

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI



**BOLU İLİNDE YETİŞEN BÖĞÜRTLEN GENETİK
KAYNAKLARININ AGROMORFOLOJİK, PRİMER VE
SEKONDER BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN
KARAKTERİZASYONU**

DOKTORA TEZİ

TUBA KIRS

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Müttalip GÜNDOĞDU

BOLU, HAZİRAN- 2024

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI



**BOLU İLİNDE YETİŞEN BÖĞÜRTLEN GENETİK
KAYNAKLARININ AGROMORFOLOJİK, PRİMER VE
SEKONDER BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN
KARAKTERİZASYONU**

DOKTORA TEZİ

TUBA KIRS

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Müttalip GÜNDOĞDU

BOLU, HAZİRAN- 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

Tuba KIRS tarafından hazırlanan “**Bolu İlinde Yetişen Böğürtlen Genetik Kaynaklarının Agromorfolojik, Primer ve Sekonder Biyokimyasal Özelliklerinin Karakterizasyonu**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak oy birliğiyle kabul edilmiştir.
10/06/2024

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Prof. Dr. Muttalip GÜNDOĞDU
BAİBÜ Ziraat Fakültesi

.....

Üye
Prof. Dr. Ferhad MURADOĞLU
BAİBÜ Ziraat Fakültesi

.....

Üye
Doç.Dr. Mustafa Kenan GEÇER
BAİBÜ Ziraat Fakültesi

.....

Üye
Doç. Dr. Orhan KARAKAYA
SUBU Ziraat Fakültesi

.....

Üye
Doç. Dr. Erdal AĞLAR
VYYÜ Ziraat Fakültesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir,

aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

.....

TUBA KIRS

ÖZET

**BOLU İLİNDE YETİŞEN BÖĞÜRTLEN GENETİK KAYNAKLARININ
AGROMORFOLOJİK, PRİMER VE SEKONDER BİYOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİNİN KARAKTERİZASYONU
BAHÇE BİTKİLERİ
TUBA KIRS
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. MUTTALİP GÜNDOĞDU)**

**BOLU, HAZİRAN - 2024
XIV + 112**

Yapılan bu araştırmada, Bolu ilinde yetişen böğürtlen genotiplerinin agromorfolojik, fizikokimyasal özellikleri ile primer ve sekonder metabolit içerikleri detaylı bir şekilde incelenmiş ve genotip bazında farklılıklar tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen iki yıllık ortalama verilere göre genotiplerin meyve ağırlıkları 2,42 g (14BL06) ile 0,51 g (14ME78) arasında belirlenmiştir. Suda çözünen kuru madde (SÇKM) değerleri %16,33 (14MU57) ile %8,30 (14BL15) arasında değişmiştir. Tüm genotiplerde diken varlığı gözlenirken, diken miktarı genotipler arasında değişkenlik göstermiştir. İncelenen böğürtlen genotipleri arasında 14GY88, 14ME71 ve 14ME77 genotipleri fenolik bileşik içerikleri açısından ümit var olarak tespit edilmiştir. Bu genotipler özellikle kateşin, gallik asit ve rutin açısından zengin içeriklere sahip olduğu belirlenmiştir. Organik asit miktarlarının dağılımında, sitrik ve süksinik asit miktarında 14ME77, malik asit miktarında 14BL46 ve oksalik asit miktarında ise 14GY88 genotiplerinin öne çıktığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, fumarik asit miktarında 14GY102 ve C vitamini yönünden 14MU59 genotiplerinin öne çıktığı belirlenmiştir. Antioksidan kapasiteleri yüksek bulunan genotipler 14BL16, 14ME77, 14BL04 ve 14GY91 olarak belirlenmiştir. Böğürtlen genotiplerinin en yüksek toplam fenolik ve toplam antosiyanin miktarı 14BL42, toplam antioksidan kapasitesi 14BL16, toplam monomerik antosiyanin miktarı ise 14BL04 genotiplerinde belirlenmiştir.

Yapılan bu araştırmada fenolik bileşikler, organik asitler, antioksidan kapasitesi ve agromorfolojik özellikler açısından 14BL06, 14GY88, 14ME71, 14BL46, 14GY102, 14MU59, 14BL16, 14ME77 ve 14BL04 genotiplerinin öne çıktığı belirlenmiştir. Belirlenen ümit verici genotipler gelecekteki ıslah programları için önemli bir referans görevi görecektir. Ayrıca mevcut genetik kaynakların korunması, yeni materyallerin tanıtılması, fenolik bileşikler ve antioksidan kapasite gibi özellikleri konusunda daha derinlemesine araştırmaların yapılması önerilmektedir. Bu çalışma, Bolu ilinde yetiştirilen böğürtlen genotiplerinin genetik çeşitliliğine ve biyokimyasal özelliklerine önemli katkı sağlamakta, böğürtlen yetiştiriciliği ve genetik ıslah alanında etkin çalışmaların önünü açmaktadır.

ANAHTAR KELİMELELER: Böğürtlen, Seleksiyon Islahı, Fenolik Bileşikler, Antioksidan Kapasite, Genetik Çeşitlilik.

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF AGROMORPHOLOGICAL, PRIMARY AND SECONDARY BIOCHEMICAL PROPERTIES OF BLACKBERRY GENETIC RESOURCES GROWN IN BOLU PROVINCE

PHD THESIS

TUBA KIRS

BOLU ABANT IZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF HORTICULTURE

(SUPERVISOR: PROF. DR. MUTTALIP GÜNDOĞDU)

BOLU, JUNE 2024

XIV + 112

This study, the agromorphological, physicochemical characteristics, as well as primary and secondary metabolite contents of blackberry genotypes grown in Bolu province were comprehensively investigated, and differences among genotypes were identified. Based on the two-year average data obtained in the study, fruit weights of genotypes ranged from 2.42 g (14BL06) to 0.51 g (14ME78). Soluble solids content (SSC) values varied between 16.33% (14MU57) and 8.30% (14BL15). While the presence of spines was observed in all genotypes, the quantity of spines varied among genotypes. Among the examined blackberry genotypes, 14GY88, 14ME71, and 14ME77 genotypes were identified as promising in terms of phenolic compound contents. These genotypes were particularly rich in catechin, gallic acid, and rutin content. Regarding the distribution of organic acid levels, 14ME77 stood out in citric and succinic acid content, 14BL46 in malic acid content, and 14GY88 in oxalic acid content. Additionally, 14GY102 and 14MU59 genotypes were prominent in fumaric acid and vitamin C content, respectively. Genotypes with high antioxidant capacities were identified as 14BL16, 14ME77, 14BL04, and 14GY91. The highest total phenolic and total anthocyanin content of blackberry genotypes were determined in 14BL42, while the total antioxidant capacity was determined in 14BL16, and the total monomeric anthocyanin content was determined in 14BL04 genotypes.

This research identified 14BL06, 14GY88, 14ME71, 14ME77, 14BL46, 14GY102, 14MU59, 14BL16, 14ME77, and 14BL04 genotypes as prominent in terms of phenolic compounds, organic acids, antioxidant capacity, and agromorphological characteristics. The identified promising genotypes will serve as an important reference for future breeding programs. Additionally, it is recommended to conduct more in-depth research on the preservation of existing genetic resources, the introduction of new materials, and properties such as phenolic compounds and antioxidant capacity. This study makes a significant contribution to the genetic diversity and biochemical characteristics of blackberry genotypes grown in Bolu province, paving the way for effective studies in blackberry cultivation and genetic improvement.

KEYWORDS: Blackberry, Selection Breeding, Phenolic Compounds, Antioxidant Capacity, Genetic Diversity.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
TABLO LİSTESİ	x
FOTOĞRAF LİSTESİ	xi
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xii
TEŞEKKÜR	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1.1 Böğürtlenlerin Besin Değeri ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi.....	9
2. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI	12
2.1 Morfolojik Çalışmalar	12
2.2 Biyokimyasal Özellikler Üzerine Çalışmalar	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM	26
3.1 Materyal.....	26
3.2 İklim.....	26
3.2.1 Bitki Materyali	30
3.2.2 Yöntem	34
3.2.3 Bitki ve Meyve Özellikleri.....	34
3.2.4 Fenolik Bileşiklerin Analizi	36
3.2.5 Organik Asit Analizi	37
3.2.6 C Vitamini Analizi	38
3.2.7 Toplam Fenolik Bileşik Tayini	38
3.2.8 Toplam Monomerik Antosiyanin Tayini.....	38
3.2.9 Toplam Antioksidan Tayini (DPPH).....	39
3.2.10 Toplam Antosiyanin Tayini	39
3.2.11 Tartılı Derecelendirme Puanlarının Hesaplanması	40
3.2.12 Biyokimyasal Verilerin Değerlendirilmesi	41
3.2.13 İstatistiksel Analizler	41
4. BULGULAR	42
4.1 Meyvelerin Morfolojik ve Biyokimyasal Özellikleri	42
4.1.1 Yaprak Boyutları	42
4.1.2 Yaprak Sapı ve Orta Yaprak Uzunlukları	44
4.1.3 Dikenlilik.....	46
4.1.4 Meyve Ağırlığı	47

4.1.5	Meyve Boyutları.....	48
4.1.6	Meyve Şekil İndeksi.....	51
4.1.7	Meyve Rengi	52
4.1.8	L* Değeri	52
4.1.9	a* Değeri	53
4.1.10	b*Değeri.....	54
4.1.11	Kroma Değeri.....	56
4.1.12	Hue Değeri	57
4.1.13	Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM) (%).....	58
4.1.14	Titre Edilebilir Asitlik (%)	59
4.1.15	Meyve Suyu pH'sı.....	60
4.1.16	Morfolojik Özelliklerin Temel Bileşenler Analizi	61
4.1.17	Ümitvar Böğürtlen Genotiplerinin Agromorfolojik Özelliklerini Gösteren Görseller.....	65
4.1.18	Fenolik Bileşik İçerikleri.....	73
4.1.19	Temel Bileşenler ve Kümeleme Analizi Yöntemlerine Göre Genotipler ile Fenolik Bileşikler Arasındaki Korelasyon	78
4.1.20	Organik Asitler	82
4.1.21	Temel Bileşenler ve Kümeleme Analizi Yöntemlerine Göre Genotipler ile Organik Asitler ve C Vitamini Arasındaki Korelasyon	85
4.1.22	Toplam Fenol Tayini (TP) (µg GAE/g)	88
4.1.23	Toplam Antioksidan Tayini (DPPH).....	88
4.1.24	Toplam Antosiyanin Tayini (TA) (mg/L)	88
4.1.25	Toplam Monomerik Antosiyanin Tayini (TMA) (µg cy-3-glu/g)	89
4.1.26	TP, DPPH, TA ve TMA Özelliklerinin Temel Bileşenler Analizi.....	90
5.	TARTIŞMA	94
5.1.1	Morfolojik Özellikler	94
5.1.2	Pomolojik Özellikler	95
5.1.3	Kimyasal Özellikler.....	98
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER	104
7.	KAYNAKLAR.....	106

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1. Yıllara göre İller bazında böğürtlen üretim miktarları (ton) (TÜİK, 2022).....	5
Şekil 2.1. Böğürtlen Bitkisinin Büyüme Formları.....	5
Şekil 3.1. Bolu ili 2021 yılı aylık ortalama sıcaklık verileri (°C)	27
Şekil 3.2. Bolu ili 2022 yılı aylık ortalama sıcaklık verileri (°C)	28
Şekil 3.3. Bolu ili 2021 yılı nispi nem değerleri (%)	28
Şekil 3.4. Bolu ili 2022 yılı nispi nem değerleri (%)	29
Şekil 3.5. Bolu ili 2021 yılı aylık toplam yağış miktarı (mm).....	29
Şekil 3.6. Bolu ili 2022 yılı aylık toplam yağış miktarı (mm).....	30
Şekil 3.7. Renk ölçümünde kullanılan L, a, b, Chroma ve Hue değerleri skalası (Kulcu, 2018).....	35
Şekil 4.1. Böğürtlen genotiplerine ait pomolojik ve bazı biyokimyasal özellikler arasındaki korelasyonun PCA ile tanımlanması.....	63
Şekil 4.2. Pomolojik özelliklerle yapılmış iki yönlü kümeleme analizi. Maviden kırmızıya renk skalası azdan (mavi) çoğa (kırmızı) değerlerini ifade etmektedir.....	64
Şekil 4.3. Böğürtlen genotiplerine ait meyvelerin fenolik bileşik içerikleri arasındaki korelasyonun PCA ile tanımlanması.	79
Şekil 4.4. Fenolik bileşik içeriklerinin kümeleme analizine göre genotip dağılımı. Maviden kırmızıya renk skalası azdan (mavi) çoğa (kırmızı) değerlerini ifade etmektedir.....	81
Şekil 4.5. Böğürtlen genotiplerine ait meyvelerin organik asit ve C vitamini içerikleri arasındaki korelasyonun PCA ile tanımlanması.....	86
Şekil 4.6. Organik asit ve C vitamini içeriklerinin kümeleme analizine göre genotip dağılımı.....	87
Şekil 4.7. Böğürtlen genotiplerine ait meyvelerin TP, DPPH, TMA ve TA içerikleri arasındaki korelasyonun PCA ile tanımlanması.	91
Şekil 4.8. TP, TA, TMA ve DPPH içeriklerinin kümeleme analizine göre genotip dağılımı.....	92

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1.1. Türkiye’de böğürtlen üretim alanı ve üretim miktarı(ton).	3
Tablo 1.2. Yıllara göre İller bazında böğürtlen üretim miktarları (ton)	4
Tablo 3.1. Bolu (BL), Mudurnu (MU), Mengen (ME) ve Göynük (GY) ilçelerinde incelenen genotiplerin bazı tanımlayıcı özellikleri.	31
Tablo 3.2. Bolu (BL), Mudurnu (MU), Mengen (ME) ve Göynük (GY) ilçelerinde incelenen genotiplerin bazı tanımlayıcı özellikleri (devam).	32
Tablo 3.3. Bolu (BL), Mudurnu (MU), Mengen (ME) ve Göynük (GY) ilçelerinde incelenen genotiplerin bazı tanımlayıcı özellikleri.	33
Tablo 3.4. Seleksiyon çalışmasında temel alınan özellikler, sınıf değerleri ve göreceli puanlar aşağıda belirtilmiştir.	40
Tablo 4.1. Böğürtlen genotiplerinin meyve ağırlıkları.	48
Tablo 4.2. Böğürtlen genotiplerinin meyve eni.	49
Tablo 4.3. Böğürtlen genotiplerinin meyve boyu.	50
Tablo 4.4. Böğürtlen genotiplerinin meyve şekil indeksi.	51
Tablo 4.5. Böğürtlen genotiplerinin L* değeri.	53
Tablo 4.6. Böğürtlen genotiplerinin a* değeri.	54
Tablo 4.7. Böğürtlen genotiplerinin b* değeri.	55
Tablo 4.8. Böğürtlen genotiplerinin kroma değeri.	56
Tablo 4.9. Böğürtlen genotiplerinin Hue değeri.	57
Tablo 4.10. Böğürtlen genotiplerinin suda çözünür kuru madde miktarı.	58
Tablo 4.11. Böğürtlen genotiplerinin titre edilebilir asitlik miktarı.	60
Tablo 4.12. Böğürtlen genotiplerinin meyve suyu pH’sı.	61
Tablo 4.13. Böğürtlen genotiplerinin vanilik asit, kateşin, gallik asit ve kafeik asit içeriği.	74
Tablo 4.14. Böğürtlen genotiplerinin klorojenik asit, p-kumarik asit, o-kumarik asit ve kuersetin içeriği.	75
Tablo 4.15. Böğürtlen genotiplerinin ferulik asit, rutin ve prokateşik asit içeriği.	77
Tablo 4.16. Böğürtlen örneklerinin malik asit, süksinik asit ve okzalik asit içeriği.	82
Tablo 4.17. Böğürtlen örneklerinin sitrik asit, fumarik asit ve C vitamini içeriği.	84
Tablo 4.18. Böğürtlen genotiplerinin Toplam fenolik (TP), Toplan Antioksidan (DPPH), Toplam Antosiyanin (TA) ve Toplam Monomerik Antosiyanin (TMA) değerleri.	89

FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa

Fotoğraf 1.1. Bögürtlen Bitkisi Sürgün Örneği.....	6
Fotoğraf 1.2. Bögürtlen Bitkisi Yaprak Örneği	7
Fotoğraf 1.3. Bögürtlen Bitkisi Çiçek ve Meyveleri.....	8
Fotoğraf 3.1. Meyve ve yaprakların toplanması ve laboratuvara getirilmesi ..	34
Fotoğraf 3.2 Biyokimyasal analizler için meyvelerin parçalanması ve santrifüjlenmesi.	37
Fotoğraf 3.3. Meyvelerin Toplam Antioksidan tayini için hazırlanması.	39
Fotoğraf 3.4. Meyvelerin Toplam Antosiyanin analizi için hazırlanması.	40
Fotoğraf 4.1. 14BL02 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	65
Fotoğraf 4.2. 14BL04 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	65
Fotoğraf 4.3. 14BL06 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	66
Fotoğraf 4.4. 14BL11 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	66
Fotoğraf 4.5. 14BL15 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	66
Fotoğraf 4.6. 14BL16 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	66
Fotoğraf 4.7. 14BL21 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	67
Fotoğraf 4.8. 14BL22 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	67
Fotoğraf 4.9. 14BL25 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	67
Fotoğraf 4.10. 14BL40 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	67
Fotoğraf 4.11. 14BL42 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	68
Fotoğraf 4.12. 14BL43 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	68
Fotoğraf 4.13. 14BL44 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	68
Fotoğraf 4.14. 14BL46 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	68
Fotoğraf 4.15. 14MU57 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri	69
Fotoğraf 4.16. 14MU59 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri	69
Fotoğraf 4.17. 14ME69 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	69
Fotoğraf 4.19. 14ME72 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	70
Fotoğraf 4.20. 14ME74 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	70
Fotoğraf 4.21. 14ME77 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	70
Fotoğraf 4.22. 14ME78 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	70
Fotoğraf 4.23. 14ME79 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	71
Fotoğraf 4.24. 14ME80 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	71
Fotoğraf 4.25. 14GY88 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	71
Fotoğraf 4.26. 14GY91 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	71
Fotoğraf 4.27. 14GY93 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	72
Fotoğraf 4.28. 14GY94 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	72
Fotoğraf 4.29. 14GY98 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	72
Fotoğraf 4.30. 14GY102 Genotipinin meyve ve yaprak görümleri.....	72

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

A	: Absorbans
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
cm	: santimetre
cyd-3-glu	: Ciyanidin 3 Glukozit
DAD	: Diode array detector
DPPH	: 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl
FAO	: Food and Agriculture Organization
FRAP	: Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü
FW	: Fresh weight
GAE	: Gallik asit eş değeri
GPS	: Global Positioning System
GY	: Göynük
HPLC	: Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
ME	: Mengen
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
mm	: Milimetre
ml	: Mililitre
MU	: Mudurnu
µg	: Mikrogram
µm	: Mikrometre
NaOH	: Sodyum hidroksit
Nm	: Nanometre
ODS	: Ornitin dekarboksilaz
PCA	: Principal Component Analysis
ppm	: Part per million
PPO	: Polifenol oksidaz
SÇKM	: Suda çözünür kuru madde miktarı
TA	: Toplam Antosiyanin
TEA	: Titre edilebilir asitlik
TEAK	: Trolox equivalent antioksidan kapasitesi

TMA	: Toplam Monomerik Antosiyanin
TP	: Toplam Fenolik
TUİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UPGMA	: Unweighed Pairgroup Method with Aritmetic Average
UPOV	: International Union for the Protection of New Varieties of Plants
vd	: ve diğerleri
%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece



TEŞEKKÜR

Bu tez konusunun belirlenmesi, yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında düşünce ve katkılarıyla beni yönlendiren ve tez çalışmam boyunca her daim yanımda olarak benden desteklerini esirgemeyen değerli Danışmanım Prof. Dr. Müttalip GÜNDOĞDU hocama,

Deneyimlerini, bilgilerini ve önerilerini esirgemeyerek bana desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen sayın Dr. Öğr. Üyesi Adnan DOĞAN hocama,

Laboratuvar çalışmalarımda desteklerini esirgemeyen Öğr. Gör. Dr. Selma KURU BERK, Dr. Öğr. Üyesi Akgül TAŞ ve Dr. Öğr. Üyesi Emrah GÜLER hocalarıma,

2022.10.05.1577 numaralı proje olarak bu çalışmayı destekleyen BAİBÜ Bilimsel Araştırma Projelerine,

Sevgi ve koşulsuz destekleriyle beni yalnız bırakmayan arkadaşlarım Dr. Aysel DOĞAÇ ve Ziraat Yüksek Mühendisi Saadet Merve DİRİKOLU'na,

Her zaman ve her koşulda yanımda olan, benim için hep daha iyisi için mücadele eden abim Ferit KIRS, yengem Bahar KIRS, ablalarım Evin KIRCAOĞLU ve Amine KIRS'a,

Beni yetiştirip bu günlere getiren sevgili babam Abdulkakim KIRS ve annem Halise KIRS'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Botanik açıdan incelendiğinde üzüksü meyveler, geniş bir botanik ailenin içinde yer alırlar ve dünya genelinde farklı coğrafi bölgelerde yetişir. Kültürel ve tarihsel açıdan büyük öneme sahip olan bu meyveler, birçok farklı türü içermektedir; örneğin üzüm, ahududu, frenk üzümü, yaban mersini ve böğürtlen gibi. Bu meyveler, büyüklük, renk, tat ve besin değerleri bakımından çeşitlilik gösterir; bu da üzüksü meyvelerin geniş bir çeşitliliğe sahip olduğunu gösterir (Mangnall, 2018). Ayrıca, bu meyveler sadece insan beslenmesinde rol oynamakla kalmaz, aynı zamanda bağcılık ve şarap üretimi gibi endüstriler için de büyük bir öneme sahiptir.

Üzüksü meyveler, içerdikleri şeker, asit, aroma bileşenleri ve besin değerleriyle besleyici bir profil sunarlar (Camire vd, 2016). Tarih boyunca bu meyveler sembolik ve dini anlamlarla sık sık ilişkilendirilmiştir. Birçok kültürde, üzüm bağları ve üzüksü meyveler bolluk, bereket ve zenginlik sembolleri olarak kabul edilmiştir. Antik çağlardan itibaren mitolojik hikayelerde ve efsanelerde üzüksü meyvelerin sembolik anlamları anlatılmıştır (Barbieri et vd, 2014).

Böğürtlen, Asya'nın kuzeybatısındaki ılıman bölgelerden Kuzey Afrika'ya, Avrupa'dan Kuzey ve Güney Amerika dağlarına kadar doğal olarak yayılmıştır. Son 200 yıldır Avrupa'da taze olarak tüketilen bu meyve, aynı zamanda tıbbi amaçlarla ve çit bitkisi olarak kullanılmaktadır.

Böğürtlen ıslahı, 150 yıl önce başlayarak 1909 yılında Teksas'ta ilk kez uygulanmıştır (Moore, 1984). Arkansas Üniversitesi, 1964 yılında 10'u patentli olmak üzere 13 farklı çeşidi içeren bir böğürtlen ıslah programını başlatmıştır (Clark, 1999). Bu programın hedefleri arasında dikensizlik, meyve kalitesi özelliklerinin artırılması ve "primocane" meyve veren çeşitlerin geliştirilmesi bulunmaktadır. Ticari böğürtlen çeşitleri (*Rubus* sp. L.), Kuzey Amerika'da *Rubus* türlerinden geliştirilmiştir ve çok çeşitli özelliklere sahiptir, bunlar arasında dikenli, dikensiz, sürünen, dik ve yarı dik çeşitler yer almaktadır (Poling, 1997).

Anadolu, bitki popülasyonu çeşitliliği bakımından dünyanın önde gelen bölgelerinden biri olarak kabul edilir ve doğal olarak birçok yabancı meyveye ev sahipliği yapar. Son yıllarda, bazı flavonoidlerin kanser önleyici etkileri tespit edildiği için antosiyanin ve antosiyanidin içeren meyvelere olan ilgi artmıştır. Türkiye'de yaygın olarak bulunan bir yabancı meyve olan böğürtlen, antosiyaninler

bakımından zengin bir içeriğe sahiptir. *Rubus* cinsi içinde yer alan böğürtlen türleri, *Ideaobatus focke* ve *Euabatus focke* alt türleri olarak sınıflandırılır. Genel olarak böğürtlen için *Rubus fruticosus* terimi kullanılır (Galletta vd., 1988a; Galletta vd., 1988b; Baltacıoğlu ve Velioğlu, 2003).

Böğürtlen bitkisi, 8000 yıllık bir tıbbi geçmişe sahip olan önemli bir bitkidir. Ülkemizin çeşitli bölgelerinde yabancı türleri sıkça bulunmaktadır, bu da ülkemizin böğürtlenin doğal yayılış alanlarından biri olduğunu gösterir (Toker, 2017). Genellikle doğal floranın bir parçası olarak sulak arazilerde ve tarla kenarlarında yabancı böğürtlen formları bulunurken, bahçe kenarlarında hobi amaçlı yetiştiricilik yaygındır (Erenoğlu ve Öztürk, 2002). Ülkemizde yaygın olarak bulunan yabancı böğürtlen, taze tüketiminin yanı sıra endüstriyel kullanım potansiyeli nedeniyle giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Böğürtlen, çeşitli işleme yöntemleriyle tarım ve sanayi işletmeleri için ekonomik bir ürün haline gelmiştir. Meyve suyu, marmelat, reçel, içecekler, konserve, pastacılık ve dondurma gibi endüstrilerde vazgeçilmez bir üzümsü meyve olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, içerdiği pektin sayesinde jöle yapımında istenilen bir özellik taşımaktadır.

Türkiye'de böğürtlen yetiştiriciliği, 1970'lerde FAO (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü) tarafından dikensiz böğürtlen çeşitlerinin tanıtılmasıyla başlamıştır. Ülkemizde böğürtlenlerin adaptasyon çalışmaları, diğer üzümsü meyvelerde olduğu gibi 1967 yılında Yalova Atatürk Merkez Araştırma Enstitüsü'ne yurt dışından getirilen çeşitlerin adaptasyon çalışmalarıyla başlamıştır (Onur, 1977). Bu bağlamda, mevcut durumun iyileştirilmesi amacıyla üstün meyve özelliklerine sahip, bölgelere uygun çeşitlerin belirlenmesine yönelik başlatılan ülkesel projenin, üzümsü meyve türlerinin geliştirilmesi açısından önemli bir adım olduğu ifade edilmektedir (Onur vd., 1999).

Türkiye genelinde ticari düzeyde böğürtlen üretimi, özellikle Marmara Bölgesi'nde, Bursa'da; Akdeniz Bölgesi'nde ise özellikle Silifke ve Kahramanmaraş çevresinde yoğunlaşmıştır. Ayrıca, Karadeniz Bölgesi'nde de sınırlı miktarlarda üretim yapılmaktadır. Böğürtlen üretimi ülkemizde doğal olarak yetiştiğinden, kesin istatistiksel verilere ulaşmak mümkün olmasa da üretimin tahmini olarak 3-5 ton arasında olduğu düşünülmektedir (Sarı, 2010). Dünya genelinde böğürtlen üretimi artış göstermektedir ve ABD bu alanda lider konumda bulunmaktadır. ABD'yi İngiltere, Hollanda, Avusturya, İsveç, Almanya, Yunanistan, Çin, İtalya ve Hong Kong takip etmektedir (Oruç & Oruç, 2013). Türkiye, dünya ahududu ve

böğürtlen ihracatında miktar bakımından 24. sırada, değer bakımından ise 39. sırada yer almaktadır. Ancak, üretim miktarı iç piyasadaki tüketimle doğru orantılı olarak arttığından, ihracat miktar ve değerleri henüz çok yüksek değildir. İspanya ve Meksika, dünya ahududu ve böğürtlen ihracatında önemli ülkeler arasında bulunmaktadır. Meksika, üretim miktarı bakımından İspanya'nın önünde olmasına rağmen, değer bakımından geride kalmaktadır. Bu durum, İspanya'nın ahududu ve böğürtlen satış birim fiyatının Meksika'ya göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Türkiye'de, ahududu ve böğürtlen tüketimi, ülke içinde üretilen miktarla karşılanmaktadır. Bu nedenle, düşük miktarlarda ithalat gerçekleşmektedir. Dünya genelindeki ithalatın büyük bir kısmını ABD oluştururken, ilk 10 sırada yer alan ülkelerin çoğunluğu Avrupa ülkeleridir. Türkiye'nin coğrafi konumu, Avrupa ülkelerine yakınlığı nedeniyle düşük lojistik maliyeti avantajı taşımaktadır ve bu da Türkiye'nin yüksek pazar potansiyeline sahip bir ülke olmasını desteklemektedir (Er, 2023).

TÜİK'in 2023 verilerine göre, Türkiye'de yıllara göre böğürtlen üretim alanı ve üretim miktarı incelendiğinde, üretim alanında belirgin bir artış gözlenmekte olup, üretim miktarındaki en büyük artış 2023 yılında yaşanmıştır. En yüksek üretim miktarları özellikle 2022 ve 2023 yıllarında kaydedilmiştir (Tablo 1), (TÜİK, 2023).

Tablo 1.1. Türkiye’de böğürtlen üretim alanı ve üretim miktarı(ton).

Yıllar	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (ton)
2012	2426	2363
2013	2470	2403
2014	2550	2402
2015	2464	2425
2016	3138	2468
2017	3079	2739
2018	2807	2540
2019	2956	2708
2020	2999	2511
2021	3095	2714
2022	3430	3384
2023	3973	3583

Üretim alanı değişimi incelendiğinde, 2012 ile 2023 arasında böğürtlen üretim alanında önemli bir artışın olduğu gözlemlenmiştir. Üretim alanı 2426 dekardan 3973 dekara yükselerek %63.7'lik bir artışı temsil etmektedir. Bu,

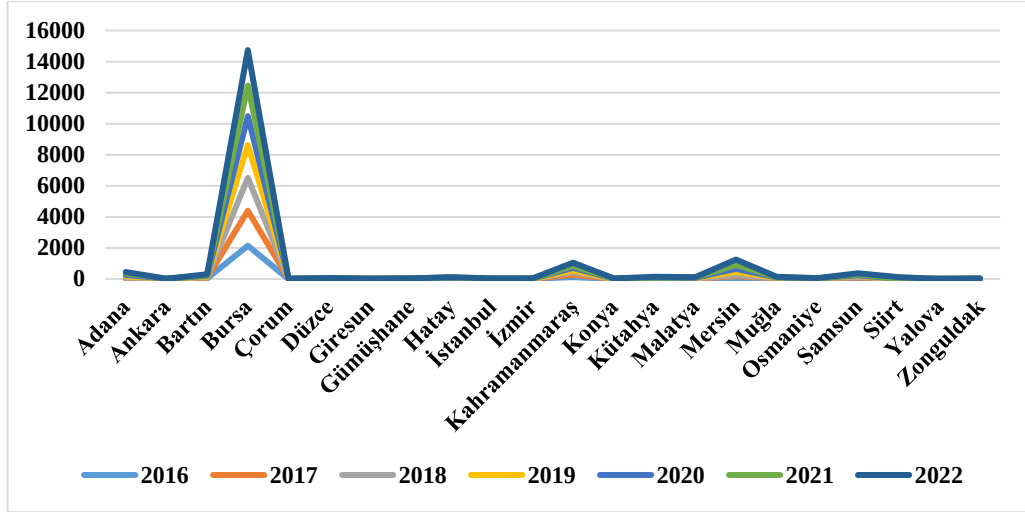
üreticilerin böğürtlen yetiştiriciliğine olan ilgilerinin ve kapasitelerinin genel olarak arttığını göstermektedir.

Üretim miktarındaki değişim 2012'den 2023'e kadar olan süreçte dönemsel dalgalanmalar göstermiştir. Ancak, 2021 ve 2023 yılları özellikle belirgin bir üretim artışını temsil etmektedir. 2021 yılında 2714 ton olan üretim miktarı, 2023'te 3583 tona çıkarak %32'lik bir artışa işaret etmektedir.

Bursa, Türkiye'deki böğürtlen üretiminin büyük bir çoğunluğunu sağlamaktadır, yaklaşık olarak % 67.58'lik bir oransal paya sahiptir. Mersin % 10.35 ve Kahramanmaraş ise % 5.85'lik oransal paylarla gelmektedir. Bu üç il toplam üretimin büyük bir kısmını temsil etmektedir. Türkiye genelinde böğürtlen üretiminde artış eğilimi gözlenmekte olup, bazı iller bu artıştan daha fazla pay almıştır (TÜİK, 2023). İlerleyen dönemlerde bu illerdeki başarı hikayelerinin diğer bölgelere de ilham kaynağı olması beklenmektedir (Tablo 1.2; Şekil 1.1.)

Tablo 1.2. Yıllara göre İller bazında böğürtlen üretim miktarları (ton)

İller	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Adana	13	38	38	89	89	89	92
Ankara					3	0	4
Bartın	26	42	43	44	43	44	50
Bursa	2138	2255	2119	2113	1855	1972	2285
Çorum	1	1	1	1	2	2	4
Düzce	13	15		4	4	6	9
Giresun	2	3	2	2	2	2	3
Gümüşhane	6	6	6	6	6	6	6
Hatay	2	3	5	5	37	37	35
İstanbul	4	4	4	4	4		7
İzmir	3	3	2	2	4	4	8
Kahramanmaraş	117	151	153	134	148	135	198
Konya					3	14	21
Kütahya	9	5	4	4	4	48	55
Malatya	9	10	12	20	20	18	25
Mersin	58	111	68	209	210	248	350
Muğla	17	18	18	18	19	15	21
Osmaniye	15	22				5	15
Samsun	35	52	52	52	51	64	65
Siirt							120
Yalova	0	0	1	1	1	1	1
Zonguldak	0	0	12	0	6	4	10



Şekil 1.1. Yıllara göre İller bazında böğürtlen üretim miktarları (ton).

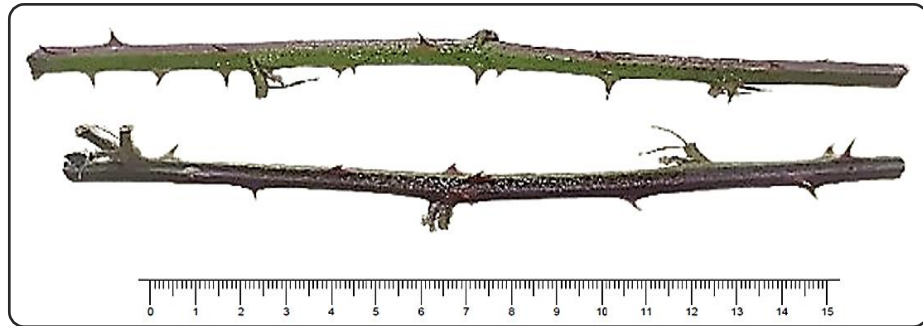
Böğürtlen, ekolojik tarım içerisinde belirgin bir konuma sahip olan bir bitki türüdür, çünkü lifli köklere sahiptir ve geniş alanlara yayılma yeteneğine sahiptir. Kök sistemi genellikle yüzeyde yayılır ve daha derinlere inmeyen bir yapıya sahiptir. Bununla birlikte, bu bitki türü, köklerin güçlü bir şekilde gelişmesi ve düşük sıcaklıklara karşı direnç göstermesi gibi özelliklere sahiptir. Böğürtlen ayrıca erozyon kontrolünde etkili bir rol oynar; bu özelliği ekolojik tarım uygulamalarında önemli bir avantaj olarak kabul edilir ve bu özellik, geniş kitleler tarafından da bilinmektedir. Bu bitkinin erozyonu engelleme yeteneği, toprak yapısının korunmasına katkı sağlar ve sürdürülebilir tarım uygulamalarında tercih edilen bir özelliktir. Böğürtlenin farklı büyüme formları da dikkate değerdir. Bitki, dik, yarı dik ve sürünen olmak üzere üç farklı büyüme formunda gözlemlenir. Bu farklı büyüme formları, bitkinin adaptasyon yeteneklerini ve çeşitli ekolojik koşullara uyumunu yansıtarak, tarım uygulamalarında çeşitliliğe olanak tanır (Ağaoğlu, 1986).



Şekil 2.2. Böğürtlen Bitkisinin Büyüme Formları (Yeşil, 2022).

Sürgünlerin morfolojisi, büyüme formlarına bağlı olarak şekillenmektedir. Böğürtlen türlerinde farklı büyüme formlarına sahip bitkilerin sürgün yapısı gözlemlenmektedir. Dik büyüme sergileyen böğürtlen formlarında, vejetatif sürgünler kök gözlerinden türemektedir. Sürünen formlarda ise vejetatif gözler nadir bulunmakta veya hemen hemen yok denecek kadar az bulunmaktadır. Yarı dik büyüme formu, sürünen ve dik büyüyen formlar arasında bir geçiş özelliği taşımaktadır; bu formdaki sürgünler özellikle yaşlı dallardaki gözlerden gelişmektedir (Thompson, 2007). Sürgünlerin gelişimi üç yıllık bir dönemi kapsamaktadır. İlk yılda, kökler veya kök gövdelerindeki gözlerden vejetatif sürgünler meydana gelmektedir. İkinci yılda ise bu sürgünler büyür ve üçüncü yılda çiçek veya meyve oluştururlar; bu süreç sonunda ise kurumaktadırlar (Thompson, 2007).

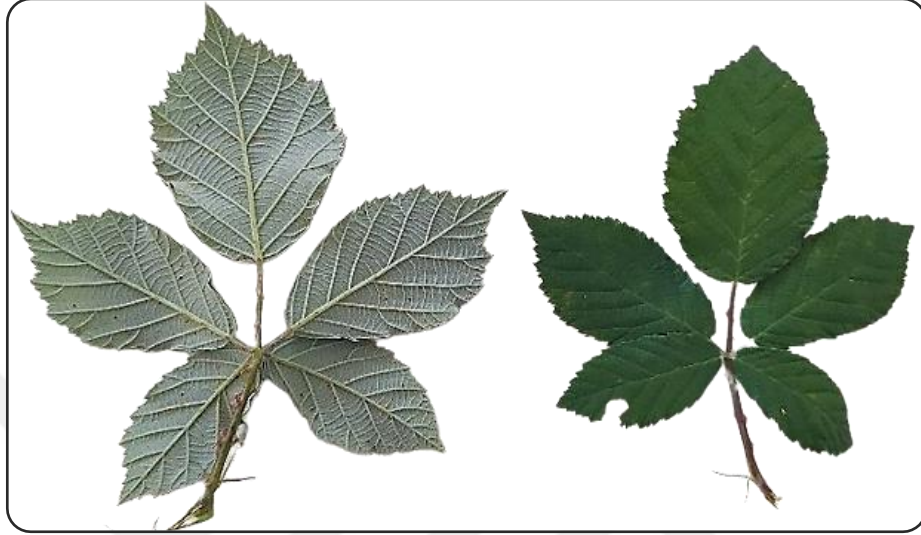
Böğürtlenin, doğal ve tarımsal ekosistemlerde önemli bir yabancı bitki olduğu bilinmektedir. *Rubus fruticosus* bitkisinin habitusu; gevşek, çok dallı, ortalama yüksekliği bir metreye kadar olan çalı karakterindedir. Sürgünleri yay şeklinde, üst kısmı kırmızımtırak renkte ve tüysüz, alt kısmı keskin kenarlı, güçlü yay şeklinde kıvrık dikenlerle kaplıdır. Bu dikenler, tırmanma yeteneklerini desteklemek için kullanılır. Gövdeleri silindirik şekilli, içi dolu, odunsu ve dikenlidir. Böğürtlenin dalları ilk olarak dik, daha sonra aşağı doğru kıvrılarak büyüme eğilimindedir (Fernandez ve Ballington, 2001).



Fotoğraf 1.1. Böğürtlen Bitkisi Sürgün Örneği (Orijinal)

Böğürtlen bitkisinin yaprakları, koyu yeşil bir kenara sahip olup, üst yüzeyi parlak bir görünüm sergiler. Yapraklar, el ayası şeklinde (palmate), beş yaprakçıktan meydana gelir ve bu yaprakçıkların alt yüzeyinde gri-yeşil renkte ve beyaz tüyler bulunmaktadır. Yaprak sapı üzerinde, uçları geriye doğru kıvrık olan

dikenler yer almaktadır. Bu dikenler, çeşitlere göre az veya çok miktarda, kuvvetli, kalın, dik veya yay gibi kıvrık olabilir. Yani, böğürtlenin yaprak yapısı ve yaprak sapındaki dikenler, bitkinin belirgin özelliklerini oluşturan ve çeşitlilik gösteren morfolojik özelliklerdir (Ağaoğlu, 1986).



Fotoğraf 1.2. Böğürtlen Bitkisi Yaprak Örneği (Orijinal)

Böğürtlen çiçeklerinin oluşumu, farklı çeşitlere bağlı olarak iki yaşlı dalların yan sürgünlerindeki karışık tomurcukların gelişmesiyle meydana gelir. Böğürtlen çeşitlerinde çiçeklenme genellikle Mayıs ayının sonlarından başlayarak Ağustos sonlarına kadar devam eder, bu da bitki üzerinde farklı olgunlaşma aşamalarında meyve salkımlarının bulunmasına neden olur (Ağaoğlu, 1986).

Böğürtlen çiçeğinde, 60-100 yumurtalık, 60-90 erkek organ, 5 taç yaprak ve 5 çanak yaprak bulunur; bu yapılar, drupeletleri (küçük kirazcıklar) oluşturacaklardır (Ağaoğlu, 1986). Meyveler olgunlaşırken, çiçek tablasının tabanında kopmayı engelleyen özelleşmiş hücreler bulunur. Hasat sırasında meyve sapından bu kopma noktasından ayrılır. Bu şekilde toplanan meyve, meyveciklerden oluşan bir ekseni ve etli çiçek tablasını (torus) içerir.

Böğürtlen çeşitlerinin çoğu kendi kendine döllenebilen bitkilerdir. Tozlaşma genellikle arılar aracılığıyla gerçekleşir, ancak rüzgarın da tozlaşma sürecine katkıda bulunduğu bilinmektedir (Rieger, 2009; Ağaoğlu, 1986; Crandell, 1995). Böğürtlen bitkileri, özellikle bol miktarda nektarıyla arıları cezbetmektedir. İyi döllenmiş böğürtlen çiçekleri, meyve oluşturmaya başlar. Her meyvecikte bir

stigma bulunur ve tüm meyveciklerin sağlıklı bir şekilde gelişmesi için polenlerin çiçek üzerinde etkili bir şekilde dağılması önemlidir. Böğürtlen meyveleri, toplu meyveler kategorisine dahildir. Çiçek eksenı üzerindeki dişı organlar döllenerek küçük meyvecikleri oluşturur; bu küçük meyvecikler birleşerek böğürtlen meyvesini meydana getirir (Rieger, 2009).

Meyveler olgunlaştıkça büyür, ağırlaşır ve renkleri yeşilden kırmızıya, kırmızıdan siyaha döner. Meyveler büyüdükçe aroma ve şeker içeriğı artar, aynı zamanda yumuşarlar. Olgunluk sürecinin sonunda meyve boyutu genellikle %85'e ulaşır (Crandell, 1995). Meyveler siyah renge dönuştükten sonra yaklaşık bir hafta içinde yeme olgunluğına ulaşırlar. Meyve salkımlarında ilk olarak ana sürgünün üst ucundaki meyve olgunlaşır, ardından yan dalların uçlarındaki meyveler sırayla olgunlaşır (Ağaoğlu, 1986).

Böğürtlen bitkisi, toprak tercihinde özel bir seçiciliğıne sahip olmasa da en verimli gelişimini dinlenmiş, derinlemesine geçirgen kumlu-tınlı topraklarda göstermektedir. Özellikle yüksek nem içeriğı, su tutma kapasitesinin zenginliğı, besin elementleri bakımından zenginlik ve sıcaklık açısından zengin topraklar, arzu edilen düzeyde verim elde etmek için elverişli konumda olmaktadır. Toprak pH'sının 6 ile 7 arasında olduğı pH skalasındaki değerlerin ideal olduğı belirtilmiştir (Ağaoğlu, 1986; Yetgin, 2013).



Fotoğraf 1.3. Böğürtlen Bitkisi Çiçek ve Meyveleri (Orijinal)

Böğürtlenlerin budama işlemi üç aşamada gerçekleştirilir; bu aşamalar yazın tepe alma, meyve dallarının kesilmesi ve kış budamasını içerir. Yazın tepe alma budaması, dik büyüyen böğürtlenlerde dalların 60-75 cm uzunluğına ulaştığı dönemde uygulanır. Böğürtlen bitkisinin yer altı organları çok yıllıkken taç kısımları 2 yıllıktır. İlk yıl dallar olgunlaşır, ikinci yıl meyve verir ve ardından

kururlar. Dalların meyve vermesinin ardından kesilir; bu işlem hemen hasattan sonra veya dinlenme döneminde gerçekleştirilebilir. Kış budamasında dik büyüyen böğürtlenlerde en iyi gelişen 4-5 yeni dal seçilirken, zayıf ve yere yakın dallar budanır. Ana dallar genellikle 190-195 cm yüksekliğinde bırakılır. Yan dalların ilk 40-45 cm'si kesilirken, diğerleri 20-30 cm kısaltılır. Sürünücü tiplerde budama işlemi, kısa ve kuvvetli dallar ile uzun ve sağlam meyve dalları elde etmek amacıyla yapılır. İki veya daha yaşlı böğürtlenlerde budama, meyve veren dalların hasat mevsimi sonunda toprağa yakın bir düzeyden kesilmesini ve tellerin temizlenmesini içerir (Göktaş, 2011).

Sulama, böğürtlen bitkisinin sürekli nem ihtiyacını karşılamak ve aynı zamanda iyi bir drenaj sağlamak için kritik bir öneme sahiptir. Böğürtlen, ağır topraklara uyum sağlayabilirken, az geçirgen topraklarda birikmiş su kök hastalıklarına ve bitkinin ölümüne neden olabilir. Aşırı sulama zararlı olabilir, bu nedenle damla sulama yöntemi tercih edilebilir (Türemiş, 2017).

Böğürtlen bitkisinin çoğaltılması çeşitli yöntemlerle mümkündür. Kök sürgünleri, uç daldırma, yaprak göz çelikleri ve kök çelikleri gibi geleneksel çoğaltma yöntemlerine ek olarak, günümüzde doku kültürü gibi modern ve hızlı çoğaltma yöntemleri de tercih edilmektedir (Göktaş, 2011).

1.1.1 Böğürtlenlerin Besin Değeri ve İnsan Sağlığı Açısından Önemi

Yapılan araştırmalar, meyve ve sebzelerin içerdikleri besin elementleri bakımından, lezzetleri ve insan sağlığına katkıları açısından tüketimde önemli bir besin maddeleri grubunu oluşturduğunu göstermektedir (Rossi, 2000). Ahududu ve böğürtlen gibi üzüksü meyveler, bu besin grubunun alt kolu olarak öne çıkmaktadır. Bu meyveler, kendilerine özgü aroma, renk, koku, doku ve sağlığa faydalı birçok özellikleri ile bilinmektedir (Pehlivan ve Güleriyuz, 2000). Bu meyveler, hızlı tüketim ürünleri, konserve, pasta, meyve suyu gibi ürünlerin yanı sıra endüstriyel sektörlerde de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Nutrasötik veya fonksiyonel gıdalar terimleri, yüksek besin elementleri içermelerinin yanı sıra sağlığa olumlu katkıda bulunan gıdaları tanımlamak için kullanılmaktadır. Üzüksü meyveler grubunda bulunan flavonoidler, ellajik asit, antosiyanin, kuersetin, kaemferol, mirisetin gibi bitkisel kimyasallar, nutrasötik teriminin tanımına uyan önemli bileşenlerdir (Anonymous, 2002; Costantino vd., 1992; Heinonen vd., 1998).

