



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

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATAY İLİNDE YETİŞTİRİLEN BAZI SARIMSAK  
GENOTİPLERİNİN UÇUCU YAĞ, MİNERAL MADDE VE  
PROTEİN İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ**

MİNE UÇAN

**T.C.**

**KİLİS 7 ARALIK ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATAY İLİNDE YETİŞTİRİLEN BAZI SARIMSAK  
GENOTİPLERİNİN UÇUCU YAĞ, MİNERAL MADDE VE  
PROTEİN İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ**

**MİNE UÇAN**

**DANIŞMAN: DR. ÖĞR. ÜYESİ FAİKA YARALI KARAKAN**

**KİLİS**

**2022**



T.C.  
**KİLİS 7 ARALIK ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAY SAYFASI**



Dr. Öğr. Üyesi Faika YARALI KARAKAN danışmanlığında, Mine UÇAN tarafından hazırlanan “**Hatay İlinde Yetiştirilen Bazı Sarımsak Genotiplerinin Uçucu Yağ, Mineral Madde ve Protein İçeriğinin Belirlenmesi**” adlı tez çalışması 26.07.2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/çokluğu ile Kilis 7 Aralık Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı**’nda **Yüksek Lisans TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Bu tezin kabulü, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunun ...../...../202... tarih ve ...../..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

	Unvanı, Adı Soyadı	İmza
<b>Jüri Üyeleri</b>	(Üniversite, Fakülte, Ana Bilim Dalı)	
<b>Danışman</b>	Dr. Öğr. Üyesi Faika YARALI KARAKAN (Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı)	
<b>Üye</b>	Dr. Öğr. Üyesi Bekir Bülent ARPACI (Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı)	
<b>Üye</b>	Dr. Öğr. Üyesi Pınar GÜMÜŞ (Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı)	

Dr. Öğr. Üyesi Erdiñ GÜLCÜ  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

## ÖZET

### HATAY İLİNDE YETİŞTİRİLEN BAZI SARIMSAK GENOTİPLERİNİN UÇUCU YAĞ, MİNERAL MADDE VE PROTEİN İÇERİĞİNİN BELİRLENMESİ

Mine UÇAN

Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Faika YARALI KARAKAN

Sayfa: 42

Yıl: 2022

Bu çalışma, Hatay ilinde yetiştiriciliği yapılan bazı sarımsak genotiplerinin uçucu yağ, mineral madde ve % protein içeriğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma sonuçları sarımsak genotiplerinin kükürtlü bileşik, mineral madde ve % protein içeriği bakımından geniş bir varyasyona sahip olduklarını ortaya çıkartmıştır. Sarımsak genotiplerinin uçucu yağında başta diallyl disulphide olmak üzere 10 kükürtlü bileşik tespit edilmiştir. Genotiplerin içerdiği diallyl disulphide miktarı %41.51 ile %59.48 arasında değişiklik göstermiş ve en yüksek değer (%59.48) Altınözü 2 genotipinden elde edilmiştir. Genotiplerinin mineral madde içeriği de birbirinden farklılık göstermiş, bakır içeriği bakımından Samandağ 2, Samandağ 3 ve Hatay 1, çinko içeriği bakımından Samandağ 1, Hatay 1 ve Hatay 2, sodyum içeriği bakımından Samandağ 2, Altınözü 2 ve Hatay 1, potasyum içeriği bakımından Samandağ 1, Hatay 1 ve Samandağ 3, kalsiyum ve demir içeriği bakımından Samandağ 1, mangan içeriği bakımından Altınözü 2, magnezyum içeriği bakımından ise Samandağ 2, Hatay 1 ve Hatay 2 genotipleri ön plana çıkmıştır. Sarımsak genotiplerinin % protein içeriği %4.77-%7.71 arasında değişmiştir. Araştırmanın Hatay ilinde yetiştirilen sarımsak genotiplerinin ıslah programlarında değerlendirilmesi için bir temel oluşturduğu düşünülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** *Allium sativum* L., Sarımsak, GC-MS, Mineral madde, Kükürtlü bileşik, % protein

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF ESSENTIAL OIL, MINERAL AND PROTEIN CONTENT OF SOME GARLIC GENOTYPES GROWING IN HATAY PROVINCE

Mine UÇAN

Department of Horticulture

Kilis 7 Aralık University, Graduate Education Institute

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Faika YARALI KARAKAN

Page: 42

Year: 2022

This study was carried out to determine the volatile sulfur compounds, mineral content and % protein of some garlic genotypes grown in Hatay province. The results of the study revealed that the garlic genotypes have a large variation in terms of sulfur compound, mineral and % protein content. In the research, a total of 10 volatile sulfur compounds were detected, mainly diallyl disulphide and its amount in the genotypes varied between 41.51% and 59.48%. The highest value (59.48%) was detected in genotype Altınözü 2. The mineral content of determined in garlic genotypes also differed between genotypes. Genotypes Samandağ 2, Samandağ 3 and Hatay 1 had higher value in terms of copper, Samandağ 1, Hatay 1 and Hatay 2 had higher value in terms of zinc, Samandağ 2, Altınözü 2, and Hatay 1 had higher value in terms of sodium, Samandağ 1, Hatay 1, and Samandağ 3 had higher value in terms of potassium, Samandağ 1 had higher value in calcium and iron, Altınözü 2 had higher value in terms of manganese, and Samandağ 2, Hatay 1, and Hatay 2 had high value in terms of magnesium. The % protein content of the garlic genotypes varied between 4.77% and 7.71%. It is thought that this study will form a basis for the evaluation of these genotypes in breeding programs.

**Keywords:** *Allium sativum* L., Garlic, GC-MS, Mineral content, % Protein, Sulfur compounds

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca bilgileriyle ışık tutan, yüreklendirici sözleriyle bana akademik yolda yürüme şevki kazandıran danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Faika YARALI KARAKAN'a, tez çalışmamın tüm aşamalarında yardım ve desteklerini esirgemeyen Arş. Gör. Berna ERGUN ÇETİN'e, Dr.Öğr. Üyesi Mehmet KOÇ'a, Dr. Öğr. Üyesi Evrim BARAN AYDIN'a, Öğr. Gör. Ümit Haydar EROL'a ve yüksek lisans yapmama vesile olup eğitimim süresince desteğini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Bekir Bülent ARPACI'ya sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca benden desteğini esirgemeyen canım anneme, babama, ablama, kardeşlerime, ÇELEBİ ailesine saygı, sevgi ve şükranlarımı sunarım. Laboratuvar çalışmalarında her zaman büyük destekçim olan Hülya ÇETİN' e teşekkür ederim. Hayatımın her alanında olduğu gibi yüksek lisans eğitimimde de benimle beraber çabalayan ve beni motive eden eşim Mehmet UÇAN' a teşekkür ederim.

...../...../20....

## **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  
Mine UÇAN

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>iii</b>
<b>ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ</b> .....	<b>iv</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>v</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1.Amaç.....	4
<b>2.KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	<b>5</b>
<b>3.MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	<b>14</b>
3.1. Bitkisel Materyal.....	14
3.2.Yöntem.....	14
3.2.1. Sarımsak genotiplerinin uçucu yağ içeriğinin belirlenmesi.....	14
3.2.2. Sarımsak genotiplerinin mineral madde içeriğinin belirlenmesi .....	15
3.2.3. Sarımsak genotiplerinin protein içeriğinin belirlenmesi.....	17
3.3. İstatistik Analiz .....	18
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA</b> .....	<b>19</b>
4.1. Sarımsak Genotiplerinin Uçucu Yağ İçeriği.....	19
4.2. Sarımsak Genotiplerinin Mineral Madde İçeriği .....	27
4.3. Sarımsak Genotiplerinin % Protein İçeriği .....	32
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>35</b>
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	<b>37</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>44</b>

## TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Türkiye’de illere göre sarımsak ekim alanları (da) ve üretim miktarları (da).....	2
Tablo 4.1. Sarımsak genotiplerinin kükürtlü bileşik içeriği.....	21
Tablo 4.2. Sarımsak genotiplerinin mineral madde içeriği.....	28
Tablo 4.3. Sarımsak genotiplerinin % protein içeriği.....	33



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Sarımsak genotiplerinin uçucu yağ içeriğinin belirlenmesi.....	15
Şekil 3.2. Sarımsak genotiplerinde mineral madde tayini.....	16
Şekil 3.3. Sarımsak genotiplerinde protein tayini.....	18
Şekil 4.1. Temel bileşenler analizi ile elde edilen biplot grafiğine göre sarımsak genotipleri ile kükürtlü bileşikler arasındaki ilişkiler.....	24
Şekil 4.2. Temel bileşenler analizi ile elde edilen ve sarımsak genotiplerindeki kükürtlü bileşik yoğunluğunu gösteren ısı haritası .....	25
Şekil 4.3. Sarımsak genotiplerinin kükürtlü bileşik içeriğine göre iki yönlü hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) ile elde edilen dendogram ve takımyıldızı grafiği.....	26
Şekil 4.4. Temel bileşenler analizi ile elde edilen biplot grafiğine göre sarımsak genotipleri ile mineral maddeler arasındaki ilişkiler.....	29
Şekil 4.5. Temel bileşenler analizi ile elde edilen ve sarımsak genotiplerindeki mineral madde yoğunluğunu gösteren ısı haritası .....	30
Şekil 4.6. Sarımsak genotiplerinin mineral madde içeriğine göre iki yönlü hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) ile elde edilen dendogram ve takımyıldızı grafiği .....	31
Şekil 4.7. Sarımsak genotiplerinin % protein içeriğine göre iki yönlü hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) ile elde edilen dendogram ve takımyıldızı grafiği.....	34

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### **1. Simgeler**

### **Açıklama**

%	: Yüzde
B	: Bor
Ca	: Kalsiyum
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
mg	: Miligram
mg l <sup>-1</sup>	: Miligram/litre
Mg	: Magnezyum
Mn	: Manganez
Na	: Sodyum
NaCl	: Sodyumklorür
Ni	: Nikel
S	: Kükürt
Zn	: Çinko

### **2. Kısaltmalar**

### **Açıklama:**

AAS	: Atomik absorpsiyon spektrometresi
BBD	: Box-Behnken tasarımı
GC-FTIR	: Fourier Dönüşümü Kızılötesi Spektroskopisi
HCA	: Hiyerarşik küme analizi
HS-GC/MS	: Headspace gaz kromatografi kütle spektrometresi
HS-SPME	: Headspace katı fazlı mikro ekstraksiyon
PCA	: Temel bileşenler analizi
PPM	: Proporsiyon birimi

SD	: Buhar distilasyonu
SDE	: Eşzamanlı damıtma ve solvent ekstraksiyonu
SFE	: Süper kritik akışkan ekstraksiyonu
SPTE	: Katı faz tutucu solvent ekstraksiyonu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu



## 1. GİRİŞ

Sarımsak (*Allium sativum*), *Amaryllidaceae* familyası ve *Allium* cinsine bağlı ve soğandan sonra yetiştiriciliği en fazla yapılan ikinci türdür (Murkute ve Gawande, 2018; Çalışkan, 2021). Sarımsağın anavatanı ve birinci gen kaynağı Asya'dır. Türkiye ise ikinci gen merkezi olarak tanımlanan Akdeniz Havzasından Kafkaslara kadar olan bölgenin içinde yer almaktadır (Kazakova ve Starokozhev, 1973; Etoh ve Simon, 2002). Dünyada tanımlanmış 500 *Allium* cinsi bulunmakta ve bunun yaklaşık 170 tanesi Türkiye'de yetiştirilmektedir (Davis, 1984; Yazar, 2006). Bu da ülkemizde zengin bir popülasyonun varlığını göstermektedir.

İklim ve toprak istekleri bakımından fazla seçici olmayan sarımsak, başta Akdeniz ülkeleri olmak üzere dünyanın birçok bölgesinde yetiştirilmekte, en iyi gelişimi kumlu topraklarda sağlanmaktadır. Ilıman iklim bölgelerinde kışın bile yetiştirilebilen sarımsak, soğuk iklim şartlarında ise kışı uyku halinde geçirerek canlılığını devam ettirebilmektedir (Akçiçek ve Ötleş, 2006). Ülkemizin hemen hemen tüm bölgelerinde yetiştirilen sarımsak, istediği optimum sıcaklık şartlarını Akdeniz ikliminde daha iyi karşılayabilmektedir. Akdeniz Bölgesinde sarımsak tarımının yoğun olarak yapıldığı yerler Hatay'ın Altınözü, Merkez ve Samandağı ilçeleri, Kahramanmaraş'ın Merkez ilçesi ve Antalya'nın Merkez, Elmalı ve Korkuteli ilçeleridir (İbret, 2013).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre sarımsak ülkemizde yetiştirilen toplam sebze üretiminin %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. 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. Toplam 3 320 ton üretimin yapıldığı Adıyaman ili ise onuncu sırada yer almaktadır (TÜİK, 2022).

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

<b>İl</b>	<b>Ekilen Alan (da)</b>		<b>Üretim Miktarı (ton)</b>	
<b>Gaziantep</b>	Kuru	20 400	Kuru	22 136
	Taze	5 822	Taze	11 837
	<b>Toplam</b>	<b>26 222</b>		<b>33 973</b>
<b>Kastamonu</b>	Kuru	25 593	Kuru	22 995
	Taze	-	Taze	-
	<b>Toplam</b>	<b>25 593</b>		<b>22 995</b>
<b>Kahramanmaraş</b>	Kuru	13 715	Kuru	14 264
	Taze	2 250	Taze	2 995
	<b>Toplam</b>	<b>15 965</b>		<b>17 259</b>
<b>Aksaray</b>	Kuru	12 290	Kuru	9 245
	Taze	97	Taze	106
	<b>Toplam</b>	<b>12 387</b>		<b>9 351</b>
<b>Tokat</b>	Kuru	8 273	Kuru	9 121
	Taze	10	Taze	8
	<b>Toplam</b>	<b>8 283</b>		<b>9 129</b>
<b>Balıkesir</b>	Kuru	7 140	Kuru	4 242
	Taze	991	Taze	1 804
	<b>Toplam</b>	<b>8 131</b>		<b>6 046</b>
<b>Konya</b>	Kuru	4 156	Kuru	5 592
	Taze	325	Taze	239
	<b>Toplam</b>	<b>4.481</b>		<b>5 831</b>
<b>Şanlıurfa</b>	Kuru	3.050	Kuru	2.875
	Taze	1.045	Taze	1 481
	<b>Toplam</b>	<b>4 095</b>		<b>4 356</b>
<b>Hatay</b>	Kuru	3 045	Kuru	3 025
	Taze	351	Taze	396
	<b>Toplam</b>	<b>3 396</b>		<b>3 421</b>
<b>Adıyaman</b>	Kuru	2 775	Kuru	2 690
	Taze	450	Taze	630
	<b>Toplam</b>	<b>3 225</b>		<b>3 320</b>

Sarımsak içeriğinde bulunan vitaminlerin yanı sıra şeker, protein, yağ, enzim, serbest aminoasitler, mineraller, kükürlü bileşikler (aliysin, alliin), iyot lifi ve fenolik bileşikler bakımından da zengindir (Tesfaye ve Mengesha, 2015; Çalışkan, 2021). Özellikle bileşiminde yer alan protein, lif, serbest aminoasitler ve askorbik asit sarımsağı diğer bitkisel gıdalardan daha önemli kılmaktadır (Artık ve Poyrazoğlu, 1994; Haciseferoğulları vd., 2005; Evren vd., 2006; El-Saber Batiha vd., 2020).

Sarımsak çiğ, kurutularak, sarımsak tozu, sarımsak püresi, uçucu sarımsak yağı, kapsüllenmiş sarımsak yağı/suyu veya kokusu alınmış sarımsak tozu tabletleri gibi

farklı şekillerde tüketilmektedir (Turfan vd., 2016). Sarımsak keskin koku ve aromasıyla birçok gıdada lezzet verici olarak kullanımının yanı sıra içeriğinde bulunan fenolik bileşikler sayesinde farmakolojik olarak da kullanım olanağı bulmaktadır (Lanzotti, 2006; Ghaemizadeh vd., 2014). Özellikle çiğ olarak tüketilmesi durumunda, içerdiği 200'den fazla kimyasal madde sayesinde insan vücudunu birçok hastalıktan koruma kapasitesine sahiptir (Goncagul ve Ayaz, 2010; Ağbaş vd., 2013). Sarımsağın antimikrobiyel özelliği ilk olarak 1858 yılında Louis Pasteur tarafından tespit edilmiş, daha sonra yapılan araştırmalarda sarımsağın antifungal, antibakteriyel ve antivirütal etkileri tespit edilmiştir (Evren, 2006).

Bilimsel ve klinik araştırmalar, sarımsağın bağışıklığı güçlendirdiğini, enfeksiyon ve iltihaplanmaya karşı koruma sağladığını, kanser, kalp hastalıkları ve bunama riskini azaltmaya yardımcı olduğunu göstermiştir (Rahman, 2010; Rana vd., 2011; Tsai vd., 2012; Chekki vd., 2014; Gebreyohannes ve Gebreyohannes, 2013; Sehitoglu vd., 2018; Yarali Karakan, 2022).

