumları ise çeşit ve genotiplerin kendilerine has meyve şeklini almasına engel teşkil etmektedir.

En uzun çiçek taç yaprak uzunluğu 1.33 cm ile MKÜ-19 genotipinde, en kısa çiçek taç yaprak uzunluğu ise 0.97 cm ile F3/1, F3/2, F3/17 ve F3/18 hatlarında belirlenmiştir. Taç yaprak uzunluğu açısından taranan literatürde herhangi bir veriye rastlanmamıştır. Taç yaprak uzunlukları çiçek iriliklerine etki ettiği için taç yaprak uzunluklarının belirlenmesi gerektiği düşünülmüştür. Değerler birbirine yakın olmakla birlikte baba ebeveyn ile ana ebeveynin taç yaprak uzunlukları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak da önemli olduğu görülmektedir (Çizelge 4.4).

Bin tohum ağırlıkları açısından 3.97 g ile MKÜ-92 kodlu ana genotip en düşük ağırlık değerlerine sahip olurken, 7.73 g ile MKÜ-19 kodlu baba genotip en yüksek bin tohum ağırlığı değerine sahip olmuştur. Mavi (2016) bu tezdeki baba olarak kullanılan genotipi kullandığı çalışmasında kütle olgunluğu döneminde genotipin 1000 tohum ağırlığının ortalama 5.5 g olduğunu bildirmiştir. Bu tezde genotipin tohum ağırlığının bir miktar daha fazla bulunmasının bitkilerin daha iyi beslenmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Genel olarak *C. baccatum* türü üzerindeki çalışmalarda ortalama 1000 tane ağırlıklarının Mavi ve Mavi (2012) bu tezde baba olarak kullanılan genotipte 6.14 g, Justino ve ark. (2015) BRS Mari çeşidinde 5.1 g, Osorio. (2017) farklı genotiplerde 9.7 g ile 12.3 g ve Mnahoncakova ve ark. (2020) farklı çeşitlerde 2.7 g ile 10.4 g arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu tezdeki ebeveynlerin ve hatların 1000 tohum ağırlıkları önceki çalışmalarda elde edilen verilerle uyumlu ve ortalamalar arasında bulunmuştur.

Ebeveyneler ve hatların ortalama suda çözülebilir kuru madde değerleri 9.02 (F3/20) ile 13.47 (F3/08) arasında değişmiştir. Ebeveynlerin suda çözülebilir kuru madde miktarları 11.00 (MKÜ-19) ve 11.98 (MKÜ-92) olarak belirlenmiş hatlar istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır. Yapılan çalışmalarda suda çözülebilir kuru madde miktarlarının *C. chinense* türünde 6.0-12.0 (Lannes ve ark., 2007), *C. annuum* türünde 4.3-6.9 (Payakhapaab ve ark., 2012), yine *C. annuum* türünde ülkemiz genetik kaynaklarının değerlendirildiği bir çalışmada 2.7-6.3 (Başak, 2019), *C. frutescens* türünde 8.76-10.38 (Braga ve ark., 2013) ve *C. pubescens* türünde 5.80-7.40 (Perez-Grajales ve ark., 2019) arasında değiştiği belirlenmiştir. *C. baccatum* türünde ise Rego ve ark. (2009) 6.7-13.1, Rego ve ark., (2011) 6.86-13.53, De Oliveira ve ark., (2015) 6.40-12.67, Leite ve ark., (2016) en yüksek 10.6, genotiplerde ortalama olarak 8.6 ve Bento ve ark., (2016) 8.0-10.5 arasında değiştiğini belirlemişlerdir. Bu tezde elde edilen suda çözülebilir kuru madde miktarları da *C. baccatum* türünde yapılan çalışmalara benzer bulunmuştur. *C. annuum* türüne ait genotiplere göre ise nispeten daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun *C. annuum* türündeki örneklerin yeşil olum döneminde alınmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Ebeveyneler ve hatların kapsaisin (ppm), dihidrokapsaisin (ppm), toplam kapsaisinoid (ppm) ve Scoville acılık birimi (SHU) değerlendirmelerine ait ortalama veriler Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de sunulmuştur.

Ebeveyneler ve hatların kapsaisin içerikleri 212-2965 ppm arasında, dihidrokapsaisin içerikleri 405-3807 ppm arasında ve toplam kapsaisinoid içerikleri 617-6644 ppm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ana ebeveyn 6644 ppm ile en acı genotip olurken, 5871 ppm ve 5553 ppm ile F3/18 ve F3/2 kodlu hatlar ana ebeveyneden sonra en acı hatlar olarak belirlenmiştir. Ana ve baba ebeveynelerin toplam kapsaisinoid seviyeleri ile karşılaştırıldığında 617 ppm ve 1224 ppm ile F3/11 ve F3/19 kodlu hatlar en düşük toplam kapsaisinoid seviyesine sahip olmuşlardır (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2). *C. baccatum* türünde toplam kapsaisinoid seviyeleri 37 - 4258 ppm arasında çok geniş bir varyasyon gösterdiği Tanaka ve ark. (2017) tarafından da belirlenmiştir. *C. baccatum* türünde Cambuci ve Kalaidoscope gibi acılık içermeyen genotiplerinde bulunduğu bildirilmiştir (De Aguiar ve ark., 2016; Tanaka ve ark., 2017). Bu nedenle acılık seviyelerinin hatlarda daha geniş varyasyon gösterebilmektedir. İslah programlarında hem tatlı çeşitlerin geliştirilmesi hem de acı çeşitlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalar ile

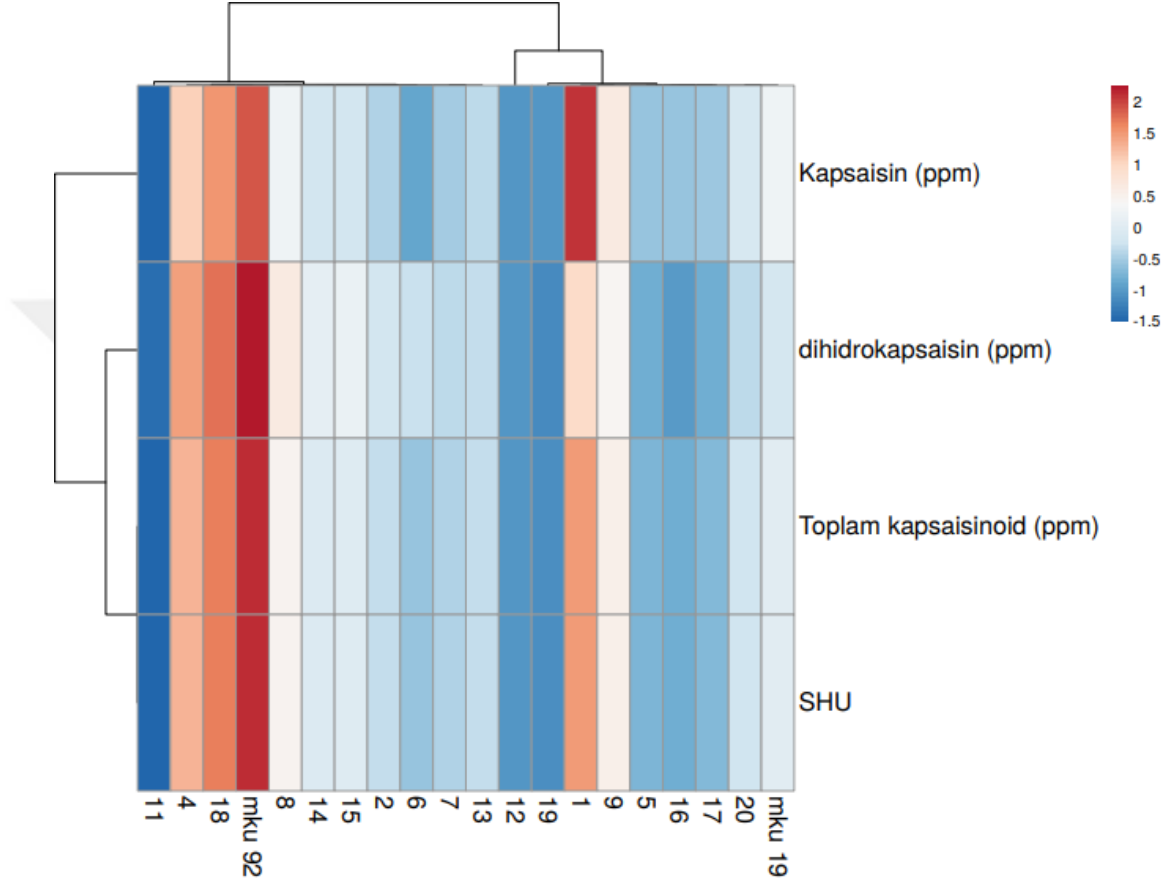
C. frutescens türünde Numex NoBasco isimli acılık içermeyen bir çeşit (Bosland ve Coon, 2020), *C. chinense* türünde ise Trinidad Moruga Scorpion gibi çok acı çeşitler (Bosland ve ark., 2012) geliştirilmiştir.

