



T. C.

ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ARI EKMEĞİNİN BESİNSEL KALİTESİ, BİYOAKTİF VE
ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

İLKNUR KAYA

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORDU 2022

TEZ ONAY

İlknur KAYA tarafından hazırlanan “**ARI EKMEĞİNİN BESİNSEL KALİTESİ, BİYOAKTİF VE ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 21.01.2022 tarihinde yapılmış ve jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye ŞAHİN

İkinci Danışman
Prof. Dr. Hasan TEMİZ

Jüri Üyeleri

İmza

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye ŞAHİN
Gıda Mühendisliği, Ordu Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Zekai TARAKÇI
Gıda Mühendisliği, Ordu Üniversitesi

.....

Üye
Dr. Öğr. Üyesi Bayram YURT
Gıda Mühendisliği, Bingöl Üniversitesi

.....

... / ... / 20... tarihinde enstitüye teslim edilen bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun ... / ... / 20... tarih ve / sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü
Dr. Öğr. Üyesi Mithat AKGÜN

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanarak intihal tespit programının sonuçlarına göre; bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

İlknur KAYA

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

ARI EKMEĞİNİN BESİNSEL KALİTESİ, BİYOAKTİF VE ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

İLKNUR KAYA

ORDU ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ, 75 SAYFA

(DANIŞMAN: DR. ÖĞR. ÜYESİ SÜMEYYE ŞAHİN)

(İKİNCİ DANIŞMAN: PROF. DR. HASAN TEMİZ)

Çalışmada 2020 yılı mahsulü farklı peteklerden alınmış taze on arı ekmeği (P1AE-P10AE) ile 2019 yılı mahsulü soğuk hava depolarında depolanmış bir arı ekmeği karışım numunesi (P0AE) olmak üzere toplam 11 numunede analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada öncelikli olarak arı ekmeklerinin kimyasal içeriği (kuru madde, kül, yağ ve protein miktarları) araştırılmış, daha sonra arı ekmeği numunelerinin metanol, saf su ve metanol:saf su karışımı olmak üzere üç farklı çözücüyle ekstraktları hazırlanarak bu ekstraktların biyoaktif özellikleri (toplam antioksidan kapasitesi, toplam fenolik içeriği ve antibakteriyel etkisi) incelenmiştir. Veriler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde kuru madde miktarının depolanmış numunede fazla olduğu (%98.15±0.06), kül miktarının birbirine benzer olduğu, protein miktarının taze numunelerde daha fazla olduğu (%25.94±0.28), yağ miktarının da taze numunelerde daha fazla olduğu (% 4.10±0.04) tespit edilmiştir. Kullanılan üç çözücü içerisinde arı ekmeklerinin saf suyla hazırlanmış ekstraktların daha yüksek antioksidan içeriğine sahip olduğu; en yüksek antioksidan kapasitesini (0.30±0.00 mmol TE/L) 2020 mahsulü P1AE, P8AE ile P10AE numunelerinin gösterdiği bulunmuştur. Kullanılan üç çözücü içerisinde arı ekmeklerinin metanol:su karışımıyla (4:1) hazırlanmış ekstraktların daha yüksek fenolik içeriğine sahip olduğu; en yüksek fenolik miktarını (0.66±0.00 mg GAE/100g) 2020 mahsulü P5AE numunesinin içerdiği tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca kullanılan çözücülerden bağımsız depolanmış 2019 yılı mahsulü arı ekmeklerinin taze 2020 yılı mahsulü arı ekmeklerinden daha az antioksidan kapasitesine sahip olduğu ve daha az fenolik madde içerdiği de tespit edilmiştir. Antibakteriyel aktiviteye bakıldığında *E.coli*'ye karşı metanolde çözüldürülen arı ekmeği numunelerinin tamamının, *L.monocytogenes*'e karşı hem metanolde hem de metanol:saf su karışımında çözüldürülen arı ekmeği numunelerinin tamamının, *M.luteus*'a karşı metanolde çözüldürülen numunelerden iki numune hariç (P6AE ile P8AE) diğer tüm numunelerin, *S.aureus*'a karşı metanolde çözüldürülen arı ekmeği numunelerinin tamamının antibakteriyel etki gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antibakteriyel Aktivite, Antioksidan, Arı Ekmeği, Ekstrakt, Fenolik.

ABSTRACT

DETERMINATION OF NUTRITIONAL QUALITY, BIOACTIVE AND ANTIMICROBIYAL PROPERTIES OF BEE BREAD

ILKNUR KAYA

ORDU UNIVERSITY INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

MASTER THESIS, 75 PAGES

(SUPERVISOR: ASSIST. PROF. DR. SÜMEYYE ŞAHİN)

(CO-SUPERVISOR: PROF. DR. HASAN TEMİZ)

In the study, analyzes were carried out on a total of 11 samples, including ten fresh bee bread (P1AE-P10AE) taken from different honeycombs in 2020 and a bee bread mixture sample (P0AE) stored in cold air storages from 2019 crops. In the study, firstly, the chemical content (dry matter, ash, oil and protein amounts) of bee breads was investigated, then extracts of bee bread samples were prepared with three different solvents, including methanol, pure water and methanol: pure water mixture, and then the bioactive properties of these extracts (total antioxidant capacity, total phenolic content and antibacterial effect) were examined. When the data were evaluated statistically, the amount of dry matter was higher in the stored sample ($98.15 \pm 0.06\%$), the amount of ash was similar to each other, the amount of protein was higher in fresh samples ($25.94 \pm 0.28\%$), and the amount of oil was higher in fresh samples ($4.10 \pm 0.04\%$) was determined. Among the three solvents used, it was found that extracts prepared with pure water from bee bread had higher antioxidant content; it was found that the 2020 crop P1AE, P8AE and P10AE samples showed the highest antioxidant capacity (0.30 ± 0.00 mmol TE/L). Among the three solvents used, it was determined that the extracts prepared with methanol: water mixture (4:1) of bee bread had higher phenolic content; it was determined that the P5AE sample of the 2020 crop contains the highest amount of phenolic (0.66 ± 0.00 mg GAE/100g). In the study, it was also determined that the bee breads of 2019 crop stored have less antioxidant capacity and contain less phenolic substances than fresh 2020 bee breads, independently of the solvents used. Considering the antibacterial activity, all of the bee bread samples dissolved in methanol against *E.coli*, all samples of bee bread dissolved in both methanol and methanol: pure water mixture against *L.monocytogenes*, all of the bee bread samples except for two samples (P6AE and P8AE) dissolved in methanol against *M.luteus*, all of the bee bread samples dissolved in methanol against *S.aureus* showed antibacterial effect.

Keywords: Antibacterial Activity, Antioxidant, Bee Bread, Extract, Phenolic.

TEŞEKKÜR

Öncelikle tez konumun belirlenmesi, teze ilgili tüm çalışmaların yürütülmesi ve tezin yazımı esnasında bilgi ve deneyimleriyle her zaman yanımda olan danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sümeyye ŞAHİN'e teşekkürlerimi bildiririm.

Lisans eğitimim süresince bilgilerinden yararlandığımız çok kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Zekai TARAKÇI'ya, yine laboratuvar analizlerim sırasında bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan Arş.Gör. Dr. Ömer Faruk ÇELİK ile Arş. Gör. Emre TURAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın temelini oluşturan örneklerimin temininde yardımlarını esirgemeyen Ordu Arıcılık Araştırma Enstitüsü Müdürü Yüksek Mühendis Sayın Feyzullah KONAK beyefendiye teşekkürlerimi sunarım.

Tez aşaması süresince desteklerini esirgemeyen Burcu KAZANÇ ve Melike İNAL'a teşekkür ederim.

Son olarak, hayatım boyu her zaman yanımda olan, bundan sonra da yanımda olacak ve beni her konuda destekleyen, desteklerini her an üzerimde hissettiğim aileme ve eşime teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİL LİSTESİ	VII
ÇİZELGE LİSTESİ	VIII
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	XI
EKLER LİSTESİ	XII
1.GİRİŞ	1
1.1 Arıcılık ve Arı Ürünleri.....	2
1.1.1 Bal.....	2
1.1.2 Propolis.....	3
1.1.3 Arı Sütü.....	3
1.1.4 Arı Zehri.....	4
1.1.5 Polen.....	4
1.1.6 Arı Ekmeği (Perga).....	4
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	8
3. MATERYAL ve YÖNTEM	14
3.1 Materyal.....	14
3.1.1 Arı Ekmeği Numunelerinin Temini.....	14
3.1.2 Numune Ön Hazırlığı.....	15
3.2 Yöntem.....	16
3.2.1 Kurumadde Miktarı Tayini.....	16
3.2.2 Yağ Miktarı Tayini.....	16
3.2.3 Toplam Kül Tayini.....	16
3.2.4 Protein Tayini.....	17
3.2.5 Arı Ekmeği Ekstraktlarının Hazırlanması.....	17
3.2.6 Folin-Ciocalteau Metodu ile Toplam Fenolik Madde Tayini.....	17
3.2.7 Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi.....	18
3.2.8 Antimikrobiyel Aktivitenin Belirlenmesi.....	19
3.2.8.1 <i>Staphylococcus aureus</i> İnhibisyonunun Belirlenmesi.....	19
3.2.8.2 <i>Escherichia coli</i> İnhibisyonunun Belirlenmesi.....	19
3.2.8.3 <i>Micrococcus luteus</i> İnhibisyonunun Belirlenmesi.....	19
3.2.8.4 <i>Listeria monocytogenes</i> İnhibisyonunun Belirlenmesi.....	20
3.2.9 İstatistiksel Analiz.....	20
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	21
4.1 Kurumadde Miktarı.....	21
4.2 Kül Miktarı.....	23
4.3 Protein Miktarı.....	24
4.4 Yağ Miktarı.....	26
4.5 Toplam Antioksidan Kapasitesi.....	28
4.5.1 Metanolde Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının Antioksidan Kapasitesi ..	28
4.5.2 Metanol: Saf Su Karışımıyla (4:1) Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının Antioksidan Kapasitesi.....	30

4.5.3 Saf Suda Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının Antioksidan Kapasitesi	32
4.6 Toplam Fenolik Madde Miktarı	34
4.6.1 Metanolde Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının Toplam Fenolik Madde Miktarı	34
4.6.2 Metanol: Saf Su Karışımıyla (4:1) Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının Toplam Fenolik Miktarı.....	36
4.6.3 Saf Suda Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının Toplam Fenolik Madde Miktarı	38
4.7 Antimikrobiyal Aktivite	40
4.7.1 <i>Escherichia coli</i> Üzerine Antimikrobiyal Etki	40
4.7.1.1 Arı Ekmeklerinin Metanolde Hazırlanmış Ekstraktlarının <i>E. coli</i> Üzerine Antimikrobiyal Etkisi.....	40
4.7.1.2 Metanol: Saf Su Karışımıyla (4:1) Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının <i>E. coli</i> İnhibisyonu	42
4.7.1.3 Arı Ekmeklerinin Saf Suda Hazırlanmış Ekstraktlarının <i>E. coli</i> Üzerine Antimikrobiyal Etkisi.....	44
4.7.2 <i>Listeria monocytogenes</i> İnhibisyonu.....	45
4.7.2.1 Arı Ekmeklerinin Metanolde Hazırlanmış Ekstraktlarının <i>L.monocytogenes</i> Üzerine Antimikrobiyal Etkisi.....	45
4.7.2.2 Metanol: Saf Su Karışımıyla (4:1) Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının <i>L.monocytogenes</i> İnhibisyonu.....	46
4.7.2.3 Arı Ekmeklerinin Saf Suda Hazırlanmış Ekstraktlarının <i>L.monocytogenes</i> İnhibisyonu	48
4.7.3 <i>Micrococcus luteus</i> İnhibisyonunun Belirlenmesi.....	49
4.7.3.1 Arı Ekmeklerinin Metanolde Hazırlanmış Ekstraktlarının <i>M.luteus</i> Üzerine Antimikrobiyal Etkisi.....	49
4.7.3.2 Metanol: Saf Su Karışımıyla (4:1) Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının <i>M.luteus</i> İnhibisyonu.....	51
4.7.3.3 Arı Ekmeklerinin Saf Suda Hazırlanmış Ekstraktlarının <i>M.luteus</i> Üzerine Antimikrobiyal Etkisi.....	52
4.7.4 <i>Staphylococcus aureus</i> İnhibisyonunun Belirlenmesi	53
4.7.4.1 Arı Ekmeklerinin Metanolde Hazırlanmış Ekstraktlarının <i>S.aureus</i> Üzerine Antimikrobiyal Etkisi.....	53
4.7.4.2 Metanol:Saf Su Karışımıyla (4:1) Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının <i>S.aureus</i> İnhibisyonu.....	54
4.7.4.3 Arı Ekmeklerinin Saf Suda Hazırlanmış Ekstraktlarının <i>S.aureus</i> Üzerine Antimikrobiyal Etkisi.....	56
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	57
6. KAYNAKLAR.....	61
EKLER	65
ÖZGEÇMİŞ	75

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1 Arıcılığın mağara yaşamından beri olduğunun kanıt resmi.....	1
Şekil 3.1 2020 yılı mahsulü arı ekmeği karışımı	14
Şekil 3.2 2019 yılı mahsulü arı ekmeği karışımı	15
Şekil 3.3 Arı ekmeğinin petekten ayrılması	15