Görünüm, doku, koku ve lezzet özelliklerinin yanı sıra içerdikleri besin maddeleri ile öne çıkan meyve türleri, fitokimyasallar sayesinde hastalıklara karşı savunma mekanizmalarını güçlendiren önemli biyolojik aktif maddelerdir. Böğürtlen, üzüksü meyveler grubunda yer alarak, yüksek oranda fenolik maddeler, antosiyaninler, fenolik asitler ve flavonoidler içererek yüksek antioksidan kapasitesine sahiptir. Yapılan son yıllardaki araştırmalar, fitokimyasal madde içeren besinlerin tüketiminin kansere yakalanma riskini azaltabileceğini göstermektedir (Ames vd., 1993; Kaur ve Kapoor, 2001; Steinmetz ve Potter, 1996).

Özellikle antosiyanin açısından zengin olan koyu kırmızı ve mor renkli meyvelerin bazı kanser türlerine, damar hastalıklarına ve kalp rahatsızlıklarına karşı koruyucu etkisi bir dizi çalışmayla desteklenmektedir (Casto vd., 2002; Katsube vd., 2003; Stoner vd., 1999; Carlton vd., 2001; Kresty vd., 2001; Xue vd., 2001). Böğürtlen, içediğı zengin mineraller ve vitaminler nedeniyle sağlık açısından önemli bir besin maddesi olarak kabul edilmektedir. Ayrıca elma, armut, muz gibi diğer meyvelere göre lif oranı yüksek meyvelerden biridir (Pehlivan ve Gülerüz, 2004). Lif tüketiminin kolon kanseri ve kalp hastalıklarına karşı koruma sağladığı iyi bilinmektedir. Böğürtlen aynı zamanda düşük sodyum, kolesterol, kalori ve doymuş yağ oranına sahiptir.

İnsan sağlığının devamı ve kalitesi için besinlerin önerilen tüketim miktarlarına düzenli olarak uyulması gerekmektedir. Böğürtlen, insan sağlığına önemli besin değerleri sağlayan bir meyvedir. Özellikle son yıllarda yapılan araştırmalar, böğürtlenin antioksidan ve antikanserojen etkilerini desteklemektedir (Pehlivan ve Gülerüz, 2004). Ayrıca olgun böğürtlenin bağırsak hareketlerine olumlu yönde etkisinin yanı sıra kabızlık giderici özelliğı de bulunmaktadır (Messeque, 1978).

Elde edilen meyve şurupları solunum ve göğüs hastalıklarında etkili olduğu gibi, yaprakları basur ve ishal tedavisinde kullanılmaktadır. Meyveleri astringen etkisi sayesinde gargara yapmak için ve dahilen kullanılmaktadır (Anonim, 2020). Kurutulmuş yapraklarının kaynatılarak elde edilen şurubunun dizanteriye iyi geldiğı söylenmektedir (Ağaoğlu, 1986). Bu sayılan sağlığa yararlı örneklerin yanı sıra, meyve ve sebzelerin sağlık yararları uzun yıllardır bilinmektedir (Rossi, 2000; Balch ve Balch, 1997).

Böğürtlen, zengin içeriği ve kolay erişilebilirliği nedeniyle neredeyse her türlü sağlık sorununa karşı etkili olabilecek bir meyve türüdür. Böğürtlenin zengin içeriği ve sağlık yararları, birçok bilim insanı tarafından araştırılmış ve insanlara sunulmuştur. Ancak mevcut çalışmaların yeterli olmadığı ve böğürtlenin henüz keşfedilmemiş birçok faydalı yönünü içerdiği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Bolu ilinde, böğürtlen bitkisi üzerine gerçekleştirilen araştırmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Bu bölge, zengin böğürtlen genetik kaynaklarına sahip olup, çeşit olabilecek potansiyele sahip genotipleri içeren zengin böğürtlen populasyonlarına ev sahipliği yapmaktadır. Bu nedenle, bölgedeki böğürtlen bitkisi, genetik erozyonu önlemek ve çeşit adaylarını tanımlamak amacıyla ayrıntılı bir şekilde araştırılmalıdır.

Böğürtlen bitkisi, yabani meyve türleri arasında özel bir konuma sahiptir. Adaptasyon yeteneği yüksektir, hızlı verim alınabilir, meyveleri çok çeşitli kullanım alanlarına sahiptir ve uzun vadeli yatırımlara ihtiyaç duymaz. Ayrıca, böğürtlen meyveleri zengin antioksidanlar, C vitamini ve fenolik bileşikler içerir ve bu yönüyle insan sağlığı açısından önemli bir rol oynar. Bu özellikler, böğürtlen meyvesine olan ilgiyi sürekli olarak artırmaktadır.

Bu çalışmada, Bolu ilinde yetişen böğürtlenlerin pomolojik özelliklerine odaklanılarak seleksiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Seçimler, böğürtlen populasyonlarının içinde yer alan üstün özellikli genotipleri belirlemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, seçilen böğürtlen genotiplerinin antioksidan kapasitesi, C vitamini içeriği, organik asit içerikleri (okzalik asit, sitrik asit, malik asit, süksinik asit, tartarik asit, fumarik asit), fenolik bileşikler (gallik asit, kateşin, rutin, o-kumarik, p-kumarik, ferulik asit, klorojenik asit, protokateşuik asit, kuersetin, phloridzin), toplam fenolik madde, toplam antioksidan ve toplam monomerik antosiyanin (3-rutinosid) içerikleri analiz edilmiştir.

Bu tez çalışmasının amacı, Bolu ili ve ilçelerinde doğal olarak yetişen böğürtlen genotiplerini belirlemek ve bunları kayıt altına almak; ayrıca bu genotiplerin bazı morfolojik ve biyokimyasal özelliklerini incelemektir. Bu incelemeler aracılığıyla, bölgede böğürtlen çeşitliliği ve potansiyeli daha iyi anlaşılabilir kılmak ve böğürtlen yetiştiriciliği alanında gelecekte yapılacak çalışmalara yol gösterici olabilmektir.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

2.1 Morfolojik Çalışmalar

Cemeroğlu'nun (1982) araştırmasına göre, böğürtlenlerde suda çözünmeyen kuru madde %4-10, suda çözünen kuru madde %8-13, toplam asitlik %0.4-2.5 ve C vitamini miktarı 6-40 mg/100 g aralığında değişmektedir. Cemeroğlu, yabani böğürtlen türlerinin aroma, şeker ve asit içeriği açısından daha üstün olduğunu vurgulayarak renk ve aroma bakımından çekici meyve sularının üretildiğini belirtmiştir.

Perkins vd. (1993), Amerika Birleşik Devletleri'nde Navaho ve dikenli böğürtlen çeşitleri olan Cheyenne, Shawne ve Choctaw çeşitlerini karşılaştırmıştır. Çalışma, Navaho çeşidine ait meyvelerin daha parlak ve dayanıklı olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, Navaho böğürtlen çeşidinin dikenli böğürtlen çeşitlerine göre antosiyan oranının daha düşük olduğu belirtilmiştir.

Alleyne ve Clark (1996), Arkansas ekolojik koşullarında Arapaho böğürtlen çeşidinin hasat sonrası kalitesi üzerine azot uygulamalarının etkilerini incelemiştir. Çalışma sonuçlarına göre, toprağa uygulanan azot miktarındaki artışın Suda Çözünen Kuru Madde (SÇKM), titre edilebilir asitlik, şeker/asit oranı, meyve sertliği ve ağırlık kaybı üzerinde önemli bir etkisi olmadığı, ancak meyvelerin pH değerlerinde artışa neden olduğu gözlemlenmiştir.

Naraguma ve Clark (1998) tarafından yürütülen çalışmada, 3 yaşındaki Arapaho böğürtlen çeşidinin azot gübrelemesinin etkileri incelenmiştir. Çalışmada, 3 farklı deneme grubu uygulanmıştır: Kontrol (N yok), 56 kg/ha N ilkbaharda, 112 kg/ha N ½ ilkbaharda, ½ hasattan sonra. Haziran ayında meyveler hasat edilmiş, Ağustos ayında yaprak örnekleri alınarak element analizleri yapılmıştır. Primocane büyüme sonunda her parselden sayım yapılmıştır. Yapılan uygulamaların 3 yıl boyunca verim, meyve ağırlığı ve primocane sayısı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Gerçekçioğlu'nun (1999) Tokat yöresinde yaptığı seleksiyon çalışmasında, 57 farklı tip üzerinde durulmuş ve bu tiplerin meyve ağırlıklarının 2.19-2.92 g, Suda Çözünen Kuru Madde (SÇKM) içeriklerinin %10.0-13.8 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Yapılan adaptasyon çalışmalarından örnek vermek gerekirse; Giresun yöresinde 'Araphao' ve 'Waldo' çeşitleri (Kaplan vd., 1999); Adana koşullarında 'Jumbo', 'Chester' ve 'Navaho' çeşitleri (Türemiş vd., 2003); Hatay koşullarında

'Bursa 2', 'Chester' ve 'Jumbo' çeşitleri (Özdemir vd., 2005); Tokat koşullarında 'Bursa 1' ve 'Jumbo' çeşitleri ile birlikte 'Ness' ve 'Bursa 3', Samsun ilinde ise 'Ness', 'Chester', 'Bursa 1', 'Jumbo' ve 'Bursa 2' çeşitlerinin ön plana çıktığı belirlenmiştir (Demirsoy vd., 2006).

Antunes vd. (2000), yaptığı çalışmada, Brezilya'da yetişen böğürtlen çeşitlerinin çiçeklenme ve olgunlaşma dönemleri üzerine odaklanmışlardır. Çalışma, en erkenci çeşitlerin Ağustos sonlarında çiçeklendiğini gözlemlemiştir.

Işık ve ekibinin (2001) yaptığı araştırmaya göre, Türkiye'nin Kuzey, Orta ve Doğu Anadolu bölgelerinde yüksek rakımlı ve nemli alanlarda dahi yetişebilen ahududu, böğürtlen, yabanmersini gibi farklı formlardaki üzüksü meyveler, ülkemiz için besin ve ekonomik açıdan değerli kaynaklar olarak belirlenmiştir. Bu bitki türleri, yüksek adaptasyon kabiliyetleri ile diğer bitkilerden ayrılırken, yaz aylarında etkili olan sıcak rüzgarlar ve kuraklık gibi faktörler nedeniyle meyve boyutunda küçülme ve çekirdeklenme gibi olumsuzluklar görülebilir. Bu durum, verim üzerinde olumsuz bir etkiye yol açabilir. Kış aylarında ise, bu meyveler genellikle -8°C'ye kadar dayanıklılık göstermekle birlikte, bazı türler -20°C ila -25°C sıcaklıklara kadar dayanabilmektedir. Soğuklama gereksinimi, bitki türü ve çeşidine göre farklılık göstermektedir. Dikenli çeşitlerde 200-600 saat arası, dikensiz çeşitlerde ise 700-1100 saat soğuklama süresinin yeterli olduğu tespit edilmiştir. Soğuklama gereksiniminin karşılanmaması durumunda, yan tomurcuk gelişiminin zayıf kalabileceği ve bu durumun verim düşüşüne sebep olabileceği, literatürde yapılan çalışmalar neticesinde vurgulanmıştır (Ağaoğlu, 1986).

Himelrick ve Nesbitt (2002) tarafından yürütülen çalışmada, Apache, Navaho, Arapaho, Ness, Triple Crown ve Chester böğürtlen çeşitleri kullanılmıştır. 1999 yılında kurulan denemelerde, Chester ve Triple Crown çeşitlerinin en kuvvetli büyümeyi sergileyen çeşitler olduğu tespit edilmiştir. Ancak, 2000 yılında bu çeşitlerde soğuklama eksikliği nedeniyle seyrek çiçeklenme gözlemlenmiştir. Ness çeşidinin en zayıf gelişen çeşit olduğu gözlemlenirken, Arapaho ve Navaho'nun kuvvetli büyüme gösterdiği ve bu iki çeşit için soğuklamanın yeterli olduğu belirtilmiştir. En erken olgunlaşan ve en verimli çeşidin Arapaho olduğu, en tatlı çeşidin ise Triple Crown olduğu belirlenmiştir.

Kurt ve ark. (2003), 2000-2003 yılları arasında dört farklı böğürtlen çeşidi üzerinde bir çalışma yürütmüştür. Hasat, Haziran'ın ilk haftasında başlayıp Eylül'ün son haftasına kadar devam etmiş; ilk hasatı gerçekleştiren çeşit Arapaho, en geç

hasada başlanan çeşit ise Bartın olmuştur. Meyve ağırlığı açısından, Jumbo 7.93 g ile öne çıkarken, en düşük meyve ağırlığı 3.3 g ile Boysenberry çeşidinde tespit edilmiştir. Suda çözünür kuru madde miktarı en yüksek çeşit Navaho (%3.33), en düşük çeşit ise Bursa I (%9) olarak saptanmıştır. Bitki başına sürgün sayısı bakımından Navaho (7 adet) öne çıkmış, Bartın ve Bursa I birer adet sürgün vermiştir. Sürgün çapı en kalın olan çeşit ise Navaho (6.5 mm) olmuş, Bartın ve Bursa III çeşitlerinde sürgün çapı 8.7 mm olmuştur. Sürgün boyu en uzun çeşit Boysenberry (35 cm) iken, en kısa çeşitler Bursa I ve Nessy (8 cm) olarak belirlenmiştir. Dekara en yüksek verim Jumbo çeşidinden (3493 kg/da) alınmış, bunu Cherokee (1787 kg/da), Nessy (1809 kg/da), Arapaho (1373 kg/da) ve Navaho (1300 kg/da) takip etmiştir.

Demirsoy ve ark. (2006), Samsun'un Bafra ilçesinde 1999-2005 yılları arasında yaptıkları böğürtlen çeşitleri üzerine çalışmanın sonuçlarına göre, çiçeklenmenin mayısın başından haziranın başına kadar gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Arapaho ve Cherokee çeşitlerinin en erken çiçeklenenler, Bursa ve Bartın çeşitlerinin ise en geç çiçeklenenler olduğunu vurgulamışlardır. Hasat, temmuzun ilk haftasından ağustosun ilk haftasına kadar yapılmış ve verim açısından en iyi sonuçların Ness, Chester ve Bursa çeşitlerinden elde edildiğini ifade etmişlerdir. İncelenen meyveler arasında ortalama meyve ağırlığı bakımından en büyük meyvelerin Jumbo çeşidinden geldiğini belirtmişlerdir. Çeşitlerin suda çözünür kuru madde içerikleri %8 ile %16 arasında değişmiştir. Bitki başına sürgün sayısı 3 ile 6 arasında değişirken, en fazla sürgün sayısını sırasıyla Bursa, Bursa 3 ve Bursa çeşitlerinin verdiğini belirtmişlerdir. Sürgün çap gelişimi bakımından en iyi sonuçları sırasıyla Chester, Bursa 3, Ness ve Cherokee çeşitlerinden elde ettiklerini ifade etmişlerdir. Sürgün boyu bakımından ise Bursa, Bartın, Jumbo, Ness ve Bursa 3 çeşitlerinin en iyi sonuçları verdiğini belirtmişlerdir. Çalışmada kümülatif verim, tat, ortalama meyve ağırlığı, sürgün çapı ve sürgün boyu bakımından yapılan derecelendirmede Chester, Ness, Bursa, Jumbo ve Bursa çeşitlerinin en yüksek puanları aldığını rapor etmişlerdir.

Fidancı ve Erenoğlu (2006), ahududu ve böğürtlen çeşitlerinde doku kültürü uygulayarak in vitro ortamda fidan üretimi gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada, kültür oluşturma ve kardeşlenme döneminde tam MS besisi ortamına eklenen 100 mg/L myo-inositol, 0,4 mg/L thiamine-HCL, 30 g/L sakaroz, 2,4 g/L gelirite maddeleri kullanılmıştır.

Ağaoğlu ve ark. (2007), Ankara (Ayaş) ekolojisi koşullarında 5 yıl boyunca yetiştirilen 11 böğürtlen çeşidini ('Arapaho', 'Black Satin', 'Bursa 1', 'Bursa 2', 'Bursa 3', 'Cherokee', 'Chester', 'Dirksen Thornless', 'Jumbo', 'Navaho' ve 'Ness') karşılaştırmıştır. Pomolojik özellikler üzerinde yapılan bu çalışmada, çeşitler arasında meyve ağırlığı, toplam asit ve suda çözünebilen kuru madde miktarları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, 'Chester', 'Dirksen Thornless' ve 'Jumbo' çeşitlerinin meyve ağırlığı açısından en üst sıralarda yer aldığı, 'Dirksen Thornless', 'Bursa 2' ve 'Ness' çeşitlerinin ise en yüksek asitlik değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, 'Bursa 2', 'Navaho' ve 'Chester' çeşitlerinin suda çözünebilen kuru madde miktarında öne çıktığı gözlemlenmiştir.

Eyduran ve ark. (2007), Ankara (Ayaş) koşullarında gerçekleştirdikleri böğürtlen çeşidi adaptasyon çalışmasında, çeşitler arasında sürgün sayısı, sürgün çapı, sürgün boyu ve sürgün başına düşen verim miktarlarını karşılaştırmışlardır. Yapılan çalışma sonuçlarına göre, Boysenberry çeşidi en yüksek sürgün sayısına sahip çeşit olarak belirlenmiştir, bu çeşidin ortalama sürgün sayısı 20,04 adettir. Diğer taraftan Loch Ness çeşidi, en az sürgün sayısına sahip çeşit olarak tespit edilmiş ve bu çeşidin sürgün sayısı 8,30 adettir. Araştırmacılar, Chester Thornless çeşidinin en uzun sürgünlere sahip olduğunu belirtmişlerdir; bu çeşidin ortalama sürgün boyu 266,78 cm olarak ölçülmüştür. Buna karşın, Bursa 1 çeşidi en kısa sürgünlere sahip çeşit olarak belirlenmiş ve sürgün boyu 171,02 cm olarak ölçülmüştür. Chester Thornless çeşidi, sürgün çapı bakımından en geniş çaplı çeşit olup (4,6 mm), Bursa çeşidi en dar sürgün çapına sahip çeşit olarak belirlenmiştir (0,96 mm). Sürgün verimi açısından değerlendirildiğinde, Chester Thornless çeşidi en yüksek verimi sağlamıştır (6,6 g), Jumbo çeşidi ise en düşük verimi (56,88 g) elde etmiştir.

Koca (2008) tarafından yürütülen çalışmada, Karadeniz Bölgesi'nde doğal olarak yetişen ve kültüre alınmış böğürtlen, kocayemiş ve yabanmersini meyvelerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonuçları, yabani formların kültüre alınmış çeşitlere göre formol sayısının daha düşük olduğunu göstermektedir. Ayrıca, birçok kişi tarafından tanınmayan kocayemişin çekici renk, görünüm ve önemli miktarda askorbik asit içeriğiyle, insan beslenmesinde diğer üzüksü meyveler kadar önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

İslam vd. (2010), yaptığı 3 yıllık çalışmada, Hayrat (Trabzon) ekolojik koşullarına uyum sağlayabilen bazı böğürtlen çeşitlerinin adaptasyonunu

belirlemek amacıyla çeşitlerin fenolojik özellikleri, vejetatif gelişmeleri, verim ve verim unsurları, meyvelerin duyuşal, fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, Orkan, Jumbo, Ness ve Chester çeşitlerinin Hayrat (Trabzon) koşullarında en verimli çeşitler olduğu belirlenmiştir. Bu çeşitlerin sürgün başına düşen verim değerleri sırasıyla 1282.99, 759.88, 713.28 ve 697.92 g iken, 10 meyve ağırlığı bakımından ise Jumbo, Ness ve Orkan çeşitlerinin sırasıyla 49.49, 47.49 ve 43.93 g ile en yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çekiç ve ekibi (2011), Karadeniz bölgesinin sekiz ilini kapsayan alanda gerçekleştirdikleri çalışmada, 44 yabancı böğürtlen genotipini örnek olarak kullanmışlardır. UPOV tanımlama kriterlerine göre yapılan gözlem ve ölçümlerin kriter puanlarına dönüştürülerek iki yıl boyunca yapılan genotipler arası morfolojik düzeyde farklılıklar ve benzerliklerin belirlenmesine yönelik analiz çalışmaları gerçekleştirmişlerdir. Bu analizler sonucunda genotipleri küçük ve büyük olmak üzere iki ana gruba ayırmışlardır. Gruplamalarda genotiplerin coğrafik yapılarından kaynaklanan ufak istisnalar dışında benzerlik gösterdiği gözlemlenmiştir.

Milosevic ve ekibi (2012), Sırp ikliminde yaptıkları çalışmada, kısıtlı koşullarda yetiştirilen ve asidik topraklarda gelişen 7 farklı böğürtlen çeşidinde 2 yıl süren detaylı analizler gerçekleştirmişlerdir. Fiziksel ve kimyasal özelliklere odaklanan bu çalışmada, meyve ağırlığı, meyve boyu, meyve şekli, suda çözünebilen kuru madde (SÇKM) içeriği, asit miktarı, toplam fenolik içerik, flavonoid içeriği ve toplam antioksidan kapasite değerlendirmeleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, böğürtlen çeşitleri arasında yüksek değişkenlik ve tüm kalite özelliklerinde belirgin farklılıklar olduğunu göstermektedir. Meyve boyu ve meyve şekil indeksi dışındaki özelliklerde yıllar içinde değişiklikler gözlemlenmiştir. Araştırmacılar, çeşitlerin genel olarak iyi meyve kalitesine ve yüksek adaptasyon yeteneğine sahip olduğunu, bu nedenle sanayi ve pazarlarda gelecekte başarılı bir ticari ürün potansiyeline sahip olabileceğini belirtmişlerdir.

Eke (2017) ise böğürtlen, maviyemiş ve ahududu türlerinin yabancı formlarının pomolojik ve fitokimyasal analizlerini gerçekleştirmiştir. Çalışmada, fitokimyasal madde miktarı bakımından en yüksek sıralamayla böğürtlen, maviyemiş ve ahududu gelmektedir. Pomolojik açıdan ise SÇKM’de, asitlikte ve kuru madde miktarı oranında en yüksek değeri ahududu göstermiştir. Yapılan karşılaştırmalarda kullanılan yabancı çeşitlerin, yeni çeşitlere kıyasla fitokimyasal

ve pomolojik açıdan daha zayıf olduğu ancak diğer meyve türlerine göre içerdikleri fitokimyasal oranların oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir.

Yıldız (2017), Niğde ekolojisinde gerçekleştirdiği çalışmada, yeni ıslah edilmiş böğürtlen çeşitlerini (Chester Thornless - standart çeşit, Black Diamond, Newberry, Metolius, Triple Crown, Black Pearl, Obsidian) kullanarak, bu çeşitlerin pomolojik, fitokimyasal ve biyolojik aktivite özelliklerini belirlemeyi amaçlamıştır. Yapılan karşılaştırmalara göre, kullanılan yeni çeşitlerin pomolojik ve fitokimyasal açıdan mevcut yabani çeşitlere kıyasla daha üstün ve uyumlu özelliklere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, biyolojik aktivite analiz testlerinden elde edilen sonuçlara göre, böğürtlen özütlerinin bakteriyel iletişim sistemlerinde etkili olduğunu tespit etmiştir. Eğirdir'de yürütülen araştırmada, çeşitli böğürtlen türleri (Ness, Bursa, Navaho, Bursa, Bartın, Jumbo, Chester, Black Satin, Bursa 3, Arapho, Dirksen Thornless) üzerinde fenolojik gözlemler yapılmıştır. Bu gözlemler arasında, vegetatif gözlerin kabarması, vegetatif gözlerin patlaması, çiçeklenme, meyve olgunluğu-hasat zamanı, meyve rengi, tanelenme ve meyve sertliği bulunmaktadır. Tüm böğürtlen çeşitleri Mart ayının 3. ve son haftası ile Nisan ayının ilk haftası döneminde uyanmıştır. En erken çiçeklenme Navaho çeşidinde, Mayıs ayının son haftası ve Haziran ayının ilk haftasıdır. Chester hariç diğer çeşitlerde çiçeklenme Haziran'ın ilk ve son haftası arasında gerçekleşmiş, Chester çeşidinde ise çiçeklenme Haziran'ın son haftası ve Temmuz'un ilk haftası görülmüştür. Hasat olgunluğu tespit edilen dönem Temmuz'un 3. haftası ile Ağustos'un ilk haftası arasındadır. Bursa, Black Satin, Arapho ve Navaho çeşitleri 14 Temmuz'un 3. ve 4. haftasında hasat olgunluğuna ulaşarak en erken olgunlaşan çeşitlerdir. En geç hasat olgunluğuna gelen çeşitler ise Jumbo ve Chester çeşitleridir. Tanelenmeye dair herhangi bir gözlem yapılmamıştır; tüm çeşitlerin siyah renge sahip olduğu konik silindirik ve yuvarlak meyve şekli yapısına sahip oldukları görülmüştür. Genelde meyveler orta sertlikte olmasına rağmen, Bursa, Navaho ve Dr. Thornless çeşitlerinde yumuşak meyve yapısı belirlenmiştir (Gargın, 2006).

Balcı ve Keleş (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, 2017-2018 yıllarında Yozgat ekolojik koşullarında Chester, Jumbo, Bursa 1 ve Bursa 1 böğürtlen çeşitlerinin adaptasyon yetenekleri araştırılmıştır. Yapılan çalışma kapsamında bitkilerin fenolojik özellikleri, bitkisel verim içeriği ve kalite özellikleri incelenmiştir. Buna göre, Bursa 1 çeşidinin meyve ağırlığı ortalama

4.85–4.97 g, sürgün başına verimi ortalama 579.92–3,003.67 g, Jumbo çeşidinde SÇKM oranının ortalama %16.10–13.6 olduğu saptanmıştır. Vitamin içeriği açısından yapılan analizlerde, Bursa 2 çeşidinin diğer üç çeşitten daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bursa 1 çeşidi ise ortalama meyve ağırlığı, bitkisel özellikler ve sürgün başına ortalama verim açısından Yozgat ili için öncelikli olarak değerlendirilmesi gereken bir çeşit olarak öne çıkmaktadır (Balcı ve Keleş, 2019).

Alan (2019) tarafından yürütülen çalışmada, Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden toplanan toplamda 87 materyal içerisinde yer alan bazı böğürtlendi genotipleri ile standart böğürtlendi çeşitleri, morfolojik ve moleküler karakterizasyon işlemlerine tabi tutulmuştur. UPOV tanımlama listesine dayalı olarak morfolojik karakterizasyonlar belirlenmiştir. Yürütülen bu çalışma sonucunda, incelenen çeşitler arasında morfolojik özellikler bakımından geniş bir varyasyon tespit edilmiştir. Yapılan ölçüm ve gözlemler doğrultusunda, araştırılan özelliklere göre böğürtlendi genotipleri iki temel grup altında toplandığı ortaya konularak bu grupların soyağacı oluşturulmuş ve temel bileşenlerin analizi gerçekleştirilmiştir.

2.2 Biyokimyasal Özellikler Üzerine Çalışmalar

Yapılan bilimsel çalışmalar, koyu renkli meyvelerin genellikle diğer meyvelere göre daha yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğunu göstermiştir (Özgen ve Schreens, 2006; Özgen ve Tokbaş, 2007; Özgen vd., 2009a). Özellikle üzüksü meyvelerde, antosiyanin ve diğer bazı pigmentlerin toplam fenolik içeriğine katkısının %80'lere kadar çıkabildiği belirlenmiştir. Yapılan son çalışmalar, bu fitokimyasal içeriğin literatürde belirtilen oranlardan daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur (Özgen vd., 2007).

Üzüksü meyveler, yüksek antioksidan kapasitelerine sahiptir ve bu kapasite, askorbik asitten çok fenolik maddelerden, antosiyaninlerden, fenolik asit ve flavonoidlerden kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda, böğürtlendi, üzüksü meyveler arasında en zengin fitokimyasal içeriğe sahip meyvelerden biridir (Pehlivan ve Güleriyüz, 2004; Özgen vd., 2007; Özgen vd., 2014).

Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler, özellikle sanayi endüstrilerinde işlenmeleri sırasında lezzet bozulmalarına ve ağızda buruk bir tat oluşturmaya eğilimli olduklarından büyük önem taşımaktadır. Fenolik bileşikler arasında yer alan antosiyaninler, meyve ve sebzelerin işlenmesiyle ortaya çıkan ürünlerin esmerleşmesine katkıda bulunabilir. Ayrıca, meyve suyu endüstrilerinde

ve benzer içeceklerde kullanılan fenolik bileşikler, ürünlerin tortu oluşturmada etkili olabilirler (Pehlivan ve Güler, 2004).

Bitki dokularında yaygın olarak bulunan polyphenol oxidase (PPO) enzimi genellikle sağlıklı bir bitki hücresinde vakuollerde fenolik bileşiklerle temas etmez. Ancak, mekanik işlemler (dilimleme, parçalama vb.), fenolik bileşiklerle PPO enzimi arasındaki teması başlatarak meyve ve sebzelerde esmerleşme reaksiyonuna neden olabilir. Örneğin, patates, muz ve elma gibi meyve-sebzelerin doğranmasının ardından renk değişimi ve esmerleşme meydana gelebilir (Cemeroğlu vd., 2004, Gündoğdu vd., 2011; Gündoğdu ve Yılmaz, 2012).

Fenolik bileşikler, meyvelerde homojen bir dağılım göstermezler (Macheix ve ark., 1990). Bu bağlamda, Keser (2012) tarafından yürütülen bir çalışmada, *Rubus discolor* (böğürtlen), *Achillea millefolium* (civan perçemi) ve *Crataegus monogyna* (alıç) bitkilerinin yaprak, çiçek, meyve, ham meyve, tohum vb. kısımlarının etanol ve su ekstraktlarının antioksidan özellikleri incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, bu üç bitkinin su ve etanol ekstraktları in vitro ortamda güçlü ve etkili bir antioksidan kapasiteye sahiptir.

Tosun ve Artık (1998), Samsun ve çevresinde doğal olarak yetişen böğürtlenlerin kimyasal bileşimini araştırmıştır. Böğürtlen örneklerinde yapılan analizlerde, toplam kuru madde, çözünür kuru madde, titrasyon asitliği, sitrik asit, pH, invert şeker, toplam şeker, glikoz, fruktoz, sakkaroz, pektin, ham selüloz, protein, prolin, askorbik asit, toplam fenolik madde ve toplam antosiyanin ölçümleri gerçekleştirilmiştir. HPLC analizleri, quinic asit (1698.10 mg/kg) ve kateşin (122.31 mg/kg) gibi fenolik bileşenler ile siyanidin 3 glikozit (ortalama 831.20 mg/l) antosiyanin içeriğine sahip olduğunu, organik asitler arasında ise malik asidin (ortalama 5.334 g/kg) baskın olduğunu ortaya koymuştur.

Wang ve Lin (2000) tarafından yürütülen bir çalışmada, dikensiz böğürtlen, kırmızı ahududu, siyah ahududu ve çilek meyve ve yapraklarından elde edilen bitkisel örneklerin toplam antioksidan kapasitesi (ORAC), toplam fenolik içerik ve toplam antosiyanin içeriği analiz edilmiştir. Çalışma, çilek ve böğürtlen meyvelerinin yeşil aşamalarında en yüksek ORAC değerlerine sahip olduğunu, kırmızı ahududun olgun aşamasında en yüksek ORAC değerine ulaştığını göstermiştir. Ayrıca, üç meyve türünde de toplam antosiyanin içeriğinin olgunlukla arttığı belirlenmiştir. Yapraklar meyvelerle karşılaştırıldığında, ORAC değerinin yapraklarda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Sellepan ve ark. (2002) tarafından yürütülen bir çalışmada, böğürtlen ve yaban mersini meyvelerinin ve yapraklarının kimyasal bileşimleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, fenolik asitler (gallic asit, kafeik asit, ferulik asit, ellajik asit, p-hydroxybenzoic asit) ve flavonoidler (kateşin, myricetin, quercetin, kaempferol) sırasıyla 0.19 - 258.90 mg/100 g (FW), 2.50- 387.48 mg/100 g (FW) bulunmuştur. Toplam polifenol ise 261.95-929.62 mg/100 g bulunmuştur. Toplam antosiyanin 12.70-197.34 mg/100 g, antioksidan kapasitesi ise 8.11-38.29 μ M/g olarak tespit edilmiştir.

Siriwoharn vd. (2004), Marion ve Everygreen böğürtlen çeşitlerinin farklı olgunluk dönemlerindeki toplam fenolik bileşik içeriği, toplam antosiyanin miktarı ve antioksidan içeriklerini FRAP yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Marion böğürtlen çeşidinde, toplam fenolik bileşik içeriği en yüksek değere tam olgun dönemde (1541 mg GAE/100 g) ulaşmışken, Everygreen çeşidinde en yüksek değer olgunlaşma öncesi dönemde (1090 mg GAE/100 g) tespit edilmiştir. Ayrıca, toplam antosiyanin miktarı incelendiğinde, olgunlukla birlikte bu değerlerin arttığı ve en yüksek antosiyanin miktarının Marion çeşidinde (317 mg Cyd-3-glu/100g) bulunduğu belirtilmiştir.

Benvenuti vd. (2004), çeşitli berry türlerinde (böğürtlen, ahududu, frenk üzümü, aronya) farklı çeşitlerin biyokimyasal içeriğini araştırmışlardır. Araştırmanın sonuçlarına göre, türler arasında en yüksek toplam antosiyanin miktarı aronya çeşidinde 460.5 mg/100 g olarak bulunmuş, en yüksek toplam fenol içeriği ise siyah frenk üzümü çeşidinde 888.5 GAE/100 g olarak tespit edilmiştir. Böğürtlen çeşitleri arasında ise toplam fenol ve toplam antosiyanin miktarında en yüksek sonuç, Thornless Boy Sembes çeşidinde elde edilmiş, bu sonuçlar sırasıyla 329.1 GAE/100 g ve 126.9 mgCyn-3-glu/100 g olarak belirlenmiştir.

Cho ve ekibi (2005) tarafından yürütülen araştırmada, yaban mersini ve böğürtlen meyvelerindeki flavonol glikozitlerini HPLC, PDA ve MS ile tanımlamışlardır. Böğürtlen meyvelerindeki toplam flavonol içeriğini 99-150 mg/kg arasında bulduklarını bildirmişlerdir.

Kafkas ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada, Türkiye'deki 5 farklı çeşitte (Chester Thornless, LochNess, Navaho, Bursa 2 ve Jumbo) C vitamini, organik asit ve şeker içeriklerini HPLC tekniği kullanarak incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre: Fruktoz miktarı en yüksek Navaho çeşidinde 33.8 mg/g, en düşük ise Bursa 2 çeşidinde 21.1 mg/g olarak tespit edilmiştir. Glikoz miktarı en yüksek

Navaho çeşidinde (26.1 mg/g), en düşük Bursa 2 çeşidinde (15.8 mg/g) olarak belirlenmiştir. Sakkaroz miktarı ise en yüksek Navaho çeşidinde (2.6 mg/g), en düşük Bursa 2 çeşidinde (1.2 mg/g) tespit edilmiştir. Malik asit bütün çeşitlerde ana organik asit olarak tespit edilmiş ve 0.6 mg/g (Chester Thornless) ile 11.0 mg/g (LochNess) arasında değişim göstermiştir. L-Askorbik asit Chester Thornless (2.5 mg/g), Bursa 2 (4.6 mg/g) ve LochNess (14.9 mg/g) çeşitlerinde tespit edilirken Navaho ve Jumbo çeşitlerinde tespit edilmemiştir.

Sarıburun (2009), Bursa'da yetiştirilen çeşitli böğürtlen (*Rubus fruticosus* L.) türlerinin (Bursa I, Bursa II, Chester, Jumbo) fenolojik bileşiklerini sıvı kromatografisi kütle spektrometresi (LC-MS) kullanarak incelemiş ve antioksidan aktivite değerlerini belirlemiştir. Bu çalışma sonuçlarına göre, ellagik asidin böğürtlen türlerinin temel fenolik bileşiği olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, böğürtlen çeşitlerinin -22°C'de altı ay boyunca saklanması sonucunda fenolik bileşik içeriklerinin başlangıç miktarlarına göre yaklaşık iki kat azaldığı gözlemlenmiştir. İkinci olarak, Sarıburun'un çalışması, böğürtlen çeşitlerinin ABTS, DPPH, CUPRAC, toplam fenol ve toplam flavonoid içeriklerinin metanol ekstraktlarında yüksek değerlere sahip olduğunu, ayrıca toplam antosiyanin ve askorbik asit içeriğinin ise su ekstraktlarında yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Antioksidan aktivite ile toplam fenol, toplam flavonoid veya askorbik asit arasında doğrusal ilişkiler bulunmuş ve bu sonuçlar böğürtlen türlerinin zengin bir antioksidan kaynağı olduğunu göstermiştir.

Acosta-Montoya vd. (2009), tarafından gerçekleştirilen çalışmada, yayla böğürtlenlerinin (*Rubus adenotrichus* Schltdl) üç farklı yenilebilir olgunluk aşamasındaki (açık kırmızı, mor, koyu mavimsi mor) fenolik içeriği, şeker içeriği ve antioksidan kapasiteleri incelenmiştir. Bulgulara göre, glikoz açık kırmızı meyvelerde 29 mg/g DW, mor meyvelerde 92 mg/g DW, koyu mavimsi mor meyvelerde ise 117 mg/g DW olarak belirlenmiştir. Fruktoz açık kırmızı meyvelerde 25 mg/g DW, mor meyvelerde 81 mg/g DW, koyu mavimsi mor meyvelerde 104 mg/g DW olarak saptanmıştır. Toplam fenolik bileşikler ise açık kırmızı meyvelerde 5.8 mg GAE/g, mor meyvelerde 4.6 mg GAE/g, koyu mavimsi mor meyvelerde ise 5.2 mg GAE/g olarak rapor edilmiştir.

Koca ve Karadeniz (2009) tarafından yürütülen çalışmada, çeşitli böğürtlen türleri (Chester, Jumbo, Arapaho, Bartın, Black Satin, Bursa 1, Bursa 2, Navaho, Ness ve Cherokee) ile yaban mersini meyvelerindeki antioksidan ve toplam fenol

içeriğini araştırmışlardır. FRAP yöntemi kullanılarak elde edilen sonuçlara göre, yabani böğürtlenlerde antioksidan içeriği 52.88–70.41 $\mu\text{mol/g}$ aralığında değişmektedir. Örneğin, Cherokee çeşidinde 43.44 $\mu\text{mol/g}$, Chester çeşidinde 42.16 $\mu\text{mol/g}$ ve Jumbo çeşidinde 38.68 $\mu\text{mol/g}$ olarak belirlenmiştir. Yabani böğürtlen çeşitleri arasında toplam fenol içeriği ise 2.64–3.79 mg/g arasında değişmektedir. Cherokee çeşidinde 3.05 mg/g , Jumbo çeşidinde 2.39 mg/g , Bursa 2 çeşidinde 2.34 mg/g ve Chester çeşidinde 2.25 mg/g olarak tespit edilmiştir.

Vizzotto ve ark. (2013) Brezilya'nın Güney Bölgesi'nden 3 çeşit ve 4 seleksiyon böğürtlen meyvesi genotiplerinin biyoaktif bileşikleri ve antioksidan aktivitesini araştırdı. Cherokee çeşidi ile kıyaslandığında, fenolik bileşiklerin Ferrik Azaltıcı Antioksidan Güç (FRAP) analizi, Difenil-2-Pikril Hidrazil (DPPH) radikal temizleme testi ve Tiyo Bakürik Asit Reaktif Maddeler (TBARS) analizi üzerindeki etkilerini inceledi. Çalışma, quercetin ve β -karotenin, böğürtlen meyvesinin fenolik özlerinin antioksidan aktivitesinde önemli rol oynadığını göstermiştir.

Salvador ve Strik (2015) tarafından yürütülen çalışmada, organik gübrelerin Marion ve Black Diamond böğürtlen çeşitleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. İki farklı sıvı gübre kullanılmıştır: sıvı mısır gübresi+balık sindirim atığı (mısır; 2.5N-1.1P-1.2K) ve balık sindirim atığı+pekmez (balık; 4N-0P-1.7K). Çalışma sonuçlarına göre, toplam verim ve suda çözünür maddeler yıllar arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek toplam verim, Black Diamond çeşidinde kaydedilmiştir. Mısır gübresi uygulamasının meyve ağırlığı dışında meyve kalitesi, primocane uzunluğu ve primocane/bitki üzerine herhangi bir etkisi olmadığı görülmüştür. Genel olarak, her iki gübrenin de bitki büyümesi, verim ve meyve kalitesi açısından herhangi bir farklılık göstermediği ve her iki gübrenin de organik üretim için uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Oszmiański ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada ise, yabani böğürtlen meyvelerinde fenolik bileşikler ve antioksidan aktivitenin analizini belirlemek için iki farklı ekstraksiyon yöntemi ile 23 farklı yabani böğürtlen meyve örneğini değerlendirmişlerdir. Çalışmada, 34 farklı fenolik bileşik saptanmıştır. Basınçlı Sıvı Ekstraksiyonu (PLE) yöntemi kullanılan örneklerde, özellikle ellagic asit türevlerinde (%59), flavonollerde (%44) ve antosiyaninlerde (%29) ultrasonik teknik ekstraksiyon (BAE) yöntemiyle ekstraksiyondan sonrasına göre fenolik bileşiklerin veriminde daha fazla artış olduğu gözlenmiş, bu da fenolik bileşiklerin içeriğinin antioksidan aktivite ile güçlü bir ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur. Ana

Bileşen Analizi (PCA), PLE yönteminin flavonollerin nicel ekstraksiyonu için daha uygun olduğunu, BAE yönteminin ise hidroksinamik asitler için daha uygun olduğunu göstermiştir.

İlk (2016), çalışmasında meyvelerde doğal olarak bulunan antioksidan özellik taşıyan flavonoid bileşiklerinden kuersetin ve kaempferol'ü, lesitin/kitosan ve kitosan/sodyum tripolifosfat (TPP) nanopartiküllerine dahil etmiştir. Yürütülen in vitro anti-quorum sensing, antifungal ve antimikrobiyal testler sonuçları, sentezlenen nanopartiküllerin depolama sürecinin 30 günü boyunca yüksek antimikrobiyal aktivite sergilediğini göstermektedir. Bu denemelerde, tüm mikroorganizmalar üzerinde en yüksek biyolojik aktiviteyi gösteren nanopartikülün kaempferol içeren lesitin/kitosan nanopartikülü olduğu belirtilmiştir.

Gündoğdu vd. (2016), tarafından yürütülen çalışmada, Türkiye'nin doğusunda yetiştirilen böğürtlen çeşitlerinin asit, fenolik bileşikler, C vitamini ve şeker içerikleri analiz edilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, en yüksek antioksidan kapasite Cherokee çeşidinde (48.900 $\mu\text{mol TE g}^{-1}$) bulunurken, en düşük antioksidan kapasite Jumbo çeşidinde (30.855 $\mu\text{mol TE g}^{-1}$) gözlemlenmiştir. Böğürtlen çeşitlerinin organik asit içeriğine bakıldığında, sitrik asit ve malik asit içerikleri 3.182 ile 7.131 g/kg ve 1,349 ile 2,881 arasında değişmektedir. Ayrıca, incelenen böğürtlen çeşitlerinde fruktoz içeriği, glikoz ve sakaroz içeriklerine göre daha yüksek bulunmuştur.

Velde ve ark. (2016) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, Jumbo, Black Satin ve Dirksen böğürtlen çeşitlerinin Arjantin koşullarına uyumunu değerlendirmişlerdir. Çalışma kapsamında böğürtlenlerin fitokimyasal özellikleri HPLC-TOF-MS yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Suda çözünür kuru madde açısından en yüksek değer Black Satin çeşidinde (7.0) elde edilmişken, en düşük değer Jumbo çeşidinde (5.5) belirlenmiştir. pH değerleri ise sırasıyla Black Satin'de 2.94, Dirksen'de 2.92 ve Jumbo'da 2.87 olarak ölçülmüştür. C vitamini içeriği incelendiğinde en yüksek miktarın Dirksen çeşidinde (96 mg/100 g) bulunduğu, en düşük miktarın ise Black Satin çeşidinde (7.1 mg/100 g) saptandığı gözlemlenmiştir.

Schulz ve ark. (2019) tarafından yürütülen bir çalışmada, olgunlaşan ve olgunlaşma aşamasında olan böğürtlen meyvelerinin fizikokimyasal özellikleri, bireysel fenolik bileşenleri, total monomerik antosiyaninleri (TMA), şekerleri, mineralleri ve antioksidan özellikleri değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına

göre, böğürtlén cinsinin total monomerik antosiyaninleri ve mineraller (potasyum, kalsiyum, sodyum), şeker (glikoz ve früktoz) ve fenolik bileşiklerin olgun meyvelerde en yüksek konsantrasyona sahip olduğu, meyvede baskın fenolik bileşiklerin quercetin ve isoquercitrin olduğu belirlenmiştir. *Rubus ulmifolius*'in her iki olgunlaşma aşamasında besleyici ve antioksidan potansiyele sahip olduğu tespit edilmiştir.

Eskimez ve ekibi (2019), Isparta koşullarında Jumbo, Bursa, Chester ve Bursa çeşitlerini içeren bir çalışma yürütmüştür. Araştıradâ, çeşitlerin fenolojik özellikleri, verim ve meyve kalitesi incelenmiştir. Jumbo ve Bursa çeşitleri, erkencilik özellikleriyle öne çıkmış, bitki başına en yüksek verim Bursa çeşidinde (35.5 g) gözlemlenirken, en düşük verim Bursa çeşidinde (37.4 g) tespit edilmiştir. Meyve eni 6.3 - 17.23 mm, meyve boyu 17.20 - 3.6 mm, meyve ağırlığı 3.5 - 4.75 g ve şekil indeksi 1.06 - 0.35 arasında değişmektedir. En yüksek değerler Jumbo çeşidinde gözlemlenirken, en düşük değerler Chester çeşidinde görülmüştür. Sırasıyla pH, suda çözünür kuru madde miktarı, titre edilebilir asitlik ve olgunlaşma indeksi; 3.04 (Chester) - 3.16 (Bursa 1), 7.10 (Jumbo) – 9.52 (Chester), 0.98 (Chester) – 1.07 (Bursa 1) ve 7.17 (Jumbo) – 9.7 (Chester) değerleri arasında belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda Isparta ekolojik koşullarına en uygun çeşit olarak Bursa belirlenmiştir.

Okatan (2020) tarafından yürütölen çalışmada, farklı üzümsü meyve türlerinin (Ahududu, böğürtlén, kurt üzümü ve bektaşî üzümü) biyokimyasal içerikleri incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, toplam fenolik bileşik içeriğı bakımından en yüksek değer bektaşî üzümünde (1593.92 mg GAE/100 g) bulunurken, antioksidan aktivite açısından en yüksek değer böğürtlende (426.26 mg/100 g) ve toplam antosiyanin miktarı açısından da yine böğürtlende (226.33 mg/100 g) tespit edilmiştir.

