



## Altınözü İlçesinde Yetiştirilen Sarımsak (*Allium sativum* L.) Genotiplerinin Morfolojik ve Moleküler Karakterizasyonu

Faika YARALI KARAKAN<sup>1</sup>, Ayhan KILIÇ<sup>2</sup>, Berna ERGUN ÇETİN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kilis, <sup>2</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Kilis, <sup>3</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Kilis

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-2176-8663>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-8661-7268>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-6399-0916>

✉: faikayarali@gmail.com

### ÖZET

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.

### Bahçe Bitkileri

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 07.07.2023

Kabul Tarihi : 12.10.2023

### Anahtar Kelimeler

*Allium sativum* L.

Sarımsak

Moleküler karakterizasyon

Morfolojik karakterizasyon

SSR

## Morphological and Molecular Characterization of Garlic (*Allium sativum* L.) Genotypes Growing in Altınözü District

### ABSTRACT

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, the 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 a 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, the 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.

### Horticulture

### Research Article

### Article History

Received : 07.07.2023

Accepted : 12.10.2023

### Keywords

*Allium sativum* L

Garlic

Molecular characterization

Morphological characterization

SSR

**Atıf Şekli:** Yaralı-Karakan, F., Kılıç, A. & Ergun Çetin, B. (2024). Altınözü ilçesinde yetiştirilen sarımsak (*Allium sativum* L.) genotiplerinin morfolojik ve moleküler karakterizasyonu. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 27 (2), 333-343. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1324022>

**To Cite :** Yaralı-Karakan, F., Kılıç, A. & Ergun Çetin, B. (2024). Morphological and molecular characterization of garlic (*Allium sativum* L.) genotypes growing in Altınözü district. *KSU J. Agric Nat* 27 (2), 333-343. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.1324022>

### GİRİŞ

*Allium* cinsine bağlı olan sarımsak, dünyada ılıman iklim kuşağında geniş bir coğrafyada, tropik iklim kuşağında ise dağlık bölgelerde yaygın olarak

yetiştirilmektedir (Manjunathagowda ve ark., 2017; Ayed ve ark., 2018; Takım & Kutlu, 2020). 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 & Simon, 2002). Sarımsak vejetatif olarak çoğaltılmasına rağmen, klonların üreticiler arasında sık sık değiştirilmesi, morfolojik özellikler bakımından farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Beşirli ve ark., 1994; Barandiaran ve ark., 1999; Khar ve ark., 2006; Paredes ve ark., 2008).

Yerel genotipler bitki boyu, yaprak dikliği, yaprak rengi, yaprak mumu, yaprak kesiti, baş düzenliliği, baş kabuğu rengi, baş ağırlığı ve çapı, diş sayısı, çapı ve ağırlığı, diş kabuk rengi, diş eti rengi, çıkıştan hasada kadar geçen gün sayısı gibi parametreler bakımından çeşitlilik göstermektedir (Panthee ve ark., 2006; Geboloğlu ve ark., 2017; Polyzos ve ark., 2019; De-Oliveira ve ark., 2020). Genotipler arasındaki bu morfolojik farklılıklar yeni çeşit geliştirmede gen kaynağı olması bakımından büyük önem taşımaktadır ve (Geboloğlu ve ark., 2017; Yaralı Karakan, 2022).

Moleküler belirteçler, bitki moleküler biyolojisi, bitki genom haritalamaları, gen klonlama, tohum saflık testleri ve tanımlamaları, genetik çeşitlilik, türlerin taksonomik tanımlanması ve filogenetik ilişkilerin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Ayres ve ark., 1997). Moleküler belirteçlerin önemli kullanım alanlarından biri de gen kaynaklarının karakterize edilmesidir. 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).

Türkiye’de 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 ve ark., 2019). Bu sarımsakları, ithal sarımsaklardan Çin tipi (beyaz ve mor) ve İran tipi (beyaz) sarımsaklar takip etmektedir (Vural ve ark., 2000). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre sarımsak toplam sebze üretimimizin %5’ini oluşturmakta; bu oranın %4’ünü 116.840 ton üretim ile kuru sarımsak, %1’ini ise 28.552 ton üretim ile taze sarımsak oluşturmaktadır. Türkiye’de 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 ise 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.

Türkiye’de 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 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.

## MATERYAL ve METOD

Araştırmada bitkisel materyal olarak Hatay’ın Altınözü ilçesi ile Alakent, Boynuyğun, Çetenli, Mayadalı, Karbeyaz ve Yarseli köylerinden toplanan yerel sarımsak genotipleri ile tanık olarak Taşköprü sarımsağı kullanılmıştır. 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. Araştırmada kullanılan sarımsak genotiplerine ait tohumluk başlar 03.11.2021 tarihinde sıra üzeri 10 cm, sıra arası 20 cm (Vural ve ark., 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 oluşturmayaacak şekilde yapılmıştır.