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1 Dünya kovan sayısı ile bal üretimi	2
Çizelge 1.2 Türkiye'deki kovan ve bal üretimi	3
Çizelge 1.3 Arı ekmeğinin besin değerleri (100gr/%)	5
Çizelge 3.1 Numuneler ve numuneler ait kodlamalar	14
Çizelge 4.1 Arı ekmeklerine ait kurumadde oranı (%)	21
Çizelge 4.2 Farklı peteklerden alınan arı ekmeği örneklerinin kuru madde % miktarlarına uygulanan varyans analizi sonuçları	22
Çizelge 4.3 Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin kurumadde oranlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları	22
Çizelge 4.4 Arı ekmeklerine ait kül oranı (%)	23
Çizelge 4.5 Farklı peteklerden alınan arı ekmeği numunelerinin kül oranlarına % uygulanan varyans analizi sonuçları	24
Çizelge 4.6 Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin kül oranlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları	24
Çizelge 4.7 Arı ekmeklerine ait protein miktarı (%)	25
Çizelge 4.8 Farklı peteklerden alınan arı ekmeği örneklerinin protein miktarlarına uygulanan varyans analizi sonuçları	25
Çizelge 4.9 Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin protein miktarlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları	26
Çizelge 4.10 Arı ekmeklerine ait yağ miktarı (%)	27
Çizelge 4.11 Farklı peteklerden alınan arı ekmeği örneklerinin yağ % miktarlarına uygulanan varyans analizi sonuçları	27
Çizelge 4.12 Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin yağ miktarlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları	28
Çizelge 4.13 Metanolde çözündürülen arı ekmeklerine ait toplam antioksidan kapasitesi [mmol TE/L]	29
Çizelge 4.14 Farklı peteklerden alınıp metanolla çözündürülen arı ekmeği örneklerinin antioksidan kapasitesi % miktarlarına uygulanan varyans analizi sonuçları	29
Çizelge 4.15 Farklı peteklerden elde edilip metanolla çözündürülen arı ekmeklerinin DPPH yöntemi ile antioksidan kapasitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları	30
Çizelge 4.16 Metanol:saf su karışımıyla (4:1) hazırlanmış arı ekmeği ekstraktlarının toplam antioksidan kapasitesi [mmol TE/L]	31
Çizelge 4.17 Farklı peteklerden alınıp metanol:safsu (4:1) çözündürülen arı ekmeği örneklerinin toplam antioksidan kapasitelerine uygulanan varyans analizi sonuçları	31
Çizelge 4.18 Farklı peteklerden elde edilmiş metanol:saf su (4:1) ile çözündürülen arı ekmeklerinin DPPH yöntemi ile antioksidan kapasitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları	32
Çizelge 4.19 Saf su ile çözündürülen arı ekmeklerine ait toplam antioksidan kapasitesi (mmol TE/L)	32
Çizelge 4.20 Farklı peteklerden elde edilip saf su ile çözündürülen arı ekmeklerinin antioksidan kapasitelerine uygulanan varyans analizi sonuçları	33

Çizelge 4.21	Farklı peteklerden elde edilip saf su ile çözündürülen arı ekmeklerini antioksidan kapasitesine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları....	33
Çizelge 4.22	Metanol ile çözündürülen arı ekmeklerine ait toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/ 100 g)	35
Çizelge 4.23	Farklı peteklerden elde edilip metanol ile çözündürülen arı ekmeklerinin fenolik maddelerine uygulanan varyans analizi sonuçları .	35
Çizelge 4.24	Farklı peteklerden elde edilip metanol ile çözündürülen arı ekmeklerinin toplam fenolik madde miktarlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	36
Çizelge 4.25	Metanol:saf su karışımıyla (4:1) çözündürülen arı ekmeklerine ait toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/ 100 g)	37
Çizelge 4.26	Farklı peteklerden elde edilen metanol:saf su karışımıyla çözündürülen arı ekmeklerinin fenolik maddelerine uygulanan varyans analizi sonuçları	37
Çizelge 4.27	Farklı peteklerden elde edilip metanol:saf su karışımıyla çözündürülen arı ekmeklerinin fenolik maddelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları	38
Çizelge 4.28	Saf su ile çözündürülen arı ekmeklerine ait fenolik madde miktarı (mg GAE/ 100 g)	39
Çizelge 4.29	Farklı peteklerden elde edilip saf su ile çözündürülen arı ekmeklerinin fenolik maddelerine uygulanan varyans analizi sonuçları	39
Çizelge 4.30	Farklı peteklerden elde edilip saf su ile çözündürülen arı ekmeklerinin fenolik maddelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	40
Çizelge 4.31	Metanol:saf su karışımıyla çözündürülen arı ekmeklerine ait <i>E.coli</i> 'ye karşı antibakteriyel aktivitesi	41
Çizelge 4.32	Farklı peteklerden elde edilen metanol ile çözündürülen arı ekmeklerinin <i>E.coli</i> 'ye karşı antibakteriyel aktivitelere uygulanan varyans analizi sonuçları	41
Çizelge 4.33	Farklı peteklerden elde edilen metanol ile çözündürülen arı ekmeklerinin <i>E.coli</i> 'ye karşı antibakteriyel aktivitelere ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	42
Çizelge 4.34	Metanol:saf su karışımıyla çözündürülen arı ekmeklerine ait <i>E.coli</i> 'ye karşı antibakteriyel aktivitesi	43
Çizelge 4.35	Farklı peteklerden elde edilen metanol:saf su karışımıyla çözündürülen arı ekmeklerinin <i>E.coli</i> 'ye karşı antibakteriyel aktivitelere uygulanan varyans analizi sonuçları	43
Çizelge 4.36	Farklı peteklerden edilen metanol:saf su karışımıyla çözündürülen arı ekmeklerinin <i>E.coli</i> 'ye karşı antibakteriyel aktivitelere ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	44
Çizelge 4.37	Saf su ile çözündürülen arı ekmeklerine ait <i>E.coli</i> 'ye karşı antibakteriyel aktivitesi	44
Çizelge 4.38	Metanol ile çözündürülen arı ekmeklerine ait <i>L.monocytogenes</i> 'e karşı antibakteriyel aktivitesi	45
Çizelge 4.39	Farklı peteklerden elde edilen metanol ile çözündürülen arı ekmeklerinin <i>L.monocytogenes</i> 'e karşı antibakteriyel aktivitelere uygulanan varyans analizi sonuçları	46

Çizelge 4.40	Farklı peteklerden elde edilen metanol ile çözüldürülen arı ekmeklerinin <i>L.monocytogenes</i> 'e karşı antibakteriyel aktivitelere ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	46
Çizelge 4.41	Farklı peteklerden elde edilip metanol:saf su (4:1) karışımıyla çözüldürülen arı ekmeklerinin <i>L.monocytogenes</i> 'e karşı antibakteriyel aktivitelere uygulanan varyans analizi sonuçları	47
Çizelge 4.42	Farklı peteklerden elde edilip metanol:saf su (4:1) karışımıyla çözüldürülen arı ekmeklerinin <i>L.monocytogenes</i> 'e karşı antibakteriyel aktivitelere uygulanan varyans analizi sonuçları	47
Çizelge 4.43	Farklı peteklerden elde edilen metanol:saf su karışımıyla çözüldürülen arı ekmeklerinin <i>L.monocytogenes</i> 'e karşı antibakteriyel aktivitelere ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	48
Çizelge 4.44	Saf su ile çözüldürülen arı ekmeklerine ait <i>L.monocytogenes</i> 'e karşı antibakteriyel aktivitesi	49
Çizelge 4.45	Metanol ile çözüldürülen arı ekmeklerine ait <i>M.luteus</i> 'a karşı antibakteriyel aktivitesi	49
Çizelge 4.46	Farklı peteklerden elde edilip metanol ile çözüldürülen arı ekmeklerinin <i>M.luteus</i> 'a karşı antibakteriyel aktivitesine uygulanan varyans analizi sonuçları	50
Çizelge 4.47	Farklı peteklerden elde edilip metanol ile çözüldürülen arı ekmeklerinin <i>M.luteus</i> 'a karşı antibakteriyel aktivitelere ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	50
Çizelge 4.48	Metanol:saf su karışımıyla hazırlanmış arı ekmeği ekstraktlarının <i>M.luteus</i> 'a karşı antibakteriyel aktivitesi	51
Çizelge 4.49	Farklı peteklerden elde edilen metanol:saf su karışımıyla çözüldürülen arı ekmeklerinin <i>M.luteus</i> 'a karşı antibakteriyel aktivitelere uygulanan varyans analizi sonuçları	52
Çizelge 4.50	Farklı peteklerden elde edilen metanol:saf su karışımıyla çözüldürülen arı ekmeklerinin <i>M.luteus</i> 'a karşı antibakteriyel aktivitelere ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	52
Çizelge 4.51	Metanol ile çözüldürülen arı ekmeklerine ait <i>S.aureus</i> 'a karşı antibakteriyel aktivitesi	53
Çizelge 4.52	Farklı peteklerden elde edilen metanol ile çözüldürülen arı ekmeklerinin <i>S.aureus</i> 'a karşı antibakteriyel aktivitelere uygulanan varyans analizi sonuçları	54
Çizelge 4.53	Farklı peteklerden elde edilip metanol ile çözüldürülen arı ekmeklerinin <i>S.aureus</i> 'a karşı antibakteriyel aktivitelere ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları (harfler).....	54
Çizelge 4.54	Metanol:saf su ile çözüldürülen arı ekmeklerine ait <i>S.aureus</i> 'a karşı antibakteriyel aktivitesi	55
Çizelge 4.55	Farklı peteklerden elde edilen metanol:saf su karışımıyla ile çözüldürülen arı ekmeklerinin <i>S.aureus</i> 'a karşı antibakteriyel aktivitelere uygulanan varyans analizi sonuçları	55
Çizelge 4.56	Farklı peteklerden elde edilip metanol:saf su ile çözüldürülen arı ekmeklerinin <i>S.aureus</i> 'a karşı antibakteriyel aktivitelere ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları.....	56
Çizelge 4.57	Saf su ile çözüldürülen arı ekmeklerine ait <i>S.aureus</i> 'a karşı antibakteriyel aktivitesi	56

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

C	: Karbon
G	: Gram
GAE	: Gallik Asit Eşdeğeri
HCl	: Hidroklorik asit
H₃BO₃	: Borik asit
Kg	: Kilogram
M	: Molar
Meq	: Miliekivalent
ml	: Mililitre
NaOH	: Sodyum Hidroksit
Na₂CO₃	: Sodyumkarbonat
%	: Yüzde
°C	: Derece Santigrat
\bar{x}	: Aritmetik ortalama
μl	: Mikrolitre
TE	: Troloks eşdeğer

EKLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
EK 1: Arı Ekmeği Ayıklama	66
EK 2: Kül Fırını	67
EK 3: Yağ Tayini.....	68
EK 4: Çıkan Yağların Toplanması	68
EK 5: Toplanan Arı Ekmeklerinin Farklı Çözeltilerde Çözündürülmesi	69
EK 6: Çözünme Sonrası Oluşan Renk Değişimi	70
EK 7: Çözeltilerin Süzdürülmesi	71
EK 8: Antibakteriyel Analizi	71
EK 9: <i>L.monocytogenes</i> Üzerindeki Antibakteriyel Etki	72
EK 10: <i>S.aureus</i> ve <i>E.coli</i> Üzerindeki Antibakteriyel Etki	73
EK 11: Metanol, Metanol+Saf Su, Saf Su Çözeltilerinin <i>L.monocytogenes</i> Üzerine Antibakteriyel Etkisi	74

1.GİRİŞ

Dünyada yaklaşık 20 bin, ülkemizde ise yaklaşık 2 bin kadar çeşidi olan bal arılarının (*Apis mellifera*) geçmişi binlerce yıl öncesine dayanmaktadır. Özellikle yerleşik hayata geçen insanoğlu, bal arısının ve balın önemini farketmiş ve bal üretiminde aktif rol almıştır (Anonim 2021e). Doğa ve insanlar için büyük öneme sahip olan bal arılarının yapmış oldukları bal ve diğer arı ürünlerinin faydasının yadsınamayacak düzeyde olduğu bilim insanları, üretici ve tüketiciler tarafından bilinmektedir. Bu ürünler sadece gıda maddesi değil mucizevi bir şifa kaynağı ve doğal yaşam iksiridir. Bu ürünlerin şifa kaynağı olarak kullanılmaya başlanması yüzlerce yıl öncesine dayanır (Karaman ve ark.,2017).



Şekil 1.1 Arıcılığın mağara yaşamından beri olduğunun kanıt resmi (Anonim 2021a)

Arıcılık, on binlerce yıl önceki mağara hayatına bakıldığında görülmektedir. Şekil 1.1’de gösterildiği gibi milattan önce 7000 yıllarındaki çizilen şekillere, arıların fosil kalıntıları vb. görüntüleri bu bilgileri doğrulamaktadır. Tarihi süreç boyunca önce ağaç ve mantar kütükleri sonra toprak ve killerden yapılmış kovan tarzı kaplar kullanılarak günümüzde elde edilen kovanlar geliştirilmiştir. Gerçek anlamda arıcılık insanoğlunun ağaç kovukları içinde arılara zarar vermeden bal toplayıp bir kısım balıda arıların beslenmesi için ayırmalarıyla başlamıştır (Anonim, 2021a).

1.1 Arıcılık ve Arı Ürünleri

Günümüzde arıcılık tüm dünyada yapılmaktadır. Son zamanlarda apiterapi ile ilgili çalışmalardan ötürü de arıcılık ürünlerine ilgi artmıştır. Diğer tüm üretim ürünlerinde olduğu gibi arıcılıkta da önemli olan en az masrafla en kaliteli ve en yüksek gelirin sağlanmasıdır. Arıcılık denilince ilk akla bal gelmektedir. Diğer arıcılık ürünleri olan propolis, polen, arı sütü, arı zehri ve arı ekmeğinin (perga) bala kıyasla toplanması her ne kadar baldan zor ve maliyetli olsada, sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı apiterapide yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

1.1.1 Bal

Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne (Tebliğ No: 2020/7) göre bal, 'Bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının, bal arısı tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı, doğası gereği kristallenebilen doğal ürün' şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim, 2021b).

Çeşitli şekerler ile glikoz ve früktozu yapısında taşımaktadır. Balın rengi, tadı, görüntüsü vb. özellikleri balın toplandığı coğrafi konum ve toplandığı bitkiye göre değişiklik göstermektedir (Karlıdağ ve ark. 2020).

Çizelge 1.1'te 2020 FAO verilerine göre Dünya bal üretimi ile TÜİK 2020 verilerine göre Türkiye bal üretim miktarı verilmektedir. Bal üretim miktarının kovan sayısı ile doğru orantılı olması beklensede, aşağıda verilen çizelgede bu durumun geçerli olmadığı görülmektedir. Kovan sayısı en fazla Hindistan'da olmasına rağmen en çok bal üretimi Çin'de olmaktadır. Ülkemiz hem kovan sayısı hem de bal üretiminde 3. sırada yer almaktadır.