Antioksidanlar, reaktif oksijen türlerinin (ROS) neden olduğu doku kusurlarını etkili bir şekilde tedavi ederler. Ayrıca, birçok antioksidan bileşiğın az ya da çok ölçüde anti-enflamatuar, anti-sklerotik, antiproliferatif, antitümör, antimutajenik, antikanserojenik, antibakteriyel veya antiviral aktivitelere sahip olduğu düşünülmektedir (Liu ve diğeri, 2002; Ratnam ve diğeri, 2006).

Hidalgo vd. (2020), tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, yaş fark etmeksizin 13 sağlıklı erkek ve kadın katılımcı üzerinde diyet dayanıklılığına odaklanan bir çalışma yapılmıştır. İki gruba ayrılan bireylere yüksek karbonhidratlı

ve yağlı besinler içeren bir diyet uygulanmış ve 14 gün boyunca günde üç öğün şeklinde her öğünde böğürtlen içeceği veya 250 ml su verilmiştir. Böğürtlen içeceği tüketildikten sonra plazmadan total kolesterol, LDL kolesterol, trigliseritler, HDL kolesterol, süperoksit dismutaz (SOD), glikoz düzeyi ve katalaz (CAT) enzimatik aktiviteleri değerlendirilmiştir. Sağlıklı katılımcılarda CAT ve SOD enzimatik faaliyetlerinin geliştiği belirlenmiş, ayrıca böğürtlen içeceği tüketildikten sonra trigliseritlerin plazma seviyelerinde, toplam kolesterol ve glikoz seviyelerinde azalma gözlemlenmiştir.

Samaniego ve arkadaşları (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, dört farklı böğürtlen çeşidinde (Brazos, Colombiana, Castilla ve Andinamora) üç olgunluk dönemi (% 25, % 50 ve % 100) boyunca toplam fenolik bileşik içeriği, toplam antosiyanin miktarı ve antioksidan aktivitelerini belirlenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, en yüksek toplam fenolik bileşik içeriği %25 olgunlaşmış Colombiana çeşidinde 81.10 mgGAE/100 g olarak belirlenmişken, en düşük değer %100 olgunlaşmış Brazos çeşidinde 31.59 mgGAE/100 g olarak kaydedilmiştir. Toplam antosiyanin içeriği açısından en yüksek değerler Colombiana böğürtlen çeşidine aittir ve bu değerler % 25 olgunlukta 1.40 mgGAE/100 g, %50 olgunlukta 2.95 mgGAE/100 g ve % 100 olgunlukta ise 12.26 mgGAE/100 g olarak belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.2 İklim

Bolu ili, Batı Karadeniz bölümünde konumlanmış olup, iklim özellikleri açısından öncelikli olarak Karadeniz Bölgesi'nin etkisi altındadır. Bu coğrafi konum nedeniyle, Bolu ilinin genellikle Karadeniz ikliminin etkisi altında olduğunu söylemek mümkündür. Ancak, Bolu ilinin coğrafi konumu, çevresel etmenler ve coğrafik yapısı nedeniyle komşu bölgelerin (Karadeniz, Marmara ve Orta Anadolu) iklim özelliklerinden de etkilenmektedir. Bu etkileşimler, bölgedeki tarımsal ürün çeşitliliğini ve tarım faaliyetlerini farklılaştırmaktadır.

Bolu ili, İç Anadolu İklim Bölgesi içinde yer alan Göynük İlçesi'nin büyük bir bölümü ile Mudurnu İlçesi'nin batı kesimini içermektedir. Genel olarak, Karadeniz kıyısına yakın bölgelerde ılıman iklim hakimdir. Ancak, Bolu ilinin güney bölgelerine doğru yükseltiler artar ve bu yükselti değişiklikleri, ılıman iklimin yerini karasal iklim koşullarına bıraktığını göstermektedir. Bu iklim geçişleri, yüzey şekillerinin çeşitliliği, denizden uzaklık ve yükseklik farklılıkları gibi faktörlerle birleşerek il genelinde farklı iklim tiplerini ve mikro-iklim alanlarını oluşturur.

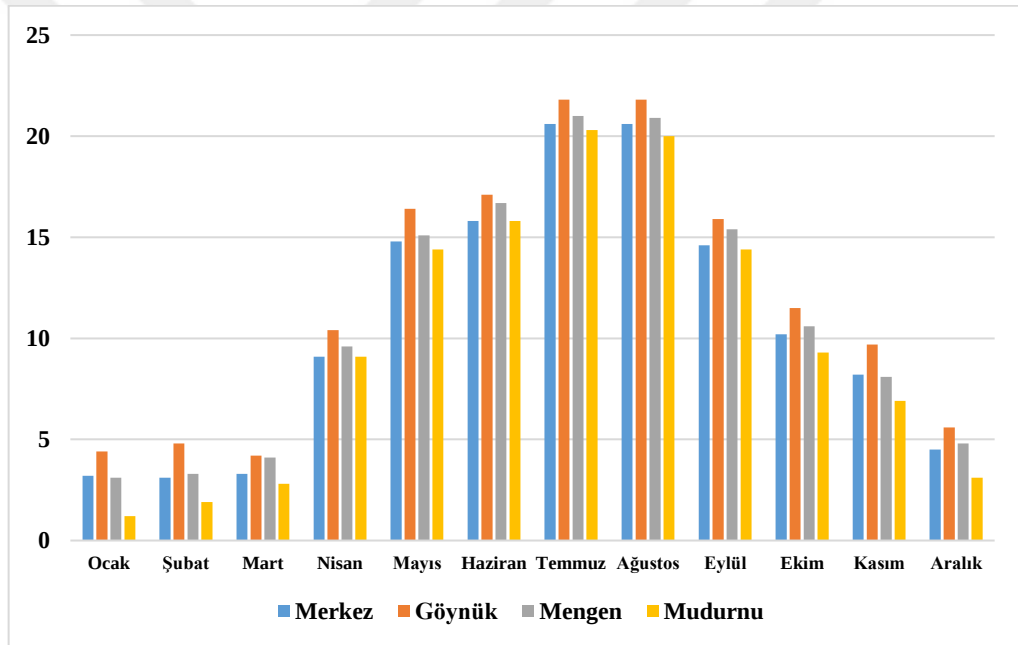
Bu çalışma kapsamında, örneklerin toplandığı Bolu iline ait meteorolojik veriler, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) Ankara Bölge Müdürlüğü kaynaklarından temin edilmiştir. İklim verileri arasından, böğürtlen yetiştiriciliği açısından kritik öneme sahip olduğu bilinen aylık ortalama sıcaklık, aylık toplam yağış miktarı ve aylık nispi nem değerleri, 2021 ve 2022 yılları için aylık bazda ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiştir (Şekil 1-6),

Aylık ortalama sıcaklık verileri incelendiğinde 2021 yılı içerisinde en yüksek ortalama sıcaklık değerleri Temmuz-Ağustos aylarında 21.8 °C ile Göynük ilçesinde görülürken en düşük sıcaklık 1.2 °C ile Mudurnu ilçesinde kaydedilmiştir. 2022 yılında en yüksek ortalama sıcaklık değeri Göynük ilçesinde 22 °C ile Ağustos ayında, en düşük ortalama sıcaklık değeri Mudurnu ilçesinde Ocak ayında -1.7 °C olarak kaydedilmiştir (Şekil 1, Şekil 2).

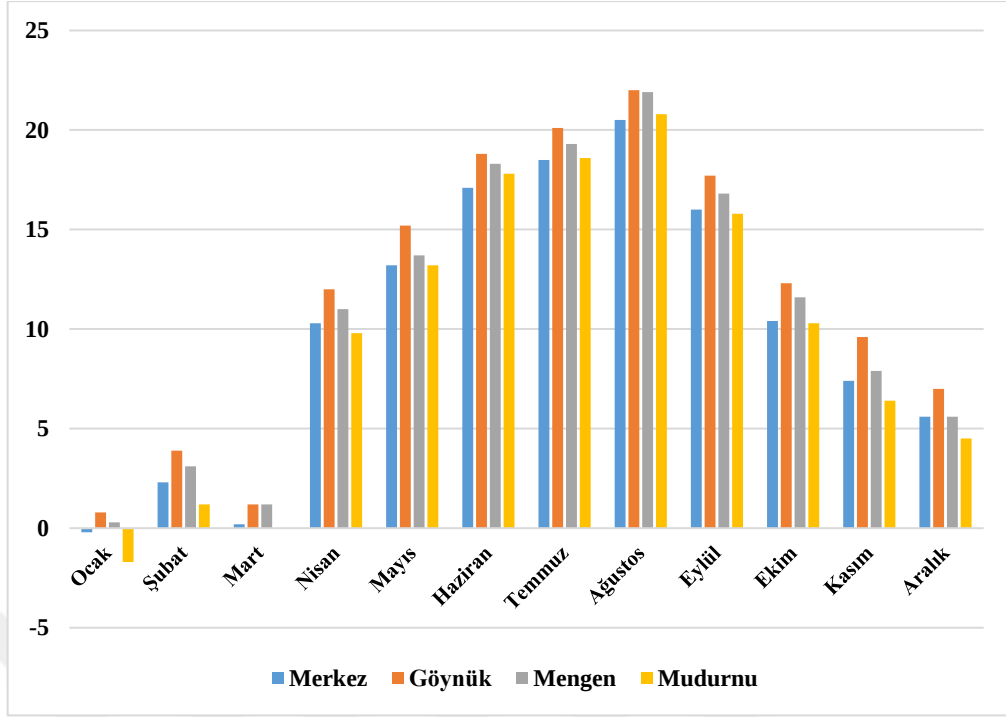
Bolu ilinde 2 yıllık (2021-2022) nispi nem ortalamalarına göre araştırmanın yürütüldüğü yıllara göre nispi nemin en düşük olduğu aylar 2021 yılında Temmuz (%33) ve 2022 yılında Mayıs (%58.2) ayları iken, en yüksek olduğu aylar 2021

yılında Ocak (%86.6) ayı, 2022 yılında Aralık (% 90.7) ayı olmuştur (Şekil 3, Şekil 4).

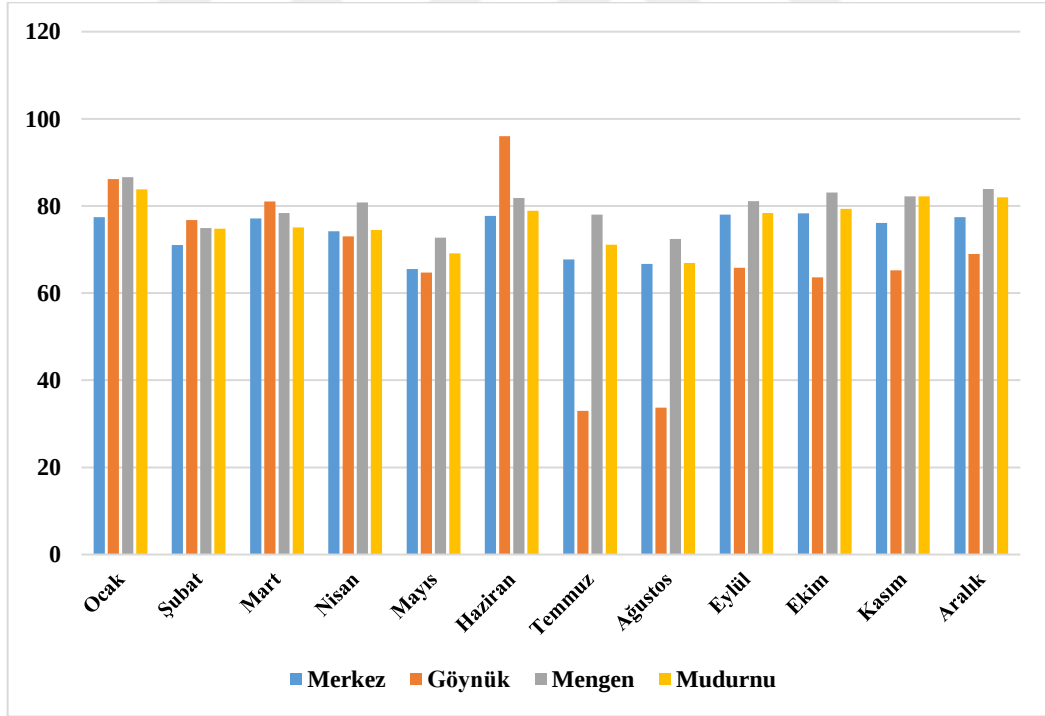
Kış aylarında yağışlar genellikle Bolu, Mengen, Mudurnu ve Göynük ilçelerinde kar şeklinde olup uzun süre yerde kalabilmektedir. Aylık toplam yağış miktarı 2021 (137.2 mm) ve 2022 (164 mm) yıllarında en yüksek değer Haziran ayında Mengen ilçesinde kaydedilmiştir (Şekil 5, Şekil 6). Rüzgarlar açısından, Bolu ve çevresinde lodostan esen rüzgarlar hakimdir. Bolu ili, denizlerden karaya doğru gelen hava kütlelerinin taşıdığı yüksek nem ve ılımlı sıcaklık koşulları nedeniyle nem açısından zengin bir bölgedir. Bu iklim özellikleri, tarım ve çevresel faktörler üzerinde önemli etkilere sahiptir ve bölgenin tarımsal üretimini şekillendirmektedir.



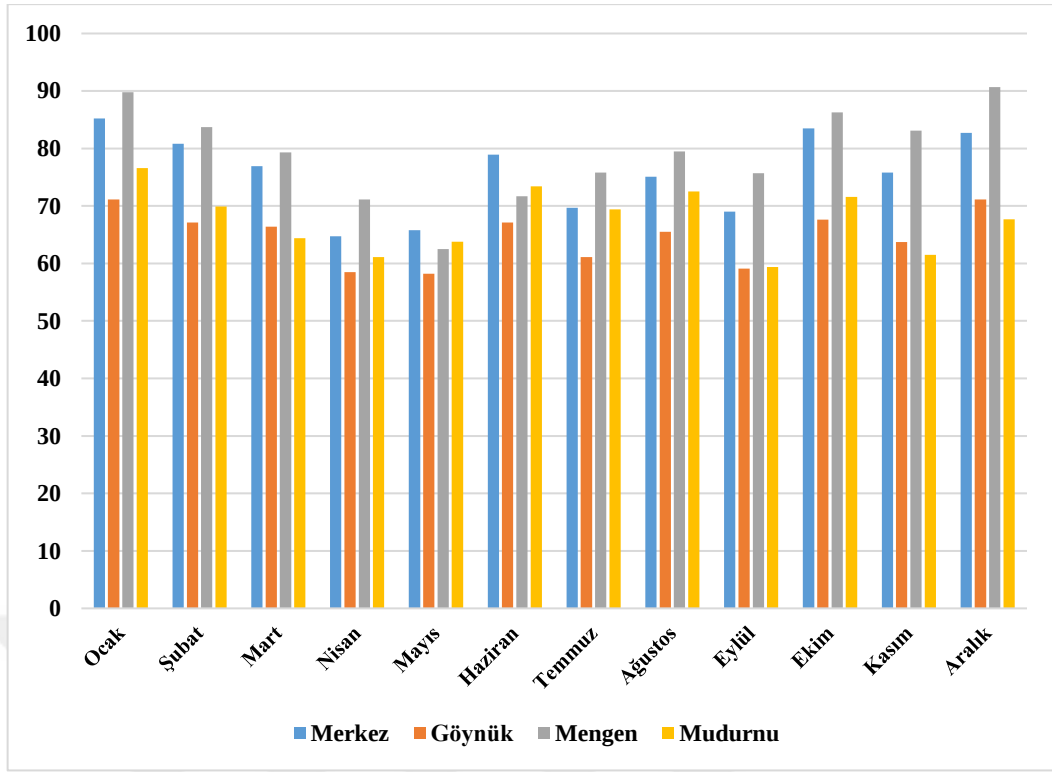
Şekil 3.1. Bolu ili 2021 yılı aylık ortalama sıcaklık verileri (°C)



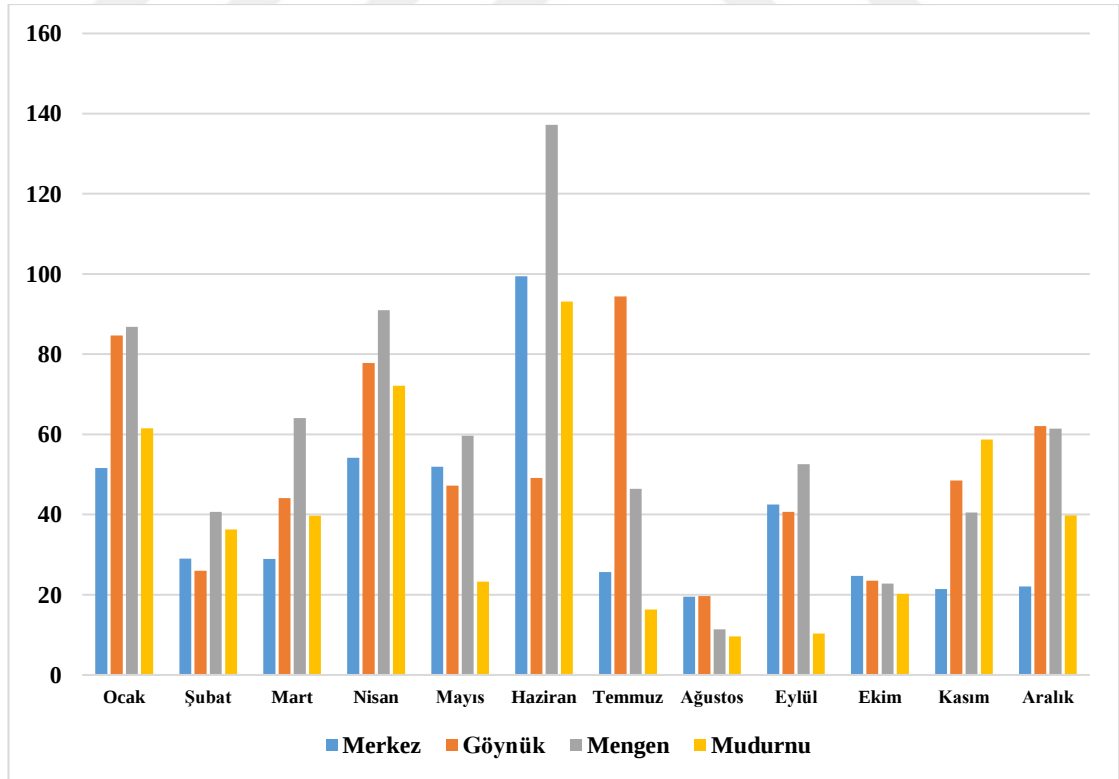
Şekil 3.2. Bolu ili 2022 yılı aylık ortalama sıcaklık verileri (°C)



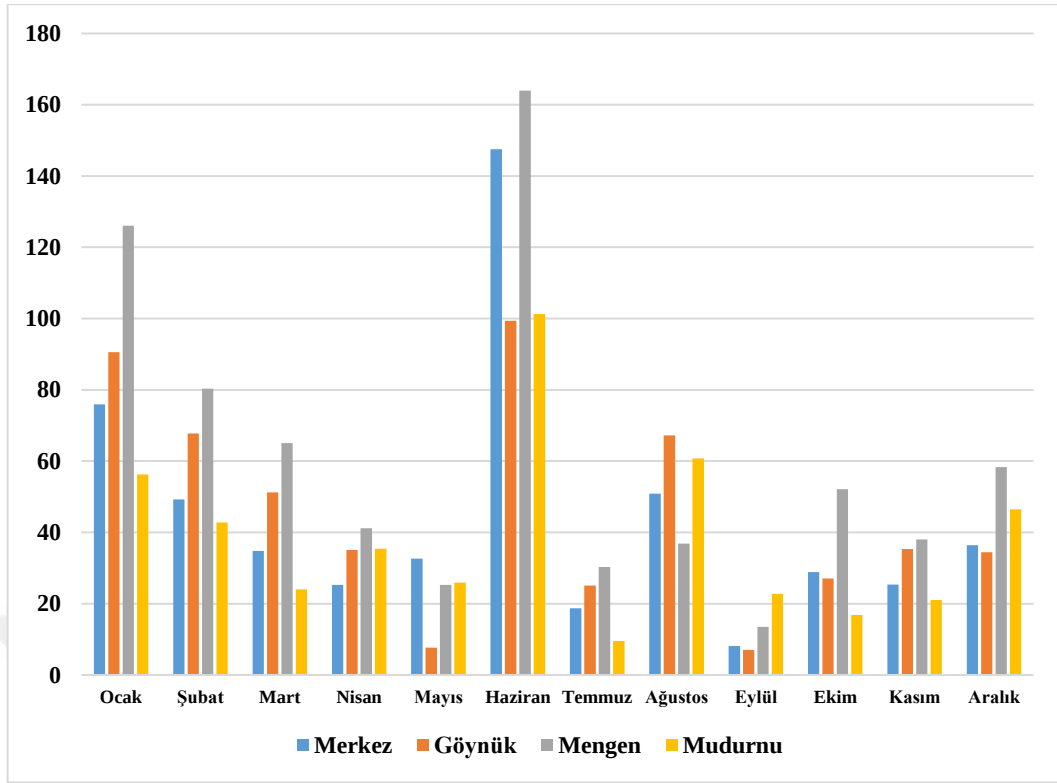
Şekil 3.3. Bolu ili 2021 yılı nispi nem değerleri (%)



Şekil 3.4. Bolu ili 2022 yılı nispi nem değerleri (%).



Şekil 3.5. Bolu ili 2021 yılı aylık toplam yağış miktarı (mm).



Şekil 3.6. Bolu ili 2022 yılı aylık toplam yağış miktarı (mm).

3.2.1 Bitki Materyali

Çalışma başlamadan önce, saha taramaları, Tarım ve Orman Bakanlığı İl ve İlçe Müdürlükleri ile yürütülen görüşmeler sonucunda Bolu ilinde böğürtlenin yoğun olarak yetiştiği ilçeler belirlenmiş ve araştırma Bolu ili Merkez, Mudurnu, Mengen ve Göynük ilçelerinde yürütülmüştür. Arazi çalışmalarında, genotiplerin belirlenmesi için ön seçim kriterleri kullanılmıştır. Sağlıklı gelişim gösteren, nispeten yüksek verime sahip, iri ve gösterişli meyve özelliklerine sahip olan genotipler bu kriterlere uygun olarak seçilmiştir. Seçilen genotipler, çevredeki genotiplerle karşılaştırılarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamında toplamda 103 böğürtlen genotipi belirlenmiş, iki yıl boyunca (2021-2022) belirlenen genotipler üzerinde çalışma yürütülmüştür. Yürütülen araştırmada aşısız böğürtlen genotipleri incelenmiştir. Daha sonra, ön seçimle belirlenen genotiplerden meyve ve yaprak örnekleri alınmış ve bu örnekler üzerinde böğürtlenin önemli morfolojik (pomolojik) ve biyokimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir. Bitkilerin bulunduğu lokasyonların koordinatları GPS (Global Positioning System) cihazı kullanılarak kaydedilmiştir. Ayrıca, örneklerin alındığı lokasyonların ekosistem özellikleri de kayıt altına alınmıştır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Bolu (BL), Mudurnu (MU), Mengen (ME) ve Göynük (GY) ilçelerinde incelenen genotiplerin bazı tanımlayıcı özellikleri.

Genotip	Lokasyon	Rakım	Koordinatlar
14BL01	Bolu/Merkez/Gölköy	807	40°42'49.3"N 31°31'25.3"E
14BL02	Bolu/Merkez/Gölköy	811	40°42'49.3"N 31°31'28.2"E
14BL03	Bolu/Merkez/Gölköy	810	40°42'51.9"N 31°31'31.0"E
14BL04	Bolu/Merkez/Kasaplar	756	40°43'18.9"N 31°33'53.1"E
14BL05	Bolu/Merkez/Kasaplar	761	40°43'20.3"N 31°33'49.8"E
14BL06	Bolu/Merkez/Kasaplar	755	40°43'21.2"N 31°33'52.1"E
14BL07	Bolu/Merkez/Kasaplar	760	40°43'21.2"N 31°33'47.0"E
14BL08	Bolu/Merkez/Yumrukaya	859	40°43'01.4"N 31°29'20.3"E
14BL09	Bolu/Merkez/Yumrukaya	855	40°43'01.9"N 31°29'21.0"E
14BL10	Bolu/Merkez/Yumrukaya	857	40°43'01.8"N 31°29'21.5"E
14BL11	Bolu/Merkez/Yumrukaya	851	40°43'01.5"N 31°29'21.5"E
14BL12	Bolu/Merkez/Yumrukaya	852	40°43'01.1"N 31°29'20.9"E
14BL13	Bolu/Merkez/Yumrukaya	855	40°43'01.1"N 31°29'18.5"E
14BL14	Bolu/Merkez/Hamidiye	825	40°42'29.9"N 31°30'03.3"E
14BL15	Bolu/Merkez/Hamidiye	821	40°42'30.7"N 31°30'05.8"E
14BL16	Bolu/Merkez/Gölköy	789	40°42'12.7"N 31°30'37.5"E
14BL17	Bolu/Merkez/Gölköy	785	40°42'11.9"N 31°31'02.3"E
14BL18	Bolu/Merkez/Gölköy	791	40°42'13.1"N 31°31'02.7"E
14BL19	Bolu/Merkez/Karaköy	779	40°42'57.7"N 31°32'02.8"E
14BL20	Bolu/Merkez/Karaköy	778	40°42'58.1"N 31°32'01.4"E
14BL21	Bolu/Merkez/Gölköy	811	40°42'51.3"N 31°31'25.0"E
14BL22	Bolu/Merkez/Gölköy	816	40°42'50.6"N 31°31'25.8"E
14BL23	Bolu/Merkez/Gölköy	815	40°42'50.7"N 31°31'26.4"E
14BL24	Bolu/Merkez/Gölköy	812	40°42'51.6"N 31°31'31.2"E
14BL25	Bolu/Merkez/Karaçayır	724	40°43'21.5"N 31°35'49.0"E
14BL26	Bolu/Merkez/Karaçayır	726	40°43'17.1"N 31°35'48.5"E
14BL27	Bolu/Merkez/Karaçayır	726	40°43'16.3"N 31°35'48.5"E
14BL28	Bolu/Merkez/Dağkent	846	40°43'48.8"N 31°32'04.9"E
14BL29	Bolu/Merkez/Dağkent	847	40°43'54.4"N 31°32'11.7"E
14BL30	Bolu/Merkez/Dağkent	847	40°43'52.7"N 31°32'11.4"E
14BL31	Bolu/Merkez/Dağkent	850	40°43'53.7"N 31°32'16.3"E
14BL32	Bolu/Merkez/Dağkent	861	40°43'56.1"N 31°32'14.1"E
14BL33	Bolu/Merkez/Dağkent	856	40°43'52.3"N 31°32'02.1"E
14BL34	Bolu/Merkez/Dağkent	858	40°43'53.5"N 31°32'00.2"E
14BL35	Bolu/Merkez/Dağkent	862	40°43'55.9"N 31°31'53.2"E
14BL36	Bolu/Merkez/Dağkent	865	40°43'56.7"N 31°31'41.4"E
14BL37	Bolu/Merkez/Dağkent	859	40°43'47.5"N 31°31'18.0"E
14BL38	Bolu/Merkez/Yolçatı	843	40°43'34.2"N 31°28'28.1"E
14BL39	Bolu/Merkez/Yolçatı	837	40°43'39.9"N 31°28'29.1"E
14BL40	Bolu/Merkez/Yolçatı	833	40°43'38.3"N 31°28'31.4"E

Tablo 3.2. Bolu (BL), Mudurnu (MU), Mengen (ME) ve Göynük (GY) ilçelerinde incelenen genotiplerin bazı tanımlayıcı özellikleri (devam).

14BL40	Bolu/Merkez/Yolçatı	833	40°43'38.3"N 31°28'31.4"E
14BL41	Bolu/Merkez/Yolçatı	834	40°43'36.9"N 31°28'22.3"E
14BL42	Bolu/Merkez/Yolçatı	836	40°43'36.1"N 31°28'22.1"E
14BL43	Bolu/Merkez/Yolçatı	856	40°43'40.4"N 31°28'26.9"E
14BL44	Bolu/Merkez/Yolçatı	858	40°43'40.5"N 31°28'37.2"E
14BL45	Bolu/Merkez/Yolçatı	855	40°43'35.8"N 31°28'41.4"E
14BL46	Bolu/Merkez/Yolçatı	849	40°43'49.1"N 31°28'26.1"E
14BL47	Bolu/Merkez/Yolçatı	851	40°43'51.0"N 31°28'29.1"E
14BL48	Bolu/Merkez/Yolçatı	854	40°43'52.3"N 31°28'26.5"E
14BL49	Bolu/Merkez/Yolçatı	861	40°43'52.3"N 31°28'31.2"E
14BL50	Bolu/Merkez/Yolçatı	859	40°43'47.0"N 31°28'03.3"E
14BL51	Bolu/Merkez/Elmalık	882	40°43'58.2"N 31°27'12.1"E
14BL52	Bolu/Merkez/Elmalık	879	40°44'00.5"N 31°27'11.1"E
14BL53	Bolu/Merkez/Elmalık	876	40°44'03.4"N 31°27'06.2"E
14BL54	Bolu/Merkez/Elmalık	878	40°44'04.8"N 31°27'08.4"E
14BL55	Bolu/Merkez/Elmalık	859	40°44'06.3"N 31°27'10.0"E
14BL56	Bolu/Merkez/Elmalık	875	40°44'07.0"N 31°27'07.6"E
14MU57	Mudurnu/Fındıcak	1012	40°27'05.4"N 31°13'31.6"E
14MU58	Mudurnu/Fındıcak	1009	40°27'04.2"N 31°13'23.5"E
14MU59	Mudurnu/Fındıcak	1010	40°27'03.1"N 31°13'31.4"E
14MU60	Mudurnu/Merkez	841	40°27'56.0"N 31°12'35.8"E
14MU61	Mudurnu/Merkez	839	40°27'55.7"N 31°12'33.2"E
14MU62	Mudurnu/Kovucak	805	40°31'45.1"N 31°01'18.0"E
14MU63	Mudurnu/Kovucak	799	40°31'41.4"N 31°01'09.8"E
14MU64	Mudurnu/Kovucak	803	40°31'38.2"N 31°01'08.7"E
14MU65	Mudurnu/Taşkesti	859	40°34'37.0"N 31°01'01.8"E
14MU66	Mudurnu/Taşkesti	865	40°34'40.6"N 31°01'11.6"E
14MU67	Mudurnu/Taşkesti	866	40°34'21.6"N 31°00'52.0"E
14ME68	Mengen/Merkez	639	40°56'19.0"N 32°04'34.4"E
14ME69	Mengen/Merkez	652	40°56'24.1"N 32°04'32.9"E
14ME70	Mengen/Merkez	651	40°56'25.5"N 32°04'34.0"E
14ME71	Mengen/Merkez	650	40°56'28.1"N 32°04'37.7"E
14ME72	Mengen/Merkez	650	40°56'22.0"N 32°04'14.0"E
14ME73	Mengen/Merkez	645	40°56'22.4"N 32°04'12.0"E
14ME74	Mengen/Merkez	677	40°56'22.1"N 32°04'10.1"E
14ME75	Mengen/Merkez	732	40°56'22.5"N 32°04'07.9"E
14ME76	Mengen/Merkez	730	40°56'21.3"N 32°04'07.6"E
14ME77	Mengen/Babahızır	756	40°54'59.5"N 32°04'04.2"E
14ME78	Mengen/Babahızır	751	40°54'59.0"N 32°04'09.4"E
14ME79	Mengen/Babahızır	749	40°54'55.1"N 32°04'18.7"E
14GY80	Göynük/Merkez	815	40°24'37.1"N 30°47'06.8"E
14GY81	Göynük/Merkez	815	40°24'37.3"N 30°47'07.9"E

Tablo 3.3. Bolu (BL), Mudurnu (MU), Mengen (ME) ve Göynük (GY) ilçelerinde incelenen genotiplerin bazı tanımlayıcı özellikleri.

14GY82	Göynük/Merkez	815	40°24'37.2"N 30°47'09.8"E
14GY83	Göynük/Merkez	815	40°24'38.1"N 30°47'09.6"E
14GY84	Göynük/Merkez	795	40°24'37.2"N 30°47'11.1"E
14GY85	Göynük/Merkez	816	40°24'38.9"N 30°47'11.1"E
14GY86	Göynük/Merkez	797	40°24'36.8"N 30°47'11.7"E
14GY87	Göynük/Merkez	809	40°24'36.6"N 30°47'13.1"E
14GY88	Göynük/Merkez	815	40°24'36.0"N 30°47'13.1"E
14GY89	Göynük/Merkez	816	40°24'36.5"N 30°47'15.1"E
14GY90	Göynük/Merkez	798	40°24'35.0"N 30°47'11.8"E
14GY91	Göynük/Merkez	796	40°24'33.7"N 30°47'11.0"E
14GY92	Göynük/Merkez	762	40°24'32.8"N 30°47'13.3"E
14GY93	Göynük/Merkez	771	40°24'30.4"N 30°47'09.4"E
14GY94	Göynük/Merkez	759	40°24'27.5"N 30°47'08.5"E
14GY95	Göynük/Merkez	763	40°24'27.0"N 30°47'06.5"E
14GY96	Göynük/Merkez	766	40°24'26.6"N 30°47'02.9"E
14GY97	Göynük/Merkez	768	40°24'20.1"N 30°47'01.7"E
14GY98	Göynük/Merkez	760	40°24'15.0"N 30°47'04.0"E
14GY99	Göynük/Merkez	765	40°23'54.7"N 30°46'59.6"E
14GY100	Göynük/Merkez	759	40°24'02.2"N 30°47'10.0"E
14GY101	Göynük/Çubukköy	1071	40°28'23.0"N 30°49'38.3"E
14GY102	Göynük/Çubukköy	1061	40°28'14.2"N 30°49'33.3"E
14GY103	Göynük/Çubukköy	1065	40°28'11.8"N 30°49'35.8"E

Böğürtlen genotiplerinden alınan meyve ve yaprak örnekleri uygun kaplara yerleştirilmiş, etiketlenmiş ve buzlu termoslar içinde saklanmıştır. Arazi çalışmaları tamamlandıktan sonra, meyveler vakit kaybedilmeden laboratuvara taşınmıştır. Morfolojik ölçümler ve bazı kimyasal analizler için getirilen meyveler buzdolabında (+4 °C) muhafaza edilmiş ve hemen ölçüm ve analiz işlemlerine başlanmıştır. Biyokimyasal analizler için kullanılan meyve örnekleri ise -80 °C buzdolabında analiz yapılacağı zamana kadar muhafaza edilmiştir.



Fotoğraf 3.1. Meyve ve yaprakların toplanması ve laboratuvara getirilmesi

3.2.2 Yöntem

Araştırma kapsamında morfolojik ve pomolojik analizler için toplanan taze yaprak ve meyveler Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi laboratuvarlarına getirilerek analizler gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, biyokimyasal analizler kapsamında antioksidan aktivite, fenolik bileşikler, organik asit ve C vitamini analizleri Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Endüstriyel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yapılmıştır. Toplam fenolik bileşik tayini, toplam monomerik antosiyanin tayini, toplam antioksidan tayini (DPPH) ve toplam antosiyanin tayini Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi laboratuvarlarında analiz edilmiştir.

3.2.3 Bitki ve Meyve Özellikleri

3.2.3.1 Yaprak eni ve boyu (cm)

Tesadüfi olarak alınan 3 yaprağın ortalama eni ve boyları cetvel ve dijital kumpas ile ölçülerek, UPOV (Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerini Koruma Birliği) kriterlerine göre belirlenmiştir.

3.2.3.2 Yaprak sapı ve Orta Yaprak Uzunluğu (cm)

Tesadüfi olarak alınan 3 yaprağın ortalama yaprak sapı ve orta yaprak uzunlukları cetvel ve dijital kumpas ile ölçülmüştür.

3.2.3.3 Dikenlilik

Dallarda dikenlilik durumu her genotip için UPOV (Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerini Koruma Birliği) kriterlerine göre görsel olarak incelenerek sınıflandırma yapılmıştır.

3.2.3.4 Meyve Ağırlığı

Meyve ağırlığı, her genotipten rastgele seçilen 10 meyvenin 0,01 g'a duyarlı hassas bir terazi kullanılarak tek tek tartılmasıyla belirlenmiştir. Elde edilen her bir meyvenin ağırlığı hesaplanmış ve bu değerlerin aritmetik ortalamaları alınarak her bir genotipe ait meyve ağırlığı değerleri ayrıntılı bir şekilde belirlenmiştir.

3.2.3.5 Meyve eni ve boyları (mm)

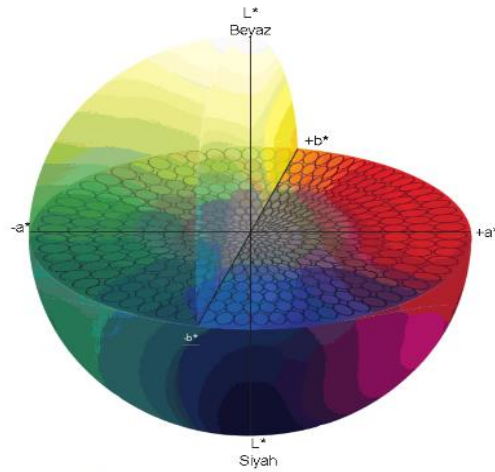
Rastgele seçilen 10 meyvenin ortalama en ve boy ölçüleri, 0,01 mm hassasiyetine sahip dijital bir kumpas kullanılarak ölçülmüş ve meyvelerin ortalama boy ve en değerleri belirlenmiştir.

3.2.3.6 Meyve Şekil İndeksi

Meyve şekil indeksi, meyve eninin meyve boyuna oranlanması yoluyla hesaplanmıştır.

3.2.3.7 Meyve Rengi

Meyve örnekleri Konica Minolta CR-400 marka renk ölçer ile L, a, b cinsinden ölçülmüştür. L* aydınlık değeri olup 0 siyah, 100 ise beyazı gösterir. Buna göre, a* kırmızı, -a* yeşil; b* sarı ve -b* mavi değerini gösterir (Karadeniz vd. 1996).



Şekil 3.7. Renk ölçümünde kullanılan L, a, b, Chroma ve Hue değerleri skalası (Kulcu, 2018).

3.2.3.8 Meyve Suyunda Titre Edilebilir Asit

İncelenen meyvelerin titre edilebilir asit içeriğini belirlemek amacıyla, her bir genotipten alınan meyveler, tülbent bez içinde sıkılarak meyve suyu elde

edilmiştir. Elde edilen meyve suyundan alınan 20 ml'lik örnekler, saf su ile seyreltilmiştir. Seyreltilen örnekler, pH değeri 8,1'e ulaşana kadar 0,1 N sodyum hidroksit (NaOH) ile titre edilmiştir. Kullanılan NaOH miktarına dayalı olarak asit değeri sitrik asit türünde hesaplanmıştır.

3.2.3.9 pH

Meyvenin pH değerini belirlemek amacıyla, rastgele seçilen meyvelerden elde edilen meyve suyu örnekleri homojen bir karışım oluşturacak şekilde sıkılmıştır. Meyve suyunun sıcaklığı oda sıcaklığında sabitlenirken, 50 ml'lik bir beher içerisinde 20 ml meyve suyu örneği alınarak pH-metresinin elektrodu bu meyve suyu karışımına daldırılmıştır. Elektrot meyve suyu karışımına daldırıldıktan sonra, değer istikrarlı hale gelinceye kadar bekletilmiş ve ardından okunan değer pH değeri olarak kaydedilmiştir.

3.2.3.10 Suda Çözünabilir Toplam Kuru Madde (SÇKM)

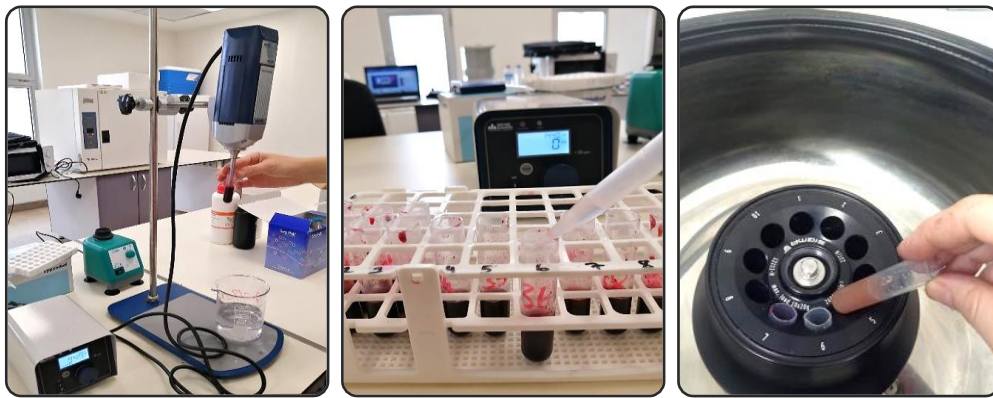
Meyve suyundaki çözünabilir toplam kuru madde içeriğini ölçmek için, her genotipten alınan meyve örnekleri tülbent içinde sıkılarak meyve suyu elde edilmiştir. Elde edilen meyve suyunun suda çözünabilir kuru madde içeriği, el refraktometresi kullanılarak yüzde olarak belirlenmiştir.

3.2.4 Fenolik Bileşiklerin Analizi

Araştırmada, böğürtlen örneklerinde gallik asit, protokatesuik asit, kateşin, klorojenik asit, kaffeik asit, *p*-kumarik asit, ferulik asit, *o*-kumarik asit, vanilik, rutin, kuersetin gibi fenolik bileşiklerin belirlenmesi için Rodriguez-Delgado vd. (2001) tarafından belirlenen yöntem kullanılmıştır. Çalışmada, 2 g böğürtlen örneği homojenizatörde parçalandıktan sonra 1:1 oranında distile su ile sulandırılmış ve 15 dakika boyunca 15000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Daha sonra üstte kalan kısım 0,45µm millipor filtrelerle filtre edilmiş ve HPLC'ye enjekte edilmiştir. Kromatografik ayırım, Agilent 1100 HPLC sisteminde, DAD dedektörü ile birlikte 250*4,6 mm, 4µm ODS kolon kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mobil faz olarak çözücü A Metanol-asetik asit-su (10:2:88), Çözücü B Metanol-asetik asit-su (90:2:8) kullanılmıştır. Ayırım 254 ve 280 nm de gerçekleştirilmiş ve akış hızı 1 mL/dk, enjeksiyon hacmi 20 µL olarak belirlenmiştir.

3.2.5 Organik Asit Analizi

Meyve örnekleri, analiz için derin dondurucuda (-20 °C) saklanmıştır. Araştırmada, süksinik, okzalik, sitrik, malik, tartarik ve fumarik asit içerikleri belirlenmiştir. Organik asitlerin ekstraksiyonunda, Bevilacqua ve Califano (1989) tarafından sunulan yöntem modifiye edilerek kullanılmıştır. Elde edilen meyve örneklerinden 2 g alınarak santrifüj tüplerine aktarılmıştır. Bu örneklerin üzerine 1 ml 0.009 N H₂SO₄ eklenerek homojen hale getirilmiştir (Heidolph Silent Crusher M, Almanya). Daha sonra çalkalayıcı (Heidolph Unimax 1010, Almanya) üzerinde 1 saat karıştırılmış ve 15 dakika boyunca 15000 rpm’de santrifüjlenmiştir. Santrifüjde ayrılan sulu kısım önce kaba filtre kağıdından, daha sonra iki kez 0,45 µm membran filtreden (Millipore Millex-HV Hydrophilic PVDF, Millipore, ABD) geçirilmiş ve son olarak SEP-PAK C18 kartuşundan geçirilmiştir. Organik asitler, Bevilacqua ve Califano'nun (1989) belirttiği yöntem kullanılarak yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) cihazında (Agilent HPLC 1100 series G 1322 A, Almanya) analize tabi tutulmuştur. HPLC sisteminde Aminex HPX-87H, 300 mm x 7,8 mm kolon (Bio-Rad Laboratories, Richmond, CA, ABD) kullanılmış, cihaz Agilent paket program içeren bilgisayarla kontrol edilmiştir. Sistemdeki DAD dedektörü (Agilent, ABD) 214 ve 280 nm dalga boylarına ayarlanmıştır. Çalışmada mobil faz olarak 0,45 µm membran filtreden geçirilen 0,009 N H₂SO₄ kullanılmıştır.



Fotoğraf 3.2 Biyokimyasal analizler için meyvelerin parçalanması ve santrifüjlenmesi.

3.2.6 C Vitamini Analizi

Böğürtlen meyve örneğinden alınan 2 gram, bir test tüpüne transfer edilmiş ve üzerine 5 ml %2,5 M-fosforik asit çözeltisi eklenmiştir. Karışım, +4 °C'de 6500 x g'de 10 dakika süreyle santrifüjlenmiştir. Santrifüj tüpündeki berrak kısımdan alınan 0,5 ml, %2,5'lik M-fosforik çözeltisi ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Bu karışım, 0,45 µm teflon filtre kullanılarak HPLC cihazına enjekte edilmiştir. HPLC analizleri, C vitamini için Phenomenex Luna C18 kolon (250 x 4,60 mm, 5 µ) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kolon fırını sıcaklığı 25 °C olarak ayarlanmıştır. Sistemde mobil faz olarak 1 ml/dakika akış hızında pH düzeyi H₂SO₄ ile 2,2'ye ayarlanmış ultrapür su kullanılmıştır. Okumalar, DAD dedektörde 254 nm dalga boyunda yapılmıştır. C vitamini pikinin tanımlanması ve miktarının belirlenmesinde, farklı konsantrasyonlarda hazırlanan L–askorbik asit (Sigma A5960) kullanılmıştır (Cemeroğlu, 2004).

3.2.7 Toplam Fenolik Bileşik Tayini

Toplam fenolik bileşik tayini, Waterhouse (2002) tarafından belirlenen yöntemle göre UV spektrofotometrede kolorimetrik olarak gerçekleştirilmiştir. Standart olarak gallik asit kullanılmış ve bir eğri oluşturmak amacıyla beş farklı konsantrasyonda hazırlanan gallik asit çözeltisi (0,1-0,5 mg/ml), tüplere alınarak hacmi 1 ml saf suyla tamamlanmıştır. Folin-Ciocalteu reaktifi (2,5 ml) ve %20'lik sodyum karbonat çözeltisi (7,5 ml, a/h, suda) deney tüpünde karıştırılarak 2 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Metanol, etanol, etil asetat, kloroform, aseton ve saf su kullanılarak hazırlanan örnek çözeltilerinden 0,5 ml, tüplere alınarak yukarıda belirtilen Folin-Ciocalteu reaktifi ile işlem görmüştür. Reaksiyon sonunda örneklerin absorbans değerleri, spektrofotometrede 760 nm dalga boyunda şahide karşı okunmuştur. Örneklerdeki toplam fenolik bileşik miktarı mg GAE/100g olarak ifade edilmiştir.