Sarımsağın insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri, kimyasal bileşiminden kaynaklanmaktadır (Martins vd., 2016, Turan vd., 2017). Bu biyolojik aktiviteler içeriğinde bulunan uçucu yağlar ve mineral maddeler gibi uçucu olmayan bileşikler sayesinde (Martins vd., 2016, Petropoulos vd., 2018). Diallyl disulphide, allyl methyl disulphide ve allyl methyl sulphide gibi tattan sorumlu uçucu kükürt bileşikleri kararsız ve reaktiftir ve sadece hücreler dilimleme veya ezme yoluyla zarar gördüğünde salınırlar (Ikram vd., 2019). Allylsin üretildikten sonra allyl methyl disulphide ve diallyl disulphide oluşumuna katkıda bulunmaktadır (Özcan Sinir ve Barringer, 2020). Ayrıca allinaz, peroksidaz, mirosinaz gibi enzimleri de içeren sarımsağın antimikrobiyal özelliğinden sorumlu diğer önemli bir bileşiğide ajoendir. Isı yoluyla allylsinden oluşan diallyl disulphide ile allylsin birleşince ajoen oluşur. (Mc Elnay ve Po, 1991; Cowan, 1999; Evren, 2006; Rana vd., 2011; Gebreyohannes ve Gebreyohannes, 2013). Bir diş sarımsakta 4-5 mg bulunan ve insan sağlığı için son derece önemli olan allylsin bileşiği, sarımsak dişleri mekanik zarara uğradığında ortaya çıkmaktadır. Bu bileşik kükürtlü bir aminoasit olan allylsinin allylinaz enzimi ile parçalanması ile oluşmaktadır (Tung ve Chung, 1989). Sarımsak %0.2-0.5 oranında sarımsak yağı içermekte, sarımsak yağının %94'ünü de sülfürlü bileşikler (%4.7-8.0

diallyl sulfide, %21.9-40.0 diallyl disulphide, %39.0-41.5 diallyl trisulfide) oluşturmaktadır (Akan, 2014). Sülfürlü bileşikler içerisinde yer alan allylinaz çözünür proteinlerin % 6'sını oluşturmaktadır (Baytop, 1999; Wang vd., 2011; Beato vd., 2011). Ayrıca sarımsakta en çok bulunan proteinin de lektin olduğu bilinmektedir (Cardella-Cobas vd., 2010).

Besinlerde bulunan makro ve mikro elementler, sadece temel besin değerleri nedeniyle değil, aynı zamanda insan sağlığı üzerindeki yararlı etkileri nedeniyle de önemlidir. Mineral elementler insan vücudu tarafından sentezlenemediklerinden eksikliklerinde çeşitli hastalıklara yol açmaktadırlar. Bu nedenle, besin yoluyla alınmaları zorunludur. Dünya genelinde osteoporoz, kardiyovasküler hastalıklar ve yaşlanma gibi çeşitli hastalıkları önlemek ve mineral eksikliği ile mücadele etmek için mineral elementler de dahil olmak üzere ek gıdaların kullanımına olan ilgi artmaktadır. Bu nedenle çeşitli gıdaların mineral bileşiminin analiz edilmesi insan beslenmesinde kritik öneme sahiptir (Turan vd., 2017). Yapılan araştırmalar sarımsağın yüksek oranda fosfor (153 mg), potasyum (401 mg), kükürt (1.16 mg), selenyum (14.2 mg), C vitamini (31 mg) kalsiyum (181 mg), magnezyum (25 mg), sodyum (17 mg), demir (1.7 mg), mangan (1.67 mg) içerdiği bildirilmiştir (Koca ve Tasci, 2015; USDA, 2016).

### **1.1.Amaç**

Geniş bir kullanım alanına sahip olan ve yapılan araştırmalarda insan sağlığına olumlu etkilerinin bulunması ile önemi daha da artan sarımsağın kükürtlü bileşik, mineral element ve protein içeriği bitkinin genetik özelliklerinden, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinden ve ekolojik koşullardan etkilenmektedir (Chaturvedil vd., 2011; Dziri vd. 2014, Turan vd. 2017, Petropoulos vd., 2018). Yapılan birçok çalışmada ülkemizin değişik bölgelerinde yetiştirilen sarımsakların protein, uçucu yağ ve mineral madde içerikleri araştırılmıştır. Ancak yapılan kaynak taramalarında üretimin fazla olduğu Hatay ilinde yetiştirilen yerel genotiplerle ilgili herhangi bir bilimsel çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada Hatay ilinde yetiştirilen sarımsak genotiplerinin protein, mineral madde ve uçucu yağ içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2.KAYNAK ÖZETLERİ

Sarımsak (*Allium sativum* L.), insan sađlığını koruyucu ve iyileřtirici etkileri olan dűnyanın en deđerli bitkilerinden biridir. Yapılan birřok arařtırma sarımsađın sođuk algınlıđı, ksűrűk, grip, akciđer hastalıklarına iyi geldiđini, kan damarlarını temizlediđini, kan basıncını ve kolesterolű dűřűrdűđűnű, antibakteriyel, antiviral, anti kanserojen, antimitojenik ve antioksidan özelliklere sahip olduđunu göstermiřtir. Bununla beraber, sarımsađın kűkűrtlű bileřiklerin yanında polifenoller, mineraller (Ca, Fe, I, K, Mg, Na, Zn) ve vitaminler (A, B1, B2, B6, C) ađısından da zengin olduđu bilinmektedir (Kovarovic vd., 2019).

Sarımsak, iřerdiđi sűlfűr bileřikleri ve bunların parřalanmasıyla meydana gelen bileřikler sayesinde kansere karřı koruyucu etki gösterdiđi bilinen önemli bir sebze tűrűdűr. Ancak keskin kokusu ve acılıđı sebebiyle yeterli miktardaki tűketimelemektedir. Zengin besin iřeriđine ve diđer sebzelerde bulunmayan karakteristik sűlfűr bileřenlerine sahip olan sarımsađın, bu bileřenlerin iřeriđini etkileyen faktörlerin bilinmesi ve ardından sűlfűr bileřenlerinin iřeriđini artırmaya yönelik arařtırmaların yapılması önem arz etmektedir (Akan, 2014).

İřerdiđi biyolojik aktif bileřenler nedeniyle gűclű bir farmakolojik etkiye sahip olan sarımsađın en önemli bileřenleri arasında allylsin, diallyl disulphide, S-allylcysteine ve diallyl trisulphide yer alırken; mineral, vitamin, řeker, protein, yađ, kalsiyum, potasyum, fosfor, kűkűrt, iyot lifi ve silikon bakımından da zengindir (Tesfaye ve Mengesha, 2015).

Sarımsağın kimyasal bileşiminin genotipe, kűltűrel uygulamalara ve iklim koşullarına göre değiştiğini bildiren Tripathi (2006), sarımsakta yaklaşık %62 oranında su, %6.0 oranında protein, %29 oranında yađ ve Ca, Fe, Zn ve fosfat tuzları, A, B1, B2, niasin ve C vitamini, az miktarda tiamin, riboflavin, niasin ve askorbik asit bulunduğunu, sarımsak uğucu yağının ana bileşenin ise diallyl disulphide olduğunu bildirmiştir.

Farklı ekstraksiyon yöntemleri kullanarak sarımsađın bileřiminde bulunan kűkűrtlű bileřikleri tanımlayan Elnima ve diđerleri (1983), sarımsak uęucu yađının ana bileřeninin diallyl disulphide, diđer iki temel bileřenin ise allylsin ve allin olduđunu bildirmiřlerdir.

Vernin ve diğeri (1986), farklı orijinlerden gelen sarımsak genotiplerinin uçucu yağının yüksek oranda (%30 ve %50) diallyl sulphide içerdiğini tespit etmiştir.

Buhar distilasyonu yöntemini kullanarak sarımsak uçucu yağını GC-MS ve GC-FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) yöntemi ile analiz eden Jirovetz ve diğeri (1992), sarımsak uçucu yağının ana bileşenini diallyl trisulfide (%29.7) olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar diğeri bileşenlerin ise diallyl tetrasulfide (%4.4), diallyl disulphide (%3.2), diallyl sulfide (%2.5), methyl allyl trisulfide (%2.1), di-propyl sulfide (%0.9), 3-vinil-4H-1,2-ditiin (%0.9), 2-vinil-4H-1,3-ditiin (%0.8) ve 2,5-dimetiltiyofen (%0.7) olduğunu bildirmişlerdir.

Güney İtalya ve Akdeniz Havzasından toplanan farklı sarımsak genotiplerinin uçucu yağlarını GC ve GC-MS ile analiz eden Avato ve diğeri (1998), incelenen tüm genotiplerinde sarımsak uçucu yağının ana bileşenlerinin diallyl trisulfide (% 94) ve diallyl disulphide (%78) olduğunu tespit etmişlerdir.

Sarımsak uçucu yağının elde edilme tekniklerinin (SD: buhar distilasyonu, SDE: eşzamanlı damıtma ve çözücü ekstraksiyonu, SPTE: katı faz tutucu solvent ekstraksiyonu, ve HS-SPME: headspace katı fazlı mikro ekstraksiyon), kükürtlü bileşiklerin tespiti üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında buhar distilasyonu yöntemiyle belirlenen bileşenlerin dially disulphide (%57.88), ally sulphide (%23.59), ve dially trisulfide (%11.40); SD yöntemi ile tespit edilen bileşiklerin; dially disulphide (%89.77), ally sulphide (%2.43), ve dially trisulfide (%3.89), SPTE yöntemi ile tespit edilen bileşiklerin sırasıyla dially disulphide (%97.77), ally sulphide (%0.17), ve dially trisulfide (% 0.10), HS- SPME yöntemi ile tespit edilen bileşiklerin ise dially disulphide (%97.85), ally sulphide (%0.01) ve dially trisulfide (%0.01) olduğunu bildiren Lee ve diğeri (2002), termal parçalanma sonucu oluşan ally methyl sulfide, dimethyl disulphide ve thiirane gibi bileşenlerin SDE ve SD yöntemlerinde oluştuğunu, SPTE ve HS-SPME yöntemlerinde bu bileşenlerin tespit edilemediğini bildirmişlerdir.

Calvo-Gómez ve diğeri (2004), sarımsak uçucu yağıda en fazla bulunan kükürtlü bileşiğin diallyl disulfide, ikinci en yüksek bileşenin ise diallyl trisulfide olduğunu tespit etmişlerdir.

Salamura yapılmak amacıyla yetiştirilen sarımsak genotiplerinin besin bileşimini araştırdıkları çalışmalarında, sarımsak genotiplerinin protein içeriğinin %3.12 ile %3.70, yağ içeriklerinin ise %0.21 ile %0.35 arasında değiştiğini bildiren Casado ve diğerleri (2004), belirledikleri vitaminlerin ise thiamine (0- 0.055 mg kg<sup>-1</sup>), riboflavin (0.013-0.032 mg kg<sup>-1</sup>), a-tocopherol (0.36-2.53 mg kg<sup>-1</sup>) ve askorbik asit (0-47.9 mg 100 g<sup>-1</sup>) olduğunu bildirmişlerdir.

Polonya, Ukrayna ve İsrail’de tüketilen taze sarımsak örneklerinin pişirme sıcaklığına maruz bırakıldıktan sonra biyoaktif bileşikler, protein ve antioksidan potansiyellerindeki değişiminin incelendiği çalışmada, lif ve iz element miktarları karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda, Polonya sarımsağında polifenol, protein ve antioksidan potansiyelinin daha yüksek olduğu ve 100 °C’de 20 dakika uygulanan pişirme işleminin sarımsağın biyoaktif bileşiklerini, protein ve antioksidan potansiyelini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir (Gorinstein vd., 2005).

Kastamonu-Taşköprü sarımsağının uçucu yağının ana bileşeninin dimethyl sulphide (%17.2, 1779 µg kg<sup>-1</sup>) olduğunu bildiren Haciseferoğulları ve diğerleri (2005), sarımsak başlarında tespit edilen mineral maddeleri K (21.378.84 mg kg<sup>-1</sup>), P (6009.37 mg kg<sup>-1</sup>), Mg (1056.15 mg kg<sup>-1</sup>), Na (532.78 ppm) ve Ca (363.61 ppm), ham protein oranını ise %17.2 olarak tespit etmişlerdir.

Dery ve diğerleri (2010), sarımsak uçucu yağının solvent ekstraksiyonu (SE) performansını etkileyen dört ana değişkenin etkisini değerlendirmek amacıyla üç seviyeli Box-Behnken tasarımına (BBD) dayanan yöntemi kullanmışlardır. Sarımsak örneklerinin uçucu yağı GC-MS ile analiz edilerek elde edilen uçucu yağların oranı ve bileşimi belirlenmiş ve süper kritik akışkan ekstraksiyonu (SFE) ile karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda ekstraksiyon süresinin ve ekstraksiyon sıcaklığının önemli olduğunu belirten araştırmacılar, elde edilen uçucu yağ bileşenlerinin 3-vinyl-4H-1,2-dithiin (%31.89), diallyl trisulphide (%13.31), diallyl sulphide (%2.22), diallyl disulphide (%6.87), propyl allyl disulphide (%13.89) ve dimethyl disulfide (%7.05) olduğunu bildirmişlerdir.

Olusanmi ve Amadi (2009), çalışmalarında sarımsak ekstraktlarının protein, yağ ve mineral özelliklerini araştırmışlardır. Araştırmacılar, 100 g çiğ sarımsakta, 6.39 g protein,

0.5 g yağ, 1.235 g B6 vitamini, 31.2 mg C vitamini, 181 mg kalsiyum, 1.7 mg demir, 25 mg magnezyum, 401 mg potasyum, 1.672 mg manganez, 14.2 mg selenyum bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Su distilasyon yöntemiyle elde edilen sarımsak esansiyel yağlarını GS-MS ile analiz eden Rohani ve diğerleri. (2011), sarımsak uçucu yağının %89.98'ni oluşturan 14 bileşik tanımlanmıştır. Bu bileşiklerden miktarı en fazla olanlar; diallyl trisulfide (%27.33), diallyl disulphide (%24.67), methyl allyl trisulfide (%19.11), propenyl dithiopropanoate (%8.59), dimethyl trisulfide (%2.18), diallyl tetrasulfide (%2.13), 2-vinyl-[4H]-1,3-dithiin (%1.49) ve 2-vinil-[4H]-1,3-ditiin (%1.25) olarak belirlenmiştir.

Kastamonu ve Denizli'de yetiştirilen sarımsakların uçucu yağ içeriğini ve antibakteriyel özelliklerini incelemeyi amaçlayan Kozan (2012), sarımsak uçucu yağını su buharı distilasyon yöntemi ile elde etmiş, kimyasal bileşenlerini ise GC-MS ile belirlemiştir. Kastamonu ve Denizli sarımsağın uçucu yağının ana bileşenleri allyl trisulphide (sırasıyla %42.52 ve %45.22) ve allyl disulphide (sırasıyla %24.48 ve %32.60) olarak tespit edilmiştir. Araştırmada, sarımsak uçucu yağının farklı bakterilere (*Staphylococcus aureus* ATCC 33862, *Bacillus licheniformis* NRRL-B- 1001, *Bacillus cereus* NRRL-B-3711, *Escherichia coli* MC 4100, *Pseudomonas aeruginosa* NRRL-B-2679, *Enterobacter aerogenes* NRRL-B- 3567, *Citrobacter freundii* NRRL-B 2643 ve *Providencia stuartii*) karşı yüksek oranda antibakteriyel aktivitesi olduğu da bildirilmiştir.

Casella ve diğerleri (2013) sarımsak uçucu yağının ana bileşenlerinin diallyl disulfide (29.08 mg), diallyl trisulfide (21.56 mg) ve diallyl tetrasulfide (4.37 mg) ve diallyl monosulfide (1.56 mg) olduğunu tespit etmişlerdir.

Nijerya, Senegal ve Çad' da yetiştirilen sarımsak genotiplerinde bulunan mineral konsantrasyonlarını Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi kullanarak belirleyen Saadatu ve Mshelia (2013), araştırma sonucunda fosfor ( $1.29 \text{ mg l}^{-1}$ ) ve bakır ( $0.017 \text{ mg l}^{-1}$ ) içeriği en yüksek sarımsakların Nijerya, kalsiyum ( $8.639 \text{ mg l}^{-1}$ ) içeriği en yüksek sarımsakların Senegal, potasyum ( $68.26 \text{ mg l}^{-1}$ ), magnezyum ( $51.60 \text{ mg l}^{-1}$ ) ve manganez ( $0.212 \text{ mg l}^{-1}$ ) içeriği en yüksek genotiplerin Çad orijinli olduklarını bildirmişlerdir.

