



T.C.
KİLİS 7 ARALIK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALTINÖZÜ İLÇESİNDE YETİŞTİRİLEN
SARIMSAK (*Allium sativum* L.)
GENOTİPLERİNİN MORFOLOJİK VE
MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONU

AYHAN KILIÇ

T.C.
KILIS 7 ARALIK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALTINÖZÜ İLÇESİNDE YETİŞTİRİLEN SARIMSAK
(*Allium sativum* L.) GENOTİPLERİNİN MORFOLOJİK VE
MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONU

AYHAN KILIÇ

DANIŞMAN: DR. ÖĞR. ÜYESİ FAİKA YARALI KARAKAN

KİLİS
2022

ÖZET

ALTINÖZÜ İLÇESİNDE YETİŞTİRİLEN SARIMSAK (*Allium sativum* L.) GENOTİPLERİNİN MORFOLOJİK VE MOLEKÜLER KARAKTERİZASYONU

Ayhan KILIÇ

Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Faika YARALI KARAKAN

Sayfa: 49

Yıl: 2022

Bu çalışma, Hatay ilinin Altınözü ilçesinde yetiştiriciliği yapılan sarımsak genotiplerinin morfolojik ve moleküler karakterizasyonunu yapmak amacıyla yürütülmüştür. Araştırma sonucunda genotipler arasında bitki boyu, yalancı gövde çapı, yalancı gövde uzunluğu, yaprak uzunluğu, yaprak genişliği, baş ağırlığı, baş uzunluğu, baş genişliği ve diş ağırlığı değerleri bakımından Mayadalı genotipi ön plana çıkarken, Çetenli genotipi ise diş sayısı bakımından diğer genotiplerden daha yüksek değere sahip olmuştur. Genotiplerin baş kabuklarında zemin rengi beyaz ve beyaz-sarımsı, başların dip şekli girintili ve yuvarlak, dişlerde et rengi sarımsı ve beyaz, diş dağılımı düzenli ve düzensiz, dişlerde kabuk rengi pembe, mor ve kahverengi olarak belirlenmiştir. UPGMA metoduna göre oluşturulan ve genotipler arası genetik yakınlığı gösteren dendograma göre sarımsak genotipleri iki ana gruba ayrılmıştır. Altınözü ilçesinde yetiştirilen sarımsak genotiplerinin özgünlüğünün ortaya konması bakımından önem taşıyan araştırmada tespit edilen genetik çeşitliliğin yeni sarımsak çeşitlerinin geliştirilmesine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: *Allium sativum* L., Sarımsak, Moleküler karakterizasyon, Morfolojik karakterizasyon, SSR

ABSTRACT

MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR CHARACTERIZATION OF GARLIC (*Allium sativum* L.) GENOTYPES GROWING IN ALTINÖZÜ DISTRICT

Ayhan KILIÇ

Department of Horticulture

Kilis 7 Aralik University, Graduate Education Institute

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Faika YARALI KARAKAN

Page: 49

Year: 2022

This study was carried out to determine the morphological characteristics and molecular characterization of some garlic genotypes grown in Altınözü district of Hatay province. As a result of the research, Mayadalı genotype stood out in terms of plant height, pseudostem diameter, pseudostem length, leaf length, leaf width, bulb weight, bulb length, bulb width and clove weight while genotype Çetenli had a high value of number of cloves. The ground color of the bulbs was white and white-yellowish, the base shape of the bulbs was recessed and rounded, the cloves color of flesh was yellowish and white, distribution of cloves was regular and irregular, the color of the cloves crust was pink, purple and brown. Dendrogram based on UPGMA method grouped the garlic genotypes into two main clusters. It is thought that the genetic diversity determined in the research, which is important in terms of revealing the originality of garlic genotypes grown in Altınözü district, will contribute to the development of new garlic cultivars.

Keywords: *Allium sativum* L., Garlic, Molecular characterization, Morphological characterization, SSR

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Faika YARALI KARAKAN'a, tez çalışmamın moleküler karakterizasyon bölümünün yürütülmesinde her türlü desteği sağlayan ve laboratuvar olanaklarından yararlandığım Dr. Öğr. Üyesi Bekir Bülent ARPACI, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KOÇ ve Araş. Gör. Berna ERGUN ÇETİN'e ve yüksek lisans eğitimim boyunca benden desteğini esirgemeyen sevgili aileme saygı, sevgi ve şükranlarımı sunarım.

26/07/2022



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, kullanmış olduğum tüm bilgiler ve yorumlar için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi, hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili bu beyanıma aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza

Ayhan KILIÇ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLOLAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç.....	4
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1. Bitkisel Materyal	13
3.2. Yöntem	14
3.2.1. Sarımsak dişlerinin dikimi	15
3.2.2. Morfolojik gözlemler.....	15
3.2.2. Moleküler karakterizasyon.....	21
3.2.2.1. <i>DNA izolasyonu</i>	21
3.2.3.2. <i>Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR)</i>	22
3.2.3.3. <i>Agaroz jel elektroforezi ile örneklerin skorlanması</i>	23
3.3. İstatistik Analiz.....	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	26
4.1. Morfolojik Karakterizasyon.....	26
4.1.1. Sarımsak genotiplerinin bitki boyu, yalancı gövde uzunluğu, yalancı gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliği	26
4.1.2. Sarımsak genotiplerinin baş ağırlığı, baş uzunluğu, baş genişliği, diş sayısı ve diş ağırlığı.....	31
4.1.3. Sarımsak genotiplerinin baş ve diş özellikleri.....	37
4.1. Moleküler Karakterizasyon	40
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	43

6. KAYNAKLAR	45
---------------------------	-----------

ÖZGEÇMİŞ



TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1. Türkiye’de illere göre sarımsak ekim alanları (da) ve üretim miktarları (da).....	4
Tablo 3.1. Araştırmada kullanılan SSR primerleri.....	22
Tablo 3.2. PCR reaksiyon bileşenleri.....	22
Tablo 4.1. Sarımsak genotiplerinin bitki boyu, yalancı gövde uzunluğu, yalancı gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliği	27
Tablo 4. 2. Sarımsak genotiplerinin baş ağırlığı, baş uzunluğu, baş genişliği, diş sayısı ve diş ağırlığı.....	33
Tablo 4.3. Sarımsak genotiplerinin baş ve diş özellikleri.....	38
Tablo 4.4. SSR primerlerine dayalı olarak oluşturulan benzerlik matrisi benzerlik matrisi.....	41

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan bitkisel materyalin toplandığı bölgeler.....	13
Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan sarımsak genotiplerine ait başlar.....	14
Şekil 3.3. Dikim öncesi parsellerin hazırlanması, sarımsak dişlerinin dikimi ve arazide gelişimin sürdüren sarımsak bitkilerinin görünümü.....	15
Şekil 3.4. Sarımsak genotiplerinde bitki boyu ölçümü.....	16
Şekil 3.5. Sarımsak genotiplerinde baş uzunluğunun dijital kumpas yardımıyla ölçümü.....	17
Şekil 3.6. Sarımsak genotiplerinde baş genişliğinin dijital kumpas yardımıyla ölçümü.....	17
Şekil 3.7. Sarımsak bitkilerinde dijital kumpas yardımıyla yaprak genişliğinin ölçümü.....	18
Şekil 3.8. Sarımsak bitkilerinde yalancı gövde uzunluğunun ölçümü.....	19
Şekil 3.9. Sarımsak bitkilerinde yalancı gövde çapının ölçümü.....	19
Şekil 3.10. UPOV (2001)'a göre sarımsak başlarının dip şekilleri.....	20
Şekil 3.11. UPOV (2001)'a göre sarımsak başlarında dişlerin diziliş şekilleri.....	20
Şekil 3.12. DNA bantlarının jel elektroforezde görüntülenme aşamaları	24
Şekil 4.1. Temel bileşenler analizi ile elde edilen biplot grafiğine göre sarımsak genotipleri ile bitki boyu, yalancı gövde uzunluğu, yalancı gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliği arasındaki ilişkiler.....	28
Şekil 4.2. Temel bileşenler analizi ile elde edilen ve sarımsak genotiplerinde bitki boyu, yalancı gövde uzunluğu, yalancı gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliğini gösteren ısı haritası.....	29
Şekil 4.3. Sarımsak genotiplerinin bitki boyu, yalancı gövde uzunluğu, yalancı gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliği değerlerine göre iki yönlü hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) ile elde edilen dendogram ve takımyıldızı grafiği.....	30
Şekil 4.4. Temel bileşenler analizi ile elde edilen biplot grafiğine göre sarımsak genotipleri ile baş ağırlığı, baş uzunluğu, baş genişliği, diş sayısı ve diş ağırlığı arasındaki ilişkiler.....	34

Şekil 4.5. Temel bileşenler analizi ile elde edilen ve sarımsak genotiplerinde baş ağırlığı, baş uzunluğu, baş genişliği, diş sayısı ve diş ağırlığını gösteren ısı haritası.....	35
Şekil 4.6. Sarımsak genotiplerinin baş ağırlığı, baş uzunluğu, baş genişliği, diş sayısı ve diş ağırlığı değerlerine göre iki yönlü hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) ile elde edilen dendogram ve takımyıldızı grafiği.....	36
Şekil 4.7. Alakent genotipinde baş ve dişlerin görünümü.....	38
Şekil 4.8. Altınözü genotipinde baş ve dişlerin görünümü.....	38
Şekil 4.9. Boynuyoğun genotipinde baş ve dişlerin görünümü.....	39
Şekil 4.10. Çetenli genotipinde baş ve dişlerin görünümü.....	39
Şekil 4.11. Karbeyaz genotipinde baş ve dişlerin görünümü.....	39
Şekil 4.12. Mayadalı genotipinde baş ve dişlerin görünümü.....	40
Şekil 4.13. Yarseli genotipinde baş ve dişlerin görünümü.....	40
Şekil 4.14. 13 SSR primerlerine dayalı olarak hazırlanan ve sarımsak genotipleri arasındaki genetik ilişkiyi gösteren dendrogram.....	41

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

1. Simgeler

cm	: Santimetre
°C	: Santigrat derece
da	: Dekar
ha	: Hektar
g	: Gram
mg	: Miligram
mm	: Milimetre
µl	: Mikrolitre
rpm	: Revolutions per minute

2. Kısaltmalar

AFLP	: Parça uzunluğu farklılığı
CTAB	: Setil trimetil amonyum bromit
DNA	: Deoksiribo nükleik asit
ISSR	: Basit sekans tekrarlamaları arası polimorfizm
PCR	: Polimeraz zincir reaksiyonu
RAPD	: Rastgele çoğaltılmış polimorfik DNA
SSR	: Basit dizi tekrarları
SRAP	: Sekansa bağlı çoğaltılmış polimorfizm
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UPGMA	: Unweighted pair-group method of the arithmetic average
UPOV	: Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerinin Korunması Birliği

1. GİRİŞ

Yaklaşık 4000 yıldır gıda olarak kullanılmasının yanı sıra çeşitli hastalıkların tedavisinde de kullanılan sarımsak (*Allium sativum* L.) antik çağlardan beri insanoğlunun yetiştirdiği en eski kültür bitkilerinden biridir (Murkute ve Gawande, 2018; Petropoulos vd., 2018; Anwar vd., 2020; El-fiki ve Adly, 2020). *Amaryllidaceae* familyasının *Allium* cinsine bağlı olan sarımsak, dünyada ılıman iklim kuşağında geniş bir coğrafyada, tropik iklim kuşağında ise dağlık bölgelerde yaygın olarak yetiştirilmektedir (Manjunathgowda vd., 2017; Ayed vd., 2018; Taş, 2019). Hem insan beslenmesi hem de insan sağlığı açısından geniş bir kullanım alanına sahip olan sarımsağın öneminin anlaşılmasıyla dünya çapında üretimi ve tüketimi her geçen gün artmaktadır. Sarımsağın taze iken yalancı gövdesi ve yaprakları, kuru iken başı oluşturan dişleri tüketilmektedir (Kurul, 2010). Kuru sarımsak taze sarımsağa göre daha uzun süre ile depolanabilmesi, besin ve aromatik bileşik içeriğinin daha yoğun olması nedeniyle gıda, ilaç, kozmetik gibi sektörlerde daha fazla işlenme potansiyeline sahiptir (Kurul, 2010; Akan, 2019). Sarımsak çiğ ya da pişmiş olarak tüketilen bir sebze olmakla birlikte, günlük beslenme programlarında kullanılmak amacıyla fonksiyonel haplar, kapsüller ve ekstraktlar da üretilmektedir (Erol ve Alpsoy, 2007; Haque ve Hattori, 2017). Son yıllarda yapılan klinik araştırmalarda sarımsağın kalp, damar ve kanser hastalıklarının tedavisinde etkili olabilecek, kan şekeri ve kolesterolü düşürücü, çeşitli enfeksiyonlara karşı etkili, bağışıklık sistemini güçlendirici, antioksidan özelliği olan tıbbi bir bitki olduğu bildirilmiştir (Huang vd., 2015; Turan vd., 2017; Sehitoglu vd., 2018).

Akdeniz havzasından Kafkaslara kadar olan bölge sarımsağın ikinci gen merkezi olarak tanımlanmaktadır. Bu bölge sınırları içerisinde yer alması nedeniyle Türkiye, büyük bir populasyon zenginliğine sahiptir (Etoh ve Simon, 2002). Günümüzde yetiştiriciliği yapılan sarımsakların çok büyük bir kısmı steril olduğu için çoğaltımı vejetatif olarak dişlerle yapılmaktadır (Brewster, 1994; Yulianingsih vd., 2019). Sarımsak vejetatif olarak çoğaltılmasına rağmen, klonların üreticiler arasında sık sık değiştirilmesi, morfolojik özellikler bakımından farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Beşirli vd., 1994; Barandiaran vd., 1999; Khar vd., 2006; Paredes vd., 2008). Sarımsak

genotipleri arasındaki bu varyasyonlar yeni çeşitlerin geliştirilmesi için önemli bir kaynak niteliği taşımaktadır (Yaralı Karakan, 2022).

Sarımsakta morfolojik varyasyonlara sebep olan karakterler; baş ağırlığı, baş çapı, baş verimi, baştaki diş sayısı, bitki boyu, yaprak sayısı ve baş bağlama olarak belirlenmiştir (Bradley vd., 1996; Gad El-Hak ve Abd El-Mageed, 2000; Beşirli, 2005; Petropoulos vd., 2018; Kıracı, 2019). Sarımsak genotipleri arasındaki varyasyonları ortaya çıkarmak amacıyla moleküler ve morfolojik karakterizasyon ve kemotaksonomik sınıflandırma gibi konularda çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda, diş ve baş ağırlığı arasında pozitif korelasyon, diş ağırlığı ve diş sayısı arasında ise negatif korelasyon olduğu, verimdeki değişikliklerin yaprak sayısı ve baş ağırlığı ile doğru orantılı olduğu tespit edilmiş ve morfolojik varyasyonların sarımsak seleksiyon çalışmalarında kullanılabilmesi bildirilmiştir (Baghalian vd., 2005; Baghalian vd., 2006).

Moleküler belirteçlerin önemli kullanım alanlarından biri de gen kaynaklarının karakterize edilmesidir. Sarımsak genotipleri arasındaki genetik çeşitlilik ve ilişkileri belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda RAPD (Ipek vd., 2003; Abdoli vd., 2009; Choi vd., 2003; Paredes vd., 2008), AFLP (Lampasona vd., 2003; Günaydın, 2011; Morales vd., 2013), SSR (Ma vd., 2009; Cunha vd., 2012; Jo vd., 2012; Kumar vd., 2019), SRAP (Chen vd., 2013), ISSR (Jabbes vd., 2011; Son vd., 2012; Shen vd., 2020) gibi moleküler belirteçler kullanılmaktadır. SSR belirteçleri kodominant olmaları sebebiyle diğer sistemlere göre çeşitli avantajlara sahiptir. Bu avantajların başında skorlama kolaylığı, tekrarlanabilirlik, genomik varyasyon, kromozoma spesifik allellerin belirlenmesi gelmektedir (Günaydın, 2011). Moleküler işaretleyiciler, bitki moleküler biyolojisi, bitki genom haritalamaları, gen klonlama, tohum saflık testleri ve tanımlamaları, genetik çeşitlilik, türlerin taksonomik tanımlanması ve filogenetik ilişkilerin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Ayres vd., 1997).

Yerel genotipler bitki boyu, yaprak dikliği, yaprak rengi, yaprak mumu, yaprak kesiti, baş düzenliliği, baş kabuğu rengi, baş ağırlığı, baş çapı, diş sayısı, diş çapı, diş ağırlığı, diş kabuk rengi, diş eti rengi, çıkıştan hasada kadar geçen gün sayısı gibi parametreler bakımından çeşitlilik göstermektedir (Panthee vd., 2006; Geboloğlu vd., 2017; Polyzos vd., 2019; De-Oliveira vd., 2020). Genotipler arasındaki bu farklılıklar yeni çeşit geliştirmede gen kaynağı olması bakımından önem taşımakta, klonal seleksiyon ile

seçilen genotiplerin morfolojik ve moleküler karakterizasyonu ile yeni çeşit adaylarının belirlenmesini mümkün kılmaktadır (Geboloğlu vd., 2017).

Ülkemizde en fazla yetiştirilen sarımsak, Taşköprü sarımsağıdır. Bunun yanı sıra Güneydoğu ve Doğu Anadolu Bölgelerinde yoğun olmak üzere Akdeniz Bölgesinde taze tüketim ve baş üretimine uygun genotipler yaygın olarak yetiştirilmektedir (Akan vd., 2019). Bu sarımsakları, ithal sarımsaklardan Çin tipi (beyaz ve mor) ve İran tipi (beyaz) sarımsaklar takip etmektedir (Vural vd., 2000). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre sarımsak ülkemizde yetiştirilen toplam sebze üretiminin %5'ini oluşturmaktadır; bu oranın %4'ünü 116 840 ton üretim ile kuru sarımsak, %1'ini ise 28 552 ton üretim ile taze sarımsak oluşturmaktadır. Ülkemizde sarımsak üretiminin en fazla yapıldığı iller Tablo 1.1'de verilmiştir. Buna göre; en fazla sarımsak üretimi 26 222 ha alanda 33 973 ton ile Gaziantep ilinde gerçekleştirilirken, Kastamonu ili 22 995 ton üretim ile ikinci sırayı, Kahramanmaraş ise 17 259 ton üretim ile üçüncü sırayı almaktadır. Üretimde dokuzuncu sırayı alan Hatay ilinde toplam 3 396 ha alanda yetiştiricilik yapılmakta ve 3 025 ton kuru sarımsak ile 396 ton taze sarımsak üretilmektedir (TÜİK, 2022). Ancak yapılan kaynak taramalarında Hatay ilinde yetiştirilen yerel sarımsak genotiplerinin morfolojik ve moleküler karakterizasyonu ile ilgili herhangi bir bilimsel çalışmaya rastlanmamıştır.