Genotip	Kapsaisin (ppm)	Dihidro-kapsaisin (ppm)	Toplam kapsaisinoid (ppm)	SHU
MKÜ-92	2836	3807	6644	99654
MKÜ-19	1553	1543	3096	46438
F3/1	2965	2588	5553	83292
F3/2	1041	1520	2562	38423
F3/4	2203	3044	5247	78706
F3/5	913	939	1852	27778
F3/6	690	1429	2119	31784
F3/7	974	1363	2337	35054
F3/8	1568	2319	3887	58301
F3/9	1874	2104	3978	59665
F3/11	212	405	617	9262
F3/12	580	749	1329	19939
F3/13	1085	1425	2509	37639
F3/14	1223	1780	3003	45043
F3/15	1210	1861	3072	46076
F3/16	928	776	1704	25567
F3/17	953	942	1895	28421
F3/18	2544	3327	5871	88067
F3/19	571	653	1224	18355
F3/20	1277	1371	2648	39721

Şekil 4.1. Ebeveynler ve hatların kapsaisin (ppm), dihidrokapsaisin (ppm), toplam kapsaisinoid (ppm) ve Scoville acılık birimi (SHU) değerlerindeki değişimler

Scoville acılık birimi (SHU) değerlendirilmesine göre acılık beş gruba ayrılmaktadır. Birinci grup: Tatlı biberler (0-700 SHU) bu grup içinde bu tezdeki hiçbir ebeveyn ve hat yer almamıştır. İkinci grup: Hafif acı biberler (700-3 000 SHU) bu grup içinde hiçbir ebeveyn ve hat yer almamıştır. Üçüncü grup: Orta acı biberler (3 000-25 000 SHU) bu acılık grubu içinde 3 hat (F3/19, F3/12 ve F3/11) yer almıştır. Dördüncü grup: Acı biberler (25 000-70 000 SHU) bu grup içinde MKÜ-19 baba ebeveyn, F3/2, F3/5, F3/6, F3/7, F3/8, F3/9, F3/13, F3/14, F3/15, F3/16, F3/17 ve F3/20 kodlu hatlar yer almıştır. Beşinci grup: Çok acı biberler (>80 000 SHU) bu grup içinde ise MKÜ-92 ana ebeveyn, F3/1, F3/4 ve F3/18 kodlu hatlar yer almıştır. Acılık değerlerine göre oluşturulan Clusvist dendogramında da F3/11 kodlu genotip en az acılık seviyesi ile diğer ebeveyn ve hatlardan ayrı grupta yer almıştır. Tezde en yüksek acılık değerine sahip olan

MKÜ-92 kodlu ana ebeveyn ve F3/4 ile F3/ 18 kodlu hatlar birbirlerine benzer olarak aynı grupta yer alırken, F3/1 kodlu hat acılığı yüksek olmasına rağmen diğerlerinden farklı bir grupta yer almıştır. Ebeveynlerin ise birbirlerinden en uzak gruplarda çıkması varyasyon oluşturma açısından önemli bulunmuştur (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Genotiplerinin kümeleme analizi sonucunda acılık seviyesine göre oluşturdukları benzerlik dendogramı

Arpacı ve ark., (2020) *C. annuum* ve *C. chinense*'ye ait dokuz biber genotipinin kapsaisinoid içeriği ve acılık seviyelerini (SHU) belirlemişlerdir. Sonuçlar, genotipler arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir. Ayrıca, kapsaisinoid içeren genotiplerde meyvelerin olgunlaşmasıyla birlikte kapsaisin-dihidrokapsaisin içeriği ve SHU değerinin arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca genotiplerin kapsaisin içeriğinin ve acılık seviyelerinin bilinmesinin ülkemizde yapılacak ıslah projeleri için önemli olduğunu vurgulamışlardır. Guillen ve ark., (2018) *C. chinense* Jacq. ve *C. baccatum* genotiplerinde kapsaisinoid içeriğinin ve acılık seviyelerinin meyve kısımlarına ve türlere bağlı olarak

değiştiğini bildirmişlerdir. En yüksek değerler *C. chinense* ve *C. baccatum*'da sırasıyla %79 ve %51 ile plasentadan elde edilmiştir. Sonuçlar, *C. chinense*'nin daha fazla kapsaisinoid ve acılık seviyesi içerdiğini göstermiştir. Ayrıca, bu çalışmadan elde edilen veriler, dihidrokapsaisin ve nordihidrokapsaisin ile karşılaştırıldığında, kapsaisinoidlerin ana bileşeninin kapsaisin (*C. Chinense*' de kuru ağırlığın 4399 ppm ve *C. baccatum*'da 1.582 ppm) olduğunu göstermiştir.

4. 2. Kalitatif Özellikler

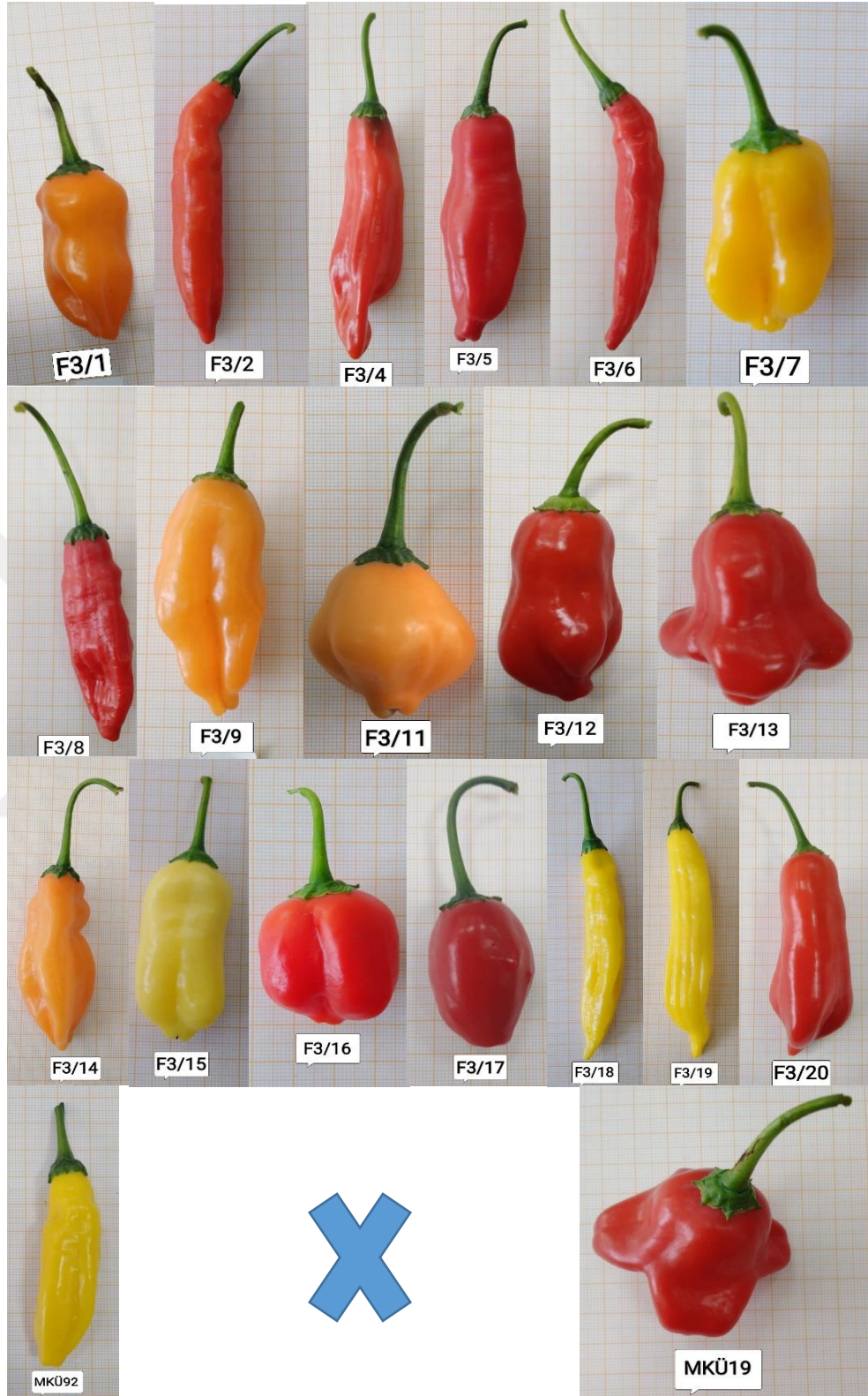
Meyve şekli bakımından MKÜ-92, F3/5, F3/8, F3/18, F3/19 ve F3/20 uzun, F3/16 ve F3/17 yuvarlak, F3/1, F3/9, F3/11 ve F3/14 üçgen, MKÜ-19, F3/4 ve F3/13 çan ve F3/7, F3/12 ve F3/15 bloklu olarak belirlenmiştir. Kanal (2020) tezinde *C. baccatum* biber popülasyonlarının meyve şekli yönünden %68.7'sinin üçgen, %13.4'nün kalp, %11.9'nun yuvarlak, %3.0'nün boynuz, %1.5'nin kare ve %1.5'nin ise ikizgen yamuk meyve şekline sahip olduklarını bildirmiştir.