Chekki ve diğeri (2014), Tunus'ta yetiştirilen sarımsak genotiplerinin besin özellikleri, uçucu yağ, antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini inceledikleri çalışmalarında, uçucu yağları GC-MC ile analiz etmişlerdir. Ana yağ asitlerini laurik asit (%49.3) ve linoleik asit (%20.4) olarak belirleyen araştırmacılar, sarımsak uçucu yağının ana bileşenlerinin diallyl disulfide (%49.1) ve diallyl trisulfide (%30.38) olduğunu bildirmişlerdir. Protein içeriği %5.2 olarak belirlenen sarımsak genotiplerinin mineral bileşenleri ise Fe (5.90 mg kg<sup>-1</sup>), Cu (1.61 mg kg<sup>-1</sup>), Mg (15 mg kg<sup>-1</sup>) ve P (140 mg kg<sup>-1</sup>) olarak tespit edilmiştir.

Dziri ve diğeri (2014), hava, fırın ve dondurma olmak üzere farklı yöntemlerle kurutulmuş sarımsakların uçucu yağlarını belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; dondurulmuş ve fırında kurutulmuş örneklerin en yüksek uçucu yağ içeriğine sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca, sarımsak uçucu yağının %84.3-98.9 gibi yüksek oranda kükürtlü bileşikler içerdiğini ve bu bileşikler arasında diallyl trisulfide (%37.3-45.9), diallyl sulfide (%17.5-35.6) ve methyl allyl trisulfidin (%7.7-10.4) ön plana çıktığını bildirmişlerdir.

Gulfraz ve diğeri (2014), Pakistan'ın farklı bölgelerinde yetiştirilen sarımsak (*Allium sativum* L.) genotiplerinin antimikrobiyal ve antioksidan aktivitelerini araştırdıkları çalışmalarında, sarımsak örneklerinin toplam protein içeriğini %17.5- 17.6, yağ içeriğini ise %3.6- 3.8 olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar sarımsak genotiplerinin mikro element içeriklerinin ise Mg (7.50-7.77 mg ml<sup>-1</sup>), Zn (0.37-0.42 mg ml<sup>-1</sup>), Cu (0.14-0.16 mg ml<sup>-1</sup>) olduğunu tespit etmişlerdir.

Keles ve diğeri (2014) Kastamonu sarımsağı ve Çin sarımsağını aroma profillerine göre karşılaştırmayı amaçladıkları çalışmalarında, uçucu yağ bileşiklerini headspace gaz kromatografi kütle spektrometrisi (HS-GC/MS) aracılığıyla belirlemişlerdir. Kastamonu ve Çin sarımsağında sırasıyla on altı ve yirmi aroma bileşeni tespit eden araştırmacılar, diallyl sulphide içeriğinin Kastamonu sarımsağında %41.87, Çin sarımsağında ise %34.95 seviyelerinde olduğunu, buna karşın, di-2-propenyl trisulfidin sadece Kastamonu sarımsağında, disulphide, methyl 2-propenylin ise her iki sarımsak genotipinde de benzer seviyelerde bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Sarımsak genotiplerinin protein içeriğini %7.87±0.32, yağ içeriğini ise %0.52±0.01 olarak belirleyen Sajid ve diğerleri (2014), sarımsak genotiplerinin mineral içeriğinin büyük çoğunluğunun potasyum (54.65 100 g<sup>-1</sup>), kalsiyum (19.83 100 g<sup>-1</sup>), demir (4.21 100 g<sup>-1</sup>), sodyum (4.1 100 g<sup>-1</sup>) ve magnezyumdan (3.97 mg 100 g<sup>-1</sup>) meydana geldiğini, manganez, çinko ve bakır oranlarının ise düşük düzeylerde kaldığını bildirmişlerdir.

*Allium* türlerinin mineral içeriğini, plazma-optik emisyon spektroskopisi (ICP-AES) ile belirleyen Akinwande ve Olatunde (2015), sarımsakta en fazla bulunan minerallerin fosfor (4777.88 mg kg<sup>-1</sup>) ve çinko (66.08 mg kg<sup>-1</sup>) olduğunu; kalsiyum, magnezyum, demir ve alüminyum miktarlarının ise daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Sarımsak uçucu yağının %83,69'unu temsil eden on üç farklı bileşiğin tespit edildiği Hassaan ve Soltan (2016) tarafından yapılan çalışmada, sarımsak uçucu yağının ana bileşenlerinin diallyl trisulfide (%33.33), diallyl sulfide (%20.61), methyl allyl trisulfide (%14.11); propenyl dithiopropanoate (%10.21), dimethyl trisulfide (%3.20) ve diallyl tetrasulfide (%2.23) olduğu bildirilmiştir.

Molina-Calle ve diğerleri (2016), İspanya'nın güneyinde yetiştirilen Purple (var. Rocambole), White (var. Porcelain), and Chinese (var. Turban) sarımsak çeşitleriyle yaptıkları çalışmada 17' si ilk kez tespit edilen toplam 45 uçucu bileşik elde etmişlerdir. Sülfürlü bileşikler içerisinde diallyl disulphide ve diallyl trisulfidin sarımsak uçucu yağının ana bileşeni olduğunu bildiren araştırmacılar, bu bileşenlerin Chinese çeşidinde %51.72, White çeşidinde %43.37 ve Purple çeşidinde %42.32 olduğunu tespit etmişlerdir.

Turfan ve diğerleri (2016), farklı saklama koşullarının sarımsağın kalitesi ve bazı kimyasal bileşenleri üzerine etkisini belirlemek için sarımsakları, -18 °C buzdolabında, saf zeytinyağında ve %2 NaCl içeren sirkede karanlık ve serin koşullarda 10 ay bekletmişlerdir. Sarımsak örneklerinin protein içeriği Coomassie Brilliant Blue G-250 yöntemi ile belirlenmiş ve -18 °C buzdolabında bekletilen sarımsaklarda protein içeriğinin 33.62 mg g<sup>-1</sup>, sirkede bekletilenlerde 50.74 mg g<sup>-1</sup>, zeytinyağında bekletilenlerde ise 67.14 mg g<sup>-1</sup> olduğu tespit edilmiştir. Sirkede bekletilen sarımsaklarda prolin, aminoasit, flavonoid miktarları daha yüksek olurken; zeytinyağında bekletilen sarımsak örneklerinde ise protein ve fenolik bileşik

içeriklerinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Araştırma sonuçları sarımsağın kimyasal bileşimine ait en yüksek değerlerin sirke ve zeytinyağında, en düşük değerlerin ise doğal koşullarda -18 °C'de saklanan sarımsak örneklerinden elde edildiğini ortaya çıkartmıştır.

Sarımsağın (*Allium sativum*) böcek öldürücü aktivitesini belirlemek için esansiyel yağın kimyasal bileşimi GC/MS analizi ile belirlenmiştir. Sarımsak uçucu yağındaki ana kükürtlü bileşikler dimethyl trisulfide (%19.86), diallyl disulfide (%18.62), diallyl sulfide (%12.67), diallyl tetrasulfide (%11.34) ve 3-vinyl -[4H] 1,2-dithiin (%10.11) olarak bulunmuştur. Sarımsak esansiyel yağında bulunan diallyl disülphidin *Tenebrio molitor* (un kurdu) larvası için toksik etki yaptığı belirtilmiştir (Plata-Rueda vd., 2017).

Satyal ve diğerleri (2017), hidrodistilasyon, endüstriyel hidrodistilasyon ve endüstriyel buhar damıtma olmak üzere farklı yöntemlerle elde edilen sarımsak uçucu yağın gaz kromatografisi ve kütle spektrometrisi (GC/MS) ile analiz etmişlerdir. Clevenger tipi laboratuvar distilasyonu ile ekstrakte edilen sarımsak uçucu yağın ana bileşenleri diallyl trisulfide (%33.4), diallyl disulphide (%20.8), allyl methyl trisulfide (%19.2), allyl (E)-1-propenyl disulphide (%5.2) ve allyl methyl disulfide (%4.4); endüstriyel hidrodistilasyon ile ekstrakte edilen yağdaki ana bileşenler; diallyl trisulfide (%31.2), diallyl disulfide (%25.9), allyl methyl trisulfide (%14.5), allyl methyl disulfide (%5.2), allyl (E)-1-propenyl disulfide (%4.6) ve diallyl sulfide (%3.4) olarak belirlenmiştir. Endüstriyel buhar distilasyonu ile ekstrakte edilen yağın ana bileşenleri ise diallyl disulphide (%27.9), allyl methyl trisulfide (%17.7), diallyl trisulfide (%16.8), diallyl sulfide (%9.5), allyl methyl disulfide (%8.3) ve allyl (E)-1-propenyl disulfide (%3.7) olarak tespit edilmiştir.

Turan ve diğerleri (2017), Türkiye'nin farklı coğrafi bölgelerinde yetişen sarımsak genotiplerinin majör (N, P, K, Na, Ca, Mg, S) ve minör element (Zn, Fe, Mn ve B) içeriklerini araştırdıkları çalışmalarında, sarımsaktaki majör elementleri N (23.81 g kg<sup>-1</sup>) P (3.90 g kg<sup>-1</sup>), K (12.,33 g kg<sup>-1</sup>), Ca (0.42 g kg<sup>-1</sup>), Mg (105.09 mg kg<sup>-1</sup>) ve S (10.23 g kg<sup>-1</sup>); minör elementleri ise Zn (24.94 mg kg<sup>-1</sup>), Fe (114.69 mg kg<sup>-1</sup>), Mn (7.27 mg kg<sup>-1</sup>), B (10.02 mg kg<sup>-1</sup>) ve Na (23.40 mg kg<sup>-1</sup>) olarak belirlemişlerdir.

Soğan (*Allium cepa*) ve sarımsağın (*Allium sativum*) besin bileşimi ve fitokimyasal özelliklerinin incelendiği çalışmada mineral içeriği Atomik Absorpsiyon Spektrofotometri (AAS), protein içeriği Kjeldahl yöntemi ile analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda protein içeriği bakımından sarımsağın (%8.54), soğandan (%1.46) daha zengin, mineral madde içeriği bakımından ise demir hariç soğanın daha yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, A ve E vitaminleri soğanda daha fazla bulunurken, C vitamini oranının sarımsakta daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Dalhat vd., 2018).

Yunanistan'da yetiştirilen sarımsak genotiplerinin Ca, Mg, Fe, Mn, Zn ve Cu içeriklerinin atomik absorpsiyon spektrofotometrisi; Na, K içeriğinin ise alev fotometrisi ile belirlendiği araştırmada, sarımsak genotiplerinde 446-675 mg g<sup>-1</sup> K, 163-963 mg g<sup>-1</sup> Ca, 2.89-5.43 mg g<sup>-1</sup> Fe, 0.55-1.52 mg g<sup>-1</sup> Zn ve 23.5-61.3 mg g<sup>-1</sup> Mg tespit edilmiştir. Araştırmacılar ayrıca, sadece farklı yetiştirme bölgelerinden alınan genotipler arasında değil, aynı bölgede yetiştirilen genotipler arasında da besin değeri açısından farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir (Petropoulos vd., 2018).

Ikram ve diğerleri (2019), *Allium* türlerinin kemotaksonomik özelliklerini belirlemek için uçucu yağları geleneksel hidro-damıtma ve solventsiz mikrodalga ekstraksiyonu (SFME) kullanılarak izole ettikten sonra gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) ile analiz etmişlerdir. Araştırmacılar, 2,4-Dimethyl-5,6- dithia-2,7-nonadienal, 4,6-diethyl-1,2,3,5-tetrathiolane ve 5,7-diethyl- 1,2,3,4,6-pentathiepane'nin *Allium* 'larda kemotaksonomik belirteç olarak kullanılabileceğini vurgulamışlardır.

Kastamonu sarımsağından mikrodalga destekli Clevenger sistemiyle elde edilen yağın uçucu bileşenlerini gaz kromatografisi/kütle spektroskopisi (GC/MS) ile analiz eden Sufer ve Bozok, (2019), sarımsak uçucu yağında allyl trisulfide (%27.09), allyl methyl trisulfide (%21.26), allyl disulfane (%20.02), allyl trans-1-propenyl disulfide (%7.48), allyl methyl disulfide (%6.08), 2-vinyl-4H-1,3-dithiine (%4.32) bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Sarımsakta kalite parametreleri üzerine fotoperiyot, sıcaklık, ekim ve hasat zamanı gibi faktörlerin etkisini araştıran Atif ve diğerleri (2020), sarımsak genotiplerinin protein içeriğini Coomassie Brilliant Blue (CBB) yöntemi ile belirlemişlerdir. Araştırmacılar

sarımsak genotiplerinin çözümler protein içeriğini Ağustos ayında dikilenlerde 10.75 mg g<sup>-1</sup> olarak belirlerken, aynı değerin Ekim ayında dikilen sarımsaklarda 4.11 mg g<sup>-1</sup> olduğunu tespit etmişlerdir. Fotoperiyot ve sıcaklık etkisinin de protein içeriği üzerinde etkili olduğunu bildiren araştırmacılar, protein içeriğini gün uzunluğunun 10/14 h olduğu koşullarda 7.26 mg g<sup>-1</sup>, 12/12 h saat olduğu koşullarda 7.63 mg g<sup>-1</sup>, 14/10 h olduğu koşullarda ise 8.39 mg g<sup>-1</sup>, 25/18 °C’de 7.48 mg g<sup>-1</sup>, 30/20 °C’de mg g<sup>-1</sup>, 30/20 °C’de 8.04 mg g<sup>-1</sup> olarak belirlemişlerdir.

Özcan Sinir ve Barringer (2020), yumuşak ve sert boyunlu bazı sarımsak varyetelerinin kükürtlü bileşik içeriğini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, kükürtlü bileşik içeriği bakımından kullanılan varyeteler arasında farklılık olduğunu ve German White genotipinin Korean Mountain, Music, ve Godfathers Italian varyetelerinden daha yüksek oranda allyl mercaptan, allyl methyl disulfide, allyl methyl sulfide, allylcin, diallyl disulphide, dimethyl disulfide, dimethyl thioether, allyl methyl tetrasulfide, diallyl tetrasulfide, dimethyl trisulfide, dimethyl thiosulfide, ve methyl mercaptan içeriğine sahip olduğunu belirlemişlerdir.

Yaralı Karakan (2022), Kilis ilinde yetiştiriciliği yapılan bazı yerel sarımsak genotiplerinin kükürtlü bileşik ve mineral madde içeriğini tespit etmek amacıyla yaptığı çalışmada, sarımsak uçucu yağında en fazla bulunan kükürtlü bileşiklerin diallyl disulphide, (%22.93-34.75), trisulfide, di-2-propenyl (%3.93-8.37), ve 1-allyl-2-propenyl disulfane (%4.63-6.20) olduğunu tespit etmiştir. Kükürtlü bileşik içeriğinin yerel genotipler arasında farklılık gösterdiğini bildiren araştırmacı; diallyl disulphide oranını Kilis 3 genotipinde %34.75, Kilis 2 genotipinde %31.99, Kilis 1 genotipinde %31.03 olarak belirlemiştir. Araştırmacı ayrıca, sarımsak başlarında ve yapraklarında belirlenen başlıca minerallerin K (3792-5844 mg kg<sup>-1</sup>), Ca (1994-8732 mg kg<sup>-1</sup>) and Mg (760-2174 mg kg<sup>-1</sup>) olduğunu, Cu (4-2 mg kg<sup>-1</sup>), Mn (8- 44 mg kg<sup>-1</sup>), Fe (106-840 mg kg<sup>-1</sup>), Na (136- 208 mg kg<sup>-1</sup>), ve Zn (30-68 mg kg<sup>-1</sup>) miktarlarının ise dikkate değer düzeyde olduğunu tespit etmiştir.

### **3.MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Bitkisel Materyal**

Araştırmada Hatay ilinin Altınözü, Merkez ve Samandağ ilçelerinde yetiştiriciliği yapılan 7 farklı sarımsak genotipi (Altınözü 1, Altınözü 2, Hatay 1, Hatay 2, Samandağ 1, Samandağ 2, Samandağ 3) ile tanık çeşit olarak ülkemizde ticari olarak yetiştiriciliği yapılan Taşköprü sarımsağı kullanılmıştır. Genotiplere ait başlar yetiştiriciliğın yapıldığı bölgelerden temin edilmiştir. Sarımsak başlarının uçucu yağ, mineral madde ve % protein içeriği analizleri Kilis 7 Aralık Üniversitesi İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi (İTAMER) laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

#### **3.2.Yöntem**

##### **3.2.1. Sarımsak genotiplerinin uçucu yağ içeriğinin belirlenmesi**

Sarımsak genotiplerinin uçucu yağ analizi Calvo-Gomez ve diğerleri (2004)'ün kullandığı metot modifiye edilerek yapılmıştır. Sarımsak dişleri kabukları soyularak parçalanmış ve her örnek için sarımsak dişlerinden 5'er gr alınarak 10 ml'lik GC viallerine konmuştur. Sarımsak dişlerinin uçucu bileşenlerin ekstraksiyon işlemi, Head-space ünitesi kullanılarak 80 °C sıcaklık altındaki fırında 45 dakika boyunca bekletilerek gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon işleminden sonra uçucu bileşenler Agilent marka 7890B GC-5977 MSD model Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) ile analiz edilmiştir. Kapiler kolon olarak HP-5 MS (30 mx0.25 mm i.d., film kalınlığı 0.25 m; Hewlett-Packard) ve dedektör olarak kütle dedektörü kullanılmıştır. Analiz şartları; 3 dakika 40 °C'de bekletme ve ardından 5 °C/dk artış ile 240 °C'ye yükseltme ve bu sıcaklıkta 20dk bekletme şeklinde uygulanmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum 2 ml/dk'lık bir lineer akışta kullanılmıştır. Kütle spektrumları 70 eV değerinde elde edilmiş ve iyon kaynağı sıcaklığı 230 °C olarak ayarlanmıştır (Şekil 3.1). Uçucu bileşiklerin alıkonma indekslerine bağlı olarak kolon çıkış sürelerini gösteren kromatogramlar elde edilmiştir. Parçalanmış iyonların kütle dedektörüne geliş zamanlarına göre NİST ve WİLEY kütüphanelerinden faydalanılarak uçucu bileşenlerin yüzde miktarları hesaplanmıştır.