3.2.8 Toplam Monomerik Antosiyanin Tayini

Antosiyaninlerin maksimum absorbans gösterdiği dalga boyundaki absorbans değerlerinin ortamın pH değerlerine göre değişimini ölçmek, Qu ve ark. (2006) tarafından belirlenen yöntemle dayanmaktadır. Bu kapsamda, ortam pH değeri 1,0 ve pH 4,5 olduğunda ölçülen absorbans değerleri, aşağıdaki formülle elde edilmiştir.

$$\text{Absorbans (A)} = (A_{516} - A_{700})_{\text{pH } 1.0} - (A_{516} - A_{700})_{\text{pH } 4.5}$$

$$\text{Total monomeric anthocyanin (mg/L)} = (A \times 10^3 \times MW \times DF) / (E \times L)$$

MW: cyanidin-3-glukozitin moleküler ağırlığı

DF: seyreltme faktörü

L: spektrofotometre küvetinin ışık yolu genişliği (1 cm)

E: molar absorbans sabiti (26900)

3.2.9 Toplam Antioksidan Tayini (DPPH)

Örneklerin 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) serbest radikal süpürme aktivitesi, Blois (1958) tarafından önerilen DPPH metodu kullanılarak ölçülmüştür. 0.1 ml'lik örnek ekstraktları, etanol ile 1/5 oranında seyreltilerek hazırlanmış ve buna 2.9 ml DPPH (0.1 mM) eklenmiştir. Karışımın absorbans değeri 517 nm dalga boyunda 15 dakika sonra ölçülmüştür. Her bir uygulamaya ait örneğin DPPH radikalini süpürme aktivitesi aşağıda belirtilen formülle yüzde (%) olarak ifade edilmiştir.

$$\text{DPPH İnhibisyonu (\%)} = [(Ac-As)/Ac \times 100].$$

Ac: kontrol absorbansı, **As:** örneklerin absorbansı.



Fotoğraf 3.3. Meyvelerin Toplam Antioksidan tayini için hazırlanması.

3.2.10 Toplam Antosiyanin Tayini

Toplam antosiyanin tayini, Di Stefano, Cravero ve Gentilini (1989) tarafından önerilen yöntemle gerçekleştirilmiştir. Numuneler, hacimsel olarak 70/30/1 oranında etanol/su/HCl (hidroklorik asit) içeren bir çözelti ile seyreltilmiş ve 540 nm dalga boyunda 0,01 ile 0,9 arasında bir okuma değeri elde edilene kadar ölçülmüştür. Toplam antosiyanin içeriği, aşağıdaki denklem kullanılarak malvidin-3-glukozit eşdeğerleri olarak mg/L cinsinden ifade edilmiştir:

$$TA = A540nm \times 16.7 \times d$$

TA: toplam antosiyanin içeriği (malvidin-3-glikozit eşdeğeri)

d: sulandırma faktörü



Fotoğraf 3.4. Meyvelerin Toplam Antosiyanin analizi için hazırlanması (orijinal).

3.2.11 Tartılı Derecelendirme Puanlarının Hesaplanması

Çalışmada, incelenen böğürtlen genotipleri arasında umut vadeden özelliklere sahip olanların tespit edilmesi aşamasında, böğürtlen meyvesine özgü seleksiyon kriterleri dikkate alınarak pomolojik ve biyokimyasal özellikler değerlendirilmiştir. Araştırmada incelenen böğürtlen genotipleri, karşılaştırmaları için tartılı derecelendirme yöntemini kullanmıştır. Tartılı derecelendirme yönteminde temel özellikler ve önem dereceleri aşağıdaki Tablo 3.4’de verilmiştir. Tartılı derecelendirmede, meyve ağırlığı, suda çözünabilir kuru madde, asitlik ve dikenlilik özelliklerine göre göreceli puanlar, sınıf değerleri ve sınıf puanları belirlenmiştir. Her bir genotipin her özellik için aldığı puanlar toplanmış ve toplam tartılı derecelendirme puanları hesaplanmıştır.

Tablo 3.4. Seleksiyon çalışmasında temel alınan özellikler, sınıf değerleri ve göreceli puanlar aşağıda belirtilmiştir.

Özellik	Sınıf Değeri	Göreceli Puan
Meyve Ağırlığı	Yüksek-Orta-Düşük	35
SÇKM	Yüksek-Orta-Düşük	30

Asitlik	Yüksek-Orta-Düşük	20
Dikenlilik	Yüksek-Orta-Düşük	15
Toplam		100

3.2.12 Biyokimyasal Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmada incelenen genotipler arasında ümitvar özellik gösterenleri belirlemek için böğürtlen meyve türüne özgü seleksiyon kriterleri dikkate alınarak değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmada inceleme konusu olan böğürtlen meyve türüne ait genotipler, birbirleriyle karşılaştırmak amacıyla tartılı derecelendirme yöntemi kullanılmıştır. Tartılı derecelendirme sonucunda belirli bir sınırın üzerinde puan alan ve ümitvar özellikler sergileyen 30 genotip belirlenmiş ve bu tipler üzerinde takip eden yıllarda biyokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir.

3.2.13 İstatistiksel Analizler

Morfolojik ve biyokimyasal verilerin değerlendirilmesi amacıyla ortalamaların karşılaştırılması için Student'un t-testi (LSD) kullanılmıştır. İstatistiksel analizler, JMP Statistical Analysis Software istatistik programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, genotiplerin morfolojik ve biyokimyasal özelliklerle ilişkilerinin belirlenmesinde Temel Bileşen Analizi (TBA) ggbiplot (Wickham, 2016) paket programı yardımıyla yapılmıştır.

4. BULGULAR

4.1 Meyvelerin Morfolojik ve Biyokimyasal Özellikleri

4.1.1 Yaprak Boyutları

Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'e göre, 2021 yılı yaprak eni ve yaprak boyu bakımından genotipler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). 2021 yılı veri analizlerinde, yaprak eni en geniş 16,47 cm ile 14ME74 genotipinden elde edilirken, en uzun yaprak boyu 18,03 cm olarak 14BL25 ve 14ME74 genotiplerinde kaydedilmiştir. En dar yaprak boyutlarına baktığımızda ise, 14GY102 genotipinin (7,17 cm) en dar yaprak enine ve en kısa yaprak boyuna (8,67 cm) sahip olduğu belirlenmiştir. Yaprak eni açısından 14ME74 genotipini sırasıyla 14BL15 (15,30 cm), 14BL25 (15,27 cm) ve 14GY88 (13,80 cm) genotipleri takip etmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. Böğürtlen genotiplerinin yaprak eni.

Genotipler	Yaprak Eni (mm)		
	2021	2022	Ortalama
14BL11	11,33±0,09 c-h	11,57±0,03 f-j	11,45±0,12 ghi
14BL15	15,30±0,40 ab	15,03±0,03 ab	15,17±0,13 ab
14BL16	10,67±0,17 d-h	10,47±0,22 h-l	10,57±0,10 ij
14BL02	13,50±0,17 a-e	14,27±1,37 a-d	13,88±0,38 cd
14BL21	13,77±0,96 abc	14,77±1,17 abc	14,27±0,50 bc
14BL22	13,63±0,09 a-d	13,97±0,77 a-e	13,80±0,17 cd
14BL25	15,27±0,60 ab	15,50±0,15 a	15,38±0,12 a
14BL04	7,50±0,50 ij	7,50±0,26 mn	7,50±0,00 m
14BL40	12,57±0,56 b-g	12,80±0,15 c-g	12,68±0,12 ef
14BL42	11,90±0,10 c-g	11,90±0,06 e-i	11,90±0,00 fgh
14BL43	10,73±0,64 d-h	11,13±0,12 f-j	10,93±0,20 hij
14BL44	11,90±0,15 c-g	11,90±0,06 e-i	11,90±0,00 fgh
14BL46	10,03±0,38 g-j	10,00±0,00 i-l	10,27±0,23 jk
14BL06	12,23±0,70 c-g	11,53±0,20 f-j	11,88±0,35 fgh
14GY102	7,17±0,35 j	7,10±0,06 n	7,13±0,03 m
14GY80	10,50±0,51 e-i	10,50±0,29 h-l	10,50±0,00 ij
14GY88	13,80±0,15 abc	13,97±0,09 a-e	13,88±0,08 cd
14GY91	10,97±0,20 c-h	10,90±0,06 g-k	10,93±0,03 hij
14GY93	12,77±0,59 b-g	12,80±0,15 c-g	12,78±0,02 def
14GY94	8,83±1,02 hij	9,60±0,21 j-m	9,22±0,38 kl
14GY98	10,23±0,75 f-i	10,27±0,12 h-l	10,25±0,02 jk
14ME69	10,70±0,49 d-h	11,00±0,10 g-k	10,85±0,15 hij
14ME71	13,20±0,38 b-f	12,93±0,07B c-g	13,07±0,13 de
14ME72	12,63±0,61 b-g	13,13±0,07 b-f	12,88±0,25 def
14ME74	16,47±1,22 a	16,00±0,12 a	16,23±0,23 a
14ME77	8,67±0,18 hij	8,90±0,12 k-n	8,78±0,12 l
14ME78	8,87±0,55 hij	8,60±0,10 lmn	8,73±0,13 l
14ME79	10,50±0,23 e-i	10,37±0,12 h-l	10,43±0,07 ij
14MU57	12,13±0,69 c-g	12,30±0,12 d-h	12,22±0,08 efg
14MU59	11,20±0,38 c-h	11,43±0,12 f-j	11,32±0,12 g-j

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir ($p<0.05$)

Tablo 4.1 ve Tablo 4.2'e göre, 2022 yılında yaprak eni ve yaprak boyu bakımından genotipler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli görülmüştür.

Tablo 4.2. Böğürtlen genotiplerinin yaprak boyu.

Genotipler	Yaprak Boyu (cm)		
	2021	2022	Ortalama
14BL11	13,57±0,12 efg	13,23±0,13 d-g	13,40±0,17 c-g
14BL15	17,10±0,35 a	17,07±0,07 abc	17,08±0,02 a
14BL16	12,80±0,23 e-h	12,40±0,15 f-ı	12,60±0,20 e-h
14BL02	16,77±0,15 abc	16,37±0,93 abc	16,57±0,20 ab
14BL21	16,60±0,21 a-d	16,33±0,83 abc	16,47±0,13 ab
14BL22	14,57±0,28 c-f	13,63±0,80 d-g	14,10±0,47 cde
14BL25	18,03±0,47 a	17,47±0,09 a	17,75±0,28 a
14BL04	9,17±0,84 j	8,43±0,44 lm	8,80±0,37 m
14BL40	14,50±0,46 def	14,93±0,09 cde	14,72±0,22 cd
14BL42	11,77±0,30 ghı	11,93±0,20F g-j	11,85±0,08 g-j
14BL43	10,80±0,23 hij	10,97±0,03 h-k	10,88±0,08 ı-l
14BL44	11,93±0,50 ghı	12,07±0,12 f-ı	12,00±0,07 f-j
14BL46	11,53±0,15 ghı	11,43±0,22 g-k	12,55±1,02 e-ı
14BL06	12,10±0,44 ghı	11,90±0,59 f-j	12,00±0,10 f-j
14GY102	8,67±0,15 j	8,13±0,09 m	8,40±0,27 m
14GY80	12,80±0,31 e-h	13,57±0,27 d-g	13,18±0,38 d-h
14GY88	14,80±0,17 b-e	15,23±0,64 bcd	15,02±0,22 bc
14GY91	12,33±0,15 f-ı	12,27±0,47 f-ı	12,30±0,03 f-ı
14GY93	12,67±0,34 e-ı	13,03±0,67 d-h	12,85±0,18 e-h
14GY94	9,20±0,79 j	9,80±0,38 j-m	9,50±0,30 lm
14GY98	10,57±0,94 hij	10,47±0,33 ı-l	10,52±0,05 jkl
14ME69	13,13±0,09 efg	13,63±0,24 d-g	13,38±0,25 c-g
14ME71	16,93±0,22 ab	17,00±0,15 abc	16,97±0,03 a
14ME72	13,23±0,44 efg	13,27±0,03 d-g	13,25±0,02 d-h
14ME74	18,03±0,47 a	17,43±0,41 ab	17,73±0,30 a
14ME77	11,93±0,15 ghı	12,17±0,32 f-ı	12,05±0,12 f-j
14ME78	10,47±0,26 ıj	9,67±0,12 klm	10,07±0,40 klm
14ME79	11,60±0,59 ghı	11,73±0,12 f-k	11,67±0,07 h-k
14MU57	12,80±0,29 e-h	12,97±0,07 e-h	12,88±0,08 e-h
14MU59	13,33±0,13 efg	13,87±0,12 def	13,60±0,27 c-f

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir ($p<0.05$)

2022 yılında yapılmış olan analizlerde, yaprak eni en geniş 16,00 cm ile 14ME74 genotipi ve en uzun yaprak boyu 17,47 cm olarak 14B25 genotipinde kaydedilmiştir. En kısa yaprak boyutlarına baktığımızda ise, 14GY102 genotipinin (8,13 cm) en kısa yaprak boyuna ve en dar (7,10 cm) yaprak enine sahip olduğu

belirlenmiştir. Yaprak eni açısından 14ME74 genotipini sırasıyla 14BL25 (15,50 cm), 14BL15 (15,03 cm) ve 14BL21 (14,77 cm) genotipleri takip etmiştir. 14BL25 genotipini, yaprak uzunluğu bakımından 17,07 cm değere sahip olan 14BL15, 17 cm değere sahip olan 14ME71, 16,37 cm değere sahip olan 14BL02 genotipleri izlemiştir.

Yapılmış olan araştırmada iki yıllık istatistiklerin ortalamalarına baktığımızda en geniş yaprak enine 14ME74 (16,23 cm) sahip olurken, en dar yaprak enine 14GY102 (7,13 cm) genotipinin sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.1). Benzer şekilde en uzun yaprak boyu 14BL25 (17,75 cm) genotipi, en kısa yaprak boyu ise 14GY102 (8,40 cm) genotipi olarak belirlenmiştir (Tablo 4.2).

4.1.2 Yaprak Sapı ve Orta Yaprak Uzunlukları

Yaprak sapı ve orta yaprak uzunlukları incelendiğinde 2021 yılı genotipler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). 2021 yılında yapılmış olan analizlerde, en uzun yaprak sapı uzunluğu 6,77 cm ile 14ME71 ve en uzun orta yaprak uzunluğu 8,37 cm ile 14BL25 genotipinde kaydedilmiştir. En kısa yaprak sapı uzunluğu 2,68 cm ile 14GY98 genotipinde kaydedilirken, en kısa orta yaprak uzunluğu 3,37 cm ile 14BL06 genotipinde kaydedilmiştir. Yaprak sapı uzunluğunda, 14ME71 genotipini sırasıyla 14BL25 (6,67 cm), 14BL02 (6,53 cm) ve 14BL25 (6,50) genotipleri takip etmektedir. Orta yaprak uzunluğunda, 14BL25 genotipini sırasıyla 14ME74 (8,33 cm), 14BL88 (7,87 cm) ve 14BL40 (7,37 cm) genotipleri izlemektedir.

Tablo 4.3 ve Tablo 4.4'e göre, 2022 yılında yaprak sapı ve yaprak orta yaprak uzunluğu bakımından genotipler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli görülmüştür.

Tablo 4.3. Böğürtlen genotiplerinin yaprak sapı uzunluğu.

Genotipler	Yaprak Sap Uzunluğu (cm)		
	2021	2022	Ortalama
14BL11	4,80±0,12 d-h	4,97±0,03 c-l	4,88±0,08 c-j
14BL15	6,67±0,33 ab	6,97±0,03 a	6,82±0,15 a
14BL16	4,30±0,50 e-ı	3,63±0,03 ı-l	3,97±0,33 h-l
14BL02	6,53±0,27 abc	5,57±0,88 a-f	6,05±0,48 abc
14BL21	5,30±0,25 a-g	5,33±0,24 b-g	5,32±0,02 b-g
14BL22	5,00±0,50 c-g	4,33±0,64 f-k	4,67±0,33 d-j
14BL25	6,50±0,06 abc	6,43±0,18 ab	6,47±0,03 ab
14BL04	6,10±0,23 a-d	5,80±0,21 a-e	5,95±0,15 a-e
14BL40	4,90±0,06 c-h	4,37±0,12 f-k	4,63±0,27 e-j
14BL42	4,20±0,51 e-j	4,37±0,37 f-k	4,28±0,08 f-k
14BL43	3,93±0,32 e-j	3,77±0,12 h-l	3,85±0,08 h-l
14BL44	4,07±0,29 e-j	4,40±0,40 e-k	4,23±0,17 f-l
14BL46	4,40±0,21 e-ı	4,53±0,03 d-j	5,02±0,62 c-l
14BL06	3,00±0,38 ıj	3,03±0,26 kl	3,02±0,02 kl
14GY102	2,93±0,12 ıj	2,90±0,12 l	2,92±0,02 l
14GY80	5,37±0,19 a-f	5,63±0,09 a-f	5,50±0,13 a-f
14GY88	4,93±0,15 c-h	5,17±0,12 b-h	5,05±0,12 c-l
14GY91	5,03±0,09 b-g	5,13±0,09 b-h	5,08±0,05 c-h
14GY93	3,70±0,17 g-j	3,90±0,06 h-l	3,80±0,10 h-l
14GY94	3,30±0,32 hij	3,80±0,06 h-l	3,55±0,25 jkl
14GY98	2,63±0,78 j	3,53±0,09 jkl	3,08±0,45 kl
14ME69	4,00±0,31 e-j	4,07±0,15 g-l	4,03±0,03 g-l
14ME71	6,77±0,22 a	6,13±0,15 abc	6,45±0,32 ab
14ME72	6,07±0,20 a-d	5,93±0,19 a-d	6,00±0,07 a-d
14ME74	6,47±0,26 abc	5,87±0,15 a-d	6,17±0,30 abc
14ME77	3,73±0,09 f-j	3,70±0,20 ı-l	3,72±0,02 ı-l
14ME78	4,10±0,06 e-j	3,97±0,07 g-l	4,03±0,07 g-l
14ME79	3,93±0,30 e-j	3,70±0,12 ı-l	3,82±0,12 h-l
14MU57	4,13±0,09 e-j	4,40±0,06 e-k	4,27±0,13 f-k
14MU59	5,57±0,19 a-e	5,93±0,09 a-d	5,75±0,18 a-e

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir ($p<0.05$)

2022 yılında yapılmış olan analizlerde, en uzun yaprak sapı uzunluğu 6,97 cm ile 14BL15 ve en uzun orta yaprak uzunluğu 7,93 cm ile 14ME74 genotiplerinde kaydedilmiştir. En kısa yaprak sapı uzunluğu 2,90 cm ile 14GY102 ve en kısa orta yaprak uzunluğu 3,63 cm ile 14BL06 genotiplerinde kaydedilmiştir. 14BL15 genotipini sırasıyla 14BL25 (6,43 cm), 14ME71 (6,13 cm), 14ME72 ve 14MU59 (5,93 cm) genotipleri takip etmektedir. Orta yaprak uzunluğunda, 14ME74 genotipini sırasıyla 7,53 cm ile 14GY93, 7,40 cm ile 14BL25 ve 7,27 cm ile 14BL21 genotipleri takip etmektedir.

Yapılan bu çalışmada, iki yıllık istatistiklerin ortalamalarına baktığımızda en uzun yaprak sapı değeri 6,82 cm ile 14BL15 ve en kısa yaprak sapı değeri 2,92 cm ile 14GY102 genotipinde kaydedilmiştir. Bununla birlikte en uzun orta yaprak uzunluğu 8,13 cm ile 14ME74 genotipinde kaydedilirken en kısa orta yaprak uzunluğu 3,50 cm ile 14GY102 genotipinde kaydedilmiştir.

Tablo 4.4. Böğürtlen genotiplerinin orta yaprak uzunluğu.

Genotipler	Orta Yaprak Uzunluğu (cm)		
	2021	2022	Ortalama
14BL11	4,80±0,23 klm	5,30±0,15 b-ı	5,05±0,25 f-j
14BL15	6,77±0,03 cde	7,03±0,03 a-e	6,90±0,13 a-d
14BL16	4,07±0,07 mno	3,93±0,09 ghi	4,00±0,07 hij
14BL02	6,57±0,18 c-g	5,13±0,55 c-ı	5,85±0,72 c-g
14BL21	7,30±0,15 a-d	7,27±0,09 a-d	7,28±0,02 abc
14BL22	4,90±0,06 klm	4,80±0,15 e-ı	4,85±0,05 f-j
14BL25	8,37±0,09 a	7,40±1,00 abc	7,88±0,48 a
14BL04	3,60±0,06 no	3,70±0,12 hı	3,65±0,05 ij
14BL40	7,37±0,52 abc	7,80±0,25 a	7,58±0,22 ab
14BL42	5,53±0,03 f-l	6,03±0,12 a-g	5,78±0,25 c-g
14BL43	5,27±0,03 ı-l	5,00±0,06 d-ı	5,13±0,13 f-ı
14BL44	7,07±0,09 bcd	6,97±0,64 a-e	7,02±0,05 abc
14BL46	6,23±0,32 d-j	6,13±0,15 a-g	5,82±0,42 c-g
14BL06	3,37±0,09 o	3,63±0,18 ı	3,50±0,13 j
14GY102	4,67±0,03 lmn	4,60±0,25 f-ı	4,63±0,03 g-j
14GY80	5,23±0,07 jkl	5,40±0,12 b-ı	5,32±0,08 e-h
14GY88	7,87±0,20 ab	6,60±1,60 a-f	7,23±0,63 abc
14GY91	5,87±0,09 e-k	6,10±0,10 a-g	5,98±0,12 c-g
14GY93	7,00±0,46 bcd	7,53±0,32 ab	7,27±0,27 abc
14GY94	5,77±0,18 e-k	5,77±0,09 a-ı	5,77±0,00 c-g
14GY98	6,33±0,07 c-ı	6,13±0,09 a-g	6,23±0,10 b-f
14ME69	6,73±0,27 cde	6,73±0,12 a-f	6,73±0,00 a-e
14ME71	6,60±0,31 c-f	5,83±0,20 a-ı	6,22±0,38 b-f
14ME72	5,43±0,12 h-l	5,43±0,19 b-ı	5,43±0,00 d-h
14ME74	8,33±0,17 a	7,93±0,09 a	8,13±0,20 a
14ME77	6,47±0,09 c-h	5,97±0,12 a-h	6,22±0,25 b-f
14ME78	5,17±0,03 jkl	5,00±0,06 d-ı	5,08±0,08 f-ı
14ME79	5,77±0,15 e-k	6,03±0,54 a-g	5,90±0,13 c-g
14MU57	6,63±0,30 cde	6,93±0,09 a-e	6,78±0,15 a-e
14MU59	5,50±0,06 g-l	6,47±0,09 a-f	5,98±0,48 c-g

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p<0.05)

4.1.3 Dikenlilik

Araştırma sonuçlarına göre, 103 böğürtlen genotipinin tamamında diken varlığı gözlemlenmiştir. Dikenlilik durumu, üç parametrede incelenmiş olup bunlar; yüksek (1), orta (2), düşük (3) şeklinde ifade edilmiştir. Genotiplerdeki diken miktarı değişkenlik göstermiş olup %43'ü (44 adet) 'yüksek', %49'u (51 adet) 'orta' ve %8'i (8 adet) 'düşük' grubunda yer almıştır. Tartılı derecelendirme ile seçilmiş 30 böğürtlen genotipinin %50'si (15 adet) 'yüksek', %40'ı (12 adet) 'orta' ve %10'u (3 adet) 'düşük' grubunda olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın her iki yıl boyunca devam ettiği ve böğürtlen genotiplerinin dikenlilik durumunun aynı kaldığı belirlenmiştir (Tablo 4.5). 2021 ve 2022 yıllarında, 14BL40, 14MU57 ve 14MU59 genotiplerinin diken miktarının 'düşük' olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.5. Böğürtlen genotiplerinin diken miktarları.

Genotipler	Dikenlilik		
	2021	2022	Ortalama
14BL11	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00 b
14BL15	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00 b
14BL16	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00 b
14BL02	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00 a
14BL21	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00 a
14BL22	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00 b
14BL25	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00 b
14BL04	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00 a
14BL40	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00 c
14BL42	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00 b
14BL43	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00 b
14BL44	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00 b
14BL46	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00 b
14BL06	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00 b
14GY102	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00 b
14GY80	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00 a
14GY88	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00 a
14GY91	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00 a
14GY93	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00 a
14GY94	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00 a
14GY98	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00 b
14ME69	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00 a
14ME71	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00 a
14ME72	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00 a
14ME74	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00 a
14ME77	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00 a
14ME78	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00 a
14ME79	3,00±0,00	3,00±0,00	3,00±0,00 a
14MU57	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00 c
14MU59	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00 c

4.1.4 Meyve Ağırlığı

Meyve ağırlığı açısından böğürtlen genotipleri üzerine gerçekleştirilen araştırmada, genotipler arasında meyve ağırlığı açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir ($p<0.05$). 2021 yılında yapılan incelemede, genotipler arasında en yüksek meyve ağırlığı 14BL06 (2,41 g) genotipinde, en düşük meyve ağırlığı ise 14ME78 (0,52 g) genotipinde tespit edilmiştir. En yüksek meyve ağırlığında 14BL06 genotipini sırasıyla, 14GY88 (2,34 g), 14BL46 (2,15 g) ve 14BL16 (2,04 g) genotipleri takip etmiştir.

Çalışmanın ikinci yılında (2022), genotipler arasında en yüksek meyve ağırlığı 2,42 g ile 14BL06 genotipinde ölçülürken, en düşük meyve ağırlığı 0,50 g ile 14ME78 genotipinde ölçülmüştür. 14BL06 genotipini sırasıyla, 14BL46 (2,35 g), 14BL16 (1,92 g) ve 14BL15 (1,89 g) genotipleri takip etmiştir.

Tablo 4.1. Böğürtlen genotiplerinin meyve ağırlıkları.

Genotipler	Meyve Ağırlığı (g)		
	2021	2022	Ortalama
14BL11	1,48±0,05 b-f	1,49±0,05 c-f	1,49±0,00 b-e
14BL15	1,89±0,10 a-d	1,89±0,13 bcd	1,89±0,00 abc
14BL16	2,04±0,11 abc	1,92±0,14 bc	1,98±0,06 abc
14BL02	1,43±0,10 b-g	1,44±0,13 d-g	1,43±0,01 b-e
14BL21	1,88±0,13 a-d	1,82±0,12 cd	1,85±0,03 abc
14BL22	1,33±0,01 c-g	1,66±0,12 cde	1,49±0,16 b-e
14BL25	1,18±0,05 d-h	1,18±0,02 f-j	1,18±0,00 b-f
14BL04	0,83±0,07 fgh	0,86±0,08 h-m	0,85±0,01 ef
14BL40	1,22±0,05 d-h	1,28±0,09 d-h	1,25±0,03 b-f
14BL42	0,71±0,09 fgh	0,74±0,03 i-m	0,73±0,01 ef
14BL43	0,96±0,15 d-h	0,99±0,09 g-l	0,98±0,02D ef
14BL44	1,31±0,22 c-h	1,27±0,03 d-h	1,29±0,02 b-f
14BL46	2,15±0,65 ab	2,35±0,09 ab	1,44±0,71 b-e
14BL06	2,41±0,06 a	2,42±0,07 a	2,42±0,00 a
14GY102	1,18±0,02 d-h	1,12±0,02 f-k	1,15±0,03 c-f
14GY80	0,72±0,04 fgh	0,74±0,02 i-m	0,73±0,01 ef
14GY88	2,34±0,10 a	1,69±0,02 cde	2,02±0,32 ab
14GY91	0,68±0,05 fgh	0,66±0,02 klm	0,67±0,01 ef
14GY93	1,76±0,10 a-e	1,70±0,07 cde	1,73±0,03 a-d
14GY94	1,77±0,16 a-d	1,75±0,24 cd	1,76±0,01 a-d
14GY98	0,93±0,01 fgh	0,90±0,02 h-m	0,92±0,02 def
14ME69	0,84±0,03 fgh	0,82±0,03 h-m	0,83±0,01 ef
14ME71	0,65±0,02 gh	0,66±0,03 klm	0,65±0,01 ef
14ME72	0,71±0,03 fgh	0,69±0,03 klm	0,70±0,01 ef
14ME74	1,21±0,04 d-h	1,19±0,10 fghI	1,20±0,01 b-f
14ME77	0,66±0,02 gh	0,65±0,06 lm	0,65±0,01 ef
14ME78	0,52±0,02 h	0,50±0,02 m	0,51±0,01 f
14ME79	0,80±0,02 fgh	0,68±0,05 klm	0,74±0,06 ef
14MU57	0,72±0,05 fgh	0,72±0,03J klm	0,72±0,00 ef
14MU59	0,74±0,03 fgh	0,80±0,04 i-m	0,77±0,03 ef

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir ($p<0.05$)

İki yıllık ortalama değerlere göre, 14BL06 (2,42 g) genotipi en yüksek meyve ağırlığına sahipken, 14ME78 (0,51 g) genotipi en düşük meyve ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bağlamda, 14BL06, 14GY88, 14BL16, 14BL15 ve 14BL21 genotipleri yüksek meyve ağırlığı açısından öne çıkan genotipler olarak belirlenmiştir.

4.1.5 Meyve Boyutları

Tablo 4.7 ve Tablo 4.8 incelendiğinde, 2021 yılında meyve eni ve meyve boyu açısından genotipler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). 2021 yılı veri analizlerine göre, meyve eni en yüksek değeri 16,21 mm ile 14BL06 genotipinden elde ederken, en yüksek meyve boyu 12,95 mm olarak 14GY94 genotipinde kaydedilmiştir. En kısa meyve boyutlarına bakıldığında, 14GY102 genotipi (8,60 mm) hem en kısa meyve enine sahipken hem

de en kısa (6,61 mm) meyve boyuna sahip olarak belirlenmiştir. Meyve eni açısından, 14BL06 genotipi en yüksek değere sahip olup genotipi, sırasıyla 14GY94 (15,01 mm), 14GY88 (14,79 mm) ve 14GY93 (14,55 mm) genotipleri takip etmiştir. Meyve boyu bakımından ise 14GY94 genotipini en yüksek değere sahip olan 14BL21 (12,94 mm), 14GY93 (12,93 mm) ve 14BL44 (12,80 mm) genotipleri izlemiştir.

Tablo 4.2. Böğürtlen genotiplerinin meyve eni.

Genotipler	Meyve Eni (mm)		
	2021	2022	Ortalama
14BL11	12,64±0,38 b-ı	12,69±0,18 b-f	12,67±0,03 b-f
14BL15	12,87±0,19 b-h	12,25±0,27 b-g	12,56±0,31 b-g
14BL16	14,22±0,40 a-d	14,15±0,02 abc	14,19±0,04 abc
14BL02	12,77±0,32 b-h	12,70±0,55 b-f	12,74±0,04 b-f
14BL21	13,56±1,08 b-e	14,54±0,59 ab	14,05±0,49 a-d
14BL22	11,90±0,50 d-j	13,79±0,03 abc	12,84±0,94 b-e
14BL25	12,05±0,21 c-j	11,52±0,43 c-ı	11,79±0,27 d-j
14BL04	10,81±0,64 f-k	10,64±0,53 d-ı	10,73±0,08 e-k
14BL40	12,91±0,23 b-g	12,74±0,63 b-f	12,82±0,08 b-e
14BL42	11,05±0,59 e-k	10,59±0,22 e-ı	10,82±0,23 e-k
14BL43	12,09±0,67 c-j	11,50±0,02 c-ı	11,79±0,30 d-j
14BL44	12,75±0,50 b-h	11,88±0,29 b-h	12,31±0,43 b-h
14BL46	13,36±0,85 b-f	14,35±0,28 ab	12,21±1,15 c-h
14BL06	16,21±0,40 a	16,02±0,68 a	16,12±0,10 a
14GY102	8,60±0,98 k	8,83±0,48 ı	8,72±0,11 k
14GY80	10,43±0,15 g-k	11,05±0,59 d-ı	10,74±0,31 e-k
14GY88	14,79±0,20 ab	13,36±0,85 a-d	14,07±0,71 a-d
14GY91	10,50±0,41 g-k	9,97±0,17 ghı	10,24±0,26 h-k
14GY93	14,55±0,27 abc	13,01±0,19 b-e	13,78±0,77 bcd
14GY94	15,01±0,50 ab	14,03±1,16 abc	14,52±0,49 ab
14GY98	10,88±0,13 f-k	10,61±0,14 e-ı	10,74±0,14 e-k
14ME69	11,49±0,33 e-j	11,05±0,59 d-ı	11,27±0,22 e-j
14ME71	10,12±0,24 ı-k	10,16±0,36 f-ı	10,14±0,02 h-k
14ME72	10,31±0,33 h-k	10,66±0,25 d-ı	10,48±0,18 f-k
14ME74	11,96±0,24 d-j	11,86±0,85 b-h	11,91±0,05 c-l
14ME77	9,97±0,17 jk	9,74±0,61 ghı	9,86±0,12 ijk
14ME78	9,62±0,15 jk	9,38±0,48 hı	9,50±0,12 jk
14ME79	10,59±0,25 g-k	10,50±0,41 e-ı	10,54±0,05 e-k
14MU57	10,66±0,25 g-k	10,31±0,33 e-ı	10,48±0,18 f-k
14MU59	10,59±0,22 g-k	10,09±0,02 f-ı	10,34±0,25 g-k

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p<0.05)

Tablo 4.7 ve Tablo 4.8'e göre, 2022 yılında meyve eni ve meyve boyu açısından genotipler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 2022 yılı analizlerine göre, 14BL06 genotipi en yüksek meyve eni (16,02 mm) ve en yüksek meyve boyuna (13,93 mm) sahip genotip olarak tespit edilmiştir. En kısa meyve boyutlarına bakıldığında ise 14GY102 genotipi (8,85 mm) en kısa meyve enine ve en kısa meyve boyuna (6,01 mm) sahip olarak belirlenmiştir.

Meyve eni açısından, 14BL06 genotipini sırasıyla 14BL21 (14,54 mm), 14BL46 (14,35 mm) ve 14BL16 (13,15 mm) genotipleri takip etmiştir. Meyve boyu açısından 14BL06 genotipini, 13,40 mm değere sahip olan 14BL21, 13,03 mm değere sahip olan 14BL46, 12,77 mm değere sahip olan 14BL02 genotipleri izlemiştir.

Tablo 4.3. Böğürtlen genotiplerinin meyve boyu.

Genotipler	Meyve Boyu (mm)		
	2021	2022	Ortalama
14BL11	12,26±0,73 a-d	12,11±0,82 a-g	12,19±0,07 a-d
14BL15	12,19±0,29 a-d	12,22±0,13 a-f	12,21±0,01 a-d
14BL16	12,63±0,23 abc	12,57±0,15 a-e	12,60±0,03 abc
14BL02	12,15±0,43 a-d	12,77±0,72 a-d	12,46±0,31 abc
14BL21	12,94±0,22 ab	13,40±0,27 ab	13,17±0,23 ab
14BL22	11,62±0,34 a-e	12,49±0,35 a-f	12,05±0,44 a-d
14BL25	11,06±0,13 b-f	10,52±0,41 d-j	10,79±0,27 b-g
14BL04	8,95±0,37 e-ı	9,30±0,18 h-l	9,12±0,18 e-ı
14BL40	11,12±0,19 b-f	11,33±0,23 b-h	11,22±0,11 b-e
14BL42	9,68±0,65 d-h	10,19±0,14 e-k	9,93±0,26 d-ı
14BL43	10,84±0,65 b-f	10,04±0,13 f-k	10,44±0,40 c-h
14BL44	12,80±0,64 ab	11,26±0,22 b-ı	12,03±0,77 a-d
14BL46	12,67±0,82 ab	13,03±0,10 abc	11,18±1,50 b-f
14BL06	14,01±0,82 a	13,93±0,5 a	13,97±0,04 a
14GY102	6,61±1,30 ı	6,03±0,60 m	6,32±0,29 j
14GY80	8,64±0,18 f-ı	9,68±0,65 g-l	9,16±0,52 e-ı
14GY88	12,57±0,15 abc	12,67±0,82 a-e	12,62±0,0 abc
14GY91	7,54±0,54 hı	8,33±0,08 j-m	7,94±0,39 ij
14GY93	12,93±0,13 ab	12,45±0,20 a-f	12,69±0,24 abc
14GY94	12,95±0,79 ab	12,57±0,52 a-e	12,76±0,19 abc
14GY98	9,33±0,21 e-ı	9,11±0,19 h-l	9,22±0,11 e-ı
14ME69	9,89±0,60 c-h	9,68±0,65 g-l	9,78±0,11-ı
14ME71	8,69±0,18 f-ı	8,78±0,25 ı-l	8,73±0,04f-j
14ME72	9,11±0,21 e-ı	9,32±0,35 h-l	9,21±0,11 e-ı
14ME74	10,51±0,12 b-g	10,58±0,78 c-j	10,55±0,03 c-h
14ME77	9,08±0,42 e-ı	7,74±0,56 klm	8,41±0,67 g-j
14ME78	7,87±0,32 ghı	7,37±0,25 lm	7,62±0,25 ij
14ME79	8,76±0,06 f-ı	7,54±0,54 lm	8,15±0,61 hıj
14MU57	9,32±0,35 e-ı	9,11±0,21 h-l	9,21±0,11 e-ı
14MU59	10,30±0,15 b-h	9,35±0,49 h-l	9,83±0,48 d-ı

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar, $p < 0,05$ anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Yapılan çalışmada iki yıllık istatistiksel ortalamalara bakıldığında, en yüksek meyve enine sahip genotipler sırasıyla 14BL06 (16,12 mm), 14GY94 (14,52 mm), 14BL16 (14,19 mm) ve 14GY88 (14,07 mm), en düşük meyve enine sahip genotipin ise 14GY102 (8,72 mm) olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.7). Benzer şekilde, en yüksek meyve boyuna sahip genotipler sırasıyla 14BL06 (13,97 mm), 14BL21 (13,17 mm), 14GY94 (12,76 mm) ve 14GY93 (12,69 mm) iken en düşük meyve boyuna sahip genotip 14GY102 (6,32 mm) olarak belirlenmiştir (Tablo 4.8).

4.1.6 Meyve Şekil İndeksi

Böğürtlen genotiplerinin meyve şekil indeksi açısından aralarındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). 2021 yılı verilerine göre, meyve şekil indeksi bakımından 14GY91 genotipi 1,40 ile en yüksek değere sahipken, 14BL41 genotipi 1,00 mm ile en düşük değere sahiptir. 14GY91 genotipini sırasıyla 14GY102 (1,35 mm), 14ME78 (1,23 mm) ve 14ME79 (1,21 mm) genotipleri takip etmektedir.

Tablo 4.4. Böğürtlen genotiplerinin meyve şekil indeksi.

Genotipler	Meyve Şekil İndeksi		
	2021	2022	Ortalama
14BL11	1,03±0,04 c	1,06±0,06 cd	1,05±0,01 e
14BL15	1,06±0,01 c	1,00±0,01 d	1,03±0,00 e
14BL16	1,13±0,02 bc	1,13±0,01 cd	1,13±0,00 de
14BL02	1,05±0,04 c	1,00±0,08 d	1,03±0,05 e
14BL21	1,05±0,08 c	1,09±0,04 cd	1,07±0,06 e
14BL22	1,02±0,03 c	1,11±0,03 cd	1,07±0,03 e
14BL25	1,09±0,03 c	1,10±0,03 cd	1,09±0,02 de
14BL04	1,21±0,03 abc	1,14±0,04 cd	1,18±0,03 b-e
14BL40	1,16±0,02 abc	1,13±0,07 cd	1,14±0,03 b-e
14BL42	1,14±0,03 bc	1,04±0,02 cd	1,09±0,01 de
14BL43	1,12±0,02 bc	1,15±0,02 cd	1,13±0,01 b-e
14BL44	1,00±0,04 c	1,06±0,03 cd	1,03±0,04 e
14BL46	1,05±0,02 c	1,10±0,02 cd	1,08±0,02 e
14BL06	1,16±0,05 abc	1,15±0,02 cd	1,16±0,03 b-e
14GY102	1,35±0,13 ab	1,48±0,06 a	1,41±0,08 a
14GY80	1,21±0,02 abc	1,14±0,03 cd	1,18±0,01 b-e
14GY88	1,18±0,00 abc	1,05±0,02 cd	1,12±0,01 de
14GY91	1,40±0,07 a	1,20±0,03 bcd	1,30±0,03 abc
14GY93	1,13±0,02 bc	1,04±0,01 cd	1,09±0,01 de
14GY94	1,16±0,04 abc	1,11±0,05 cd	1,14±0,04 b-e
14GY98	1,17±0,04 abc	1,17±0,04 bcd	1,17±0,00 b-e
14ME69	1,17±0,04 abc	1,14±0,03 cd	1,16±0,02 b-e
14ME71	1,17±0,04 abc	1,16±0,07 cd	1,16±0,02 b-e
14ME72	1,13±0,02 bc	1,15±0,05 cd	1,14±0,03 b-e
14ME74	1,14±0,01 bc	1,12±0,03 cd	1,13±0,02 b-e
14ME77	1,10±0,03 c	1,26±0,02 abc	1,18±0,02 b-e
14ME78	1,23±0,04 abc	1,27±0,06 abc	1,25±0,02 a-d
14ME79	1,21±0,03 abc	1,40±0,07 ab	1,30±0,04 ab
14MU57	1,15±0,05 bc	1,13±0,02 cd	1,14±0,03 b-e
14MU59	1,03±0,01 c	1,08±0,05 cd	1,06±0,02 e

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir ($p<0.05$)

2022 yılı verilerine göre, meyve şekil indeksi bakımından en yüksek değere 1,48 mm ile 14GY102 genotipi sahip olurken, en düşük meyve şekil indeksi ise 14BL15 (1,00 mm) genotipi olarak ölçülmüştür. 14GY102 genotipini sırasıyla 14ME79 (1,40 mm), 14ME78 (1,27 mm) ve 14ME77 (1,26 mm) genotipleri

izlemiştir (Tablo 4.9). Meyve şekil indeksi açısından iki yılın ortalama değerlerine bakıldığında, 14GY102 (1,41 mm) genotipinin en yüksek değere sahip olduğu, 14GY102 genotipini sırasıyla 14ME79 (1,30 mm), 14GY91(1,29 mm) ve 14ME78 (1,24 mm) genotipleri izlemiştir. 14BL44 (1,02 mm) genotipi ise en düşük şekil indeksine sahip genotip olarak belirlenmiştir (Tablo 4.9).

4.1.7 Meyve Rengi

En yaygın kullanılan ve popüler olan renk ölçüm yöntemlerinden biri, CIE tarafından 1976 yılında tanıtılan $L^*a^*b^*$ metodudur. Bu metod, orijinal Yxy renk metodunun büyük sorunlarından birini azaltmak amacıyla geliştirilmiştir. L^* değeri açıklığı/koyuluğu temsil ederken, a^* ve b^* ise kromatiklik koordinatlarının renk aralıklarını temsil etmektedir. Bu renk aralığında, $+a^*$ yönü kırmızıyı, $-a^*$ yönü yeşili, $+b^*$ yönü sarıyı ve $-b^*$ yönü maviyi temsil etmektedir. Merkez noktası akromatik olmakta birlikte a^* ve b^* değerleri merkezden uzaklaştıkça renk canlılığı artmaktadır.

4.1.8 L^* Değeri

Yapılan araştırmada, böğürtlen genotipleri üzerinde yapılan inceleme sonucunda L^* değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir ($p<0,05$). L^* değeri, meyvelerin renk tonunu ifade eder ve 0'dan 100'e doğru değişir; 0 daha koyu, 100 daha açık renge işaret eder. 2021 yılı ölçümlerine göre, genotipler arasında en açık meyve rengine sahip olan 14BL06 genotipi, 31,59 L^* değeri ile belirlenmiştir. Sırasıyla 14BL04 (30,85) ve 14ME79 (16,59) genotipleri de açık renkte meyvelere sahiptir. En koyu meyve rengine ise 14BL46 genotipi, 10,79 L^* değeri ile sahip olmuştur, bunu 14MU59 (10,97) ve 14GY91 (10,98) genotipleri takip etmektedir (Tablo 4.10).

2022 yılı ölçümlerine göre, genotipler arasında en açık meyve rengine sahip olan 14BL06 genotipi, 31,13 L^* değeri ile belirlenmiştir. Bu genotipi, sırasıyla 14BL04 (30,48) ve 14BL21 (18,12) genotipleri izlemiştir. En koyu meyve rengine sahip olan genotip ise 14BL43, 10,12 L^* değeri ile belirlenmiştir. Bu genotipi sırasıyla 14GY91 (10,65) ve 14BL46 (11,04) genotipleri takip etmiştir. Böğürtlen meyvelerinin renk ölçümünde L^* değerinin iki yıllık ortalaması incelendiğinde, 31,36 L^* (14BL06) ile 10,86 L^* (14GY91) değerleri arasında değişim gözlemlenmiştir (Tablo 4.10).

Tablo 4.5. Böğürtlen genotiplerinin L* değeri.

Genotipler	L* Değeri		
	2021	2022	Ortalama
14GY88	12,95±0,39 c-h	11,20±0,51 gh	12,07±0,45 d-h
14BL02	14,64±0,52 bcd	14,80±0,36 b-f	14,72±0,44 bcd
14BL04	30,85±0,51 a	30,48±0,51 a	30,67±0,51 a
14BL06	31,59±0,49 a	31,13±0,99 a	31,36±0,74 a
14BL11	12,32±0,49 d-h	13,67±0,99 c-g	12,99±0,74 c-h
14BL15	13,29±0,69 c-h	12,10±0,57 e-h	12,69±0,63 c-h
14BL16	12,77±0,39 d-h	12,42±0,52 d-h	12,59±0,45 c-h
14BL21	13,85±0,52 c-f	18,12±0,19 b	15,99±0,36 b
14BL22	13,05±0,36 c-h	13,35±0,19 c-h	13,20±0,27 c-h
14BL25	15,57±0,35 bc	11,85±0,01 e-h	13,71±0,18 b-g
14BL40	12,48±0,49 d-h	12,19±0,51 d-h	12,33±0,50 c-h
14BL42	13,25±0,51 c-h	12,50±1,02 d-h	12,87±0,76 c-h
14BL43	12,08±0,02 d-h	10,12±0,02 h	11,10±0,02 gh
14BL44	11,80±0,56 fgh	12,58±1,49 d-h	12,19±0,47 c-h
14BL46	10,79±0,06 h	11,04±0,49 gh	10,92±0,22 h
14GY102	11,99±0,57 e-h	12,45±0,47 d-h	12,22±0,52 c-h
14GY80	13,24±0,50 c-h	12,68±0,52 d-h	12,96±0,51 c-h
14GY91	10,98±0,16 gh	10,65±0,52 gh	10,82±0,34 h
14GY93	13,43±0,22 c-g	12,54±0,42 d-h	12,98±0,10 c-h
14GY94	11,16±0,54 gh	11,66±0,31 fgh	11,41±0,42 fgh
14GY98	14,43±0,51 b-e	13,12±0,49 c-h	13,78±0,50 b-f
14ME69	14,63±0,52 bcd	17,46±0,49 b	16,04±0,50 b
14ME71	11,41±0,51 fgh	11,07±0,50 gh	11,24±0,01 fgh
14ME72	14,63±0,02 bcd	13,59±0,51 c-g	14,11±0,25 b-e
14ME74	13,21±0,42 c-h	15,65±0,51 bcd	14,43±0,05 bcd
14ME77	13,21±0,49 c-h	16,43±0,56 bc	14,82±0,53 bc
14ME78	13,03±0,49 c-h	12,87±0,49 d-h	12,95±0,49 c-h
14ME79	16,59±0,49 b	15,20±0,49 b-e	15,89±0,49 b
14MU57	12,24±0,49 d-h	11,05±0,51 gh	11,64±0,50 e-h
14MU59	10,97±0,36 gh	11,34±0,51 gh	11,15±0,43 fgh

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir ($p<0.05$)

4.1.9 a* Değeri

Tablo 4.11’de görüldüğü gibi böğürtlen genotiplerinin renk ölçümlerinde a* değeri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0,05$). 2021 yılındaki örneklerden elde edilen verilere göre, böğürtlen genotipleri arasında en yüksek a* değerine sahip olan genotip 14BL04, 27,29 a* değeri ile belirlenmiştir. Bu genotipi sırasıyla 14BL06 (27,19 a*) ve 14ME79 (3,80 a*) genotipleri izlemiştir. En düşük a* değerine sahip olan genotip ise 14BL21, -0,12 a* değeri ile belirlenirken, onu sırasıyla 14BL22 (0,06 a*) ve 14BL02 (0,10 a*) genotipleri takip etmiştir.