Olgunlaşmamış meyve rengi açısından ebeveyn ve hatlar Şekil 3.10'daki skalaya göre sınıflandırılmıştır. Bu skalaya göre F3/9, F3/15 açık sarı, F3/7 sarı, F3/12, F3/20 açık yeşil, MKÜ-19, F3/2, F3/4, F3/6, F3/11, F3/13, F3/16, F3/19 yeşil, MKÜ-92, F3/1, F3/8, F3/14, F3/17, F3/18 koyu yeşil ve F3/5 çok koyu yeşil olarak belirlenmiştir. Cardoso ve ark (2018) bulgularında olgunlaşmamış meyve renginin 116 genotipten 60 genotipte yeşil, 53 genotipte turuncu ve 3 genotipte sarı renkli olduğunu bildirmiştir. Rai ve ark. (2013) ise türlerini açık olarak bildirmediği 43 biber genotipinin olgunlaşmamış meyve rengi açısından çok geniş bir varyasyon gösterdiğini ifade etmiştir. Brand ve ark. (2012) meyve rengindeki kalitatif varyasyona ek olarak, olgunlaşmamış meyve renginin oluşumuna yol açan pigment içeriği ve renk yoğunluğunda kantitatif varyasyon bulunduğunu da tespit etmişlerdir. Bu varyasyonun genetik temelini ortaya koymak için yapılan bir çalışmada olgunlaşmamış meyveleri koyu yeşil *C. annuum* genotipi ile açık yeşil *C. chinense* genotipi arasındaki çaprazlamada pigment içeriğindeki kantitatif varyasyon incelenmiştir. Bu iki ana pigmentin (açık yeşil ve koyu yeşil) klorofil içeriğini kontrol eden QTL'ler *pc8.1* ve *pc10.1* olarak tanımlanmıştır. Ana QTL *pc8.1*'in, olgun meyvedeki karotenoid içeriğini de etkilediği saptanmıştır.

Çizelge 4.6. Ebeveyn ve hatların meyve şekli, olgunlaşmamış meyve rengi, çiçek ucu meyve şekli ve olgun meyve rengi ile ilgili elde edilen ortalama veriler

Genotipler	Meyve şekli	Olgunlaşmamış meyve rengi	Çiçek ucu meyve şekli	Olgun meyve rengi
MKÜ-92	1	5	1	12
MKÜ-19	4	4	3	9
F3/1	3	5	3	6
F3/2	1	4	1	8
F3/4	4	4	4	8
F3/5	1	6	4	9
F3/6	1	4	1	8
F3/7	5	2	4	3
F3/8	1	5	4	9
F3/9	3	1	1	6
F3/11	3	4	4	6
F3/12	5	3	3	8
F3/13	4	4	4	9
F3/14	3	5	3	5
F3/15	5	1	4	12
F3/16	2	4	4	8
F3/17	2	5	2	9
F3/18	1	5	1	12
F3/19	1	4	1	12
F3/20	1	3	1	9

Hatlar ve ebeveynler çiçek ucu meyve şekli açısından MKÜ-92, F3/2, F3/6, F3/9, F3/18, F3/19 ve F3/20 sivri, F3/17 düz, MKÜ-19, F3/12, F3/14 girintili ve F3/4, F3/5, F3/7, F3/8, F3/11, F3/13, F3/15 ve F3/16 girintili sivri olarak belirlenmiştir. Cardoso ve ark. (2018) bulgularında çiçek ucu meyve şeklini 106 genotipten 42'sinde sivri, 15'inde düz, 30'unda girintili, 15'inde girintili sivri ve 4'ünde diğer olarak belirlemişlerdir. Kanal (2020) ise *C. baccatum* genotiplerini meyve uç şekli yönünden %64.2'sinin sivri, %16.5'nin hafif basık, %9.0'nun yuvarlak, %6.0'sının basık, %2.9'nun çok basık ve %1.4'ünün ise çok sivri yapıda olduğunu saptamıştır.



Şekil 4.3. Ebeveyn (MKÜ-92 × MKÜ19) ve hatların ölçekli kağıt üzerindeki meyve şekil ve renkleri

Olgun meyve rengi bakımından ebeveynler ve hatlar üç ana gruba ayrılmıştır. Birinci grup kırmızı tonları (MKÜ-19, F3/2, F3/4, F3/5, F3/6, F3/8, F3/12, F3/13, F3/16, F3/17 ve F3/20), ikinci grup sarı tonları (MKÜ-92, F3/15, F3/18 ve F3/19) ve üçüncü grup turuncu tonlarına (F3/1, F3/7, F3/9, F3/11, ve F3/14) sahip olmuşlardır. Jarret (2007) bulgularında olgun meyve renkleri meyvelerin %99 kırmızı ve tonları, sarı ve tonları ve turuncu ve tonları olarak tespit edilmişlerdir. Mavi ve ark. (2021) aynı ebeveynlere ait F4 hatlarının olgun meyve renklerini dikkate alınarak çizdikleri hiyerarşik dendogram sonucunda ana ve baba ebeveynlerin farklı gruplarda yer aldığı dört farklı grup oluştuğunu belirlemişlerdir. Kırmızı ve sarı olgun meyve rengine sahip hatlar iki farklı grupta toplanırken, beyaz ve turuncu tonlarındaki meyveler 2. ve 3. gruplarda yer almıştır. F4 hatlarındaki olgun meyve rengi varyasyonunun daha da genişlediğini bildirmişleridir.

Meyve pozisyonu bakımından ebeveynler ve hatların hepsinin sarkık meyveler meydana getirdiği görülmüştür. Bu durumun kullanılan her iki ebeveynin de sarkık meyveli olmasından ve sarkık meyve özelliğinin dik özelliğe baskın olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kanal (2020) ise tez çalışmasında *C. baccatum* türüne ait biber genotiplerinin meyve duruşu yönünden %53.8'inin sarkık, %32.8'nin yarı dik ve %13.4'nün dik meyve duruşuna sahip olduklarını bildirmiştir. Kanal (2020)'ın çalışmasında çok daha geniş genetik farklılığa sahip gen bankası örneklerini kullanmasından kaynaklı olarak meyve pozisyonu farklılıklarının daha geniş çeşitlilik gösterdiği söylenebilir.