Tablo 1.1. Türkiye’de illere göre sarımsak ekim alanları (da) ve üretim miktarları (da)

İl	Ekilen Alan (da)		Üretim Miktarı (ton)	
Gaziantep	Kuru	20 400	Kuru	22 136
	Taze	5 822	Taze	11 837
	Toplam	26 222		33 973
Kastamonu	Kuru	25 593	Kuru	22 995
	Taze	-	Taze	-
	Toplam	25 593		22 995
Kahramanmaraş	Kuru	13 715	Kuru	14 264
	Taze	2 250	Taze	2 995
	Toplam	15 965		17 259
Aksaray	Kuru	12 290	Kuru	9 245
	Taze	97	Taze	106
	Toplam	12 387		9 351
Tokat	Kuru	8 273	Kuru	9 121
	Taze	10	Taze	8
	Toplam	8 283		9 129
Balıkesir	Kuru	7 140	Kuru	4 242
	Taze	991	Taze	1 804
	Toplam	8 131		6 046
Konya	Kuru	4 156	Kuru	5 592
	Taze	325	Taze	239
	Toplam	4 481		5 831
Şanlıurfa	Kuru	3 050	Kuru	2 875
	Taze	1 045	Taze	1 481
	Toplam	4 095		4 356
Hatay	Kuru	3 045	Kuru	3 025
	Taze	351	Taze	396
	Toplam	3 396		3 421
Adıyaman	Kuru	2 775	Kuru	2 690
	Taze	450	Taze	630
	Toplam	3.225		3 320

1.1. Amaç

Ülkemizde sarımsak yetiştiriciliğinde, son yıllarda alan ve üretim miktarında önemli bir artış olmasına rağmen verimliliğin neredeyse sabit kaldığı bilinmektedir. Sarımsak yetiştiriciliğinde verimin artırılması amacıyla çeşit geliştirme, dayanıklılık ıslahı, agroteknolojideki yenilikler, hastalık ve zararlıların kontrolü ile sarımsak yetiştiriciliğinde verimliliğin artırılması mümkündür. Bu amaçla mevcut genotiplerin potansiyelinin belirlenmesine yönelik çalışmalara ağırlık verilmesi gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, Hatay ilinin Altınözü ilçesi ve köylerinde yetiştirilen sarımsak genotiplerinin morfolojik ve moleküler karakterizasyonu yapılarak, genotipler

arasındaki farklılıkların ortaya konması ve ıslah programlarında kullanım olanaklarının sağlanması amaçlanmıştır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Sarımsak genotipleri arasındaki benzerlik veya farklılıkları tespit etmek amacıyla bitki boyu, yaprak sayısı, baş ağırlığı, baş yüksekliği ve genişliği, diş ağırlığı ve diş sayısı gibi parametreler kullanılarak morfolojik gözlemler yapılmaktadır (Panthee vd., 2006; Wang vd., 2014). Ancak, sadece morfolojik özelliklerin değerlendirilmesi genetik çeşitliliği belirlemede yeterli değildir. Günümüzde genetik çeşitliliğin değerlendirilmesi için moleküler belirteçlerin kullanımı, morfolojik karakterizasyondan çok daha fazla ilgi görmektedir (Umaretiya vd., 2019). Son yıllarda yapılan araştırmalarda çevre şartlarından etkilenmeyen moleküler belirteçler kullanılarak, sarımsak genotipleri arasındaki genetik çeşitlilik ve ilişkiler ortaya çıkarılmaktadır. Bu çalışmalarda; rastgele çoğaltılmış polimorfik DNA (RAPD), parça uzunluğu farklılığı (AFLP), basit dizi tekrarları (SSR), sekansa bağlı çoğaltılmış polimorfizm (SRAP) ve basit sekans tekrarlamaları arası polimorfizm (ISSR) gibi moleküler belirteçler kullanılmaktadır.

Figliuolo ve diğerleri (2001), İtalya'da gen bankasından temin ettikleri 16 sarımsak genotipinin morfolojik özelliklerini incelemişler ve genotipler arasında yaprak dip genişliği, yaprak sayısı, diş çapı, verim bakımından farklılıklar olduğunu ve genotipler arasındaki farklılıkları belirlemede diş özelliklerinin önemli bir kriter olduğunu bildirmişlerdir.

Lampasona ve diğerleri (2003) 8 sarımsak klonunun genetik benzerliğini AFLP yöntemiyle belirledikleri çalışmalarında, 405 belirsiz bant tanımladıklarını ve bunlardan 398'inin polimorfizm oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Genotipler arasında önemli farklılıklar olduğunu ifade eden araştırmacılar, AFLP yönteminin sarımsak genotipleri arasındaki genetik farklılıkları ortaya koymasının yanı sıra varyete ve ekotipler arasındaki farklılıkları belirlemede de etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Panthee ve diğerleri (2006), Nepal orijinli 179 sarımsak genotipinin morfolojik özelliklerini inceledikleri araştırmalarında yaprakların diklik durumları, yaprak renkleri, yaprakta mumsu tabaka varlığı, yaprak enine kesiti, baş kabuk rengi, diş dağılımı, çıkış süreleri, yaprak sayısı, bitki boyu, baş ağırlığı, baş çapı, diş sayısı, diş çapı ve verim değerlerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda bitki boyunun 29.8-84.8 cm, baş ağırlığının 2.1-36.5 g, baş genişliğinin 1.7-7.3 cm, diş sayısının 4-55 adet/baş, diş çapının 0.5-1.4cm ve baş veriminin 0.8-60.7 ton/ha arasında değiştiği; yaprak

renklerinin açık yeşil (%39), yeşil (%35) ve koyu yeşil (%26), yaprak kesit görünümünün düz (%21) ve V şeklinde (%79), yaprak tipi dik (%49) ve eğik (%48), diş dağılımının düzenli (%59) ve düzensiz (%41), baş et rengi beyaz (%56), mor beyaz (%29), mor (%9) ve açık sarı (%6) olduğu tespit edilmiştir.

Buso ve diğerleri (2008), Brezilya orijinli 17 sarımsak genotipinin morfolojik özelliklerini inceledikleri araştırmalarında, sarımsak baş şeklinin oval-yuvarlak, baş renginin mor-beyaz ve baştaki diş sayısının 6-35 adet arasında değiştiğini, moleküler karakterizasyon çalışmasında ise genetik benzerliklerin morfolojik karakterlerle korelasyon gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Paredes ve diğerleri (2008) 65 sarımsak klonunun genetik çeşitliliğini RAPD belirteçleri kullanarak belirlenmeyi amaçladıkları çalışmalarında, toplam 398 bant elde etmişler ve bunların %87'sini tanımlamışlardır. Araştırmada çok sayıda polimorfik bant olmasına rağmen klonlar arasında genetik çeşitliliğin çok az olduğu ve genotiplerin benzerlik katsayıları ile iki ana kümeye ayrılan bir dendrogram oluşturduğu tespit edilmiştir. Birinci grupta toplam 44 klonun bulunduğu ve genetik benzerliklerinin %100 olduğu; ikinci grupta yer alan 21 klonunun genetik benzerlik oranının ise yüzdesi %94-%98 arasında olduğu bildirilmiştir.

Volk ve Stern (2009), Kuzey Amerika'nın farklı bölgelerinden topladıkları 10 sarımsak genotipinin fenotipik özelliklerini araştırmışlar ve baş ağırlıkları ile genişliklerinin sırasıyla 47.1-21.3 g ve 17.2-21.3 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu genotipleri Kanada koşullarında 2 yıl ve 12 farklı lokasyonda yetiştiren araştırmacılar çevre etkisinin fenotipik özellikler üzerine etkisini de incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, topraktaki kükürt ve magnezyum içeriği ile bitkideki magnezyum ve kükürt içeriği arasındaki korelasyonun pozitif olduğunu, potasyumca zengin topraklarda baş verimin daha iyi olduğunu, topraktaki besin elementi içeriği ile baş kabuk rengi ve baş verimi arasında pozitif bir ilişki olduğunu bildirilmişlerdir.

Günaydın (2011), sarımsak dişlerinin dikim öncesi 4°C'de depolanmasının bitki morfolojisine etkisi ve hangi genleri etkilediğini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, cDNA-AFLP yöntemini kullanmıştır. Araştırmada 20 primer kombinasyonundan 451 bant elde edilmiş ve bunun 352 tanesinin polimorfik olduğu belirlenmiştir. XabICC-

MseICAT belirteç kombinasyonundan belirlenen bir bant, sarımsak dişlerin meristemlerinde görülmüş ve NCBI gen bankasında yapılan BLAST analizinde thiamin biyosentezinde görev yapan bir protein olduğu belirlenmiştir. Araştırmacı, sarımsak başlarının dikim öncesi düşük sıcaklıkta depolanmasının bitkinin gelişimini olumlu yönde etkilediğini ve sarımsakta gen ifade profilini değiştirdiğini bildirmiştir.

Jo ve diğerleri (2012), Kore Cumhuriyeti (80), Çin (10), Japonya (10), Kazakistan (10) ve İspanya (10) gibi ülkelerden topladıkları 120 sarımsak genotipini, 7 SSR primeri ile tarayarak sarımsak genotipleri arasındaki genetik çeşitliliği tespit etmeyi amaçlamışlardır. Kullanılan 120 sarımsak genotipinin toplam 37 lokus oluşturduğunu ve lokus başına ortalama 5.28 allel bulunduğu bildirilmiştir. Gözlemlenen heterozigotluk değerleri 0-0.99 arasında değişirken, ortalama genetik çeşitlilik 0.586 olarak belirlenmiş, polimorfik bilgi içeriği ise 0.518 olarak tespit edilmiştir. Araştırmacılar genotipler arasındaki genetik çeşitliliğin coğrafi bölge ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Chen ve diğerleri (2014) araştırmalarında 8 SSR ve 17 ISSR primer kombinasyonu kullanarak farklı sarımsak genotiplerinin genetik çeşitliliğini araştırmışlardır. Araştırmacılar, SSR primer kombinasyonu başına ortalama 4.63 polimorfik lokus, ISSR belirteç kombinasyonu başına 4.29 polimorfik lokus olmak üzere toplam 109 polimorfik lokus tespit etmişlerdir. Tanımlanan 8 SSR ve 17 ISSR belirtecinin, bitki yetiştiricileri tarafından kullanılmak üzere genetik çeşitlilik için değerli belirteçler tanımlayabileceğini belirtmişlerdir.

Shaaf ve diğerleri (2014), Kuzeydoğudan batı İran' a uzanan bir bölgeyi kapsayan alanda yetiştirilen 31 yerel sarımsak (*Allium sativum* L.) genotipinin genetik yakınlıklarını ISSR ve RAPD belirteçlerini kullanarak belirlenmeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda toplam 52 polimorfik lokus tespit eden araştırmacılar, polimorfik bantların yüzdesini %38.82, ortalama etkili allel sayısını 1.54 ve ortalama gen çeşitliliğini 0.32 olarak tespit etmişlerdir. Araştırma sonucunda, coğrafi ve çevresel faktörlerin birlikte etkisinin tek başına etkisinden daha güçlü olduğu ve genetik farklılaşmaya neden olduğu sonucuna varılmıştır.

Wang ve diğeri (2014), Çin'in farklı bölgelerinden topladıkları 212 sarımsak genotipinin morfolojik özelliklerini belirledikleri çalışmalarında, bitki boyunun 27.50-90.50 cm, yaprak uzunluğunun 1.84-74.00 cm yaprak sayısının 4.67-10.30 adet, yalancı gövde uzunluğunun 11.55-42.34 cm, yalancı gövde çapının 0.48-2.55 cm, baş genişliğinin 2.23-7.61 cm, baş ağırlığının 4.11-59.90 g ve diş sayısının 1.00- 12.60 adet arasında değiştiğini ve genotipler arasında morfolojik bakımdan önemli bir varyasyonun olduğunu bildirmişlerdir.

Ipek ve diğeri (2015) sarımsak genomunu ifade eden bölgelerden yeni SSR belirteçlerini belirlemek için 31 sarımsak klonunu AFLP işaretleri ile karakterize etmişlerdir. 26 EST-SSR belirteçine göre polimorfik allel sayısının 5-13, heterozigotluk seviyesinin 0.23-0.88 ve polimorfizm değerinin (PIC) 0.20-0.87 arasında olduğu bildirilmiştir. Araştırmada geliştirilen EST-SSR belirteçlerinin, sarımsak genomunun eksprese edilen bölgeleri için çeşitlilik ve genetik haritalama çalışmalarında etkili bir şekilde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Wang ve diğeri (2016) AFLP, SSR ve InDel belirteçleri yardımıyla Çin'deki sarımsak (*Allium sativum* L.) gen kaynaklarının genetik çeşitliliğini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında 212 sarımsak genotipi ile 16 çift AFLP ve 6 çift SSR primeri kullanılmışlardır. AFLP, SSR ve InDel primerleri tarafından amplifiye edilen 546 allel tespit edilmiş ve bunların 492'sinin polimorfik olduğunu, sarımsak genotipleri arasındaki benzerlik/farklılıkları belirlemede AFLP belirteçlerinin daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Geboloğlu ve diğeri (2017), Tokat ilinin farklı köylerinden topladıkları 38 sarımsak genotipinin morfolojik ve moleküler karakterizasyonu yaptıkları çalışmalarında, genotipler arasında bitki boyunun 64.00-76.33 cm, baş ağırlığının 17.04-41.97 g, diş ağırlığının 1.30-4.09 g, diş sayısının 10.30-17.33 adet ve yaprak sayısının 10.33-17.33 adet arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Morfolojik özellikler açısından ön plana çıkan genotiplerin TME39 ve TNY38 olduğunu ve genotipler arasında polimorfizm belirlenmediği bildirmişlerdir.

Kıraç (2019), Aksaray, Kahramanmaraş, Kastamonu, Kayseri, Nevşehir, Şanlıurfa, ve Tunceli illerinde 38 farklı lokasyondan topladığı sarımsak genotiplerini kullandığı

çalışmada sarımsak genotipleri arasında morfolojik ve moleküler seviyede büyük bir varyasyonun olduğunu tespit etmiştir. Genotiplerin moleküler karakterizasyonunu belirlemede 10 ISSR primeri kullanılmıştır. Araştırmada, moleküler açıdan en farklı genotipin Tunceli bölgesine ait TekDiş31 sarımsak genotipi olduğu, Kastamonu9, Kahramanmaraş7 ve Aksaray38 genotiplerinin de moleküler olarak kendine has özelliklere sahip oldukları bildirilmiştir. Morfolojik olarak çok geniş bir varyasyona sahip olan genotipler arasında yaş ağırlık, kuru ağırlık ve baş çapı gibi parametreler bakımından Kahramanmaraş4 genotipinin öne çıktığı, Kastamonu9 genotipinin baş yüksekliğinin diğer genotiplere göre daha fazla olduğu, Birecik36 genotipinin ise daha fazla diş sayısına sahip olduğu tespit edilmiştir.

53 farklı Hint sarımsağının 24 SSR primeri kullanılarak genetik çeşitliliğin ve popülasyon yapısının incelendiği araştırmada, iyi amplifikasyon ve polimorfizm gösteren 10 primer çifti seçilerek analizler yapılmıştır. 10 SSR primer çifti ile 39 bant tespit etmiş ve bunların 35'i polimorfik, 4'ü ise monomorfik olarak belirlenmiştir. Moleküler varyans analizi sonuçlarına göre, genetik çeşitliliğin %84'ünün popülasyon içinde, %16'sının ise popülasyonlar arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu çeşitliliğin sarımsak genotiplerinin farklı lokasyonlarda yetiştirilmesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Kumar vd., 2019).

İki farklı lokasyonda yetiştirilen Yunanistan orijinli sarımsak genotiplerinin morfolojik özelliklere dayalı fenotipik çeşitliliğini inceleyen Polyzos ve diğerleri (2019), Shannon-Weaver (H0) fenotipik çeşitlilik indeksine göre elde edilen değerlerin lokasyon arasında fark olmadığını, genotipler arasında ise farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Çiçek sapı uzunluğu, baş kabuk rengi ve diş kabuk renginin yüksek kalıtım katsayısına sahip olduğunu bildiren araştırmacılar, morfolojik karakterlere dayalı temel bileşenler analizinin toplam varyasyonun iki lokasyon için sırasıyla %71.49 ve %75.86'sını açıklayabildiğini tespit etmişlerdir. Araştırma sonuçları, sarımsak genotipleri arasında gözlenen yüksek fenotipik çeşitliliğin genotip, kültürel uygulamalar ve çevre koşulları gibi çeşitli faktörlere bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Raf ömü diğer sarımsak genotiplerine göre daha uzun olan suda çözünebilir kuru madde miktarı yüksek olan sarımsak genotiplerinin ıslah programlarına kazandırılabilmesi amacıyla Umaretiya ve diğerleri (2019) tarafından yapılan çalışmada sarımsak

genotiplerini suda çözünebilir kuru madde içeriği açısından karakterize etmek amacıyla 21 sarımsak genotipini 15 RAPD, 18 ISSR ve 12 SSR primeri ile taramışlardır. RAPD, ISSR ve SSR için primer endeksleri (PIC) sırasıyla 4.35, 3.52 ve 0.08 olarak belirleyen araştırmacılar, küme analizinin benzerlik katsayılarının RAPD için %21-%49, ISSR için %44-%60 ve SSR için %49-75 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Anwar ve diğerleri (2020) iki sarımsak klonunun genetik çeşitlilik ve moleküler varyasyon kaynaklarını 10 RAPD ve 15 SSR primeri kullanarak belirlemeyi amaçlamışlardır. 10 RAPD primerleriyle 57 bant (4 benzersiz ve 53 polimorfik), 15 SSR primeriyle ise 45 DNA fragmanı meydana geldiğini bildiren araştırmacılar bunların 12'sinin monomorfik, geri kalanların ise polimorfik olduğunu tespit etmiştir. Araştırmacılar, moleküler işaretleyicilerin sarımsak genotipleri arasındaki genetik çeşitliliği ve aynı baştan elde edilen dişler arasındaki moleküler farklılıkları değerlendirmede kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Atif ve diğerleri (2020), farklı fotoperiyot, sıcaklık, dikim ve hasat zamanlarının sarımsakta meydana getirdiği morfolojik farklılıkları ve kalite parametrelerindeki değişimi incelemişlerdir. Araştırma sonucunda, 14 saatten uzun fotoperiyodun, 30 °C'nin üstündeki sıcaklıkların, erken dikim ve bitki yaşının sarımsakta baş oluşumu ve kalitesini olumlu yönde etkilediği, baş ağırlığının 47.17- 52.18 g, baş çapının 37.6-38.9 mm, baş ağırlığının 30.38- 31.70 g, baş yüksekliği 49.9 -56.3 mm arasında değiştiği bildirilmiştir.

Sarımsakta morfolojik değişkenlerin baş verimi üzerine doğrudan ve dolaylı ilişkilerinin araştırıldığı çalışmada baş ağırlığı, baştaki diş sayısı, baş çapı ve baş uzunluğunun sarımsak veriminin birincil bileşenleri olduğu ve verimi doğrudan etkiledikleri belirtilmiştir. Yaprak uzunluğunun ve ikinci baş oluşumunun diş sayısı, ağırlığı ve verimini olumsuz etkilediğini, baş oluşum aşamasında sulamanın azaltılmasının verim üzerinde olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir (De-Oliveira vd., 2020).