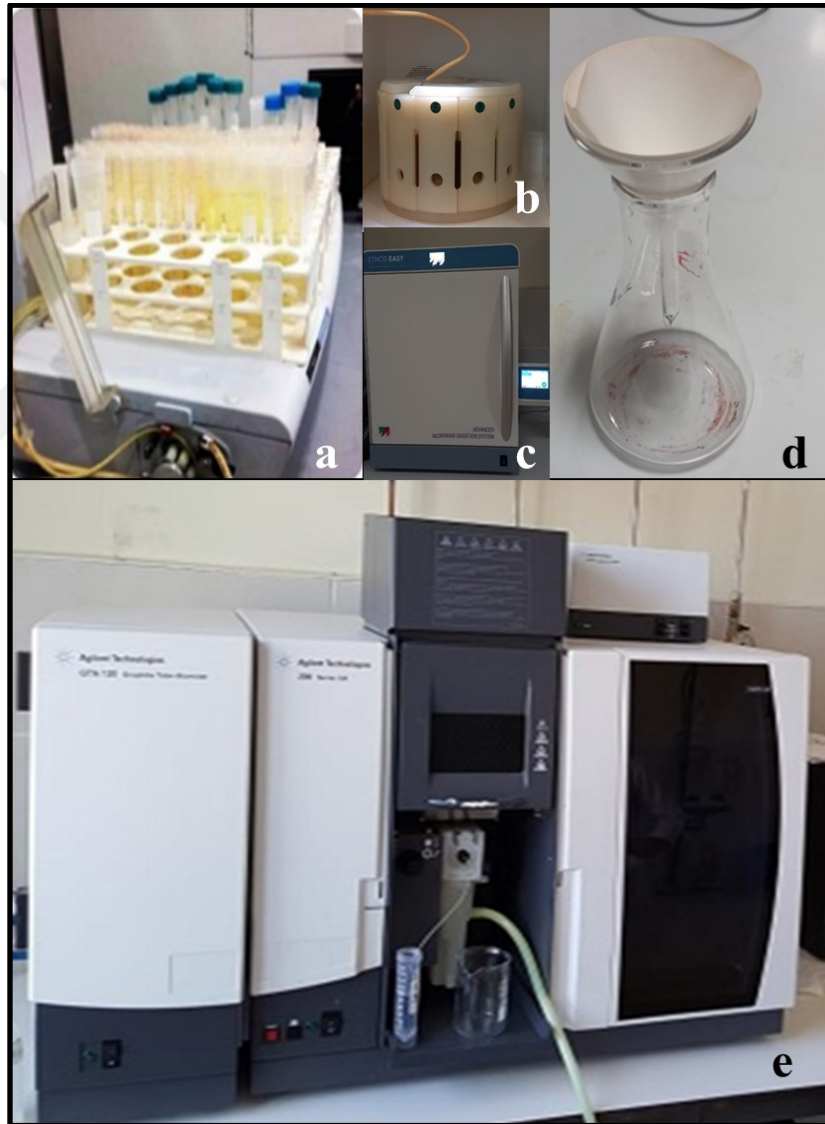


**Şekil 3.1.** Sarımsak genotiplerinin uçucu yağ içeriğinin belirlenmesi: **a)** örneklerin parçalanarak viyallere alınması, **b-c.** örneklerin ekstraksiyonu **d.** örneklerin analizi

### 3.2.2. Sarımsak genotiplerinin mineral madde içeriğinin belirlenmesi

Sarımsak genotiplerinin mineral madde içeriği analizi Petropoulos ve diğerleri (2018)'e göre yapılmıştır. Buna göre, sarımsak dişleri soyularak dilimler halinde kesilmiş, örnekler 72 °C'de basınçlı hava fırınında kurutulmuş ve kurutulan örnekler havan yardımı ile toz haline getirilmiştir. Ardından 0.25 gr örnek alınarak, 9 ml nikrik asit

(HNO<sub>3</sub>) ve 3 ml hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ile karıştırılarak mikro dalga fırında 200W güç altında 30 dakika boyunca yakılmıştır. Yakılan örnekler 125 mm çapında 42 Whatman filtre kâğıtlarından süzülerek 50 ml'lik plastik tüpler içerisine alınarak son hacim 25 ml olacak şekilde saf su eklenerek seyreltilmiştir. Kalsiyum (Ca), Magnezyum (Mg), Demir (Fe), Manganez (Mn), Çinko (Zn), Bakır (Cu) içeriği Atomik Absorpsiyon Spektrometresi (AAS, Perkin Elmer 1100B, Waltham, MA, ABD), Sodyum (Na) ve Potasyum (K) içerikleri ise Alev Fotometresi (Sherwood Model 410, Cambridge, UK) ile belirlenmiştir (Şekil 3.2).



**Şekil 3.2.** Sarımsak genotiplerinde mineral madde tayini: a).örneklerin hazırlanması, b-c). örneklerin mikrodalga fırında yakılması, d).yakılan örneklerin süzülmesi e). element analizi

### 3.2.3. Sarımsak genotiplerinin protein içeriğinin belirlenmesi

Sarımsak genotiplerinin protein analizi Jung ve diğerleri (2003)'e göre Kjeldahl yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Buna göre, 0.25 g örnek tartılmış, ardından örneklere 15 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 5.57 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0.033 g CuSO<sub>4</sub> ve 0.2 g TiO<sub>2</sub> içeren katalizör tablet (Pro-Pac Tablets N. TT-57; Alfie Packers Inc., Omaha, NE) ilave edilerek yaklaşık 3.5 saat çeker ocakta yakılmıştır. Yakılan örneklerin damıtılması VELP marka UDK 159 model destilasyon ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Alkali damıtma ortamı üretmek için %40 NaOH ve damıtılmış amonyağı toplamak için %4 borik asit çözeltisi kullanılmıştır. Titrasyonlar standardize edilmiş 0.1 N HCl (hidroklorik asit) ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3). Titrasyonun bitiş noktasını belirlemek için indikatör kullanılmıştır (300 ml %95 etanol içinde 0.375 g metil kırmızısı ve 0.250 g metilen mavisi). % Azot ve protein miktarı hesapları AOAC (2016) prosedürüne göre protein aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Protein} = ((\text{Sarfiyat} - \text{Kör}) \times \text{Normalite} \times 1.4) / \text{Örnek Miktarı} \times 6.25$$

$$\% \text{ M} = ((\text{Sarfiyat} - \text{Tank}) \times \text{F} \times \text{N} \times \text{m}) / \text{t}$$

f: Asidin faktörü

N: Asidin normalitesi (0.2)

m: 1.4 Sabit sayı

t: Numan ağırlığı (g)

6.25: Sarımsaktaki protein için sabit katsayı



**Şekil 3.3.** Sarımsak genotiplerinde protein tayini: **a.** Örneklerin tartılması, **b.** Çeker ocakta yakma işlemi **c - d.** Damıtma işlem basamakları, **e-f.** Titrasyon işlemi

### 3.3. İstatistik Analiz

Mineral madde ve % protein analizlerinden 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. Genotiplerin kükürtlü bileşik, mineral madde ve %protein içeriklerine göre dağılımını belirlemede temel bileşenler analizi (PCA) ve hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) kullanılmıştır. İncelenen parametlerin ve genotiplerin dağılımı ilk iki bileşen (PC1 ve PC2) kullanılarak hesaplanmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Sarımsak Genotiplerinin Uçucu Yağ İçeriği

Sarımsak genotiplerinin uçucu yağında başta diallyl disulphide (%41.51-59.48), disulfide, methyl 2-propenyl (%8.84-22.64), diallyl sulfide (%4.83-12.35) ve sulfide, allyl methyl (%3.75- 10.38) olmak üzere 10 kükürlü bileşik tespit edilmiştir (Tablo 4.1). Araştırmada kullanılan tüm sarımsak genotiplerinin uçucu yağının ana bileşeni diallyl disulphide olarak belirlenmiştir. Genotiplerin içerdiği diallyl disulphide miktarı %41.51 ile %59.48 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek değer (%59.48) Altınözü 2 genotipinde tespit edilmiş ve bu genotipi %55.87 ile Taşköprü sarımsağı, %55.08 ile Altınözü 1, %53.41 ile Hatay 1, %50.59 ile Hatay 2, %47.48 ile Samandağı 1, %41.51 ile ise Samandağı 2 genotipleri izlemiştir. Sarımsak uçucu yağının en yüksek ikinci bileşeni olan disulphide, methyl 2-propenyl en fazla Taşköprü sarımsağında (%22.64) tespit edilmiştir. Taşköprü sarımsağının ardından en yüksek değerler Hatay 2 (%17.73), Samandağ 2 (%16.79), Hatay 1 (%16.58) ve Altınözü 1 (%16.08) genotiplerinden elde edilmiştir. Sarımsak uçucu yağının en yüksek üçüncü bileşeni olan diallyl sulfide miktarı en yüksek genotipler sırasıyla Altınözü 1 (%12.35), Hatay 2 (%12.22), Hatay 1 (%10.93), Altınözü 2 (%9.94), Samandağ 2 (%9.81), Samandağ 3 (%7.42), Taşköprü (%7.36) ve Samandağ 1 (%4.83) genotipleri olmuştur. Benzer şekilde Elnima ve diğerleri (1983), Lee ve diğerleri (2002), Calvo-Gomez ve diğerleri (2004), Casella ve diğerleri (2013), Keles ve diğerleri (2014), Molina-Calle ve diğerleri (2016), Satyal ve diğerleri (2017), Özcan Sinir ve Barringer (2020) ve Yaralı Karakan (2022), yaptıkları çalışmalarda diallyl disulphidin sarımsak uçucu yağının ana bileşeni olduğunu bildirmişlerdir. Bu bulguların aksine, Avato ve diğerleri. (1998)'in güney İtalya ve Akdeniz bölgelerinden topladıkları sarımsak genotiplerinde yaptıkları çalışmada sarımsak yağının uçucu bileşenleri arasında diallyl trisulfide ve diallyl disulphidin temel bileşen olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde, Jirovetz ve diğerleri (1992), Rohani ve diğerleri (2011), Dziri ve diğerleri (2014), Hassaan ve Soltan, (2016) sarımsak uçucu yağının ana bileşenin diallyl trisulfide olduğunu bildirmişlerdir. Bazı çalışmalarda ise sarımsak uçucunu yağının ana bileşeninin allyl trisulfide (Kozan, 2012; Sufer ve Bozok, 2019) ve 3-vinyl-4H-1,2-dithiin (%31.89) olduğu (Dery vd., 2010) ifade edilmiştir. Farklı araştırmalarda bulunan bu sonuçlar coğrafi konum (toprak içeriği, iklim farkı vb.), genetik çeşitlilik ve ekstraksiyon teknikleri gibi faktörlere bağlı olarak

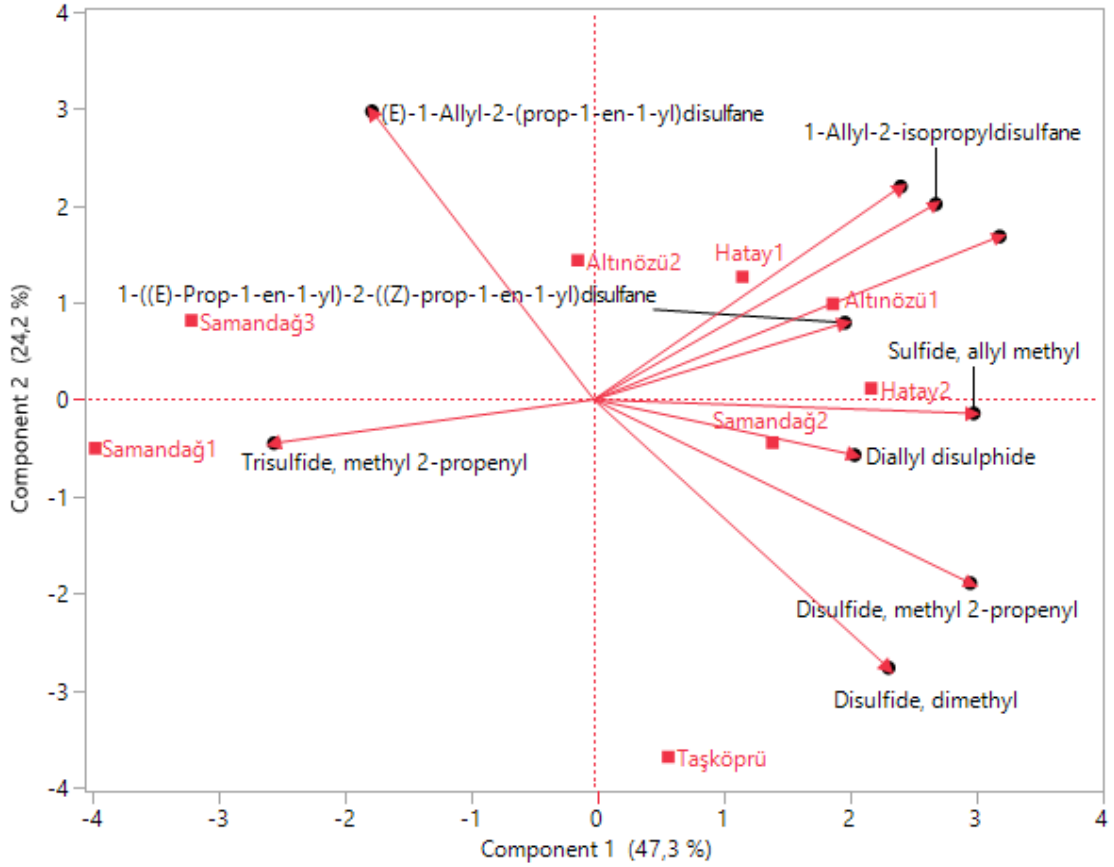
değişebilmektedir (Sufer ve Bozok 2019). Örneğin Kastamonu ve Çin sarımsağının uçucu yağının temel bileşeninin diallyl sulfide olduğunu bildiren Keles ve diğerleri (2014); bu bileşenin oranının Kastamonu sarımsağında %41.87, Çin sarımsağının ise %34.95 seviyelerinde olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmada sarımsak genotiplerinde belirlenen diğer kükürtlü bileşikler sulfide allyl methyl, disulfide dimethyl, (Z)-1-Methyl-2-(prop-1-en-1-yl)disulfane, 1-Allyl-2-isopropylsulfane, 1-((E)-Prop-1-en-1-yl)-2-((Z)-prop-1-en-1-yl)disulfane, trisulfide, methyl 2-propenyl olarak tespit edilmiştir. Diğer kükürtlü bileşiklerin aksine trisulfide, methyl 2-propenyl sadece Samandağı 1 (%0.21) genotipinde, 1-((E)-Prop-1-en-1-yl)-2-((Z)-prop-1-en-1-yl) disulfane ise Altınözü 1 (%0.24) ve Hatay 2 (%0.21) genotiplerinde tespit edilmiştir. Disülfidler ve tri-sülfidler, sarımsak ve sarımsaktan elde edilen ürünlerin karakteristik aroma bileşikleri olarak bilinmektedir (Molina-Calle vd., 2016; Satyal vd., 2017).