Bitkilerin %50 çiçeklendiği gün sayısı 40 ile 56 arasında değişmiştir. Genel olarak bu tezdeki yetiştiricilik koşullarında ve sıcaklıklarda genotiplerin çoğunun dikimden 42 gün sonra çiçeklendikleri belirlenmiştir. F3/20 kodlu hat 40 gün ile en erken çiçeklenen hat olurken, F3/17 kodlu hat 56 günle en geç çiçeklenen hat olmuştur. Kanal (2020) açıkta yürüttüğü tez çalışmasında *C. baccatum* türüne ait biber genotiplerinin 44 gün ile 67 gün arasında ilk çiçeklenmeye ulaştıklarını belirlemiştir.

Çiçek pozisyonu bakımından ebeveynler ve hatlar üç gruba ayrılmıştır. Birinci grup F3/6 ve F3/14 sarkık, ikinci grup (MKÜ-19, F3/1, F3/2, F3/4, F3/5, F3/7, F3/9 F3/11, F3/18 ve F3/19) yarı sarkık ve üçüncü grup (MKÜ-92, F3/8, F3/12, F3/13, F3/15, F3/16, F3/17, F3/20) dik olarak belirlenmiştir.

Çiçek taç yaprakta leke iriliği bakımından küçük olan genotipler MKÜ-19 ve F3/1, orta olan genotipler MKÜ-92, F3/2, F3/4, F3/6, F3/8, F3/9, F3/11, F3/12, F3/13, F3/14,

F3/16, F3/17, F3/18, F3/19 ve F3/20, büyük olan hatlar F3/5, F3/7 ve F3/15 olarak belirlenmiştir. Cardoso ve ark., (2018) taç yaprak leke durumu bakımından 106 genotipten 61 genotipin lekeli olduğunu saptamıştır. Ancak taranan literatürde taç yaprak leke iriliğinin incelendiği bir kaynağa rastlanmamıştır. Bu tez ve önceki çalışmalarımız neticesinde hatların taç yaprak leke iriliklerinin yanında leke renklerinde de farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Bu leke durumu *C. baccatum* türünün tanımlayıcı bir özelliğidir. Bu nedenle bulunmayan hat ve genotipler için *C. baccatum* türüne ait olmaları ile ilgili bir tereddüt bulunması gerekir. Özellikle türlerarası melezlenme durumunda lekesiz genotipler ortaya çıkabilmektedir (Kim ve ark. 2008).

Çizelge 4.7. Ebeveyn ve hatların meyve pozisyonu, bitkilerin %50 çiçeklendiği tarih gün olarak, çiçek pozisyonu ve taç yaprakta leke iriliği ile ilgili elde edilen ortalama veriler

Genotipler	Meyve pozisyonu	Bitkilerin %50 çiçeklendiği tarih gün olarak	Çiçek pozisyonu	Taç yaprakta leke iriliği
MKÜ-92	3	50 gün	7	5
MKÜ-19	3	50 gün	5	3
F3/1	3	56 gün	5	3
F3/2	3	42 gün	5	5
F3/4	3	42 gün	5	5
F3/5	3	42 gün	5	7
F3/6	3	42 gün	3	5
F3/7	3	42 gün	5	7
F3/8	3	42 gün	7	5
F3/9	3	42 gün	5	5
F3/11	3	42 gün	5	5
F3/12	3	42 gün	7	5
F3/13	3	42 gün	7	5
F3/14	3	42 gün	3	5
F3/15	3	46 gün	7	7
F3/16	3	42 gün	7	5
F3/17	3	56 gün	7	5
F3/18	3	42 gün	5	5
F3/19	3	42 gün	5	5
F3/20	3	40 gün	7	5

4.3. Kalıtım derecesi tahmini

Fenotipik varyansı ile genetik varyansı karşılaştırırken, SÇKM (1.85-0.40) ve meyvede tohum sayısı (120.09-58.85) en büyük fark bulunmuştur. Dolayısıyla bu iki özellik çevreden daha fazla etkilenmiştir. Katılım dereceleri MKÜ-92 × MKÜ-19 kombinasyonunda sırasıyla yaprak indeksi 0.73, yaprak alanı 0.81, yaprak genişliği 0.92, yaprak uzunluğu 0.82, bitki habitusu 0.85, bitki ilk dallanma yüksekliği 0.71, bitki taç genişliği 0.89, bitki boyu 0.80, 1000 tohum ağırlığı 0.95, suda çözünebilir kuru madde 0.22, meyvede tohum sayısı 0.47, meyve et kalınlığı 0.91, meyve eni 0.87, meyve ağırlığı 0.26 ve meyve boyu 0.99 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.9).

Buna göre incelenen tüm kantitatif karakterlere ait kalıtım seviyelerinin, suda çözünebilir kuru madde 0.22, meyvede tohum sayısı 0.47 ve meyve ağırlığı 0.26 hariç yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.8. MKÜ-92 × MKÜ-19 ebeveyn kombinasyonuna ait özelliklerin kalıtım dereceleri tahmini

Özellikler	Vp (Fenotipik)	Vg (Genetik)	H (Kalıtım)
Yaprak indeksi	0.006	0.004	0.73
Yaprak alanı	97.73	78.69	0.81
Yaprak genişliği	0.31	0.28	0.92
Yaprak uzunluğu	1.52	1.25	0.82
Bitki habitüsü	0.02	0.015	0.85
Bitki ilk dallanma yüksekliği	13.21	9.41	0.71
Bitki taç genişliği	28.10	25.06	0.89
Bitki boyu	89.08	71.50	0.80
1000 tohum ağırlığı	0.43	0.41	0.95
SÇKM	1.85	0.40	0.22
Meyvede tohum sayısı	120.09	58.85	0.47
Meyve et kalınlığı	3.64	3.62	0.91
Meyve eni	25.5	22.13	0.87
Meyve ağırlığı	2.41	0.63	0.26
Meyve boyu	393.23	391.65	0.99

Kalıtım derecesi melezleme sonrasında yapılan seleksiyon aşamasında en çok yararlanılan ıslah parametrelerinden biridir. Kalıtım derecesi düşük olan özelliklerin çevre şartlarından büyük çapta etkilendiği anlamına gelmektedir. Bu bakımdan kalıtım derecesi yüksek olan özelliklerin üstün bireylerin belirlenmesinde başarılı bir şekilde kullanılabileceği söylenebilir (Arpacı, 2009). *Capsicum baccatum* türünde kalıtım derecesi Rego ve ark. (2011) tarafından da yüksek ve özelliklere göre 83.2 ile 99.1 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca diğer biber türlerinde (*C. chinense* ve *C. annuum*) yapılan önceki çalışmalar, biberlerde meyve şeklinin (uzunluk-genişlik oranı) ve meyve et (perikarp) kalınlığının kalıtsallığının yüksek olduğunu göstermiştir (Bharath ve ark., 2013; Naegele ve ark., 2016; Moreira ve ark., 2018). Önceki araştırmalarla tutarlı olarak, bu tezdeki biber popülasyonunun değerlendirilen özelliklerinin çoğu için yüksek kalıtım derecesine sahip olduğu belirlenmiştir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışması *Capsicum baccatum* var. *pendulum* türüne ait iki genotipin (MKÜ-92 ve MKÜ-19) ebeveyn olarak kullanıldığı ülkemizdeki ilk melezleme çalışması olma özelliğindedir. Bu türe ait biber meyvelerinin ticari olarak üretildiği son yıllarda bazı pazar tezgahlarında satılmasından anlaşılmaktadır. Bu nedenle ülkemizde bu tür içerisinden bir çeşit geliştirebilmek amacıyla başlanan bu çalışmada bazı F3 hatların meyve ve bitki özellikleri incelenmiştir.

Çalışmada ebeveyn (MKÜ-92 ve MKÜ-19) genotiplerle birlikte F3 melezleme seviyesinde seçilmiş 18 adet *Capsicum baccatum* var. *pendulum* türüne ait biber hatları (F3/1, F3/2, F3/4, F3/5, F3/6, F3/7, F3/8, F3/9, F3/11, F3/12, F3/13, F3/14, F3/15, F3/16, F3/17, F3/18, F3/19, F3/20) kullanılmıştır.