Shen ve diğerleri (2020), Çin'de bilinen yerel bir sarımsak genotipi olan Taicangbaisuan ile Çin'de yetiştirilen 9 farklı sarımsak genotipi arasındaki genetik ilişkileri incelemişlerdir. Araştırmacılar genotiplerin moleküler karakterizasyonunu 8 ISSR primeri kullanarak belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda ISSR primerlerine

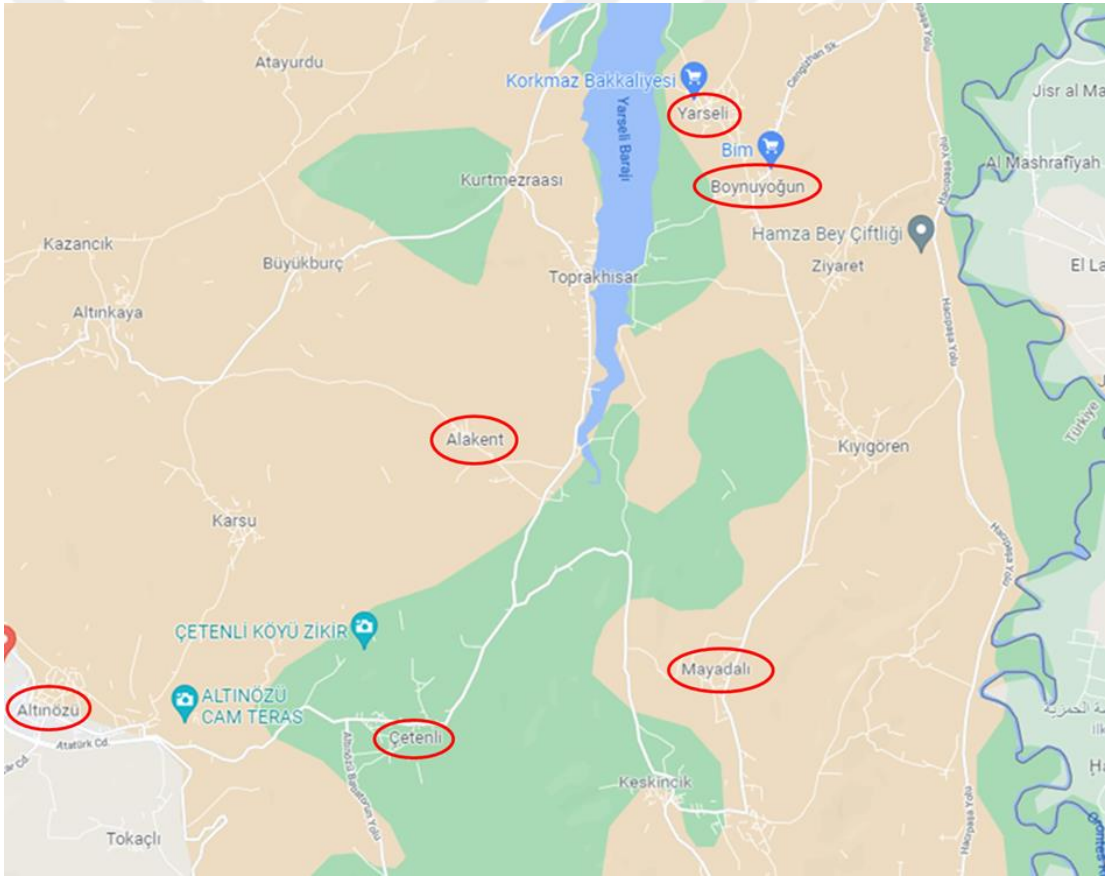
dayalı genetik ilişki analizine göre 9 genotipin iki ana kümede gruplandığı ve ISSR-811 primer ürünlerinde benzersiz bir Taicangbaisuan bandı bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, Taicangbaisuan sarımsak genotipinin moleküler karakterizasyonunu ortaya çıkartmak amacıyla ISSR-SCAR markörü geliştirdiklerini de bildirmişlerdir.

Yaralı Karakan (2022), Kilis ilinde yetiştirilen yerel sarımsak genotiplerinin morfolojik özelliklerini belirlediği çalışmasında, sarımsak genotipleri arasında morfolojik özellikler açısından çeşitlilik olduğunu tespit etmiştir. Araştırmada morfolojik özellikler göz önüne alınarak yapılan kümeleme analizi sonuçlarına göre genotiplerin iki farklı gruba ayrıldığı, baş ağırlığının 18.05 g ile 31.51 g, diş ağırlığının 2.17 ile 3.45 g, diş sayısının 10.50 ile 12.90 adet/baş, baş yüksekliğinin 34.23 ile 37.44 mm, baş çapının 36.97 ile 43.76 mm, yaprak sayısının 8 ile 9.37 adet/bitki ve yaprak genişliğinin 6.06 ile 8.69 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Bunun yanı sıra, 13 SSR primeri kullanılarak hazırlanan benzerlik matrisi, araştırmada tanık olarak kullanılan Taşköprü sarımsağı ile Kilis 1 genotipi arasında %36 benzerlik, Kilis 2, Kilis 3 ve Taşköprü genotipleri ile ise %80 benzerlik bulunduğunu ve ayrı kümeler oluşturduklarını ortaya çıkartmıştır.

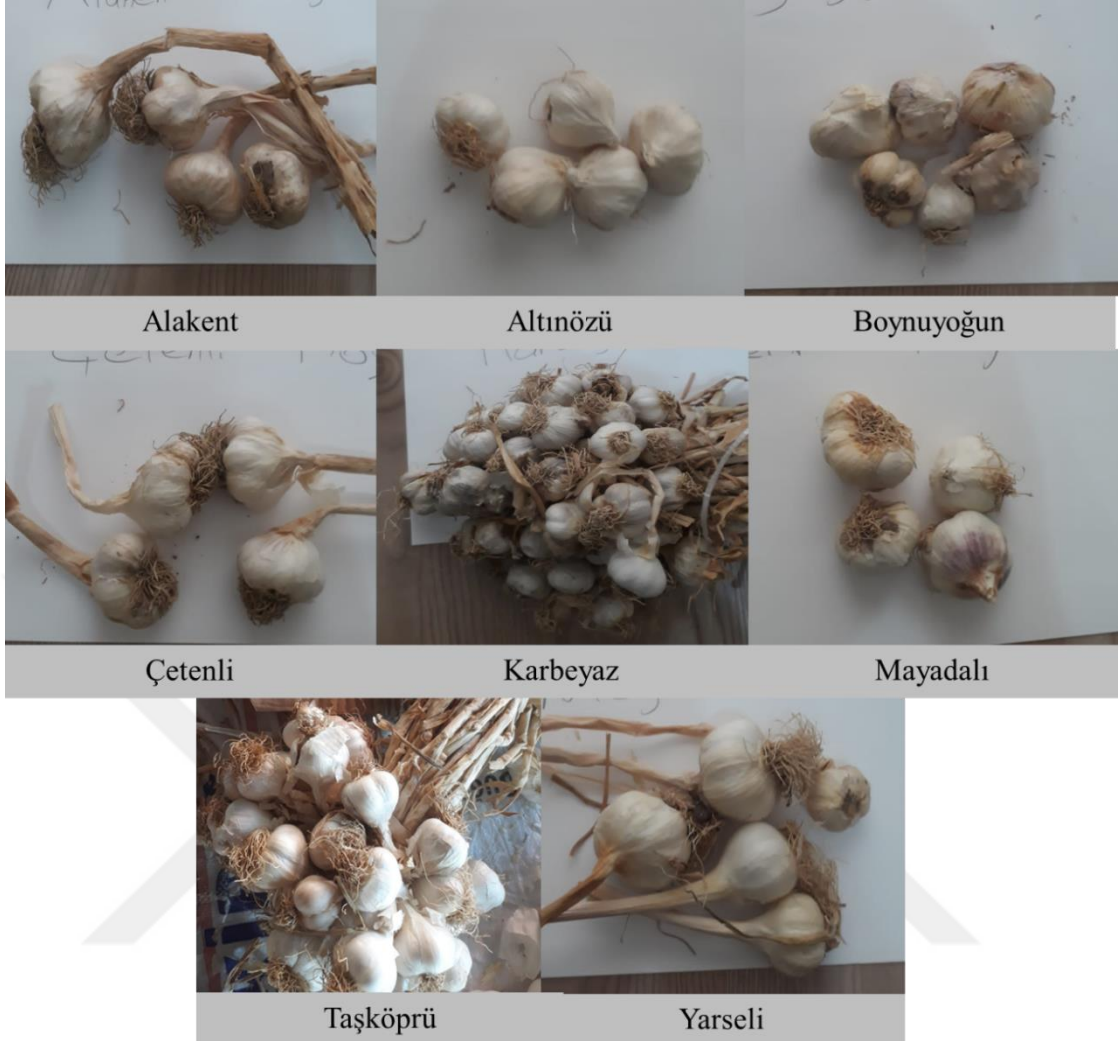
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Bitkisel materyal

Denemede bitkisel materyal olarak Hatay'ın Altınözü ilçesi ile Alakent, Boynuyoğun, Çetenli, Mayadalı, Karbeyaz ve Yarseli köylerinden toplanan yerel sarımsak genotipleri ile tanık olarak Taşköprü sarımsağı kullanılmıştır. Sarımsak genotiplerinin toplandığı bölgeye ait görsel Şekil 3.1'de, denemede kullanılan sarımsak genotiplerine ait tohumluk başlar ise Şekil 3.2'de verilmiştir. Sarımsak genotiplerine ait başlar 2021 yılında Hatay'ın Kırıkhan ilçesine bağlı Danaahmetli Köyü'nde yetiştirilerek elde edilen sarımsak bitkileri ve başları morfolojik ve moleküler karakterizasyon çalışmalarında kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan bitkisel materyalin toplandığı bölgeler.



Şekil 3.2. Araştırmada kullanılan sarımsak genotiplerine ait başlar.

3.2. Yöntem

3.2.1. Sarımsak dişlerinin dikimi

Denemede kullanılan sarımsak genotiplerine ait tohumluk başlar 03.11.2021 tarihinde sıra üzeri 10 cm, sıra arası 20 cm (Vural vd., 2000) olacak şekilde şansa bağlı tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak her tekerrürde 20 bitki olacak şekilde dikilmiştir. Dikimden hasada kadar geçen sürede kültürel işlemler genotipler arasında fark oluşturmayacak şekilde yapılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Dikim öncesi parsellerin hazırlanması, sarımsak dişlerinin dikimi ve arazide gelişimin sürdüren sarımsak bitkilerinin görünümü

3.2.2. Morfolojik gözlemler

Morfolojik gözlemler hasat öncesi ve hasat sonrası olmak üzere iki farklı dönemde yapılmıştır. Hasat, bitkilerin toprak üstü kısımlarının kurduğu dönemde yapılmış ve hasat edilen başlar filelere konularak, moleküler ve morfolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Kilis 7 Aralık Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi laboratuvarlarına getirilmiştir. Araştırmada tanık olarak kullanılan Taşköprü sarımsağında ekolojik koşullar nedeniyle diş oluşumu sağlanamadığı için bu genotipte morfolojik gözlemler sadece bitkisel özellikler değerlendirilerek yapılmıştır. Morfolojik gözlemler UPOV, 2001 (Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerinin Korunması Birliği) kriterleri dikkate alınarak her genotipten rastgele seçilen 10 bitki üzerinde yapılmıştır. Sarımsak genotiplerinde belirlenen morfolojik özellikler aşağıda verilmiştir.

Bitki boyu (cm): Bitki gelişiminin durduğu dönemde her bitkinin topraktan yaprak ucuna kadar ölçüsü alınarak cm cinsinden kaydedilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Sarımsak genotiplerinde bitki boyu ölçümü

Baş Ağırlığı (g): Hasat edilen bitkililerde baş kısmı gövde kısmından ayrılıp kurutulduktan sonra dijital terazi ile tartılarak baş ağırlığı belirlenmiştir.

Baş Uzunluğu (mm): Hasat edilen başların boyundan köke kadar olan kısmı dijital kumpas yardımı ile ölçülmüştür (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Sarımsak genotiplerinde baş uzunluğunun dijital kumpas yardımıyla ölçümü

Baş Genişliği (mm): Başın en geniş kısmı dikkate alınarak dijital kumpas yardımı ile ölçülmüştür (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Sarımsak genotiplerinde baş genişliğinin dijital kumpas yardımıyla ölçümü

Diş ağırlığı (g): Her genotip için her tekerrürden tesadüfi olarak seçilen 10 kuru başın dişleri tartılarak diş ağırlığı belirlenmiştir.

Diş Sayısı (adet/baş): Ağırlıkları, boy ve genişlikleri belirlenen başlar arasından tesadüfi olarak seçilen 10 baş dişlerine ayrılarak diş sayısı belirlenmiştir.

Yaprak sayısı (adet/bitki): Her parseldeki bitkilerin hasat öncesi yaprakları sayılarak kaydedilmiştir.

Yaprak uzunluğu (cm): Bitki gelişiminin durduğu dönemde bitkinin 4. yaprağının uzunluğu ölçülerek kaydedilmiştir.

Yaprak genişliği (mm): Uzunluğu ölçülen 4. yaprağın genişliği dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Sarımsak bitkilerinde dijital kumpas yardımıyla yaprak genişliğinin ölçümü

Yalancı gövde uzunluğu (cm): Bitkinin toprak seviyesinden 4.yaprağın bulunduğu yere kadar olan kısım ölçülmüştür (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Sarımsak bitkilerinde yalancı gövde uzunluğunun ölçümü

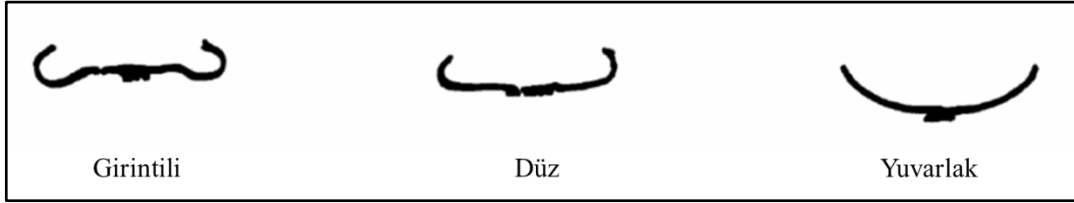
Yalancı gövde çapı (mm): Bitkilerin yalancı gövde çapları toprağın yaklaşık 1 cm üstünden dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Sarımsak bitkilerinde yalancı gövde çapının ölçümü

Baş kabuklarında zemin rengi: Sarımsak genotiplerinin kabuk zemin renkleri beyaz, beyaz-sarımsı, kırmızımsı beyaz olarak belirlenmiştir.

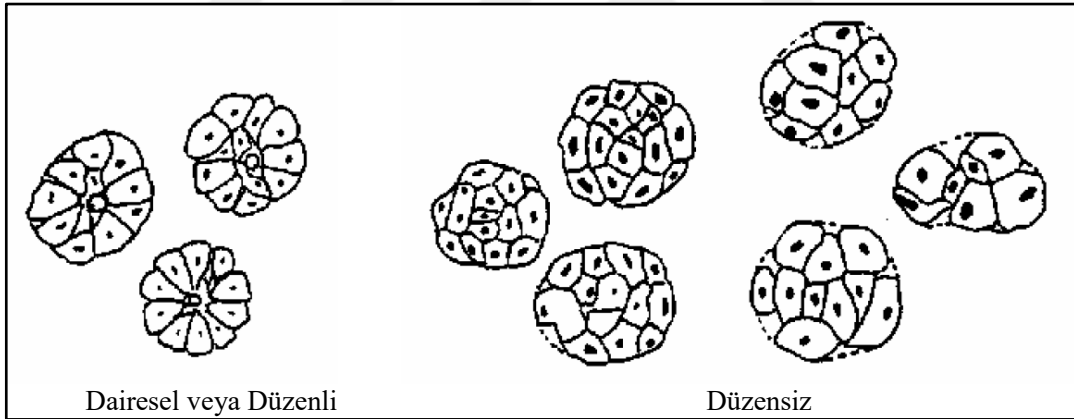
Başların dip şekli: Hasat edilen başların dip şekilleri, şekildeki saklaya göre belirlenmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. UPOV (2001)'a göre sarımsak başlarının dip şekilleri.

Dişlerde et rengi: Kabukları soyulan dişlerin et rengi sarımsı ve beyaz olarak değerlendirilmiştir.

Dişlerin dağılımı: Hasat edilen sarımsak başlarında dişlerin dizilişi UPOV (2001)'e göre belirlenmiştir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. UPOV (2001)'a göre sarımsak başlarında dişlerin diziliş şekilleri

Dişlerde kabuk rengi: Dişlerin kuru dış kabuklarının rengi beyaz-krem-pembe-mor-kahverengi olarak belirlenmiştir.

Diş kabuklarında antosiyanin şerit varlığı: Kabukta antosiyanin varlığı var-yok olarak değerlendirilmiştir.

Başlarda antosiyanin şerit varlığı: Hasat sonrası başların kuru dış kabuklarında antosiyanin şeritlerin varlığı var-yok olarak belirlenmiştir.

3.2.3. Moleküler karakterizasyon

3.2.3.1. DNA izolasyonu

DNA izolasyonunu yapmak amacıyla torf ile doldurulmuş viyollere dikilen dişlerden elde edilen bitkilerin olgun yaprakları kullanılmıştır. Araştırmada DNA izolasyon için CTAB yöntemi kullanılmıştır (Doyle ve Doyle 1990; Untergasser, 2008). CTAB yöntemi için işlem basamakları aşağıda verilmiştir.

1. 100 mg sıvı azotta toz haline getirilen bitki örnekleri havana alınarak üzerine 600 µl CTAB ezme tamponu eklenmiştir. Daha sonra ezilen örnekler eppendorf tüplere alınmıştır.
2. Vortekslenen örnekler 65 °C sıcaklıktaki su banyosunda 30 dakika bekletilmiştir.
3. Su banyosundan çıkarılan örneklerin üzerine 600 µl kloroform eklenerek, vorteks yardımıyla iyice karıştırılmıştır.
4. +4 °C' de 14.000 rpm' de 2 dakika santrifüj edilmiştir.
5. Tüplerdeki üst sıvı dikkatli bir şekilde başka bir eppendorf tüpüne aktarılmıştır.
6. Üzerine 450 µl izopropil alkol (Isopropanol) eklenmiştir.
7. +4 °C' de 14.000 rpm' de 15 dakika santrifüj edilmiştir.
8. Tüpün dibinde oluşan pelletin üzerine 600 µl %70'lik etanol eklenerek, tüp elle 30 saniye çalkalanmıştır.
9. +4 °C' de 14.000 rpm' de 3 dakika santrifüjlenmiştir.
10. Üst sıvı dikkatlice dökülerek pelletin üzerine 90 µl DNA/RNA Free eklenmiştir.
11. 15 dakika. 65 °C su banyosunda bekletilerek pelletin suda çözünmesi sağlanmıştır.
12. 5 dakika 14.000 rpm' de santrifüj edilmiş ve üst sıvı temiz bir eppendorf tüpe alınmıştır.
13. Elde edilen DNA örneklerinin konsantrasyonları ve saflıkları Nanodrop okuyucu özelliği bulunan Thermo Scientific Multiskan™ GO spektrofotometre ile belirlenmiştir.