2022 yılındaki örneklerde ise en yüksek a* değeri 14BL04 genotipinde, 28,78 değeri ile saptanmıştır. Bu genotipi sırasıyla 14BL06 (26,19 a*) ve 14ME79 (2,73 a*) genotipleri takip etmiştir. En düşük a* değerine sahip genotip ise 14BL21,

0,34 a* değeri ile belirlenmiş ve onu sırasıyla 14GY80 (0,46 a*) ve 14BL05 (0,54 a*) genotipleri izlemiştir.

Tablo 4.6. Böğürtlen genotiplerinin a* değeri.

Genotipler	a* değeri		
	2021	2022	Ortalama
14GY88	0,72±0,10 fgh	0,77±0,08 e-h	0,74±0,01 g-j
14BL02	0,10±0,01 hı	2,39±0,07 cd	1,24±0,04 d-ı
14BL04	27,29±0,36 a	28,78±0,54 a	28,03±0,45 a
14BL06	27,19±0,45 a	26,19±0,74 b	26,69±0,60 b
14BL11	0,71±0,07 fgh	1,33±0,05 d-h	1,02±0,06 e-ı
14BL15	0,75±0,12 fgh	0,68±0,07 e-h	0,71±0,03 g-j
14BL16	1,23±0,11 ef	1,35±0,11 d-h	1,29±0,11 d-h
14BL21	-0,12±0,01 ı	0,34±0,05 h	0,11±0,02 j
14BL22	0,06±0,04 hı	0,71±0,03 e-h	0,39±0,04 ij
14BL25	0,37±0,06 ghı	0,54±0,10 gh	0,45±0,08 hij
14BL40	0,54±0,09 f-ı	0,65±0,06 e-h	0,60±0,08 g-j
14BL42	0,38±0,07 ghı	0,68±0,09 e-h	0,53±0,01 hij
14BL43	2,56±0,19 cd	0,77±0,06 e-h	1,66±0,06 def
14BL44	1,06±0,03 fg	0,66±0,04 e-h	0,86±0,01 e-j
14BL46	0,57±0,12 f-ı	0,66±0,07 e-h	0,61±0,09 g-j
14GY102	0,80±0,08 fgh	0,84±0,06 e-h	0,82±0,01 f-j
14GY80	0,31±0,09 ghı	0,46±0,08 h	0,38±0,08 ij
14GY91	0,63±0,07 f-ı	0,71±0,05 d-g	0,67±0,01 g-j
14GY93	0,31±0,08 ghı	0,70±0,08 e-h	0,51±0,00 hij
14GY94	0,72±0,10 fgh	0,65±0,12 e-h	0,68±0,11 g-j
14GY98	0,79±0,03 fgh	0,82±0,04 e-h	0,80±0,01 g-j
14ME69	1,24±0,11 ef	0,56±0,07 fgh	0,90±0,09 e-j
14ME71	1,87±0,08 de	1,58±0,11 d-g	1,72±0,02 de
14ME72	1,21±0,07 ef	1,68±0,04 cde	1,45±0,02 d-g
14ME74	0,50±0,03 f-ı	0,81±0,03 e-h	0,66±0,00 g-j
14ME77	2,87±0,09 c	1,21±0,08 e-h	2,04±0,01 d
14ME78	0,76±0,06 fgh	1,61±0,09 def	1,18±0,07 d-ı
14ME79	3,80±0,09 b	2,73±0,08 c	3,27±0,09 c
14MU57	0,56±0,06 f-ı	0,63±0,11 e-h	0,59±0,08 g-j
14MU59	0,77±0,06 fgh	0,62±0,10 fgh	0,69±0,08 g-j

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p<0.05)

Böğürtlen meyvelerinin renk ölçümünde a* değerinin iki yıllık ortalaması incelendiğinde, 28.03 a* (14BL04) ile 0,11 a* (14BL21) değerleri arasında değişim gözlemlenmiştir (Tablo 4.11).

4.1.10 b*Değeri

Tablo 4.12’de gözlemlendiği üzere, gerçekleştirilen araştırmada böğürtlen genotiplerinin renk ölçümlerinde b* değeri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir (p<0,05).

2021 yılında elde edilen örneklerin ölçümüne göre, en yüksek b* değerine sahip genotip 14BL44, 2,02 b* değeri ile belirlenmiştir; en düşük b* değerine sahip olan genotip ise -0,39 b* değeri ile 14ME74 genotipi olarak belirlenmiştir. 14BL44

genotipini sırasıyla, 1,26 b* değeri ile 14ME79 ve 1,25 b* değeri ile 14BL04 genotipleri izlemiştir. 14ME74 genotipini ise -0,14 b* değeri ile 14BL21 ve -0,08 b* değeri ile 14BL25 genotipleri takip etmiştir.

Tablo 4.7. Böğürtlen genotiplerinin b* değeri.

Genotipler	b* değeri		Ortalama
	2021	2022	
14GY88	0,27±0,11 d-g	0,44±0,09 b-e	0,35±0,10 de
14BL02	0,04±0,19 d-g	0,02±0,30 cde	0,03±0,24 de
14BL04	1,25±0,09 bc	1,18±0,09 ab	1,22±0,09 ab
14BL06	0,06±0,13 d-g	0,05±0,28 cde	0,06±0,21 de
14BL11	0,22±0,20 d-g	0,18±0,05 cde	0,20±0,13 de
14BL15	0,50±0,12 def	0,15±0,09 cde	0,32±0,10 de
14BL16	0,57±0,07 de	0,65±0,14 a-e	0,61±0,10 b-e
14BL21	-0,14±0,15 fg	-0,03±0,09 de	-0,08±0,12 e
14BL22	-0,02±0,18 efg	-0,03±0,24 de	-0,02±0,21 e
14BL25	-0,08±0,10 efg	-0,15±0,24 e	-0,11±0,17 e
14BL40	0,14±0,04 d-g	0,34±0,11 b-e	0,24±0,04 de
14BL42	0,31±0,12 def	0,55±0,05 b-e	0,43±0,08 cde
14BL43	0,68±0,03 bcd	0,40±0,19 b-e	0,54±0,08 b-e
14BL44	2,02±0,14 a	1,57±0,42 a	1,79±0,14 a
14BL46	0,24±0,12 d-g	0,35±0,15 b-e	0,29±0,13 de
14GY102	0,60±0,08 b-e	0,85±0,07 a-d	0,72±0,00 bcd
14GY80	0,06±0,08 d-g	0,24±0,03 b-e	0,15±0,02 de
14GY91	-0,04±0,17 efg	-0,07±0,30 de	-0,05±0,23 e
14GY93	0,55±0,12 def	0,58±0,11 a-e	0,57±0,12 b-e
14GY94	0,46±0,13 def	0,22±0,04 b-e	0,34±0,05 de
14GY98	0,50±0,07 def	0,55±0,14 b-e	0,52±0,04 b-e
14ME69	0,41±0,13 def	0,07±0,28 cde	0,24±0,20 de
14ME71	0,51±0,06 def	0,50±0,02 b-e	0,50±0,04 b-e
14ME72	-0,02±0,18 efg	0,55±0,07 b-e	0,27±0,05 de
14ME74	-0,39±0,08 g	0,24±0,03 b-e	-0,08±0,03 e
14ME77	0,57±0,09 cde	0,29±0,07 b-e	0,43±0,01 cde
14ME78	0,07±0,08 d-g	0,50±0,01 b-e	0,28±0,03 de
14ME79	1,26±0,06 b	1,00±0,11 abc	1,13±0,09 abc
14MU57	-0,03±0,12 efg	-0,03±0,04 de	-0,03±0,08 e
14MU59	0,11±0,13 d-g	0,19±0,27 cde	0,15±0,20 de

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar, $p < 0,05$ anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı değildir.

2022 yılı ölçümlerinde ise en yüksek b* değerine sahip genotip 14BL44, 1,57 b* değeri ile belirlenmiştir; en düşük b* değerine sahip olan genotip ise 14BL25, -0,15 b* değeri ile belirlenmiştir. 14BL44 genotipini, sırasıyla 1,18 b* değeri ile 14BL04 ve 1,00 b* değeri ile 14ME79 genotipleri takip etmiştir. 14BL25 genotipini ise -0,07 b* değeri ile 14GY91 ve -0,03 b* değeri ile 14MU57 genotipleri izlemiştir. Böğürtlen meyvelerinin renk ölçümünde b* değerinin iki yıllık ortalaması incelendiğinde, 1,79 b* (14BL44) ile 0,11 b* (14BL25) değerleri arasında değişim gözlemlenmiştir (Tablo 4.12).

4.1.11 Kroma Değeri

Kroma değeri, renk yoğunluğunu veya doygunluğunu ifade etmektedir. Renk değeri ölçümlerinde böğürtlen genotiplerinin chroma değerleri açısından istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir ($p<0,05$). 2021 yılı renk ölçümlerine göre, en yüksek chroma değerine sahip genotip 14BL04 (27,03) olurken, en düşük chroma değerine sahip genotip ise 14BL25 (0,20) olarak belirlenmiştir. 14BL04 genotipini sırasıyla 14BL06 (26,12) genotipi ve 14ME79 (3,90) genotipi izlemiştir. 14BL25 genotipini ise 14BL21 (0,30) genotipi ve 14BL22 (0,40) genotipi takip etmektedir.

Tablo 4.8. Böğürtlen genotiplerinin kroma değeri.

Genotipler	Chroma		
	2021	2022	Ortalama
14GY88	0,6±0,04 f	0,90±0,02 efg	0,75±0,03 ghı
14BL02	0,5±0,25 f	2,05±0,29 cd	1,28±0,02 d-h
14BL04	27,03±0,22 a	29,00±0,33 a	28,45±0,06 a
14BL06	26,12±0,66 a	26,83±0,11 b	26,91±0,38 b
14BL11	0,4±0,22 f	1,02±0,30 d-g	0,72±0,26 ghı
14BL15	0,8±0,08 def	0,60±0,01 fg	0,73±0,05 ghı
14BL16	1,3±0,12 c-f	1,47±0,13 d-g	1,41±0,12 d-g
14BL21	0,3±0,01 f	0,61±0,26 fg	0,45±0,13 ı
14BL22	0,4±0,23 f	0,67±0,14 efg	0,57±0,05 hı
14BL25	0,2±0,10 f	0,67±0,09 efg	0,46±0,01 ı
14BL40	0,5±0,10 f	0,81±0,07 efg	0,69±0,09 ghı
14BL42	0,6±0,24 f	0,65±0,26 fg	0,63±0,01 hı
14BL43	2,0±0,41 cd	1,34±0,48 d-g	1,70±0,03 def
14BL44	2,2±0,15 c	1,69±0,30 def	1,97±0,08 d
14BL46	0,5±0,04 f	0,66±0,04 fg	0,58±0,04 hı
14GY102	0,8±0,16 def	1,08±0,11 d-g	0,96±0,14 ghı
14GY80	0,3±0,14 f	0,61±0,14 fg	0,48±0,14 ı
14GY91	0,6±0,10 f	0,47±0,29 g	0,55±0,19 hı
14GY93	0,6±0,07 f	0,86±0,08 efg	0,77±0,07 ghı
14GY94	0,7±0,06 ef	0,76±0,17 efg	0,76±0,11 ghı
14GY98	0,9±0,04 def	0,96±0,00 d-g	0,93±0,02 f-ı
14ME69	1,3±0,15 c-f	0,72±0,18 efg	1,01±0,16 ghı
14ME71	1,9±0,07 cde	1,66±0,11 def	1,81±0,02 de
14ME72	1,3±0,17 c-f	1,81±0,02 de	1,56±0,07 def
14ME74	0,4±0,21 f	0,84±0,05 efg	0,64±0,13 ghı
14ME77	2,5±0,53 c	1,19±0,04 d-g	1,84±0,24 de
14ME78	0,7±0,02 ef	1,39±0,38 d-g	1,09±0,20 e-ı
14ME79	3,90±0,16 b	3,03±0,08 c	3,47±0,04 c
14MU57	0,4±0,08 f	0,63±0,11 fg	0,54±0,02 hı
14MU59	0,8±0,14 def	0,65±0,12 fg	0,75±0,13 ghı

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar, $p<0,05$ anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı değildir.

2022 yılı renk ölçümlerinde ise en yüksek chroma değerine sahip genotip 14BL04 (29,00) olurken, en düşük chroma değerine sahip genotip ise 14GY91 (0,47) olarak belirlenmiştir. 14BL04 genotipini sırasıyla 14BL06 (26,83) genotipi ve 14ME79 (3,03) genotipi izlemiştir. 14GY91 genotipini ise sırasıyla 14GY80

(0,61) ve 14MU65 (0,63) genotipleri takip etmiştir. Meyve renk ölçümünün chroma değerinin iki yıllık ortalamasını incelediğimizde, 28,45 (14BL04) ile 0,45 (14BL21) değerleri arasında değişim gözlemlenmiştir (Tablo 4.13)

4.1.12 Hue Değeri

Hue değeri, bir rengin niteliğini ifade eder; Hue 0 ise kırmızı, 90 ise sarı, 180 ise yeşil, 370 ise mavi rengi temsil eder. Hue, renk uzayındaki bir noktanın dikey eksene uzaklığını belirtir ve rengin yoğunluk derecesini gösterir. Gerçekleştirilen araştırmada, böğürtlen genotiplerinin renk ölçümlerinde hue değeri açısından istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlemlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 4.9. Böğürtlen genotiplerinin Hue değeri.

Genotipler	Hue		
	2021	2022	Ortalama
14GY88	13,91±0,37 jkl	21,85±0,50 fg	17,88±0,44 klm
14BL02	325,67±10,46 cd	321,97±4,86 bc	323,82±2,80 b
14BL04	2,76±0,35 l	2,24±0,11 g	2,5±0,23 m
14BL06	357,49±2,37 a	357,09±2,42 a	357,29±2,39 a
14BL11	131,02±1,79 g	121,09±1,86 e	126,05±1,82 h
14BL15	28,54±5,71 ijk	12,40±6,78 fg	20,47±6,25 klm
14BL16	22,58±1,29 jkl	21,33±0,99 fg	21,95±1,14 kl
14BL21	245,32±4,00 f	316,01±1,72 c	280,67±2,86 c
14BL22	274,84±0,88 e	237,26±26,09 d	256,05±13,48 d
14BL25	334,16±2,08 bc	319,76±1,54 bc	326,96±1,81 b
14BL40	13,88±1,47 jkl	33,28±3,44 fg	23,58±0,99 kl
14BL42	32,51±1,06 ij	33,61±1,06 fg	33,06±1,06 jkl
14BL43	17,41±0,45 jkl	15,02±0,96 fg	16,22±0,71 klm
14BL44	62,97±1,63 h	40,95±1,28 f	51,96±1,46 ı
14BL46	16,08±1,04 jkl	18,06±0,04 fg	17,07±0,50 klm
14GY102	46,17±3,07 hı	37,70±3,53 f	41,94±0,23 ij
14GY80	353,75±1,57 ab	33,88±1,59 fg	193,81±1,58 e
14GY91	344,37±1,35 abc	335,53±4,20 abc	339,95±2,78 ab
14GY93	31,93±0,56 ijk	35,38±1,86 f	33,65±0,65 ijk
14GY94	27,23±1,11 ijk	27,32±2,46 fg	27,27±0,68 jkl
14GY98	30,18±6,06 ijk	28,95±3,31 fg	29,56±1,37 jkl
14ME69	16,01±1,97 jkl	329,25±7,87 abc	172,63±2,95 fg
14ME71	16,98±0,85 jkl	18,64±0,75 fg	17,81±0,05 klm
14ME72	341,68±8,79 abc	11,32±0,57 fg	176,50±4,11 efg
14ME74	313,27±2,04 d	18,66±1,02 fg	165,96±0,51 g
14ME77	12,28±0,31 kl	11,00±0,12 fg	11,64±0,09 lm
14ME78	353,25±5,86 ab	18,07±1,12 fg	185,66±2,37 ef
14ME79	16,66±0,42 jkl	18,36±0,78 fg	17,51±0,18 klm
14MU57	341,72±2,44 abc	350,25±2,01 ab	345,99±2,23 a
14MU59	359,31±0,59 a	346,35±5,22 abc	352,83±2,32 a

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir ($p<0,05$)

2021 yılı örneklerinin renk ölçümlerine göre, en yüksek hue değerine sahip genotip 14MU59 (359,31) olmuşken, en düşük hue değerine sahip genotip 14BL04 (2,76) olarak belirlenmiştir. 14MU59 genotipini sırasıyla 14BL06 (357,49) ve

14GY80 (353,75) genotipleri izlemiştir. 14BL04 genotipini sırasıyla 14ME77 (12,28) ve 14BL40 (13,88) genotipleri takip etmiştir.

2022 yılı renk ölçümlerinde ise en yüksek hue değeri 14BL06 (357,09) genotipinde bulunurken, en düşük hue değeri 14BL04 (2,24) genotipi olarak belirlenmiştir. 14BL06 genotipini sırasıyla 14MU57 (350,25) genotipi ve 14MU59 (346,35) genotipi izlemiştir. Meyve renk ölçümünde hue açısı değerinin iki yıllık ortalamasını incelediğimizde, 357,29 (14BL06) ile 2,50 (14BL04) değerleri arasında değişim gözlemlenmiştir (Tablo 4.14).

4.1.13 Suda Çözünabilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM) (%)

Araştırmada, böğürtlen genotiplerinin SÇKM (Suda Çözünabilir Kuru Madde) miktarları arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 4.10. Böğürtlen genotiplerinin suda çözünür kuru madde miktarı.

Genotipler	SÇKM (%)		
	2021	2022	Ortalama
14BL11	12,37±0,09 e-j	12,13±0,19 e-j	12,25±0,12 a-d
14BL15	11,37±0,09 ij	8,30±0,91 l	9,83±1,53 d
14BL16	11,37±0,09IJ	8,63±0,68 l	10,00±1,37 d
14BL02	11,00±0,58 ij	8,70±1,18 l	9,85±1,15 d
14BL21	12,97±0,27 d-ı	8,50±0,21 l	10,73±2,23 cd
14BL22	13,93±0,07 cde	9,43±0,28 kl	11,68±2,25 bcd
14BL25	14,97±0,09 abc	15,03±0,09 abc	15,00±0,03 abc
14BL04	13,67±0,33 c-f	13,23±0,23 c-h	13,45±0,22 a-d
14BL40	12,93±0,07 d-ı	13,20±0,15 c-h	13,07±0,13 a-d
14BL42	14,07±0,07 bcd	14,13±0,12 a-d	14,10±0,03 a-d
14BL43	13,70±0,17 c-f	13,80±0,15 b-e	13,75±0,05 a-d
14BL44	12,10±0,10 f-j	11,93±0,03 e-j	12,02±0,08 a-d
14BL46	11,83±0,17 hij	12,13±0,19 e-j	12,18±0,35 a-d
14BL06	11,93±0,55 hij	11,67±0,44 hij	11,80±0,13 a-d
14GY102	12,07±0,07 f-j	11,17±0,17 ijk	11,62±0,45 bcd
14GY80	12,97±0,03 d-ı	12,53±0,03 d-ı	12,75±0,22 a-d
14GY88	11,97±0,03 g-j	11,77±0,15 g-j	11,87±0,10 a-d
14GY91	13,63±0,33 c-g	13,67±0,17 b-f	13,65±0,02 a-d
14GY93	13,70±0,21 c-f	13,60±0,06 b-g	13,65±0,05 a-d
14GY94	10,93±0,07 j	10,60±0,10 jk	10,77±0,17 cd
14GY98	12,33±0,33 e-j	12,33±0,17 d-j	12,33±0,00 a-d
14ME69	12,53±0,29 d-j	12,47±0,09 d-j	12,50±0,03 a-d
14ME71	14,97±0,03 abc	14,17±0,17 a-d	14,57±0,40 abc
14ME72	12,33±0,67 e-j	11,67±0,17 hij	12,00±0,33 a-d
14ME74	15,73±0,27 ab	15,33±0,09 ab	15,53±0,20 ab
14ME77	13,83±0,17 cde	13,77±0,13 b-e	13,80±0,03 a-d
14ME78	12,47±0,32 d-j	11,87±0,19 f-j	12,17±0,30 a-d
14ME79	12,60±0,31 d-j	12,50±0,00 d-ı	12,55±0,05 a-d
14MU57	16,33±0,26 a	15,93±0,07 a	16,13±0,20 a
14MU59	13,07±0,81 d-h	13,47±0,20 b-h	13,27±0,20 a-d

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar, $p < 0,05$ anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı değildir.

2021 yılında, genotipler arasında en yüksek SÇKM miktarı %16,33 ile 14MU57 genotipinden elde edilmiş, bu genotipi %15,73 değeri ile 14ME74 ve %14,97 değeri ile 14BL25 ve 14ME71 genotipleri takip etmiştir. En düşük SÇKM miktarı ise %10,93 ile 14GY94 genotipi olarak belirlenmiştir.

2022 yılı içerisinde genotipler arasında en yüksek SÇKM miktarına %15,93 değeri ile 14MU57 genotipi sahip olmuştur. Bu genotipi %15,33 değeri ile 14ME74 ve %15,03 değeri ile 14BL25 genotipleri takip etmiştir. En düşük SÇKM miktarı ise %8,30 değeri ile 14BL15 genotipinde kaydedilmiştir.

Böğürtlen meyvelerinin suda çözünabilir kuru madde miktarının iki yıllık ortalamasına baktığımızda en yüksek değer sırasıyla 14MU57 (%16,13), 14ME74 (%15,53), 14BL25 (%15) ve 14ME71 (%14,57) genotiplerinde kaydedilmiştir. Suda çözünabilir kuru madde miktarının %9,83 (14BL15) ile %16,13 (14MU57) değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir.

4.1.14 Titre Edilebilir Asitlik (%)

Böğürtlen meyve suyunun titre edilebilir asitlik değerlerine bakıldığında istatistiki olarak aralarındaki farklılıklar önemli bulunmuştur.

2021 yılı kimyasal analizlerinde genotipler arasında en yüksek TEA değerine 14BL02 (%0,35) genotipi sahip olurken en düşük TEA değerine 14GY102 (%0,03) genotipi sahip olmuştur. En yüksek TEA miktarına sahip 14BL02 genotipini sırasıyla 14BL06 (%0,14), 14BL04 (%0,11) ve 14BL16 (0,11) genotipleri takip etmiştir.

2022 yılında ise en yüksek titre edilebilir asitlik değerine 14BL02 (%0,16) genotipi sahip olmuştur. Bu genotipi 14BL06 (%0,14), 14BL16 (%0,13) ve 14BL04 (%0,12) genotipleri takip etmektedir. En düşük titre edilebilir asitlik değeri 14BGY102 (%0,03) genotipi olarak tespit edilmiştir. Diğer genotiplerin titre edilebilir asitlik değerleri bu değerler arasında değişmektedir. Böğürtlen meyvelerinin titre edilebilir asitlik değerlerinin iki yıllık ortalamasını incelediğimizde %0,25 değeri ile 14BL02 genotipi ve %0,03 değeri 14GY102 genotipi arasında değişmekte olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.16).

Tablo 4.11. Böğürtlen genotiplerinin titre edilebilir asitlik miktarı.

Genotipler	TEA (%)		
	2021	2022	Ortalama
14BL11	0.10±0.01 cde	0.10±0.00 bc	0.10±0.00 cde
14BL15	0.08±0.00 e-ı	0.08±0.01 c-h	0.08±0.00 f-ı
14BL16	0.11±0.01 cd	0.13±0.00 ab	0.12±0.01 bc
14BL02	0.35±0.00 a	0.16±0.03 a	0.25±0.01 a
14BL21	0.05±0.00 j-o	0.10±0.01 bcd	0.08±0.00 f-j
14BL22	0.06±0.00 h-o	0.06±0.00 f-k	0.06±0.00 ı-o
14BL25	0.08±0.00 e-ı	0.08±0.00 c-h	0.08±0.00 f-ı
14BL04	0.11±0.01 bc	0.12±0.00 ab	0.12±0.00 bcd
14BL40	0.07±0.00 f-l	0.06±0.01 f-k	0.07±0.00 g-l
14BL42	0.05±0.00 ı-o	0.05±0.00 f-l	0.05±0.00 j-o
14BL43	0.07±0.00 e-k	0.07±0.00 d-k	0.07±0.00 g-k
14BL44	0.06±0.00 g-n	0.07±0.00 e-k	0.07±0.00 g-m
14BL46	0.07±0.00 f-n	0.07±0.00 f-k	0.07±0.00 g-m
14BL06	0.14±0.00 b	0.14±0.00 a	0.14±0.00 b
14GY102	0.03±0.00 o	0.03±0.00 l	0.03±0.00 p
14GY80	0.07±0.00 g-n	0.06±0.00 f-k	0.06±0.00 g-n
14GY88	0.05±0.00 j-o	0.05±0.00 g-l	0.05±0.00 k-o
14GY91	0.09±0.00 d-g	0.09±0.00 c-g	0.09±0.00 efg
14GY93	0.04±0.00 mno	0.04±0.00 kl	0.04±0.00 op
14GY94	0.08±0.01 d-g	0.09±0.00 c-f	0.08±0.01 efg
14GY98	0.08±0.00 d-g	0.08±0.00 c-ı	0.08±0.00 e-h
14ME69	0.05±0.00 k-o	0.05±0.00 ı-l	0.05±0.00 l-p
14ME71	0.06±0.00 g-o	0.06±0.00 f-k	0.06±0.00 h-o
14ME72	0.05±0.01 l-o	0.04±0.01 jkl	0.04±0.00 nop
14ME74	0.06±0.01 g-n	0.05±0.00 h-l	0.06±0.00 j-o
14ME77	0.08±0.00 e-ı	0.09±0.00 c-f	0.08±0.00 efg
14ME78	0.04±0.00 no	0.05±0.00 h-l	0.05±0.00 m-p
14ME79	0.07±0.00 g-n	0.07±0.00 f-k	0.07±0.00 g-l
14MU57	0.09±0.00 c-f	0.10±0.00 b-e	0.10±0.00 def
14MU59	0.07±0.00 f-m	0.07±0.00 c-j	0.07±0.00 g-k

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (p<0.05)

4.1.15 Meyve Suyu pH'sı

Böğürtlen genotiplerine ait meyve suyunun pH miktarı incelenmiş ve aralarındaki istatistiksel farklar önemli bulunmuştur (p<0.05).

Araştırmada, 2021 yılı verileri incelendiğinde genotipler arasında en yüksek pH miktarı 14BL21 (4,39), 14GY93 (4,35), 14ME72 (4,34) ve 14ME69 (4,31) genotiplerinde belirlenmişken, en düşük pH değerleri ise 14BL02 (3,15) genotipinde gözlemlenmiştir. Diğer genotipler arasında pH değerlerinin değiştiği tespit edilmiştir.

Araştırmada, 2022 yılı verileri incelendiğinde ise bakılan pH ölçümlerinde en yüksek değerlere 14GY93 (4,32), 14ME69 (4,29), 14BL42 (4,25), 14ME72 (4,20) ve 14ME72 (4,20) genotipleri sahipken, en düşük pH değeri 14BL16 (2,77)

genotipinde belirlenmiştir. Diğer böğürtlen genotiplerinin pH değerlerinin değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir.

Tablo 4.12. Böğürtlen genotiplerinin meyve suyu pH'sı.

Genotipler	pH		Ortalama
	2021	2022	
14BL11	3,68±0,01 ı-m	3,79±0,12 a-ı	3,73±0,06 a-g
14BL15	3,47±0,02 lmn	3,48±0,32 g-j	3,47±0,00 d-g
14BL16	3,56±0,04 j-m	2,77±0,07 k	3,17±0,39 fg
14BL02	3,15±0,02 n	2,92±0,04 j-k	3,03±0,11 g
14BL21	4,39±0,07 a	3,34±0,29 ıjk	3,87±0,53 a-f
14BL22	4,07±0,03 b-g	4,00±0,31 a-h	4,03±0,03 a-e
14BL25	3,64±0,04 ı-m	3,64±0,03 c-ı	3,64±0,00 a-g
14BL04	3,40±0,23 mn	3,49±0,14 f-j	3,45±0,05 efg
14BL40	4,22±0,01 abc	4,07±0,06 a-g	4,15±0,08 a-e
14BL42	4,21±0,01 abc	4,25±0,05 abc	4,23±0,02 a-d
14BL43	4,20±0,00 a-d	4,15±0,05 a-e	4,18±0,02 a-e
14BL44	3,88±0,02 d-ı	4,01±0,01 a-h	3,95±0,06 a-e
14BL46	3,95±0,01 c-ı	4,00±0,00 a-h	3,89±0,06 a-f
14BL06	3,51±0,13 klm	3,57±0,13 d-ı	3,54±0,03 b-g
14GY102	4,22±0,02 abc	4,04±0,04 a-g	4,13±0,09 a-e
14GY80	3,85±0,01 e-j	3,83±0,01 a-ı	3,84±0,01 a-f
14GY88	4,11±0,02 a-f	4,09±0,01 a-g	4,10±0,01 a-e
14GY91	3,78±0,02 g-l	3,69±0,01 b-ı	3,73±0,05 a-g
14GY93	4,35±0,06 ab	4,32±0,01 a	4,34±0,01 a
14GY94	3,63±0,01 ı-m	3,38±0,13 h-k	3,51±0,12 c-g
14GY98	3,71±0,02 ı-m	3,54±0,04 e-j	3,63±0,08 a-g
14ME69	4,31±0,03 ab	4,29±0,01 ab	4,30±0,01 ab
14ME71	3,73±0,02 h-l	3,66±0,01 c-ı	3,70±0,03 a-g
14ME72	4,34±0,10 ab	4,20±0,01 a-d	4,27±0,07 abc
14ME74	4,04±0,04 b-h	3,89±0,01 a-ı	3,96±0,08 a-e
14ME77	3,86±0,04 e-j	3,67±0,07 b-ı	3,76±0,09 a-g
14ME78	3,90±0,01 c-ı	3,81±0,02 a-ı	3,86±0,04 a-f
14ME79	3,76±0,04 g-l	3,70±0,01 a-ı	3,73±0,03 a-g
14MU57	4,15±0,02 a-e	4,11±0,01 a-f	4,13±0,02 a-e
14MU59	3,80±0,02 f-k	3,84±0,03 a-ı	3,82±0,02 a-f

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsizdir ($p<0.05$).

Böğürtlen meyve suyu pH değerlerinin iki yıllık ortalamasına bakıldığında ise değerlerin 4,34 (14GY93) ve 3,03 (14BL02) değerleri arasında değişim gösterdiği saptanmıştır (Tablo 4.18).

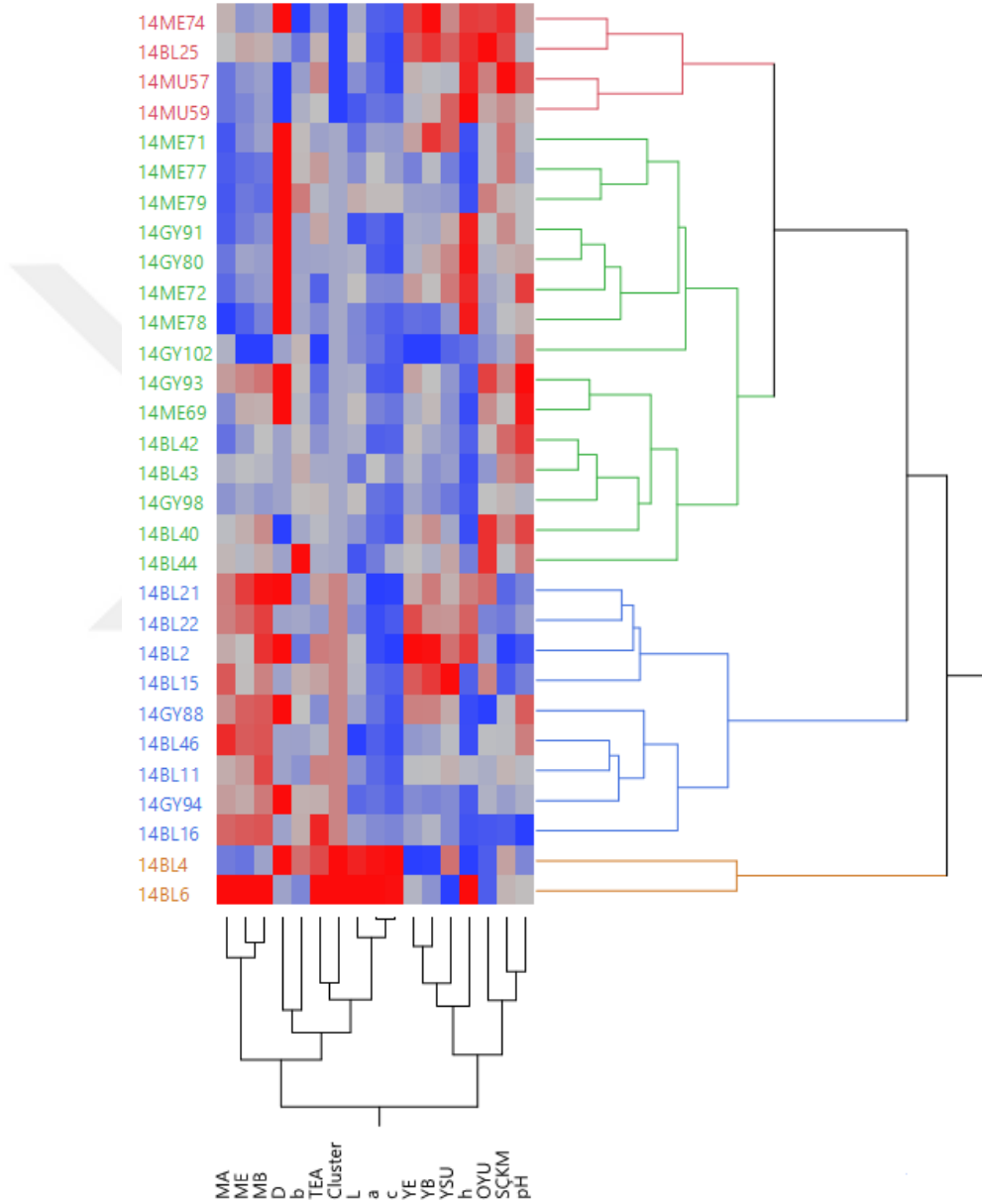
4.1.16 Morfolojik Özelliklerin Temel Bileşenler Analizi

Böğürtlen genotiplerine ait meyvelerin pomolojik ve bazı biyokimyasal özellikler arasındaki ilişkiler, temel koordinat düzlemi üzerindeki PCA analizi ile incelenmiştir. Şekil 4.1'de, bu analizin temel koordinat düzlemine dağılımları gösterilmektedir. Yapılan analiz sonuçlarına göre, toplam varyasyonun önemli bir kısmı (%51,1) ilk iki temel bileşen eksenini tarafından açıklanmaktadır.

Birinci temel bileşen eksenini toplam varyasyonun %26.5'ini, ikinci temel bileşen eksenini ise %24,6'sını kapsamaktadır (Şekil 4.1). Bu bulgular, analizin değerlendirilmesinde özellikle bu iki bileşenin önemli olduğunu göstermektedir. Genotipler arasında yapılan karşılaştırmada, 14BL06 ve 14BL04 genotiplerinin agro-morfolojik özellikler açısından diğer genotiplerden farklı oldukları tespit edilmiştir (Şekil 4.1).

İki boyutlu grafikte, bazı genotiplerin diğerlerinden uzakta yer aldığı gözlemlenmiştir. Bu durum, pomolojik özellikler açısından bazı genotiplerin diğerlerinden ayrıldığını göstermektedir. PCA ile belirlenen parametrelerden L, a ve chroma değerleri arasında paralellik, b ve hue değerleri arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu saptanmıştır. Aynı şekilde, meyve ağırlığı ve titre edilebilir asitlik arasında da paralellik bulunmuştur (Şekil 4.1).

Böğürtlen genotipleri, pomolojik özelliklere dayalı olarak kümeleme analizine tabi tutulmuştur. Pomolojik özelliklerle gerçekleştirilen kümeleme analizi sonucunda, böğürtlen genotipleri dört farklı gruba ayrılmıştır. Birinci grup, 4 farklı genotipten oluşmaktadır. İkinci grupta 15, üçüncü grupta 9 ve dördüncü grupta ise 2 genotip yer almaktadır.



Şekil 4.2. Pomolojik özelliklerle yapılmış iki yönlü kümeleme analizi. Maviden kırmızıya renk skalası azdan (mavi) çoğa (kırmızı) değerlerini ifade etmektedir. **MA:** Meyve ağırlığı, **ME:** Meyve eni, **MB:** Meyve boyu, **SCKM:** Suda çözünebilir kuru madde miktarı, **pH,** **YE:** Yaprak eni, **YB:** Yaprak boyu, **YSU:** Yaprak sap uzunluğu, **OYU:** Orta yaprak uzunluğu, **D:** Dikenlilik, **TEA:**Titre edilebilir asitlik, **L, a, b, c (chroma)** ve **h (hue)** değerleri.

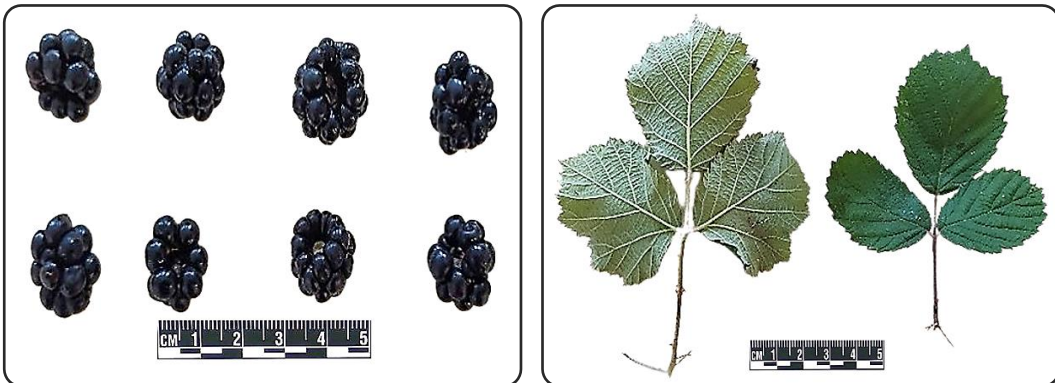
İki yönlü kümeleme analizi sonuçları, birinci grubun yüksek suda çözünebilir kuru madde miktarı, yüksek yaprak en ve boyu değerleriyle karakterize olduğunu göstermektedir. İkinci grup, yüksek dikenlilik değeri ve yüksek pH değeri açısından önemli olarak tanımlanmıştır. Üçüncü grup düşük renk değerleriyle öne çıkarken diğer parametlerde (meyve ağırlığı, meyve eni, meyve boyu ve dikenlilik) dördüncü grup ile birlikte yüksek değerlerle karakterize olmuştur. Ayriyeten dördüncü grup yüksek renk değerleriyle ön plana çıkmaktadır (Şekil 4.2).

4.1.17 Ümitvar Böğürtlen Genotiplerinin Agromorfolojik Özelliklerini Gösteren Görseller

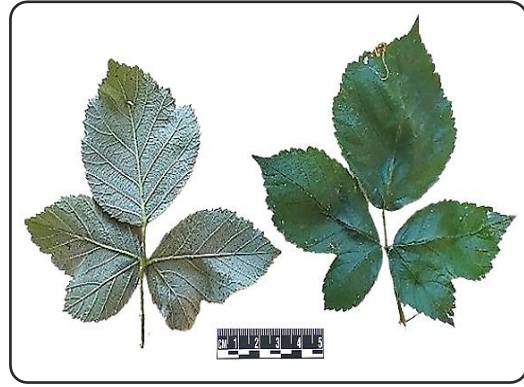
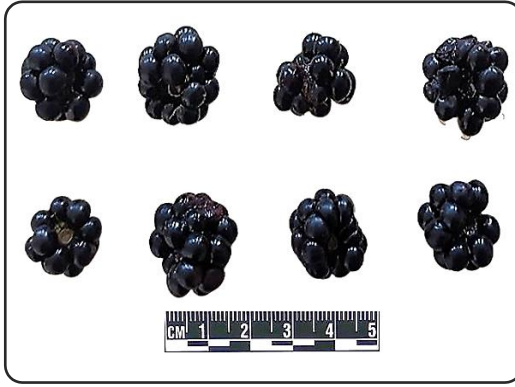
Bolu ilinde doğal olarak yetişen böğürtlen meyve türüne dair gerçekleştirilen araştırmada, genotiplerin karşılaştırılması sonucunda ümitvar özellik gösteren genotipler seçilmiş ve agromorfolojik özellikleri açısından tanımlanmıştır. Bahsi geçen ümitvar genotiplere ait görseller aşağıda bulunmaktadır.