## Morfolojik karakterizasyon

Morfolojik gözlemler UPOV, 2001 (Uluslararası Yeni Bitki Çeşitlerinin Korunması Birliği) kriterleri dikkate alınarak her genotipten rastgele seçilen 10 bitki üzerinde 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.

## Moleküler karakterizasyon

Torf ile doldurulmuş viyollere dikilen dişlerden elde edilen bitkilerin yapraklarından yapılan DNA izolasyonu için CTAB yöntemi kullanılmıştır (Doyle & Doyle, 1990; Untergasser, 2008). Araştırmanın bitkisel materyalini oluşturan sarımsak genotipleri arasındaki genetik çeşitliliği belirlemek için kullanılan SSR primerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Kullanılan

primerlerin optimum bağlanma sıcaklıklarını belirlemek için genomik DNA ile gradient PCR sıcaklık taraması yapılmıştır. PCR ürünleri %1.2'lik agaroz jelde, 120 Volt'luk akımda 30 dakika boyunca koşturulmuştur. Jel hazırlanırken ethidium bromid yerine kullanılmak üzere 4 µl RedSafe DNA Stain boya

jele eklenmiştir. PCR ürünlerinin bant büyüklükleri Invitrogen™ 1 Kb Plus DNA Ladder kullanılarak belirlenmiştir. Vilber Lournat Jel Görüntüleme sistemi ile görüntülenen örnekler BIO-1D yazılımı ile bandlar var (1) veya yok (0) olarak skorlanmıştır.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan SSR primerleri ve optimum bağlanma sıcaklıkları

Table 1. SSR primers and optimum annealing temperature

Primer	Sıcaklık (°C)	Forward	Reverse
Asa06	50	GGGGTGTACATTCTCCCCT	ACCGCCTGATTTTGCATTAG
Asa07	50	CTCGGAACCAACCAGCATA	CCCAAACAAGGTAGGTCAGC
Asa08	56	TGATTGAAACGAATCCCACA	GGGGGTACCTGAACCTGTTA
Asa16	55	CACGACTTTTCTCCCATTT	GCTAATGTTTCATGTCCCCAGT
Asa20	51	GAAGCAGCAAAGATCCAAGC	CGTGCAGAACTTAACCTT
Asa23	50.5	TGGAGGGGGGAAAAAGGATAG	TGTGAAGCAAGTGGGATCA
Asa24	56	TTGTTGTGCCGAGTTCCATA	CAGCAATTTACCAAAGCCAAG
ASM80	51.3	AATCTCCCTCCAAAGTCCC	CCTGTATTTTGTGTAAAGCATCA
AFA01A08	55	AGATAAGTGCTCATGGAGCAAGGG	ACATCCACAGCAAACATAGCAAGC
AFA10A08	53	GTTTAGGGCGTAAAATCTAAACGCT	GTGCTTTTACTAACCTCGCATCC
ACM101	53	CCTTTGCTAACCAAATCCGA	CTTGTGAGAAGGAGGACGC
ACM091	51	TCTCCTCCTCTAACCAGCCA	GGTGCTCCAGTTGAGCTTTC
ACM013	52.5	CAACCTCGAAGAACTCACCG	GCGAATCTTGTTTTTGGGAA
ACM004	59.5	TCGTTCTTTAGAACACGTTAGGAA	TGTGCGCGGATATAGTGACA
AMS08	50	GCCACGATGTTGAGATTCG	CCCGAATATCCCACCAGTTC

### İstatistik Analizler

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 dendrogram 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-Vall ve ark., 1999).

### BULGULAR ve TARTIŞMA

#### Morfolojik Karakterizasyon

Genotiplerin bitki boyu 53.74 cm ile 68.75 cm, yalancı gövde uzunluğu 4.38 cm ile 9.50 cm, yalancı gövde çapı 6.46 mm ile 13.98 mm, yaprak sayısı 8.00 ile 10.66 adet/bitki, yaprak uzunluğu 37.86 cm ile 53.08 cm, yaprak genişliği 13.03 mm ile 26.42 mm arasında değişmiştir (Çizelge 2). Yerel genotipler arasında bitki boyu, yalancı gövde çapı ve uzunluğu ile yaprak uzunluğu ve 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 ve ark., 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 ve ark., 2006). Wang ve ark. (2014), Çin'in farklı bölgelerinden toplanan 212 sarımsak genotipinin bitki boyu, yaprak uzunluğu ve sayısı, yalancı gövde uzunluğu ve çapı bakımından varyasyon gösterdiğini ve bu değerlerin sırasıyla; 27.50-90.50 cm, 1.84-74.00 cm, 4.67-10.30 adet, 11.55-42.34 cm, 0.48-2.55 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Geboloğlu ve ark., (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.