Çizelge 1.1 Dünya kovan sayısı ile bal üretimi (FAO 2020, Anonim 2021c)

ÜLKELER	Kovan Sayısı (Adet)	Bal Üretimi (Ton)
Hindistan	13.048.275	67.442
Çin	9.048.546	446.900
*Türkiye	8.128.360	109.330
İran	6.601.394	77.567
Etiyopya	6.018.223	50.000
Rusya	3.182.399	65.006
Arjantin	3.020.370	79.468

Ülkemizde illere göre üretilen kovan sayısı ve bal üretimi Çizelge 1.2’de gösterilmiştir. Çizelge 1.2’de görüldüğü gibi kovan sayısı ile bal üretimi arasında doğru bir orantı söz konusu değildir. En çok kovan sayısı Muğla ilinde olmasına rağmen bal üretiminde 1. sırada yer alan ilimiz Ordu ilidir.

Çizelge 1.2 Türkiye’deki kovan ve bal üretimi (Anonim, 2021d)

İl	Kovan Sayısı (Adet)	Bal Üretimi (Ton)
Ordu-52	573.268	17.057
Muğla-48	918.116	14.688
Adana-01	469.382	11.077
Sivas-58	243.673	5.029
Aydın-09	274.826	3.693
İzmir-35	244.519	3.007
Balıkesir	170.432	2.480
Türkiye’de Toplam	8.128.360	109.330

1.1.2 Propolis

Yunanca olan propolisin anlamı “şehrin korunması” anlamına gelmektedir. Bunun nedeni bitkiler tarafından kendilerini soğuktan ve mikroorganizmaların saldırılarından korumak, bal arıları için hijyenik bir ortam oluşturmak, ölen arıların kokularının bala sinmesini önlemek için üretilen reçinemsî bir bileşiktir. Bu reçineyi toplayan bal arıları kendi içlerinde transforme etmeleriyle güçlü, yapışkan, su geçirmez, antimikrobiyal ve sıcaklığa dayanıklı bir ürün oluşturmaktadırlar (Kumova ve ark., 2002).

Propolis oldukça güçlü bir antioksidan içeriğine sahiptir. Bu nedenle bağışıklık sistemini güçlendirmesi ve korumasıyla bilinmektedir (Kutluca ve ark., 2008).

1.1.3 Arı Sütü

Arı sütü, 5-15 günlük işçi arıların baş kısmında bulunan alt çene ve boğaz bezlerinden salgılanan, krem kıvamında, oldukça keskin bir kokuya sahip, ağızda ekşi ve acı bir tat bırakan besleyiciliği yüksek bir üründür (Özsoy, 2016). Arı sütü serbest amino asitler, polipeptidler, şekerler, yağlı asitler, mineral ve vitaminlerden oluşmaktadır. Arı sütünün antibakteriyel ve antioksidan özelliği ile kolesterol ve tansiyon üzerine olumlu etkisi olduğu bilinmektedir. Arı sütü ayrıca antienflamatuvar ve antitümör özelliğe sahiptir (Ethem ve ark., 2015).

1.1.4 Arı Zehri

Arı zehri, arılara elektrik akımı verilerek keselerindeki zehri bırakmalarının sağlanmasıyla toplanan bir üründür. Oldukça önemli ve pahalı bir üründür. Acı, renksiz ve sıvı bir üründür. Aslında arı sokmaları sonucu vücuda giren maddedir. İlaç sanayisinde kullanımı oldukça yaygındır. Cilt hastalığı tedavilerinde, bağışıklık güçlendirmede, kanser hastalığı tedavisinde kullanılan bir üründür. Zehrin aktif maddesini proteinler oluşturur. Ancak bu zehir etanol ile etkisiz hale getirilebilmektedir (Mutlu ve ark., 2017).

1.1.5 Polen

Arılar için önemli besin kaynaklarından biri de polendir. Çiçeklerden nektar toplayan bal arıları yani işçi arılar nektarla birlikte çeşitli bitkilerden polen toplar, topladıkları poleni kolonileri için kovanlarına götürürler. Polen özellikle larva, yaşlı ve ergin arıların beslenmesinde önemli yere sahiptir (Silici, 2015).

Polen arıların protein, mineral ve vitamin ihtiyaçlarının karşılanmasında kullanılır. İnsan sağlığı için de büyük öneme sahiptir. İlaç, gıda, kozmetik, hayvan yemi gibi birçok alanda kullanılan polenin etkisi hala tam olarak bilinmemektedir. Arının çeşitli bitkileri dolaşarak toplamasıyla oluştuğu için önemi birçok açıdan araştırılmaktadır. Antioksidan özelliği sayesinde arı poleninin bulaşıcı ve kronik hastalıklardan koruduğu bilinmektedir. Ayrıca arı poleninin kolesterol ve kalp hastalıkları riskini düşürdüğü, iltihabi hastalıkları önlediği, karaciğerden kaynaklı hastalıkları önlediği ve karaciğerin işlevsel yapısını arttırdığı, bağışıklığı güçlendirerek enfeksiyonlara karşı koruduğu, antimikrobiyal ve antikanser özellikleri olduğu, metabolizma yapısını düzenlediği ve menopoz belirtilerini aza indirdiği de bildirilmiştir (Mayda, 2019).

1.1.6 Arı Ekmeği (Perga)

Arı ekmeği (perga) polen gibi besin içeriği oldukça yüksek olan arı ürünlerinden birisidir. Çok bilinmeyen çoğunlukla da temel maddesi olan polen ile karıştırılan perganın faydası normal bir polene göre çok daha fazladır. Arı ekmeği, arıların topladıkları polenlere bal ve enzim katarak peteklerde toplamasıyla oluşur. Arılar yaşamlarını devam ettirebilmek için besine ihtiyaç duyarlar bunu da doğrudan doğadan aldıkları polen ve nektardan karşılarlar. Arılar karbonhidrat ve enerji ihtiyaçlarını karşılamak için nektarı kullanırken, protein, vitamin ve mineral

ihtiyaçlarını karşılamak için poleni kullanırlar. İşçi arılar, polenden daha besleyici protein ve lipid değeri daha yüksek olan özellikle kışık besin kaynağı niteliğinde bir gıdaya ihtiyaç duyarlar ve bu gıdayı da doğadan topladıkları polenleri kendi sekresyonları ile birleştirirerek üretirler (Bakkaloğlu, 2021). Bu retim için arılar topladıkları polenleri kovadaki petek gözlerine yerleştiriler ve bozulmalarını önlemek için de bal ve balmumu ile kaplarlar. Arı poleni arının salgıladığı farklı enzimler, mikroorganizmalar ile ortam nem ve sıcaklığının etkisiyle kovanda fermente olur (laktik asit fermentasyonu) ve böylece perga haline gelmiş olur (Uyanık, 2019).

Perga kraliçe arı ve yavru arıların temel gıdasıdır. Pupadan çıkan yavru arı ilk 5 gün perga ile beslenir. Bu nedenle adına ‘arı bebek maması’ da denir. Son derece besleyici olan bu perganın çıkarılması da son derece titiz bir çalışma ve zen istemektedir. Son zamanlarda bu işlem için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Gelişmiş ve özel yöntemler sayesinde perganın saflığı bozulmadan, içeriğine hiçbir madde karışmadan çıkartılması mümkün olmaktadır. Birçok retici arı kolonisine ve peteklere zarar gelmesin diye arı ekmeği çıkarma işleminden kaçınmakta ve bu nedenle de piyasa da arı ekmeğine zor ulaşılmaktadır (Silici, 2015). Ancak doğru ve gelişmiş bir yönteme iyi bir tecrübe de dahil olursa koloniye zarar gelmeden perga çıkarılması mümkündür. Arı ekmeği besin değeri açısından çok değerli bileşenlerden meydana gelir. Arı ekmeği polenden elde edilse de farklı kimyasal yapıya sahiptir. Etrafındaki dış kabuk nedeniyle sindirimi zor olan polenin yanısıra, bu kabuğun arının özel enzimleri sayesinde eritilmesiyle perga mide de %100 oranında sindirilebilir hale gelir. Polendeki bütün değer besinlerini içermesinin yanında üç kat daha fazla biyoaktif özelliğe sahiptir (Karaman ve ark., 2017).

Çizelge 1.3 Arı ekmeğinin besin değerleri (100gr/%) (Karaman ve ark., 2017)

Besin Değerleri	100 gr
Protein	% 25-30
Lipid	%1.6
Karbonhidrat	%25-30
Mineral	%2.43
Laktik Asit	% 3.5

Besin bileşenlerince zengin olan perga vitaminlerden C, B1, B2, B5 (pantotenik asit), B9 (folik asit), E, H ve K vitaminleri ile amilaz, fosfataz gibi enzimleri içermektedir. Bunaların yanısıra çeşitli flavonoidleri de yapısında bulundurmaktadır. Arı ekmeği polende bulunan bileşenlerin yanı sıra arıdan gelen amino asit, peptit ve enzimleri de içerir (Anonim, 2020a).

Perga sağlık alanında da önemli bir yere sahiptir. Perganın;

- zihinsel yorgunluk ile dikkat dağınıklığını azalttığı,
- içeriğindeki vitaminler, mineraller ile vücuda destek olduğu,
- bağırsak rahatsızlıkları, hazımsızlık, sindirim gücünü, mide problemlerinin giderilmesine yardımcı olduğu,
- hemoglobin ve eritrosit seviyesini artırarak anemi oluşumunu engellediği,
- vücut direncini artırarak bedensel yorgunluğu azalttığı, enerjinin yükselmesine, performansın artmasına destek olduğu,
- prostat rahatsızlığının azalmasında etkili olduğu,
- içerisinde bulunan rutenyum maddesi sayesinde kalp damar tıkanıklıklarından kaynaklı rahatsızlıkları önlediği,
- içeriğinde bulunan yüksek orandaki asetilkolin sayesinde tansiyon ve kabızlığın tedavisinde yardımcı olduğu,
- kanser tedavisinde kullanılan radyoterapi yönteminde yaygın olarak görülen yan etkilerden kusma, halsizlik, iştahsızlık ve kansızlık sorunlarını önemli ölçüde azalttığı,
- antiseptik ve antimikrobiyal özellikleri olduğu,
- üreme hormonlarına olumlu etkisi olduğu, antiaging, hücre yenileyici ve besleyici özellikleri olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2020b; Karaman ve ark., 2017).

Nasıl tüm üretilen ürünlerde tazelik önemliyse, arı ekmeğinden de beklenen faydanın en iyi şekilde alınabilmesi için tazeliğinin ve kalitesinin iyi olması oldukça önemlidir. Taze ve uzun süre bekletilmiş arı ekmeği test edildiğinde, bir yıldan fazla süre ile bekletilen arı ekmeğinin taze arı ekmeğine oranla biyoyararlılığında azalma olduğu hatta belli bir zaman zarfından sonra yok olduğu

görülmüştür. Bu sebepten dolayı arı ekmeklerinin rutubetsiz, ışık almayan ve serin bir ortamda muhafaza edilmeleri gerekmektedir (Karaman ve ark., 2017).

Literatürde gerek bal gerekse polen ve propolis gibi arı ürünleri ile ilgili birçok çalışma bulunmakta olup, yukarıda sağlık üzerine olumlu etkilerinden bahsedilen arı ekmeği hakkında kapsamlı ve detaylı çalışmalara pek rastlanmamaktadır. Bu nedenle, bu tez çalışmasının amacını, ülkemizde farklı bölgelerden temin edilen arı ekmeklerinin kimyasal bileşiminin tespit edilerek besinsel kalitesinin ortaya konulması ile toplam antioksidan kapasitesi, toplam fenolik içeriği, antimikrobiyal özellikleri gibi biyoaktif özelliklerinin irdelenip fonksiyonel özelliklerinin ortaya konulması oluşturmaktadır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

DeGrandi-Hoffman ve ark., (2013) çalışmalarında, Avrupa ve Afrika arıcılık ürünlerinin özelliklerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada polenlerin pH değerinin (4.7 ± 0.009), arı ekmeğinin pH değerinden daha yüksek olduğunu, başka bir ifadeyle, arı ekmeğinin polenlerden daha asidik olduğunu bulunmuşlardır. Avrupa arılarının ürettiği ekmeğinin, Afrika arılarının ekmeğinden daha asidik (pH değerleri sırasıyla 3.92 ± 0.013 ile 3.97 ± 0.014) olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışma bulgularına göre polendeki çözünür ortalama protein konsantrasyonları (837.5 ± 51.7 $\mu\text{g/mL}$), Avrupa arılarının ekmeğinin protein konsantrasyonunun (567 ± 26 $\mu\text{g/mL}$) Afrika arılarının protein konsantrasyonuna ($577 + 30$ $\mu\text{g/mL}$) benzer olduğunu bildirmişlerdir.

Kaplan ve ark., (2016) farklı botanik kökene sahip sekiz arı ekmeği örneğini incelemişlerdir. Numunelerin nem içeriğinin % 11.4 - 15.9 arasında, kül içeriğinin % 1.9 - 2.54 arasında, yağ içeriğinin % 5.9 - 11.5 arasında ve protein içeriğinin ise % 14.8 - 24.3 arasında olduğunu bulmuşlardır. Yağ asiti profilinde linoleik ve linolenik asitlerin baskın olduğunu tespit etmişlerdir. Doymamış / doymuş yağ asiti oranının da 1.38 ile 2.39 arasında değişmiş olup arı ekmeğinin iyi bir doymamış yağ asiti kaynağı olacağını bildirmişlerdir.

Kaplan ve ark., (2019) çalışmalarında, birbirinden farklı yerlerden elde edilen beş Turunçgilden elde edilen arı ekmeği örneğinin besinsel değeri ve yağ bileşenleri bileşimini incelemişlerdir. Turunçgil arı ekmeği numunelerinin nem içeriğinin % 11.0-16.4, kül miktarı % 1.86-2.4, yağ oranı % 7.0-13.4 ve protein miktarı % 18.6-21.6 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Toplam otuz yedi yağ asidini arı ekmeğlerinde tanımlamış olup bunlardan palmitik, stearik, araşidik, oleik, eikosenoik, erüsik ve linoleik asitlerin baskın olduğunu belirlemişlerdir. Arı ekmeğinin 1.28 ile 2.23 arasında değişen doymamış / doymuş yağ asitleri oranıyla iyi bir doymamış yağ asiti kaynağı olduğunu göstermişlerdir. Arı ekmeği bileşiminin coğrafi kökene göre de önemli ölçüde değiştiğini bildirmişlerdir.