**Tablo 4.1.** Sarımsak genotiplerinin kükürtlü bileşik içeriği

Kükürtlü bileşik	Genotip															
	Altınözü 1		Altınözü 2		Hatay 1		Hatay 2		Samandağ 1		Samandağ 2		Samandağ 3		Taşköprü	
	Alkonma zamanı (RT)	% Alanı	Alkonma zamanı (RT)	% Alanı	Alkonma zamanı (RT)	% Alanı	Alkonma zamanı (RT)	% Alanı	Alkonma zamanı (RT)	% Alanı	Alkonma zamanı (RT)	% Alanı	Alkonma zamanı (RT)	% Alanı	Alkonma zamanı (RT)	% Alanı
1-Allyl-2-isopropyl-disulfane	10.792	0.55	10.795	0.26	10.793	0.64	10.793	0.34	-	-	10.795	0.36	-	-	-	-
(E)-1-Allyl-2-(prop-1-en-1-yl)-disulfane	11.539	2.41	11.546	5.27	11.533	3.31	11.537	2.01	11.537	3.15	11.540	2.05	11.531	4.97	-	-
Diallyl sulfide	6.828	12.35	6.836	9.94	6.829	10.93	6.834	12.22	6.835	4.83	6.841	9.81	6.835	7.42	8.58	7.36
Diallyl disulphide	11.483	55.08	11.491	59.48	11.465	53.41	11.479	50.59	11.465	47.48	11.484	41.51	-	-	13.498	55.87
Disulfide, dimethyl	5.839	0.82	5.848	0.54	5.842	0.80	5.846	1.29	-	-	5.855	1.72	-	-	7.442	2.67
Disulfide, methyl 2-propenyl	8.765	16.08	8.769	15.28	8.764	16.58	8.766	17.73	8.769	8.84	8.771	16.79	8.761	9.65	10.671	22.64
(Z)-1-Methyl-2-(prop-1-en-1-yl)-disulfane	8.893	0.37	8.897	0.60	8.894	0.61	8.892	0.39	-	-	8.896	0.46	-	-	-	-
1-((E)-Prop-1-en-1-yl)-2-((Z)-prop-1-en-1-yl)-disulfane	16.366	0.24	-	-	-	-	16.366	0.21	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulfide, allyl methyl	4.507	7.67	4.512	5.44	4.507	6.59	4.506	9.81	4.516	3.75	4.507	10.38	4.504	5.15	5.728	6.42
Trisulfide, methyl 2-propenyl	-	-	-	-	-	-	-	-	15.037	0.21	-	-	-	-	-	-

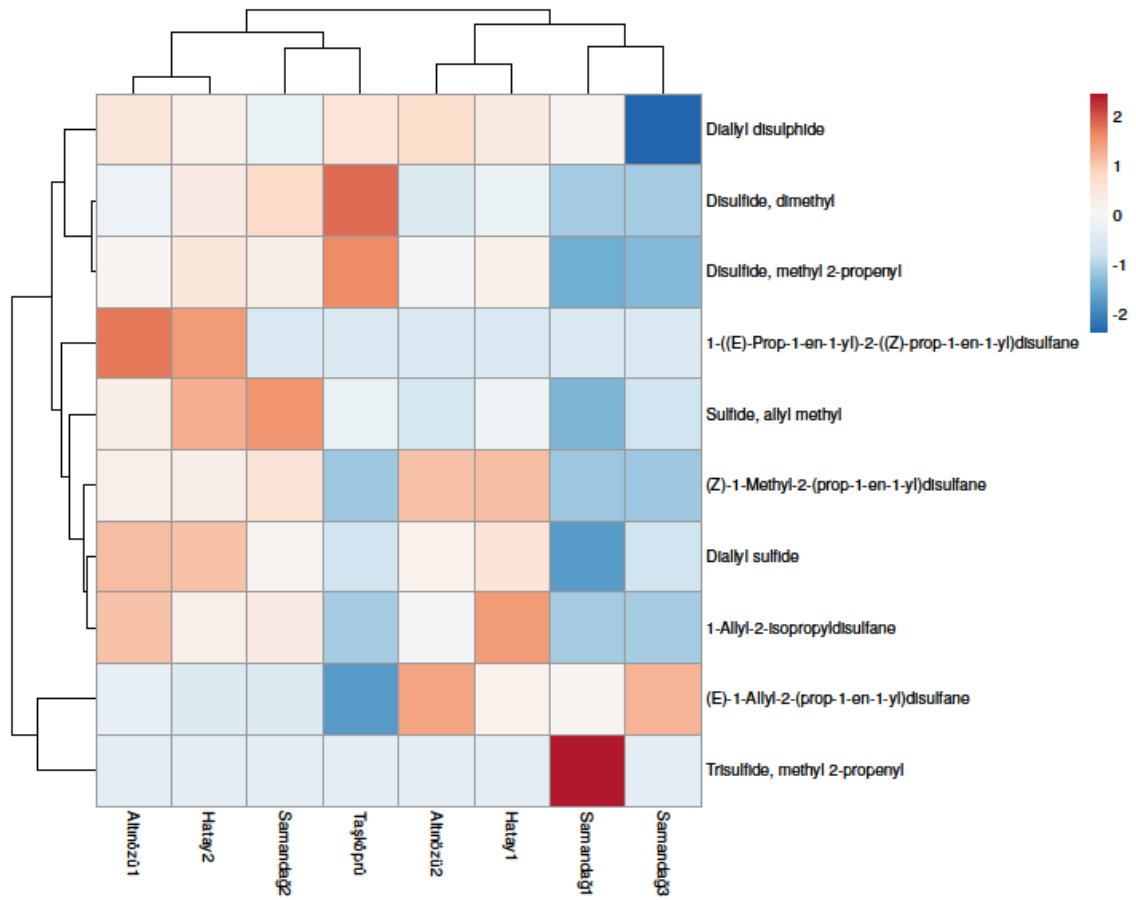
Araştırmada kükürtlü bileşikler ve genotipler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla temel bileşenler analizi (PCA) yapılmıştır. Temel bileşenler analizi ile elde edilen biplot grafiğine göre sarımsak genotipleri ile kükürtlü bileşikler arasındaki ilişkiler Şekil 4.1’de verilmiştir. Biplot yöntemi kullanılarak yapılan hesaplamada temel bileşen 1 (%47.3) ve temel bileşen 2 (%24.2) toplam varyasyonun %71.5’ni oluşturmuştur. Biplot grafiği incelendiğinde, dar ağıya sahip olan diallyl sulfide ile 1-allyl-2-isopropyldisulfane arasında pozitif bir ilişki varken; daha geniş ağıya sahip olan diallyl sulfide ve trisulfide, methyl 2-propenyl arasında negatif bir ilişki bulunduğu görülmektedir. Benzer Şekilde aralarında pozitif ilişki bulunan disulfide, methyl 2-propenyl ve disulfide, dimethyl; (E)-1-allyl-2-(prop-1-en-1-yl)disulfane ile negatif ilişkilidir. Bu sonuçlara ek olarak, biplot grafiğinde yer alan vektörlerin orijinden uzaklaşması genotipler arasındaki varyasyon arttığını, orijine yaklaşmaları ise varyasyonun azaldığını göstermektedir. Örneğin; diallyl disulphide bileşenine ait vektörün orijine olan yakınlığından genotipler arasında bu bileşen açısından var olan varyasyonun azaldığını, bunun aksine orjinden en uzak olan iki vektör ile ifade edilen disulfide, dimethyl ve (E)-1-allyl-2-(prop-1-en-1-yl)disulfane bileşenleri bakımından genotipler arasındaki varyasyonun arttığı söylenebilmektedir.



**Şekil 4.1.** Temel bileşenler analizi ile elde edilen biplot grafiğine göre sarımsak genotipleri ile kükürtlü bileşikler arasındaki ilişkiler.

Sarımsak genotiplerinde tespit edilen kükürtlü bileşik içeriği açısından sarımsak genotipleri arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları ortaya koymak amacıyla temel bileşenler analizi yöntemiyle ısı haritası elde edilmiştir (Şekil 4.2). Isı haritası genotiplerdeki kükürtlü bileşik yoğunluğunun daha iyi gözlenmesine olanak sağlamaktadır. Satırlarda kükürtlü bileşiklerin, sütunlarda ise genotiplerin yer aldığı ısı haritasında gruplamalar korelasyon mesafesi ve ortalama değerlere göre belirlenmiştir. Isı haritasında koyu maviden koyu kırmızıya doğru değişen renkler genotiplerde bulunan kükürtlü bileşiklerin oranını göstermekte, mavi rengin koyulaşması bileşen miktarının azaldığını, rengin kırmızıya doğru değişimi ve koyulaşması ise bileşen miktarının arttığını göstermektedir. Şekil 4.2 incelendiğinde, Altınöz 1 genotipinin 1-((E)-prop-1-en-1-yl)-2-((Z)-prop-1-en-1-yl)disulfane, diallyl sulfide, 1-Allyl-2-isopropylidysulfane ve diallyl disulphide bakımından; Hatay 2 genotipinin 1-((E)-prop-1-en-1-yl)-2-((Z)-prop-1-en-1-yl)disulfane, sulfide, allyl methyl ve diallyl sulfide bakımından; Samandağ 2 genotipinin sulfide, allyl methyl bakımından, Altınöz 2

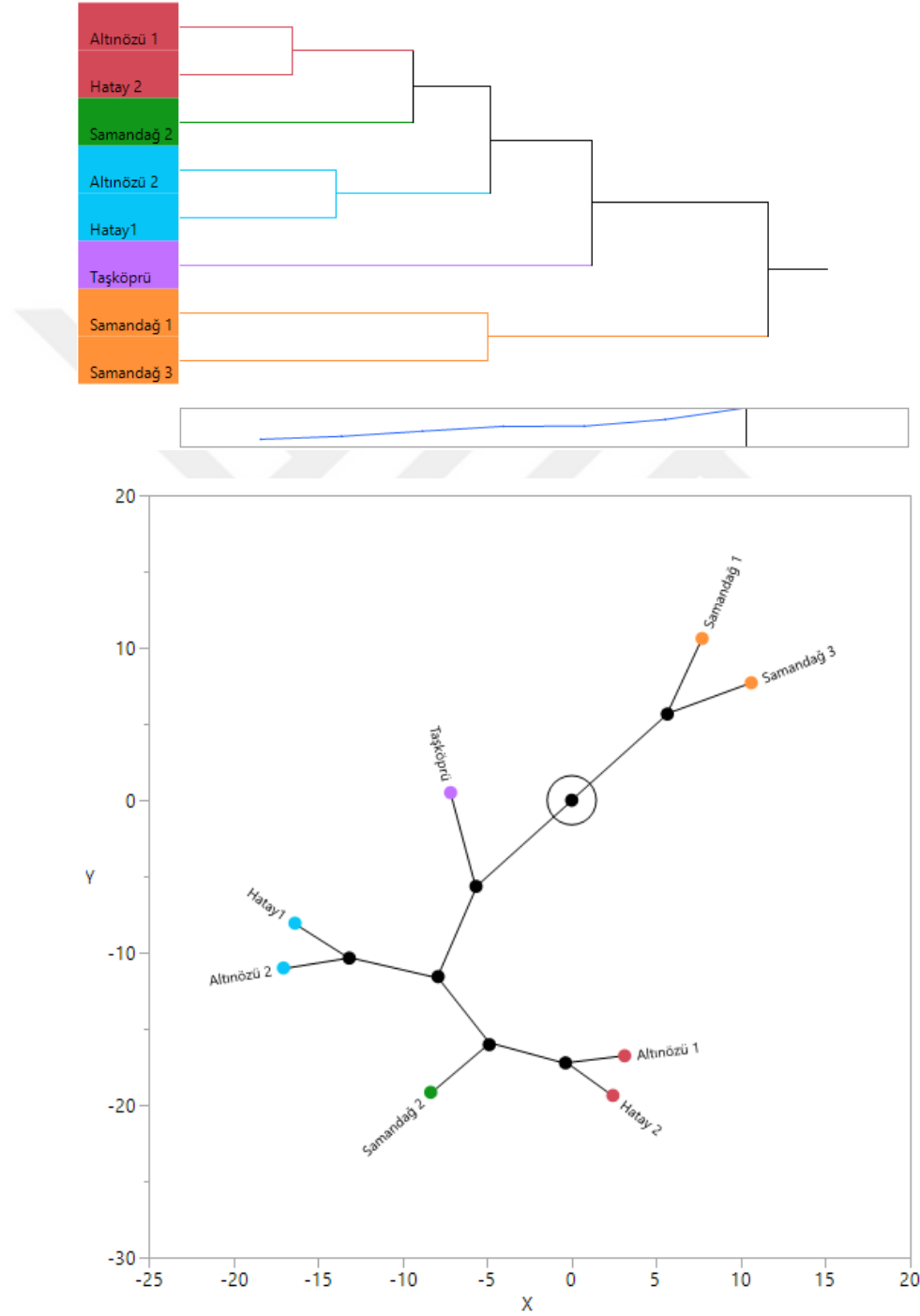
genotipinin (E)-1-allyl-2-(prop-1-en-1-yl)disulfane ve (Z)-1-methyl-2-(prop-1-en-1-yl)disulfane bakımından, Hatay 1 genotipinin 1-allyl-2-isopropylidisulfane ve (Z)-1-methyl-2-(prop-1-en-1-yl)disulfane bakımından, Samandağı 1 genotipinin trisülfide, methyl 2-propenyl bakımından, Samandağ 3 genotipinin ise 1-allyl-2-isopropylidisulfane bakımından diğer genotiplere göre daha zengin olduğu görülmektedir. Araştırmada tanık olarak kullanılan Taşköprü sarımsağı ise disulfide, dimethyl ve disulfide, methyl 2-propenyl bakımından daha yüksek değerlere sahip olmuştur.



**Şekil 4.2.** Temel bileşenler analizi ile elde edilen ve sarımsak genotiplerindeki kükürtlü bileşik yoğunluğunu gösteren ısı haritası.

İki yönlü hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) sonuçları da sarımsak genotiplerinin kükürtlü bileşenler bakımından farklı gruplara ayrıldığını ortaya çıkartmıştır. Şekil 4.3'te yer alan dendogram ve takımyıldızı grafikleri incelendiğinde sarımsak genotiplerinin kükürtlü bileşik içerikleri bakımından iki temel gruba ayrıldıkları açıkça görülmektedir. Buna göre; birinci grup Samandağ 1 ve Samandağ 2 genotiplerinden

oluşurken ikinci grupta Taşköprü sarımsağı diğer genotiplerden ayrılarak tek başına bir dallanma yapmış; Altınöz 1, Hatay 2, Samandağ 2, Altınöz 2, Hatay 1 genotipleri ise aynı grupta yer almıştır.



**Şekil 4.3.** Sarımsak genotiplerinin kükürlü bileşik içeriğine göre iki yönlü hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) ile elde edilen dendrogram ve takımıyıldızı grafiği

## 4.2. Sarımsak Genotiplerinin Mineral Madde İçeriği

Sarımsak genotiplerinin mineral madde içerikleri Tablo 4.2’de verilmiştir. Tablo 4.2 incelendiğinde sarımsak genotiplerinde belirlenen mineral maddelerin potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), sodyum (Na), bakır (Cu), demir (Fe), mangan (Mn) ve çinko (Zn) olduğu ve miktarlarının genotipler arasında farklılık gösterdiği görülmektedir. Genotiplerin mineral madde içeriği ele alındığında K miktarının 507.68 mg kg<sup>-1</sup> ile 433.80 mg kg<sup>-1</sup>, Ca miktarının 5.85 mg kg<sup>-1</sup> ile 3.23 mg kg<sup>-1</sup>, Mg miktarının 14.59 mg kg<sup>-1</sup> ile 14.12 mg kg<sup>-1</sup>, Na miktarının 11.46 mg kg<sup>-1</sup> ile 6.12 mg kg<sup>-1</sup>, Mn miktarının 0.31 mg kg<sup>-1</sup> ile 0.17 mg kg<sup>-1</sup>, Fe miktarının 1.07 mg kg<sup>-1</sup> ile 0.13 mg kg<sup>-1</sup>, Cu miktarının 0.15 mg kg<sup>-1</sup> ile 0.03 mg kg<sup>-1</sup>, Zn miktarının 0.62 mg kg<sup>-1</sup> ile 0.34 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği tespit edilmiştir. Benzer bir çalışma da sarımsak başlarında yüksek oranda potasyum, önemli oranlarda da Mg, Ca ve Na bulunduğunu tespit eden Haciseferoğulları ve diğerleri (2005), sarımsak başlarında 21378.84 mg kg<sup>-1</sup> K, 6009.37 mg kg<sup>-1</sup> P, 1056.15 mg kg<sup>-1</sup> Mg, Na (532.78 ppm Na ve 363.61 ppm Ca bulunduğunu bildirmişlerdir. Yunanistan orijinli yerel sarımsak genotipleri ile ticari sarımsak çeşitlerinin kullanıldığı başka bir çalışmada ise sarımsak materyalinin başlıca mineral bileşenlerinin K ve Ca olduğu ve K içeriğinin 446 ile 675 mg g<sup>-1</sup>, Ca içeriğinin ise 163 ile 963 mg g<sup>-1</sup> arasında değiştiği, buna karşın Fe ve Zn içeriklerinin de dikkate değer miktarlarda olduğu tespit edilmiştir (Petropoulos vd., 2018). Benzer çalışmalarda da Sajid ve diğerleri (2014), Divya ve diğerleri. (2017), Yarali Karakan (2022) sarımsaktaki ana mineralin K olduğunu bildirilmiştir. Bu çalışmaların aksine, Akinwande ve Olatunde (2015) sarımsağın ana mineral bileşenlerinin P (4777.88 mg kg<sup>-1</sup>) ve Zn (66.08 mg kg<sup>-1</sup>) olduğunu buna karşın Ca, Mg, Fe ve Al içeriğinin çok düşük düzeylerde olduğunu bildirmiştir. Sarımsağın mineral bileşiminin değişkenlik gösterdiğini bildiren Turan ve diğerleri (2017), bu bileşiminde 23.81 g kg<sup>-1</sup> N, 3.90 g kg<sup>-1</sup> P, 12.33 g kg<sup>-1</sup> K, 0.42 g kg<sup>-1</sup> Ca, 10.50 g kg<sup>-1</sup> Mg, 10.23 g kg<sup>-1</sup> S, 2.49 g kg<sup>-1</sup> Zn, 11.46 g kg<sup>-1</sup> Fe, 0.72 g kg<sup>-1</sup> Mn, 1.00 g kg<sup>-1</sup> B ve 2.34 g kg<sup>-1</sup> Na bulunduğunu bildirmişlerdir. Farklı araştırmacılar tarafından sarımsağın mineral bileşimine ilişkin sonuçlardaki farklılıkların, iklim koşulları, genotip ve analitik prosedürler gibi birçok faktörün etkisine bağlı olduğu düşünülmektedir (Martins vd., 2016; Turan vd., 2017). Örneğin; Saadatu ve Mshelia (2013) Nijerya, Senegal ve Çad’da yetiştirilen sarımsak genotiplerinde yaptıkları çalışmada Nijerya’da yetiştirilen sarımsaklarda P (1.29 mg l<sup>-1</sup>)