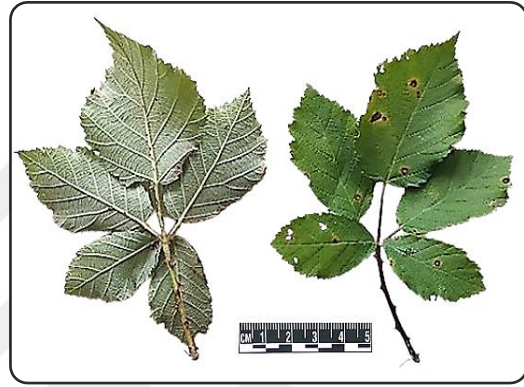
Fotoğraf 4.1. 14BL02 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



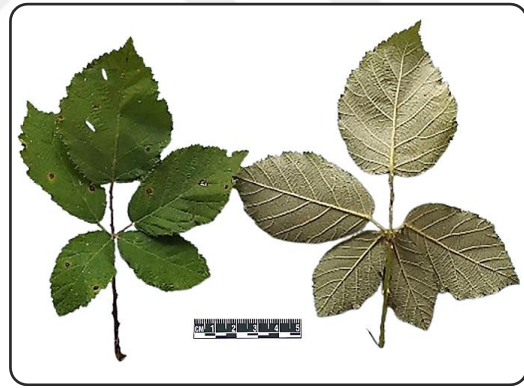
Fotoğraf 4.2. 14BL04 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



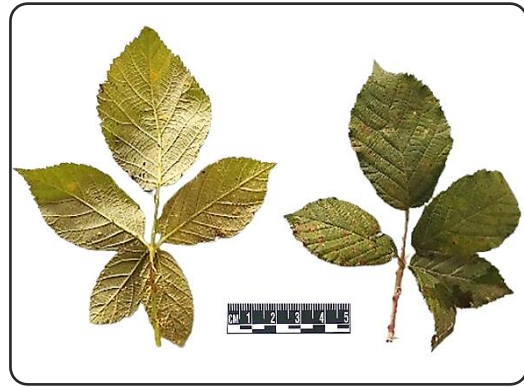
Fotoğraf 4.3. 14BL06 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



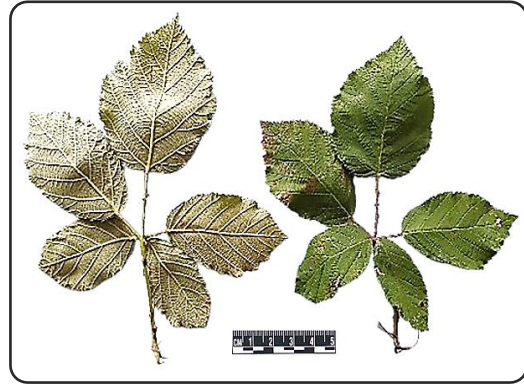
Fotoğraf 4.4. 14BL11 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



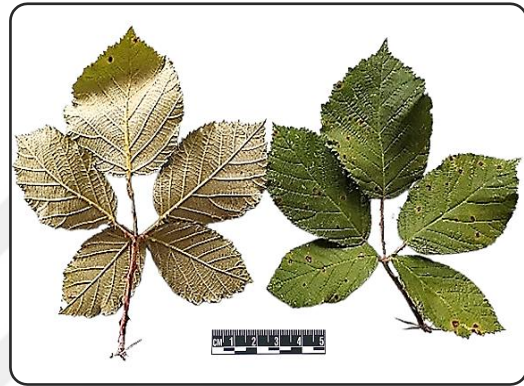
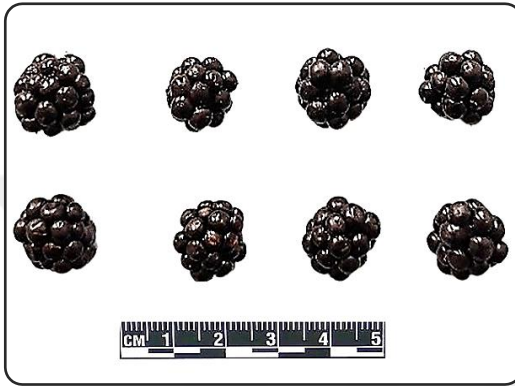
Fotoğraf 4.5. 14BL15 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



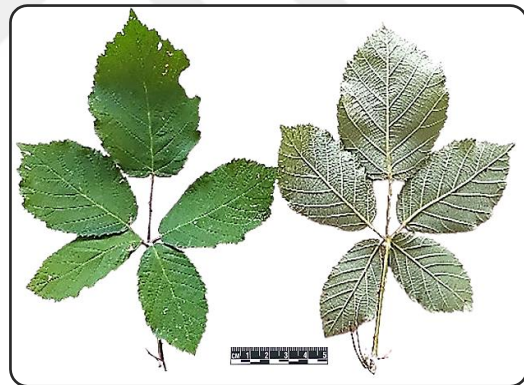
Fotoğraf 4.6. 14BL16 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



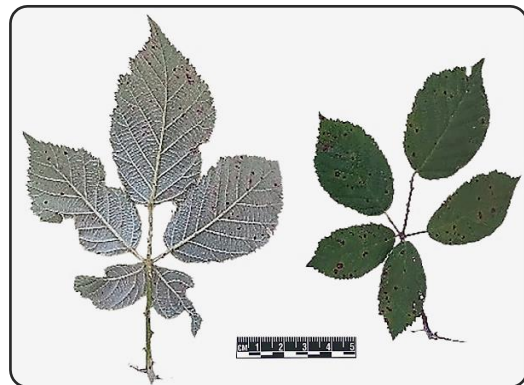
Fotoğraf 4.7. 14BL21 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



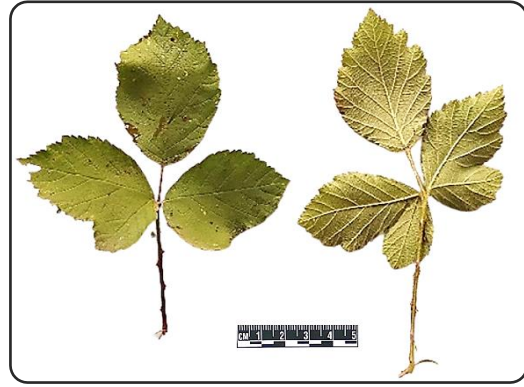
Fotoğraf 4.8. 14BL22 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



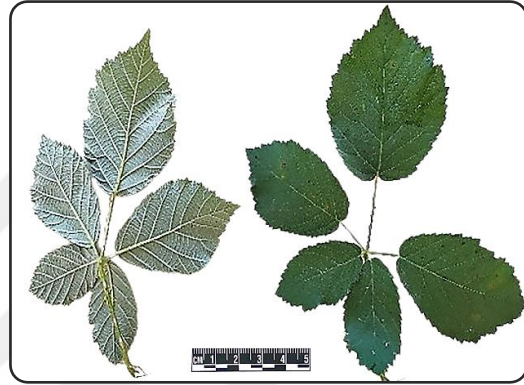
Fotoğraf 4.9. 14BL25 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



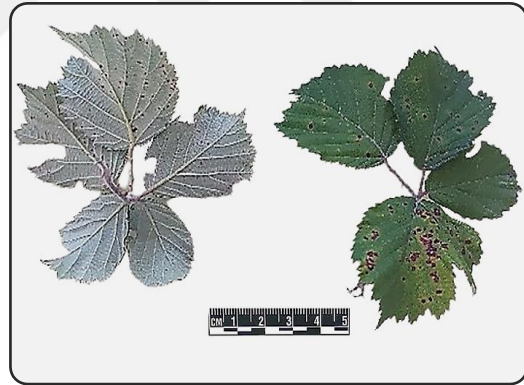
Fotoğraf 4.10. 14BL40 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



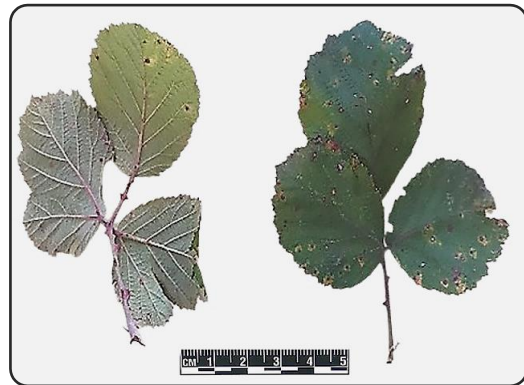
Fotoğraf 4.11. 14BL42 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



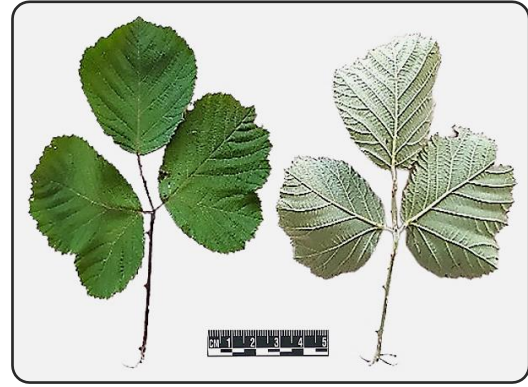
Fotoğraf 4.12. 14BL43 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



Fotoğraf 4.13. 14BL44 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



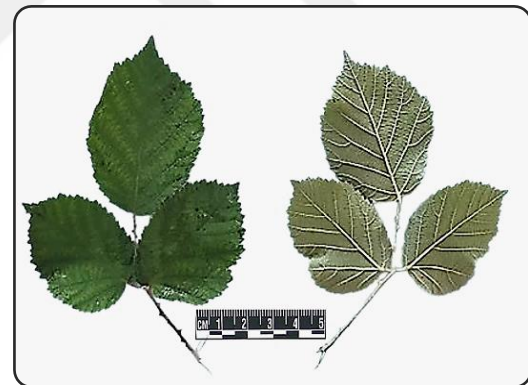
Fotoğraf 4.14. 14BL46 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



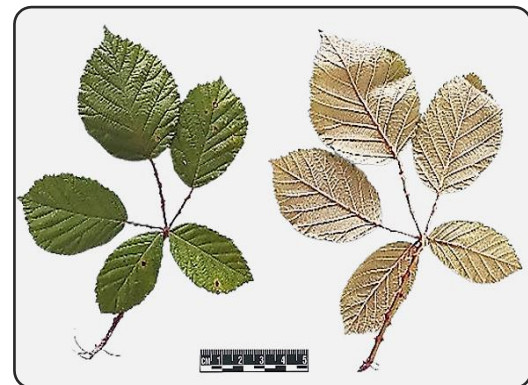
Fotoğraf 4.15. 14MU57 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



Fotoğraf 4.16. 14MU59 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



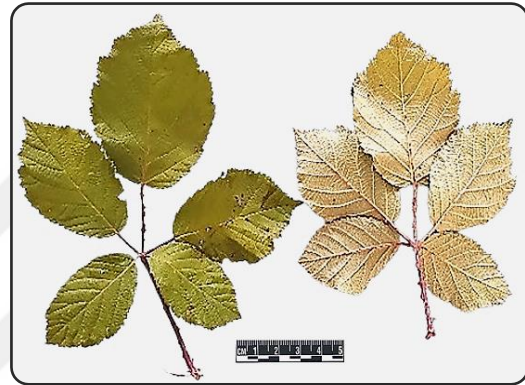
Fotoğraf 4.17. 14ME69 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



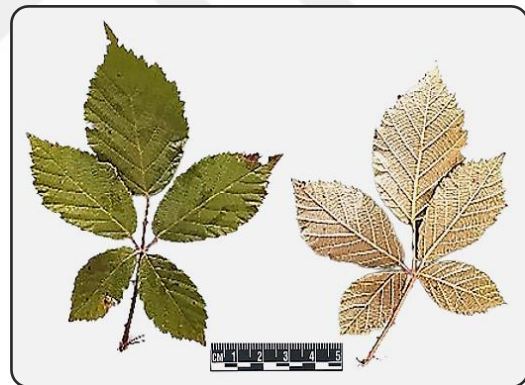
Fotoğraf 4.18. 14ME71 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



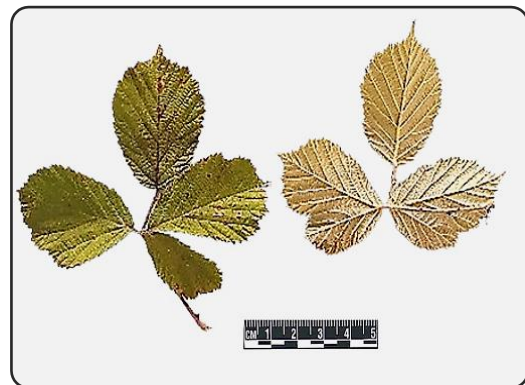
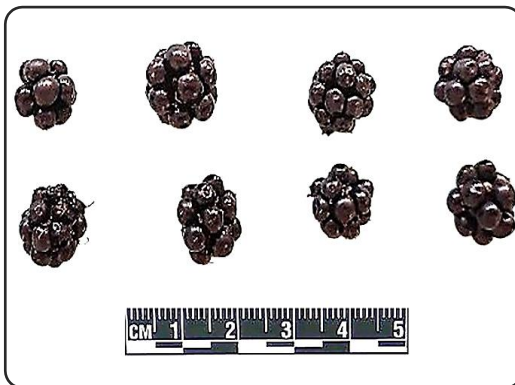
Fotoğraf 4.18. 14ME72 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



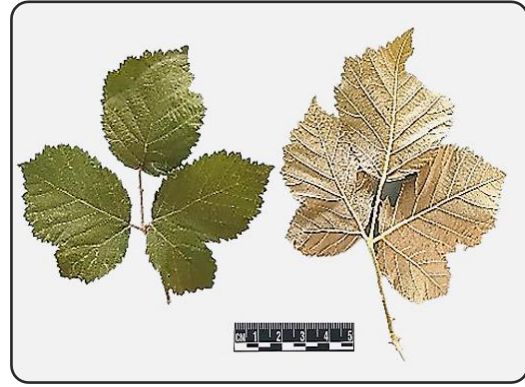
Fotoğraf 4.19. 14ME74 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



Fotoğraf 4.20. 14ME77 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



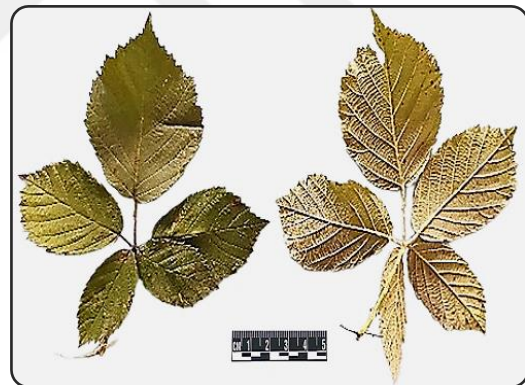
Fotoğraf 4.21. 14ME78 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



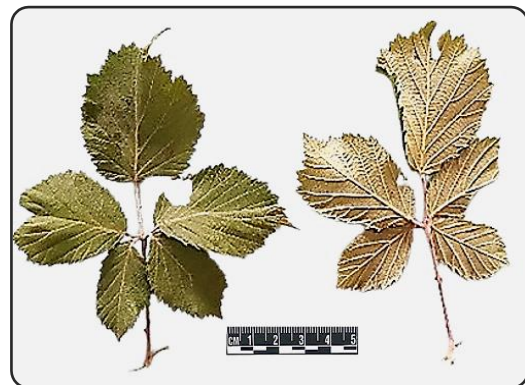
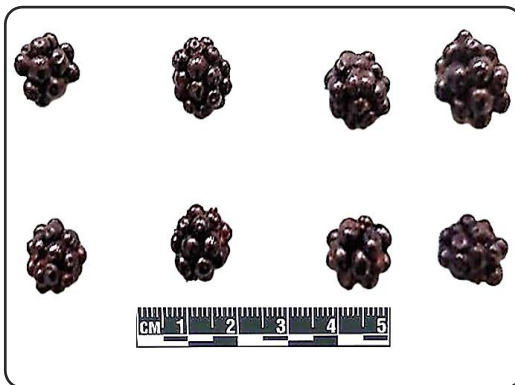
Fotoğraf 4.22. 14ME79 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



Fotoğraf 4.23. 14ME80 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



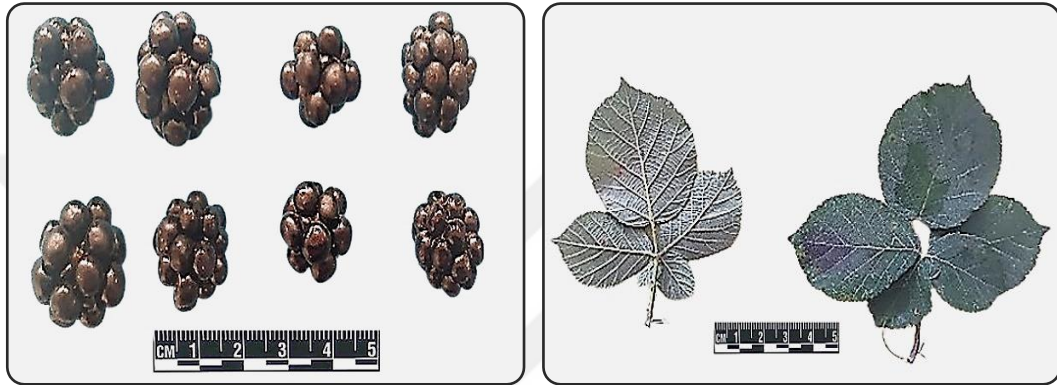
Fotoğraf 4.24. 14GY88 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



Fotoğraf 4.25. 14GY91 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



Fotoğraf 4.26. 14GY93 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



Fotoğraf 4.27. 14GY94 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



Fotoğraf 4.28. 14GY98 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)



Fotoğraf 4.29. 14GY102 Genotipinin meyve ve yaprak görünümü (orijinal)

4.1.18 Fenolik Bileşik İçerikleri

4.1.18.1 Vanilik Asit

Böğürtlen genotiplerine ait meyvelerin vanilik asit içeriği istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($p<0.05$). İncelenmiş olan genotipler arasında en yüksek vanilik asit değeri sırasıyla 1,93 mg/100 g ile 14GY88, 1,90 mg/100 g ile 14ME71 ve 1,85 mg/100 g ile 14BL06 genotiplerinde kaydedilmiştir. En düşük vanilik asit değerine ise 0,20 mg/100 g ile 14GY94 ve 14ME72 genotiplerinde tespit edilmiştir (Tablo 4.19).

4.1.18.2 Kateşin

İncelenmiş olan genotipler içerisinde kateşin içeriğinde görülen farklılıkların istatistiki olarak önemli seviyede olduğu belirlenmiştir. Tablo 4.19'a göre, kateşin içeriğine genotipler arasında en yüksek değer 441,58 mg/100 g ile 14GY88 genotipinde belirlenmişken, en düşük değer ise 11,50 mg/100 g ile 14GY94 genotipinde saptanmıştır. En yüksek kateşin içeriğine sahip olan 14GY88 genotipini sırasıyla 14ME74 (405,46 mg/100 g) ve 14ME77 (380,03 mg/100 g) genotipleri takip etmektedir.

4.1.18.3 Gallik Asit

İncelenen böğürtlen genotiplerinin meyvelerinde gallik asit içeriği açısından farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Gallik asit düzeyleri bakımından incelenmiş olan genotiplerde, en yüksek değer sırasıyla 14BME71 genotipinde 19,48 mg/100 g olarak, 14GY88 genotipinde 16,45 mg/100 g olarak ve 14BL21 genotipinde ise 15,48 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. En düşük gallik asit değeri ise 14GY102 genotipinde 2,41 mg/100 g olarak belirlenmiştir (Tablo 4.19).

4.1.18.4 Kafeik Asit

Böğürtlen genotiplerinde kafeik asit içeriği yönünden bir karşılaştırma yapıldığında aralarındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli seviyede olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). İncelenen böğürtlen genotipleri arasında en yüksek kafeik asit içeriğine 1,85 mg/100 g değer ile 14BL15 genotipinin sahip olduğu, en düşük kafeik asit içeriğine ise 0,20 mg/100 g ile 14GY80 genotipinin sahip olduğu belirlenmiştir. 14BL15 genotipini sırasıyla 14BL25 (1,44 mg/100 g) ve 14ME74 (1,32 mg/100 g) genotipleri takip etmiştir (Tablo 4.19).

Tablo 4.13. Böğürtlen genotiplerinin vanilik asit, kateşin, gallik asit ve kafeik asit içeriği.

Genotipler	Vanilik Asit (mg/100g)	Kateşin (mg/100g)	Gallik Asit (mg/100g)	KafeikAsit (mg/100g)
14GY88	1,93±0,04 a	441,58±0,41 a	16,45±0,33 b	0,56±0,03 e-h
14BL02	0,55±0,00 e-j	66,46±0,28 t	1,42±0,13 p	0,65±0,01 def
14BL04	0,51±0,02 f- k	245,52±0,41 g	10,48±0,36 hı	0,63±0,02 d-g
14BL06	1,85±0,01 a	275,41±0,92 f	8,40±0,28 j	0,70±0,01 de
14BL11	0,85±0,02 cd	97,91±0,78 pq	12,35±0,23 efg	0,80±0,02 cd
14BL15	0,70±0,02 d-g	95,17±2,04 q	3,50±0,36 no	1,85±0,01 a
14BL16	0,35±0,01 k-o	96,86±0,26 pq	3,34±0,23 no	0,65±0,01 def
14BL21	1,14±0,10 b	133,50±0,38 k	15,48±0,37 bc	0,80±0,01 cd
14BL22	0,75±0,03 cde	116,85±0,32 m	11,71±0,27 fgh	0,95±0,03 c
14BL25	0,92±0,01 c	172,18±0,54 ı	4,78±0,14 lmn	1,44±0,05 b
14BL40	0,35±0,04 k-o	75,60±0,58 s	9,56±0,26 ij	0,40±0,01 g-k
14BL42	0,60±0,01 e-l	193,27±0,16 h	11,39±0,35 gh	0,55±0,01 e-h
14BL43	0,45±0,01 h-l	110,46±0,47 n	5,27±0,22 klm	0,65±0,01 def
14BL44	0,71±0,02 def	76,47±0,31 rs	4,18±0,14 mn	0,35±0,00 h-k
14BL46	0,70±0,01 def	125,06±0,93 l	2,45±0,32 op	0,45±0,02 f-j
14ME74	0,64±0,03 e-h	405,46±0,36 b	10,55±0,26 hı	1,32±0,19 b
14GY102	0,27±0,01 l-o	98,05±0,73 pq	2,41±0,23 op	0,50±0,01 e-I
14GY80	0,40±0,01 i-m	135,71±0,59 k	3,69±0,26 no	0,20±0,01 k
14GY91	1,22±0,10 b	290,56±0,12 e	12,95±0,04 def	0,44±0,03 f-j
14GY93	0,60±0,01 e-h	192,78±0,35 h	5,43±0,31 klm	0,45±0,02 f-j
14GY94	0,20±0,01 o	11,50±0,33 u	2,53±0,15 op	0,45±0,02 f-j
14GY98	0,45±0,01 h-l	150,01±0,66 j	3,39±0,14 no	0,25±0,01J k
14ME69	0,45±0,03 h-l	175,87±0,74 ı	6,50±0,17 k	0,25±0,01J k
14ME71	1,90±0,04 a	341,52±0,49 d	19,48±0,40 a	0,81±0,01 cd
14ME72	0,20±0,01 no	134,16±0,19 k	2,66±0,25 op	0,21±0,02 k
14ME77	0,40±0,03 j-n	380,03±0,23 c	14,43±0,30 cd	0,31±0,02 ijk
14ME78	0,25±0,01 mno	80,20±1,04 r	5,20±0,18 klm	0,60±0,01 d-g
14ME79	0,30±0,03 l-o	105,65±0,18 o	13,35±0,23 de	0,95±0,02 c
14MU57	0,50±0,02 g-k	100,56±0,36 p	6,14±0,13 kl	0,72±0,03 de
14MU59	0,40±0,03 j-n	145,59±2,36 j	3,34±0,19 no	0,35±0,02 h-k

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar, $p<0,05$ anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı değildir.

4.1.18.5 Klorojenik Asit

Böğürtlen genotipleri birbirleriyle kıyaslandığında aralarında klorojenik asit içeriği yönünden farklılıklar istatistiki olarak önemli seviyede bulunmuştur ($p<0.05$). Genotiplerde en yüksek klorojenik asit içeriği 14BL46 genotipinde 7,53 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. 14BL22 genotipinin ise 0,46 mg/100 g değer ile en düşük klorojenik asit içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. En yüksek klorojenik asit içeriğine sahip 14BL22 genotipini sırasıyla 14BL04 (3,38 mg/100g) ve 14GY80 (2,46 mg/100g) genotipleri takip etmiştir (Tablo 4.20).

4.1.18.6 p-kumarik Asit

Tablo 4.20'ye göre, böğürtlen genotipleri p-kumarik asit içeriği bakımından incelendiğinde istatistiki olarak farklılıkların önemli seviyede olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). İncelenen genotiplerin p-kumarik asit miktarına bakıldığında

genotipler arasında en yüksek p-kumarik asit içeriği sırasıyla 14BL16 genotipinde 6,55 mg/100g olarak, 14BL15 genotipinde 5,61 mg/100g ve 14ME79 genotipinde 5,50 mg/100g olarak saptanmıştır. En düşük p-kumarik asit içeriğine 14ME77 genotipi 0,84 mg/100g ile sahip olmuştur.

Tablo 4.14. Böğürtlen genotiplerinin klorojenik asit, p-kumarik asit, o-kumarik asit ve kuersetin içeriği.

Genotipler	Klorojenik asit (mg/100g)	p-Kumarik asit (mg/100g)	o-Kumarik asit (mg/100g)	Kuersetin (mg/100g)
14GY88	0,86±0,03 ghı	1,17±0,12 ijk	0,13±0,02 kl	0,95±0,03 fg
14BL02	0,90±0,02 ghı	2,70±0,26 c-f	0,22±0,00I jkl	2,50±0,02 c
14BL04	3,38±0,24 b	0,90±0,02 jk	0,53±0,04 de	3,50±0,23 ab
14BL06	2,25±0,23 cd	1,38±0,30 h-k	0,90±0,01 a	0,85±0,01 fg
14BL11	0,90±0,01 ghı	3,11±0,12 cde	0,20±0,01 jkl	2,10±0,01 cd
14BL15	0,95±0,02 ghı	5,61±0,12 ab	0,30±0,03 g-j	1,53±0,10 def
14BL16	0,75±0,02 ghı	6,55±0,27 a	0,74±0,03 bc	2,07±0,05 cd
14BL21	0,73±0,04 ghı	4,78±0,14 b	0,46±0,02 ef	1,50±0,03 def
14BL22	0,46±0,03 ı	1,68±0,09 g-k	0,18±0,02 jkl	4,22±0,14 a
14BL25	1,16±0,13 f-ı	2,70±0,17 c-f	0,22±0,02 jkl	2,56±0,05 c
14BL40	0,95±0,03 ghı	2,70±0,13 c-f	0,15±0,02 kl	0,75±0,02 g
14BL42	0,85±0,02 ghı	2,00±0,01 f-ı	0,46±0,03 ef	0,75±0,01 g
14BL43	0,50±0,03 ı	2,55±0,11 c-g	0,77±0,02 b	0,80±0,02 fg
14BL44	1,23±0,13 e-ı	2,50±0,26 d-g	0,35±0,00 f-ı	0,50±0,03 g
14BL46	7,53±0,33 a	3,33±0,20 cde	0,95±0,03 a	2,00±0,02 cd
14ME74	0,97±0,02 ghı	5,36±0,24 b	0,25±0,04 h-k	3,77±0,11 ab
14GY102	2,00±0,01 cde	1,36±0,20 h-k	0,47±0,01 ef	3,45±0,32 b
14GY80	2,46±0,22 c	1,65±0,26 g-k	0,70±0,01 bc	1,70±0,01 de
14GY91	0,64±0,03 hı	1,31±0,12 ijk	0,75±0,04 bc	2,56±0,31 c
14GY93	0,56±0,03 ı	3,44±0,16 cd	0,35±0,02 fgh	2,50±0,31 c
14GY94	1,51±0,32 d-g	2,50±0,24 d-g	0,20±0,01 jkl	2,21±0,08 cd
14GY98	2,42±0,27 c	1,60±0,21 g-k	0,20±0,01 jkl	2,57±0,12 c
14ME69	1,53±0,16 d-g	4,96±0,04 b	0,40±0,02 fg	0,50±0,01 g
14ME71	1,85±0,09 c-f	3,51±0,03 c	0,25±0,03 h-k	0,96±0,01 efg
14ME72	0,60±0,01 ı	3,20±0,11 cde	0,25±0,03 h-k	0,85±0,01 fg
14ME77	0,64±0,03 hı	0,84±0,02 k	0,64±0,03 cd	0,72±0,01 g
14ME78	1,54±0,14 d-g	1,30±0,17 ijk	0,45±0,01 ef	2,50±0,26 c
14ME79	2,38±0,19 c	5,50±0,18 b	0,25±0,01 h-k	1,10±0,01 efg
14MU57	0,54±0,03 ı	1,85±0,04 f-j	0,16±0,03 kl	0,95±0,03 fg
14MU59	1,43±0,16 d-h	2,35±0,16 e-h	0,10±0,01 l	1,00±0,03 efg

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar, $p < 0,05$ anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı değildir.

4.1.18.7o-kumarik Asit

Araştırmada incelenen 30 böğürtlen genotipinin o-kumarik asit içeriğindeki farklılıkların istatistiki olarak önemli seviyede olduğu tespit edilmiştir. Böğürtlen genotipleri arasından en yüksek o-kumarik asit içeriği 0,95 mg/100g ile 14BL46 genotipinde, en düşük o-kumarik asit içeriği ise 0,10 mg/100g ile 14MU59 genotipinde tespit edilmiştir. 14BL46 genotipini sırayla 14BL06 (0,90 mg/100g) ve 14BL43 (0,77 mg/100g) genotipleri takip etmiştir (Tablo 4.20).

4.1.18.8 Kuersetin

İncelenen böğürtlen genotiplerinin kuersetin düzeyleri birbiriyle karşılaştırıldığında farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Genotipler arasında en yüksek kersitin içeriği sırasıyla 14BL22 (4,22 mg/100g), 14ME74 (3,77 mg/100g) ve 14BL04 (3,50 mg/100g) genotiplerinde belirlenmiştir. Kuersetin düzeyinin en düşük olduğu değer ise 0,50 mg/100g ile 14ME69 ve 14BL94 (0,25 mg/100g) genotiplerinde tespit edilmiştir (Tablo 4.20).

4.1.18.9 Ferulik

Ferulik asit içeriği bakımından karşılaştırılan böğürtlen genotipleri arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli seviyede olduğu belirlenmiştir. İncelenen genotiplerin arasında en yüksek ferulik asit değerine 14GY88 genotipinin (1,59 mg/100 g) sahip olduğu görülürken, en az ferulik asit içeriği ise 14BL44 genotipinde (0,45 mg/100g) görülmüştür. En yüksek ferulik asit miktarını 14GY88 genotipinden sonra 14BL04 (1,49 mg/100 g) ve 14GY80 (1,45 mg/100 g) genotipleri takip etmiştir (Tablo 4.21).

4.1.18.10 Rutin

Tablo 4.21'e göre rutin miktarı incelendiğinde böğürtlen genotipleri arasında oluşan farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. Rutin miktarı içeriğine göre genotipler incelendiğinde en yüksek rutin içeriğine 25,33 mg/100 g ile 14BL15 genotipi sahip olmuştur. En düşük rutin içeriğe ise 1,29 mg/100 g ile 14BL04 genotipinde belirlenmiştir. 14BL15 genotipini sırasıyla 14ME71 (6,59 mg/100g) ve 14BL16 (6,36 mg/100g) genotipleri takip etmiştir.

4.1.18.11 Protokateşik Asit

Protokateşik asit miktarı incelendiğinde genotipler arasında istatistiki olarak önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. En yüksek protokateşik miktarı 14GY88 genotipinde 6,69 mg/100 g olarak belirlenirken en az miktar 14BL06 genotipinde 0,50 mg 100 g-lolarak belirlenmiştir. En yüksek protokateşik içeriğine sahip 14GY88 genotipini sırasıyla 14ME77 (5,56 mg/100 g) ve 14ME79 (5,47 mg/100 g) genotipi takip etmiştir.

Araştırmada incelenmiş olan böğürtlen genotiplerinden elde edilen meyve sularında 11 farklı fenolik bileşik belirlenmiştir. Araştırma kapsamında, analiz edilen genotiplerin meyve sularındaki gallik asit, kateşin, klorojenik asit, kafeik

asit, protokateşik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, o-kumarik asit, vanilik asit, rutin ve kuersetin miktarları HPLC ile ölçülmüştür. İncelenen fenolik bileşiklerin, genotiplere göre varyasyonunun istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Fenolik bileşikler açısından en fazla öne çıkan genotipler 14GY88, 14ME71 ve 14ME77 olarak belirlenmiştir. Araştırmada incelenen genotiplerin en yüksek oranda içerdiği fenolik bileşikler kateşin, gallik asit ve rutin iken, en düşük fenolik bileşik içerenler ise kafeik asit ve o-kumarik asit olmuştur (Tablo 4.21).

Tablo 4.15. Böğürtlen genotiplerinin ferulik asit, rutin ve prokateşik asit içeriği.

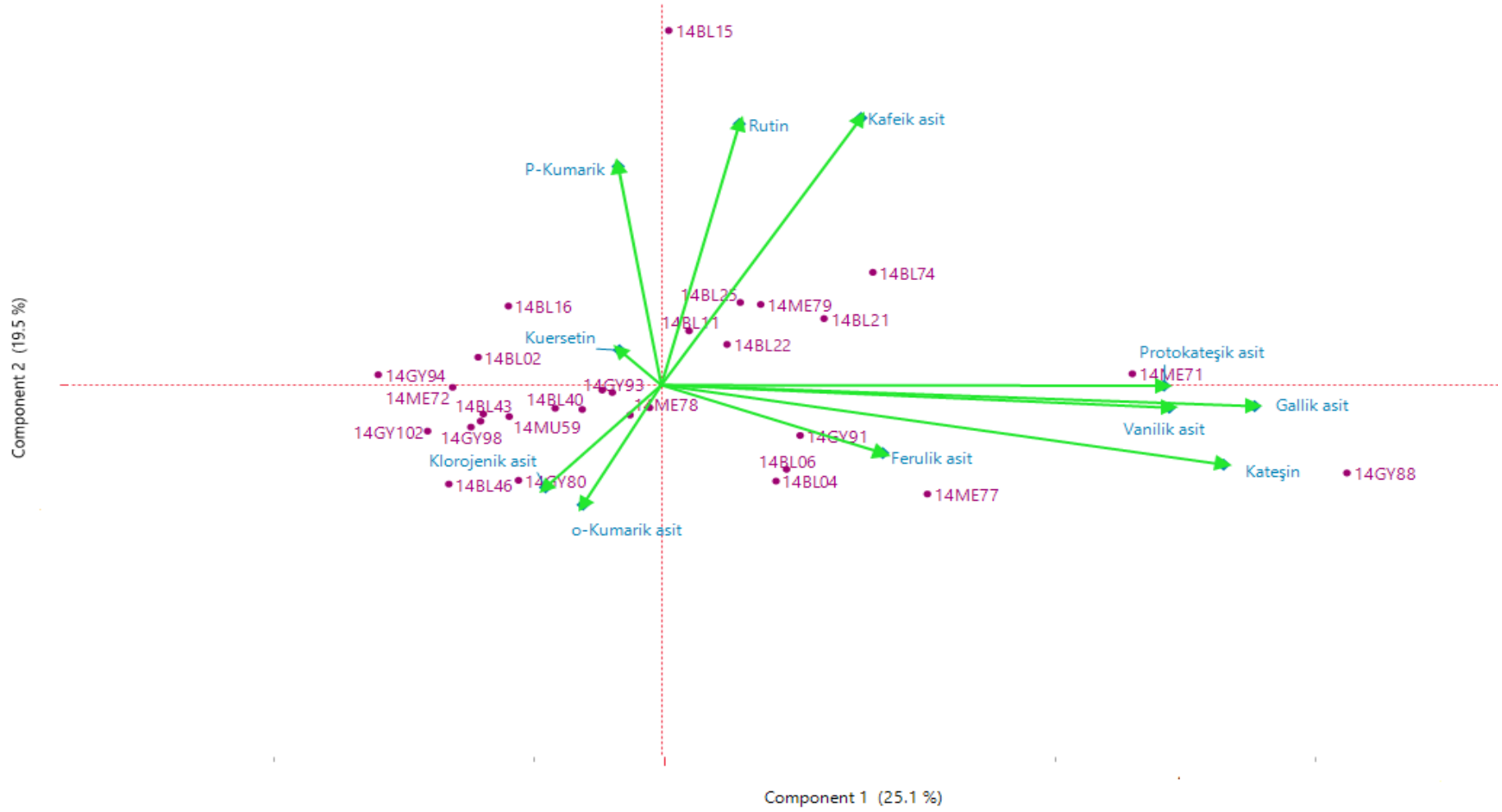
Genotipler	Ferulik Asit (mg/100g)	Rutin (mg/100g)	Protokateşik Asit (mg/100g)
14GY88	1,59±0,06 a	4,41±0,13 d-j	6,69±0,14 a
14BL02	1,00±0,03 b-j	5,43±0,28 b-f	0,94±0,02 jk
14BL04	1,49±0,27 ab	1,29±0,13 m	3,75±0,21 de
14BL06	0,75±0,01 e-j	3,85±0,01 g-j	0,50±0,02 k
14BL11	0,70±0,01 f-j	5,50±0,01 bcd	1,48±0,27 g-k
14BL15	0,80±0,01 d-j	25,33±0,65 a	1,83±0,09 g-j
14BL16	1,20±0,15 a-g	6,36±0,21 bc	1,52±0,29 g-k
14BL21	0,57±0,02 ij	5,41±0,30 b-f	3,76±0,23 de
14BL22	0,98±0,01 b-j	3,79±0,21 g-k	2,18±0,09 ghi
14BL25	0,95±0,04 b-j	3,42±0,06 i-l	3,53±0,39 def
14BL40	0,58±0,30 ij	1,46±0,32 m	1,30±0,19 h-k
14BL42	0,52±0,01 j	3,70±0,02 h-k	1,46±0,16 g-k
14BL43	0,60±0,01 hij	1,40±0,01 m	0,82±0,03 jk
14BL44	0,45±0,01 j	1,45±0,18 m	1,56±0,14 g-k
14BL46	1,21±0,11 a-g	4,55±0,01 d-i	0,90±0,01 jk
14ME74	0,71±0,04 f-j	5,47±0,33 b-e	2,55±0,28 fg
14GY102	0,76±0,01 e-j	2,21±0,07 lm	1,53±0,12 g-k
14GY80	1,45±0,12 abc	4,19±0,00 f-j	1,63±0,18 g-k
14GY91	0,64±0,02 g-j	5,30±0,16 c-f	0,96±0,02 jk
14GY93	0,64±0,03 g-j	1,47±0,34 m	2,37±0,22 fgh
14GY94	0,75±0,02 e-j	4,38±0,23 d-j	1,11±0,08 ijk
14GY98	0,55±0,01 ij	3,75±0,16 g-k	1,29±0,19 h-k
14ME69	1,31±0,15 a-e	2,53±0,10 klm	1,53±0,16 g-k
14ME71	1,19±0,09 a-h	6,59±0,19 b	2,64±0,31 efg
14ME72	0,75±0,01 e-j	4,83±0,06 d-h	1,53±0,34 g-k
14ME77	0,75±0,03 e-j	3,40±0,22 i-l	5,56±0,25 ab
14ME78	1,26±0,10 a-f	4,22±0,10 e-j	4,30±0,13 cd
14ME79	0,87±0,03 c-j	5,00±0,01 d-g	5,47±0,42 bc
14MU57	1,38±0,19 a-d	2,44±0,31 lm	1,54±0,19 g-k
14MU59	1,13±0,08 a-i	3,18±0,08 jkl	0,96±0,03J k

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar, $p < 0,05$ anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı değildir.

4.1.19 Temel Bileşenler ve Kümeleme Analizi Yöntemlerine Göre Genotipler ile Fenolik Bileşikler Arasındaki Korelasyon

Böğürtlen genotiplerine ait meyvelerin bireysel fenolik bileşikler arasındaki ilişkiler, temel koordinat düzlemindeki PCA analizi ile belirlenmiştir ve bu dağılımlar Şekil 4.3'te gösterilmiştir. PCA sonuçları fenolik bileşikler açısından incelendiğinde, toplam varyasyonun büyük bir kısmının ilk iki temel bileşen eksenini tarafından açıklandığı görülmektedir ve bu, genotipler arasındaki varyasyonun önemli bir kısmını (% 44,6) temsil etmektedir. Birinci temel bileşen eksenini, toplam varyasyonun %25,1'ini, ikinci temel bileşen eksenini ise %19,5'ini açıklamaktadır. Bu nedenle, bu eksenlerin analizde önemli olduğu değerlendirilmiştir (Şekil 4.3).

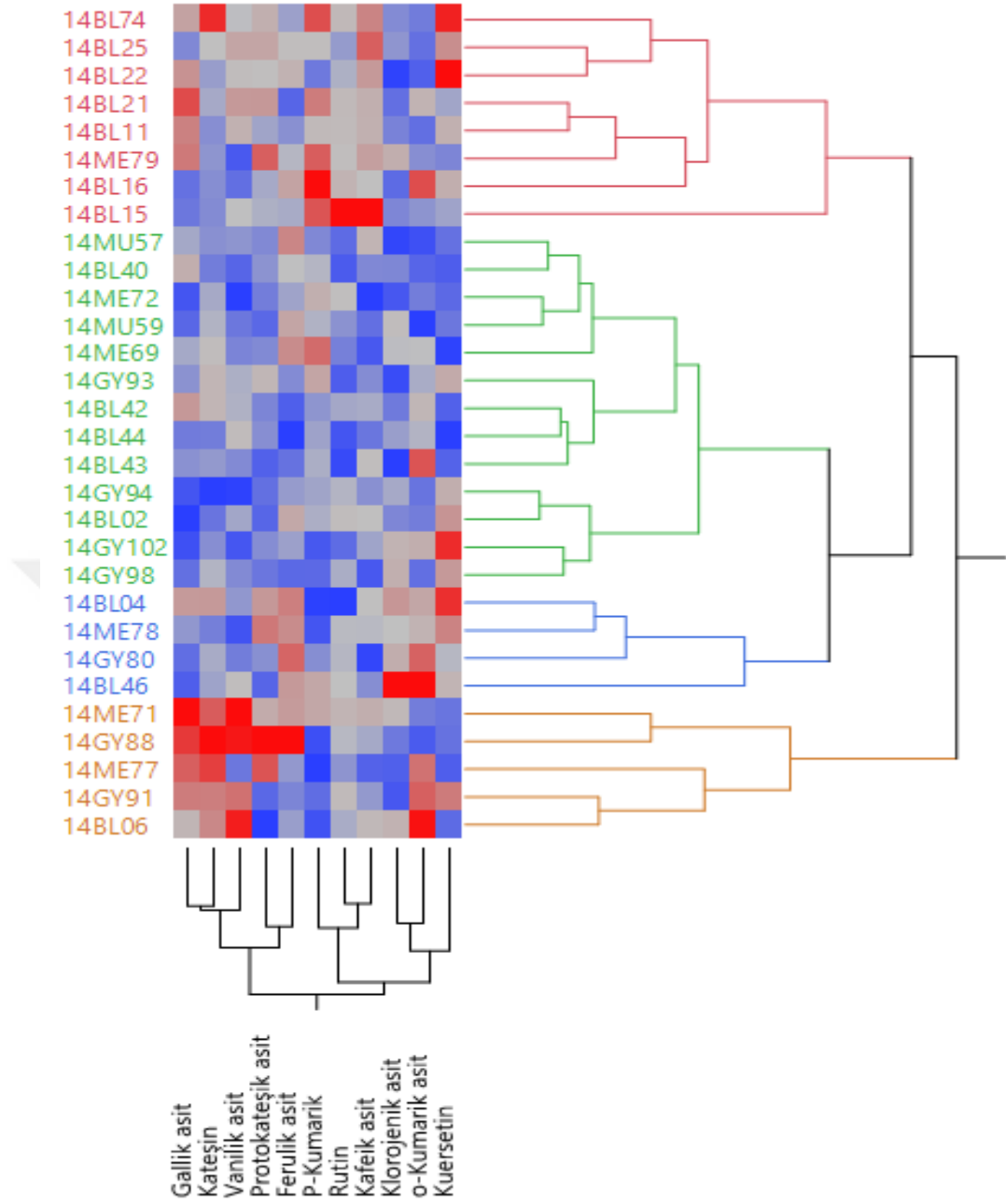
İki boyutlu grafikte, 14GY88 ve 14BL15 genotiplerinin özellikle bireysel fenolik bileşikler açısından diğerlerinden farklılaştığı görülmektedir. Bu bulgular, belirli genotiplerin fenolik bileşikler açısından diğer genotiplerden farklı özelliklere sahip olduğunu göstermektedir. PCA ile belirlenen parametreler arasında protokateşik, gallik, vanilik asit ve kateşin değerlerinin birbirleriyle paralel olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde, klorojenik asit, o-kumarik asit ve kafeik asit ve rutin bileşiklerinin de birbirleriyle paralel olduğu saptanmıştır. Ancak kuersetin ile ferulik asit değerleri arasında negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. Böğürtlen genotiplerine ait meyvelerin fenolik bileşik içerikleri arasındaki korelasyonun PCA ile tanımlanması.

Şekil 4.3'te gösterildiği üzere, böğürtl en meyvelerindeki fenolik bileşik içeriklerinin genotiplere göre dağılımı detaylı olarak sunulmuştur. Gallik asit, vanilik asit, ferulik asit, protokateşik asit ve kateşin içerikleri açısından 14GY88, 14ME71 ve 14BL06 tiplerinin öne çıktığı gözlemlenmiştir. Diğer yandan, kafeik, p-kumarik asit, kuersetin, o-kumarik ve rutin asit açısından ise sırasıyla 14BL25, 14BL16, 14BL22, 14BL15 ve 14ME74 genotiplerinin ön planda olduğu belirlenmiştir. Klorojenik asit bakımından 14BL46 genotipinin ön plana çıktığı tespit edilmiştir.

Araştırmada, böğürtl en genotipleri fenolik bileşik içerikleri açısından kümeleme analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda oluşan ağaç dört farklı gruptan oluşmaktadır. Birinci grupta 8 adet genotip, ikinci grupta 13 adet genotip, üçüncü grupta 4 adet genotip ve dördüncü grupta 5 adet genotip bulunmaktadır. Birinci grup kümelemeye göre, 14BL74, 14BL25, 14BL22, 14BL21, 14BL11, 14ME79, 14BL16 ve 14BL15 genotipleri, birbirlerine benzerlikleri ile dikkat çekmektedir. 14MU57 ve 14GY98 genotiplerini içeren ikinci grup kendi aralarında benzerliklerinden dolayı ayrı kümeleme oluşturmuş olup fenolik bileşikler açısından düşük seviyede oldukları tespit edilmiştir. İki yönlü kümeleme analizi sonuçları, 14BL04 ve 14BL46 genotiplerini içeren grup aralığının bazı fenolik bileşikler (Kuersetin, klorojenik asit, o-kumarik asit) açısından zengin olduğunu göstermiştir. Dördüncü grupta 14ME71 ve 14BL06 genotiplerini içeren grup aralığının ise fenolik bileşikler açısından en zengin grup olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Fenolik bileşik içeriklerinin kümeleme analizine göre genotip dağılımı. Maviden kırmızıya renk skalası azdan (mavi) çoğa (kırmızı) değerlerini ifade etmektedir

4.1.20 Organik Asitler

4.1.20.1 Malik Asit İçeriği

Malik asit içeriği açısından belirlenmiş olan böğürtlen genotipleri birbiriyle kıyaslandığı zaman farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Üstün özellikli olarak belirlenmiş olan genotiplerin malik asit içeriği incelendiğinde genotipler arasında en yüksek değer, sırasıyla 14BL46 (3,80 g/kg), 14ME77 (4,55 g/kg) VE 14MU59 (3,60 g/kg) genotiplerinde tespit edilmiştir. En düşük malik asit içeriği ise 14BL02 (1,65 g/kg) genotipinde belirlenmiştir (Tablo 4.22).

Tablo 4.16. Böğürtlen örneklerinin malik asit, süksinik asit ve okzalik asit içeriği.

Genotipler	Malik Asit (g/kg)	Süksinik Asit (g/kg)	Okzalik Asit (g/kg)
14GY88	2,50±0,26 d-j	1,50±0,11 g-j	2,33±0,02 a
14BL02	1,65±0,29 j	1,40±0,15 g-j	0,35±0,03 h-k
14BL04	2,55±0,06 d-j	1,60±0,18 f-ı	0,35±0,03 h-k
14BL06	2,65±0,26 c-j	2,85±0,09 ab	0,34±0,02 h-k
14BL11	2,75±0,07 c-h	2,55±0,18 a-d	0,45±0,02 gh
14BL15	2,40±0,17 d-j	1,50±0,09 g-j	0,21±0,00 kl
14BL16	2,50±0,15 d-j	1,85±0,09 c-h	0,65±0,04 e
14BL21	1,70±0,23 ij	1,49±0,17 g-j	0,54±0,03 efg
14BL22	1,75±0,09 hij	1,35±0,16 hij	0,63±0,03 ef
14BL25	2,33±0,19 e-j	1,70±0,16 e-ı	0,64±0,02 e
14BL40	2,70±0,09 c-ı	1,75±0,09 d-ı	0,25±0,03 jkl
14BL42	2,55±0,18 d-j	1,82±0,09 c-h	0,46±0,02 fgh
14BL43	2,85±0,09 b-f	1,65±0,06 f-ı	0,86±0,03 d
14BL44	1,80±0,14 g-j	0,77±0,02 j	0,46±0,03 gh
14BL46	3,80±0,04 ab	2,20±0,16 b-g	0,63±0,04 e
14ME74	2,55±0,28 d-j	1,85±0,11 c-h	0,84±0,02 d
14GY102	2,70±0,11 c-h	1,54±0,13 g-j	0,35±0,04 h-k
14GY80	2,55±0,16 d-j	2,50±0,23 a-e	0,27±0,02 ı-l
14GY91	2,37±0,14 e-j	1,55±0,21 g-j	1,87±0,02 b
14GY93	2,20±0,17F g-j	1,40±0,19 g-j	0,48±0,01 e-h
14GY94	2,50±0,22 d-j	1,65±0,09 f-ı	0,44±0,03 ghi
14GY98	3,40±0,19 bcd	2,59±0,02 abc	0,24±0,04 jkl
14ME69	2,80±0,12 b-g	2,40±0,16 b-f	1,84±0,03 b
14ME71	3,23±0,09 b-e	1,26±0,15 hij	0,35±0,02 h-k
14ME72	2,46±0,12 d-j	2,19±0,17 b-g	1,21±0,08 c
14ME77	4,55±0,26 a	3,25±0,14 a	0,45±0,02 gh
14ME78	2,75±0,09 c-h	1,75±0,13 d-ı	0,40±0,01 g-j
14ME79	2,75±0,09 c-h	0,96±0,02 ij	0,37±0,02 h-k
14MU57	2,55±0,09 d-j	2,40±0,21 b-f	0,54±0,04 efg
14MU59	3,60±0,24 abc	2,40±0,14 b-f	0,17±0,02 l

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar, $p<0,05$ anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı değildir.

4.1.20.2 Süksinik Asit İçeriği

İncelenen böğürtlen genotiplerinin süksinik asit içeriği bakımından farklılıkları istatistiki olarak önemli düzeyde bulunmuştur. Böğürtlen genotiplerinin

süksinik asit içeriklerine bakıldığında en yüksek süksinik asit içeriği 14ME77 genotipinde 3,25 g/kg olarak belirlenirken, en düşük değer ise 14BL44 genotipinde 0,77 g/kg olarak tespit edilmiştir. En yüksek süksinik asit içeriği 14BL22 genotipinden sonra sırasıyla 14BL06 (2,85 g/kg) ve 14GY98 (2,59 g/kg) genotiplerinin takip ettiği belirlenmiştir.

4.1.20.3 Okzalik Asit İçeriği

Okzalik asit içeriği bakımından genotiplerin farklılıklarının istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir. En yüksek okzalik asit değerine 2,33 g/kg ile 14GY88 genotipi sahip olmuştur. 14GY88 genotipini 14GY91 (1,87 g/kg) ve 14ME69 (1,84 g/kg) genotipleri takip etmiştir. En düşük okzalik asit değeri ise 14MU59 genotipinde 0,17 g/kg olarak tespit edilmiştir. Okzalik asit miktarının, malik asit ve süksinik asit içeriklerinden daha düşük miktarlarda görüldüğü tespit edilmiştir. (Tablo 4.22).

4.1.20.4 Sitrik Asit İçeriği

Böğürtlen genotiplerinin sitrik asit içeriği incelendiğinde, farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur. İncelenen genotipler arasında, en yüksek sitrik asit değerine sahip genotipler sırasıyla 14ME77 (7,57 g/kg), 14ME74 (6,60 g/kg) ve 14GY102 (5,76) olarak tespit edilmiştir. En düşük değer 14BL22 genotipinde 2,45 g/kg olarak kaydedilmiştir. Sitrik asit miktarının 7,57 g/kg (14ME77) ve 2,45 g/kg (14BL22) değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 4.23).