Bu çalışmada ebeveyn ve hatları karakterize edebilmek için 22'si kantitatif, 8'i kalitatif olmak üzere toplam 30 morfolojik özellik kullanılmıştır. İncelenilen kantitatif özellikler; kotiledon uzunluğu (cm), kotiledon genişliği (cm), bitki boyu (cm), bitki taç genişliği (cm), bitki habitusu (bitki şekil indeksi), bitki ilk dallanma yüksekliği (cm), yaprak uzunluğu (cm), yaprak genişliği (cm), yaprak alanı (cm²), yaprak şekil indeksi, meyve ağırlığı (g), meyve uzunluğu (mm), meyve genişliği (mm), meyve et kalınlığı (mm), tohum sayısı (adet), çiçek taç yaprak uzunluğu (cm), bin tohum ağırlığı (g), suda çözünebilir kuru madde, kapsaisin (ppm), dihidrokapsaisin (ppm), toplam kapsaisinoid (ppm) ve Scoville acılık miktarıdır. Kalitatif özellikler ise meyve şekli, çiçek ucu meyve şekli, olgunlaşmamış meyve rengi, olgun meyve rengi, meyve pozisyonu, %50 çiçeklenme süresi, çiçek pozisyonu ve taç yaprakta leke iriliğidir.

Sonuç olarak kantitatif özellikler incelendiğinde; bu çalışmada kullanılan ebeveyn ve hatların ortalama kotiledon uzunluklarının 1.53-2.40 cm, kotiledon genişliklerinin 0.73-1.13 cm, bitki boylarının 54.8-95.9 cm, bitki taç genişliklerinin 42.5-69.0 cm, bitki habituslarının (bitki şekil indeksi) 1.24-1.79, bitki ilk dallanma yüksekliklerinin 30.1-44.7 cm, yaprak uzunluklarının 10.51-15.77 cm, yaprak genişliklerinin 7.04-9.75 cm, yaprak alanlarının 39.13-84.30 cm², yaprak şekil indekslerinin 1.37-1.73, meyve ağırlıklarının 6.05-15.38 g, meyve uzunluklarının 36.39-104.62 mm, meyve genişliklerinin 15.19-47.09 mm, meyve et kalınlıklarının 1.65-3.12 mm, meyvedeki tohum sayılarının 38-75 adet, çiçek taç yaprak uzunluklarının 0.97-1.33 cm, bin tohum ağırlıklarının 3.97-7.73 g, suda çözünebilir kuru madde içeriklerinin 9.02-13.35, kapsaisin miktarlarının 212-2965

ppm, dihidrokapsaisin miktarlarının 405-3807 ppm, toplam kapsaisinoid miktarlarının 617-6644 ppm ve Scoville acılık değerlerinin 9262-99654 arasında yer aldığı, özelliklerin çoğunda oldukça geniş bir değişim aralığı gösterdikleri belirlenmiştir.

Kantitatif özellikler içerisinde olgunlaşmamış ve olgun meyve rengi açısından oldukça geniş bir varyasyon olduğu görülmektedir. Olgun meyve rengi sarı olan bir ana (MKÜ-92) ile olgun meyve rengi koyu kırmızı olan bir baba (MKÜ-19) ebeveynin melezlenmesi sonucunda ana ve baba gibi olgun meyve rengi sarı ve kırmızı renkli hatların yanı sıra ara formda renklere sahip hatlarda (turuncu renkli meyveli F3/1, F3/9 ve F3/14) elde edilmiştir. Bu hatlar daha sonraki ıslah ve melezleme çalışmalarında renk kalıtımının daha detaylı açıklanabilmesi için kullanılabilir.

Çalışmada kullanılan ebeveyn ve hatların acılık durumları objektif olarak biyokimyasal analizler neticesinde belirlenmiştir. Ana ve baba ebeveynler acılık açısından değerlendirildiğinde ana ebeveynin çok acı (99654 SHU), baba ebeveynin ise acı (46438 SHU) grupta oldukları belirlenmiştir. Ebeveynler acı ve çok acı gruptan seçilmesine rağmen hatlar içerisinde orta acı grupta yer alan hatlar (F3/11, F3/12 ve F3/19) olduğu tespit edilmiştir. Elimizdeki bu türe ait biber genetik koleksiyonun acılık durumlarının objektif yöntemlerle belirlenmesi acılık yönünde yapılacak ıslah çalışmaları açısından önem arz etmektedir. Olgun meyve aşamasında özellikle ana ebeveynin oldukça ciddi bir acılık seviyesine sahip olduğu söylenebilir.

Sonuç olarak, yapılan gözlemler ve ölçümlerle *Capsicum baccatum* var. *pendulum* biber türüne ait ebeveyn ve hatların morfolojik olarak karakterizasyonu yapılmıştır. Morfolojik karakterizasyonda kullanılan deskriptörün, genotipler arasındaki mevcut farklılıkları belirlemede yeterli olduğu, ancak türün çiçeklerindeki leke durumunun hatlar arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bu konuda özellikle türlerarası melezlemelerde çiçeklerinde leke taşıyan hatların *Capsicum baccatum* var. *pendulum* türünden kaynaklanıp kaynaklanmadığının anlaşılması için kullanılabilir.

Kullanılan deskriptörde ölçülmeyen ve sadece gözleme dayanan kriterler bulunmaktadır. Bu kriterlerin daha net sonuçlara ulaşabilmek için ölçülebilen bazı özellikler ile değiştirilmesinde fayda olabilir. Örneğin kotiledon iriliği yerine kotiledonların en ve boylarının ölçülerek, buradan kotiledon alanı hesaplamak daha net sonuçlara ulaşılmasını sağlayabilir. Nesnel subjektif değerlendirmeler yerine ölçülebilir objektif parametrelerden oluşan deskriptörler ile yapılacak karakterizasyonlar sonucunda

genotipler arasındaki farklılıklar ve benzerlikler daha belirgin bir şekilde ortaya konulabilecektir. Ayrıca morfolojik özelliklerden gelen verilerin, moleküler analizler ile de desteklenmesi seçilen genotipler arasındaki farklılıkların daha açık olarak ortaya konulmasını sağlayacaktır. Bu nedenle bu tezde kullanılan *Capsicum baccatum* türüne ait biber hatlarının moleküler olarak karakterize edilmesi önerilebilir.

Meyvelerin fenotipik değişkenliğinin karakterizasyonu ve niceliği, bitki ıslah programlarında korunmaları ve kullanımları açısından da oldukça önemlidir. F3/5, F3/6 F3/8 ve F3/19 gibi uzun meyveli hatlar bu türün uzun meyveli çeşitlerinin geliştirilmesinde yürütülecek ıslah programlarına dahil edilebilir. Kırmızı biber, tüm dünyada biber yetiştiriciliği yapılan bölgelerde ve ülkemizde yaygın olarak tüketilmektedir. Tüketimi genellikle taze, soslar halinde veya kurutulmuş pul biber şeklindedir. Diğer renkler ise taşıdıkları renk pigmentleri ve fitokimyasallar nedeniyle sağlık açısından değer bulabilmektedir. Bu nedenle kırmızı rengin dışındaki F3/9, F3/11, F3/14, F3/15 ve F3/19 gibi hatlarında turşuluk olarak cazip olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu hatların fitokimyasal özellikleri belirlenerek fonksiyonel gıda olarak kullanılabilecek biber ıslah programlarında kullanılması önerilebilir.