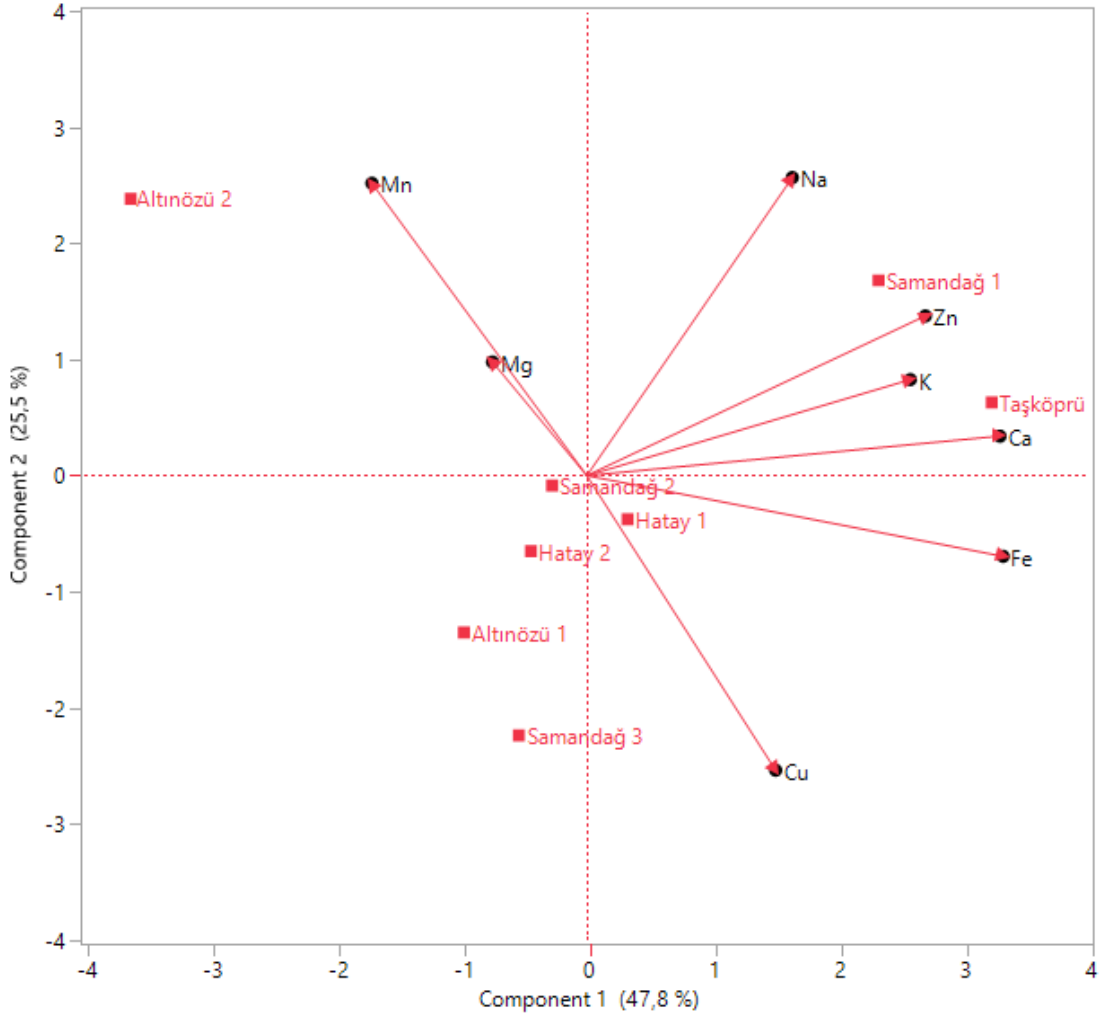
ve Cu (0.017 mg l<sup>-1</sup>), Senegal’de yetiştirilen sarımsaklarda Ca (8.639 mg l<sup>-1</sup>) ve Çad’da yetiştirilen sarımsaklarda ise K (68.26 mg l<sup>-1</sup>), Mg (51.60 mg l<sup>-1</sup>) ve Mn (0.212 mg l<sup>-1</sup>) miktarlarının daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir.

**Tablo 4.2.** Sarımsak genotiplerinin mineral madde içeriği

Genotip	Mineral madde							
	K	Ca	Mg	Na	Mn	Fe	Cu	Zn
Altınözül	433.80h*	3.87g	16.13f	7.23g	0.17h	0.64f	0.11f	0.38f
Altınözül 2	440.71f	3.23h	17.84e	8.65d	0.31a	0.13h	0.03h	0.35g
Hatay 1	451.83c	4.24c	19.70b	8.54e	0.18e	0.71c	0.14b	0.48c
Hatay 2	438.22g	4.03e	19.27c	7.77f	0.18f	0.67e	0.12d	0.46d
Samandağ 1	456.76b	5.14b	17.89d	11.46a	0.19d	0.94b	0.09g	0.62a
Samandağ 2	444.86e	4.01f	19.76a	9.80b	0.20c	0.64g	0.15a	0.41e
Samandağ 3	447.27d	4.20d	14.12h	6.12h	0.18g	0.70d	0.13c	0.34h
Taşköprü	507.68a	5.85a	14.59g	9.35c	0.21b	1.07a	0.11e	0.50b

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

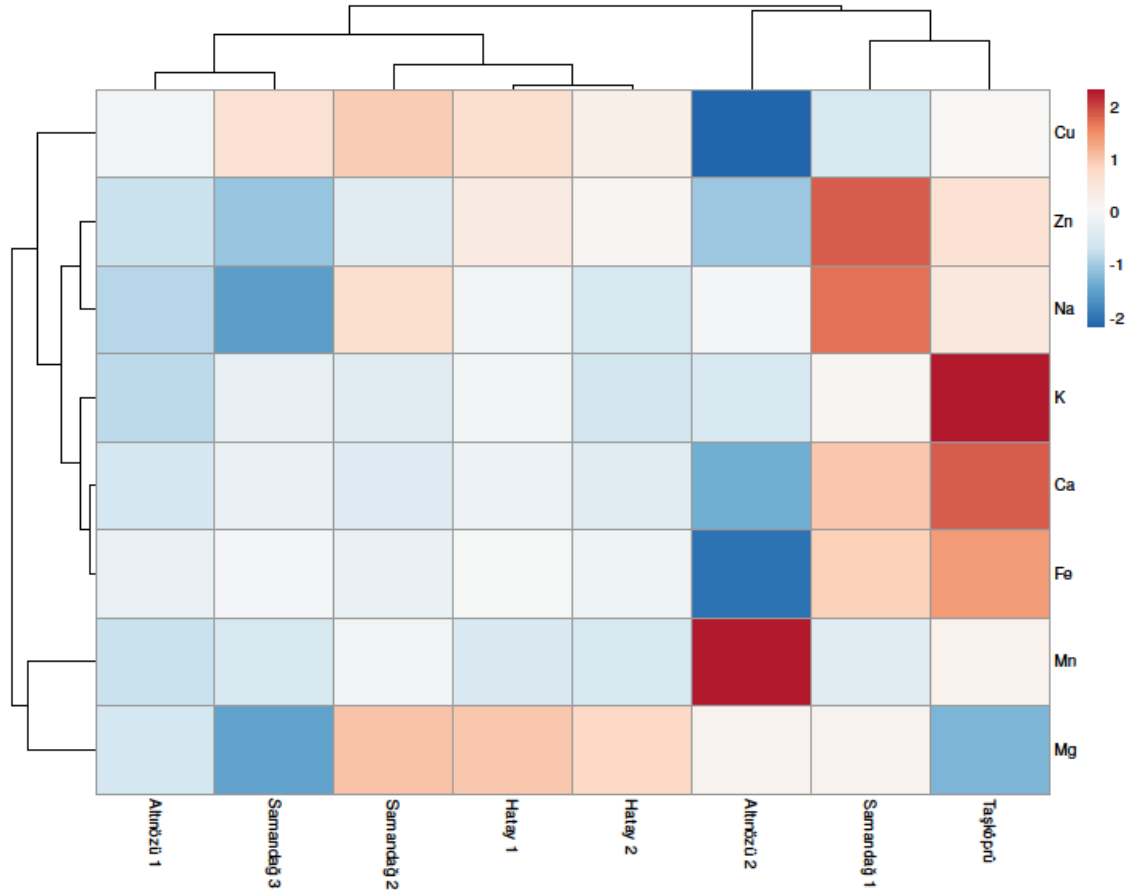
Temel bileşenler analizi (PCA) ile elde edilen biplot grafiğine göre sarımsak genotipleri ile mineral maddeler arasındaki ilişkiler Şekil 4.4’de verilmiştir. Biplot yöntemi kullanılarak yapılan hesaplamada, temel bileşen 1 (%47.8) ve temel bileşen 2 (%25.5) toplam varyasyonun %73.3’ünü oluşturmuştur. Biplot grafiğinde mineralleri gösteren vektörler arasında dar açığa sahip olan çinko (Zn) ile potasyum (K) arasında pozitif bir ilişki varken; daha geniş açığa sahip olan demir (Fe) ve mangan (Mn) arasında negatif bir ilişki olduğu görülmektedir. Buna karşın aralarında pozitif ilişki bulunan demir (Fe) ve kalsiyum (Ca), mangan (Mn) ve magnezyum (Mg) ile negatif ilişkilidir. Bu sonuçlara ek olarak biplot grafiğinde yer alan vektörlerin orijinden uzak veya yakın olma durumlarına göre de genotipler arasında mineral içeriği bakımından bir varyasyonun olup olmadığı tespit edilebilmektedir. Örneğin, magnezyuma (Mg) ait vektörün orijine olan yakınlığından genotipler arasında bu mineral açısından var olan varyasyonun azaldığı, bunun aksine, orijine en uzak olan iki vektör ile ifade edilen mangan (Mn) ve demir (Fe) mineralleri bakımından genotipler arasındaki varyasyonun arttığı söylenebilmektedir.



Şekil 4.4. Temel bileşenler analizi ile elde edilen biplot grafiğine göre sarımsak genotipleri ile mineral maddeler arasındaki ilişkiler.

Sarımsak genotiplerindeki mineral madde yoğunluğunun daha iyi gözlenmesine olanak sağlamak amacıyla temel bileşenler analizi yöntemiyle elde edilen ısı haritası Şekil 4.5'te verilmiştir. Satırlarda mineral maddelerin, sütunlarda ise genotiplerin yer aldığı ısı haritasında gruplamalar korelasyon mesafesi ve ortalama değerlere göre belirlenmiştir. Isı haritasında koyu maviden koyu kırmızıya doğru değişen renkler genotiplerde bulunan mineral maddelerin oranını göstermekte, mavi rengin koyulaşması bileşen miktarının azaldığını, rengin kırmızıya doğru değişimi ve koyulaşması ise bileşen miktarının arttığını ifade etmektedir. Şekil 4.5 incelendiğinde, bakır (Cu) içeriği bakımından Samandığ 2, Samandığ 3 ve Hatay 1; çinko (Zn) içeriği bakımından Samandığ 1, Hatay 1 ve Hatay 2; sodyum (Na) içeriği bakımından Samandığ 2, Altınözü 2 ve Hatay 1; potasyum içeriği bakımından Samandığ 1, Hatay 1 ve

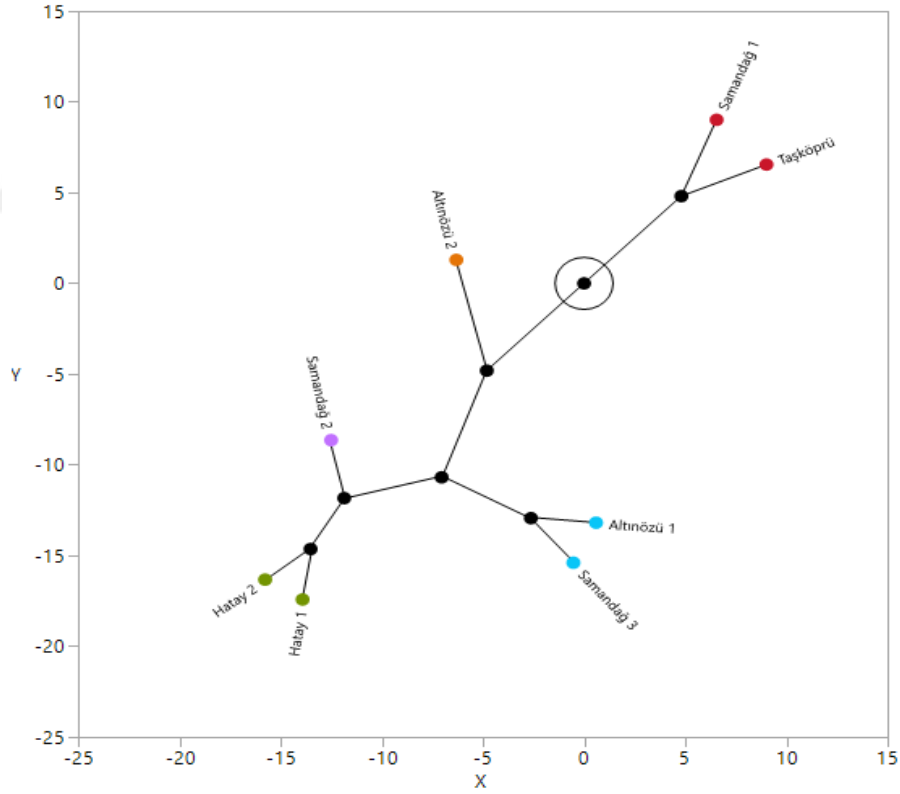
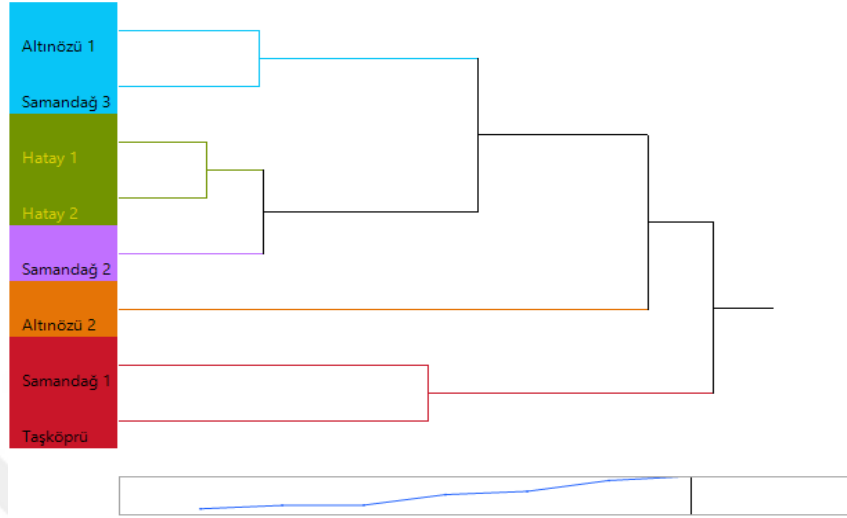
Samandağ 3; kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) içeriği bakımından Samandağ 1; mangan (Mn) içeriği bakımından Altınözü 2; magnezyum içeriği bakımından ise Samandağ 2, Hatay 1 ve Hatay 2 genotiplerinin ön plana çıktığı görülmektedir. Araştırmada tanık olarak kullanılan Taşköprü sarımsağının ise potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) içeriği bakımından diğer genotiplerden daha zengin olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 4.5.** Temel bileşenler analizi ile elde edilen ve sarımsak genotiplerindeki mineral madde yoğunluğunu gösteren ısı haritası.