Nagai ve ark., (2004) Litvanya'dan ithal edilmiş taze arı ekmeğinin üç çeşit ekstraktını (suda, sıcak suda ve etanolde) hazırlamışlar ve bu ekstraktların protein içeriklerini, antioksidan ve fenolik madde içeriklerini araştırmışlardır. Normal suda

hazırlanan ekstraktın protein içeriğini 9,59 mg/mL, sıcak suda hazırlanan ekstraktın protein içeriğini 12,29 mg/mL, etanolde hazırlanan ekstraktın ise protein içeriğini 1,94 mg/mL olarak bulmuşlardır. Fenolik madde içeriğini normal suda hazırlanan ekstraktta 446,6 µg/mL, sıcak suda hazırlanan ekstraktta 195,21 µg/mL, etanolde hazırlanan ekstraktta 239,3 µg/mL olarak bulunmuştur. Normal sulu ekstraktın en yüksek antioksidan kapasitesine sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Šarkinas ve ark., (2019) Litvanya'nın farklı bölgelerinden sekiz adet arı ekmeği örneğini almış ve farklı çözücüler (metanol ve su) kullanarak bunların ekstraktlarını hazırlamışlardır. Arı ekmeği ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitesini, üç farklı bakteri ve iki farklı küf türüne karşı agar difüzyon deneyi ile değerlendirmişlerdir. Toplam fenolik bileşik içeriğini Folin-Ciocalteu metoduyla, toplam flavonoid içeriğini alüminyum-klorür metoduyla, toplam antioksidan kapasitesinin de DPPH metoduyla değerlendirmişlerdir. Arı ekmeğinin küflerden *Aspergillus niger* ve *Monilia fructicola* karşı antifungal aktivite, patojenlerden *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* ve *Pseudomonas aeruginosa*'ya karşı antibakteriyel aktiviteleri değerlendirilmiştir. Çalışmada hem antioksidan hem de antimikrobiyal aktivitenin, arı ekmeğinin botanik kökeni ile coğrafik orjinine bağlı olarak değişme gösterdiği tespit etmişlerdir.

Bakour ve ark., (2019) Fas arı ekmeğinin palinolojik özellikleri, besin değeri ve kimyasal bileşimi (serbest şekerler, organik asitler, mineral bileşimi, yağ asidi, tokoferoller ve polifenoller), antioksidan aktivitesi, antibakteriyel ve antifungal aktiviteleri tarafından incelenmiştir. Çalışmada arı ekmeğinin protein (19.96 ± 0.08 g/100 g), serbest şeker (18 ± 1 g/100g), makro ve mikro element, yüksek seviyede çoklu doymamış yağ asitleri (64.7 ± 0.4), tokoferoller (10.9 ± 0.9 mg/100 g) ve glikozit türevi doğal antioksidanlar için iyi bir kaynak olduğu bildirilmiştir. Ayrıca arı ekmeğinin bazı patojen bakterilere ve funguslara karşı antimikrobiyal etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Uyanık (2019) çalışmasında 5 farklı ülkeden 7 ayrı arı ekmeğinin (Litvanya, Çin, Kırgızistan, Polonya ve Türkiye) biyoaktif özelliklerini araştırmıştır. Çalışmada toplam fenolik madde miktarının 853.50-1614.84 mg GAE/100 g arasında değiştiği; düşük toplam fenolik içeriğine Kırşehir arı ekmeğinin (853.50 mg GAE/100 g),

yüksek toplam fenolik içeriğine de Mersin arı ekmeğinin (1614.84 mg GAE/100 g) sahip olduğu belirlenmiştir. Örneklerin antioksidan aktivitesi ise 25.38-75.71 mgAAE/g arı ekmeği arasında değişmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, farklı ülkelerden toplanan arı ekmeklerinin toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitelerindeki farklılığın coğrafik konum ve botanik orijinin farklı olmasından, yine toplama, işleme ve depolama özelliklerindeki farklılıklardan da kaynaklanmış olabileceği bildirilmiştir.

Vásquez ve ark., (2009) çalışmalarında, bal arısının (*Apis mellifera*) midesindeki laktik asit bakteri florası (LAB) tarafından polenlerin fermente edilerek arı ekmeğine dönüştüğünü göstermişlerdir. Arı ekmeği örnekleri, yüksek seviyelerde toplam polifenol (12.36 - 18.24 mg GAE) ve flavonoidler (13.56 - 18.24 µg QE) ve en iyi arı ekmeği değerleri içeriyordu. Arı ekmeği ekstraktı tarafından inhibe edilen antibakteriyel aktivite, en iyi minimum inhibisyon konsantrasyonunun *Escherichia coli* CCM 3988 ve *Salmonella enterica* subs. *enterica* CCM 3807 bakterilerine karşı sağlamış olduğunu tespit etmişlerdir. Arı ekmeğinin arı midesinden gelen LAB ve antimikrobiyal maddeler sayesinde hem larva hem de yetişkin arılar tarafından tüketildiğinde bal arısı hastalıklarına karşı koruyucu etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Eva ve ark., (2015) tarafından Ukrayna'da yürütülen bir çalışmada, Ukrayna'nın değişik bölgelerinden toplanmış arı ekmeklerinin DPPH ve fosfomolibden metotları ile antioksidan aktivitelerine, Folin-Ciocalteau metodu ile toplam fenolik madde miktarına, alüminyum-klorür yöntemiyle toplam flavonoid içeriğine, disk difüzyon metoduyla da antimikrobiyal aktivitelerine bakılmıştır. Bazı bölgelerden (Poltava oblast) temin edilen arı ekmeklerinin antioksidan etkilerinin yüksek olduğu bildirilmekle birlikte, yüksek düzeyde toplam polifenol (12.36 - 18.24 mg GAE - kuru ağırlığa göre gallik asit eşdeğeri) ve flavonoid (13.56 - 18.24 µg QE - kuru ağırlığa göre kuersetin eşdeğeri) içerdiği de gözlemlenmiştir. Arı ekmeklerinin gösterdiği en iyi antibakteriyel etkinliğin *Bacillus thuringiensis* CCM 19'e karşı olduğu, bunun yanı sıra *E.coli* CCM 3988 ve *Salmonella enterica* subs. *enterica* CCM 3807 karşı da antibakteriyel etki gösterdikleri bulunmuştur.

Abouda ve ark., (2011) farklı aromatik ve şifalı bitkilerden elde edilen doğal arı ekmeği ve arı poleni örneklerinin, insan patolojisinden izole edilen antibiyotik-dirençli bakteri suşları üzerindeki antimikrobiyal aktivitelerini incelemişlerdir. Fas'taki farklı bölgelerden dört arı ekmeği örneği, iki taze arı poleni örneği ve iki kuru arı poleni örneğini çalışmalarında kullanmışlardır. Arı poleni ve arı ekmeği numunelerinin antibiyotiklere dirençli olan çok çeşitli mikroorganizmaların büyümesini engellediği; değişik derecelerde antimikrobiyal aktivite gösterdiklerini göstermişlerdir. Gram (+) bakterilerin (*Bacillus*, *Staphylococcus*) arı ekmeği ve arı polenine karşı gram (-) bakterilere (*E. coli*, *Psuedomonas*) göre daha hassas olduğunu bildirmişlerdir.

Ciric ve ark., (2019) çalışmalarında 12 çeşit farklı coğrafik orijinli Sırp arı ekmeğinin element miktarları (ICP-MS ile) ve yağ asidi kompozisyonları incelemişlerdir. Potasyumun arı ekmeğinde en çok bulunan element olduğunu (5515 ± 361.20 mg/kg ila 7487 ± 381.50 mg/kg aralığında) tespit etmişlerdir. Çalışmada ağır metallere As ve Pb, bazı numunelerde rastlanmıştır olup, çevre kirliliğinin izlenmesinde arı ekmeğinde ağır metal analizinin faydalı olabileceği kanısına varılmıştır. Ayrıca, $\omega-6 / \omega-3$ oranını $0,86 \pm 0,28$ ile $1,40 \pm 0,05$ arasında değiştiğini, böylece arı ekmeğinin iyi bir doymamış yağ asidi kaynağı olabileceğini göstermişlerdir.

Hazır (2019) yaptığı hayvan deneylerinde Pb asetatın kan hücreleri, biyokimyasal ve hayvanların dokuları üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu belirlenmiştir. Önemli bir besin kaynağı olan arı ekmeğinin biyoaktif bileşenleri ve fonksiyonel özellikleri sayesinde Pb asetatın sebep olduğu olumsuz değişiklikleri iyileştirdiği görülmüştür.

Einer-Jensen ve ark., (1996) *Cimicifuga racemosa*'nın (siyah yılan kökü) özünü hem polen ile hem de perga+polen karışımlarını yaparak iki ticari ürün geliştirmişlerdir. Bu iki ürün birkaç farklı tozda yumurtaları alınmış deney farelerinin üstünde denenmiş ve bu ürünlerin östrojenik etki göstermediği tespit edilmiştir. Bu ürünün Danimarka'da kadınların menapozla ilgili olan ani sıcak basmaları ile diğer menstürel ve menopozal rahatsızlıkların tedavisinde sıklıkla kullanıldığını bildirmişlerdir.

Kas'ianenko ve ark., (2011) yürüttükleri epidemiyolojik çalışmalarda, aşırı kilolu (vücut kitle indeksi - BMI 25 - 30) ve obez (30'dan fazla BMI) hastalarda bal, polen ve arı ekmeği tüketiminin toplam kolesterolü azaltarak kan lipit bileşiminin iyileştirdiği ve vücut aşırı ağırlığının azalmasına yardımcı olduğunu göstermişlerdir.

Zorba ve ark., (2019) çalışmalarında farklı spor türlerinde (kick-boks, fitness, karate, atletizm) çalışan sporcularda ve spor yapmayan insanların beslenme düzenine ilave ettikleri perganın kişilerin başarı ve yaşamsal kalite üzerine etkilerini incelemişlerdir. Adına 'Perga İlacı' denilen bu çalışmada, sporculara özel olarak yapılmış, ham bal, polen, doğal arı ekmeği ve arı sütü karışımı içeren doğal bir ürün hazırlanmıştır. Perga ilacı; oldukça zengin içeriği ve yüksek biyoaktif mevcudiyeti nedeniyle üstün bir besindir, aynı zamanda eşsiz bir doğal performans ve enerji kaynağıdır. Çalışmada sporculara perga ilacı kullanım öncesi ve sonrası olarak ölçümler (sağ ayak kuvveti, sol ayak kuvveti, sırt kuvveti, bacak kuvveti, laktat seviyeleri, mekik sayıları) yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonunda veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda düzenli kullanılan perga ilacı tüketimi sonucunda tüm performans değerleri gözle görülür şekilde fark edilmiş olup (sporcularda ortalama olarak %10-15; spor yapmayan insanlarda %35-45 artış) ve bu yükselmenin sporcuların performanslarına ve spor yapmayan insanların yaşam kalitelerine önemli ölçüde katkı sağladığı bilimsel olarak kanıtlanmıştır.

Kowalski ve ark., (2017) arı ekmeği ve propolis ilave edilerek zenginleştirilmiş balın fonksiyonel özelliklerini belirlemiştir. Deneyin ilk adımında, propolisin etanol ile ekstraksiyonu ile yumuşak propolis özütü (SPEx) elde edilmiştir. Doğal bala SPEx (%0.25 ila 1.0 w/w) ve arı ekmeği (%5 ila 15 w/w) uygulanmıştır. Güçlendirilmiş ballar toplam fenolik içerik, radikal süpürücü aktivite ve demiri azaltıcı antioksidan güç açısından araştırılmış, ayrıca mikroorganizmaların büyümesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Arı ekmeğinin antioksidan özellikler üzerinde en önemli etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Öte yandan, test edilen tüm ballar, *Micrococcus luteus*'a karşı değil, *Escherichia coli*'ye karşı antibakteriyel aktivite göstermiştir. %1 propolis ilaveli ballar bu durumda en etkili olanlardır. Araştırmalar balın antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri için hem arı ekmeği hem de propolis açısından zenginleştirilmesinin faydalı olduğunu göstermiştir.

Fidan ve ark., (2020) Arı ekmeğinin meyve sineği olarak bilinen *Drosophila melanogaster*'in metamorfoz oranı, yaşam kalitesi ve doğurganlık üzerine etkileri araştırılmıştır. Larva-pupa-ergin olarak 3 evrede incelenmiş. Çalışmada farklı konsantrasyonlarda arı ekmeği içeren ve arı ekmeği içermeyen besiyerlerine yerleştiren 3 evredeki etkileri incelenmiş. Larvalardan gelişen dişi sineklerin perga içeren besiyerler sayesinde doğurganlık üzerinde önemli artış gösterdiği görülmüş ve ölüm oranlarında azalma görülmüştür.

Hanssen, (1985) Apiterapide kullanılan arı ekmeği, polen ve bal karışımlarıyla yapılan kürlerin son derece dikkat edilerek kullanılması gerekmektedir. Yapılan bir çalışmada arı ekmeği kullanımından kaynaklı herhangi bir rahatsızlık veya zehirlenme vakası görülmemiştir, ancak polen alerjisi olan kişilerde bu tür kürlerin kullanılmasının sakıncalı olduğu tespit edilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Arı Ekmeği Numunelerinin Temini

Çalışmada kullanılan arı ekmeği Ordu Arıcılık Araştırma Enstitüsü tarafından temin edilmiştir. 2020 yılı mahsulü balı boşaltmış her biri farklı peteklerden alınmış on arı ekmeği (Şekil 3.1) ile 2019 yılı mahsulü soğuk hava depolarında depolanmış çok sayıda petekten toplanarak karıştırılmış bir karışım numunesi (Şekil 3.2) olmak üzere toplam 11 numunede analizler gerçekleştirilmiştir. Çizelge 3.1’de numuneler ve kodları verilmiştir.