Büyük ve uzun meyveler genellikle ülkemizde taze biber pazarı için cazipken, daha yüksek kuru madde içeriğine sahip küçük meyveler gıda endüstrisi için daha uygundur. Ayrıca bu tür biberler Avrupa ülkelerinde yaşayan Asya ve Afrika'lıların damak zevkine uymakta ve Avrupa'da marketlerde satılmaktadır. Ülkemiz için bu bir ihracat kapısı oluşturmaktadır. Ülkemizde yetiştirilen bu türler Güney Amerika ve Asya'da yetiştirilenlere göre daha düşük yol maliyetleri ile Avrupa ülkelerine ihraç edilebilecektir. Bu nedenle ülkemizin *Capsicum baccatum* var. *pendulum* biber türüne ait çeşitleri ve hatları geliştirmesi biber ihracatımızda alternatif bir ürün sunmak açısından da önemlidir. Dolayısıyla sadece uzun hatları değil, diğer hatlarında verimlilik çalışmalarına devam edilmelidir. Bir diğer önemli özellik ise et kalınlığıdır, çünkü daha kalın etli meyveler, hasat sonrası işleme sırasında hasara karşı daha dirençlidir ve ince etli meyvelere göre taşıma sırasında daha az zararlanmaktadırlar. F3/7, F3/11 ve F3/17 gibi meyve et kalınlığı daha ince olan hatlar pul biber üretimi içinde ıslah programlarında kullanılabilir.

Acılık ile ilgili veriler üzerinden ClustVis programı kullanılarak yapılan kümeleme analizinin hatların ve ebeveynlerin acılık değerlendirilmesinde başarılı bir şekilde kullanılabileceği belirlenmiştir. Kümeleme analizi sonucunda ana (MKÜ-92) ebeveyn ve

baba ebeveyn (MKÜ-19) acılık miktarları ile orantılı olarak birbirlerinden çok uzak gruplarda yer alırken, acılık miktarları ana ebeveyn gibi yüksek olan F3/4 ve F3/18 kodlu hatlar anne ebeveyn ile çok yüksek benzerlik göstermişlerdir.

Hatların 15 farklı morfolojik özellik için kalıtım dereceleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda verilerle de doğru orantılı olarak suda çözülebilir kuru madde ($H= 0.22$), meyve ağırlığı ($H= 0.26$) ve meyvede tohum sayısı ($H= 0.47$) özelliklerinin kalıtım derecelerinin düşük olduğu belirlenmiştir. Diğer tüm özelliklerde ise $H=0.71$ ve üzerinde kalıtım dereceleri belirlenirken, meyve boyu ($H= 0.99$), meyve ağırlığı ($H= 0.99$), bin tohum ağırlığı ($H= 0.95$) ve yaprak genişliği ($H= 0.92$) özelliklerinin kalıtım derecelerinin en yüksek olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak bu tez ülkemizde biber içerisindeki farklı türlerden biri olan *Capsicum baccatum* var. *pendulum* biber türüne ait melezleme sonucu geliştirilmiş hatların morfolojik karakterizasyonunun yapıldığı ilk çalışma olma özelliğindedir. Ülkemizde bu türe ait çalışmalar dışardan getirilen genotiplerin özelliklerinin belirlenmesinden öteye gitmemiştir. Bu nedenle bu çalışmada özellikleri belirlenen hatların tamamı ülkemiz genetik biber tabanının genişletilmesi açısından çok önemlidir. Özellikleri belirlenen bu hatların saflaştırılmaları ıslahta kullanım için bir zorunluluktur. Bu nedenle saflaştırma çalışmalarına devam edilmelidir. Ayrıca melezleme ve seleksiyon çalışmalarıyla geliştirilecek yeni ve farklı tiplerle *Capsicum baccatum* var. *pendulum* biber türüne ait ülkemiz genetik koleksiyonunun zenginleştirilmesine devam edilebilecektir.

Daha sonra yapılacak farklı ıslah programları ile genotiplerin abiyotik (özelikle tuzluluk, düşük ve yüksek sıcaklık) ve biyotik (kök boğazı çürüklüğü ve antraknoz gibi önemli biber hastalıklarına karşı) strese dayanımlarının belirlenmesi, uçucu bileşiklerinin belirlenmesi ve tıbbi amaçlı kullanımlarının değerlendirilmesi gibi yeni çalışma konularına bir alt yapı oluşması açısından da bu çalışmada kullanılan genotipler üzerinde çalışmalara devam edilmelidir. Ayrıca bu hatların açık arazideki verim çalışmalarının yapılması gereklidir.

Genetik olarak farklı ebeveynlerin kullanımı, yüksek heterozigot etki nedeniyle sonraki nesillerde çok çeşitli genetik varyasyonlar oluşturmak için kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan ebeveynler fenotipik olarak birbirinden farklı olduğu için bu ıslah programı ile geniş bir varyasyon oluşturulmuştur. Bu varyasyondaki her hat, meyve özellikleri ve kimyasal (türe has bileşikler, suda çözülebilir kuru madde ve acılık gibi)

içerik açısından geliştirilmesi hedeflenen özellikler için biber ıslah programlarında kullanılabilir bulunmuştur.



KAYNAKLAR

- Abak, K., 1995. Kahramanmaraş'ta kırmızı biber tarımında dikkat edilmesi gereken işlemler. **K.S.Ü. Yayınları**, 9: 5-16.
- Acquaah, G., 2009. Principles of Plant Genetics and Breeding. **John Wiley & Sons**.
- Acunha, T. D. S., Crizel, R. L., Tavares, I. B., Barbieri, R. L., Pereira, C. M. P. D., Rombaldi, C. V., Chaves, F. C. 2017. Bioactive compound variability in a Brazilian Capsicum pepper collection. **Crop Science**, 57: 1-13.
- Ahmadian-Moghadam, H., 2012. Prediction of pepper (*Capsicum annuum* L.) leaf area using group method of data handling-type neural networks. **International Journal of Agri Science**, 2(11), 993-999.
- Albrecht, E., Zhang, D., Mays, A. D., Saftner, R. A., Stommel, J. R., 2012. Genetic diversity in *Capsicum baccatum* is significantly influenced by its ecogeographical distribution. **Bio Med Central**. /1471- 2156/13/68: 1-15.
- Anonymous, 2019. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/120109>. Erişim tarihi 30.10.2021.
- Anonymous, 1995. Descriptors for Capsicum. International Plant Genetic Resources Institute, **The Asian Vegetable Research and Development Center**, The Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Ensananza, Italy, Taiwan, Costa Rica.
- FAO, 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://www.fao.org/statistics/en/>, Erişim tarihi 19.09.2021.
- Arpacı, B. B., Baktemur, G., Keleş, D., Kara, E., Erol, Ü. H., Taşkın, H., 2020. Determination of color and heat level of some resistance sources and improved pepper genotypes. **Crop Breeding, Genetics and Genomics**, 2(1), e200006, <https://doi.org/10.20900/cbagg20200006>.
- Arpacı, B.B., 2009. *Phytophthora capsici*'ye dayanıklı biber hatlarının ve melezlerinin Kahramanmaraş koşullarındaki arazi dayanıklılıkları ile verim ve kaliteleri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana, Türkiye, 203 s.
- Barboza, G., Garcia, C. C., Gonzalez, S. L., Scaldaferrro, M., Reyes, X., 2019. Four new species of *Capsicum* (Solanaceae) from the tropical Andes and an update on the phylogeny of the genus. **Plos One**. 14(1): e0209792.1-26.
- Basu, S. K., De, A. K., 2003. Capsicum: historical and botanical perspectives. in: Capsicum: The genus Capsicum [ed. by De, A.K.]. **Landon and New York, UK and USA: Taylor and Francis**, 1-15.
- Başak, H., 2019. Kırşehir yerel sivri biber (*Capsicum annuum* L. var. *longum*) populasyonlarının agronomik ve morfolojik karakterizasyonu. **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi**, 22(2), 202-216.
- Bento, C. S., Rodrigues, R., Sudré, C. P., Medeiros, A. M., Mathias, V. A., Gonçalves, L. S., 2016. Determinação da herança de características agrônômicas em pimenta. **Horticultura Brasileira**, 34(3), 367-373.
- Bharath, S. M., Cilas, C., Umaharan, P. 2013. Fruit trait variation in a caribbean germplasm collection of aromatic hot peppers (*Capsicum chinense* Jacq.). **Hortscience**, 48, 531-538.
- Bianchi, P. A., da Silva, L. R. A., da Silva Alencar, A. A., Santos, P. H. A. D., Pimenta, S., Sudre, C. P., Corte, L.E., Gonçalves, L.S.A., Rodrigues, R., 2020.