Sarımsak genotiplerinin bitkisel özelliklerine dayalı benzerlik ve farklılıklarını ortaya koymak amacıyla temel bileşenler analizi yöntemiyle ısı haritası elde edilmiştir (Şekil 1). Satırlarda incelenen özelliklerin, sütunlarda ise genotiplerin yer aldığı ısı haritasında gruplamalar korelasyon mesafesi ve ortalama değerlere göre belirlenmiştir. Şekil 1 incelendiğinde, yerel genotipler arasında bitki boyu, yalancı gövde çapı ve uzunluğu ile yaprak uzunluğu ve genişliği değerleri

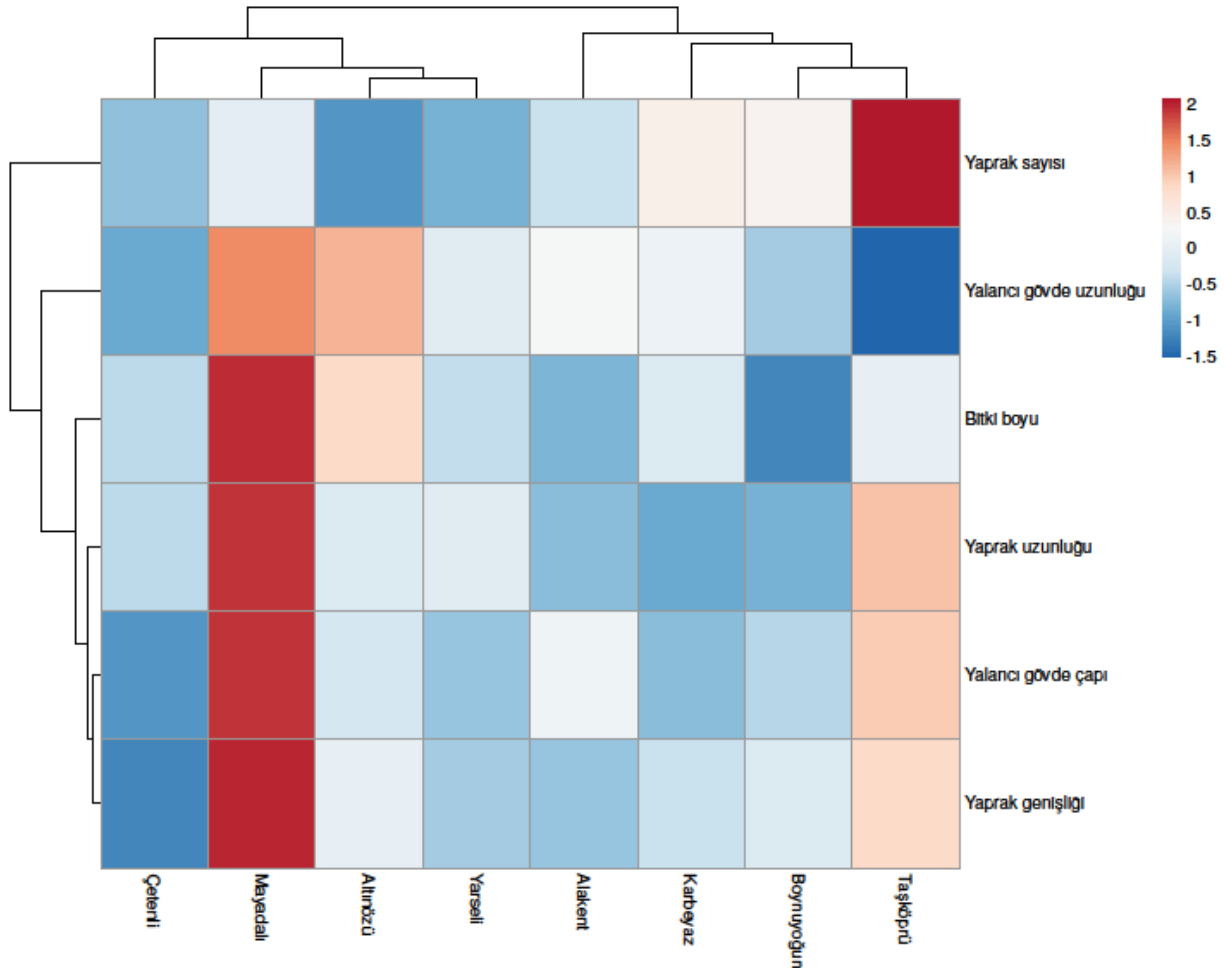
bakımından Mayadalı genotipinin daha yüksek değerlere sahip olduğu, buna karşın yaprak sayısı en

fazla olan genotipin ise denemede tanık olarak kullanılan Taşköprü sarımsağı olduğu görülmektedir.