İki yönlü hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) sonuçları da sarımsak genotiplerinin içerdikleri mineral maddeler bakımından farklı gruplara ayrıldığını ortaya çıkartmıştır. Şekil 4.6'da yer alan dendogram ve takımyıldızı grafikleri incelendiğinde sarımsak genotiplerinin mineral madde içerikleri bakımından önce iki temel gruba ayrıldıkları açıkça görülmektedir. Birinci grup, Samandağ 1 ve Taşköprü genotiplerinden oluşurken, ikinci grupta Altınözü 2 sarımsağı diğer genotiplerden ayrılarak tek başına bir dallanma yapmıştır. İkinci alt grup da yine iki gruba ayrılmış birinci grupta Altınözü

1 ve Samandağ 2 genotipleri yer alırken, ikinci grupta Hatay 1, Hatay 2 ve Samandağ 2 genotipleri yer almıştır.



**Şekil 4.6.** Sarımsak genotiplerinin mineral madde içeriğine göre iki yönlü hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) ile elde edilen dendrogram ve takımyıldızı grafiği.

### 4.3. Sarımsak Genotiplerinin % Protein İçeriği

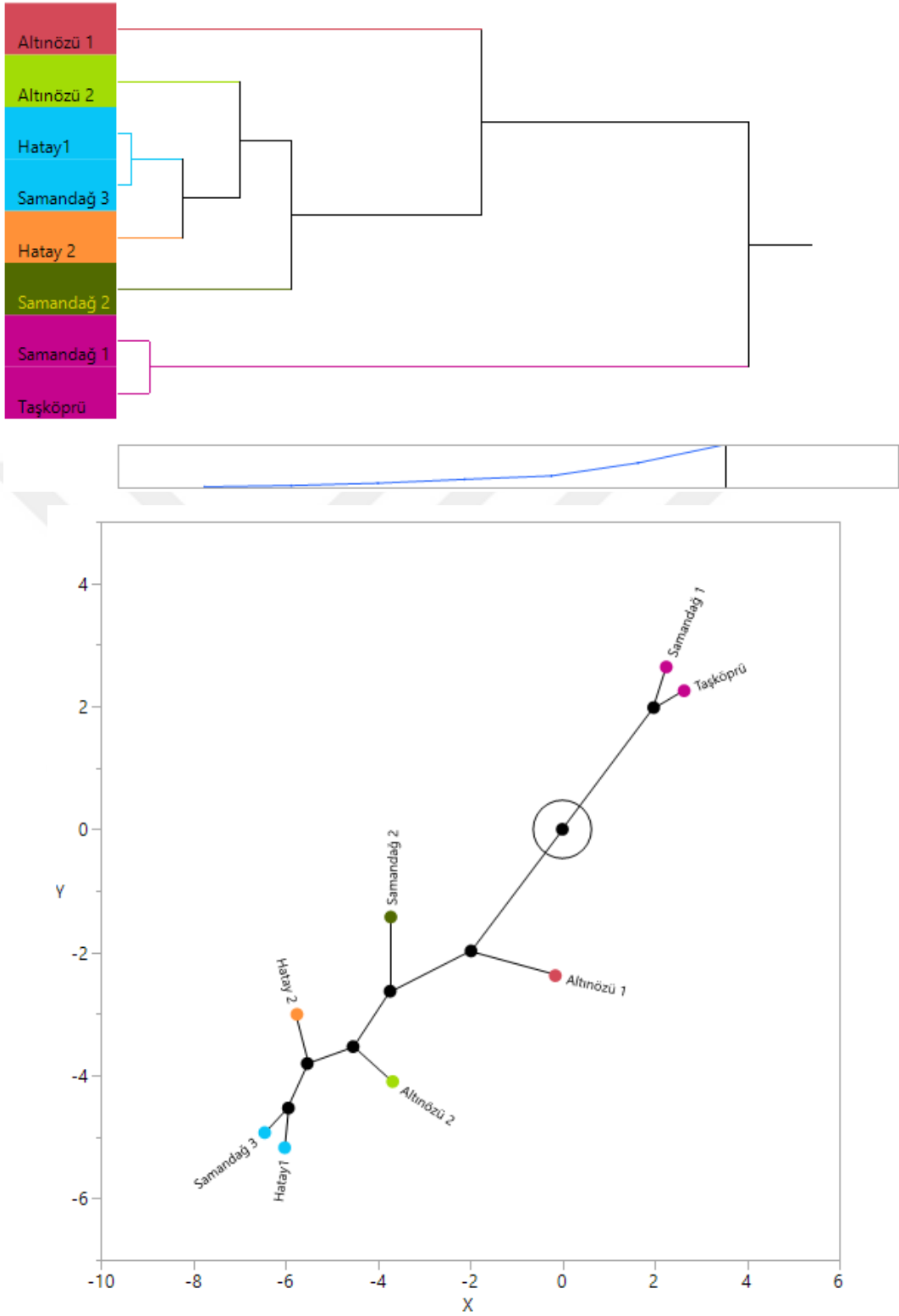
Sarımsak genotiplerinin % protein içerikleri Tablo 4.3’de verilmiştir. Tablo 4.3 incelendiğinde sarımsak genotiplerinin % protein içerikleri arasında istatistikî açıdan önemli farklılıkların olduğu ve sarımsak genotiplerinin % protein içeriğinin %4.77 ile % 7.71 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek % protein içeriğine sahip genotip araştırmada tank olarak kullanılan Taşköprü sarımsağı olurken bunu, %7.56 ile Samandağ 1, %6.64 ile Samandağ 2, %6.29 ile Hatay 2, %6.05 ile Samandağ 3, %5.99 ile Hatay 1, %5.63 ile Altınözü 2 sarımsağı izlerken, en düşük % protein oranına (%4.77) Altınözü 1 genotipi sahip olmuştur. Tripathi (2006) sarımsağın kimyasal bileşiminin çeşide, kültürel uygulamalara ve iklim koşullarına göre değiştiğini ve sarımsakta yaklaşık %6.0 oranında protein bulunduğunu bildirmiştir. Buna karşın Kastamonu Taşköprü yöresinde yetiştirilen sarımsaklarda yapılan bir çalışmada ham protein oranının % 9.26 olduğu bildirilmiştir (Hacıseferoğulları vd., 2005). Benzer şekilde Sajid ve diğerleri (2014), sarımsağın protein içeriğinin %7,87 olduğunu, Olusanmi ve Amadi (2009) ise 100 g çiğ sarımsakta 6.39 g protein bulunduğunu bildirirken, Gulfraz ve diğerleri (2014) Pakistan orijinli sarımsak genotiplerinin toplam protein içeriğinin %17.5-17.6 olduğunu tespit etmişlerdir. Genotip etkisinin yanı sıra, farklı saklama koşullarının da sarımsakta protein içeriği üzerine etki ettiği ve -18 °C’de buzdolabında bekletilen örneklerde protein miktarının 33.62 mg g<sup>-1</sup>, sirkede bekletilenlerde 50.74 mg g<sup>-1</sup>, zeytinyağında bekletilenlerde ise 67.14 mg g<sup>-1</sup> olduğu ifade edilmiştir (Turfan vd., 2016).

**Tablo 4.3.** Sarımsak genotiplerinin % protein içeriği

<b>Genotip</b>	<b>% Protein</b>
Altınözü 1	4,77h*
Altınözü 2	5,63g
Hatay 1	5,99f
Hatay 2	6,29d
Samandağ 1	7,56b
Samandağ 2	6,64c
Samandağ 3	6,05e
Taşköprü	7,71a

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

İki yönlü hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) sonuçları da sarımsak genotiplerinin içerdikleri % protein miktarı bakımından farklı gruplara ayrıldığını ortaya çıkartmıştır. Şekil 4.7’de yer alan dendogram ve takımyıldızı grafikleri incelendiğinde sarımsak genotiplerinin % protein içerikleri bakımından önce iki temel gruba ayrıldıkları açıkça görülmektedir. Birinci grup Samandağ 1 ve Taşköprü genotiplerinden oluşurken ikinci grupta Altınözü 1 genotipi diğer genotiplerden ayrılarak tek başına bir dallanma yapmıştır. İkinci alt grup da yine iki gruba ayrılmış birinci grupta Samandağ 2 genotipi yer alırken, ikinci grupta Altınözü 1, Altınözü 2, Hatay 1 ve Samandağ 3 genotipleri yer almıştır.



**Şekil 4.7.** Sarımsak genotiplerinin % protein içeriğine göre iki yönlü hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) ile elde edilen dendrogram ve takımıyıldızı grafiği.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sarımsağın kalitesini belirleyen kimyasal bileşimi, büyük ölçüde genotipe ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Farklı sarımsak popülasyonları ve ekotipleri arasındaki genetik çeşitlilik, daha yüksek biyoaktif bileşik içeriğine sahip gen kaynaklarınının seçilmesi ıslah çalışmalarında önemli avantajlar sağlamaktadır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, sarımsak genotiplerinin kükürt bileşik, mineral madde ve % protein içerikleri bakımından önemli bir varyasyona sahip olduklarını ortaya çıkartmıştır. Araştırmada sarımsak genotiplerinin uçucu yağında başta diallyl disulphide (%41.51-59.48), disulfide, methyl 2-propenyl (%8.84-22.64), diallyl sulfide (%4.83-12.35) ve sulfide, allyl methyl (%3.75- 10.38) olmak üzere 10 kükürtlü bileşik tespit edilmiştir. Genotiplerin içerdiği diallyl disulphide miktarı %41.51 ile %59.48 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek değer (%59.48) Altınözü 2 genotipinde tespit edilmiş ve bu genotipi %55.87 ile Taşköprü sarımsağı, %55.08 ile Altınözü 1 genotipi, %53.41 ile Hatay 1, %50.59 ile Hatay 2, %47.48 ile Samandağı 1, %41.51 ile ise Samandağı 2 genotipleri izlemiştir. Genotipler arasında Altınözü 1 genotipinin 1-((E)-prop-1-en-1-yl)-2-((Z)-prop-1-en-1-yl) disulfane, diallyl sulfide, 1-Allyl-2-isopropyl-disulfane ve diallyl disulphide bakımından; Hatay 2 genotipinin 1-((E)-prop-1-en-1-yl)-2-((Z)-prop-1-en-1-yl) disulfane, sulfide allyl methyl ve diallyl sulfide bakımından; Samandağ 2 genotipinin sulfide, allyl methyl bakımından; Altınözü 2 genotipinin (E)-1-allyl-2-(prop-1-en-1-yl) disulfane ve (Z)-1-methyl-2-(prop-1-en-1-yl) disulfane bakımından; Hatay 1 genotipinin 1-allyl-2-isopropyl-disulfane ve (Z)-1-methyl-2-(prop-1-en-1-yl)disulfane bakımından, Samandağı 1 genotipinin trisülfide, methyl 2- propenyl bakımından; Samandağ 3 genotipinin ise 1-allyl-2-isopropyl-disulfane bakımından diğer genotiplere göre daha zengin bir içeriğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada tanık olarak kullanılan Taşköprü sarımsağı ise disulfide dimethyl ve disulfide methyl 2-propenyl bakımından daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Sarımsak genotiplerinde belirlenen mineral maddelerin miktarı da genotipler arasında farklılık göstermiş ve potasyum (K ) miktarının 507.68 mg kg<sup>-1</sup> ile 433.80 mg kg<sup>-1</sup>, kalsiyum (Ca) miktarının 5.85 mg kg<sup>-1</sup> ile 3.23 mg kg<sup>-1</sup>, magnezyum (Mg) miktarının 14.59 mg kg<sup>-1</sup> ile 14.12 mg kg<sup>-1</sup>, sodyum (Na) miktarının 11.46 mg kg<sup>-1</sup> ile 6.12 mg kg<sup>-1</sup>, mangan (Mn) miktarının 0.31 mg kg<sup>-1</sup> ile 0.17 mg kg<sup>-1</sup>, demir (Fe) miktarının 1.07 mg kg<sup>-1</sup> ile 0.13 mg kg<sup>-1</sup>, bakır (Cu) miktarının 0.15 mg kg<sup>-1</sup> ile 0.03 mg

kg<sup>-1</sup>, çinko (Zn) miktarının 0.62 mg kg<sup>-1</sup> ile 0.34 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bakır (Cu) içeriği bakımından Samandağ 2, Samandağ 3 ve Hatay 1, çinko (Zn) içeriği bakımından Samandağ 1, Hatay 1 ve Hatay 2, sodyum (Na) içeriği bakımından Samandağ 2, Altınözü 2 ve Hatay 1 genotipleri, potasyum içeriği bakımından Samandağ 1, Hatay 1 ve Samandağ 3 genotipleri, kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) içeriği Samandağ 1 genotipi, mangan (Mn) içeriği bakımından Altınözü 2 genotipi, magnezyum içeriği bakımından ise Samandağ 2, Hatay 1 ve Hatay 2 genotiplerinin ön plana çıktığı belirlenmiştir. Araştırmada tanık olarak kullanılan Taşköprü sarımsağının ise potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve demir (Fe) içeriği bakımından diğer genotiplerden daha zengin olduğu tespit edilmiştir. Sarımsak genotiplerinin % protein içeriği %4.77 ile %7.71 arasında değişmiştir. En yüksek % protein içeriğine sahip genotip araştırmada tanık olarak kullanılan Taşköprü sarımsağı olurken bunu, %7.56 ile Samandağ 1, %6.64 ile Samandağ 2, %6.29 ile Hatay 2, %6.05 ile Samandağ 3, %5.99 ile Hatay 1, %5.63 ile Altınözü 2 genotipi izlerken, en düşük % protein oranına (%4.77) Altınözü 1 genotipi sahip olmuştur. İki yönlü hiyerarşik kümeleme analizi (HCA) sonuçları da sarımsak genotiplerinin kükürtlü bileşik, mineral madde ve % protein içeriği bakımından birbirlerinden farklı gruplara ayrıldığını ortaya çıkartmıştır.

Sonuç olarak, araştırma bulguları Hatay ilinin Altınözü, Merkez ve Samandağ ilçelerinde yetiştiriciliği yapılan sarımsak genotiplerinin özgünlüğünü ortaya koyması bakımından önem taşımaktadır. Ayrıca bu çalışmanın, kükürtlü bileşik, mineral madde ve protein içeriği bakımından ön plana çıkan genotiplerin ıslah programlarında değerlendirilmesi için de bir temel oluşturduğu düşünülmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Ağbaşı, B., Karakuş, D., Adıgüzel, R., Keser, S., & Demir, E. (2013). Tunceli sarımsağının (*Allium tuncelianum*) toplam antioksidan özelliklerinin ve kuru madde içeriğinin normal sarımsak (*Allium sativum*) ile karşılaştırılması. *Bilim ve Gençlik Dergisi*, 1(2), 50-62. <https://www.munzur.edu.tr/birimler/dergi/Bilder/arsiv/BGD1-2/17.pdf>
- Akan, S. (2014). Sarımsak (*Allium Sativum* L.) Tüketiminin insan sağlığına yararları. *Akademik Gıda*, 12(2), 95-100. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1186492>
- Akçiçek, E. & Ötleş, S. (2006) Sarımsak Kitabı, *Güven Kitabevi*, İzmir.
- Akinwande, B. A., & Olatunde, S. (2015). Comparative evaluation of the mineral profile and other selected components of onion and garlic. *Int Food Res J* 22: 332-336. [http://www.ifrj.upm.edu.my/22%20\(01\)%202015/\(48\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/22%20(01)%202015/(48).pdf)
- AOAC. (2016). Association of Official Agricultural Chemists, Official methods of analysis of aoac international. 20th Ed.; Horwitz, W., Latimer, G., Eds.; Md: Aoac International: Gaithersburg, Md, USA <http://hdl.handle.net/10637/3158>
- Artık, N., & Poyrazoğlu, E. S. (1994). Kastamonu sarımsağının bileşimi unsurları ve sarımsak ürünleri üretimi üzerine araştırma. *Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi*.
- 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>
- Avato, P., Miccolis, V., & Tursi, F. (1998). Agronomic evaluation and essential oil content of garlic (*Allium Sativum* L.) ecotypes grown in southern Italy. *Adv. Hort. Sci.*, 12, 201-204. <https://www.jstor.org/stable/pdf/42883218.pdf>
- Baytop, T. (1999) *Türkiye’de bitkilerle tedavi*. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri Yayını.
- Beato, V. M., Orgaz, F., Mansilla, F., & Montaña, A. (2011). Changes in phenolic compounds in garlic (*Allium Sativum* l.) owing to the cultivar and location of growth. *Plant Foods For Human Nutrition*, 66: 218-223. DOI:10.1007/s11130-011-0236-2
- Calvo-Gómez, O., Morales-López, J., & López, M. G. (2004). Solid-phase microextraction–gas chromatographic–mass spectrometric analysis of garlic oil obtained by hydrodistillation. *Journal Of Chromatography A*, 1036(1), 91-93. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.02.072>
- Cardella-Cobas, A., Soria, A. C., Corzo- Martinez, M., & Villamiel, M. (2010). A comprehensive survey of garlic functionality. *Nova Science Publishers: New York*. <http://hdl.handle.net/10261/45036>
- Casado, F. J., López, A., Rejano, L., Sánchez, A. H., & Montaña, A. (2004). Nutritional composition of commercial pickled garlic. *European Food Research And Technology*, 219(4), 355-359. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-004-1003-5>
- Casella, S., Leonardi, M., Melai, B., Fratini, F., & Pistelli, L. (2013). The role of diallyl sulfides and dipropyl sulfides in the *in vitro* antimicrobial activity of the essential oil of garlic, *Allium Sativum* L., and leek, *Allium Porrum* l. *Phytotherapy Research*, 27(3), 380-383. <https://doi.org/10.1002/ptr.4725>
- Divya, B.J., Suman, B., Venkataswamy, M., & Thyagaraju, K. (2017). A study on phytochemicals, functional groups and mineral composition of *Allium Sativum*