- Biomorphological characterization of Brazilian *Capsicum chinense* Jacq. germplasm. **Agronomy**, 10(3), 447.
- Bosland, P. W., Coon, D., 2020. NuMex NoBasco: A no-heat tabasco-type Chile pepper. **Hort Science**, 55(5), 741-742.
- Bosland, P. W., Coon, D., Reeves, G., 2012. ‘Trinidad Moruga Scorpion’ pepper is the world’s hottest measured chile pepper at more than two million scoville heat units. **Hort Technology**, 22(4), 534-538.
- Bosland, P. W., 1994. Chiles: History, Cultivation and Uses Spices Ed. (G.Charalambous). **Herbs and Edible Fungi Elsevier Science, B.V. New Mexico**.
- Bosland, P.W., Votava, E.J., 1999. Peppers: Vegetable and Spice Capsicums. **CAB International, Wallingford, UK**, pp 204.
- Bozokalfa, M. K., Eşiyok, D., 2011. Evaluation of morphological and agronomical characterization of Turkish pepper accessions. **International Journal of Vegetable Science**, 17(2), 115-135.
- Bozkurt, S., Mansuroğlu, G.S., 2019. Biber bitkisinde doğrusal ölçümlerle yaprak alan modelinin oluşturulması. **MKÜ Tarım Bilimleri Dergisi**, 24(2), 77-86.
- Braga, T. R., Pereira, R. A., da Silveira, M. R. S., da Silva, L. R., de Oliveira, M. M. T., 2013. Caracterização físico-química de progênies de pimentas (*Capsicum frutescens* L.). **Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata**, 112(1), 6-10.
- Brand, A., Borovsky, Y., Meir, S., Rogachev, I., Aharoni, A., Paran, I., 2012. pc8. 1, a major QTL for pigment content in pepper fruit, is associated with variation in plastid compartment size. **Planta**, 235(3), 579-588.
- Cardoso, R., Ruas, C. F., Giacomini R. M., Ruas P.M., Ruas, E.A., Barbieri, R. L., Rodrigues, R., Goncalves, L. S. A., 2018. Genetic variability in Brazilian *Capsicum baccatum* germplasm collection assessed by morphological fruit traits and AFLP markers. **Pols One**. 13(5), e0196468. 1-15.
- Carvalho, S. I. C., Bianchetti, L. B., Ragassi, C. F., Ribeiro, C. S. C., Reifschneider, F. J. B., Buso, G. S. C. , et al., 2017. Genetic variability of a Brazilian *Capsicum frutescens* germplasm collection using morphological characteristics and SSR markers. **Genet Mol Res.**, 16(3), gmr16039689.
- Carvalho, S. I. C., Ribeiro, C. S. C., Henz, G. P., Reifschneider, F. J. B., 2009. ‘BRS Mari’: new hot pepper cultivar for processing. **Horticultura Brasileira**. 27, 571- 573.
- Chiou, K. L., Hastorf, C. A., Bonavia, D., Dillehay, T. D., 2014. Documenting cultural selection pressure changes on Chile pepper (*Capsicum baccatum* L.) seed size through time in coastal Peru (7,600 B.P.–Present). **Economic Botany**, 68(2), 190-202.
- Dang, Y. M., Hong, Y.S., Lee, C. M., Khan, N., Park, S., Jeong, S., Kim, K. S., 2018. Determination of Capsaicinoids in red pepper products from South Korea by high-performance liquid chromatography with fluorescence detection. **Analytical Letters**, 51(9), 1291-1303.
- De Aguiar, A. C., Coutinho, J. P., Barbero, G. F., Godoy, H. T., Martínez, J., 2016. Comparative study of capsaicinoid composition in *Capsicum* peppers grown in Brazil. **International Journal of Food Properties**, 19(6), 1292-1302.
- De Oliveira, H. S., Rodrigues, R., dos Santos Bento, C., Medeiros, A. M., Sudre, C. P., Couto, M. F., Viana, A. P., 2015. Towards a new strategy to breed an

- autogamous plant: A case of study in *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. **Scientia Horticulturae**, 192, 279-286.
- Demir, L., 1996. Kahramanmaraş kırmızı biberinin farklı materyaller üzerine serilerek güneşte kurutulması üzerine bir çalışma. **K.S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Yüksek lisans Tezi, Kahramanmaraş, 91 s.
- Doğantan, Z. S., 1986. Kahramanmaraş kırmızı biberinin kurutmaya yönelik fiziksel ve Kimyasal özelliklerinin saptanması ile doğal koşullarda ve plastik örtü altı güneş toplayıcılarıyla kurutma üzerine bir araştırma. **Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Doktora Tezi, Adana, 107 s.
- Eken, N. İ., 2014. Çan biberi'nde (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) meyve olgunluk dönemleri ile tohum gelişimi ve kalitesi arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. **H.M.K.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü**, Yüksek lisans Tezi, Hatay, 54 s.
- Eshbaugh. W.H., 1970. A biosystematic and evolutionary study of *Capsicum baccatum* (Solanaceae). **Brittonia**, 22, 31-43.
- Estrada, I.M., 2016. Caracterización morfológica y molecular de 15 colectas de Chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) de la region sur del estado de Mexico. **Universidad Autónoma Del Estado De México**, Tez, 110 s.
- Gomes, G. P., Zeffa, D. M., Constantino, L. V., Baba, V. Y., Silvar, C., Pomar, F., Rodrigues, R., Gonçalves, L. S., 2021. Diallel analysis of the morphoagronomic, phytochemical, and antioxidant traits in *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, 62(3), 435-446.
- Guillen, N. G., Tito, R., Mendoza, N.G., 2018. Capsaicinoids and pungency in *Capsicum chinense* and *Capsicum baccatum* fruits. **Pesq Agropec Trop.**, 48(3), 237-244.
- Günay, A., 1992. Özel Sebze Yetiştiriciliği, Cilt 4, Çağ Matbaası, S: 40-48. **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü**. Ankara.
- Hoppe, H. A., 1981. Breeding vegetable crops. **Industrial Crops and Products**, 9: 63-71..
- Jarret, R. L., 2007. Morphologic variation for fruit characteristics in the USDA/ARS *Capsicum baccatum* L. germplasm collection. **Hortscience**, 42(5), 1303-1305.
- Justino, E. V., Boiteux, L. S., Fonseca, M. E., Silva Filho, J. G., Nascimento, W. M., 2015. Physiological maturity determination of dedo de moça hot pepper (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) seeds. **Horticultura Brasileira**, 33(3), 324-331.
- Kanal, A., 2020. *Capsicum baccatum* türüne ait biber genotiplerin morfolojik karakterizasyonu. **Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi**, Samsun
- Kanal, A., Balkaya, A., 2021. *Capsicum baccatum* türüne ait biber popülasyonunun karakterizasyonu ve morfolojik varyasyon düzeyinin belirlenmesi. **Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi**, 26(2), 278-291.
- Kappel, V. D., Costa, G. M., Scola, G., Silva, F. A., Landell, M. F., Valente, P., Souza, D. G., Vanz, D. C., Reginatto, F. H., Moreira, J. C., 2008. Phenolic content and antioxidant and antimicrobial properties of fruits of *Capsicum baccatum* L. var. *pendulum* at different maturity stages. **Journal of Medicinal Food**, 11(2), 267-274.