4.1.20.5 Fumarik Asit İçeriği

Fumarik asit içeriği incelendiğinde, genotipler arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli seviyede olduğu tespit edilmiştir. Böğürtlen genotipleri içerisinde en yüksek fumarik asit değerine 0,47 g/kg ile 14GY102 genotipi sahip olurken, en düşük fumarik asit değeri 0,13 g/kg ile 14BL15 genotipinde kaydedilmiştir. 14GY102 genotipini sırasıyla 14BL06 (0,38 g/kg) ve 14BL11 (0,36 g/kg) genotipleri takip etmiştir (Tablo 4.23).

Tablo 4.17. Böğürtlen örneklerinin sitrik asit, fumarik asit ve C vitamini içeriği.

Genotipler	Sitrik asit (g/kg)	Fumarik asit (g/kg)	C Vitamini (mg/100g)
14GY88	4,52±0,29 c-g	0,22±0,01c de	15,15±0,14 qrs
14BL02	2,60±0,23 h	0,15±0,04 de	19,27±0,21 o
14BL04	4,51±0,26 c-g	0,17±0,02 de	24,65±0,06 k
14BL06	5,39±0,20 b-e	0,38±0,01 ab	32,35±0,20 h
14BL11	4,45±0,13 d-g	0,36±0,03 abc	47,31±0,18 a
14BL15	4,41±0,17 d-g	0,13±0,03 e	41,49±0,14 d
14BL16	4,54±0,13 c-g	0,15±0,01 de	45,41±0,26 b
14BL21	5,24±0,22 cde	0,17±0,02 de	27,41±0,28 j
14BL22	2,45±0,33 h	0,26±0,03b-e	32,55±0,21 gh
14BL25	4,44±0,14 d-g	0,16±0,02 de	42,80±0,14 c
14BL40	3,58±0,13 fgh	0,26±0,03 b-e	47,34±0,22 a
14BL42	3,41±0,24 fgh	0,25±0,03 b-e	20,15±0,14 no
14BL43	5,29±0,27 cde	0,25±0,03 b-e	45,46±0,19 b
14BL44	3,53±0,24 fgh	0,15±0,03 de	15,44±0,24 qr
14BL46	4,37±0,24 d-g	0,26±0,03 b-e	21,34±0,14 lm
14ME74	6,60±0,39 ab	0,18±0,01 de	33,44±0,18 fg
14GY102	5,76±0,23 bc	0,47±0,02 a	42,78±0,15 c
14GY80	5,45±0,21 b-e	0,14±0,02 de	20,65±0,21 mn
14GY91	4,58±0,35 c-g	0,15±0,02 de	34,38±0,17 f
14GY93	3,40±0,27 fgh	0,15±0,02 de	17,78±0,12 p
14GY94	3,30±0,18 gh	0,35±0,02 abc	30,37±0,21 i
14GY98	5,53±0,15 bcd	0,35±0,02 abc	36,48±0,26 e
14ME69	4,36±0,22 d-g	0,35±0,03 abc	14,09±0,09 s
14ME71	5,41±0,25 b-e	0,16±0,04 de	33,36±0,21 fgh
14ME72	3,63±0,22 fgh	0,28±0,01 bcd	45,28±0,31 b
14ME77	7,57±0,12 a	0,34±0,02 abc	22,25±0,08 l
14ME78	4,43±0,13 d-g	0,15±0,02 de	45,49±0,13 b
14ME79	5,35±0,11 b-e	0,14±0,02 de	15,78±0,12 q
14MU57	4,19±0,17 efg	0,15±0,03 de	14,40±0,14 rs
14MU59	4,62±0,10 c-f	0,24±0,02 b-e	47,64±0,17 a

*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar, $p < 0,05$ anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı değildir.

4.1.20.6 C Vitamini İçeriği

Üstün özellikli böğürtlen genotiplerinin C vitamini düzeyleri HPLC ile belirlenmiştir. İlk olarak C vitamini standart kromatogramı oluşturulmuş ve hesaplamalar bu belirlenen standartlara göre gerçekleştirilmiştir. Ardından numune kromatogramları belirlenmiş ve incelenen genotiplerin C vitamini miktarları belirlenmiştir. C vitamini (Askorbik asit) içeriği açısından böğürtlen genotipleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu analizler, C vitamini özellikle sıcaklığın artışıyla doğru orantılı olarak çabuk parçalanabilen bir vitamin olması nedeniyle tamamı buz üzerinde gerçekleştirilmiştir. Böğürtlen genotiplerinin C vitamini içerikleri incelendiğinde 47,64 mg/100g ile 14MU59 genotipi en yüksek değere sahip genotip olarak belirlenmiştir. 14MU59 genotipini sırasıyla 14BL40 (47,34 mg/100g) ve 14BL11 (47,31 mg/100g) genotipleri takip

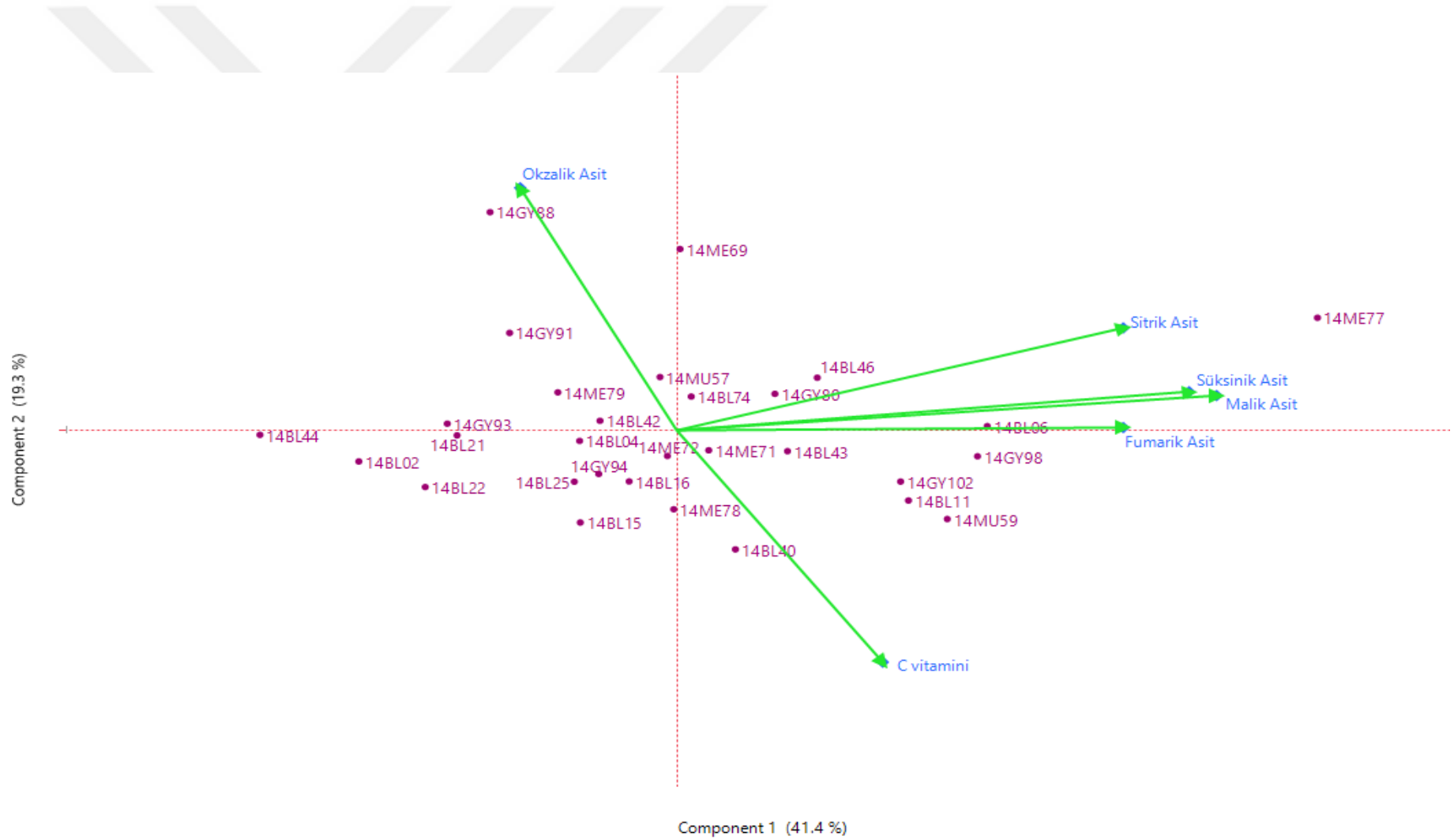
etmiştir. En düşük C vitamini içeriğine sahip genotip 14,09 mg/100g ile 14ME69 genotipi olmuştur (Tablo 4.23).

Böğürtlen genotiplerine ait meyve sularında malik asit, süksinik asit, oksalik asit, sitrik asit ve fumarik asit ile C vitamini miktarları belirlenmiştir. Araştırmada, genel olarak böğürtlen genotiplerinin en yüksek C vitamini, malik asit ve sitrik asit içerdiği; en düşük miktarda ise oksalik asit ve fumarik asit içerdiği saptanmıştır. Meyve sularındaki organik asit dağılımına göre incelendiğinde, en yüksek organik asit miktarı, sitrik asit içeriğiyle 14ME77 genotipinde 7,57 g/kg olarak belirlenmiştir. Araştırmada, genotiplere göre organik asit miktarlarının dağılımında, sırasıyla sitrik, süksinik, malik ve oksalik asit içerikleri bakımından 14ME77, 14BL46 ve 14GY88 genotiplerinin öne çıktığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, fumarik asit yönünden 14GY102 genotipi ve C vitamini yönünden ise 14MU59 genotipinin öne çıktığı belirlenmiştir.

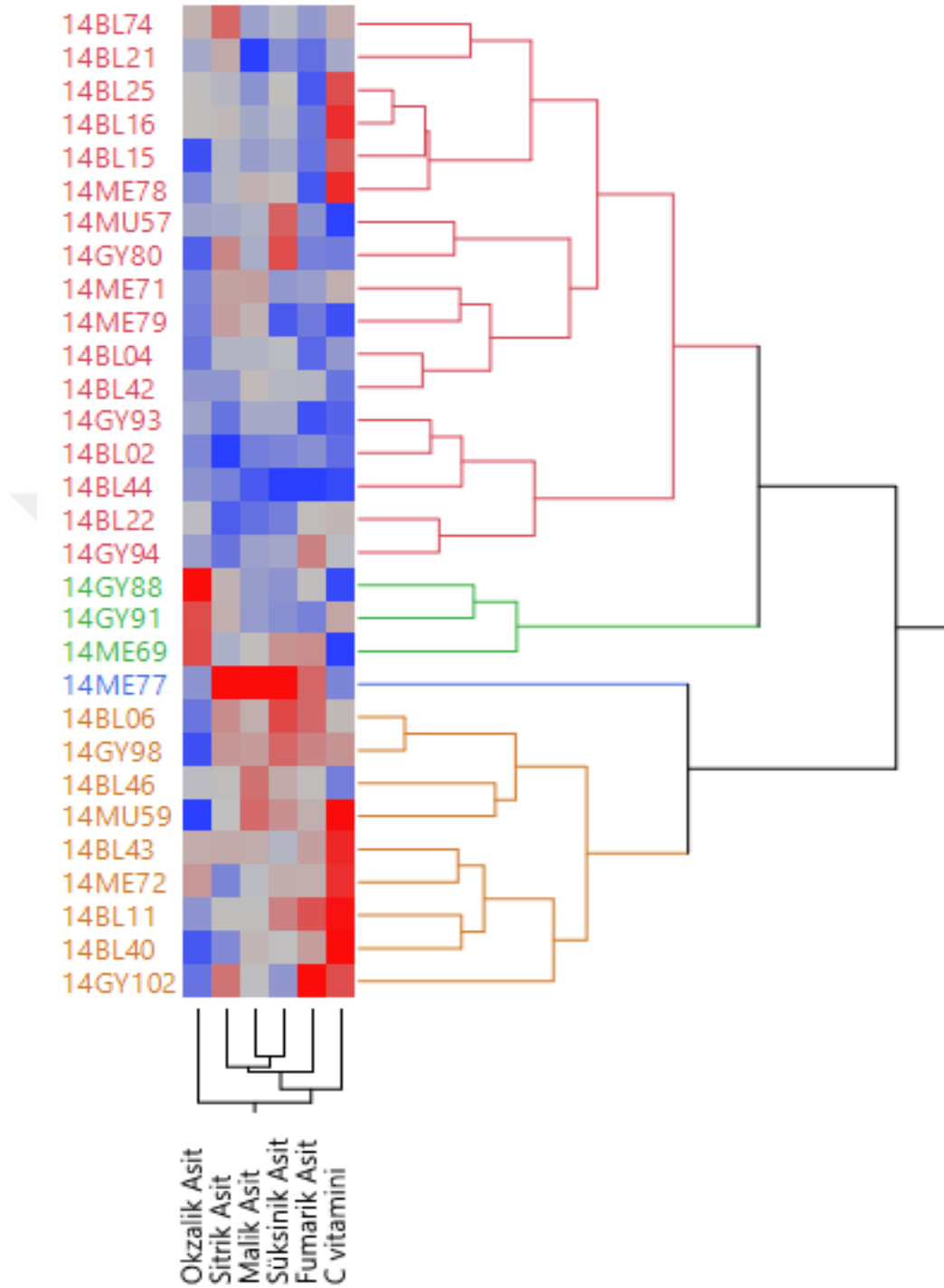
4.1.21 Temel Bileşenler ve Kümeleme Analizi Yöntemlerine Göre Genotipler ile Organik Asitler ve C Vitamini Arasındaki Korelasyon

Böğürtlen genotiplerine ait meyvelerin organik asit ve C vitamini içerikleri arasındaki korelasyon, PCA (Temel Bileşenler Analizi) kullanılarak incelenmiştir. Şekil 4.5'te gösterilen temel koordinat düzlemine dağılımları analiz sonuçlarını göstermektedir. Organik asit ve C vitamini içerikleri yönünden yapılan incelemede, toplam varyasyonun büyük bir kısmının ilk iki temel bileşen eksenini tarafından (%60,7) açıklandığı görülmektedir.

Birinci temel bileşen eksenini, toplam varyasyonun %42,4'ünü, ikinci temel bileşen eksenini ise %19,3'ünü karşılamaktadır. Bu nedenle, analizin değerlendirilmesinde bu eksenlerin önemli olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.5). İki boyutlu grafikte, organik asit ve C vitamini içerikleri açısından 14ME77 genotipinin diğer genotiplerden uzakta yer aldığı gözlemlenmektedir. Bu sonuç, bazı genotiplerin organik asit ve C vitamini içerikleri açısından diğerlerinden farklı olduğunu göstermektedir. PCA tarafından tanımlanan parametreler arasında sitrik asit, süksinik asit, malik asit ve fumarik asit bileşiklerinin birbirleriyle paralel olduğu belirlenmiştir. Ancak, oksalik asit ve C vitamini değerleri arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Böğürtlen genotiplerine ait meyvelerin organik asit ve C vitamini içerikleri arasındaki korelasyonun PCA ile tanımlanması.



Şekil 4.6. Organik asit ve C vitamini içeriklerinin kümeleme analizine göre genotip dağılımı. Maviden kırmızıya renk skalası azdan (mavi) çoğa (kırmızı) değerlerini ifade etmektedir.

Araştırmada, böğürtlen genotipleri organik asit ve C vitamini içerikleri açısından kümeleme analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda oluşan ağaç dört

farklı gruptan oluşmaktadır. Birinci grupta 17 adet genotip, ikinci grupta 3 adet genotip, üçüncü grupta 1 adet genotip ve dördüncü grupta 9 adet genotip bulunmaktadır. Birinci grup kümelemeye göre, 14BL74 ve 14GY94 genotiplerini içeren grup aralığının birbirlerine olan benzerlikleri dikkat çekmektedir. 14GY88, 14GY91 ve 14ME69 genotiplerini içeren ikinci grup kendi aralarında benzerliklerinden dolayı ayrı kümeleme oluşturmuş ve okzalik asit içeriği yönünden zengin oldukları tespit edilmiştir. Üçüncü grupta yer alan 14ME77 genotipinin, sitrik asit, malik asit, süksinik asit ve fumarik asit açısından zengin bir içeriğe sahip olduğu tespit edilmiştir. İki yönlü kümeleme analizi sonuçları, 14BL06 ve 14GY102 genotiplerini içeren grup aralığının ise organik asitler ve C vitamini açısından en zengin grup olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.6).

4.1.22 Toplam Fenol Tayini (TP) ($\mu\text{g GAE/g}$)

Böğürtlen örneklerinin toplam fenolik madde içeriği Tablo 4.24'te sunulmuştur. Genotipler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir ($p<0.05$). Toplam fenolik madde açısından en yüksek değerlere 14BL42 (619,11 $\mu\text{g GAE/g}$), 14GY91 (578,22 $\mu\text{g GAE/g}$) ve 14BL06 (557,30 $\mu\text{g GAE/g}$) genotiplerinde rastlanmıştır. En düşük toplam fenolik madde içeriğine sahip genotip ise 14BL16 olarak belirlenmiştir (302,03 $\mu\text{g GAE/g}$).

4.1.23 Toplam Antioksidan Tayini (DPPH)

Genotipler değerlendirildiğinde, en yüksek toplam antioksidan miktarı (%84,17) 14BL16 genotipinde bulunurken, en düşük toplam antioksidan miktarı (%39,19) 14MU59 genotipinde bulunmuştur. Sırasıyla, 14ME77 (%84,10), 14BL04 (%83,19) ve 14GY91 (%80,90) genotipleri yüksek antioksidan aktivite açısından öne çıkmaktadır. Genotipler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir ($p<0.05$).

4.1.24 Toplam Antosiyanin Tayini (TA) (mg/L)

Araştırmada böğürtlen örneklerinin toplam antosiyanin tayini Tablo 4.24'te gösterilmiştir. Genotipler arasında istatistiki olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p<0.05$). Toplam antosiyanin içeriği bakımından en yüksek değerlere sahip genotipler sırasıyla 14BL42 (200,95 mg/L), 14MU59 (188,97 mg/L) ve

14BL04 (180,26 mg/L) olarak belirlenmiştir. Genotipler arasında en düşük toplam antosiyanin değerine 14MU57 (66,77 mg/L) genotipi sahip olmuştur.

Tablo 4.18. Böğürtlen genotiplerinin Toplam fenolik (TP), Toplan Antioksidan (DPPH), Toplam Antosiyanin (TA) ve Toplam Monomerik Antosiyanin (TMA) değerleri.

Genotipler	TP ($\mu\text{g GAE/g}$)	DPPH (%)	TA (mg/L)	TMA ($\mu\text{g cy-3-glu/g}$)
14BL02	349.11 $\pm$ 0.13 hij	50.19 $\pm$ 0.21 jk	129.09 $\pm$ 15.57 f-j	12.09 $\pm$ 0.33 j
14BL04	371.93 $\pm$ 0.12 g-j	83.19 $\pm$ 0.28 a	180.26 $\pm$ 0.20 abc	114.14 $\pm$ 0.16 a
14BL06	557.30 $\pm$ 0.37 abc	78.06 $\pm$ 0.08 abc	166.13 $\pm$ 0.16 b-e	59.20 $\pm$ 0.39 c-ı
14BL11	350.43 $\pm$ 0.44 hij	55.12 $\pm$ 0.21 ij	130.33 $\pm$ 0.34 f-j	65.26 $\pm$ 0.57 b-ı
14BL15	409.20 $\pm$ 0.29 f-ı	79.27 $\pm$ 0.34 abc	152.46 $\pm$ 0.14 c-f	82.43 $\pm$ 0.70 a-g
14BL16	302.00 $\pm$ 0.04 j	84.17 $\pm$ 0.36 a	117.08 $\pm$ 0.09 g-k	74.13 $\pm$ 0.55 a-h
14BL21	376.00 $\pm$ 0.11 g-j	71.28 $\pm$ 0.59 def	149.18 $\pm$ 0.61 def	109.18 $\pm$ 0.30 ab
14BL22	362.11 $\pm$ 0.17 g-j	78.18 $\pm$ 0.35 abc	148.21 $\pm$ 0.49 def	107.09 $\pm$ 0.27 ab
14BL25	424.02 $\pm$ 0.13 e-h	80.24 $\pm$ 0.43 abc	107.04 $\pm$ 0.22 ı-l	48.49 $\pm$ 0.40 e-j
14BL40	350.31 $\pm$ 0.56 hij	70.11 $\pm$ 0.29 ef	103.07 $\pm$ 0.50 ı-l	38.01 $\pm$ 0.12 hij
14BL42	619.11 $\pm$ 0.43 a	79.26 $\pm$ 0.61 abc	200.95 $\pm$ 0.17 a	100.05 $\pm$ 0.47 a-d
14BL43	375.10 $\pm$ 0.21 g-j	67.27 $\pm$ 0.34 fg	161.83 $\pm$ 0.58 b-e	31.00 $\pm$ 0.81 hij
14BL44	523.11 $\pm$ 0.36 bcd	63.10 $\pm$ 0.63 gh	164.99 $\pm$ 0.45 b-e	53.32 $\pm$ 23.96 e-j
14BL46	426.15 $\pm$ 0.44 e-h	55.07 $\pm$ 0.13 ij	114.98 $\pm$ 0.70 h-l	21.06 $\pm$ 0.39 ij
14GY102	336.00 $\pm$ 0.22 ij	48.33 $\pm$ 0.21 k	94.69 $\pm$ 0.42 klm	54.03 $\pm$ 0.05 e-j
14GY80	364.23 $\pm$ 0.49 g-j	57.87 $\pm$ 0.53 hı	88.06 $\pm$ 0.53 lm	14.47 $\pm$ 0.56 j
14GY88	405.92 $\pm$ 44.14 f-ı	80.00 $\pm$ 3.24 abc	129.59 $\pm$ 0.61 f-j	99.92 $\pm$ 0.49 a-d
14GY91	578.22 $\pm$ 0.61 ab	80.90 $\pm$ 0.56 ab	160.39 $\pm$ 0.18 b-e	100.16 $\pm$ 0.53 a-d
14GY93	458.13 $\pm$ 0.21 def	75.97 $\pm$ 0.30 b-e	104.11 $\pm$ 0.16 ı-l	35.29 $\pm$ 0.68 hij
14GY94	420.06 $\pm$ 0.83 e-h	59.09 $\pm$ 0.77 hı	175.93 $\pm$ 0.34 abc	88.36 $\pm$ 0.36 a-f
14GY98	318.31 $\pm$ 0.05 ij	74.13 $\pm$ b-e	99.70 $\pm$ 0.61 ı-m	52.45 $\pm$ 0.60 e-j
14ME69	433.01 $\pm$ 0.09 efg	76.28 $\pm$ 0.52 b-e	145.26 $\pm$ 0.00 efg	31.06 $\pm$ 0.26 hij
14ME71	524.98 $\pm$ 0.11 bcd	48.24 $\pm$ 0.69 k	141.89 $\pm$ 0.42 e-h	83.13 $\pm$ 0.02 a-g
14ME72	460.39 $\pm$ 0.40 def	76.37 $\pm$ 0.83 b-e	104.80 $\pm$ 0.24 ı-l	31.77 $\pm$ 0.52 hij
14ME74	411.34 $\pm$ 0.60 e-ı	67.10 $\pm$ 0.76 fg	115.91 $\pm$ 0.11 h-l	35.17 $\pm$ 0.32 hij
14ME77	417.22 $\pm$ 0.41 e-ı	84.10 $\pm$ 0.43 a	118.24 $\pm$ 0.44 g-k	53.97 $\pm$ 0.13 e-j
14ME78	492.23 $\pm$ 0.31 cde	79.03 $\pm$ 0.58 abc	180.26 $\pm$ 0.44 abc	99.04 $\pm$ 0.40 a-d
14ME79	465.86 $\pm$ 0.63 def	74.14 $\pm$ 0.39 b-e	125.17 $\pm$ 0.44 f-j	45.03 $\pm$ 0.13 f-j
14MU57	352.24 $\pm$ 0.26 g-j	77.80 $\pm$ 0.21 a-d	66.77 $\pm$ 0.41 m	43.42 $\pm$ g-j
14MU59	403.28 $\pm$ 0.52 f-ı	39.19 $\pm$ 0.54 l	188.97 $\pm$ 0.43 ab	89.78 $\pm$ 0.15 a-e

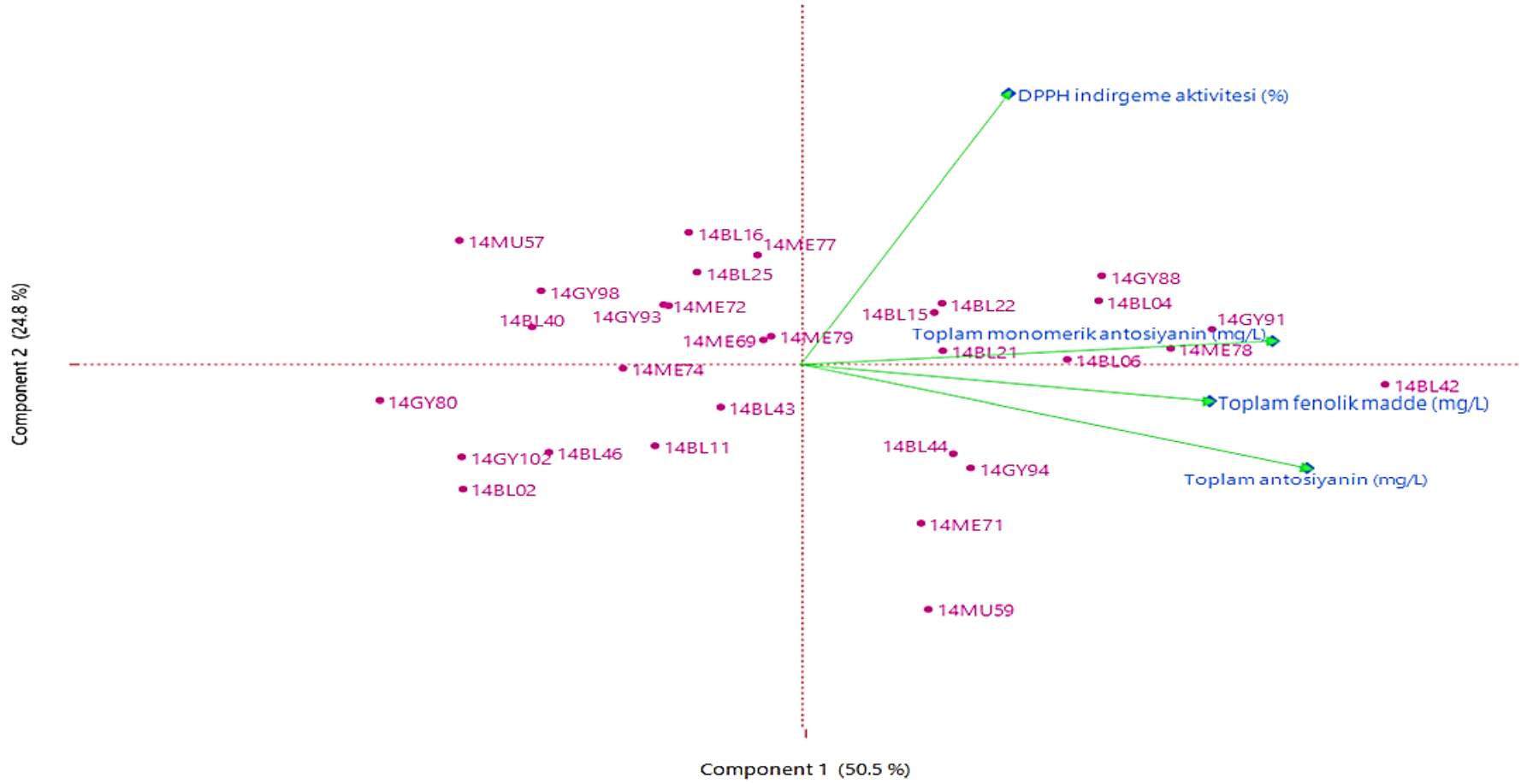
*: Aynı sütun içinde aynı harfle ifade edilen ortalamalar arasındaki farklar, $p < 0,05$ anlam düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı değildir.

4.1.25 Toplam Monomerik Antosiyanin Tayini (TMA) ($\mu\text{g cy-3-glu/g}$)

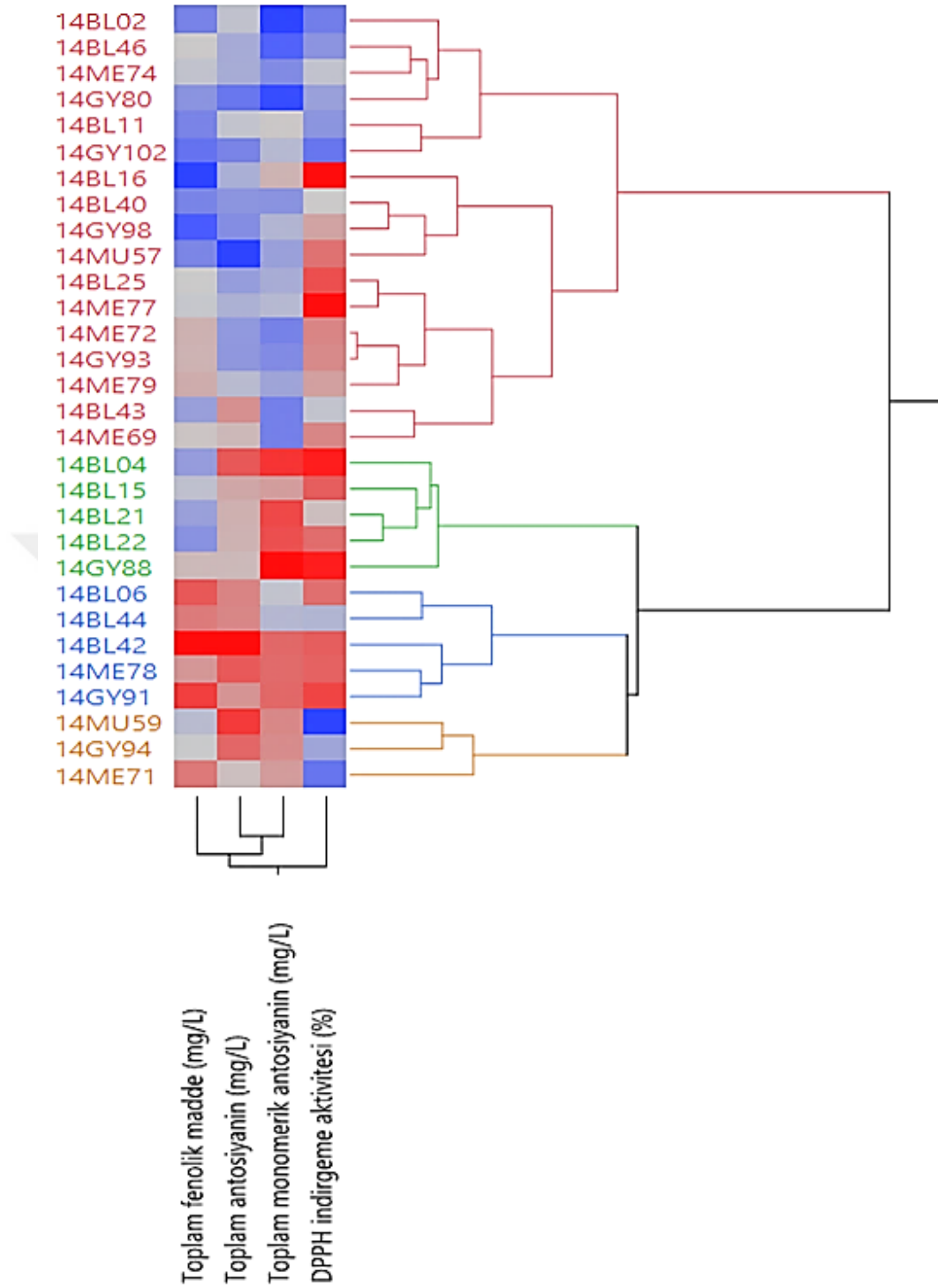
Böğürtlen genotiplerinde toplam monomerik antosiyanin içeriği, Tablo 4.24'te sunulmuştur. Genotipler arasında bu parametrede anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Toplam monomerik antosiyaninler açısından en yüksek değerlere sahip genotipler sırasıyla 14BL04 (114,14 $\mu\text{g cy-3-glu/g}$), 14BL21 (109,18 $\mu\text{g cy-3-glu/g}$) ve 14BL22 (107,09 $\mu\text{g cy-3-glu/g}$) olarak belirlenmiştir. En düşük toplam monomerik antosiyanin içeriği ise 14BL02 (12,09 $\mu\text{g cy-3-glu/g}$) genotipinde elde edilmiştir.

4.1.26 TP, DPPH, TA ve TMA Özelliklerinin Temel Bileşenler Analizi

Böğürtlen genotiplerine ait meyvelerin toplam fenolik, toplam antosiyanin, toplam monomerik antosiyanin ve toplam antioksidan içerikleri arasındaki korelasyonun, temel koordinat düzlemine dağılımları Şekil 4.7'de gösterilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, toplam fenolik, toplam antosiyanin, toplam monomerik antosiyanin ve toplam antioksidan içerikleri açısından incelendiğinde, genotipler arasındaki varyasyonun (%75,3) önemli ölçüde ilk iki temel bileşen eksenini tarafından açıklandığı görülmektedir. Birinci temel bileşen eksenini, toplam varyasyonun %50,5'ini, ikinci temel bileşen eksenini ise toplam varyasyonun %24,8'ini karşılamaktadır. Bu nedenle, analizin değerlendirilmesinde bu ekseler önem arz etmektedir (Şekil 4.7). İki boyutlu grafikte toplam fenolik, toplam antosiyanin, toplam monomerik antosiyanin ve toplam antioksidan içerikleri açısından 14MU59 genotipinin diğer genotiplerden uzakta yer aldığı gözlemlenmektedir. Bu sonuç, bazı genotiplerin toplam fenolik, toplam antosiyanin, toplam monomerik antosiyanin ve toplam antioksidan içerikleri açısından diğer genotiplerden farklı olduğunu göstermektedir. PCA ile tanımlanan parametreler arasında genotiplerin toplam fenolik, toplam antosiyanin ve toplam monomerik antosiyanin değerlerinin paralel olduğu tespit edilmiştir. Ancak, toplam antioksidan değerlerinin farklı bir grupta yer aldığı belirlenmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Böğürtlen genotiplerine ait meyvelerin TP, DPPH, TMA ve TA içerikleri arasındaki korelasyonun PCA ile tanımlanması.



Şekil 4.8. TP, TA, TMA ve DPPH içeriklerinin kümeleme analizine göre genotip dağılımı.

Araştırmada, böğürtlen genotipleri TP (toplam fenolik), TA (toplam antosiyanin), TMA (toplam monomerik antosiyanin) ve DPPH (toplam antioksidan) içerikleri bakımından kümeleme analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda oluşan ağaç, dört farklı gruptan meydana gelmiştir (Şekil 4.8).

Birinci grupta 17 adet genotip, ikinci grupta 5 adet genotip, üçüncü grupta 5 adet genotip ve dördüncü grupta 3 adet genotip bulunmaktadır. Birinci grup kümelemeye göre, 14BL02 ve 14ME69 genotiplerini içeren grup aralığı, bu genotipler arasındaki benzerliği vurgulamaktadır. İkinci grup aralığı ise 14BL04 ve 14GY88 genotiplerini içermekte olup, bu genotiplerin toplam monomerik antosiyanin ve toplam antioksidan içerikleri açısından zengin olduğu gözlemlenmektedir. İki yönlü kümeleme analizi sonuçları, üçüncü grup içerisinde 14BL06 ve 14GY91 genotiplerini içermekte olup, bu genotipler arasındaki benzerliklerinden dolayı ayrı bir kümeleme oluşturmuş ve TP, TA, TMA ve DPPH içerikleri bakımından zengin oldukları tespit edilmiştir (Şekil 4.8).



5. TARTIŞMA

5.1.1 Morfolojik Özellikler

Araştırma sonuçlarına dayanarak, 103 böğürtlen genotipinin tamamında diken varlığı gözlemlenmiştir. Dikenlilik durumu üç parametre üzerinden değerlendirilmiş; yüksek (3), orta (2) ve düşük (1) olarak sınıflandırılmıştır. Genotiplerdeki diken miktarı değişkenlik göstermiş olup, bu çerçevede % 43'ü (44 adet) 'yüksek', % 49'u (51 adet) 'orta' ve % 8'i (8 adet) 'düşük' dikenlilik grubunda yer almıştır. Tartılı derecelendirme ile seçilmiş 30 böğürtlen genotipinin incelenmesi sonucunda, bu genotiplerin % 50'sinin (15 adet) 'yüksek', % 40'ının (12 adet) 'orta' ve % 10'unun (3 adet) 'düşük' dikenlilik grubunda olduğu belirlenmiştir. İki yıl boyunca devam eden çalışma sürecinde, böğürtlen genotiplerinin dikenlilik durumunun sabit kaldığı gözlemlenmiştir.

Gerçekçioğlu'nun (1999) Tokat yöresinde gerçekleştirdiği araştırmada, 1996 yılında yapılan seleksiyon sonucunda 57 farklı tip belirlemiş ve 1997 yılında da 7 tip seçerek bu tiplerin bitkilerinin çok dikenli olduğunu gözlemlemiştir. Aynı zamanda, Bolu ili şartlarında yaptığımız 103 farklı genotip üzerine odaklanan çalışmamız, mevcut varyasyonun bu böğürtlen popülasyonunda var olduğunu göstermektedir.

Bolu ilinde gerçekleştirilen iki yıllık (2021-2022) böğürtlen genotipleri üzerine yapılan araştırmada, yaprak ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Yaprak ölçümleri bakımından her iki yılda da genotipler arasında istatistiksel olarak önemli farklar gözlemlenmiştir. Her iki yılda böğürtlen genotipleri arasında en geniş yaprak enine sahip olan genotip 14ME74 (16,23 cm), en uzun yaprak boyuna sahip olan genotipler ise 14BL25 ve 14ME74 (18,03 cm) olarak belirlenmiştir. Öte yandan, 14GY102 genotipi en dar yaprak enine (7,17 cm) ve en kısa yaprak boyuna (8,67 cm) sahip olmuştur. Yapılan bu çalışmada, iki yıllık istatistiklerin ortalamalarına baktığımızda en uzun yaprak sapı değeri 6,82 cm ile 14BL15 ve en kısa yaprak sapı değeri 2,92 cm ile 14GY102 genotipinde kaydedilmiştir. Bununla birlikte en uzun orta yaprak uzunluğu 8,13 cm ile 14ME74 genotipinde kaydedilirken en kısa orta yaprak uzunluğu 3,50 cm ile 14GY102 genotipinde kaydedilmiştir.

Alan'ın (2019) Türkiye'den toplanan belirli böğürtlen genotipleri ile standart bazı böğürtlen çeşitlerinin morfolojik ve moleküler özelliklerini incelediği çalışmada ise yaprak boyu açısından en uzun ve en geniş ölçümler 1 numaralı genotipte (Kayseri, İç Anadolu Bölgesi Orta Kızılırmak Bölümü) 20,08 cm olarak belirlenmiştir. En dar yaprak eni ise 58 numaralı genotipte (Afyonkarahisar, Ege Bölgesi İç Batı Anadolu Bölümü) 6,35 cm olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, böğürtlen genotipleri arasındaki morfolojik özelliklerin ve yaprak büyüklüklerinin genetik çeşitliliğini ortaya koymaktadır.

5.1.2 Pomolojik Özellikler

Pomolojik özellikler açısından meyve boyu (mm), meyve eni (mm), meyve şekil indeksi (mm), SÇKM, titre edilebilir asitlik, pH ve meyve rengi kriterleri değerlendirilmiştir. Çalışmanın iki yıllık (2021-2022) ortalamasına göre genotiplerin meyve ağırlığı 2,42 g (14BL06) ile 0,51 g (14ME78) arasında değişmiştir. Meyve eni 16,22 mm (14BL06) ile 8,72 mm (14GY102), meyve boyu 13,97 mm (14BL06) ile 6,32 mm (14GY102) arasında değişiklik göstermektedir. Meyve şekil indeksi 1,30 mm (14GY102) ile 1,02 mm (14BL44) arasında değişmektedir.

Gerçekçioğlu (1999) tarafından Tokat yöresinde yürütülen seleksiyon çalışmasında 1996 ve 1997 yıllarında toplam 64 genotip belirlenmiş ve bu genotiplerin meyvelerinin ağırlıkları 2.19-2.92 g arasında değişmiştir. Yapılan çalışmada, ovada ve 600 m'nin altındaki rakımlarda yetişen böğürtlenlerin genel olarak küçük meyvelere sahip olduğu ve meyve dalları üzerinde düzensiz bir dağılım sergilediği belirtilmiştir.

Antunes ve ark. (2010), Brezilya'nın Pelotas bölgesinde beş böğürtlen çeşidi (Tupy, Guarani, Caingangue, Cherokee, Brazos) ile iki genotip (97 ve 787) üzerinde bir araştırma yürütmüştür. Araştırma sonucunda, bitki başına en yüksek verimin 787 nolu genotipte (1.355 g) olduğu, bunu Caingangue (1.305 g) ve Tupy (1.149 g) çeşidinin takip ettiği belirlenmiştir. Bitki başına en düşük verimler ise 97 nolu genotipte (589 g) ve Brazos çeşidinde (621 g) elde edilmiştir. Meyve ağırlığı bakımından ise en iri meyveler 787 ve 97 nolu genotiplerde (sırasıyla 5.14 g ve 4.94 g) elde edilmiştir.

Alan (2019) tarafından yürütülen çalışmada, Türkiye genelinden toplanan bazı böğürtlen genotipleri ile standart bazı böğürtlen çeşitlerinin morfolojik ve

moleküler karakterizasyonu yapılmıştır. Ortalama meyve ağırlıkları 22.5 g ile 0.4 g arasında değişkenlik göstermiştir. Meyve boyu değerleri 34.5 mm ile 8.6 mm arasında değişirken, meyve eni değerleri ise 24.7 mm ile 9 mm arasında belirlenmiştir. Ayrıca, ortalama meyve boy/en oranı 1.4 mm ile 0.7 mm aralığında gözlemlenmiştir.

Altunbaş (2019), Konya ekolojik koşullarına adaptasyonunu sağlamak amacıyla dört farklı böğürtlen çeşidini (Jumbo, Chester, Arphe ve Boata) inceleyerek meyve özelliklerini değerlendirmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, söz konusu çeşitler arasında belirgin meyve rengi ve şekil farklılıkları tespit edilmiştir. Jumbo çeşidinin meyveleri siyah renkte ve uzun konik formdadır, Chester çeşidinin meyveleri ise siyah renkte ve kısa konik formdadır. Arphe çeşidinin meyveleri siyah renkte ve yuvarlak formda iken, Boata çeşidinin meyveleri kırmızı renkte ve yuvarlak formdadır.

Ayrıca, yapılan çalışmada meyve ağırlığı bakımından da çeşitler arasında belirgin farklılıklar gözlemlenmiştir. Jumbo çeşidi 3.60 g ile en ağır meyvelere sahipken, Chester çeşidi 2.81 g ağırlığıyla ikinci sıradadır. Bu bulgular, böğürtlen çeşitlerinin morfolojik özelliklerinin, özellikle meyve rengi, şekli ve ağırlığı üzerinde çevresel koşullara göre değişebileceğini ve adaptasyon süreçlerinin çeşitlilik gösterebileceğini göstermektedir.

Sarı (2010) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi doğal popülasyonundan toplanan böğürtlen genotiplerinin morfolojik olarak tanımlanması amaçlanmıştır. Meyve eni 12.3-16.8 mm, meyve boyu 7.4-17.6 mm ve meyve en/boy oranı 0.91-1.39 arasında değişkenlik göstermiştir. Ayrıca, UPOV kriterlerine göre yapılan sınıflandırmada meyve boy/en oranının genotiplerin %15.9'unda küçük, %20.5'inde büyük ve %2.3'ünde çok büyük olarak gruplandığı belirtilmiştir.

Atilla (2002) tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada, Ankara'da bazı ahududu ve böğürtlen çeşitlerinin adaptasyonu üzerine yapılmıştır. Bu çalışmada, 12 böğürtlen çeşidi kullanılarak meyve rengi, şekli ve ağırlığı incelenmiştir. 2000 yılında Bursa II çeşidi ile 1.82 g ve 2001 yılında Cherokee çeşidi ile 1.62 g ile en ağır meyvelere sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, meyvelerdeki tane sayısının 17.5-38.8 adet arasında değişim gösterdiği ve üzümçük büyüklüğünün genotiplerde çok küçük (%11,4'ü), küçük (%31,8'i), orta (%43,2'si) ve büyük (%13,6'sı) olarak sınıflandırıldığı ifade edilmektedir.

Moore ve Clark (1993), Arapaho böğürtlen çeşidinin meyve özelliklerini incelemiştir. Çalışma sonucunda, meyvelerin siyah, kısa konik, parlak ve çekirdeklerinin küçük olduğu belirlenmiştir. Ortalama meyve ağırlığının da 4.1 g–5.1 g arasında değiştiği ifade edilmiştir.

Esmek (2003), Tokat yöresinde yedi böğürtlen çeşidinin meyve özelliklerini incelemiştir. Çalışma sonucunda, meyve ağırlıklarının 2.83 g (Bursa II)-7.88 g (Jumbo) arasında değiştiği belirlenmiştir.

Perkins ve ark. (1993), Navaho böğürtlen çeşidiyle dikenli böğürtlen çeşitlerinden Cheyenne, Shawne ve Choctaw'nin meyve özelliklerini incelemiştir. Çalışma sonucunda, Navaho çeşidinin meyvelerinin daha parlak ve dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Ancak dikenli çeşidlere göre antosiyanin oranının daha düşük olduğu tespit edilmiştir.

Böğürtlen çeşit ve genotiplerinin farklı ekolojik koşullara adaptasyon özellikleri ve meyve kalitesi üzerine yapılan araştırmalar, bu konuda önemli bilgiler sağlamaktadır. Bu araştırmalar sonucunda, böğürtlen çeşitlerinin meyve rengi, şekli, ağırlığı, verimi ve kalitesi bakımından farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Bu farklılıklar, çeşidin genetik yapısına, yetiştirme ortamına ve iklim koşullarına bağlı olarak değişebilir. Böğürtlen üzerine yapılmış genotip çalışmalarının sınırlı olduğu bir gerçektir; çoğu araştırmada ise ıslah sonucu elde edilmiş ticari çeşitlere odaklanılmıştır. Bu bağlamda, çalışmamızın verileri genotip çalışmalarıyla uyumlu bir şekilde seyretmektedir. Çalışmamız kapsamında kullanılan genotiplerin ticari çeşitlerle melezlenerek yeni melez bitkiler elde edilmesi, gelecekte yapılacak çalışmalara ilham kaynağı olabilir ve istenilen özelliklere sahip bitkilerin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Meyve değerlendirmelerinde renk kriteri, estetik çekicilik ve tüketici tercihleri kadar içerdikleri pigmentler sayesinde insan sağlığı açısından da önemlidir. Renk, ışık geçirgenliğini temsil eden L^* değerinin, böğürtlen meyvelerinin renk ölçümünün iki yıllık ortalaması incelendiğinde, 31,36 L^* (14BL06) ile 10,86 L^* (14GY91) değerleri arasında değişim gösterdiği gözlemlenmiştir.