3.2.3.2. Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR)

Araştırmanın bitkisel materyalini oluşturan sarımsak genotipleri arasındaki genetik çeşitliliği belirlemek için kullanılan SSR primerleri Tablo 3.1’de verilmiştir. Kullanılan primerlerin optimum bağlanma sıcaklıklarını belirlemek için genomik DNA ile gradiyent PCR sıcaklık taraması yapılmıştır. Primerlere ait optimum reaksiyon bağlanma sıcaklıkları Tablo 3.1 ‘de verilmiştir.

Tablo 3.1. Araştırmada kullanılan SSR primerleri

Primer	Sıcaklık (°C)	Forward	Reverse
Asa06	50	GGGGTGTACATTCTCCCCT	ACCGCCTGATTTTGCATTAG
Asa07	50	CTCGGAACCAACCAGCATA	CCCAAACAAGGTAGGTCAGC
Asa08	56	TGATTGAAACGAATCCCACA	GGGGGTACCTGAACCTGTTA
Asa16	55	CACGACTTTTCCTCCCATT	GCTAATGTTCATGTCCCAGT
Asa20	51	GAAGCAGCAAAGATCCAAGC	CGTGCAGAACTTAACCTT
Asa23	50	TGGAGGGGGGAAAAAGGATAG	TGTGAAGCAAGTGGGATCA
Asa24	56	TTGTTGTGCCGAGTTCCATA	CAGCAATTTACCAAAGCCAAG
ASM80	51.3	AATCTCCCTCCAAAGTCCC	CCTGTATTTTGTGTAAAGCATC A
AFA01A 08	55	AGATAAGTGCTCATGGAGCAA GGG	ACATCCACAGCAAACATAGCA AGC
AFA10A 08	53	GTTTAGGGCGTAAAATCTAAAC GCT	GTGCTTTTACTAACCTCGCAT CC
ACM101	53	CCTTTGCTAACCAAATCCGA	CTTGTTGAGAAGGAGGACGC
ACM091	51	TCTCCTCCTCTAACCAGCCA	GGTGCTCCAGTTGAGCTTTC
ACM013	52.5	CAACCTCGAAGAACTCACCG	GCGAATCTTGTTTTTGGGAA
ACM004	59.5	TCGTTCTTTAGAACCGTTAGG AA	TGTCGGCGGATATAGTGACA
AMS08	50	GCCACGATGTTGAGATTTTCG	CCCGAATATCCCACCAGTTC

Tablo 3.2. PCR reaksiyon bileşenleri

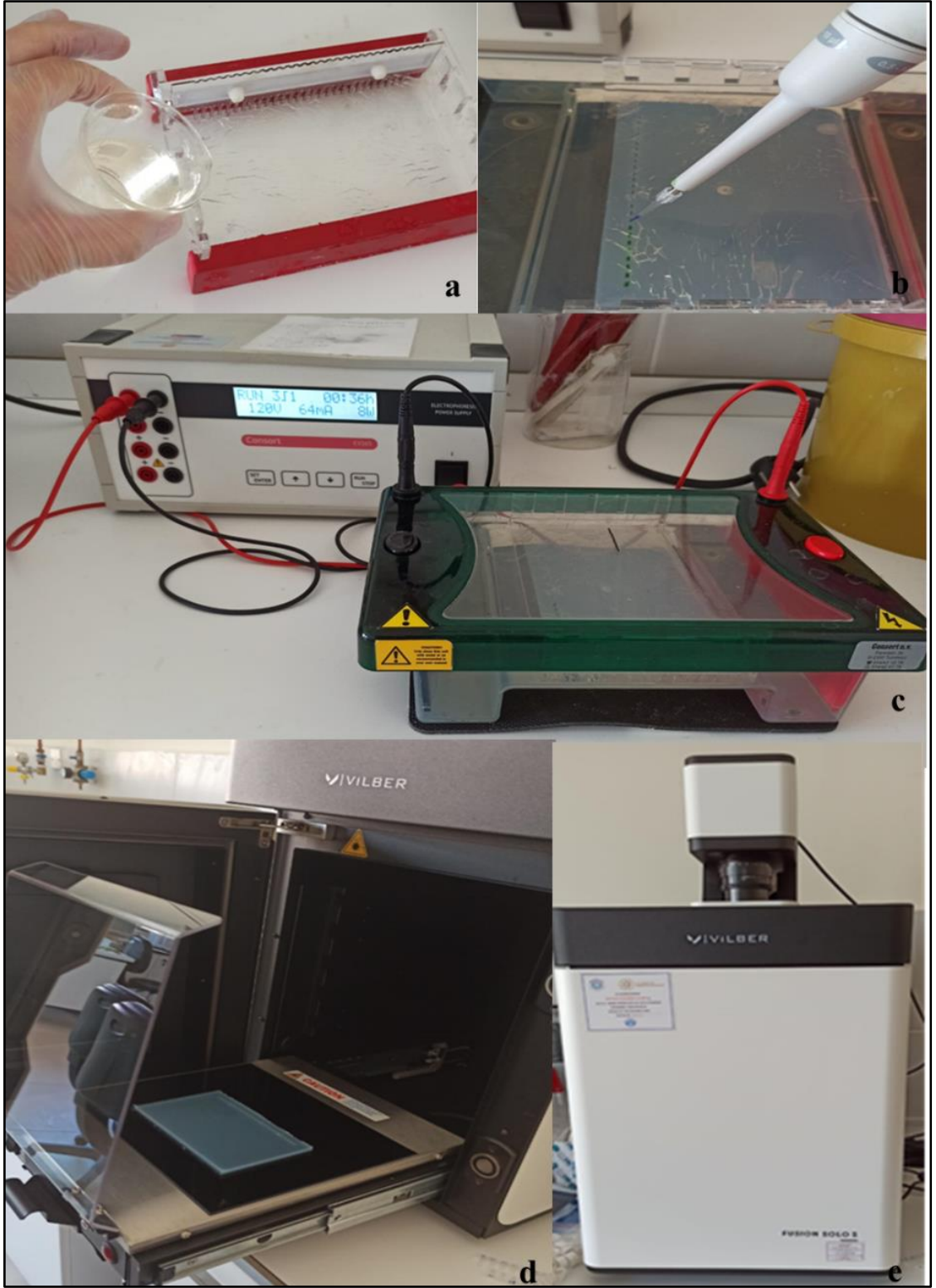
PCR İçeriği	Kullanılan Miktar
DNA	2 µl
10X Buffer	2 µl
Forward Primer	1 µl
Reverse Primer	1 µl
dNTP	0,3 µl
Tag Enzimi	0,3 µl
ddH ₂ O	13,4 µl

DNA izalasyonu tamamlanan örnekler için PCR işlemi yapılmıştır. Her bir reaksiyon karışımı için Tablo 3.2’de belirtilen PCR içeriği ve miktarları kullanılmıştır. SSR amplifikasyon prosedürü;

- 94 °C’de 5 dakika,
- 35 döngü
- 94 °C’de 30 saniye,
- 50-60 °C’de 30 saniye (primerlerin bağlanma sıcaklıkları Tablo 3.1’de verilmiştir)
- 72°C’de 45 saniye
- Son döngü olarak 72 °C’de 8 dakika tutma şeklinde uygulanmıştır.

3.2.3.3. Agaroz jel elektroforezi ile örneklerin skorlanması

PCR ürünleri %1.2’lik bir Agarose jelde, 120 Volt’luk akımda 30 dakika boyunca koşturulmuştur. Jel hazırlanırken ethidium bromid yerine kullanılmak üzere 4 µl RedSafe DNA Stain boya jele eklenmiştir eklenmiştir (Şekil 3.12). PCR ürünlerinin bant büyüklükleri Invitrogen™ 1 Kb Plus DNA Ladder kullanılarak belirlenmiştir. Vilber Lournat Jel Görüntüleme sistemi ile görüntülenen örnekler firmaya ait BIO-1D yazılımı ile bandlar var (1) veya yok (0) olarak skorlanmıştır.



Şekil 3.12. DNA bantlarının jel elektrofrezde görüntülenme aşamaları, a: jelin hazırlanması, b: PCR ürünlerinin jele yüklenmesi, c: PCR ürünlerinin koşturulması, d-e: jelin görüntülenmesi.

3.3. İstatistik Analiz

Morfolojik ölçümlerden elde edilen bulgular JMP pro version 14 (SAS Institute, NC, USA) istatistik programı ile varyans analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Ortalamalar arasındaki fark 0.05 önemlilik derecesinde Tukey testi ile karşılaştırılmıştır. Genotipler arası genetik yakınlığı gösteren dendogram ve benzerlik matrisi, UPGMA (Unweighted Pair-Group Method of the Arithmetic Average) metodu ve Jaccard's katsayısına göre <http://genomes.urv.cat/UPGMA/> internet sitesinden online olarak oluşturulmuştur (Garcia-Vallve vd., 1999).



4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Morfolojik Karakterizasyon

4.1.1. Sarımsak genotiplerinin bitki boyu, yalancı gövde uzunluğu, yalancı gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliği

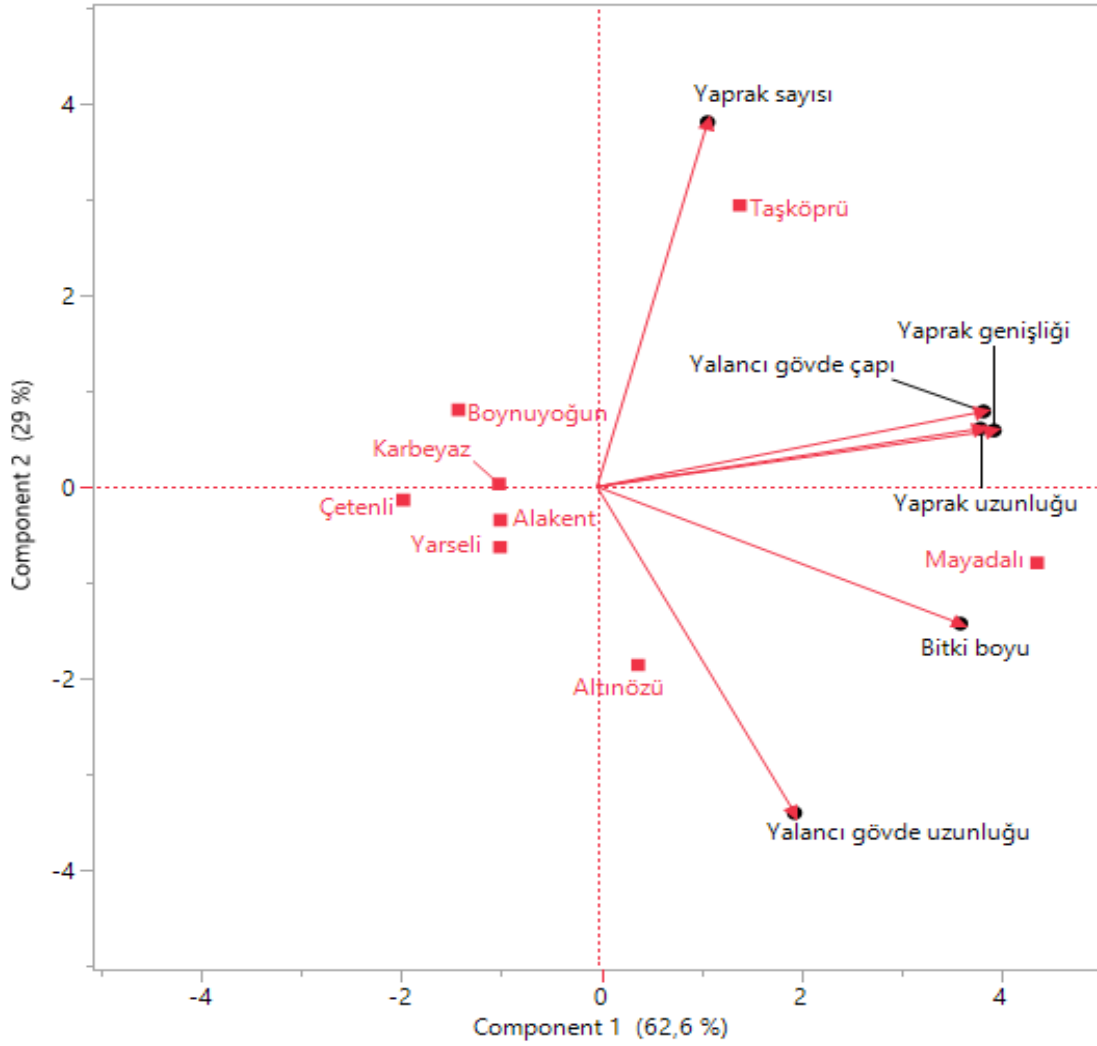
Denemede kullanılan sarımsak genotiplerinin bitki boyu, yalancı gövde uzunluğu, yalancı gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliği değerleri Tablo 4.1’de verilmiştir. Tablo 4.1 incelendiğinde, genotiplerin bitki boyunun 53.74 cm ile 68.75 cm, yalancı gövde uzunluğunun 4.38 cm ile 9.50 cm, yalancı gövde çapının 6.46 mm ile 13.98 mm, yaprak sayısının 8.00 ile 10.66 adet/bitki, yaprak uzunluğunun 37.86 cm ile 53.08 cm, yaprak genişliğinin 13.03 mm ile 26.42 mm arasında değiştiği görülmektedir. Yerel genotipler arasında bitki boyu, yalancı gövde çapı, yaprak uzunluğu, yalancı gövde uzunluğu ve yaprak genişliği değerleri bakımından Mayadalı genotipi ön plana çıkarken, denemede tanık olarak kullanılan Taşköprü sarımsağı ise yaprak sayısı bakımından diğer genotiplerden daha yüksek değere sahip olmuştur. İtalya orijinli sarımsak genotiplerinin morfolojik özelliklerinin incelendiği bir çalışmada da genotipler arasında yaprak dip genişliği ve yaprak sayısı gibi özellikler bakımından geniş bir varyasyon olduğu bildirilmiştir (Figliuolo vd., 2001). Benzer şekilde Nepal orijinli 179 sarımsak genotipi arasında bitki boyu bakımından varyasyon olduğu ve bitki boyunun 29.8-84.8 cm arasında değiştiği ifade edilmiştir (Panthee vd., 2006). Wang ve diğerleri (2014), Çin’in farklı bölgelerinden toplanan 212 sarımsak genotipinin bitki boyunun 27.50-90.50 cm, yaprak uzunluğunun 1.84-74.00 cm, yaprak sayısının 4.67-10.30 adet, yalancı gövde uzunluğunun 11.55-42.34 cm, yalancı gövde çapının 0.48-2.55 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Geboloğlu ve diğerleri (2017) tarafından yapılan çalışmada da, Tokat ilinde yetiştirilen sarımsak genotiplerinin bitki boyunun 64.00-76.33 cm, yaprak sayısının 10.33-17.33 adet/bitki arasında değiştiği belirlenmiştir. Yaralı Karakan (2022), Kilis ilinde yetiştirilen yerel sarımsak genotiplerinin yaprak sayısı, yaprak genişliği ve bitki boyu değerleri bakımından farklılık gösterdiğini; genotipler arasında yaprak sayısının 8.0 ile 9.37 adet/bitki, yaprak genişliğinin 6.06 ile 8.69 mm, bitki boyunun ise 26.20 cm ile 33.96 cm arasında değiştiğini bildirmiştir.

Tablo 4.1. Sarımsak genotiplerinin bitki boyu, yalancı gövde uzunluğu, yalancı gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliği

Genotip	Bitki boyu (cm)	Yalancı gövde uzunluğu (cm)	Yalancı gövde çapı (mm)	Yaprak sayısı (adet/bitki)	Yaprak uzunluğu (cm)	Yaprak genişliği (mm)
Alakent	55,83bc*	7,75b	9,52bc	8,60b	38,91c	15,46cd
Altınözü	63,43ab	9,50a	8,50cd	8,00b	41,98c	18,38bc
Boynuyoğun	53,74c	6,21cd	8,01bcd	9,20ab	38,26c	17,66c
Çetenli	57,52bc	5,56de	6,46d	8,33b	40,44c	13,03d
Karbeyaz	58,87bc	7,49bc	7,31cd	9,27ab	37,86c	16,62cd
Mayadalı	68,75a	10,05a	13,98a	8,87b	53,08a	26,42a
Yarseli	57,65bc	7,14bc	7,54cd	8,20b	42,32c	15,82cd
Taşköprü	59,66abc	4,38e	11,56b	10,66a	48,35b	21,63b

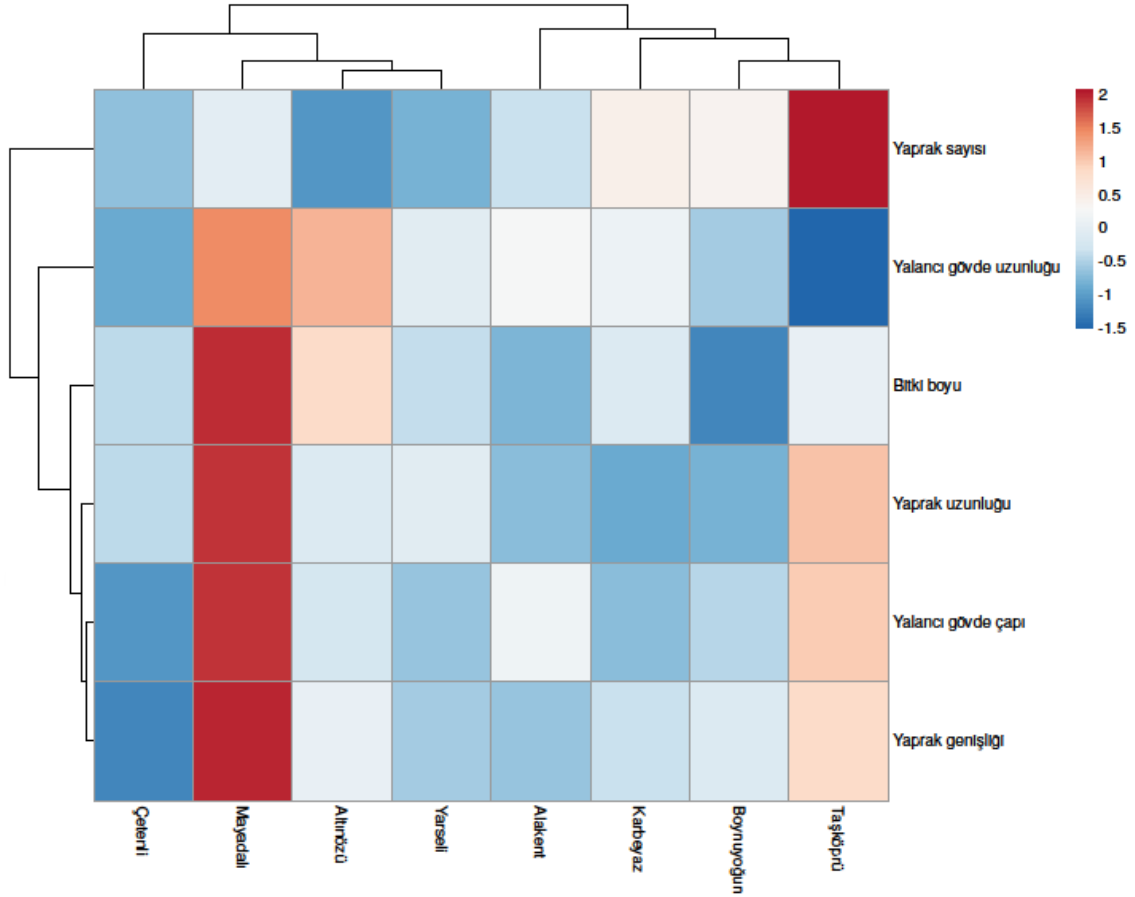
*: $P < 0.05$, Farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır.