Çizelge 2. Sarımsak genotiplerinin bitkisel özellikleri  
Table 2. Vegetative characteristics of garlic genotypes

Genotip	Bitki Boyu (cm)	Yalancı gövde uzunluğu (cm)	Yalancı gövde çapı (mm)	Yaprak sayısı (adet/bitki)	Yaprak uzunluğu (cm)	Yaprak genişliği (mm)
Alakent	55.83±7.31bc*	7.75±1.46b	9.52±1.91bc	8.60±0.98b	38.91±4.40c	15.46±4.38cd
Altınözü	63.43±4.22ab	9.50±1.51a	8.50±1.95cd	8.00±1.36b	41.98±2.91c	18.38±4.26bc
Boynuyoğun	53.74±6.50c	6.21±1.14cd	8.01±2.57bcd	9.20±1.47ab	38.26±4.80c	17.66±3.68c
Çetenli	57.52±5.02bc	5.56±1.02de	6.46±1.43d	8.33±1.49b	40.44±3.11c	13.03±1.59d
Karbeyaz	58.87±5.81bc	7.49±1.46bc	7.31±1.49cd	9.27±1.16ab	37.86±4.81c	16.62±2.09cd
Mayadalı	68.75±17.54a	10.05±1.69a	13.98±2.77a	8.87±1.84b	53.08±5.49a	26.42±3.27a
Yarseli	57.65±6.82bc	7.14±0.95bc	7.54±1.52cd	8.20±1.01b	42.32±3.44c	15.82±2.81cd
Taşköprü	59.66±5.60abc	4.38±1.25e	11.56±2.70b	10.66±1.11a	48.35±2.46b	21.63±2.74b

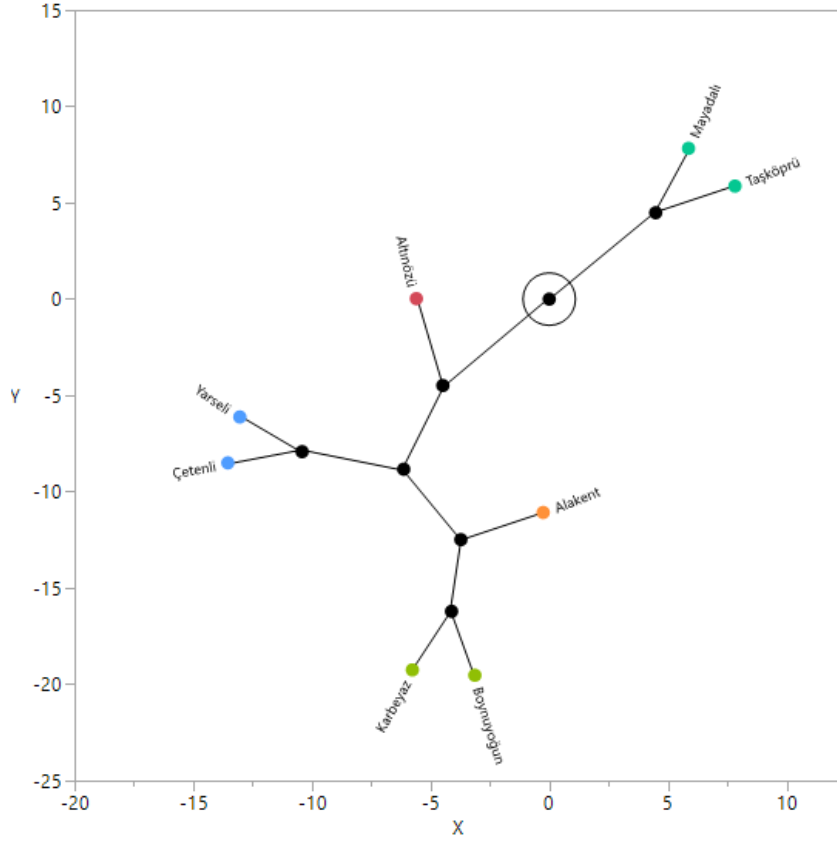
\*: P<0.05, Farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır.



Şekil 1. Sarımsak genotiplerinin bitkisel özelliklerine göre elde edilen ısı haritası.  
Figure 1. Heatmap clustering of garlic genotypes based on vegetative characteristics.

Sarımsak genotiplerinin bitkisel özellikleri dikkate alınarak, iki yönlü hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) ile elde edilen takımyıldız grafiği de incelenen özellikler bakımından genotipler arasında farklılık olduğunu ortaya çıkartmıştır (Şekil 2). Buna göre, sarımsak genotipleri iki temel gruba ayrılmış; birinci

grup Mayadalı ve Taşköprü genotiplerinden oluşurken, ikinci grupta Altınözü genotipi diğer genotiplerden ayrılarak tek başına bir dallanma yapmış; Çetenli, Yarseli, Alakent, Boynuyoğun ve Karbeyaz genotipleri ise aynı grupta yer almıştır.