Çizelge 3.1 Numuneler ve numuneler ait kodlamalar

Numune Adı	Numune Kodları
2019 mahsul arı ekmeği karışımı	P0AE
1.petek 2020 mahsul arı ekmeği	P1AE
2.petek 2020 mahsul arı ekmeği	P2AE
3.petek 2020 mahsul arı ekmeği	P3AE
4.petek 2020 mahsul arı ekmeği	P4AE
5.petek 2020 mahsul arı ekmeği	P5AE
6.petek 2020 mahsul arı ekmeği	P6AE
7.petek 2020 mahsul arı ekmeği	P7AE
8.petek 2020 mahsul arı ekmeği	P8AE
9.petek 2020 mahsul arı ekmeği	P9AE
10.petek 2020 mahsul arı ekmeği	P10AE



Şekil 3.1 2020 yılı mahsulü arı ekmeği karışımı



Şekil 3.2 2019 yılı mahsulü arı ekmeği karışımı

3.1.2 Numune Ön Hazırlığı

Ordu Arıcılık Araştırma Enstitüsünden gelen balı boşaltılmış peteklerden arı ekmeği ince bir spatül yardımıyla tek tek alınmış (Şekil 3.3) ve etüvde 42 ± 1 °C de 24 saat bekletilmiştir. Etüvde bekletmenin amacı arı ekmeği temizlenirken içine karışan bal mumlarının eritilerek uzaklaştırılmasıdır. Etüvde 24 saat bekleyen arı ekmeği toz haline getirilip -18°C 'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.3 Arı ekmeğinin petekten ayrılması

3.2 Yöntem

3.2.1 Kurumadde Miktarı Tayini

Arı ekmeği örneklerinden petri kaplarına 5'er gram alınarak etüvde 103± 2°C'de sabit ağırlığa gelene kadar bekletilmiştir. Sabit tartıma gelince ağırlık kaybı hesabı üzerinden kurumadde miktarları hesaplanmıştır (Cemeroğlu, 2010).

$$\% \text{ Kurumadde (100g/g)} = ((A3-A2)/A1) \times 100$$

A3: Petrinin Son Tartımı (g)

A2: Petrinin Darası (g)

A1: Numune Miktarı (g)

3.2.2 Yağ Miktarı Tayini

Yağ tayini Soxhalet ekstraksiyon yöntemi ile yapılmıştır. Öğütülmüş 5 g numune örnekleri Soxhalet kartuşlarına yerleştirilmiştir. Her bir örnek için darası alınan Soxhalet beherlerine 100 ml çözücü (n-hekzan) dökülmüştür. Kademeli olarak yapılan bu işlemde önce yağın çözücüye geçişi sağlanmış daha sonra da çözücü uzaklaştırılmış ve Soxhalet beherlerinde yalnızca yağın kalması sağlanmıştır. Daha sonra Soxhalet beherleri tartılmış son ağırlığı kaydedildikten sonra içindeki yağ oranları % yağ olarak aşağıdaki formülle bulunmuştur (James, 1995).

$$\% \text{ Yağ (100g/g)} = ((A2-A1)/A0) \times 100$$

A0: Öğütülmüş numune ağırlığı (g)

A1: Boş beher ağırlığı (g)

A2: Ekstraksiyon sonrası beher ağırlığı (g)

3.2.3 Toplam Kül Tayini

Krozelere ikişer gr arı ekmeği numunelerinden tartıldıktan sonra kül fırınına konulmuştur. Kroze içeriğindeki numunelerin yüksek sıcaklık etkisiyle sıçrama yapmasını önlemek için sıcaklık kademeli olarak (150°C, 250°C, 350°C ve 550°C) yükseltilmiştir. Son sıcaklık olan 550°C'de krozeler içlerindeki örnekler beyazlaşıp kül oluncaya kadar kül fırınında bekletilmiştir. Daha sonra krozeler desikatörte soğumaya alınıp tartılarak aşağıdaki formüle göre hesaplama yapılmıştır (Kaçar ve İnal, 2008).

$$\% \text{ Kül (g/100g)} = ((A2-A1)/A0) \times 100$$

A0: Örnek Miktarı (g)

A2: Krozenin Son Tartımı (g)

A1: Kroze Darası (g)

3.2.4 Protein Tayini

Kjeldahl yöntemi ile üç aşamalı analiz gerçekleştirilmiştir. İlk aşama olana yakma aşamasında Kjeldahl tüplerinin içine öğütülmüş arı ekmeği numunelerinden 0.5 gram alınmış ve üzerlerine 12 ml H₂ SO₄ eklenip katalizör eşliğinde yakma ünitesine yerleştirilmiştir. Yakma ünitesinde 150 °C'de 5 dk, 300 °C'de 40 dk, 420 °C'de 90 dk olacak şekilde kademeli olarak ısı yükseltmesi yapılarak tüp içerisinde bulunan organik maddelerin okside olması sağlanmıştır. Yakma işlemi sonrası içeriği berrak mavi-yeşil renge dönüşen tüpler oda ısısına gelene kadar bekletilmiş ve distilasyon ünitesine alınarak ikinci aşama olan distilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. 30 ml %4'lük H₃BO₃ (w/v), 50 mL %35'lik sodyum hidroksit (w/v) ve 50 ml distile su kullanılarak gerçekleştirilen distilasyon işlemi sonrası H₃BO₃'te toplanan destilat son aşama olan titrasyona alınmıştır. Bu aşamada destilat metilen kırmızısı-bromkresol karışık indikatörü kullanılarak 0.1 N HCl'e karşı titre edilmiş ve içeriğindeki toplam azot oranı aşağıda verilen formüle göre hesaplanmıştır (James, 1995).

$$\% \text{ Protein Miktarı} = (0.0028 \times V \times 100 \times 6.25) / A$$

V: Deney numunesi için kullanılan 0.1 N HCl çözeltisinin hacmi (ml)

A: Deney numunesi ağırlığı (g)

3.2.5 Arı Ekmeği Ekstraktlarının Hazırlanması

Arı ekmeği ekstraktları hazırlanması için 10 gr öğütülmüş arı ekmeği üzerine 330 ml çözücü ilave edilerek numunelerin çözünmesi sağlanmıştır. %100 saf su, 4:1 metanol:safsu karışımı (%80 metanol + %20 saf su) ve %100 metanol olmak üzere üç farklı çözücü kullanılarak ekstratlar hazırlanmıştır.

3.2.6 Folin-Ciocalteu Metodu ile Toplam Fenolik Madde Tayini

Arı ekmeğinde bulunan toplam fenolik madde içeriği Folin-ciocalteu yöntemi (Singleton and Rossi, 1965) ile belirlenmiştir. Analiz için yukarıda 3.2.5 verilen metodla hazırlanan arı ekmeği ekstraktları kullanılmıştır. Hazırlanan ekstratlardan saf su ile hazırlanan direk kullanılırken, metanol ve metanol:saf su (4:1) karışımları ile hazırlanan ekstratlar %50 seyreltikten sonra analizde kullanılmıştır. Analiz için mikroküvet içerisine 1300 µl saf su, üzerine 20 µl arı ekmeği örneği ekstraktları ve 50 µl folin-ciocalteu eklenerek oda ısısında 2 dk bekletilmiş ve üzerine 150 µl doymuş sodyum karbonat çözeltisi (20gr Na₂CO₃/100

ml saf su) ilave edilip 1 saat ışık almayan ortamda bekletilmiştir. Süre sonunda numunelerin spektrofotometrede (Perkin- Elmer Lambda 35 UV/Vis Spektroskopi) 765 nm’de absorbans değerleri okunmuştur. Okunan değerler not edilmiş ve toplam fenolik maddenin hesaplanmasında standart madde olarak gallik asit eşdeğeri (GAE) kullanılmıştır. Bunun için hazırlanan gallik asit standart çözeltisinin (0.1 g gallik asit/ 50 ml saf su) farklı konsantrasyonları analiz edilerek gallik asit kalibrasyon eğrisi elde edilmiş. Elde edilen bu kalibrasyon eğrisi denklemden numunelerin toplam fenolik madde miktarları mg GAE/100 g arı ekmeği olarak hesaplanmıştır.

3.2.7 Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi

Yukarıda 3.2.5 de verilen metodla hazırlanmış arı ekmeği ekstraktlarının toplam antioksidan kapasitesi DPPH (2,2, difenil 1-pikri hidrazil) metodu (Şahin, 2011) ile bulunmuştur. Arı ekmeği ekstraktlarından saf su ile hazırlanmış ekstraktlar direk kullanılırken, metanol ve metanol:saf su (4:1) karışımıyla hazırlanan ekstraktlar %25 seyreltilmiştir. Çalışmada öncelikli olarak metanolde hazırlanmış DPPH çözeltisinin (39.43 mg DPPH/100 ml metanol) absorbansı spektrometrede (Perkin- Elmer Lambda 35 UV/Vis Spektroskopi) 515 nm’de 0.7 ± 0.02 olacak şekilde ayarlanmıştır. Hazırlanan bu DPPH çözeltisinden mikroküvet içerisine 1.5 ml alınıp içerisine 40 µl hazırlanan ekstraktlardan ilave edilmiş ve ağzı parafinle kapatılıp çalkalanarak üzeri kapatılıp karanlık ortamda 30 dk oda sıcaklığında bekletilmiştir. 30 dk bitince absorbanları spektroskopide 515 nm dalga boyunda okutulmuştur. Antioksidan kapasitesinin hesaplanmasında troloks standardı kullanılmıştır. Bunun için 1.26 mg troloks 10 ml metanolla çözündürülüp stok çözelti hazırlanmıştır. Daha sonra bu stok çözeltilen eppendorf tüplerine sırasıyla 50, 100, 125, 150, 200 ve 250 µL alınmış ve üzerlerine 1000 µl’ye tamamlayacak şekilde metanol ilave edilmiştir. Hazırlanan troloks standartlarının DPPH ile tepkimesi sonucu absorbanları okutulup konsantrasyona karşılık olarak gelen absorbans yazılarak kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Kalibrasyon eğrisinden elde edilen denklem kullanılarak arı ekmeği ekstraktlarının antioksidan kapasiteleri troloks eşdeğeri (TE) olarak hesaplanmıştır.

3.2.8 Antimikrobiyel Aktivitenin Belirlenmesi

3.2.8.1 *Staphylococcus aureus* İnhibisyonunun Belirlenmesi

Arı ekmeği ekstratlarının *S. aureus* (NCTC 8530) üzerindeki antibakteriyel kapasitesinin tespit edilmesinde kuyucuk yöntemi kullanılmıştır. Önce analiz için kullanılacak ekipmanlar otoklavda steril hale getirilmiştir. Steril edilen petri kaplarına yine otoklavlanıp steril hale getirilmiş ve 50 °C'ye soğutulmuş Muller Hinton Agar (MHA) 20 mL pipetle dikkatli şekilde dökülmüştür. Besiyeri üstüne 0.1 mL mikroorganizma (Mc Farlandda bulanıklığı 0.5'e ayarlandıktan sonra) ekimi yapılmıştır. Ekim yapıldıktan sonra steril bir şekilde kuyucuklar açılmıştır. Bu kuyucuklar içerisine 15 µL arı ekmeği ekstratlarından ilave edilerek 37 °C'de 24 saat inkübasyona konulmuştur. İnkübasyon sonrası inhibisyona bağlı oluşan zon kumbas yardımıyla mm olarak ölçülerek hesaplama yapılmıştır (Alzoreky ve Nakahara, 2003).

3.2.8.2 *Escherichia coli* İnhibisyonunun Belirlenmesi

Arı ekmeği ekstratlarının *E.coli* (BL21) üzerindeki antibakteriyel aktivitesinin tespit edilmesinde kuyucuk yöntemi kullanılmıştır. Önce analiz için kullanılacak ekipmanlar otoklavda steril hale getirilmiştir. Steril edilen petri kaplarına yine otoklavlanıp steril hale getirilmiş ve 50 °C'ye soğutulmuş Plant Count Agar (PCA) 20 mL pipetle dikkatli şekilde dökülmüştür. Besiyeri üstüne 0.1 mL mikroorganizma (Mc Farlandda bulanıklığı 0.5'e ayarlandıktan sonra) ekimi yapılmıştır. Ekim yapıldıktan sonra steril bir şekilde kuyucuklar açılmıştır. Bu kuyucuklar içerisine 15 µL arı ekmeği ekstratlarından ilave edilerek 37 °C'de 24 saat inkübasyona konulmuştur. İnkübasyon sonrası inhibisyona bağlı oluşan zon kumbas yardımıyla mm olarak ölçülerek hesaplama yapılmıştır (Alzoreky ve Nakahara, 2003).

3.2.8.3 *Micrococcus luteus* İnhibisyonunun Belirlenmesi

Arı ekmeği ekstratlarının *M.luteus* (NCIMB 8166) üzerindeki antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesinde kuyucuk yöntemi kullanılmıştır. Önce analiz için kullanılacak ekipmanlar otoklavda steril hale getirilmiştir. Steril edilen petri kaplarına yine otoklavlanıp steril hale getirilmiş ve 50 °C'ye soğutulmuş Muller Hinton Agar (MHA) 20 mL pipetle dikkatli şekilde dökülmüştür. Besiyeri üstüne 0.1 mL mikroorganizma (Mc Farlandda bulanıklığı 0.5'e ayarlandıktan sonra) ekimi yapılmıştır. Ekim yapıldıktan sonra steril bir şekilde kuyucuklar açılmıştır. Bu

kuyucuklar içerisine 15 µL arı ekmeği ekstratlarından ilave edilerek 37 °C’de 24 saat inkübasyona konulmuştur. İnkübasyon sonrası inhibisyona bağlı oluşan zon kumbas yardımıyla mm olarak ölçülerek hesaplama yapılmıştır (Alzoreky ve Nakahara, 2003).

3.2.8.4 *Listeria monocytogenes* İnhibisyonunun Belirlenmesi

Arı ekmeği ekstratlarının *L. monocytogenes* üzerindeki antibakteriyel aktivitesinin belirlenmesinde kuyucuk yöntemi kullanılmıştır. Önce analiz için kullanılacak ekipmanlar otoklavda steril hale getirilmiştir. Steril edilen petri kaplarına yine otoklavlanıp steril hale getirilmiş ve 50 °C’ye soğutulmuş Muller Hinton Agar (MHA) 20 mL pipetle dikkatli şekilde dökülmüştür. Besiyeri üstüne 0.1 mL mikroorganizma (Mc Farlandda bulanıklığı 0.5’e ayarlandıktan sonra) ekimi yapılmıştır. Ekim yapıldıktan sonra steril bir şekilde kuyucuklar açılmıştır. Bu kuyucuklar içerisine 15 µL arı ekmeği ekstratlarından ilave edilerek 37 °C’de 24 saat inkübasyona konulmuştur. İnkübasyon sonrası inhibisyona bağlı oluşan zon kumbas yardımıyla mm olarak ölçülerek hesaplama yapılmıştır (Alzoreky ve Nakahara, 2003).