Sarımsak genotipleri ile bitki boyu, yalancı gövde uzunluğu, yalancı gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliği arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla temel bileşenler analizi ile biplot grafiği elde edilmiştir (Şekil 4.1). Biplot yöntemi kullanılarak yapılan hesaplamada temel bileşen 1 (%62.6) ve temel bileşen 2 (%29) toplam varyasyonun %91.65'sini oluşturmuştur. Biplot grafiği yorumlandığında, genotipler ve incelenen özellikler arasındaki ilişki daha açık bir şekilde görülmektedir. Dar açığa sahip olan yaprak genişliği, yalancı gövde çapı ve yaprak uzunluğu arasında pozitif bir ilişki bulunurken; daha geniş açığa sahip olan yaprak sayısı ve yalancı gövde uzunluğu arasında ise negatif bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara ek olarak, biplot grafiğinde vektörler orijinden uzaklaştıkça incelenen özellikler bakımından genotipler arasındaki varyasyon artarken, vektörler orijine yaklaştıkça varyasyon azalmaktadır. Örneğin; yaprak uzunluğuna ait vektörün orijine olan yakınlığından genotipler arasında bu bileşen açısından var olan varyasyonun azaldığı, bunun aksine orijinden en uzak vektör ile ifade edilen yaprak sayısı bakımından ise genotipler arasındaki varyasyonun arttığı söylenebilmektedir.



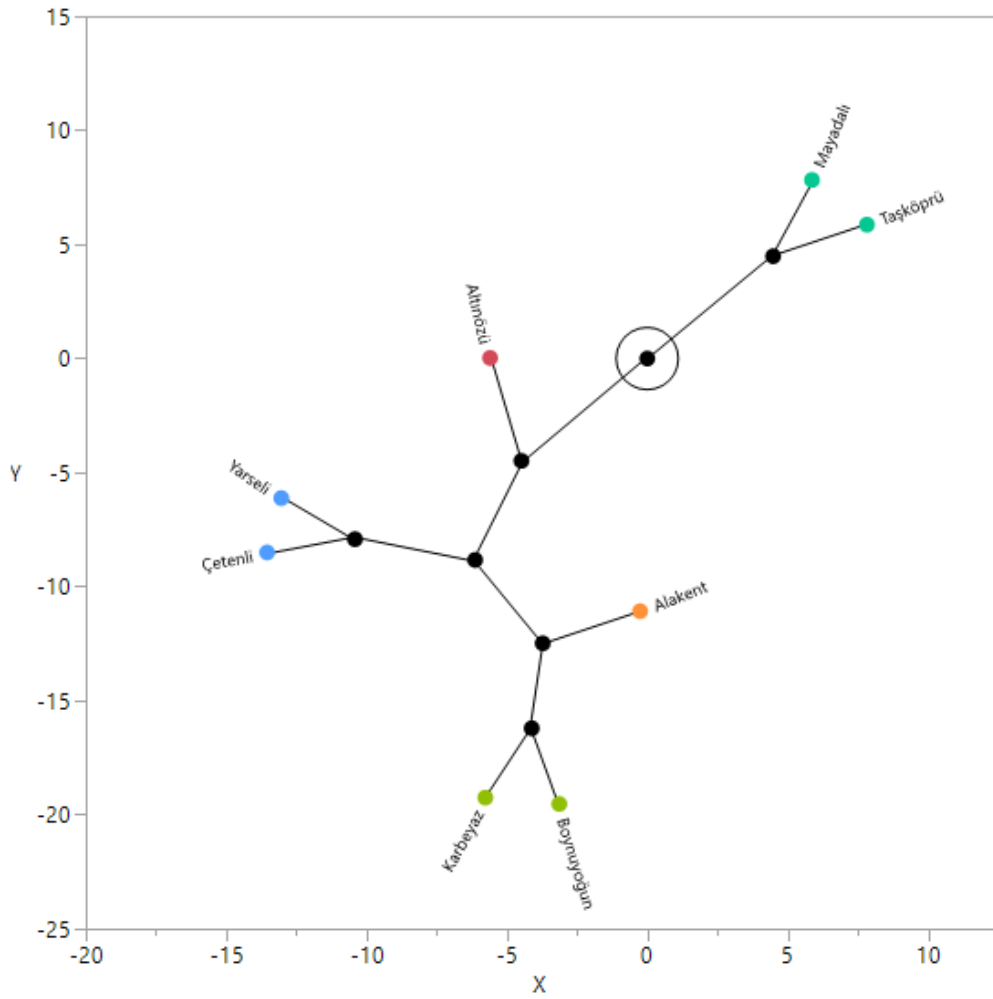
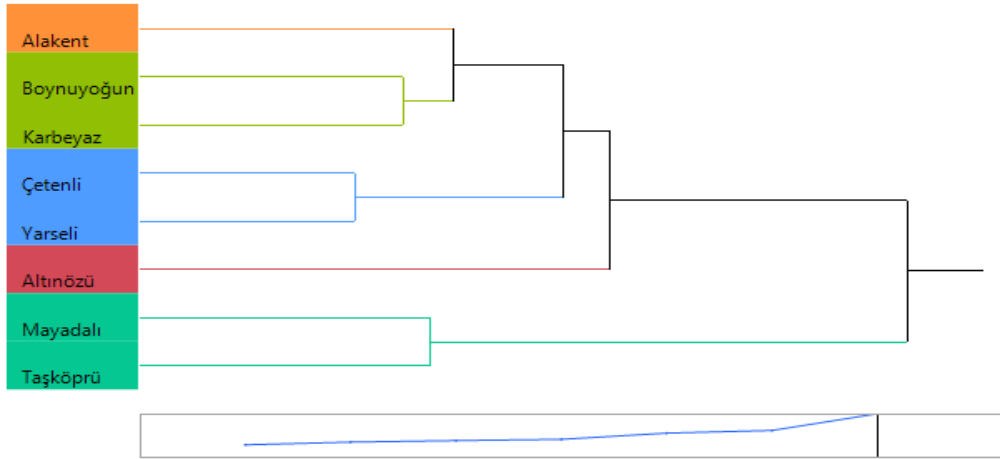
Şekil 4.1. Temel bileşenler analizi ile elde edilen biplot grafiğine göre sarımsak genotipleri ile bitki boyu, yalancı gövde uzunluğu, yalancı gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliği arasındaki ilişkiler.

Bitki boyu, yalancı gövde uzunluğu, yalancı gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliği değerlerine göre sarımsak genotipleri arasındaki benzerlik ve farklılıkları ortaya koymak amacıyla temel bileşenler analizi yöntemiyle ısı haritası elde edilmiştir (Şekil 4.2). Satırlarda incelenen özelliklerin, sütunlarda ise genotiplerin yer aldığı ısı haritasında gruplamalar korelasyon mesafesi ve ortalama değerlere göre belirlenmiştir. Şekil 4.2 incelendiğinde, yerel genotipler arasında bitki boyu, yalancı gövde çapı, yalancı gövde uzunluğu, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliği değerleri bakımından Mayadalı genotipinin daha yüksek değerlere sahip olduğu, buna karşın yaprak sayısı en fazla olan genotipin ise denemede tanık olarak kullanılan Taşköprü sarımsağı olduğu görülmektedir.



Şekil 4.2. Temel bileşenler analizi ile elde edilen ve sarımsak genotiplerinde bitki boyu, yalancı gövde uzunluğu, yalancı gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliğini gösteren ısı haritası.

Sarımsak genotiplerinin bitki boyu, yalancı gövde uzunluğu, yalancı gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliği değerlerine göre iki yönlü hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) ile elde edilen dendogram ve takımyıldızı grafikleri de incelenen özellikler bakımından genotipler arasında farklılık olduğunu ortaya çıkartmıştır (Şekil 4.3). Şekil 4.3'te yer alan dendogram ve takımyıldızı grafikleri incelendiğinde sarımsak genotiplerinin bitki boyu, yalancı gövde uzunluğu, yalancı gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliği değerleri bakımından iki temel gruba ayrıldıkları açıkça görülmektedir. Buna göre; birinci grup Mayadalı ve Taşköprü genotiplerinden oluşurken, ikinci grupta Altınözü genotipi diğer genotiplerden ayrılarak tek başına bir dallanma yapmış; Çetenli, Yaserli, Alakent, Boybuyoğun ve Karbeyaz genotipleri ise aynı grupta yer almıştır.



Şekil 4.3. Sarımsak genotiplerinin bitki boyu, yalancı gövde uzunluğu, yalancı gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak genişliği değerlerine göre iki yönlü hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) ile elde edilen dendrogram ve takımyıldız grafiği

4.1.2. Sarımsak genotiplerinin baş ağırlığı, baş uzunluğu, baş genişliği, diş sayısı ve diş ağırlığı

Denemede kullanılan sarımsak genotiplerinin baş ağırlığı, baş uzunluğu, baş genişliği, diş sayısı ve diş ağırlığı değerleri Tablo 4.2’de verilmiştir. Tablo 4.2 incelendiğinde, genotipler arasında baş ağırlığının 15.89 g ile 50.22 g, baş uzunluğunun 25.79 mm ile 42.74 mm, baş genişliğinin 36.35 mm ile 49.33 mm, diş sayısının 10.18 ile 13.53 adet/baş, diş ağırlığının ise 1.48 g ile 5.12 g arasında değiştiği görülmektedir. Yerel genotipler arasında baş ağırlığı, baş uzunluğu, baş genişliği ve diş ağırlığı değerleri bakımından Mayadalı genotipi ön plana çıkarken, Çetenli genotipi ise diş sayısı bakımından diğer genotiplerden daha yüksek değere sahip olmuştur. Benzer şekilde, Ragas ve diğerleri (2019), Filipinler’de yetiştirilen dört farklı yerel sarımsak genotipinin baş özelliklerinin farklılık gösterdiğini bildirmiştir. İtalya orijinli sarımsak genotiplerinin morfolojik özelliklerinin incelendiği farklı bir araştırmada da genotipler arasında diş çapı ve verim değerleri bakımından farklılıklar olduğu ve genotipler arasındaki farklılıkları belirlemede diş özelliklerinin önemli bir kriter olduğu tespit edilmiştir (Figliuolo vd., 2001). Sarımsakta morfolojik değişkenlerin baş verimi üzerine doğrudan ve dolaylı ilişkilerinin olduğunu bildiren De-Oliveira ve diğerleri (2020), baş ağırlığı, baş çapı, baş uzunluğu ve diş sayısının sarımsak veriminin birincil bileşenleri olduğunu ve verimi doğrudan etkilediklerini, baş oluşum aşamasında sulamanın azaltılmasının verim üzerinde olumlu etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Nepal orijinli 179 sarımsak genotipinin morfolojik özelliklerinin belirlendiği çalışmada ise baş ağırlığının 2.1-36.5 g, baş genişliğinin 1.7-7.3 cm, diş sayısının 4-55 adet/baş, diş çapının 0.5-1.4 cm ve baş veriminin 0.8-60.7 ton/ha arasında değiştiği bildirilmiştir (Panthee vd., 2006). Çin orijinli sarımsak genotiplerinin baş genişliğinin 2.23-7.61 cm, baş ağırlığının 4.11-59.90 g ve diş sayısının 1.00- 12.60 adet arasında değiştiğini bildiren Wang ve diğerleri (2014) sarımsak genotipleri arasında morfolojik bakımdan önemli bir varyasyonun olduğunu ifade etmişlerdir. Buna karşın, Geboloğlu ve diğerleri (2017) tarafından yapılan çalışmada da, Tokat ilinde yetiştirilen sarımsak genotiplerinin baş ağırlığının 17.04-41.97 g, diş ağırlığının 1.30-4.09 g, diş sayısının 10.30-17.33 adet arasında değiştiğini tespit edilmiştir. Petropoulos ve diğerleri (2018), sadece farklı orijinlerden gelen genotipler arasında değil, yerel genotipler veya ticari çeşitler arasında da baş özellikleri bakımından önemli bir çeşitlilik olduğunu bildirmişlerdir. Wang ve

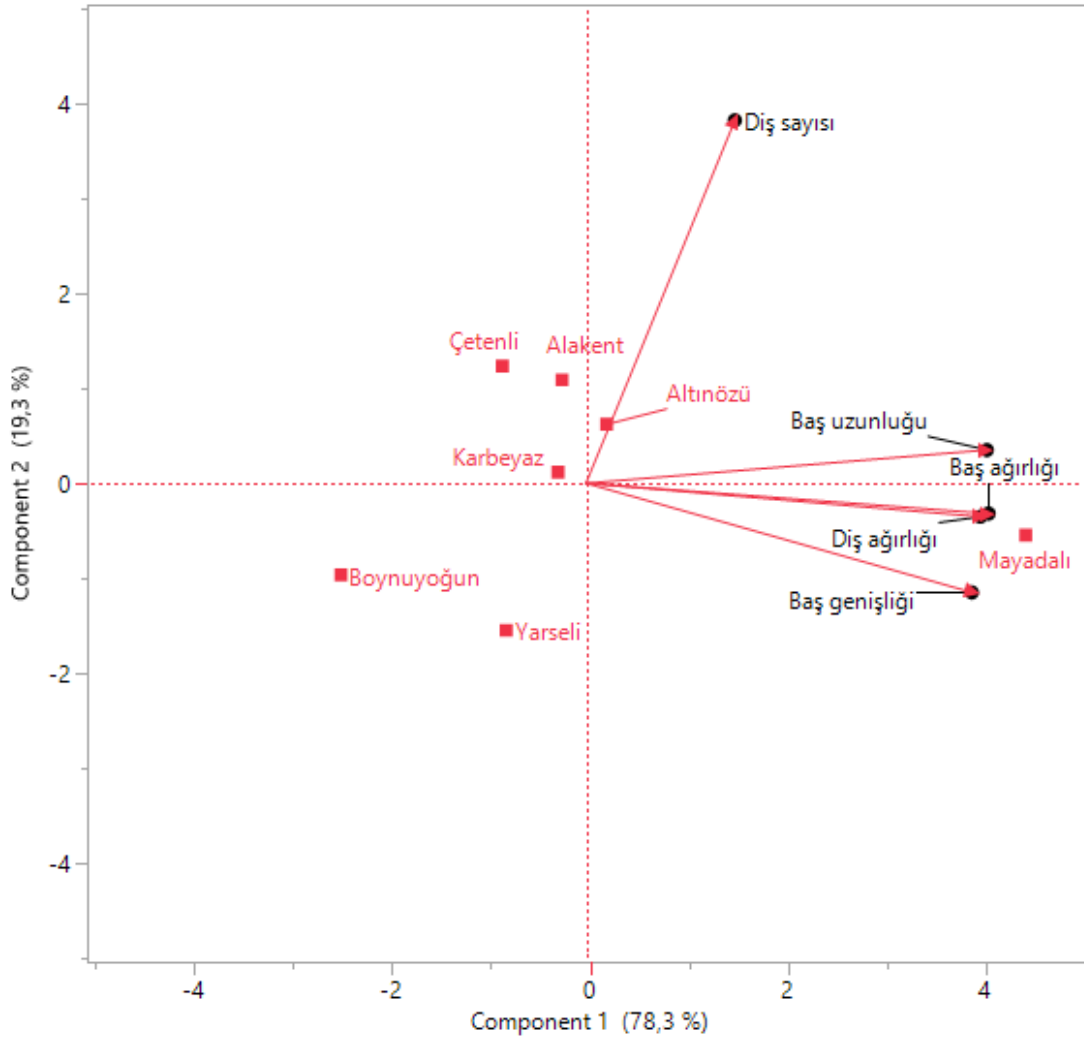
diğerleri (2014), Çin'in farklı bölgelerinden topladıkları 212 sarımsak genotipinin baş genişliğinin 2.23-7.61 cm, baş ağırlığının 4.11-59.90 g ve diş sayısının 1.00- 12.60 adet/baş arasında değiştiğini ve genotipler arasında morfolojik bakımdan önemli bir varyasyonun olduğunu bildirmişlerdir. Kuzey Amerika'nın farklı bölgelerinden topladıkları 10 sarımsak genotipinin fenotipik özelliklerini araştıran Volk ve Stern (2009), genotiplerin baş ağırlıklarının 47.1-21.3 g, baş genişliklerinin ise 17.2-21.3 cm arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Çevre etkisinin fenotipik özellikler üzerine etkisini belirlemek için bu genotipleri Kanada koşullarında 12 farklı lokasyonda yetiştiren araştırmacılar, topraktaki kükürt ve magnezyum içeriği ile bitkideki magnezyum ve kükürt içeriği arasında pozitif bir korelasyon olduğunu ve potasyumca zengin topraklarda baş verimin arttığını, topraktaki besin elementi içeriği ile baş kabuk rengi ve baş verimi arasında pozitif bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir. Ülkemizin Aksaray, Birecik, Kahramanmaraş, Kastamonu, Kayseri, Nevşehir, Şanlıurfa ve Tunceli illerinde yetiştirilen ve 38 farklı lokasyondan toplanan sarımsak genotiplerinin kullandığı çalışmada genotiplerin morfolojik olarak çok geniş bir varyasyona sahip oldukları; yaş ağırlık, kuru ağırlık ve baş çapı gibi parametreler bakımından Kahramanmaraş4 genotipinin öne çıktığı, Kastamonu9 genotipinin baş yüksekliğinin diğer genotiplere göre daha fazla olduğu, Birecik36 genotipinin ise daha fazla diş sayısına sahip olduğu tespit edilmiştir (Kıraç, 2019). Yaralı Karakan (2022), Kilis ilinde yetiştirilen yerel sarımsak genotiplerinin baş ağırlığının 18.05-31.51 g, diş ağırlığının 2.17-3.45 g, diş sayısının 10.50-12.90 adet/baş, baş yüksekliğinin 34.23-37.44 mm, baş çapının 36.97-43.76 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu çalışmaların aksine, iki farklı lokasyonda yetiştirilen Yunanistan orijinli sarımsak genotiplerinin morfolojik özelliklere dayalı fenotipik çeşitliliğini inceleyen Polyzos ve diğerleri (2019), Shannon-Weaver (H0) fenotipik çeşitlilik indeksine göre elde edilen değerlerin lokasyonlar arasında fark göstermediğini ancak genotipler arasında ise farklılık olduğunu, sarımsak genotipleri arasında gözlenen yüksek fenotipik çeşitliliğin genotip, kültürel uygulamalar ve çevre koşulları gibi çeşitli faktörlere bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 4. 2. Sarımsak genotiplerinin baş ağırlığı, baş uzunluğu, baş genişliği, diş sayısı ve diş ağırlığı