Şekil 2. Sarımsak genotiplerinin bitkisel özelliklerine göre elde edilen takımyıldızı grafiği  
Table 2. Constellation graph of garlic genotypes based on vegetative characteristic

Sarımsak genotiplerinin baş ağırlığı 15.89 g ile 50.22 g, baş uzunluğu 25.79 mm ile 42.74 mm, baş genişliği 36.35 mm ile 49.33 mm, diş sayısı 10.18 ile 13.53 adet/baş, diş ağırlığı ise 1.48 g ile 5.12 g arasında değişmiştir (Çizelge 3). Genotipler arasında diş ve baş ağırlığı ile baş uzunluğu ve genişliği değerleri bakımından Mayadalı genotipi ön plana çıkarırken, Çetenli genotipi ise diş sayısı bakımından diğer genotiplerden daha yüksek değere sahip olmuştur. Sarımsakta morfolojik değişkenlerin baş verimi üzerine doğrudan ve dolaylı etkisinin olduğunu bildiren De-Oliveira ve ark. (2020), baş ağırlığı, baş çapı, baş uzunluğu ve diş sayısının sarımsak veriminin birincil bileşenleri olduğunu ve verimi doğrudan etkilediklerini bildirmişlerdir. Shannon-Weaver (H<sub>0</sub>) fenotipik çeşitlilik indeksine göre elde edilen değerlerin lokasyonlar arasında fark göstermediğini ancak genotipler arasında ise farklılık olduğunu tespit eden Polyzos ve ark. (2019), sarımsak genotipleri arasında gözlenen yüksek fenotipik çeşitliliğin genotip, kültürel uygulamalar ve çevre koşulları gibi çeşitli faktörlere bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Nitekim, Çin orijinli sarımsak genotiplerinde baş genişliği ve ağırlığı ile diş sayısı değerlerinin sırasıyla 2.23-7.61 cm, 4.11-59.90 g ve 1.00- 12.60 adet arasında (Wang ve ark., 2014), Kuzey Amerika orijinli sarımsak genotiplerinde ise baş ağırlığının 21.3 g ile 47.1 g, baş

genişliğinin 17.2 cm ile 21.3 cm (Volk & Stern, 2009) arasında değiştiği tespit edilmiştir. İtalya orijinli sarımsak genotiplerinin morfolojik özelliklerinin incelendiği farklı bir araştırmada da genotipler arasında diş çapı ve verim değerleri bakımından farklılıklar olduğu, genotipler arasındaki farklılıkları belirlemede diş özelliklerinin önemli bir kriter olduğu ifade edilmiştir (Figliuolo ve ark., 2001). Sadece farklı orijinlerden gelen genotipler arasında değil, yerel genotipler veya ticari çeşitler arasında da baş özellikleri bakımından önemli bir çeşitlilik bulunmaktadır (Petropoulos ve ark., (2018). Aksaray, Birecik, Kahramanmaraş, Kastamonu, Kayseri, Nevşehir, Şanlıurfa ve Tunceli illerinde yetiştirilen ve 38 farklı lokasyondan toplanan sarımsak genotiplerinin kullandığı çalışmada genotiplerinin 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 uzunluğunun, Birecik36 genotipinin ise diş sayısının daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Kıraç, 2019). Geboloğlu ve ark., (2017) 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. Yaralı Karakan (2022), Kilis ilinde yetiştirilen yerel sarımsak