3.2.9 İstatistiksel Analiz

Araştırma bulgularının istatistiksel analizi için SPSS programı kullanılmıştır. Yapılacaktır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler arasında fark olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1 Kurumadde Miktarı

Arı ekmeği numunelerine ait kurumadde miktarları Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara bakıldığında, 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinde (P1AE- P10AE) kuru madde miktarının 98.17 ± 0.10 ile 94.05 ± 0.24 arasında değiştiği ve ortalama 95.85 ± 0.11 değerini aldığı bulunmuştur. 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) kurumadde miktarı 98.15 ± 0.06 olarak tespit edilmiştir. 2020 mahsulü arı ekmeklerine ait ortalama kurumadde miktarının, 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının kuru madde miktarından daha az olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Daha önce Kaplan ve ark., (2016) yaptıkları çalışmada arı ekmeklerinin nem miktarını 11.40 ile 15.9 aralığında bulmuşlardır. Kaplan ve ark., (2019) yaptıkları diğer bir çalışmada arı ekmeklerinin nem miktarını 11.00 - 16.40 oranında bulmuştur. Çalışmalar kendi aralarında kıyaslandığında iki çalışmadaki nem miktarlarının birbirine yakın seviyelerde olduğu, ancak bu çalışmadaki verilerden (% kuru madde miktarları esas alındığında 98.17 ile 94.05 kuru madde 1.83 - 5.95 neme karşılık gelmektedir) daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1 Arı ekmeklerine ait kurumadde oranı (%)

Numuneler	Kurumadde (%)
P0AE	98.15 ± 0.06
P1AE	98.17 ± 0.10
P2AE	96.05 ± 0.07
P3AE	97.06 ± 0.09
P4AE	95.37 ± 0.37
P5AE	94.44 ± 0.50
P6AE	94.05 ± 0.24
P7AE	95.47 ± 0.09
P8AE	96.08 ± 0.10
P9AE	96.21 ± 0.36
P10AE	95.85 ± 0.05
\bar{x}	$95.85 \pm 0.11^*$

*2020 mahsulü arı ekmeklerine ait kurumadde miktarlarının ortalaması.

10 ayrı petekten alınan arı ekmeğinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Varyasyon analiz sonucuna göre, arı ekmeğinin kurumadde oranına (%), petek çeşidinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) etkisi bulunmuştur.

Çizelge 4.2 Farklı peteklerden alınan arı ekmeği örneklerinin kuru madde % miktarlarına uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Petek Çeşidi	10	3.521	61.291	0.000*
Hata	11	0.057	-	
Toplam	22	-	-	

* $p<0.05$ düzeyinde önemli.

Çizelge 4.3’te farklı peteklerden elde edilen arı ekmeğinin kurumadde oranlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. Buna göre en az kuru madde miktarına (94.05 ± 0.17) P6AE kodlu numune sahip iken, en fazla kuru madde miktarı P0AE ile P1AE kodlu numunelerde (sırasıyla 98.16 ± 0.04 ile 98.17 ± 0.07) tespit edilmiştir. Bazı peteklerden elde edilen arı ekmeğinin kuru madde miktarları arasında istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli farklar olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3 Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeğinin kurumadde oranlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numuneler	n	Kurumadde(%)
P0AE	2	98.15 ± 0.06^e
P1AE	2	98.17 ± 0.10^e
P2AE	2	96.05 ± 0.07^c
P3AE	2	97.06 ± 0.09^d
P4AE	2	95.37 ± 0.37^{bc}
P5AE	2	94.44 ± 0.50^{ab}
P6AE	2	94.05 ± 0.24^a
P7AE	2	95.47 ± 0.09^c
P8AE	2	96.08 ± 0.10^{cd}
P9AE	2	96.21 ± 0.36^{cd}
P10AE	2	95.57 ± 0.06^c

*Farklı harfler çeşitli peteklerden elde edilen arı ekmeği arasındaki farklılığı göstermektedir ($p<0.05$).

4.2 Kül Miktarı

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeğine ait kül oranları Çizelge 4.4’de gösterilmiştir. Buna göre 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinde (P1AE- P10AE) kül miktarı 2.52 ± 0.36 ile 2.21 ± 0.33 arasında değişmiş ve ortalama 2.29 ± 0.08 değerini almıştır. 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) kül miktarının 2.08 ± 0.03 olduğu; 2020 mahsulü ile karşılaştırıldığında bu değer 2020 mahsulü arı ekmeğine ait ortalama kül miktarından daha az olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Bu değerler, Kaplan ve ark., (2016)’nın çalışmalarında buldukları 2014 yılı pamuk (Adana ve Urfa), narenciye (Adana ve Mersin), kestane (Zonguldak), ayçiçeği (Edirne) ve yonca (Urfa ve Adıyaman) yetişen yerlerdeki arı kovanlarından topladıkları sekiz arı ekmeği kül miktarları (1.9% - 2.54%) ile Kaplan ve ark. (2019)’un çalışmalarında buldukları 2014 yılı sadece narenciye yetişen yerlerdeki (Adana ve Mersin) arı kovanlarından topladıkları beş arı ekmeğinin kül miktarlarına (1.86% - 2.4%) benzer bulunmuştur.

Çizelge 4.4 Arı ekmeğine ait kül oranı (%)

Numuneler	Kül Miktarı(%)
P0AE	2.08 ± 0.03
P1AE	2.21 ± 0.33
P2AE	2.52 ± 0.36
P3AE	2.25 ± 0.02
P4AE	2.27 ± 0.25
P5AE	2.27 ± 0.09
P6AE	2.27 ± 0.22
P7AE	2.24 ± 0.09
P8AE	2.28 ± 0.01
P9AE	2.26 ± 0.01
P10AE	2.31 ± 0.16
\bar{x}	$2.29\pm 0.08^*$

*2020 mahsulü arı ekmeğine ait kül miktarlarının ortalaması.

2020 mahsulü 10 ayrı petekten alınan arı ekmeğinin varyans analizinden elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5’de gösterilmiştir. Varyasyon analiz sonucunda peteklerdeki kül oranı (%) petek çeşidine göre $p<0.05$ düzeyinde önemli etkisi bulunmamıştır.

Çizelge 4.5 Farklı peteklerden alınan arı ekmeği numunelerinin kül oranlarına % uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Petek Çeşidi	10	0.021	0.636	0.758*
Hata	11	0.033	-	
Toplam	22	-	-	

*p<0.05 düzeyinde önemli.

Çizelge 4.6’da farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin kül oranlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü üzere arı ekmeklerinin kül miktarlarında, petek çeşidine bağlı istatistiksel olarak önemli (p<0.05) bir değişim tespit edilmemiştir.

Çizelge 4. 6 Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin kül oranlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numuneler	n	Kül Miktarı (%)
P0AE	2	2.08±0.03 ^a
P1AE	2	2.21±0.33 ^a
P2AE	2	2.52±0.36 ^a
P3AE	2	2.25±0.02 ^a
P4AE	2	2.27±0.25 ^a
P5AE	2	2.27±0.09 ^a
P6AE	2	2.26±0.22 ^a
P7AE	2	2.24±0.09 ^a
P8AE	2	2.28±0.01 ^a
P9AE	2	2.26±0.01 ^a
P10AE	2	2.31±0.16 ^a

*Farklı harfler çeşitli peteklerden elde edilen arı ekmekleri arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

4.3 Protein Miktarı

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerine ait protein miktarları Çizelge 4.7’de gösterilmiştir. Çizelgede verilmiş olan sonuçlara bakıldığında protein miktarı 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinde (P1AE- P10AE) %29.64±0.08 ile %23.36±0.76 arasında değişmiş olup ortalama %25,94±0.28 değerini almıştır. 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) protein miktarı (%21.95±0.08) 2020 mahsulü arı ekmeklerinin protein miktarından daha az olup, bu fark istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Bu değerler, Kaplan ve ark., (2016)’nın çalışmalarında Türkiye’nin farklı yerlerinden 2014 yılında topladıkları sekiz arı ekmeği için hesapladıkları protein

miktarlarına (%14.8-24.53) kısmen benzer bulunurken, Kaplan ve ark., (2019)'un 2014 yılında Adana ve Mersin'den topladıkları beş arı ekmeğinin protein miktarları (%18.60-21.60) ile Eyigün (2021)'in çalışmasında arı ekmeğinde tespit ettiği protein miktarından 100 gramda 13.56 gr olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.7 Arı ekmeklerine ait protein miktarı (%)

Numuneler	Protein Miktarı (%)
P0AE	21.95±0.08
P1AE	23.39±0.20
P2AE	23.36±0.76
P3AE	23.99±0.27
P4AE	25.86±0.22
P5AE	25.33±0.12
P6AE	25.18±0.27
P7AE	29.64±0.08
P8AE	26.72±0.46
P9AE	26.92±1.40
P10AE	26.00±0.03
\bar{x}	25.94±0.28*

*2020 mahsulü arı ekmeklerine ait protein miktarlarının ortalaması.

2020 yılı mahsulü 10 ayrı petekten alınan arı ekmeklerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir. Varyasyon analiz sonucunda, arı ekmeklerinin protein miktarına petek çeşidinin etkisi istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.8 Farklı peteklerden alınan arı ekmeği örneklerinin protein miktarlarına uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Petek Çeşidi	10	9.634	35.183	0.000*
Hata	11	0.274	-	
Toplam	22	-	-	

* $p<0.05$ düzeyinde önemli etki.

Çizelge 4.9'da farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin protein miktarlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. Buna göre en fazla protein miktarına %29.64± 0.06 ile P7AE kodlu numune sahip iken, en az protein miktarı %21.95±0.06 ile P0AE kodlu numunede tespit edilmiştir. Bazı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin protein miktarları arasında istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli farklar olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9 Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin protein miktarlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numuneler	n	Protein Miktarı (%)
P0AE	2	21.95±0.08 ^a
P1AE	2	23.39±0.20 ^{ab}
P2AE	2	23.36±0.76 ^{ab}
P3AE	2	23.99±0.27 ^a
P4AE	2	25.86±0.22 ^c
P5AE	2	25.33±0.12 ^{bc}
P6AE	2	25.18±0.27 ^{bc}
P7AE	2	29.64±0.08 ^d
P8AE	2	26.72±0.46 ^c
P9AE	2	26.92±1.44 ^c
P10AE	2	26.00±0.02 ^c

*Farklı harfler çeşitli peteklerden elde edilen arı ekmekleri arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

4.4 Yağ Miktarı

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerine ait yağ miktarları Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara göre 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinde (P1AE- P10AE) yağ miktarı %4.71±0.18 ile %3.01±0.02 arasında değişmiş olup ortalama %4.10±0.04 değerini almıştır. 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) yağ miktarının (%3.29±0.14), 2020 mahsulü arı ekmeklerine ait ortalama yağ miktarından daha az olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

Kaplan ve ark., (2016) yaptıkları çalışmalarında, Türkiye'de pamuk (Adana ve Urfa), narenciye (Adana ve Mersin), kestane (Zonguldak), ayçiçeği (Edirne) ve yonca (Urfa ve Adıyaman) yetişen yerlerdeki arı kovanlarından 2014 yılında topladıkları sekiz arı ekmeğinin yağ miktarını %5.9-%11.50 olarak tespit etmişlerdir. Kaplan ve ark., (2019) yaptıkları diğer bir çalışmada da 2014 yılında Adana ve Mersin'den topladıkları beş arı ekmeğinin yağ miktarlarının %7.00 ile %13.40 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kaplan ve ark. tarafından yürütülmüş her iki çalışmada arı ekmeklerinin yağ miktarlarının birbirine oldukça yakın olduğu görülmekteyken, Eyigün (2021) çalışmasında arı ekmeğinin yağ miktarını 100 gramda 21.69 gr olarak bildirmiştir. Bu tez çalışmasından elde edilen veriler yukarıda adı geçen üç çalışmayla kıyaslandığında ise 2019 ve 2020 mahsulü arı ekmeklerinin yağ oranlarının daha az olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.10 Arı ekmeklerine ait yağ miktarı (%)

Numuneler	Yağ Miktarı(%)
P0AE	3.29±0.14
P1AE	3.51±0.01
P2AE	3.24±0.11
P3AE	3.01±0.02
P4AE	4.38±0.13
P5AE	3.91±0.09
P6AE	4.28±0.06
P7AE	4.66±0.01
P8AE	4.71±0.18
P9AE	4.57±0.13
P10AE	4.10±0.63
\bar{x}	4.10±0.04*

*2020 mahsulü arı ekmeklerine ait yağ miktarlarının ortalaması

2020 mahsulü 10 ayrı petekten alınan arı ekmeklerinin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir. Varyasyon analiz sonucunda peteklerdeki yağ miktarına (%) petek çeşidinin istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli etkisi görülmüştür.

Çizelge 4.11 Farklı peteklerden alınan arı ekmeği örneklerinin yağ % miktarlarına uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Petek Çeşidi	10	0.870	79.792	0.000*
Hata	11	0.011	-	
Toplam	22	-	-	

* $p<0.05$ düzeyinde önemli etki.