Genotip	Baş ağırlığı (g)	Baş uzunluğu (mm)	Baş genişliği (mm)	Diş sayısı (adet/baş)	Diş ağırlığı (g)
Alakent	27,27b*	32,39b	38,45b	13,40a	2,16b
Altınözü	29,44b	34,48b	39,92b	12,90ab	2,20b
Boynuyoğun	15,89b	25,79c	36,35b	10,46ab	1,48b
Çetenli	22,14b	30,72bc	38,41b	13,53a	1,72b
Karbeyaz	23,84b	33,50b	38,87b	12,13ab	2,52b
Mayadalı	50,22a	42,74a	49,33a	12,57ab	5,12a
Yarseli	26,21b	30,63bc	41,36ab	10,18b	1,67b

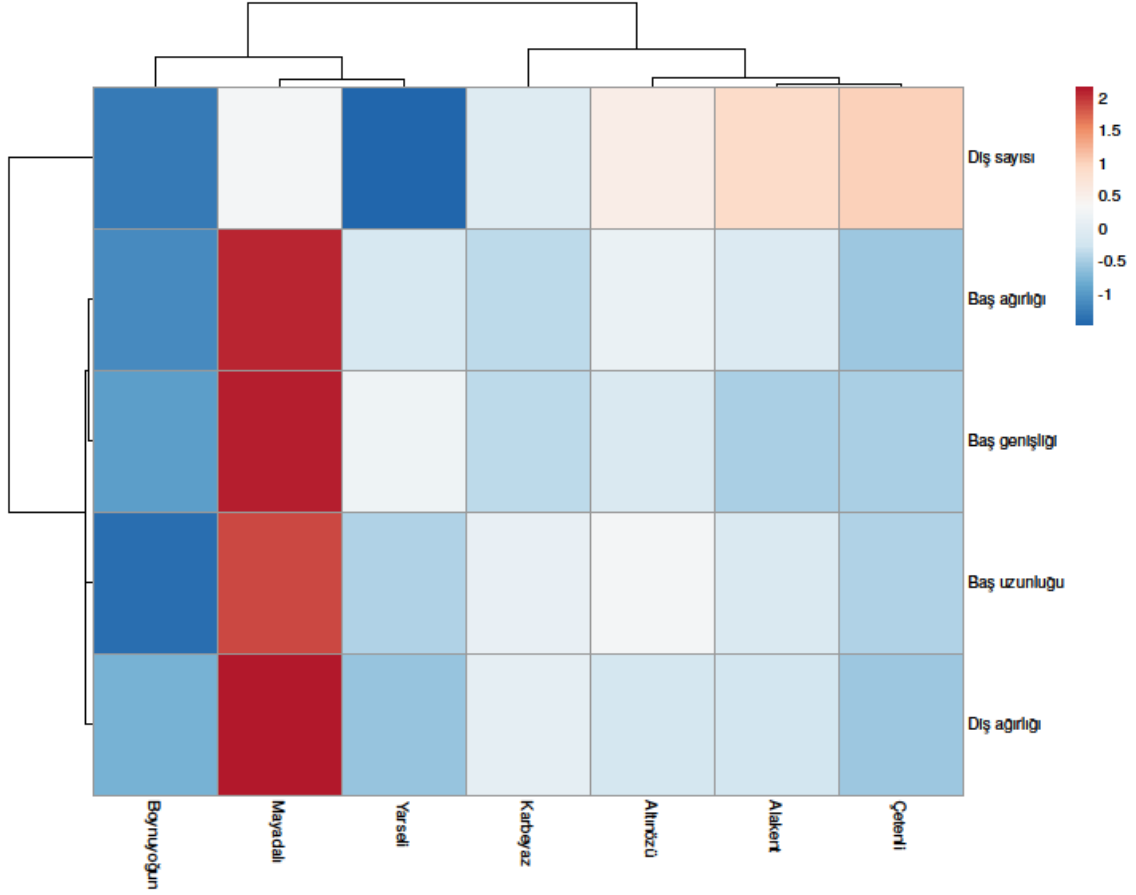
*: P<0.05, Farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır.

Sarımsak genotipleri ile baş ağırlığı, baş uzunluğu, baş genişliği, diş sayısı ve diş ağırlığı arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla temel bileşenler analizi ile biplot grafiği elde edilmiştir (Şekil 4.4). Biplot yöntemi kullanılarak yapılan hesaplamada temel bileşen 1 (%78.3) ve temel bileşen 2 (%19.3) toplam varyasyonun %97.6'sını oluşturmuştur. Şekil 4.4 incelendiğinde baş uzunluğu, baş ağırlığı, baş genişliği, diş ağırlığı ve diş sayısını gösteren vektörler arasındaki açının 0°-90° arasında olduğu, dolayısıyla bu özelliklerin birbirleriyle pozitif ilişkili oldukları, diş ağırlığına ait vektörün orijine olan yakınlığından genotipler arasında bu bileşen açısından var olan varyasyonun azaldığı, bunun aksine orijinden en uzak vektör ile ifade edilen diş sayısı bakımından ise genotipler arasındaki varyasyonun arttığı görülmektedir.



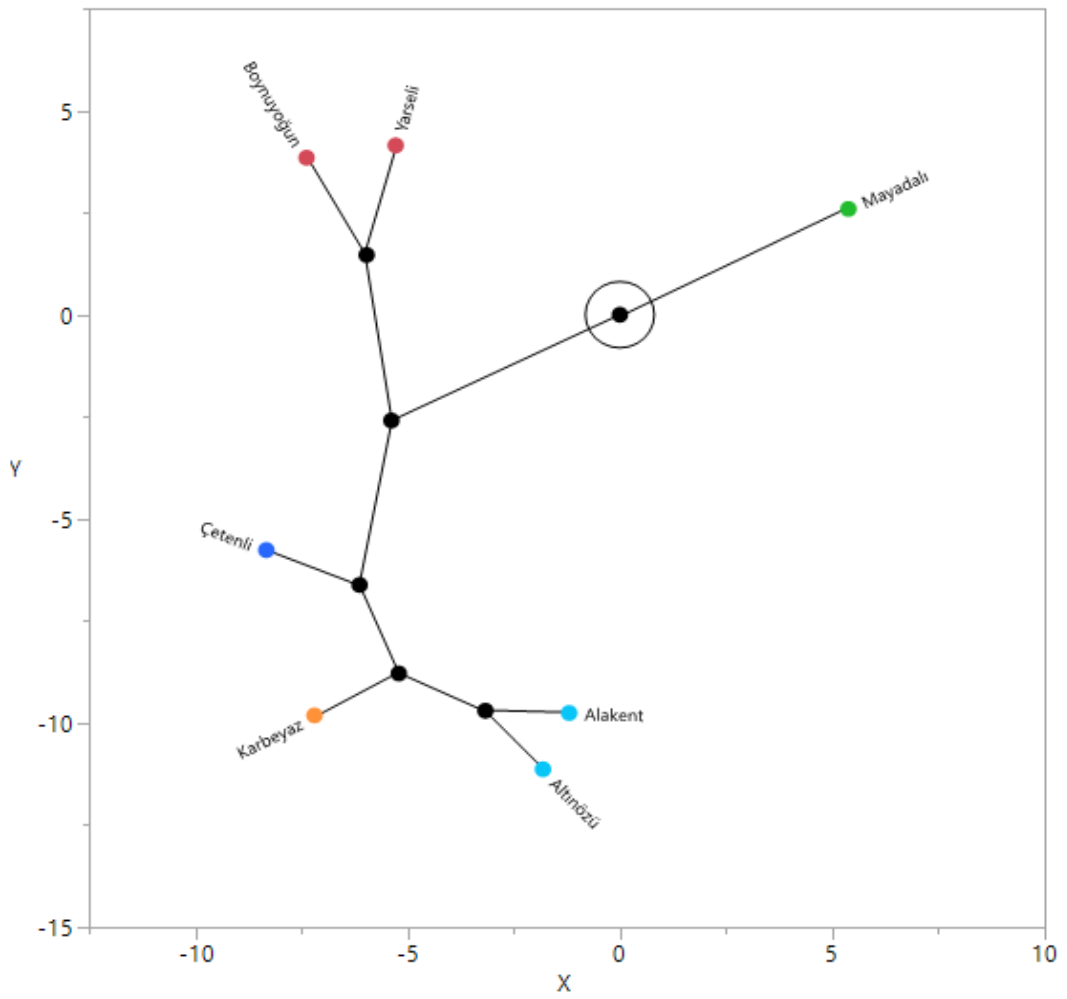
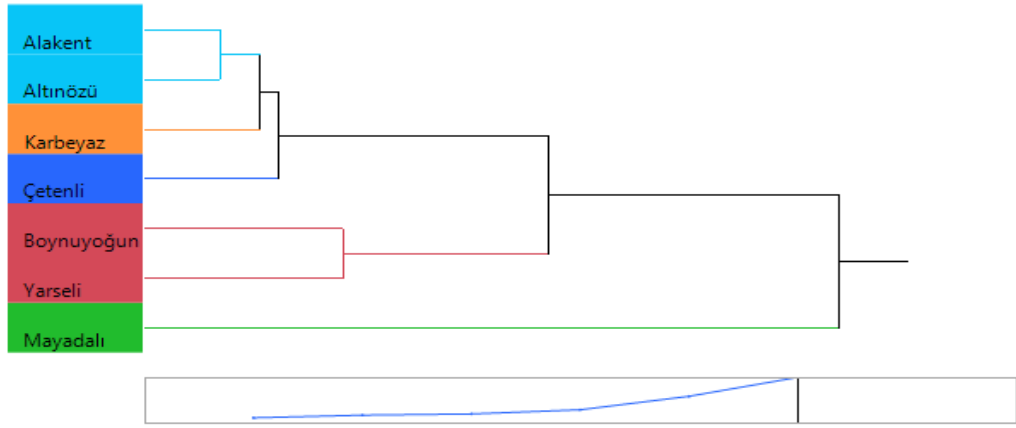
Şekil 4.4. Temel bileşenler analizi ile elde edilen biplot grafiğine göre sarımsak genotipleri ile baş ağırlığı, baş uzunluğu, baş genişliği, diş sayısı ve diş ağırlığı arasındaki ilişkiler.

Baş ağırlığı, baş uzunluğu, baş genişliği, diş sayısı ve diş ağırlığı değerlerine göre sarımsak genotipleri arasındaki benzerlik ve farklılıkları ortaya koymak amacıyla temel bileşenler analizi yöntemiyle ısı haritası elde edilmiştir (Şekil 4.5). Satırlarda incelenen özelliklerin, sütunlarda ise genotiplerin yer aldığı ısı haritasında gruplamalar korelasyon mesafesi ve ortalama değerlere göre belirlenmiştir. Şekil 4.5 incelendiğinde, yerel genotipler arasında baş ağırlığı, baş genişliği, baş uzunluğu ve diş ağırlığı değerleri bakımından Mayadalı genotipinin daha yüksek değerlere sahip olduğu buna karşın diş sayısı en fazla olan genotipin Çetenli genotipi olduğu, Boynuyoğun genotipinin ise incelenen özellikler bakımından genotipler arasında en düşük değerlere sahip genotip olduğu görülmektedir.



Şekil 4.5. Temel bileşenler analizi ile elde edilen ve sarımsak genotiplerinde baş ağırlığı, baş uzunluğu, baş genişliği, diş sayısı ve diş ağırlığını gösteren ısı haritası.

Sarımsak genotiplerinin baş ağırlığı, baş uzunluğu, baş genişliği, diş sayısı ve diş ağırlığı değerlerine göre iki yönlü hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) ile elde edilen dendogram ve takımyıldızı grafikleri de incelenen özellikler bakımından genotipler arasında farklılık olduğunu ortaya çıkartmıştır (Şekil 4.6). Şekil 4.6’da yer alan dendogram ve takımyıldızı grafikleri incelendiğinde sarımsak genotiplerinin baş ağırlığı, baş uzunluğu, baş genişliği, diş sayısı ve diş ağırlığı değerleri bakımından iki temel gruba ayrıldıkları açıkça görülmektedir. Buna göre; birinci grupta Mayadalı genotipi yer alırken diğer genotipler ikinci grupta yer almıştır. İkinci grupta kendi arasında iki gruba ayrılmış; birinci grupta Boynuyogun ve Yarseli genotipleri yer alırken, ikinci grupta; Altınözü, Alakent, Karbeyaz ve Çetenli genotipleri yer almıştır



Şekil 4.6. Sarımsak genotiplerinin baş ağırlığı, baş uzunluğu, baş genişliği, diş sayısı ve diş ağırlığı değerlerine göre iki yönlü hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) ile elde edilen dendrogram ve takımyıldız grafiği

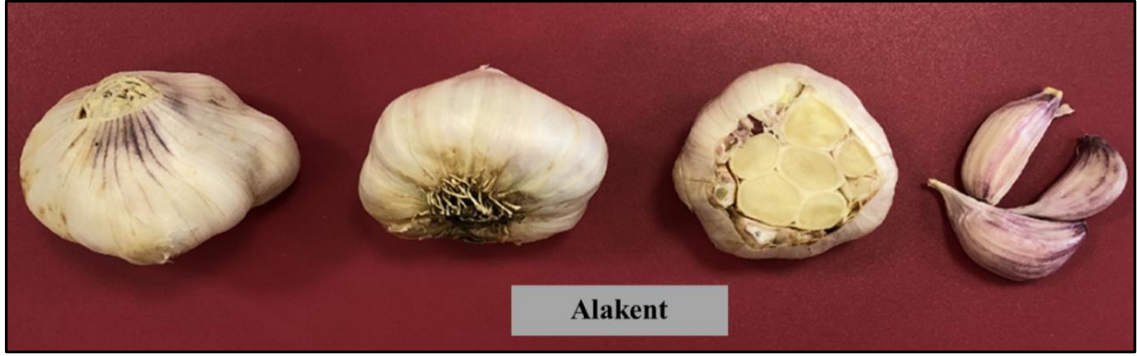
4.1.3. Sarımsak genotiplerinin baş ve diş özellikleri

Sarımsak genotiplerinin UPOV (2001) kriterleri dikkate alınarak belirlenen baş ve diş özelliklerine ait gözlem sonuçları Tablo 4.3’de verilmiştir. Tablo 4.3 ile Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12 ve Şekil 4.13 incelendiğinde, genotiplerin baş kabuklarında zemin renginin Altınözü ve Yarseli genotiplerinde beyaz, diğer genotiplerde ise beyaz-sarımsı olduğu, başların dip şeklinin Alakent, Altınözü ve Boynuyoğun genotiplerinde girintili, diğer genotiplerde ise yuvarlak olduğu tespit edilmiştir. Genotiplerde dişlerde et rengi, dişlerin dağılımı, dişlerde kabuk rengi, baş ve diş kabuklarında antosiyanin şerit varlığı incelendiğinde; Alakent, Boynuyoğun, Çetenli, Mayadalı ve Yarseli genotiplerinde dişlerde et renginin sarımsı, Altınözü ve Karbeyaz genotiplerinde beyaz olduğu; Alakent ve Boybuyoğun genotiplerinde dişlerin dağılımının düzenli olduğu buna karşın, Altınözü, Çetenli, Karbeyaz, Mayadalı ve Yarseli genotiplerinin diş dağılımlarının düzensiz olduğu; dişlerde kabuk renginin Alakent, Boynuyoğun, Çetenli ve Yarseli genotiplerinde pembe, Altınözü ve Karbeyaz genotiplerinde mor, Mayadalı genotipinde ise kahverengi olduğu; Alakent, Altınözü, Boybuyoğun, Karbeyaz ve Yarseli genotiplerinde diş kabuklarında; Çetenli genotipi hariç diğer genotiplerin tümünde başlarda antosiyan şerit varlığının gözlemlendiği görülmektedir. Benzer bir çalışmada da, Nepal orijinli 179 sarımsak genotipinin yaprak renklerinin açık yeşil (%39), yeşil (%35) ve koyu yeşil (%26), yaprak kesit görünümünün düz (%21) ve V şeklinde (%79), yaprak tipinin dik (%49) ve eğik (%48), diş dağılımının düzenli (%59) ve düzensiz (%41), baş et renginin beyaz (%56), mor beyaz (%29), mor (%9) ve açık sarı (%6) olduğu tespit edilmiştir (Panthee vd., 2006). Brezilya orijinli 17 sarımsak genotipinin morfolojik özelliklerini inceleyen Buso ve diğerleri (2008), sarımsak genotiplerinin baş şeklinin oval-yuvarlak, baş renginin mor-beyaz olduğunu, moleküler karakterizasyon çalışmasında ise genetik benzerliklerin morfolojik karakterlerle korelasyon gösterdiğini tespit etmişlerdir. İki farklı lokasyonda yetiştirilen Yunanistan orijinli sarımsak genotiplerinin morfolojik özelliklere dayalı fenotipik çeşitliliğini inceleyen Polyzos ve diğerleri (2019), elde edilen değerlerin lokasyon arasında fark göstermediğini, genotipler arasında ise farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir. Bbaş kabuk rengi ve diş kabuk renginin yüksek kalıtım katsayısına sahip olduğunu bildiren araştırmacılar, sarımsak genotipleri arasında gözlenen yüksek

fenotipik çeşitliliğin genotip, kültürel uygulamalar ve çevre koşulları gibi çeşitli faktörlere bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 4.3. Sarımsak genotiplerinin baş ve diş özellikleri

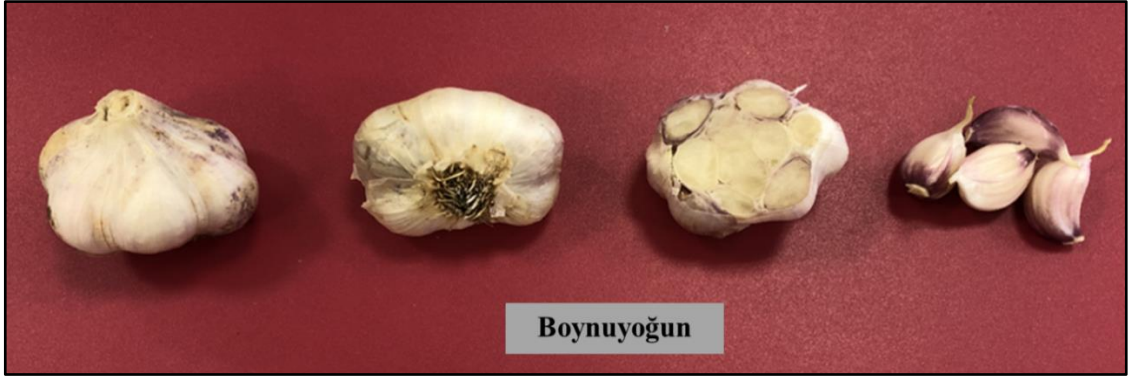
Baş ve diş özellikleri	Genotip						
	Alakent	Altınözü	Boynuyoğun	Çetenli	Karbeyaz	Mayadalı	Yarseli
Baş kabuklarında zemin rengi	Beyaz-sarımsı	Beyaz	Beyaz-sarımsı	Beyaz-sarımsı	Beyaz-sarımsı	Beyaz-sarımsı	Beyaz
Başların dip şekli	Girintili	Girintili	Girintili	Yuvarlak	Yuvarlak	Yuvarlak	Yuvarlak
Dişlerde et rengi	Sarımsı	Beyaz	Sarımsı	Sarımsı	Beyaz	Sarımsı	Sarımsı
Dişlerin dağılımı	Düzenli	Düzensiz	Düzenli	Düzensiz	Düzensiz	Düzensiz	Düzensiz
Dişlerde kabuk rengi	Pembe	Mor	Pembe	Pembe	Mor	Kahverengi	Pembe
Diş kabuklarında antosiyanin kabuk varlığı	Var	Var	Var	Yok	Var	Yok	Var
Başlarda antosiyanin şerit varlığı	Var	Var	Var	Yok	Var	Var	Var