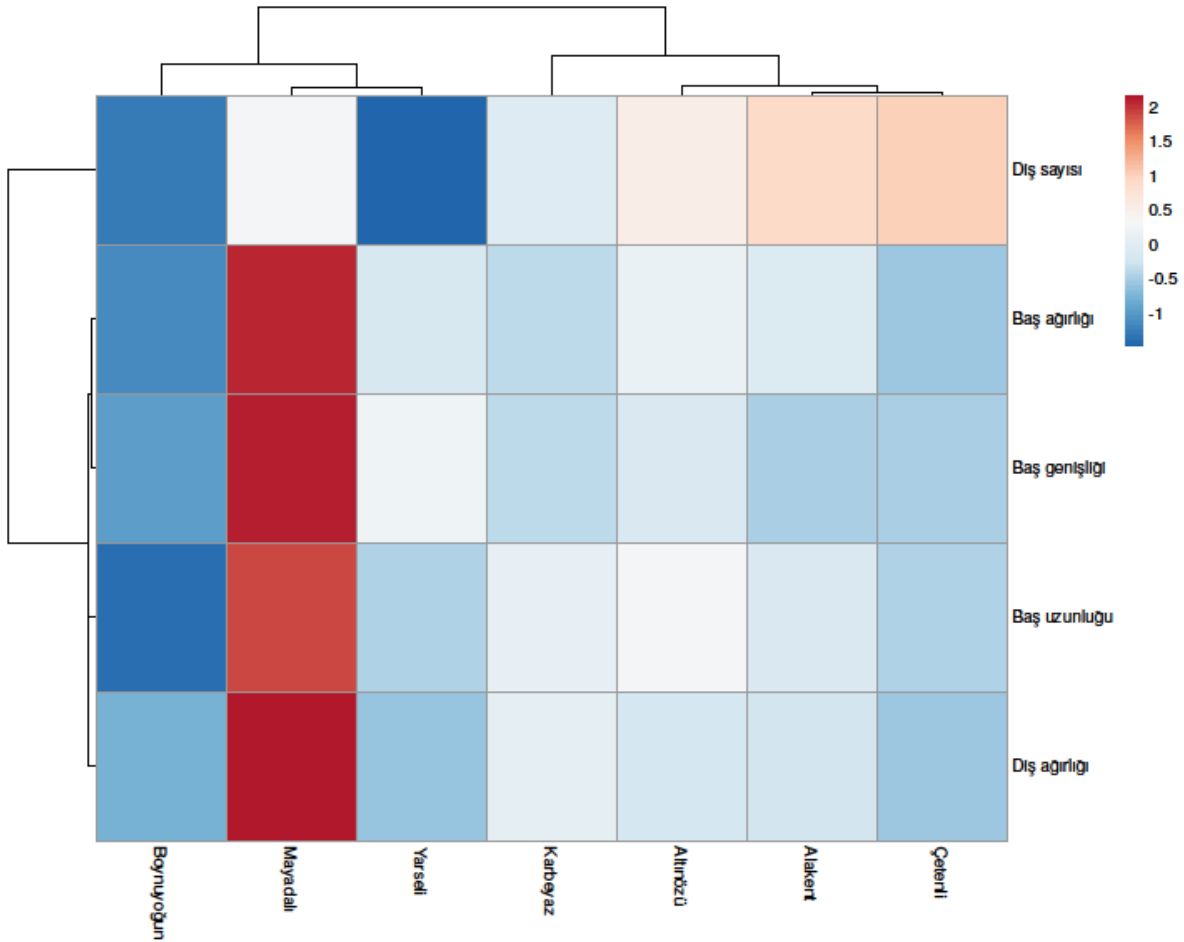


genotiplerinin baş ağırlığının 18.05-31.51 g, diş ağırlığının 2.17-3.45 g, diş sayısının 10.50-12.90 adet/baş, baş yüksekliğinin 34.23-37.44 mm, baş çapının 36.97-43.76 mm arasında değiştiğini bildirmiştir.

Çizelge 3. Sarımsak genotiplerinin baş ağırlığı, uzunluğu ve genişliği ile diş sayısı ve ağırlığı  
Table 3. Bulb weight, length and width, number of cloves and weight of garlic genotypes

Genotip	Baş ağırlığı (g)	Baş uzunluğu (mm)	Baş genişliği (mm)	Diş sayısı (adet/baş)	Diş ağırlığı (g)
Alakent	27.27±13.89b*	32.39±4.51b	38.45±6.12b	13.40±3.22a	2.16±1.06b
Altınözü	29.44±13.96b	34.48±4.17b	39.92±8.32b	12.90±5.83ab	2.20±0.80b
Boynuyoğun	15.89±6.53b	25.79±2.58c	36.35±5.73b	10.46±4.11ab	1.48±0.56b
Çetenli	22.14±9.43b	30.72±5.20bc	38.41±7.92b	13.53±3.20a	1.72±0.51b
Karbeyaz	23.84±14.24b	33.50±5.12b	38.87±8.65b	12.13±2.13ab	2.52±0.95b
Mayadalı	50.22±28.90a	42.74±9.12a	49.33±10.66a	12.57±2.61ab	5.12±2.45a
Yarseli	26.21±18.18b	30.63±4.74bc	41.36±ab	10.18±4.34b	1.67±0.97b