- Kim, S.H., Yoon, J. B. Park, H. G., 2008. Inheritance of anthracnose resistance in a new genetic resource, *Capsicum baccatum* PI 594137. **J. Crop Sci. Biotechnol.**, 11, 13-16.
- Kollmannsberger, H., Rodríguez-Burruezo A., Nitz S., Nuez, F., 2011. Volatile and capsaicinoid composition of ají (*Capsicum baccatum*) and rocoto (*Capsicum pubescens*), two Andean species of chile peppers. **J Sci Food Agric.** 91(9), 1598-611.
- Krska, B., Pramukova, J. and Vachun, M., 2009. Inheritance of some pomological traits in Minaret × Betinka apricot progeny. **Hort. Sci. (Prague)**, 36(3), 85-91.
- Lannes, S. D., Finger, F. L., Schuelter, A. R., Casali, V. W., 2007. Growth and quality of Brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruits. **Scientia Horticulturae**, 112(3), 266-270.
- Lee, Y., Howard, L. R., Villalon, B., 1995. Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. **Journal of Food Science**, 60(3), 473- 476.
- Leite, P. S. S., Rodrigues, R., Silva, R. N. O., Pimenta S., Medeiros, A. M., Bento1, C. S., Gonçalves, L. S. A., 2016. Molecular and agronomic analysis of intraspecific variability in *Capsicum baccatum* var. *pendulum* accessions. **Genetics and Molecular Research**, 15 (4), 1-16.
- Lima, M. L. P., Lopes, C. A., Filho, A. C. C., 2004. Stability of resistance of *Capsicum* spp. genotypes to powdery mildew in protected cropping. **Fitopatologia Brasileira**, 29, 519-525.
- Loizzo, M. R., Pugliese, A., Bonesi, M., Menichini, F., Tundis, R., 2015. Evaluation of chemical profile and antioxidant activity of twenty cultivars from *Capsicum annuum*, *Capsicum baccatum*, *Capsicum chacoense* and *Capsicum chinense*: A comparison between fresh and processed peppers. **LWT- Food Science and Technology**, 64, 623-631.
- Lopez, P., Gorzalczany, S., Acevedo, C., Alonso, R., Ferraro, G., 2011. Chemical study and anti-inflammatory activity of *Capsicum chacoense* and *C. baccatum*. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, 22(2), 455-458.
- Mansour-Gueddes, S. B., Tarchoun, N., Teixeira da Silva, J. A., Saguem, S., 2010. Agronomic and chemical evaluation of seven hot pepper (*Capsicum annuum* L.) populations grown in an open field. **Fruit Veg. Cereal Sci. Biotechnol**, 4, 93-97.
- Martinez, M., dos Santos, C. P., Verruma-Bernardi, M. R., Carrilho, E. N. V. M., da Silva, P. P. M., Spoto, M. H. F., Ciarrocchi, I. R., Sala, F. C., 2021. Agronomic, physical–chemical and sensory evaluation of pepper hybrids (*Capsicum chinense* Jacquin). **Scientia Horticulturae**, 277, 109819.
- Mavi, K., 2016. The effect of organic priming with Marigold herbal tea on seeds quality in Aji pepper (*Capsicum baccatum* var. *pendulum* Willd.). **Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 21(1), 31-39.
- Mavi, K., 2020. Interspecific hybridization in pepper species. **International Journal of Life Sciences and Biotechnology**, 3(3), 386-406.
- Mavi, K., Hacıbekir, H., Uzunoğlu, F., Türkmen, M., 2021. The use of volatile compounds as an alternative method in pepper breeding (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*). **Ciência Rural**, 51(12), e20201066.

- Mavi, K., Mavi, F., 2012. *Capsicum baccatum* var. *pendulum* türüne ait biber hattının tohumlarında çimlenme için uygun sıcaklığın belirlenmesi. **MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi**, 17(2), 79-86.
- Medeiros, A. M., Rodrigues, R., Gonçalves, L. S. A., Sudré, C. P., Oliveira, H. S. D., Santos, M. H. D., 2014. Gene effect and heterosis in *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. **Ciência Rural**, 44(6), 1031-1036.
- Metsalu, T. and Vilo, J., 2015. Clustvis: a web tool for visualizing clustering of multivariate data using Principal Component Analysis and heatmap. **Nucleic Acids Research**, 43(W1), 566-570, doi: 10.1093/nar/gkv468.
- Mnahoncakova, E., Valny, P., Sedlackova, V. H., 2020. Morphological Features of Fruits of Various Species of Chilli Peppers. **Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality**, 4, 159-175.
- Moreira, A. F. P., Ruas, P. M., de Fatima Ruas, C., Baba, V. Y., Giordani, W., Arruda, I. M., Rodrigues, R., Gonçalves, L. S. A., 2018. Genetic diversity, population structure and genetic parameters of fruit traits in *Capsicum chinense*. **Scientia Horticulturae**, 236, 1-9.
- Moulin, M. M., Rodrigues, R., Bento, C. D., Gonçalves, L. S. A., Santos, J. O., Sudré, C. P., Viana, A. P., 2015. Genetic dissection of agronomic traits in *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. **Genet. Mol. Res**, 14, 2122-2132.
- Naegele, R. P., Mitchell, J., Hausbeck, M. K., 2016. Genetic diversity, population structure, and heritability of fruit traits in *Capsicum annuum*. **PLoS One**, 11(7), e0156969.
- Onus, A. N., Pickersgill, B., 2000. A Study of selected isozymes in *Capsicum baccatum*, *Capsicum eximium*, *Capsicum cardenasii* and two interspecific F1 hybrids in *Capsicum* species. **Turk J Bot.**, 24, 311-318.
- Osorio, R. M. P., 2017. Caracterización agromorfológica de diez selecciones de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*), bajo condiciones de La Molina. **Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad De Agronomía**, Ms Thesis, Lima, Peru.
- Padilha, H.K.M., Sosinski Junior, E.E., Barbieri, R.L., 2016. Morphological diversity and entropy of peppers (*Capsicum baccatum* and *Capsicum chinense*, *Solanaceae*). **International Journal of Current Research**, 8, 42758 - 42766.
- Patel, K., Calderon, R., Asencios, E., Vilchez, D., Marcelo, M. and Rojas, R., 2016. Agromorphological characteristics and sensory evaluation of native peruvian chili peppers. **Journal of Agricultural Science and Technology B**, 6, 180-187.
- Payakhapaab, S., Boonyakiat, D., Nikornpun, M., 2012. Genetic evaluation and physico-chemical properties of chillies (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Agricultural Science**, 4(12), 253-260.
- Perez-Grajales, M., Gonzalez-Hernandez, V. A., Mendoza-Castillo, M. C., Pena-Valdivia, C., Pena-Lomeli, A., Sahagun-Castellanos, J., 2004. Physiological characterization of manzano hot pepper (*Capsicum pubescens* R & P) landraces. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, 129(1), 88-92.
- Perez-Grajales, M., Martínez-Damian, M. T., Oscar, C. A., Potrero-Andrade, S. M., Aureliano, P. L., Gonzalez-Hernandez, V. A., Villegas-Monter, A., 2019. Content of capsaicinoids and physicochemical characteristics of Manzano hot

- pepper grown in greenhouse. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, 47(1), 119-127.
- Rai, V. P., Kumar, R., Kumar, S., Rai, A., Kumar, S., Singh, M., Singh, S. P., Rai, A. B., Paliwal, R., 2013. Genetic diversity in *Capsicum* germplasm based on microsatellite and random amplified microsatellite polymorphism markers. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, 19(4), 575-586.
- Rego, E. R. D., Rego, M. M. D., Cruz, C. D., Finger, F. L., Casali, V. W. D., 2011. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). *Genet Resour Crop Evol.* 58, 909-918.
- Rego, E. R. D., Rego, M. M. D., Finger, F. L., Cruz, C. D., & Casali, V. W. D., 2009. A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). **Euphytica**, 168(2), 275-287.
- Salan G., Bosland P.W., 1992. Sources of resistance to Verticillium wilt in *Capsicum*. **Euphytica**, 59, 49-53.
- Sharma, V. K., Semwal, C. S., Uniyal, S. P., 2010. Genetic variability and character association analysis in bell pepper (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Horticulture and Forestry**, 2(3), 58-65.
- Simon, J. E., Chadwick, A. F., Craker, L. E., 1984. Herbs. An Indexed Bibliograph. 1971-1980. The Scientific Literature on Selected Herbs and Aromatic and Medicinal Plants Of the Temperate Zone. **Archon. Boks, Molden, C.T.** 770 pp.
- Swart, E. D., Groenwold, R., Kanne, H. J., Stam, P., Marcelis, L. F., Voorrips, R. E., 2004. Non-destructive estimation of leaf area for different plant ages and accessions of *Capsicum annuum* L. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, 79(5), 764-770.
- Tanaka, Y., Hara, M., Goto, T., Yoshida, Y., Yasuba, K. I., 2017. Variations in capsaicinoid contents in the chili pepper (*Capsicum baccatum*) and its non-pungent accessions. **Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Okayama University**, 106, 27-32.
- Weiss, E.A., 2002. Spice Crops. **CABI Publishing International**, New York. 411 p.