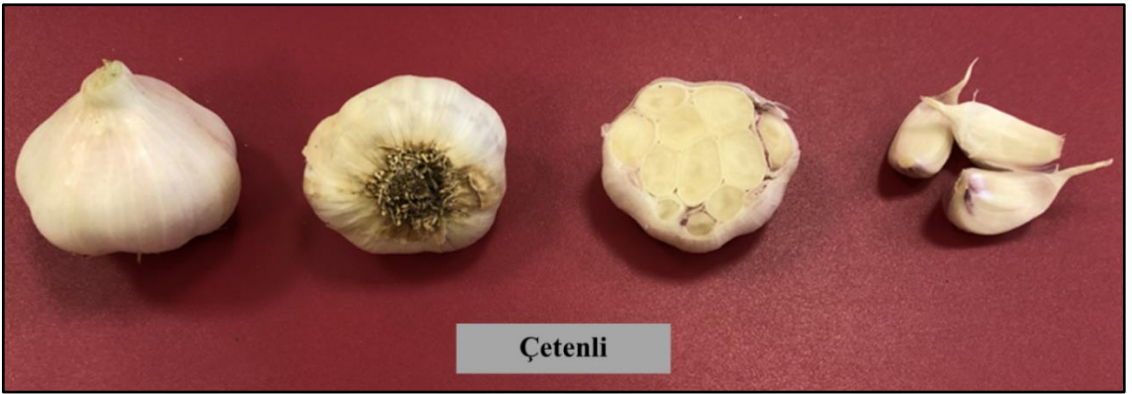
Şekil 4.7. Alakent genotipinde baş ve dişlerin görünümü



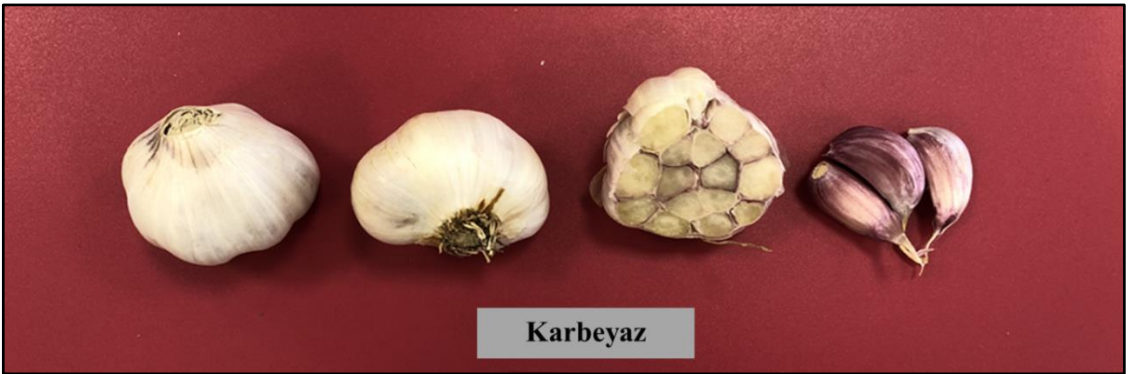
Şekil 4.8. Altınözü genotipinde baş ve dişlerin görünümü



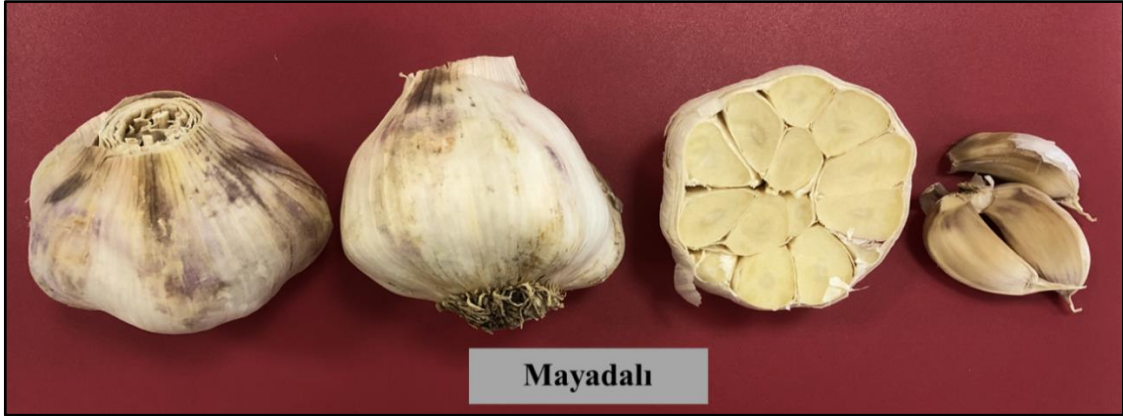
Şekil 4.9. Boynuyogun genotipinde baş ve dişlerin görünümü



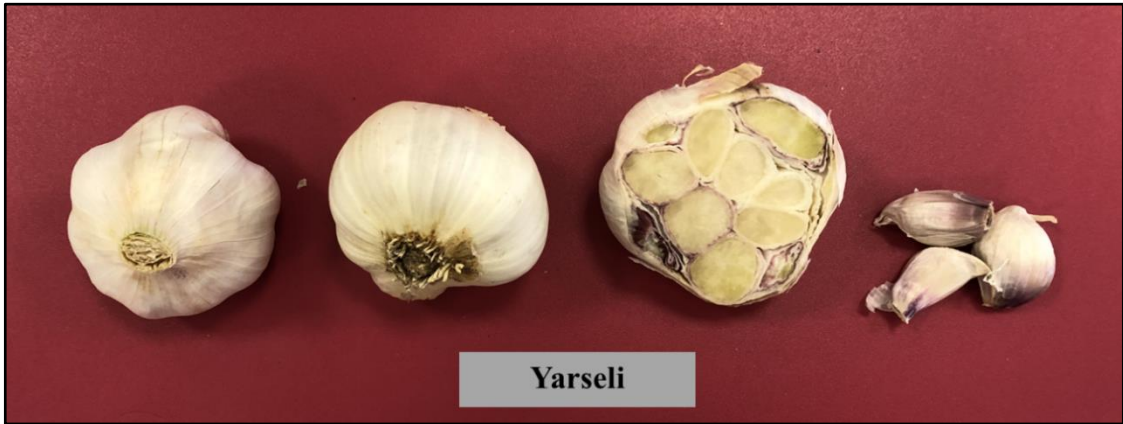
Şekil 4.10. Çetenli genotipinde baş ve dişlerin görünümü



Şekil 4.11. Karbeyaz genotipinde baş ve dişlerin görünümü



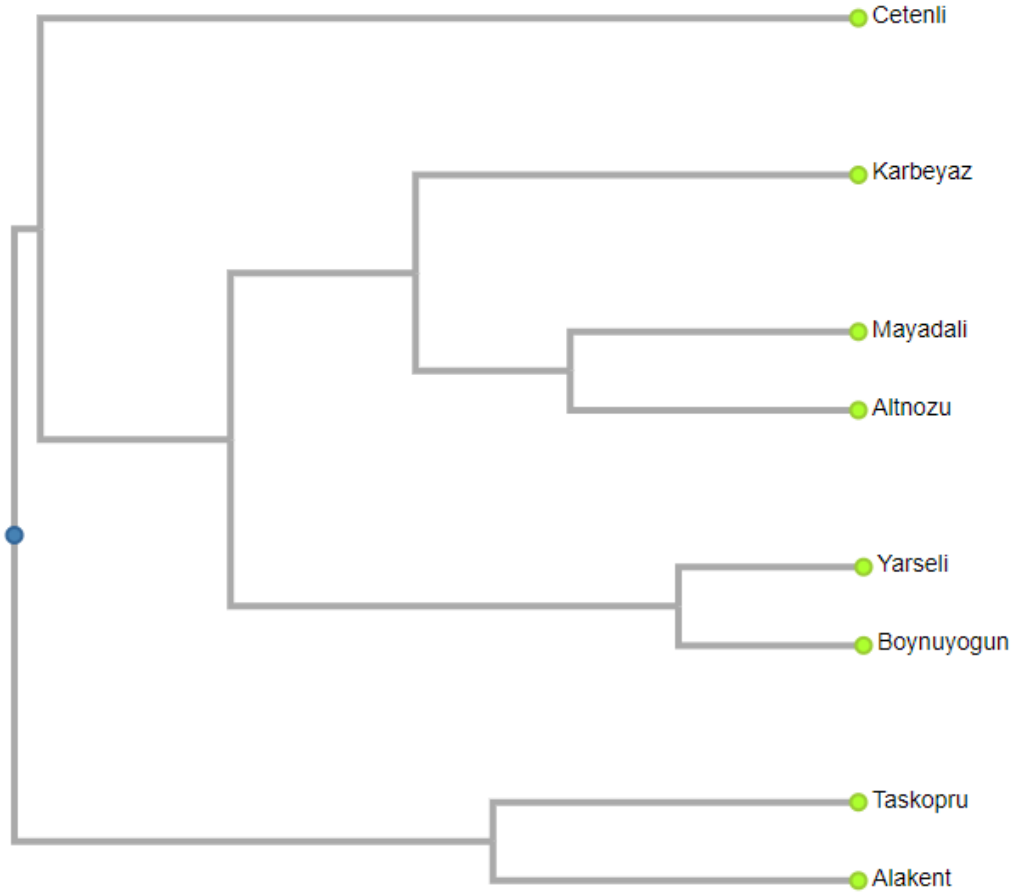
Şekil 4.12. Mayadalı genotipinde baş ve dişlerin görünümü



Şekil 4.13. Yarseli genotipinde baş ve dişlerin görünümü

4.2. Moleküler Karakterizasyon

Jaccard's katsayısına ve UPGMA metoduna göre oluşturulan ve genotipler arası genetik yakınlığı gösteren dendogram Şekil 4.14'te, benzerlik matrisi ise Tablo 4.4'te verilmiştir. Şekil 4.14 incelendiğinde, sarımsak genotiplerinin iki ana gruba ayrıldığı, ilk grupta araştırmada tanık çeşit kullanılan Taşköprü sarımsağı ile Alakent genotipinin yer aldığı, ikinci grubun da kendi içerisinde iki ana gruba ayrıldığı görülmektedir. İkinci grupta Çetenli genotipi tek başına bir grup oluştururken, Yarseli ve Boynuyoğun genotipleri bir grubu, Karbeyaz, Mayadalı ve Altınözü genotipleri ise diğer grubu oluşturmuştur. Tablo 4.4'de verilen benzerlik matrisine göre Taşköprü sarımsağı ve Alakent genotipinin benzerlik oranının %86 olduğu görülmektedir. Buna karşın Şekil 4.14'te ki dendogramda ikinci grubu oluşturan Çetenli, Karbeyaz, Mayadalı, Altınözü, Yarseli ve Boynuyoğun genotiplerinin Taşköprü sarımsağı ile benzerlik oranları sırasıyla %67, %65, %71, %63, %69 ve %73 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.14. 13 SSR primerine dayalı olarak hazırlanan ve sarımsak genotipleri arasındaki genetik ilişkiyi gösteren dendrogram

Tablo 4.4. SSR primerlerine dayalı olarak oluşturulan benzerlik matrisi.

Genotip	Altınözü	Karbeyaz	Mayadali	Çetenli	Boynuyogun	Yarseli	Alakent	Taşköprü
Altınözü	1	0.833	0.889	0.667	0.722	0.778	0.632	0.632
Karbeyaz		1	0.824	0.800	0.750	0.812	0.647	0.647
Mayadali			1	0.647	0.706	0.765	0.611	0.706
Çetenli				1	0.667	0.625	0.667	0.667
Boynuyogun					1	0.929	0.733	0.733
Yarseli						1	0.688	0.688
Alakent							1	0.857
Taşköprü								1

Islah çalışmaları için farklı sarımsak genotipleri arasındaki genetik varyasyonlarının belirlenmesi ve genetik ilişkilerin ortaya çıkarılması önemlidir. Farklı ekotiplerin uzun süre aynı alanlarda yetiştirilmesi, doğal mutasyonların birikmesi ve yerel seleksiyon baskısı sonucu sarımsak genotipleri arasında genetik çeşitliliğin arttığı bilinmektedir (Jo vd., 2012; Yaralı Karakan, 2022). Nitekim, Kumar ve diğerleri (2019) Hindistan orijinli sarımsak genotipleri arasındaki genetik çeşitliliğin %84'ünün popülasyon içinde, %16'sının ise popülasyonlar arasında olduğu tespit etmiş ve bu çeşitliliğin sarımsak genotiplerinin farklı lokasyonlarda yetiştirilmesinden kaynaklandığı bildirilmişlerdir. Benzer şekilde Shaaf ve diğerleri (2014), sarımsak genotipleri arasındaki varyasyonun ortaya çıkmasında coğrafi ve çevresel faktörlerin birlikte etkisinin tek başına etkisinden daha güçlü olduğunu ve bu durumun genetik farklılaşmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Kore, Çin, Japonya, Kazakistan ve İspanya orijinli 120 sarımsak genotipi ile yapılan çalışmada genotipler arasında gözlemlenen heterozigotluk değerlerinin 0-0.99 arasında değiştiği, ortalama genetik çeşitliliğin 0.586, polimorfizm ise 0.518 olarak tespit edildiği bildirilmiştir (Jo vd., 2012). Aksaray, Kahramanmaraş, Kastamonu, Kayseri, Nevşehir, Şanlıurfa, ve Tunceli illerinde 38 farklı lokasyondan toplanan sarımsak genotipleri arasında moleküler seviyede büyük bir varyasyonun olduğunu tespit eden Kıracı (2019), genotipler arasında moleküler açıdan en farklı genotipin Tunceli bölgesine ait TekDiş31 sarımsak genotipi olduğunu, Kastamonu9, Kahramanmaraş7 ve Aksaray38 genotiplerinin de moleküler olarak kendine has özelliklere sahip olduklarını tespit etmiştir. Yaralı Karakan (2022), 13 SSR primeri kullanılarak hazırlanan benzerlik matrisine göre araştırmada tanık olarak kullanılan Taşköprü sarımsağı ile Kilis 1 genotipi arasında %36, Kilis 2, Kilis 3 genotipleriyle ise %80 benzerlik bulunduğunu ve dendrogramda ayrı kümeler oluşturduklarını ifade etmiştir. Bu çalışmanın aksine Geboloğlu ve diğerleri (2017) Tokat ilinde yetiştirilen sarımsak genotiplerinin baş ağırlığı, diş ağırlığı ve diş sayısı açısından farklılık gösterdiğini ancak, moleküler karakterizasyonda genotipler arasında polimorfizm belirlenmediğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde 65 sarımsak klonunun genetik çeşitliliğini RAPD belirteçleri kullanarak belirlenen çalışmada toplam 398 bant elde edilmiş ancak çok sayıda polimorfizm bant olmasına rağmen klonlar arasında genetik çeşitliliğin çok az olduğu genotiplerin benzerlik katsayıları ile iki ana kümeye ayrılan bir dendrogram oluşturduğu tespit edilmiştir (Paredes vd., 2008).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmadan elde sonuçlar, sarımsak genotiplerinin morfolojik özellikler bakımından önemli bir varyasyona sahip olduklarını ve genotipler arasında bitki boyunun 53.74 cm ile 68.75 cm, yalancı gövde uzunluğunun 4.38 cm ile 9.50 cm, yalancı gövde çapının 6.46 mm ile 13.98 mm, yaprak sayısının 8.00 ile 10.66 adet/bitki, yaprak uzunluğunun 37.86 cm ile 53.08 cm, yaprak genişliğinin 13.03 mm ile 26.42 mm, baş ağırlığının 15.89 g ile 50.22 g, baş uzunluğunun 25.79 mm ile 42.74 mm, baş genişliğinin 36.35 mm ile 49.33 mm, diş sayısının 10.18 ile 13.53 adet/baş, diş ağırlığının 1.48 g ile 5.12 g arasında değiştiğini ortaya çıkartmıştır. Yerel genotipler arasında bitki boyu, yalancı gövde çapı, yaprak uzunluğu, yalancı gövde uzunluğu, yaprak genişliği, baş ağırlığı, baş uzunluğu, baş genişliği ve diş ağırlığı değerleri bakımından Mayadalı genotipi ön plana çıkarken, Çetenli genotipi ise diş sayısı bakımından diğer genotiplerden daha yüksek değere sahip olmuştur.

Sarımsak genotiplerinin UPOV (2001) kriterleri dikkate alınarak belirlenen baş ve diş özellikleri de birbirinden farklılık göstermiş; genotiplerin baş kabuklarında zemin renginin Altınözü ve Yarseli genotiplerinde beyaz, diğer genotiplerde ise beyaz-sarımsı olduğu, başların dip şeklinin Alakent, Altınözü ve Boynuyoğun genotiplerinde girintili, diğer genotiplerde ise yuvarlak olduğu; Alakent, Boynuyoğun, Çetenli, Mayadalı ve Yarseli genotiplerinde dişlerde et renginin sarımsı, Altınözü ve Karbeyaz genotiplerinde beyaz olduğu; dişlerin dağılımının Alakent ve Boybuyoğun genotiplerinde dişlerin dağılımının düzenli, Altınözü, Çetenli, Karbeyaz, Mayadalı ve Yarseli genotiplerinde ise düzensiz olduğu; dişlerde kabuk renginin Alakent, Boynuyoğun, Çetenli ve Yarseli genotiplerinde pembe, Altınözü ve Karbeyaz genotiplerinde mor, Mayadalı genotipinde ise kahverengi olduğu; Alakent, Altınözü, Boybuyoğun, Karbeyaz ve Yarseli genotiplerinde diş kabuklarında; Çetenli genotipi hariç diğer genotiplerin tümünde başlarda antosiyanin şerit varlığı gözlenmiştir.

UPGMA metoduna göre oluşturulan ve genotipler arası genetik yakınlığı gösteren dendogram SSR primerlerine dayalı olarak hesaplanan benzerlik matrisi sarımsak genotiplerinin genetik olarak da birbirinden ayrıldığını göstermiştir. Benzerlik matrisine göre diğer genotiplerden ayrılan Taşköprü sarımsağı ile Alakent, Çetenli, Karbeyaz,

Mayadalı, Altınözü, Yarseli ve Boynuyoğun genotiplerinin benzerlik oranlarının sırasıyla %86, %67, %65, %71, %63, %69 ve %73 olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak araştırmada, Hatay ili Altınözü ilçesi ve köylerinde yetiştirilen farklı sarımsak genotiplerinin morfolojik özellikler bakımından çeşitlilik gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, moleküler karakterizasyon çalışmalarında kullanılan SSR primerleri farklı grupları ortaya çıkarmış ve genotipler arasında genetik çeşitliliğin varlığı da tespit edilmiştir. Sarımsak genotiplerinin özgünlüğünü ortaya koyması bakımından önem taşıyan araştırmada tespit edilen genetik çeşitliliğin yeni sarımsak çeşitlerinin geliştirilmesine önemli ölçüde katkıda bulunacağı düşünölmektedir.