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

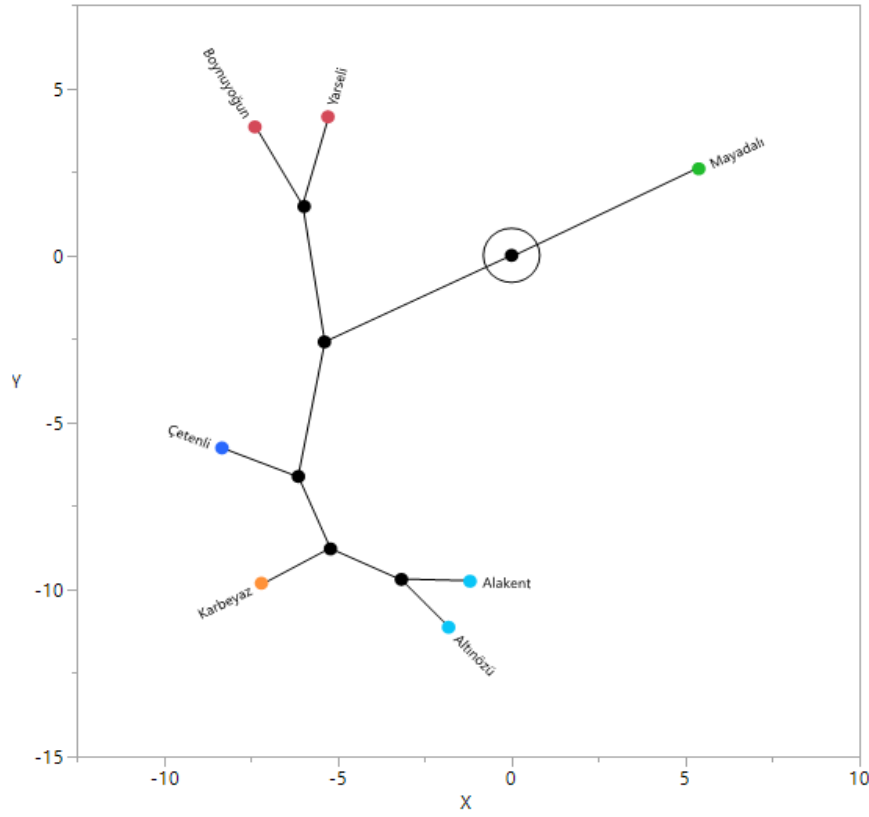


Şekil 4. Sarımsak genotiplerinin diş sayısı ve ağırlığı ile baş ağırlığı, uzunluğu ve genişliği değerlerine göre elde edilen ısı haritası

Figure 4. Heatmap clustering of garlic genotypes based on bulb weight, length and width, number of cloves and weight

Sarımsak genotiplerinin baş ağırlığı, uzunluğu ve genişliği ile diş sayısı ve ağırlığı dikkate alınarak iki yönlü hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) ile elde edilen takımyıldız grafiğine göre sarımsak genotipleri iki temel gruba ayrılmıştır (Şekil 5). Buna göre; birinci grupta Mayadalı genotipi yer alırken diğer genotipler

ikinci grupta yer almıştır. İkinci grupta kendi arasında iki gruba ayrılmış; birinci grupta Boynuyoğun ve Yarseli genotipleri yer alırken, ikinci grupta; Altınözü, Alakent, Karbeyaz ve Çetenli genotipleri yer almıştır.



Şekil 5. Sarımsak genotiplerinin diş sayısı ve ağırlığı ile baş ağırlığı, uzunluğu ve genişliği değerlerine göre elde edilen takımyıldızı grafiği

Figure 5. Constellation graph of garlic genotypes based on number of cloves and weight, bulb weight, length and width

Sarımsak genotiplerinin UPOV (2001) kriterleri dikkate alınarak belirlenen baş ve diş özelliklerine ait gözlem sonuçlarına göre (Çizelge 4) 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 Boynuyoğun 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, Boynuyoğun, Karbeyaz ve Yarseli genotiplerinde diş kabuklarında; Çetenli genotipi hariç diğer genotiplerin tümünde başlarda antosiyanin şerit varlığının gözlemlendiği görülmektedir. Türk sarımsak genotiplerinin %46.15'inde baş renginin beyaz %38.46'sının sarımsı-

beyaz, %15.38'inin kırmızımsı beyaz, dişlerde kabuk renginin beyaz (%23.08), krem (%38.46), pembe (%23.08), mor (%7.69), kahverengi (%7.69) olduğunu bildiren Akan, (2022) başlarda %15.38, dişlerde ise %76.92 oranında antosiyanin şerit varlığının gözlemlendiğini bildirmiştir. Nepal orijinli sarımsak genotiplerinde 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 ark., (2008), sarımsak genotiplerinin baş şeklinin oval-yuvarlak, renginin ise mor-beyaz olduğunu tespit etmişlerdir. İki farklı lokasyonda yetiştirilen Yunanistan orijinli sarımsak genotiplerinin morfolojik özelliklere dayalı fenotipik çeşitliliğini inceleyen Polyzos ve ark. (2019), elde edilen değerlerin lokasyon arasında fark göstermediğini, genotipler arasında ise farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir. Baş 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.

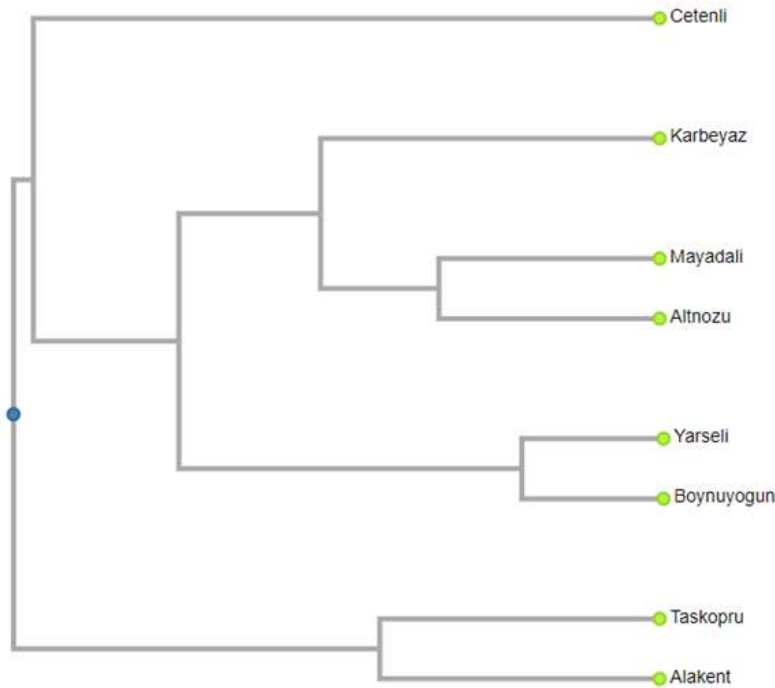
Çizelge 4. Sarımsak genotiplerinin baş ve diş özellikleri  
Table 4. Bulb and clove characteristics of garlic genotypes