Çizelge 4.12’de farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin yağ oranlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. Buna göre en az yağ miktarına (3.01 ± 0.02) P3AE kodlu numune sahip iken, en fazla yağ miktarı P8AE ile P9AE kodlu numunelerde (sırasıyla 4.71 ± 0.13 ile 4.74 ± 0.04) tespit edilmiştir. Bazı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin yağ miktarları arasında istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli farklar olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.12 Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin yağ miktarlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numuneler	n	Yağ Miktarı (%)
P0AE	2	3.29±0.14 ^b
P1AE	2	3.51±0.01 ^b
P2AE	2	3.24±0.11 ^{ab}
P3AE	2	3.01±0.02 ^a
P4AE	2	4.38±0.13 ^{de}
P5AE	2	3.91±0.09 ^c
P6AE	2	4.28±0.06 ^{cd}
P7AE	2	4.66±0.01 ^{de}
P8AE	2	4.71±0.18 ^e
P9AE	2	4.74±0.13 ^e
P10AE	2	4.57±0.63 ^{de}

*Farklı harfler çeşitli peteklerden elde edilen arı ekmekleri arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

4.5 Toplam Antioksidan Kapasitesi

4.5.1 Metanolde Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının Antioksidan Kapasitesi

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin metanolde hazırlanmış ekstraktlarının DPPH metoduyla belirlenmiş toplam antioksidan kapasitesi Çizelge 4.13'de gösterilmiştir. Çizelgede verilmiş olan sonuçlara bakıldığında toplam antioksidan kapasitesinin 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinde (P1AE-P10AE) 0.14±0.00 ile 0.12±0.00 mmol TE/L arasında değiştiği bulunmuştur. 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) toplam antioksidan kapasitesinin (0.10±0.00 mmol TE/L) 2020 mahsulü arı ekmeklerinin toplam antioksidan kapasitesinden daha az olup, bu fark istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Daha önce Eyigün (2021) yaptığı çalışmada antioksidan kapasitesini taze arı ekmeğinde 42.77±2.28 (mg AAE/g), depolanmış petekden aldığı arı ekmeğinde ise 41.59±3.12 (mg AAE/g) olarak bulmuştur. Uyanık (2019) yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında farklı ülkelerden temin ettiği toplam yedi arı ekmeğinin fosfomolibden metodu ile antioksidan aktivitesini 25.38-75.71 mgAAE/g aralığında bulmuştur. Her iki çalışmadaki antioksidan kapasitelerine bakıldığında yakın aralıkta sonuçlar bulunduğu görülmektedir.

Bu tez çalışmasında, yukarıda verilen önceki çalışmalardakilerden farklı bir metodla (DPPH metodu) antioksidan aktivitesi belirlenip farklı bir birimle (mmol TE/L) toplam antioksidan kapasitesi verildiğinden çalışma bulguları sayısal olarak kıyaslanamamaktadır. Ancak benzer şekilde bu çalışmada da 2019 yılında temin edilmiş ve depolanmış peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin antioksidan aktivitesi yeni hasat 2020 mahsulü ürünlerden daha az olduğu tespit edilerek depolamayla antioksidan aktivitenin düştüğü gösterilmiştir.

Çizelge 4.13 Metanolde çözündürülen arı ekmeklerine ait toplam antioksidan kapasitesi [mmol TE/L]

Numuneler	Toplam Antioksidan Kapasitesi [mmol TE/L]
P0AE	0.10±0.00
P1AE	0.14±0.0
P2AE	0.12±0.00
P3AE	0.13±0.00
P4AE	0.13±0.00
P5AE	0.13±0.00
P6AE	0.12±0.00
P7AE	0.12±0.00
P8AE	0.13±0.00
P9AE	0.12±0.00
P10AE	0.12±0.00
\bar{x}	0.12±0.11*

*2020 mahsulü arı ekmeklerine ait toplam antioksidan kapasitelerinin ortalaması.

2020 mahsulü 10 ayrı petekten alınan arı ekmeklerinin metanolla çözülmüş ekstratlarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.14'de verilmiştir. Varyasyon analiz sonucunda peteklerdeki antioksidan kapasiteleri arasındaki fark petek çeşidine göre istatistiksel olarak $p < 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.14 Farklı peteklerden alınıp metanolla çözündürülen arı ekmeği örneklerinin antioksidan kapasitesi % miktarlarına uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Petek Çeşidi	10	0.000	33.203	0.000*
Hata	11	3.525	-	
Toplam	22	-	-	

* $p < 0.05$ düzeyinde önemli.

Çizelge 4.15’de farklı peteklerden elde edilerek metanolla çözündürülen arı ekmeklerinin toplam antioksidan kapasitelerine (mmol TE/L) ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. Buna göre en yüksek antioksidan kapasitesi P1AE örneğinde görülmüştür. Bazı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin antioksidan kapasiteleri arasında istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli farklar olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.15 Farklı peteklerden elde edilip metanolla çözündürülen arı ekmeklerinin DPPH yöntemi ile antioksidan kapasitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numuneler	n	Toplam Antioksidan Kapasitesi [mmol TE/L]
P0AE	2	0.10±0.00 ^a
P1AE	2	0.14±0.00 ^d
P2AE	2	0.12±0.00 ^{bc}
P3AE	2	0.13±0.00 ^c
P4AE	2	0.13±0.00 ^{bc}
P5AE	2	0.13±0.00 ^c
P6AE	2	0.12±0.00 ^{bc}
P7AE	2	0.13±0.00 ^{bc}
P8AE	2	0.13±0.00 ^c
P9AE	2	0.12±0.00 ^b
P10AE	2	0.12±0.00 ^{bc}

*Farklı harfler çeşitli peteklerden elde edilen arı ekmekleri arasındaki farklılığı göstermektedir ($p<0.05$).

4.5.2 Metanol: Saf Su Karışımıyla (4:1) Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının Antioksidan Kapasitesi

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinden 4:1 metanol:saf su karışımıyla hazırlanmış ekstraktların toplam antioksidan kapasitesi Çizelge 4.16’da gösterilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara bakıldığında toplam antioksidan kapasitesinin 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinde (P1AE-P10AE) 0.14±0.00 ile 0.16±0.00 mmol TE/L arasında değiştiği bulunmuştur. 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) toplam antioksidan kapasitesinin (0.11±0.00 mmol TE/L) 2020 mahsulü arı ekmeklerinin toplam antioksidan kapasitesinden daha az olup, bu fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.16 Metanol:saf su karışımıyla (4:1) hazırlanmış arı ekmeği ekstraktlarının toplam antioksidan kapasitesi [mmol TE/L]

Numuneler	Toplam Antioksidan Kapasitesi [mmol TE/L]
P0AE	0.11±0.01
P1AE	0.16±0.00
P2AE	0.15±0.00
P3AE	0.15±0.00
P4AE	0.14±0.00
P5AE	0.14±0.00
P6AE	0.14±0.00
P7AE	0.15±0.00
P8AE	0.14±0.00
P9AE	0.14±0.00
P10AE	0.14±0.00
\bar{x}	0.13±0.00*

*2020 mahsulü arı ekmeklerine ait toplam antioksidan kapasitelerinin ortalaması.

2020 mahsulü 10 ayrı petekten alınan arı ekmeklerinin 4:1 metanol:su karışımıyla ekstraktlarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de gösterilmiştir. Varyasyon analiz sonucunda peteklerdeki antioksidan kapasiteleri arasındaki fark petek çeşidine göre istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.17 Farklı peteklerden alınıp metanol:safsu (4:1) çözündürülen arı ekmeği örneklerinin toplam antioksidan kapasitelerine uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Petek Çeşidi	10	0.000	129.323	0.000*
Hata	11	2.419	-	
Toplam	22	-	-	

* $p<0.05$ düzeyinde önemli etkisi.

Çizelge 4.18’de farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin antioksidan kapasitesine ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. Buna göre 2020 mahsulü arı ekmeklerinden sadece P1AE kodlu numunenin antioksidan kapasitesi diğer 2020 mahsulü arı ekmeklerinden istatistiksel olarak farklı olmakla birlikte 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının antioksidan kapasitesine benzer özellik göstermektedir.

Çizelge 4.18 Farklı peteklerden elde edilmiş metanol:saf su (4:1) ile çözüldürülen arı ekmeklerinin DPPH yöntemi ile antioksidan kapasitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numuneler	n	Toplam Antioksidan Kapasitesi [mmol TE/L]
P0AE	2	0.11±0.01 ^a
P1AE	2	0.16±0.00 ^f
P2AE	2	0.14±0.00 ^e
P3AE	2	0.13±0.00 ^e
P4AE	2	0.12±0.00 ^b
P5AE	2	0.12±0.00 ^{bcd}
P6AE	2	0.12±0.00 ^{bcd}
P7AE	2	0.12±0.00 ^{de}
P8AE	2	0.12±0.00 ^{bcd}
P9AE	2	0.12±0.00 ^{bc}
P10AE	2	0.13±0.00 ^{cde}

*Farklı harfler çeşitli peteklerden elde edilen arı ekmekleri arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

4.5.3 Saf Suda Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının Antioksidan Kapasitesi

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin saf suda hazırlanmış ekstraktların toplam antioksidan kapasitesi Çizelge 4.19’da gösterilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara bakıldığında toplam antioksidan kapasitesinin 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinde (P1AE- P10AE) 0.28±0.00 ile 0.30±0.00 mmol TE/L arasında değiştiği bulunmuştur. 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) toplam antioksidan kapasitesinin (0.26±0.00 mmol TE/L) 2020 mahsulü arı ekmeklerinin toplam antioksidan kapasitesinden daha fazla olup, bu fark istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.19 Saf su ile çözüldürülen arı ekmeklerine ait toplam antioksidan kapasitesi (mmol TE/L)

Numuneler	Toplam Antioksidan Kapasitesi [mmol TE/L]
P0AE	0.26±0.00
P1AE	0.30±0.00
P2AE	0.28±0.00
P3AE	0.29±0.00
P4AE	0.28±0.00
P5AE	0.28±0.00
P6AE	0.29±0.00
P7AE	0.28±0.00
P8AE	0.30±0.00
P9AE	0.29±0.00
P10AE	0.30±0.00
\bar{x}	0.30±0.00*

*2020 mahsulü arı ekmeklerine ait toplam antioksidan kapasitelerinin ortalaması.

2020 mahsulü 10 ayrı petekten alınan arı ekmeklerinin 4:1 saf su karışımıyla ekstratlarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.20de verilmiştir. Varyasyon analiz sonucunda peteklerdeki antioksidan kapasitesileri arasındaki fark petek çeşidine göre istatistiksel olarak $p<0.05$ etkisi görülmüştür.

Çizelge 4.20 Farklı peteklerden elde edilip saf su ile çözündürülen arı ekmeklerinin antioksidan kapasitelerine uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Petek Çeşidi	10	0.000	31.907	0.000*
Hata	11	1.125	-	
Toplam	22	-	-	

* $p<0.05$ düzeyinde önemli.

Çizelge 4.21’de farklı peteklerden elde edilip saf su ile çözündürülen arı ekmeklerinin DPPH yöntemi ile belirlenen toplam antioksidan kapasitesine ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. Buna göre 2020 mahsulü arı ekmeklerinin birbirine yakın sonuçlar bulunurken, en düşük antioksidan kapasitesi P0AE kodlu 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 21 Farklı peteklerden elde edilip saf su ile çözündürülen arı ekmeklerini antioksidan kapasitesine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numuneler	n	Toplam Antioksidan Kapasitesi [mmol TE/L]
P0AE	2	0.26±0.00 ^a
P1AE	2	0.30±0.00 ^e
P2AE	2	0.28±0.00 ^{bcd}
P3AE	2	0.29±0.00 ^{cde}
P4AE	2	0.28±0.00 ^b
P5AE	2	0.29±0.00 ^b
P6AE	2	0.28±0.00 ^{de}
P7AE	2	0.28±0.00 ^{bc}
P8AE	2	0.29±0.00 ^{de}
P9AE	2	0.29±0.00 ^{cde}
P10AE	2	0.30±0.01 ^e

*Farklı harfler çeşitli peteklerden elde edilen arı ekmekleri arasındaki farklılığı göstermektedir ($p<0.05$).

Genel olarak arı ekmeklerinin üç farklı çözücüyle (metanol, su ve 4:1 metanol:su karışımı) hazırlanmış ekstratlarının toplam antioksidan kapasitesine bakıldığında (Çizelge 4.13, Çizelge 4.16 ve Çizelge 4.19) saf suyla hazırlanmış ekstratların daha yüksek antioksidan içeriğine sahip olduğu; sadece metanolla ve

metanol:su karışımıyla (4:1) hazırlanan ekstraktların toplam antioksidan kapasitelerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Çalışmada ayrıca kullanılan çözücüden bağımsız 2019 yılı mahsulü arı ekmeklerinin 2020 yılı mahsulü arı ekmeklerinden daha az antioksidan içeriğine sahip olduğu bulunmuş olup, bu durum depolamaya bağlı arı ekmeklerinde toplam antioksidan kapasitesinin azaldığını göstermektedir.

4.6 Toplam Fenolik Madde Miktarı

4.6.1 Metanolde Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının Toplam Fenolik Madde Miktarı

Farklı peteklerden elde edilen metanol ile çözüldürülen arı ekmeği numunelere ait toplam fenolik madde içeriği Çizelge 4.22’de gösterilmiştir. Çizelgede verilmiş olan sonuçlara bakıldığında fenolik madde miktarları 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinde (P1AE-P10AE) 0.42 ± 0.01 ile 0.60 ± 0.00 mg GAE/100 g arasında değişmiş olup ortalama 0.53 ± 0.00 mg GAE/100 g değerini almıştır. 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) toplam fenolik madde miktarı (0.24 ± 0.00 mmol TE/L) 2020 mahsulü arı ekmeklerinin toplam fenolik madde miktarından daha az olup, bu fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Daha önce Eyigün (2021) yaptığı çalışmada fenolik madde miktarını taze arı ekmeğinde 1614.84 ± 60.58 (mg GAE/100 g), depolanmış petekde ise 1247.09 ± 46.76 (mg GAE/100 g) bulmuştur. Uyanık (2019) yılında yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında farklı ülkelerden temin ettiği 7 arı ekmeğinin toplam fenolik madde miktarları 853.50-1614.84 mg GAE/100 g bulmuştur. İki çalışmadaki fenolik madde miktarlarına bakıldığında yakın aralıkta sonuçlar bulunduğu görülmektedir. Eyigün (2021) yaptığı çalışmada ayrıca depolamayla toplam fenolik madde miktarının azaldığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde bu çalışmada da 2019 yılında temin edilmiş ve depolanmış peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin toplam fenolik madde içeriğinin yeni hasat 2020 mahsulü ürünlerden daha az olduğu tespit edilerek depolamayla toplam fenolik madde içeriğinin düştüğü gösterilmiştir.