- (garlic) cloves. *International Journal Of Current Pharmaceutical Research* 9(3): 42-45. <http://dx.doi.org/10.22159/ijcpr.2017v9i3.18888>
- Chaturvedil, R., & Chaturvedi, S. (2011). A review on different therapeutic uses and antimicrobial potential of garlic. *South Asian Journal Of Experimental Biology*, 1: 20-25. <http://sajeb.org/article/view/10017/5125>
- Chekki, R. Z., Snoussi, A., Hamrouni, I., & Bouzouita, N. (2014). Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of tunisian garlic (*Allium Sativum*) essential oil and ethanol extract. *Mediterranean Journal Of Chemistry*, 3(4), 947-956. <https://doi.org/10.13171/mjc.3.4.2014.09.07.11>
- Cowan, M.M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12: 564-582. <https://doi.org/10.1128/CMR.12.4.564>
- Çalışkan, B. (2021) Türkiye'de yaygın olarak yetişen sarımsak genotiplerinin antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi. *Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 52 s. <http://acikerisim.btu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/20.500.12885/1736/672779.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dalhat, M. H., Adefolake, F. A., & Musa, M. (2018). Nutritional composition and phytochemical analysis of aqueous extract of allium cepa (onion) and *Allium Sativum* (Garlic). *Asian Food Science Journal*, 1-9. DOI: 10.9734/AFSJ/2018/43165
- Davis, P. H. (1984). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, *Univ. Press, Edinburgh*. 167-68.
- Dery, B., Lanzotti, V., & Maffei, M. (2010). Extraction of essential oils from garlic (*Allium sativum*) using ligarine as solvent and its immunity activity. *Med Chem Res*, 19, 1092-1105. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00044-009-9255->
- Dziri, S., Casabianca, H., Hanchi, B., & Hosni, K. (2014). Composition of garlic essential oil (*Allium sativum* L.) as influenced by drying method. *Journal of Essential Oil Research* 26:2, 91-96. DOI: 10.1080/10412905.2013.868329
- Elnima, E. I., Ahmed, S. A., Mekkawi, A. G., & Mossa, J. S. (1983). The antimicrobial activity of garlic and onion extracts. *Die Pharmazie*, 38(11), 747-748. <https://europemc.org/article/med/6669596>
- El-Saber Batiha, G., Magdy Beshbishy, A., G Wasef, L., Elewa, Y. H., A Al-Sagan, A., El-Hack, A., & Prasad Devkota, H. (2020). Chemical constituents and pharmacological activities of garlic (*Allium Sativum* L.). *A Review. Nutrients*, 12(3), 872. DOI: 10.3390/nu12030872
- 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.
- Evren, M., Apan, M., & Albayram, C. (2006). Sarımsağın antimikrobiyel özellikleri. *Türkiye 9. Gıda Kongresi; 24-26 Mayıs 2006, Bolu*. <https://www.gidadernegi.org/TR/Genel/240934465bd11.pdf?DIL=1&BELGEANAH=5270&DOSYASIM=240934465.pdf>
- Gebreyohannes, G., & Gebreyohannes, M. (2013). Medicinal values of garlic: a review. *International Journal of Medicine and Medical Sciences*, 5(9), 401-408. DOI: 10.5897/IJMMS2013.0960
- Ghaemizadeh, F., Dashti, F., Khodakaramian, G., & Sarikhani, H. (2014). Combination of stem-disc dome culture and thermotherapy to eliminate allelochemicals and onion

- yellow dwarf virus from garlic (*Allium Sativum* Cv. Hamedan). *Arch Phytopathol Plant Protect*, 47: 499-507. <https://doi.org/10.1080/03235408.2013.813123>
- Goncagul, G., & Ayaz, E. (2010). Antimicrobial effect of garlic (*Allium Sativum*). *Recent Pat Antiinfect Drug Discov.*, 5(1), 91-93. <https://doi.org/10.2174/157489110790112536>
- Gorinstein, S., Drzewiecki, J., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Najman, K., Jastrzebski, Z., & Trakhtenberg, S. (2005). Comparison of the bioactive compounds and antioxidant potentials of fresh and cooked polish, ukrainian, and israeli garlic. *Journal Of Agricultural and Food Chemistry*, 53(7), 2726-2732. <https://doi.org/10.1021/jf0404593>
- Gulfranz, M., Imran, M., Khadam, S., Ahmed, D., Asad, M. J., Abassi, K. S., Irfan, M., & Mehmood, S. (2014). A comparative study of antimicrobial and antioxidant activities of garlic (*Allium Sativum* L.). Extracts in various localities of pakistan. *African Journal Of Plant Science*, 8(6), 298-306. <https://academicjournals.org/journal/AJPS/article-full-text-pdf/01F525445581>
- Hacıseferoğulları, H., Özkan, M., Demir, F., & Çalısır, S. (2005). Some nutritional and technological properties of garlic (*Allium Sativum* L.). *Journal Of Food Engineering*, 68, 463-469. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.06.024>
- Hassaan, M. S., & Soltan, M. A. (2016). Evaluation of essential oil of fennel and garlic separately or combined with bacillus licheniformis on the growth. Feeding Behaviour, Hemato-Biochemical Indices Of Oreochromis Niloticus (L.) Fry. *J. Aquac. Res. Dev*, 7, 422-429. <http://dx.doi.org/10.4172/2155-9546.1000422>
- Ikram, R., Low, K. H., Hashim, N. B., Ahmad, W., & Nasharuddin, M. N. A. (2019). Characterization of sulfur-compounds as chemotaxonomic markers in the essential oils of allium species by solvent-free microwave extraction and gas chromatography–mass spectrometry. *Analytical Letters*, 52(4), 563-574. <https://doi.org/10.1080/00032719.2018.1479411>
- İbret, B. (2013). Türkiye'deki sarımsak tarımı ve taşköprü sarımsağı üzerine coğrafi açıdan bir inceleme. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (12), 17-50. <https://dergipark.org.tr/en/pub/marucog/issue/459/3679>
- Jirovetz, L., Jäger, W., Koch, H. P., & Remberg, G. (1992). Investigations of volatile constituents of the essential oil of egyptian garlic (*Allium Sativum* L.). By means Of GC-MS and GC-FTIR. *Zeitschrift Für Lebensmittel-Untersuchung Und Forschung*, 194(4), 363-365. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01193221>
- Jung, S., Rickert, D. A., Deak, N. A., Aldin, E. D., Recknor, J., Johnson, L. A., & Murphy, P. A. (2003). Comparison of kjeldahl and dumas methods for determining protein contents of soybean products. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80(12), 1169. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11746-003-0837-3>
- Kazakova, A. A., & Starokozhev, S. I. (1973). The keeping quality of garlic varieties in relation to their place of origin. *Trudy Po Prikladnoi Botanika, Genetike Seletsii*, 49(2), 156-161. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201303129790>
- Keles D, Taskin H, Baktemur G, Kafkas E, & Buyukalaca S. (2014). comparative study on volatile aroma compounds of two different garlic types (Kastamonu and Chinese). *Using Gas Chromatography Mass*. DOI: [10.4314/ajtcam.v11i3.30](https://doi.org/10.4314/ajtcam.v11i3.30)

- Koca, I., & Tascı, B. (2015). Garlic as a functional food. *In Vu International Symposium On Edible Alliaceae* 1143, 139-146. doi:10.1760/ActaHortic.2016.1143.20
- Kovarovic, J., Bystricka, J., Vollmannova, A., Toth, T. & Brindza, J. (2019). Biologically valuable substances in garlic (*Allium Sativum* L.) a review. *Journal of Central European Agriculture*, 20 (1), 292-304. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/20.1.2304>
- Kozan, G. (2012). *Allium Sativum* L.(Kastamonu ve Denizli Yerel) bitkisinin uçucu yağlarının kimyasal bileşimi, antibakteriyel ve antioksidan aktivitesinin karşılaştırılması. Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı, 42 s. <http://hdl.handle.net/11499/1673>
- Lanzotti, V. (2016). The analysis of onion and garlic. *Journal Of Chromatography A*, 1112, 3-22. DOI: [Http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Chroma.2005.12.016](http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Chroma.2005.12.016)
- Lee, K. G., & Shibamoto, T. (2002). Determination of antioxidant potential of volatile extracts isolated from various herbs and spices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(17), 4947-4952. <https://doi.org/10.1021/jf0255681>
- Martins, N., Petropoulos, S., & Ferreira, I.C.F.R. (2016). Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium Sativum* L.) as affected by pre- and post-harvest conditions: a review. *Food Chemistry*, 211, 41-50. <http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Foodchem.2016.05.029>
- Mc Elnay, J. C., & Po, A. L. W. (1991). Garlic. *The Pharmaceutical Journal*, 246: 324-326. DOI: [10.4236/health.2021.134027](https://doi.org/10.4236/health.2021.134027)
- Molina-Calle, M., Priego-Capote, F., & De Castro, M. D. L. (2016). HS–GC/MS volatile profile of different varieties of garlic and their behavior under heating. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 408(14), 3843-3852. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00216-016-9477-0>
- 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
- Olusanmi, M. J., & Amadi, J. E. (2009). Studies on the antimicrobial properties and phytochemical screening of garlic (*Allium Sativum*) extracts. *Ethnobotanical Leaflets*, (9), 10. <https://opensiuc.lib.siu.edu/ebf/vol2009/iss9/10/>
- Özcan Sinir, G., & Barringer, S. A. (2020). Variety differences in garlic volatile sulfur compounds, by application of selected ion flow tube mass spectrometry (sift-ms) with chemometrics. *Turkish Journal Of Agriculture and Forestry*, 44(4), 408-416. DOI:10.3906/tar-1910-26
- 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>
- Plata-Rueda, A., Martínez, L. C., Dos Santos, M. H., Fernandes, F. L., Wilcken, C. F., Soares, M. A., & Zanuncio, J. C. (2017). Insecticidal activity of garlic essential oil and their constituents against the mealworm beetle, tenebrio molitor linnaeus (Coleoptera: Tenebrionidae). *Scientific Reports*, 7(1), 1-11. <https://www.nature.com/articles/srep46406>

- Rahman, K. (2010). Garlic and heart health. *In Bioactive Foods In Promoting Health Academic Press.* (Pp. 235-244). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374628-3.00016-5>
- Rana, S. V., Pal, R., Vaiphei, K., Sharma, S. K., & Ola, R. P. (2011). Garlic in health and disease. *Nutrition Research Reviews*, 24(1), 60-71. <https://doi.org/10.1017/S0954422410000338>
- Rohani, S. M. R., Moradi, M., Mehdizadeh, T., Saei-Dehkordi, S. S., & Griffiths, M. W. (2011). The effect of nisin and garlic (*Allium sativum* L.) essential oil separately and in combination on the growth of listeria monocytogenes. *LWT-Food Science and Technology*, 44(10), 2260-2265. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.020>
- Saadatu, M. E., & Mshelia, M. S. (2013). Comparative study on concentration of some minerals found in garlic (*Allium sativum* L.) species grown in some African countries. *Journal of Biology and Life Science*, 4(1). doi:10.5296/jbls.v4i1.2550
- Sajid, M., Butt, M. S., Shehzad, A., & Tanweer, S. (2014). Chemical and mineral analysis of garlic: a golden herb. *Pakistan Journal of Food Sciences*, 24(1), 108-110. [https://www.researchgate.net/profile/MarinaSajid/publication/304284739\\_Chemical\\_and\\_mineral\\_analysis\\_of\\_garlic\\_a\\_golden\\_herb/links/576b971f08ae5b9a62b3aee0/Chemical-and-mineral-analysis-of-garlic-a-golden-herb.pdf](https://www.researchgate.net/profile/MarinaSajid/publication/304284739_Chemical_and_mineral_analysis_of_garlic_a_golden_herb/links/576b971f08ae5b9a62b3aee0/Chemical-and-mineral-analysis-of-garlic-a-golden-herb.pdf)
- Satyal, P., Craft, J. D., Dosoky, N. S., & Setzer, W. N. (2017). The chemical compositions of the volatile oils of garlic (*Allium Sativum*) and wild garlic (*Allium vineale*). *Foods*, 6(8), 63. <https://doi.org/10.3390/foods6080063>
- Sehitoglu, M. H., Yarali Karakan, F., Kizilkaya, B., Öztöpez 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>
- Sufer, O., & Bozok, F. (2019). Determination of volatile components and antioxidant activity of essential oil obtained from kastamonu garlic by microwave-assisted levenger system. *Gıda* 44: 22-30. DOI: [10.15237/gida.GD18103](https://doi.org/10.15237/gida.GD18103)
- Tesfaye, A., & Mengesha, W. (2015). traditional uses, phytochemistry and pharmacological properties of garlic (*Allium Sativum*) and its biological active compounds. *Int. J. Sci. Res. Eng. Technol*, 1, 142-148. <https://www.researchgate.net/publication/298327340>
- Tripathi, P. C., & Lawande, K. E. (2006). Therapeutic and medicinal value of onion and garlic. *National Research Centre for Onion and Garlic*. DOI: [10.13140/RG.2.1.1081.0485](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1081.0485)
- Tsai, C. W., Chen, H. W., Sheen, L. Y., & Lii, C. K. (2012). Garlic: health benefits and actions. *Biomedicine*, Vol. 2 (1), 17-29. <https://doi.org/10.1016/j.biomed.2011.12.002>
- Tung, Y., & Chung, W. (1989). Stability of allicin in garlic juice. *Journal of Food Science*, 54 (4): 977- 981. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1989.tb07926.x>
- Turan, M. A., Taban, S., Taban, N., & Ersan, L. Y. (2017). Characterization of garlic (*Allium Sativum* L.) according to the geographical origin by analysis of minerals. *Fresenius Environ. Bull*, 26(6), 4292-4298. <https://avesis.uludag.edu.tr/yayin/1ed0ee16-5e03-4bf0-961a-c0fd74fba137/characterization-of-garlic-allium-sativum-l-according-to-the-geographical-origin-by-analysis-of-minerals>

- Turfan, N., Kurnaz, A., Alay, M., & Sarıyıldız, T. (2016). Farklı koşullarda saklanan taşköprü sarımsağında bazı kimyasal özelliklerin belirlenmesi. *Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 427-437. <https://www.acarindex.com/pdf/acarindex-2eca8ad3-0a56.pdf>
- TÜİK. (2022). Bitkisel üretim istatistikleri, sarımsak üretim verileri, <https://Biruni.Tuik.Gov.Tr/Medas/?Kn=92andlocale=Tr>
- USDA. (2016). National nutrient database for standard reference, release 28, U.S. department of agriculture, *Beltsville, MD*.
- Vernin, G., Metzger, J., Fraise, D., & Scharff, C. (1986). GC-MS (EI, PCI, NCI) Computer analysis of volatile sulfur compounds in garlic essential oils. Application of the mass fragmentometry sim technique. *Planta Medica*, 52(02), 96-101. DOI: 10.1055/s-2007-969089
- Wang, J., Cao, Y., Sun, B., Wang, C., & Mo, Y. (2011). Effect of ultrasound on the activity of alliinase from fresh garlic. *Ultrasonics Sonochemistry*, 18, 534-540. <http://Dx.Doi.Org/10.1016/J.Ultsch.2010.09.008>
- Yaralı 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>
- Yazar, E. (2006). Tunceli sarımsağında (*Allium tuncelianum* Kollman, Ö zhatay, M arhew, Şiraneci) *in vitro* kök ve sürgün ucu kültürü yoluyla çoğaltma. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara. (Tezli Yüksek Lisans Te zi), 42 s. <http://hdl.handle.net/20.500.12575/32889>

## ÖZGEÇMİŞ

1. KİŞİSEL BİLGİLER			
Adı Soyadı	: Mine UÇAN		
Unvanı	: Ziraat Mühendis		
ORCID	: 0000-0002-4648-2514		
Doğum tarihi	:		
Doğum yeri	:		
E mail	:		
2. ÖĞRENİM BİLGİLERİ			
Derece	Alan	Üniversite	Yıl
Lisans	Tarla Bitkileri	Gaziosmanpaşa Üniversitesi	2013-2017
Yüksek lisans			
3. YABANCI DİL BİLGİSİ			
1-)			
2-)			
3-)			
4. MESLEKİ DENEYİM VE ÜYELİKLER			
1-) Bitlis İl Tarım ve Orman Müdürlüğü- Ziraat Mühendisi			
2-)			
3-)			
5. YAYINLAR VE ÖDÜLLER			
1-)			
2-)			
3-)			