Baş ve diş özellikleri	Genotip						
	Alakent	Altınözü	Boynuyoğun	Çetenli	Karbeyaz	Mayadali	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

### Moleküler Karakterizasyon

Jaccard's katsayısına ve UPGMA metoduna göre oluşturulan ve genotipler arası genetik yakınlığı gösteren dendrogram (Şekil 5) ve benzerlik matrisine (Çizelge 5) göre 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 tespit edilmiştir. İkinci grupta Çetenli genotipi tek başına bir grup oluştururken, Yarseli ve

Boynuyoğun genotipleri bir grubu, Karbeyaz, Mayadali ve Altınözü genotipleri ise diğer grubu oluşturmuştur. Benzerlik matrisine göre ise Taşköprü sarımsağı ve Alakent genotipinin benzerlik oranının %86 olduğu görülmektedir. Buna karşın dendrogramda ikinci grubu oluşturan Çetenli, Karbeyaz, Mayadali, Altınözü, Yarseli ve Boynuyoğun genotiplerinin Taşköprü sarımsağı ile benzerlik oranları sırasıyla %67, %65, %71, %63, %69 ve %73 olarak belirlenmiştir.



Şekil 5. SSR primerlerine dayalı olarak hazırlanan ve sarımsak genotipleri arasındaki genetik ilişkiyi gösteren dendrogram

Figure 5. Dendrogram depicting the genetic relationship among garlic genotypes based on the SSR data.

İslah 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 ve ark., 2012; Yaralı Karakan, 2022). Nitekim, Kumar ve ark., (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 ark., (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 çeşitlilik 0.586, polimorfizm ise 0.518 olarak tespit edilmiştir (Jo ve ark., 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 Kıraç (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 bildirmiştir. Yaralı Karakan (2022), Taşköprü sarımsağı ile Kilis 1 genotipi arasında %36, Kilis 2, Kilis 3 genotipleriyle ise %80 benzerlik bulunduğunu ve dendogramda ayrı kümeler oluşturduklarını tespit etmiştir.

Çizelge 5. SSR primerlerine dayalı olarak oluşturulan benzerlik matrisi.

Table 5. Similarity matrix indices garlic genotypes based on the SSR data

Genotip	Altınözü	Karbeyaz	Mayadalı	Çetenli	Boynuyoğun	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
Mayadalı			1	0.647	0.706	0.765	0.611	0.706
Çetenli				1	0.667	0.625	0.667	0.667
Boynuyoğun					1	0.929	0.733	0.733
Yarseli						1	0.688	0.688
Alakent							1	0.857
Taşköprü								1

## 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 yalancı gövde çapı ve uzunluğu, bitki boyu, yaprak uzunluğu ve genişliği, diş ve baş ağırlığı ile baş uzunluğu ve genişliği 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 ortaya çıkartılmıştır. 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 düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu makale ikinci yazara ait yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Akan, S. (2022). Morphological characterisation and volatile analysis of Turkish garlic genotypes. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 46(4), 424-440.
- Akan, S., Horzum, Ö. & Tuna Güneş, N. (2019). Modifiye atmosferli paketlenen 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>
- Ayed, C., Bayouhdh, 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>
- 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. & Türkes, T. (1994). Sarımsak çeşit tespit denemesi, bilimsel araştırma ve incelemeler. Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 41, 14 s., Yalova.
- 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
- 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.
- 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>
- 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 (Tez no 284803)*. [Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- 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 (Tez no: 560519)*. [Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- 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>
- Manjunathgowda, 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>
- 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](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-58392008000100001&script=sci_arttext)
- Panthee, D.R., KC, Regmi, R.B., Subedi, H.N., Bhattarai, P.P. & 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., Papasotiropoulos, 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>
- 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>
- Takım, K. & Kutlu, T. (2020). Determination of phytochemical profile of *Allium tuncelianum* and evaluation of its antiproliferative effect on various human cell lines. *KSU J. Agric Nat* 23 (1), 259-270, DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.586805.
- TÜİK (2022). *Bitkisel Üretim İstatistikleri, Sarımsak Üretim Verileri*, <https://Biruni.Tuik.Gov.Tr/Medas/?Kn=92andlocale=Tr> (Erişim Tarihi 17.02.2022)
- 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](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>
- 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>