6. KAYNAKLAR

- Abdoli, M., Habibi-Khaniani, B., Baghalian, K., Shahnazi, S., Rassouli, H., & NaghdiBadi, H. (2009). Classification of Iranian garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes using RAPD marker. *J Med Plants Res*, 8,45-51. file:///C:/Users/pc/Downloads/ClassificationofIranianGarlic.pdf
- Akan, S. (2019). Evaluation and comparison of some parameters in four garlic varieties. *Journal of The Institute of Science and Technology*, 9(4), 1866-1875. DOI: 10.21597/jist.541783
- Akan, S., Horzum, Ö., & Tuna Güneş, N. (2019). Modifiye atmosferli paketlemenin yeşil sarımsak (*Allium sativum* L.) yapraklarında kalite korunumuna etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 23(4),165-173. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/890357>
- Anwar, G. M., Mahmoud, M. A., Ata, A. M., Ragab, R. A., & Bakry, H. S. (2020). Studies of molecular variation sources using RAPD and SSR markers in two garlic clones. *Journal of Modern Research*, 2(2), 115-122. DOI: 10.21608/JMR.2020.24889.1021
- Atif, M. J., Amin, B., Ghani, M. I., Ali, M., & Cheng, Z. (2020). Variation in morphological and quality parameters in garlic (*Allium sativum* L.) bulb influenced by different photoperiod, temperature, sowing and harvesting time. *Plants*, 9(2), 155. <https://doi.org/10.3390/plants9020155>
- Ayed, C., Bayouhd, C., Rhimi, A., Mezghani, N., Haouala, F., & Dridi, B. A. M. (2018). *In vitro* propagation of tunisian local garlic (*Allium Sativum* L.) from shoot-tip culture. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 1(2), 75-86. DOI: 10.22077/jhpr.2018.1457.1016. 10.22077/JHPR.2018.1457.1016
- Ayres, N. M., Mcclung, A. M., Larkin, P. D., Bligh, H. F. J., Jones, C. A., & Park, W. D. (1997). Microsatellite and a single nucleotide polymorphism differentiate apparent amylose classes in an extended pedigree of US rice germplasm. *Theoretical and Applied Genetics*, 94:773- 781. <https://doi.org/10.1007/s001220050477>
- Baghalian, K., Ziai, S.A., Naghavi, M.R., Naghdi, Badi, H., & Khalighi, A. (2005). Evaluation of allicin content and botanical traits in iranian garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. *Scientia Horticulturaea*, 103, 155-166. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2004.07.001>
- Baghalian, K., Naghavi, M. R., Ziai, S. A., & Badi, H. N. (2006). Post-planting evaluation of morphological characters and allicin content in Iranian garlic (*Allium sativum* L.) ecotypes. *Scientia Horticulturae*, 107, 405-410. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.688.13>
- Barandiaran, X., Martin, N., Alba, C., Rodriguez-Conde, M. F., Pietro, A. D., & Martin, J. (1999). An efficient method for the *in vitro* management of multiple garlic accessions. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant.*, 35, 466-469. <https://doi.org/10.1007/s11627-999-0069-y>
- Beşirli, G., İnan, Y., & Türkeş, T. (1994). Sarımsak çeşit tespit denemesi, bilimsel araştırma ve incelemeler. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 41, 14 s.,Yalova.
- Beşirli, G. (2005). Kastamonu sarımsağının (*Allium sativum* L.) seleksiyon yoluyla ıslahı ve seçilen klonda ışınlama yoluyla mutasyon yaratma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD, Doktora tezi, 87 s, Ankara.

- Bradley, K. F., Rieger, M. A., & Collin, G. G. (1996). Classification of Australian garlic cultivars by DNA fingerprinting. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 36, 613-618. <https://doi.org/10.1071/EA9960613>
- Brewster, J. L. (1994). Onion and other vegetable *Alliums*. *CABI International, Wellesbourne, Warwick, University Press, Cambridge, 236 p., UK.*
- Buso, G. S. C., Paiva, M. R., Torres, A. C., Resende, F. V., Ferreira, M. A., Buso, J.A., & Dusi, A. N., 2008. Genetic diversity studies of Brazilian garlic cultivars and quality control of garlic-clover production. *Genetics and Molecular Research*, 7(2), 534-541. DOI: [10.4238/vol7-2gmr451](https://doi.org/10.4238/vol7-2gmr451)
- Chen, S., Chen, W., Shen, X., Yang, Y., Qi, F., Liu, Y., & Meng, H. (2014). Analysis of the genetic diversity of garlic (*Allium sativum* L.) by simple sequence repeat and inter simple sequence repeat analysis and agro-morphological traits. *Biochemical Systematics and Ecology*. 55, 260-267. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bse.2014.03.021>
- Choi, H. S., Kim, K.T., Ahn Y.K., Kim D.S., Woo J.G., & Lim, Y.P. (2003). Analysis of genetic relationships in garlic germplasm and fertile garlic by RAPD. *J Korean Soc Horti Sci* 44, 595-600. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bse.2014.03.0210305-1978Ó>
- Cunha, C. P., Hoogerheide, E. S., Zucchi, M.I., Monteiro, M., & Pinheiro, J.B. (2012). New microsatellite markers for garlic, *Allium sativum* (*Alliaceae*). *Am J Bot* 99, 17-19. doi:10.3732/ajb.1100278
- De-Oliveira, J. T., De-Oliveira, R. A., Cunha, F. F., Silva Ribeiro, I., Oliveira, L. A. A., & Teodoro, P. E. (2020). Contribution of morphological variables in garlic bulb yield. *HortScience*, 55(6), 896-897. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14996-20>
- Doyle, J. J., & Doyle, J. L. (1990). Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*. 12: 13-15.
- El-Fiki, A. & Adly, M. (2019). Morphological, molecular, and organosulphur compounds characterization in irradiated garlic (*Allium sativum*) by GC-MS and SCoT markers. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 13(1):61-70. <https://doi.org/10.1080/16878507.2019.1697079>.
- Erol, A., & Alpsoy, H.C., (2007). Sarımsak (*Allium sativum*) ve geleneksel tedavide kullanımı. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 31, 145-149. https://cms.galenos.com.tr/Uploads/Article_22830/TPD-31-145.pdf
- Etoh, T., & Simon, P.W. (2002). Diversity, fertility and seed production of garlic. in: Rabinowitch H.D. & Currah L. (eds) *Allium Crop Science Recent Advances*. CABI Publishing, Wallingford, UK, 101-117p.
- Figliuolo, G., Candido, V., Logozzo, G., Miccolis, V., & Zeuli, P.S. (2001). Genetic evaluation of cultivated garlic germplasm *Allium sativum* L. and *A. Ampeloprasum* L. *Euphytica*. 121(3): 325-334. <https://doi.org/10.1023/A:1012069532157>
- Gad El-Hak, S. H., & Abd El-Mageed, Y. T. (2000). Effect of nitrogen source on growth, yield nitrate content and storage ability of two garlic cultivars. *El-Minia Journal of Agricultural Research and Development*, 20, 115-139.
- Garcia-Vallve, S., Palau J., & Romeu, A. (1999). Horizontal gene transfer in glycosyl hydrolases inferred from codon usage in *Escherichia coli* and *Bacillus subtilis*. *Molecular Biology and Evolution*, 16(9):1125-1134.

- Geboloğlu, N., Karabekiroğlu, D. S., Doksöz, S. (2017). Tokat sarımsağının morfolojik ve moleküler karakterizasyonu. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6: 131-136. <https://app.trdizin.gov.tr/makale/TWpVMk16SXINZz09>
- Günaydın, Ö. (2011). Sarımsakta (*Allium sativum* L.) düşük sıcaklıkta depolama uygulamasından farklı etkilenen aday genlerin cDNA-AFLP yöntemi ile belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 55s, Bursa.
- Haque, M. S., & Hattori, K. (2017). Detection of viruses of Bangladeshi and Japanese garlic and their elimination through root meristem culture. *Progressive Agriculture* 28, (2), 55-63. <https://doi.org/10.3329/pa.v28i2.33465>
- Huang, C. H., Hsu, F. Y., Wu, Y. H., Zhong, L., Tseng, M. Y., Kuo, C. J., & Chiou, S. H. (2015). Analysis of lifespanpromoting effect of garlic extract by an integrated metabolo-proteomics approach. *The Journal Nutritional Biochemistry*, 26(8), 808-817. doi: 10.1016/j.jnutbio.2015.02.010
- Ipek, M., Ipek, A., & Simon, P.W. (2003). Comparison of AFLPs, RAPD markers, and isozymes for diversity assessment of garlic and detection of putative duplicates in germplasm collection. *J Am Soc Hort Sci* 128,246–252. <https://doi.org/10.21273/JASHS.128.2.0246>
- Ipek, M., Sahin, N., Ipek, A., Cansev, A., & Simon, P. W. (2015). Development and validation of new SSR markers from expressed regions in the garlic genome. *Scientia Agricola*, 72(1), 41-46. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0138>
- Jabbes, N., Geoffriau, E., Clerc, V., Dridi, B., & Hannechi, C. (2011). Inter simple sequence repeat fingerprints for assess genetic diversity of Tunisian garlic populations. *J Agric Sci* 3(4):77–85 doi:10.5539/jas.v3n4p77
- Jo, M. H., Ham, I. K., Moe, K. T., Kwon, S. W., Lu, F. H., Park, Y. J., & Lee, E. M. (2012). Classification of genetic variation in garlic (*Allium sativum* L.) using SSR markers. *Australian Journal of Crop Science*, 6(4), 625-631. <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.362158671579385>
- Khar, A., Asha Devi, A., Mahajan, V., & Lawande, K. E. (2006). Genetic divergence analysis in elite lines of garlic (*Allium sativum* L.). *J. Maha. Agri. Univ.*, 31, 52-55
- Kıraç, H. (2019). Türkiye'de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan farklı sarımsak genotiplerinin morfolojik ve moleküler karakterizasyonu. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 45 s. Kayseri.
- Kumar, M., Sharma, V. R., Kumar, V., Sirohi, U., Chaudhary, V., Sharma, S., & Sharma, S. (2019). Genetic diversity and population structure analysis of Indian garlic (*Allium sativum* L.) collection using SSR markers. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 25(2), 377-386. <https://doi.org/10.1007/s12298-018-0628-y>
- Kurul, M. (2010). Sarımsakların meristem kültürü ile çoğaltılması ve virüsten arınmadaki etkinliğinin real-time PCR ile belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji ABD, Yüksek Lisans Tezi.
- Lampasona, S. G., Martinez, L., & Burba, J. L.(2003). Genetic diversity among selected Argentinean garlic clones (*Allium sativum* L.) using AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism). *Euphytica*, 132(1), 115-119. <https://doi.org/10.1023/A:1024606004596>

- Ma, K. H., Kwag, J. G., Zhao, W., Dixit, A., Lee, G. A., Kim, H. H., & Ji, J.J. (2009). Isolation and characteristics of eight novel polymorphic microsatellite loci from the genome of garlic (*Allium sativum* L.). *Sci Hortic* 122:355–361 <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.06.010>
- Manjunathagowda, D.C., Gopal, J. Archana, R., & Asiya, K. R. (2017). Virus-free seed production of garlic (*Allium sativum* L.): status and prospects. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.*, 6(6), 2446-2456. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.606.290>
- Morales, R.G., Resende, J.T., Resende, F.V., Delatorre, C.A., Figueiredo, A. S., & DaSilva, P. R. (2013). Genetic divergence among Brazilian garlic cultivars based on morphological characters and AFLP markers. *Genet Mol Res* 12:270–281. <http://dx.doi.org/10.4238/2013.February.4.1>
- Murkute, A. A., & Gawande, S. J. (2018). Production of virus free planting material through meristem culture in short day garlic cultivars bhima omkar and bhima purple. *Journal of Environmental Biology*, 39, 286-290. DOI:10.22438/jeb/39/3/MRN-550
- Paredes, M., Becerra, V., & González, M. I. (2008). Low genetic diversity among garlic (*Allium sativum* L.) accessions detected using random amplified polymorphic DNA (RAPD). *Chilean Journal of Agricultural Research* 68(1), 3-12. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-58392008000100001&script=sci_arttext
- Panthee, D. R., KC, R.B., Regmi, H.N., Subedi, P.P., Bhattarai, S., & Dhakal, J. (2006). Diversity analysis of garlic (*Allium sativum* L.) germplasms available in Nepal based on morphological characters. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 53(1), 205-212. <https://doi.org/10.1007/s10722-004-6690-z>
- Petropoulos, S. A., Fernandes, A., Ntatsi, G., Petrotos, K., Barros, L., & Ferreira, C. F. R. (2018). Nutritional Value, chemical characterization and bulb morphology of greek garlic landraces. *Molekules*, 23(319), 1-14. <https://doi.org/10.3390/molecules23020319>
- Polyzos, N., Papatiroopoulos, V., Lamari, F. N., Petropoulos, S. A., & Bebeli, P. J. (2019). Phenotypic characterization and quality traits of Greek garlic (*Allium sativum* L.) germplasm cultivated at two different locations. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 66(8), 1671-1689. <https://doi.org/10.1007/s10722-019-00831-4>
- Ragas, R. E. G., Padron, F. K. J. R., & Ruedas, M. Y. A. D. (2019). Analysis of the morpho-anatomical traits of four major garlic (*Allium sativum* L.) cultivars in the Philippines. *Appl. Ecol. Environ. Res.*17(1):1143-1157. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1701_11431157
- Sehitoglu, M. H., Yarali Karakan, F., Kizilkaya, B., Öztopuz R. Ö., & Gülçin. İ. (2018). Investigation of antioxidant properties and bioactive composition of *Allium tuncelianum* ((Kollman) Ozhatay, Matthew & Siraneci) and *Allium sativum* L. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 8, 213-221. <https://doi.org/10.21597/jist.427293>
- Shaaf, S., Sharma, R., Kilian, B., Walther, A., Özkan, H., Karami, E., & Mohammadi, B. (2014). Genetic structure and eco-geographical adaptation of garlic landraces (*Allium sativum* L.) in Iran. *Genetic resources and crop evolution*, 61(8), 1565-1580. <https://doi.org/10.1007/s10722-014-0131-4>
- Shen, X., Sun, X., Cao, M., Zhang, Y., Hang, Y., & Chenet, M. (2021). Molecular markers for authentication of *Allium sativum* L. cultivar ‘Taicangbaisuan’ and

- genetic relationships among 9 Chinese garlic cultivars. *Genet Resour Crop Evol* 68, 1961–1970. <https://doi.org/10.1007/s10722-021-01109-4>.
- Son, J. H., Park, K. C., Lee, S. I., Kim, J. H., & Kim, N. S. (2012). Species relationships among *Allium* species by ISSR analysis. *Hortic Environ Biotech* 53:256–262 <https://doi.org/10.1007/s13580-012-0130-3>
- Taş, E. (2019). Farklı explant tipi ve besi ortamı uygulamalarının Tokat sarımsağının (*Allium Sativum* L.) mikro çoğaltılmasına etkisi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 41 s. Tokat.
- Turan, M. A., Taban, S., Taban, N., & Ersan, L. Y. (2017). Characterization of garlic (*Allium Sativum* L.) according the geographical origin by analysis of minerals. *Fresenius Environmental Bullet.*, 27(6), 4292-4298.
- TÜİK (2022). Bitkisel Üretim İstatistikleri, Sarımsak Üretim Verileri, <https://Biruni.Tuik.Gov.Tr/Medas/?Kn=92andlocale=Tr> (Erişim Tarihi 17.02.2022)
- Umaretiya, V. R., Hirani, N. V., & Marviya, G. V. (2019). Molecular characterization of garlic (*Allium sativum* L.) genotypes differ in total soluble solid content. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(4), 1165-1169. <https://www.phytojournal.com/archives/2019/vol8issue4/PartT/8-4-164-647.pdf>
- Untergasser, A. (2008). DNA Miniprep using CTAB untergasser's lab. Summer 2008. (include here the date when you accessed these page). <http://www.untergasser.de/lab/protocols/miniprep_dna_ctab_v1_0.htm>.
- UPOV (2001). <http://www.upov.int/edocs/tgdocs/en/tg162>.
- Wang, H., Li, X., Shen, D., Oiu, Y., & Song, J. (2014). Diversity evaluation of morphological traits and allicin content in garlic (*Allium sativum* L.) from China. *Euphytica*, 198(2), 243-254. <https://doi.org/10.1007/s10681-014-1097->
- Wang, H., Li, X., Liu, X., Oiu, Y., Song, J., & Zhang, X. (2016). Genetic diversity of garlic (*Allium sativum* L.) germplasm from China by fluorescent-based AFLP, SSR and InDel markers. *Plant Breeding*, 135(6), 743-750. <https://doi.org/10.1111/pbr.12424>
- Volk, G. M., & Stern, D. (2009). Phenotypic characteristics of ten garlic cultivars grown at different North American locations. *HortScience*. 44(5), 1238- 1247. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.5.1238>
- Vural, H., Eşiyok, D., & Duman, İ. (2000). Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bornova, İzmir, 440 s.
- Yarali Karakan, F. (2022). Relationship between volatile sulfur compounds, mineral content, morphological and molecular characterization of local garlic genotypes. *Bangladesh J. Bot.* 51(1): 147-155. <https://doi.org/10.3329/bjb.v51i1.58831>
- Yulianingsih, R., Hidayat, S. H., Dinarti, D. (2019). Elimination of garlic common latent virus from garlic through meristem culture and thermotherapy. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 468(1), 12-28. doi:10.1088/1755-1315/468/1/012028

ÖZGEÇMİŞ

1. KİŞİSEL BİLGİLER			
Adı Soyadı	: Ayhan KILIÇ		
Unvanı	: Ziraat Mühendisi		
ORCID	:		
Doğum tarihi	:		
Doğum yeri	:		
E mail	:		
2. ÖĞRENİM BİLGİLERİ			
Derece	Alan	Üniversite	Yıl
Lisans	Bahçe Bitkileri	Süleyman Demirel Üniversitesi	2002
Yüksek lisans	-	-	-
3. YABANCI DİL BİLGİSİ			
1-)			
2-)			
3-)			
4. MESLEKİ DENEYİM VE ÜYELİKLER			
1-)			
2-)			
3-)			
5. YAYINLAR VE ÖDÜLLER			
1-) Yarali Karakan, F., Arpacı, B. B., Kılıç, A. 2018. The effect of different sowing dates on yield and some agronomic characteristics of carrot (<i>Daucus carota</i> L.). <i>Scientific Papers-Series B, Horticulture</i> , 63(2): 129-133.			