Kırmızı-yeşil eksenini temsil eden 'a' değerleri 0,11 (14BL04) ile 28,3 (14BL04) arasında değişirken; sarı-mavi eksenindeki 'b' değerleri 0,11 (14BL25) ile 1,79 (14BL44) arasında değişim göstermiştir. Yapılan istatistiksel testlerde,

çeşitler arasındaki renk eksenleri olan 'L', 'a', ve 'b' değerlerinde anlamlı farklılıklar belirlenmiştir.

'Renk doygunluğu'nu ifade eden 'kroma' değeri en yüksek 29'dan (14BL04) başlayarak 0,20'ye (14BL25) kadar düşmüştür. 'Hue', renk niteliği değerleri ise 359,31 ile 2,50 arasında değişim göstermiştir. İstatistiksel açıdan değerlendirildiğinde, Chroma ve Hue değerleri arasında çeşitler arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır.

Sönmez ve ark. (2017), Prime-ark böğürtlen çeşidinin farklı olgunluk dönemlerindeki renk değişimini incelemiştir, yeşil, pembe ve olgun meyve örneklerindeki renk parametrelerini belirlemiştir. Yeşil meyve örneklerinde L* değeri 49.83, a değeri 3.49, b değeri 14.66, C değeri 16.24, Hue* değeri 59.8 olarak belirlenmiştir. Pembe meyve örneklerinde ise L* değeri 22.11, a değeri 26.13, b değeri 18.38, C değeri 31.95, Hue* değeri 35.08 saptanmıştır. Prime-ark olgun meyve örneklerinde ise L* değeri 20.66, a değeri 4.45, b değeri 3.95, C değeri 5.96, Hue* değeri 41.16 olarak rapor edilmiştir.

Acosta-Montoya ve ark. (2009), yayla böğürtlenlerinin üç yenilebilir olgunluk aşamasındaki meyvelerin renk değişimini incelemişlerdir. Açık kırmızı meyvelerde L* değeri 33, H* değeri 39, C* değeri 40 bulunurken, mor meyvelerde L* değeri 21, H* değeri 21, C* değeri 25 olarak belirlenmiştir. Koyu mavimsi-mor meyvelerde ise L* değeri 15, H* değeri 5 ve C* değeri 37 olarak rapor edilmiştir.

5.1.3 Kimyasal Özellikler

Kimyasal özelliklere yönelik gerçekleştirilen analizler, farklı böğürtlen genotipleri arasında anlamlı farklılıkların bulunduğunu ortaya koymaktadır. Böğürtlen genotiplerinin 2021-2022 dönemlerine ait pH değerleri, en düşük değeri 2,77 ile 14BL16 genotipinde, en yüksek değeri ise 4,39 ile 14BL21 genotipinde göstermektedir. Diğer genotipler arasında da pH değerlerinde çeşitlilik gözlemlenmiştir. En yüksek titrasyonla elde edilen asit oranına sahip genotip %0,35 ile 14BL02 iken, en düşük titre edilebilir asitlik değeri %0,03 ile 14BGY102 genotipinde tespit edilmiştir. Suda Çözünen Kuru Madde (SÇKM) içeriği ise genotipler arasında %16,33 (14MU57) ile %8,30 (14BL15) arasında değişim göstermektedir.

Ayrıca, literatürde yer alan benzer çalışmalarla kıyaslandığında, elde edilen bulguların genotipler arasında önemli varyasyonları ortaya koyduğu görülmektedir.

Ağaoğlu ve ark. (2007), Ankara'nın Ayaş ilçesinde yetiştirilen 11 farklı böğürtlen çeşidinin pomolojik özelliklerini inceleyerek, SÇKM miktarı bakımından en yüksek miktarlara Bursa 2, Chester ve Navaho çeşitlerinin sahip olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda, Chester çeşidi üzerine yapılan incelemede, Ayaş ekolojisinde elde edilen %16,66 oranındaki SÇKM değeri, bu çalışma kapsamında elde edilen bulgulara benzer bir değer sunmaktadır.

Yıldız (2011) tarafından Hayrat ilçesinde gerçekleştirilen çalışmada, 2009-2010 yılları arasında elde edilen pH değerleri 2,35 ile 2,52 arasında değişirken, SÇKM değerleri 8,32% ile 9,33%, TEAO değerleri ise 1,01% ile 0,85% aralığında bulunmuştur. Cemeroğlu (1982) tarafından yapılan bir çalışmada, böğürtlenlerde suda çözünmeyen kuru maddenin %4-10, suda çözünen kuru maddenin %8-13, toplam asitliğin %0,4-2 arasında değişiklik gösterdiği ifade edilmiştir.

Fernandez-Salvador ve diğerleri (2015) organik üretim çalışmasının sonuçlarına göre; suda çözünür kuru madde içeriğini %11,5-14,4, pH değerini 3,43-3,85 ve titre edilebilir asitlik değerini %0,7-1,2 aralığında belirlemişlerdir. Bu çalışmaların sonuçlarına göre, elde edilen pH, TEA ve SÇKM değerlerinin, mevcut çalışmayla karşılaştırıldığında genel olarak daha düşük olduğu gözlemlenmektedir.

Bu bağlamda, araştırma sonuçlarından elde edilen SÇKM değerlerindeki %16,33 ile %8,30 arasındaki değişimin, meyve büyüklüğündeki dalgalanmalara ve gece-gündüz sıcaklık farkının artmasına bağlı olarak değişebileceği söylenebilir. Ayrıca, böğürtlen meyvelerinin bileşimi, iklim şartlarına, rakım farklılıklarına, enlem derecelerine ve su kaynaklarına olan yakınlıklarına bağlı olarak değişebilir. Bu kapsamda, Bolu ilinin yüksek rakımının SÇKM içeriği üzerinde belirgin bir etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, güneşlenme süresi ve gece-gündüz sıcaklık farkının da böğürtlen genotipleri üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

Çeşitli literatür çalışmaları, koyu renkli meyvelerin diğer meyvelere göre daha yüksek toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğunu ortaya koymuştur (Özgen ve Schreens, 2006; Özgen ve Tokbaş, 2007; Özgen vd., 2009a). Özellikle üzüksü meyvelerde, antosiyanin ve diğer pigmentlerin toplam fenolik içeriğine olan katkısının %80'lere kadar çıkabildiği belirlenmiştir. Daha sonraki araştırmalar, bu fitokimyasal içeriğin literatürde belirtilen oranlardan daha yüksek olabileceğini göstermiştir (Özgen vd., 2007). Üzümsü meyveler, yüksek antioksidan kapasitelerine sahiptir ve bu kapasite, askorbik asitten ziyade fenolik maddelerden, antosiyaninlerden, fenolik asitlerden ve flavonoidlerden kaynaklanmaktadır.

Böğürtlen, üzüksü meyveler arasında en zengin fitokimyasal içeriğe sahip meyvelerden biri olarak öne çıkmaktadır (Pehlivan ve Gülerüz, 2004; Özgen vd., 2007; Özgen vd., 2014).

Bu çalışmada, değeriendirilen böğürtlen genotiplerine ait meyve sularının HPLC yöntemi ile belirlenen vanilik asit, gallik asit, kateşin, kafeik asit, siringik asit, p-kumarik asit, klorojenik asit, o-kumarik asit, ferulik asit, rutin ve kuersetin miktarları incelenmiştir. İncelenen genotiplerde, vanilik asit içeriği 1,93 mg/100 g (14GY88) ile 0,20 mg/100 g (14GY94, 14ME72) arasında, kateşin içeriği 441,58 mg/100 g (14GY88) ile 11,50 mg/100 g (14GY94) arasında, gallik asit içeriği 19,48 mg/100 g (14BME71) ile 2,41 mg/100 g (14GY102) arasında değışim göstermiştir. Ayrıca, kafeik asit, klorojenik asit, p-kumarik asit, o-kumarik asit, kuersetin, ferulik asit, rutin ve protokateşik asit miktarları da genotipler arasında çeşitlilik göstermiştir.

Bu fenolik bileşenlerin değeriendirilmesinde, böğürtlen meyvelerinin genotiplerine göre farklılık gösterdiği ve incelenen bileşenlerin genotipler arasında belirli aralıklarda değıştiği gözlemlenmiştir. Daha önce yapılan benzer çalışmalara paralel olarak, elde edilen bulgular, böğürtlen meyvelerinin fenolik içerik açısından zengin bir kaynak olduğunu doğrulamaktadır.

Öte yandan, Bursa'da yetiştirilen beş ahududu ve dört böğürtlen çeşidinin fenolik madde içerikleri ölçülmüş ve yapılan analizler sonucunda ellajik asidin ahududu ve böğürtlen türlerinin ana fenolik bileşiği olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, böğürtlen çeşitlerinde ellajik asit, ferulik asit, kafeik asit, para-kumarik asit ve kuersetin miktarlarının belirlendiği bu çalışma, böğürtlenin potansiyel sağlık yararlarına dair önemli bilgiler sunmaktadır (Sariburun, 2009).

Daha fazla karşılaştırma yapmak amacıyla, Pinto ve ark. (2018) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada organik ve konvansiyonel böğürtlen yetiştiriciliği karşılaştırılmış ve klorojenik asit, kafeik asit, ferulik asit ve kuersetin açısından organik yetiştiriciliğin daha yüksek değerieler sahip olduğu belirtilmiştir.

Kayaalp'in (2021) yaptığı çalışma, Chester Böğürtlen çeşidine ait ekstratların analizini içererek fenolik madde içeriklerini belirlemiştir. Bu çalışmanın sonuçları, kuersetin, gallik asit, protokateşik asit, klorojenik asit, tannik asit, epikateşin, mikuelianin, apicenin, amentoflavone, acacetin ve chrysin gibi çeşitli fenolik bileşenlerin miktarlarını ortaya koymaktadır.

Ayrıca, Tosun ve Artık (1998) tarafından Samsun ve çevresinde doğal olarak yetişen böğürtlenlerin kimyasal bileşimi incelenmiş ve fenolik asitler, flavonoidler, toplam polifenol, toplam antosiyanin ve antioksidan kapasite ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Sellepan ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada, böğürtlen ve yaban mersini meyvelerinin ve yapraklarının kimyasal bileşimlerini araştırmışlardır. Çalışma, fenolik asitler ve flavonoidler bakımından zengin bir içerik ortaya koymaktadır.

Bu kapsamda, böğürtlen meyvelerinin fenolik içeriğinin genotiplere göre değişim gösterdiği ve bu meyvelerin sağlık üzerinde olumlu etkileri olabilecek potansiyel bioaktif bileşenler içerdiği sonucuna varılmıştır. Bu meyvelerin içerdikleri fenolik bileşenler, özellikle vanilik asit, gallik asit, kateşin, kafeik asit, siringik asit, p-kumarik asit, klorojenik asit, o-kumarik asit, ferulik asit, rutin ve kuersetin gibi önemli antioksidanların varlığını ortaya koymaktadır. Yapılan analizler, bu fenolik bileşenlerin genotipler arasında farklılık gösterdiğini, böğürtlen çeşitlerinin bu açıdan çeşitlilik sergilediğini göstermektedir.

Elde edilen bulgular, böğürtlen meyvelerinin genotiplerine bağlı olarak farklı fenolik içeriklere sahip olduğunu göstermektedir. Vanilik asit, kateşin, gallik asit gibi bileşenlerin miktarları genotipler arasında belirgin değişiklik göstermektedir. Bu durum, böğürtlen çeşitlerinin besin değeri açısından farklı avantajlar sunabileceğini göstermektedir.

Ayrıca, böğürtlen meyvelerinin içerdikleri yüksek antioksidan kapasiteye bağlı olarak sağlık üzerinde olumlu etkileri olabileceği düşünülmektedir. Antioksidanların vücutta serbest radikallerle savaşarak hücrel hasarı azalttığı bilinmektedir. Bu nedenle, düzenli olarak tüketilen böğürtlen meyvelerinin antioksidan özellikleri aracılığıyla sağlığı destekleyebileceği düşünülmektedir.

Yapılan bu çalışma, böğürtlen meyvelerinin genotiplerine özgü fenolik bileşenler açısından zengin bir içeriğe sahip olduğunu ve potansiyel sağlık faydalarına katkı sağlayabilecek antioksidanlar içerdiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, böğürtlenlerin çeşitli besin değerleri ve sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle beslenmede değerli bir kaynak olabileceğini göstermektedir.

Bu çalışmada, çeşitli böğürtlen genotiplerinin meyve sularının organik asit miktarları üzerine yapılan analizlerle genotipler arasındaki önemli farklılıklar ortaya konmuştur. Organik asitler, meyvelerin tat profiline önemli katkılarda bulunan ve olgunlaşma sürecini etkileyen temel bileşenlerdir (Cemeroğlu ve Acar,

1986; Savran, 1999). Bu bileşenler arasında özellikle malik asit, süksinik asit, okzalik asit, sitrik asit, fumarik asit ve C vitamini önemli rol oynamaktadır.

Çalışmada incelenen böğürtlen genotiplerinin organik asit içeriği üzerine yapılan analizler, malik asit, sitrik asit, süksinik asit, okzalik asit, fumarik asit ve C vitamini miktarları arasında belirgin farklılıkların olduğunu göstermektedir. Örneğin, malik asit içeriği 4,55 g/kg ile (14ME77) en yüksek değere sahipken, 1,65 g/kg ile (14BL02) en düşük değere sahiptir. Benzer şekilde, sitrik asit, süksinik asit, okzalik asit, fumarik asit ve C vitamini içerikleri de genotipler arasında önemli ölçüde değişkenlik göstermektedir.

Bu farklılıkların istatistiksel olarak belirlenmiş olması, genotiplerin organik asit profillerinin belirlenmesinde kritik öneme sahiptir. Organik asit miktarındaki bu genetik çeşitlilik, meyve tadının şekillenmesinde etkili olabilir. Organik asit-şeker oranının meyve olgunlaşma sürecini belirlediği düşünüldüğünde, bu farklılıkların tüketicilere farklı tat profilleri sunabileceği anlaşılmaktadır.

Diğer yandan, yapılan karşılaştırmalar literatürdeki benzer çalışmalarla uyumlu sonuçlar göstermektedir. Örneğin, Gündoğdu ve ekibinin (2016) doğu Türkiye'deki böğürtlen çeşitleri üzerine yaptığı çalışma, sitrik asit ve malik asit içeriği açısından benzer sonuçlar elde etmiştir. Benzer şekilde, Tay'ın (2021) konvansiyonel ve organik yetiştiricilikteki böğürtlenlerdeki organik asit içeriği üzerine yaptığı çalışma da genel eğilimler açısından uyumludur.

Bu araştırmada, çeşitli böğürtlen genotiplerinin biyokimyasal içerikleri incelenmiştir. Toplam fenolik içeriği, toplam antioksidan kapasitesi, toplam antosiyanin miktarı ve toplam monomerik antosiyanin miktarı bakımından genotipler arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre, böğürtlen genotiplerinin toplam fenolik içeriği 619,53 µg GAE/g (14BL42) ile en yüksek değerden 302,03 µg GAE/g (14BL16) ile en düşük değere kadar değişiklik göstermektedir. Benzer şekilde, toplam antioksidan kapasitesi %84,17 (14BL16) ile en yüksek ve %39,19 (14MU59) ile en düşük olarak tespit edilmiştir. Toplam antosiyanin miktarı 200,95 mg/L (14BL42) ile en yüksek ve 66,77 mg/L (14MU57) ile en düşük arasında değişmektedir. Toplam monomerik antosiyanin miktarı ise 114,14 µg cy-3-glu/g (14BL04) ile en yüksek ve 12,09 µg cy-3-glu/g (14BL02) ile en düşük aralıklarda bulunmaktadır.

Antosiyaninler, meyvelerin renk spektrumunu oluşturan suda çözünen doğal pigmentlerdir. Bu çalışmanın sonuçları, böğürtlen genotipleri arasında siyanidin-3-

glukozit cinsinden antosiyanin miktarında geniş bir değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Yapılan diğer çalışmalardan elde edilen benzer sonuçlar, antosiyanin miktarının genotip, olgunluk dönemi ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişebileceğini desteklemektedir.

Antioksidan aktivite değerleri de genotipler arasında farklılık göstermektedir. DPPH metodu ile ölçülen antioksidan aktivite, 90.95 ± 1.04 ile 177.11 ± 3.17 μmol troloks/g taze meyve arasında değişmektedir. Bu sonuçlar, böğürtlenlerin sağlık üzerinde olumlu etkileri olabilecek yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermektedir.

Literatürle karşılaştırıldığında, elde edilen bulgular genellikle diğer çalışmaların ötesinde, özellikle toplam fenolik içerik ve antioksidan aktivite açısından daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu farklılıkların genotiplere, yetiştirme koşullarına, hasat zamanına ve analiz yöntemlerine bağlı olarak ortaya çıkabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışma, böğürtlen genotiplerinin biyokimyasal içeriklerindeki çeşitliliği ortaya koymakta olup, elde edilen bulgular genotipler arası farklılıkları anlamamıza ve böğürtlenlerin potansiyel sağlık faydalarını daha iyi değerlendirmemize katkı sağlamaktadır. Ancak, bu çeşitliliğin daha derinlemesine anlaşılabilmesi için gelecekteki çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde gerçekleştirilen bilimsel araştırmalar, meyve ve sebzelerin insan sağlığının korunması ve hastalıkların önlenmesinde kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Özellikle üzüksü meyvelerin, fitokimyasal içerik açısından diğer meyve ve sebzelerden daha zengin olduğu gözlemlenmiştir. Bu kapsamlı çalışma, Bolu ilinde yetiştirilen böğürtlen genotiplerinin agromorfolojik, primer ve sekonder biyokimyasal özelliklerini ele alarak seleksiyon ıslahı doğrultusunda yürütülmüştür.

Böğürtlen genotiplerinde diken varlığı tespit edilmiş olup, genotipler arasında diken miktarı çeşitlilik göstermiştir. Yaprak boyu, yaprak eni, yaprak sapı uzunluğu ve meyve ağırlığı gibi morfolojik özellikler incelendiğinde, belirli genotipler öne çıkmıştır. Fenotipik analizler, 14BL25 genotipinin en uzun yaprak boyuna, 14ME74 genotipinin en geniş yaprak enine ve 14BL15 genotipinin en uzun yaprak sapına sahip olduğunu göstermiştir. Meyve ağırlığı bakımından ise 14BL06, 14BL46, 14BL16 ve 14BL15 genotipleri öne çıkmıştır.

Meyve boyutları ve suda çözünür kuru madde/asit oranı, meyvelerin tüketimini etkileyen önemli kriterlerdir. Yapılan analizlerde, 14BL06, 14GY94, 14BL16 ve 14GY88 genotiplerinin meyve boyutları bakımından üstün olduğu ve 14MU57, 14ME74, 14BL02 ve 14ME71 genotiplerinin yaklaşık %16 civarında SÇKM içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, en yüksek TEA miktarına sahip genotipler 14BL02, 14BL06, 14BL04 ve 14BL16 olarak tespit edilmiştir.

Biyokimyasal analizlerde HPLC ve spektrofotometre cihazları kullanılarak, genotiplerin fenolik bileşik, antioksidan kapasite, C vitamini, organik asit ve diğer önemli bileşik içerikleri belirlenmiştir. Kateşin, gallik asit ve rutin gibi fenolik bileşikler açısından 14GY88, 14ME71 ve 14ME77 genotiplerinin dikkat çektiği gözlemlenmiştir. Özellikle, genotiplere göre organik asit miktarlarının dağılımında 14ME77, 14BL46 ve 14GY88 genotiplerinin öne çıktığı gözlemlenmiştir.

Toplam fenolik madde, antioksidan, antosiyanin ve toplam monomerik antosiyanin miktarları incelendiğinde, belirli genotiplerin diğerlerine göre üstün olduğu tespit edilmiştir. Toplam fenolik madde açısından en yüksek değerlere 14BL42, 14GY91 ve 14BL06 genotiplerinde rastlanmıştır. Genotipler değerlendirildiğinde, en yüksek toplam antioksidan miktarı 14BL16, 14ME77, 14BL04 ve 14GY91 genotipleri yüksek antioksidan aktivite açısından öne

çıkmaktadır. Toplam antosiyanin içeriği bakımından en yüksek değerlere sahip genotipler sırasıyla 14BL42, 14MU59 ve 14BL04 olarak belirlenmiştir. Toplam monomerik antosiyaninler açısından en yüksek değerlere sahip genotipler sırasıyla 14BL04, 14BL21 ve 14BL22 olarak belirlenmiştir.

Çalışma, Bolu ilinde yetiştirilen böğürtlen genetik kaynaklarının agromorfolojik ve biyokimyasal özelliklerinin detaylı bir şekilde karakterize edilmesiyle elde edilen bilgilerin, böğürtlen yetiştiriciliği ve genetik kaynakların iyileştirmesi konusunda ileriye yönelik planlamalara ışık tutacak nitelikte olduğunu göstermektedir. Bu çalışmanın bulguları, biyotik ve abiyotik streslere dayanıklı, besin değeri açısından zengin, üstün verim ve kalite özelliklerine sahip yeni böğürtlen çeşitlerinin geliştirilmesine yönelik gelecekteki araştırmalara zemin oluşturması beklenmektedir.

Öneriler:

- 1. Seleksiyon İslahının Devamı:** Bu çalışma sonuçları, seleksiyon ıslahının devam etmesi gerektiğini göstermektedir. Ümitvar özelliklere sahip genotipler, gelecek ıslah programları için önemli bir temel oluşturabilir.
- 2. Genetik Çeşitliliğin Sürdürülmesi:** Tespit edilen genotipik farklılık, böğürtlen yetiştiriciliği ve genetiğinin iyileştirmesi açısından önemlidir. Bu nedenle, mevcut genetik kaynakların korunması ve yeni materyallerin introduksiyonu ile genetik çeşitliliğin sürdürülmesi önemlidir.
- 3. İleri Biyokimyasal Araştırmalar:** Fenolik bileşikler, antioksidan kapasite ve diğer biyokimyasal özellikler üzerine daha kapsamlı araştırmalar yapılmalıdır. Bu, böğürtlen meyvesinin sağlık üzerindeki olumlu etkilerini daha iyi anlamamıza yardımcı olabilir.
- 4. Çeşitlilikle İlgili Yol Haritası:** Belirlenen 30 ümitvar genotip, gelecek çalışmalar ve ıslah programları için bir yol haritası oluşturabilir. Bu genotipler, böğürtlen yetiştiriciliği alanında çeşitliliği artırmak ve daha sağlıklı, dayanıklı çeşitler elde etmek adına kullanılabilir.

Bu öneri ve sonuçlar, yapılan böğürtlen çalışmasının mevcut durumu değerlendirme ve gelecekteki çalışmalara yönelik bir temel oluşturma amacını taşımaktadır.

7. KAYNAKLAR

Bu tez çalışmasında APA atıf sistemi kullanılmıştır.

- Acosta-Montoya, Ó., Vaillant, F., Cozzano, S., Mertz, C., Pérez, A. M., & Castro, M. V. (2010). Phenolic content and antioxidant capacity of tropical highland blackberry (*Rubus adenotrichus* Schltdl.) during three edible maturity stages. *Food Chemistry*, 119(4), 1497-1501.
- Ağaoğlu, S., Eydurán, S. P., & Eydurán, E. (2007). Ayaş koşullarında yetiştirilen böğürtlen çeşitlerinin bazı pomolojik özelliklerinin karşılaştırılması. *Journal of Agricultural Sciences*, 13(01), 69-74.
- Ağaoğlu, Y. S., & Gerçekcioğlu, R. (1986). Üzümsü meyveler. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 984, 377.
- Ağaoğlu, Y. S., Eydurán, S. P. ve Eydurán, E. (2007). Ayaş koşullarında yetiştirilen böğürtlen çeşitlerinin bazı pomolojik özelliklerinin karşılaştırılması. *Journal of Agricultural Sciences*, 13(01), 69-74.
- Alan, F. (2019). Türkiyeden Toplanan Bazı Böğürtlen Genotipleri İle Standart Bazı Böğürtlen Çeşitlerinin Morfolojik Ve Moleküler Karakterizasyonu. *Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı*, Doktora Tezi, Kayseri, 170 s.
- Alleyne, V., Clark, J., R. (1996). Research Series, Arkansas Agricultural Experiment Station, No: 450 (31-33): 3.
- Altunbaş, F. (2019). Bazı Böğürtlen Çeşitlerinin Konya Ekolojik Şartlarına Adaptasyonu. *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 54 s.
- Ames, B.M., Shigena, M.K. & Hagen, T.M. (1993). Oxidants, antioxidants and the degenerative diseases of aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 90, 7915-7922.
- Anonim, (2020). Böğürtlenin faydaları nelerdir? [online], alıntı, Böğürtlenin faydaları neler? - SAĞLIK Haberleri (haber7.com), (Ziyaret tarihi: 18 Ekim 2023).
- Anonymous, (2002). Caneberries are Healthy Fruits. ORBC Nutraceutical Information, *Nutraceutical Bulletin Vol. (3): 1* (www.oregon-berries.com/cx15/nutra2.htm).
- Antunes, L. E. C., Chalfun, N. N. J., Regina, M. A. and Hoffmann, A. (2000). Blossom and Ripening Periods of Blackberry Varieties in Brazil. *Journal of American Pomological Society*, 54 (4): 164-169.
- Antunes, L. E. C., Gonçalves, E. D. and Trevisan, R. (2010). Phenology and Production of Blackberry Cultivars in Agroecological System. *Ciência Rural*, 40 (9): 1929- 1933.
- Atila, S. P. (2002). Bazı Ahududu Ve Böğürtlen Çeşitlerinin Ayaş (Ankara) Koşullarına Adaptasyonu Üzerinde Ön Değerlendirmeler. *Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 79 s.
- Balch, J.F., & Balch, P.A. (1997). Prescription for Nutritional Healing (2nd ed.). Avery Publishing Group.
- Balcı, G., & Keles, H. (2019). Bazı Böğürtlen Çeşitlerinin Yozgat Ekolojisinde Adaptasyon Yeteneklerinin Belirlenmesi. *ADÜ Ziraat Dergisi*, 16(1), 45-52.
- Baltacıoğlu, C., & Velioğlu, S. (2003). Değeri anlaşılan yabani meyveler. *Cine Tarım*, 50, 32-34.

- Barbieri, G., Bertoldi, M., & Pisani, A. (2014). Berries and human health: An overview. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2014, 564893
- Benvenuti, S., Pellati, F., Melegari, M. A., & Bertelli, D. (2004). Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of Rubus, Ribes, and Aronia. *Journal of food science*, 69(3), FCT164-FCT169.
- Camire, M. E., & Dougherty, M. P. (2016). Berries: Composition, health benefits, and potential for use in functional foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(17), 2856-2871.
- Carlton, P. S., Kresty, L. A., Siglin, J. C., Morse, M. A., Lu, J., Morgan, C., & Stoner, G. D. (2001). Inhibition of N-nitrosomethylbenzylamine-induced tumorigenesis in the rat esophagus by dietary freeze-dried strawberries. *Carcinogenesis*, 22(3), 441-446.
- Casto, B.C., Kresty, L.A., Kraly, C.L., Pearl, D.K., & Knobloch, T.J. (2002). Chemoprevention of oral cancer by black raspberries. *Anticancer Research*, 22, 4005-4015.
- Çekiç, Ç. (2011). Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi Doğal Populasyonundan Örneklenen Böğürtlen Genotiplerinin UPOV Kriterleri ile Morfolojik Olarak Tanımlanması. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 2011(2).
- Cemeroğlu, B. (1982). *Meyve suyu üretim teknolojisi*. Teknik Basım Sanayii Matbaası.
- Cemeroğlu, B., & Acar, J. (1986). Meyvelerde organik asitlerin tayini. *Gıda Teknolojisi Dergisi*, 10(1), 45-48.
- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A., & Özkan, M. (2004). Meyve ve sebzelerin bileşimi. *Meyve ve sebze işleme teknolojisi*, 1, 1-188.
- Cho, M. J., Howard, L. R., Prior, R. L., & Clark, J. R. (2005). Flavonol glycosides and antioxidant capacity of various blackberry and blueberry genotypes determined by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(13), 2149-2158.
- Clark, J. R., & Moore, J. N. (1999). Apache'thornless blackberry. *HortScience*, 34(7), 1291-1293.
- Costantino, L., Albasini, A., Rastelli, G., & Benvenuti, S. (1992). Activity of polyphenolic crude extracts as scavengers of superoxide radicals and inhibitors of xanthine oxidase. *Planta medica*, 58(04), 342-344.
- Crandall, P. C. (1994). *The management and marketing of raspberries and blackberries* (No. 634.711/C891).
- Demirsoy, L., Demirsoy, H., Bilgener, Ş., Ersoy, B., Öztürk, A., Balcı, G., & Çelikel, G. (2006). Samsun'da Yapılan Ahududu Çeşit Adaptasyon Çalışmaları. II. *Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, 14(16), 205-211.
- Di Stefano, R., Cravero, M. C., & Gentilini, N. (1989). Metodi per lo studio dei polifenoli dei vini. *Enotecnico*, 25.
- Eke, İ. (2017). *Bazı yabani Vaccinium ve Rubus türlerinde antioksidan, fitokimyasal ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi* (Master's thesis, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Er, S. (2023). Bursa İlinde Üzümsü Meyveler Ekonomisi (Master's thesis, Bursa Uludağ Üniversitesi).
- Erenoğlu, B., & Öztürk, M. (2002). Avrupa Birliğine Uyum Aşamasında Bahçe Bitkileri Tarımı. *AB Ülkelerinde Üzümsü Meyveler Tarımı ve Yakın Gelecekte Beklenen Gelişmeler, Meta Basım Matbaacılık İzmir*, 133-146.
- Eskimez, İ., Polat, M., Korkmaz, N., & Mertoğlu, K. (2019). Investigation of some blackberry cultivars in terms of phenological, yield and fruit characteristics. *International Journal of*

- Esmek, İ. (2003). *Bazı böğürtlen (Rubus fruticosus L.) çeşitlerinin Tokat yöresine adaptasyonu üzerine bir araştırma* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Fernandez, G. E., & Ballington, J. R. (1999). *Growing blackberries in North Carolina*. NC Cooperative Extension Service.
- Fernandez-Salvador, J., Strik, B. C., & Bryla, D. R. (2015). Liquid corn and fish fertilizers are good options for fertigation in blackberry cultivars grown in an organic production system. *HortScience*, 50(2), 225-233.
- Fernandez-Salvador, J., Strik, B. C., & Bryla, D. R. (2015). Liquid corn and fish fertilizers are good options for fertigation in blackberry cultivars grown in an organic production system. *HortScience*, 50(2), 225-233.
- Fidancı, A., Erenoğlu, B. 2006. Bazı Böğürtlen ve Ahududu Çeşitlerinin in vitro'da Üretilmesi. II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu. 14-16 Eylül 2006 –TOKAT
- Galletta, G. J., Draper, A. D., Maas, J. L., Skirvin, R. M., Otterbacher, A. G., Swartz, H. J., & Chandler, C. K. (1998a). Chester Thornless' blackberry. *Fruit Varieties Journal*, 52, 118-122.
- Galletta, G. J., Maas, J. L., Clark, J. R., & Finn, C. E. (1998b). Triple Crown'thornless blackberry. *Fruit Varieties Journal*, 52, 124-127.
- Gargın, S. (2017). Eğirdir/Isparta Koşullarında Yetiştirilen Kültür Formu Böğürtlen Çeşitlerinin Upov Kriterleri Kullanılarak Ön Tanımlanmalarının Yapılması. *Bahçe*, 46(özel sayı 1), 119-127.
- Gerçekçiöğlu, R., 1999. Tokat Yöresinde Doğal Olarak Yetişen Böğürtlenlerin Seleksiyonu Üzerinde Bir Araştırma. **Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi**, Cilt: 23 (Ek Sayı:4): 977-981 s.
- Göktaş, A., 2011. Ahududu-böğürtlen yetiştiriciliği, *Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, 38.
- Gundogdu, M., & Yilmaz, H. (2012). Organic acid, phenolic profile and antioxidant capacities of pomegranate (*Punica granatum L.*) cultivars and selected genotypes. *Scientia Horticulturae*, 143, 38-42.
- Gündoğdu, M., Kan, T., & Canan, I. (2016). Bioactive and antioxidant characteristics of blackberry cultivars from East Anatolia. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(3), 344-351.
- Gundogdu, M., Muradoglu, F., Sensoy, R. G., & Yilmaz, H. J. S. H. (2011). Determination of fruit chemical properties of *Morus nigra L.*, *Morus alba L.* and *Morus rubra L.* by HPLC. *Scientia horticulturae*, 132, 37-41.
- Heinonen, I. M., Lehtonen, P. J., & Hopia, A. I. (1998). Antioxidant activity of berry and fruit wines and liquors. *Journal of agricultural and food chemistry*, 46(1), 25-31.
- Himelrik, D.G., Nesbitt, M. (2002). VIII. International Rubus and Ribes Symposium, Scotland, URL (erişim tarihi: 13.06.2021) http://www.actahort.org/books/-585/585_102.htm.
- İlk, S. (2016). Yeşil biyonanoteknolojik yöntemlerle antioksidan bileşiklerden elde edilen nanopartiküllerın bazı patojenik mikroorganizmalara karşı anti-quorum sensing, antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi, Doktora Tezi, *Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, s. 1-143.
- Işık, E., Şahin, A. ve Yazıcı, K. (2001). Bazı üzümsü meyvelerin (frenküzümü, ahududu, böğürtlen ve nar) ekolojik yetiştiriciliğe uygunluğu. *Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu*, 286-294.
- İslam, A., Çelik, H., & Aydın, E. (2009). Bazı Böğürtlen Çeşitlerinin Hayrat (Trabzon) Ekolojik Koşullarına Adaptasyonu. III. *Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu*, 10-12.

- Kafkas, E., Koşar, M., Türemiş, N., & Başer, K. H. C. (2006). Analysis of sugars, organic acids and vitamin C contents of blackberry genotypes from Turkey. *Food chemistry*, 97(4), 732-736.
- Kaplan, N., Onur, C., Demirsoy, L., & Demirsoy, H. (1999). Karadeniz Bölgesinde frenküzümü, ahududu ve böğürtlen yetiştiriciliğinin önemi ve geleceği. *Karadeniz Bölgesinde Üretim ve Pazarlama Sempozyumu*, 112-118.
- Katsube, N., Iwashita, K., Tsushida, T., Yamaki, K., & Kobori, M. (2003). Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (Vaccinium myrtillus) and the anthocyanins. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(1), 68-75.
- Kaur, C., & Kapoor, H. C. (2001). Antioxidants in fruits and vegetables—the millennium's health. *International journal of food science & technology*, 36(7), 703-725.
- Kayaalp, A. S. (2021). Siirt Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Chester Böğürtlen Çeşidinin Bazı Meyve Ve Antioksidan Özelliklerinin Belirlenmesi. *Siirt Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, Siirt, 35 s.
- Keser, S. (2012). Civanperçemi (Achillea millefolium) ve Böğürtlen (Rubus discolor)'in toplam antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi ve oksidatif stres oluşturulmuş ratlarda bazı biyokimyasal parametreler üzerine etkilerinin incelenmesi (Doctoral dissertation, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Koca, I., & Karadeniz, B. (2009). Antioxidant properties of blackberry and blueberry fruits grown in the Black Sea Region of Turkey. *Scientia Horticulturae*, 121(4), 447-450.
- Kresty, L. A., Morse, M. A., Morgan, C., Carlton, P. S., Lu, J., Gupta, A., ... & Stoner, G. D. (2001). Chemoprevention of esophageal tumorigenesis by dietary administration of lyophilized black raspberries. *Cancer Research*, 61(16), 6112-6119.
- Kulcu, R. (2018). Determination of the effects of different packaging methods and materials on storage time of dried apple. *International Journal of Science and Technology*, 4(2), 238-255.
- Kurt, H., Turan, A., & Ruşen, M. (2003). Bazı Ahududu ve Böğürtlen Çeşitlerinin Giresun Ekolojik Koşullarına Adaptasyonu.(2000-2003 Sonuçları). *Ulusal Kivi ve Üzümsü Meyveler Sempozyumu, Bildiri Kitabı*, 365-368.
- Liu, M., Li, X. Q., Weber, C., Lee, C. Y., Brown, J., & Liu, R. H. (2002). Antioxidant and antiproliferative activities of raspberries. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(10), 2926-2930.
- Macheix, J.-J., A. Fleuriet., J. Billot. (1990). Fruitphenolics. Boca Raton, Usa: Crc Pres.
- Mangnall, M. (2018). Üzümsü meyveler: Botanik, beslenme ve sağlık açısından bir inceleme. *Gıda Bilimi ve Teknolojisi Dergisi*, 44(4), 721-734.
- Messegue, (1978). Tabiat Haklıdır. E Yayınları, 1978.
- Milosevic, T., Milosevic, N., Glisic, I., Mladenovic, J. (2012). Fruit quality attributes of blackberry grown under limited environmental conditions, *Plant Soil Environment*, 58(7), 322-327.
- Moore JN, C. J. R. (1993). Arapaho' erect, thornless blackberry. *HortScience*, 28(8), 861-862.
- Moore, J. N. (1984). Blackberry breeding. *HortScience*, 19(2), 183-185.
- Naraguma, J., & Clark, J. R. (1998). Effect of nitrogen fertilization on 'Arapaho' thornless blackberry. *Communications in soil science and plant analysis*, 29(17-18), 2775-2783.
- Okatan, V. (2020). Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated berry species: A comparative study. *Folia Horticulturae*, 32(1).
- Onur, C. (1977). Ahududu ve Böğürtlen Çeşitlerinin İntrodüksiyonu. *Bahçe*, 8(1), 24-32.

- Onur, C., Türemiş, N., Derin, K., Çinçener, T., & Ağaoğlu, Y. S. (1999). Bazı Frenk Üzümü (*Ribes* spp.), Ahududu ve Böğürtlen (*Rubus* spp) çeşitlerinin Evaluasyonu. *Türkiye III. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Sayfa*, 772-775.
- Oruç, F. Ç. S., & Oruç, S. H. (2013). Düzce’de yapılan böğürtlen çeşit adaptasyon çalışmaları. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 88-90.
- Oszmiański, J., Nowicka, P., Teleszko, M., Wojdyło, A., Cebulak, T., & Oklejewicz, K. (2015). Analysis of phenolic compounds and antioxidant activity in wild blackberry fruits. *International journal of molecular sciences*, 16(7), 14540-14553.
- Özdemir, E., Ayanoğlu, H., Gündüz, K., & Bayazit, S. (2005). Determination of vegetative and fruit characteristics of some thornless blackberry genotypes in Hatay (Turkey). *International journal of fruit science*, 5(2), 77-83.
- Özgen, M. ve Schreens, J.C., 2006. “Bazı kırmızı ve siyah ahududu çeşitlerinin antioksidant kapasitelerinin modifiye edilmiş TEAC metodu ile tespiti ve antikanser özellikleri”, **II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu**, Tokat, s. 322-327.
- Özgen, M., & Tokbaş, H. (2007). Işıklanma ve meyve dokusunun Amasya ve Fuji elmalarında antioksidan kapasitesine etkisi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 2007(2), 1-5.
- Özgen, M., Çelik, H., & Saraçoğlu, O. (2014). Less known Vaccinium: antioxidant and chemical properties of selected Caucasian whortleberry (*Vaccinium arctostaphylos*) fruits native to black sea region of Turkey. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 13(2), 59-68.
- Özgen, M., Serçe, S., & Kaya, C. (2009a). Phytochemical and antioxidant properties of anthocyanin-rich *Morus nigra* and *Morus rubra* fruits. *Scientia horticulturae*, 119(3), 275-279.
- Özgen, M., Serçe, S., Gündüz, K., Yen, F., Kafkas, E., & Paydaş, S. (2007). Determining total phenolics and antioxidant activity of selected *Fragaria* genotypes. *Asian journal of chemistry*, 7, 5573-5581.
- Pehlivan, M., & Güleriyüz, M. (2004). Ahududu ve böğürtlenlerin insan sağlığı açısından önemi. *Bahçe*, 33(1).
- Pehlivan, M., ve M. Güleriyüz. (2000). Bazı Ahududu Çesitlerinin Oltu İlçesine Adaptasyonu Üzerinde Bir Arastırma (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). *Ata. Univ. Fen Bilimleri Ens. Erzurum*. 74 s.
- Perkins-Veazie, P., Collins, J. K., & Clark, J. R. (1993). Fruit characteristics of some erect blackberry cultivars. *HortScience*, 28(8), 853-853.
- Pinto, T., Vilela, A., Pinto, A., Nunes, F. M., Cosme, F., & Anjos, R. (2018). Influence of cultivar and of conventional and organic agricultural practices on phenolic and sensory profile of blackberries (*Rubus fruticosus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(12), 4616-4624.
- Poling, B. E., Gough, R. E. (1996). Blackberries. “*Journal of Small Fruit & Viticulture*”. Food Products Press. Vol: 4 No:1-2, 33-69.
- Prevost, A., & Wilkinson, M. J. (1999). A new system of comparing PCR primers applied to ISSR fingerprinting of potato cultivars. *Theoretical and applied Genetics*, 98, 107-112.
- Quesada-Morúa, M. S., Hidalgo, O., Morera, J., Rojas, G., Perez, A. M., Vaillant, F., & Fonseca, L. (2020). Hypolipidaemic, hypoglycaemic and antioxidant effects of a tropical highland blackberry beverage consumption in healthy individuals on a high-fat, high-carbohydrate diet challenge. *Journal of Berry Research*, 10(3), 459-474.
- Ratnam, D. V., Ankola, D. D., Bhardwaj, V., Sahana, D. K., & Kumar, M. R. (2006). Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: A pharmaceutical perspective. *Journal of*

controlled release, 113(3), 189-207.

- Rieger, M. (2009). Blackberries and Raspberries (*Rubus* spp.), <http://www.uga.edu/fruit/rubus.html> (E.T.18.10. 2023).
- Rohlf, F. J. (1998). Numerical taxonomy and analysis system (NTSYSpc) version 2.0. *New York: Department of Ecology and Evolution Sate University of New York.*
- Roldan-Ruiz, I., Dendauw, J., Van Bockstaele, E., Depicker, A., & De Loose, M. A. F. L. P. (2000). AFLP markers reveal high polymorphic rates in ryegrasses (*Lolium* spp.). *Molecular breeding*, 6, 125-134.
- Rossi, A. (2000). Phytochemical-Vitamins of the Future. Family and Consumer Sciences. *Ohio State University Extension Fact Sheet, 1787 Neil Avenue, Columbus, Ohio 43210.*(<http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/5000/5050.html>).
- Samaniego, I., Brito, B., Viera, W., Cabrera, A., Llerena, W., Kannangara, T., ... & Carrillo, W. (2020). Influence of the maturity stage on the phytochemical composition and the antioxidant activity of four Andean blackberry cultivars (*Rubus glaucus* Benth) from Ecuador. *Plants*, 9(8), 1027.
- Sarı, S. (2010). *Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi doğal populasyonundan toplanan böğürtlen genotiplerinin upov kriterlerine göre morfolojik olarak tanımlanması* (Master's thesis, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Sarıburun., 2009. Bursa'da Yetiştirilen Bazı Ahududu (*Rubus idaeus* L.) ve Böğürtlen (*Rubus fruticosus* L.) Çeşitlerinin Fenolik Bileşiklerinin Sıvı Kromatografisi Kütle Spektrometresi (LC-MS) ile İncelenmesi ve Antioksidan Aktivite Tayinleri. *Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 157 s.
- Savran, M. (1999). Meyvelerin olgunlaşma fizyolojisi ve biyokimyası. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46(1), 1-11.
- Schulz, M., Seraglio, S. K. T., Della Betta, F., Nehring, P., Valese, A. C., Daguer, H., ... & Fett, R. (2019). Blackberry (*Rubus ulmifolius* Schott): Chemical composition, phenolic compounds and antioxidant capacity in two edible stages. *Food research international*, 122, 627-634.
- Sellappan, S., Akoh, C. C., & Krewer, G. (2002). Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(8), 2432-2438.
- Siriworn, T., Wrolstad, R. E., & Durst, R. W. (2005). Identification of ellagic acid in blackberry juice sediment. *Journal of Food Science*, 70(3), C189-C197.
- Sönmez, D. A., Kafkas, E., & Aysan, M. (2017). Prime-Ark® 45 Böğürtlen Çeşidinde Bazı Meyve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Bahçe*, 46(özel sayı 1), 231-236.
- Steinmetz, K.A. and Potter, J.D. (1996). "Vegetable, fruit and cancer epidemiology", *C.C.C.* 2,325-351.
- Stoner, G. D., Kresty, L. A., Carlton, P. S., Siglin, J. C., & Morse, M. A. (1999). Isothiocyanates and freeze-dried strawberries as inhibitors of esophageal cancer. *Toxicological sciences: an official journal of the Society of Toxicology*, 52(suppl_1), 95-100.
- Tay, C. (2021). Organik ve konvansiyonel yetiştiriciliğin böğürtlen meyvelerinin fiziko-kimyasal özellikleri üzerine etkileri / Effects of organic and conventional cultivation on physio-chemical properties of blackberry fruits. (Master's thesis *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı*, Bolu, 52 s.)
- Thompson, E. (2007). Primocane-fruiting blackberries: the effect of summer-pruning, tipping, and chilling on primocane morphology, fruiting season, and yield.

- Toker, C., “Böğürtlenin besin değerini biliyor musunuz?”, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, <http://www.dunyagida.com.tr/haber/bogurtlen/5139>, 27 Ağustos 2022.
- Tosun, İ., & Artık, N. (1998). Böğürtlenin (*Rubus L.*) kimyasal bileşimi üzerine araştırma. *Gıda*, 23(6).
- TÜİK, 2022. Bitkisel Üretim İstatistikleri, TÜİK Kurumsal (tuik.gov.tr). (Ziyaret Tarihi: 20 Aralık 2022)
- Türemiş, N. (2017). Üzümsü Meyveler Ders Notu (Yayınlanmamıştır.)
- Turemis, N., Kafkas, E., Kafkas, S., Kurkcuoglu, M., & Baser, K. H. C. (2003). Determination of aroma compounds in blackberry by GC/MS analysis. *Chemistry of natural compounds*, 39, 174-176.
- Velde, F., Grace, M. H., Esposito, D., Pirovani, M. É., & Lila, M. A. (2016). Quantitative comparison of phytochemical profile, antioxidant, and anti-inflammatory properties of blackberry fruits adapted to Argentina. *Journal of Food Composition and Analysis*, 47, 82-91.
- Vizzotto, M., Hirsch, G.E., Henriques, A.T., Aboy, A.L., Emanuelli, T. (2013). Antioxidant activity of blackberry (*Rubus sp.*) genotypes from the southern region of Brazil. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 31(1).
- Wang, S. Y., & Lin, H. S. (2000). Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(2), 140-146.
- Waterhouse, A. L. (2002). Wine phenolics. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 957(1), 21-36.
- Wickham, H., & Wickham, H. (2016). *Data analysis* (pp. 189-201). Springer International Publishing.
- Xue, H., Aziz, R. M., Sun, N., Cassady, J. M., Kamendulis, L. M., Xu, Y., ... & Klaunig, J. E. (2001). Inhibition of cellular transformation by berry extracts. *Carcinogenesis*, 22(2), 351-356.
- Yetgin, M. A. (2013). “Üzümsü Meyveler”, *Samsun İl Tarım Müdürlüğü*, Samsun.
- Yıldız, A. (2011). Hayrat (Trabzon) koşullarında yetiştirilen bazı ahududu ve böğürtlen çeşitlerinin adaptasyonu (*Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü*).
- Yıldız, E. (2017). Bazı böğürtlen çeşitlerinin pomolojik, fitokimyasal ve biyolojik aktivite özelliklerinin belirlenmesi (Master's thesis, *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü*)