Çizelge 4.22 Metanol ile çözündürülen arı ekmeklerine ait toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/ 100 g)

Numuneler	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/100g)
P0AE	0.24±0.00
P1AE	0.44±0.00
P2AE	0.47±0.01
P3AE	0.42±0.01
P4AE	0.56±0.00
P5AE	0.60±0.00
P6AE	0.55±0.00
P7AE	0.57±0.00
P8AE	0.58±0.00
P9AE	0.55±0.00
P10AE	0.56±0.00
\bar{x}	0.53±0.00*

*2020 mahsulü arı ekmeklerine ait toplam fenolik madde miktarlarının ortalaması.

2020 mahsulü 10 ayrı petekten alınan arı ekmeklerinin metanolla çözünmüş ekstratlarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.23’de gösterilmiştir. Varyasyon analiz sonucunda arı ekmeklerinin toplam fenolik madde miktarları üzerine petek çeşidinin önemli ($p<0.05$) etkisi görülmüştür.

Çizelge 4.23 Farklı peteklerden elde edilip metanol ile çözündürülen arı ekmeklerinin fenolik maddelerine uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Petek Çeşidi	10	0.022	498.696	0.000*
Hata	11	4.492	-	
Toplam	22	-	-	

* $p<0.05$ düzeyinde önemli.

Çizelge 4.24’de farklı peteklerden elde edilip metanol ile çözündürülen arı ekmeklerinin folin yöntemi ile belirlenen toplam fenolik madde miktarlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. Buna göre en yüksek toplam fenolik madde içeriği 2020 mahsulü arı ekmeklerinden P5AE kodlu numunede bulunurken, en düşük fenolik madde içeriğine P0AE kodlu 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 24 Farklı peteklerden elde edilip metanol ile çözündürülen arı ekmeklerinin toplam fenolik madde miktarlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numuneler	n	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/100g)
P0AE	2	0.24±0.00 ^a
P1AE	2	0.44±0.00 ^b
P2AE	2	0.47±0.00 ^c
P3AE	2	0.42±0.00 ^b
P4AE	2	0.56±0.00 ^{def}
P5AE	2	0.60±0.00 ^g
P6AE	2	0.55±0.00 ^{de}
P7AE	2	0.57±0.00 ^{ef}
P8AE	2	0.58±0.00 ^{fg}
P9AE	2	0.55±0.00 ^d
P10AE	2	0.56±0.00 ^{def}

*Farklı harfler çeşitli peteklerden elde edilen arı ekmekleri arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

4.6.2 Metanol: Saf Su Karışımıyla (4:1) Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının Toplam Fenolik Miktarı

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinden 4:1 metanol:safsu karışımıyla hazırlanmış ekstraktların toplam fenolik madde miktarı Çizelge 4.25’de gösterilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara bakıldığında toplam fenolik içeriğinin 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinde (P1AE- P10AE) 0.45±0.00 ile 0.63±0.01 mg GAE/100 g arasında değiştiği bulunmuştur. 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) toplam fenolik madde içeriği (0.27±0.00 mg GAE/100 g) 2020 mahsulü arı ekmeklerinin toplam fenolik madde içeriğinden daha az olup, bu fark istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.25 Metanol:saf su karışımıyla (4:1) çözündürülen arı ekmeklerine ait toplam fenolik madde miktarı (mg GAE/ 100 g)

Numuneler	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/100g)
P0AE	0.27±0.00
P1AE	0.47±0.00
P2AE	0.50±0.00
P3AE	0.45±0.01
P4AE	0.60±0.00
P5AE	0.66±0.00
P6AE	0.62±0.01
P7AE	0.61±0.00
P8AE	0.61±0.01
P9AE	0.63±0.01
P10AE	0.58±0.00
\bar{x}	0.57±0.00*

*2020 mahsulü arı ekmeklerine ait toplam fenolik madde miktarlarının ortalaması.

2020 mahsulü 10 ayrı petekten alınan arı ekmeklerinin metanol:saf su karışımıyla hazırlanmış ekstratlarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26'da gösterilmiştir. Varyasyon analiz sonucunda arı ekmeklerinin toplam fenolik madde miktarına petek çeşidinin etkisi istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.26 Farklı peteklerden elde edilen metanol:saf su karışımıyla çözündürülen arı ekmeklerinin fenolik maddelerine uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Petek Çeşidi	10	0.027	731.955	0.000*
Hata	11	3.624	-	
Toplam	22	-	-	

* $p<0.05$ düzeyinde önemli.

Çizelge 4.27'de farklı peteklerden elde edilmiş metanol:safsu karışımıyla hazırlanmış arı ekmeklerinin toplam fenolik madde miktarlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. Buna göre en yüksek toplam fenolik madde içeriği 2020 mahsulü arı ekmeklerinden P5AE kodlu numunede bulunurken, en düşük fenolik madde içeriğine P0AE kodlu 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.27 Farklı peteklerden elde edilip metanol:saf su karışımıyla çözüldürülen arı ekmeklerinin fenolik maddelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numuneler	n	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/100g)
P0AE	2	0.27±0.00 ^a
P1AE	2	0.44±0.00 ^b
P2AE	2	0.47±0.00 ^c
P3AE	2	0.42±0.00 ^b
P4AE	2	0.56±0.00 ^{de}
P5AE	2	0.60±0.00 ^g
P6AE	2	0.55±0.00 ^{ef}
P7AE	2	0.57±0.00 ^{de}
P8AE	2	0.58±0.00 ^{ef}
P9AE	2	0.55±0.00 ^f
P10AE	2	0.56±0.00 ^d

*Farklı harfler çeşitli peteklerden elde edilen arı ekmekleri arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

4.6.3 Saf Suda Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının Toplam Fenolik Madde Miktarı

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin saf suda hazırlanmış ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriği Çizelge 4.28'de gösterilmiştir. Çizelgede verilmiş olan sonuçlara bakıldığında toplam fenolik içeriğinin 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinde (P1AE-P10AE) 0.30±0.01 ile 0.36±0.00 mg GAE/ 100 g arasında değiştiği ve ortalama 0.33±0.00 mg GAE/ 100 g değerini aldığı görülmektedir. 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) toplam fenolik madde içeriği (0.24±0.00 mg GAE/ 100 g) 2020 mahsulü arı ekmeklerinin toplam fenolik madde içeriğinden daha az olup, bu fark istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.28 Saf su ile çözündürülen arı ekmeklerine ait fenolik madde miktarı (mg GAE/ 100 g)

Numuneler	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/100g)
P0AE	0.24±0.00
P1AE	0.31±0.01
P2AE	0.33±0.00
P3AE	0.35±0.00
P4AE	0.32±0.01
P5AE	0.31±0.00
P6AE	0.35±0.00
P7AE	0.30±0.01
P8AE	0.36±0.00
P9AE	0.36±0.00
P10AE	0.32±0.00
\bar{x}	0.33±0.00*

*2020 mahsulü arı ekmeklerine ait toplam fenolik madde miktarlarının ortalaması.

2020 mahsulü 10 ayrı petekten alınan arı ekmeklerini saf su ile çözünmüş ekstratlarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.29’da verilmiştir. Varyasyon analiz sonucunda arı ekmeklerinin toplam fenolik madde miktarlarına petek çeşidinin etkisi istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.29 Farklı peteklerden elde edilip saf su ile çözündürülen arı ekmeklerinin fenolik maddelerine uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Petek Çeşidi	10	0.002	59.578	0.000*
Hata	11	4.083	-	
Toplam	22	-	-	

* $p<0.05$ düzeyinde önemli.

Çizelge 4.30’da farklı peteklerden elde edilerek saf su ile çözündürülen arı ekmeklerinin fenolik madde oranlarına ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. Buna göre en yüksek toplam fenolik madde içeriği 2020 mahsulü arı ekmeklerinden P8AE ve P9AE kodlu numunelerde bulunurken, en düşük fenolik madde içeriğine P0AE kodlu 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının sahip olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.30 Farklı peteklerden elde edilip saf su ile çözündürülen arı ekmeklerinin fenolik maddelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numuneler	n	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/100g)
P0AE	2	0.24±0.00 ^a
P1AE	2	0.31±0.08 ^{ab}
P2AE	2	0.33±0.01 ^{cde}
P3AE	2	0.35±0.00 ^{ef}
P4AE	2	0.32±0.00 ^{cd}
P5AE	2	0.31±0.01 ^{bc}
P6AE	2	0.35±0.00 ^{def}
P7AE	2	0.30±0.01 ^b
P8AE	2	0.36±0.00 ^f
P9AE	2	0.36±0.00 ^f
P10AE	2	0.32±0.00 ^{bc}

*Farklı harfler çeşitli peteklerden elde edilen arı ekmekleri arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

Genel olarak arı ekmeklerinin üç farklı çözücüyle (metanol, su ve 4:1 metanol:su karışımı) hazırlanmış ekstraktlarının toplam fenolik içeriğine bakıldığında (Çizelge 4.22, Çizelge 4.25 ve Çizelge 4.28) metanol:su karışımıyla (4:1) hazırlanmış ekstraktların daha yüksek fenolik içeriğine sahip olduğu; sadece metanolla hazırlananların bunlara yakın olduğu, saf suyla hazırlanan ekstraktların ise bunlardan daha az toplam fenolik içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Çalışmada ayrıca kullanılan çözücünden bağımsız 2019 yılı mahsulü arı ekmeklerinin 2020 yılı mahsulü arı ekmeklerinden daha az fenolik içeriğine sahip olduğu bulunmuş olup, bu durum depolamaya bağlı arı ekmeklerinde toplam fenolik içeriğinin azaldığını göstermektedir.

4.7 Antimikrobiyal Aktivite

4.7.1 *Escherichia coli* Üzerine Antimikrobiyal Etki

4.7.1.1 Arı Ekmeklerinin Metanolde Hazırlanmış Ekstraktlarının *E. coli* Üzerine Antimikrobiyal Etkisi

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin metanol ile hazırlanmış ekstraktlarının *E.coli* üzerine antibakteriyel etkisi Çizelge 4.31'de gösterilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara bakıldığında 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinin (P1AE-P10AE) metanolde hazırlanmış ekstraktlarının *E. coli* gelişimi üzerinde oluşturduğu inhibisyon zonunun 0.77±0.04 ile 9.37±0.53 mm arasında değiştiği ve ortalama 3.63±0.13 mm değerini aldığı görülmektedir. 2019 mahsulü arı ekmeği

karışımının (P0AE) oluşturduğu inhibisyon zonu (1.60 ± 0.42 mm), 2020 mahsulü arı ekmeklerinin ortalama inhibisyon zonu değerinden daha az olup, bu fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Daha önceki çalışmalara bakıldığında Abouda ve ark. (2011), Eva ve ark. (2015), Vásquez ve ark. (2009) ile Bakour ve ark. (2019) arı ekmeklerinin bu çalışmaya benzer şekilde *E.coli* üzerine antibakteriyel etki gösterdiği bildirmişler.

Çizelge 4.31 Metanol:saf su karışımıyla çözündürülen arı ekmeklerine ait *E.coli* 'ye karşı antibakteriyel aktivitesi

Numuneler	İnhibisyon Zonu (mm)
P0AE	1.60 ± 0.42
P1AE	8.87 ± 0.18
P2AE	8.90 ± 0.35
P3AE	0.97 ± 0.53
P4AE	0.77 ± 0.04
P5AE	1.95 ± 0.42
P6AE	9.37 ± 0.11
P7AE	1.70 ± 0.00
P8AE	1.10 ± 0.21
P9AE	1.05 ± 0.00
P10AE	1.60 ± 0.00
\bar{x}	$3.63\pm 0.13^*$

*2020 mahsulü arı ekmeklerine ait inhibisyon zonlarının ortalaması.

2020 mahsulü 10 ayrı petekten alınan arı ekmeklerinin metanol ile çözülmüş ekstratlarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.32'de görülmüştür. Varyasyon analiz sonucunda arı ekmeklerinin metanolda hazırlanmış ekstratlarının *E.coli* 'ye karşı gösterdiği antibakteriyel aktivite üzerine petek çeşidinin etkisi $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.32 Farklı peteklerden elde edilen metanol ile çözündürülen arı ekmeklerinin *E.coli* 'ye karşı antibakteriyel aktivitelere uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Petek Çeşidi	10	26.192	336.973	0.000*
Hata	11	0.078	-	
Toplam	22	-	-	

* $p<0.05$ düzeyinde önemli.

Çizelge 4.33’de farklı peteklerden elde edilerek metanol ile çözündürülen arı ekmeklerinin *E.coli*’ye karşı gösterdiği inhibisyon zon değerlerine ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. Buna göre en fazla inhibisyon zonu 2020 mahsulü arı ekmeklerinden P6AE kodlu numunede bulunurken, en düşük inhibisyon zonu P4AE kodlu numunede ölçülmüştür.

Çizelge 4.33 Farklı peteklerden elde edilen metanol ile çözündürülen arı ekmeklerinin *E.coli*’ye karşı antibakteriyel aktivitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numuneler	n	İnhibisyon Zonu (mm)
P0AE	2	1.60±0.42 ^c
P1AE	2	8.87±0.18 ^e
P2AE	2	8.90±0.35 ^{ef}
P3AE	2	0.97±0.53 ^b
P4AE	2	0.77±0.04 ^a
P5AE	2	1.95±0.42 ^d
P6AE	2	9.37±0.11 ^f
P7AE	2	1.70±0.00 ^{cd}
P8AE	2	1.10±0.21 ^{bc}
P9AE	2	1.05±0.00 ^{bc}
P10AE	2	1.60±0.00 ^c

*Farklı harfler çeşitli peteklerden elde edilen arı ekmekleri arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

4.7.1.2 Metanol: Saf Su Karışımıyla (4:1) Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının *E. coli* İnhibisyonu

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin 4:1 metanol:saf su karışımıyla hazırlanmış ekstraktlarının *E.coli* üzerine antibakteriyel etkisi Çizelge 4.34’de verilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara bakıldığında 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinden P2AE, P3AE, P5AE ile P7AE kodlu numuneler ile 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) metanol:saf su ile hazırlanmış ekstraktlarının *E. coli* gelişimini engellediği ve oluşturdukları inhibisyon zonununun 1.17±0.03 ile 13.25±0.00 mm arasında değiştiği görülmektedir. 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinden P1AE, P4AE, P6AE, P8AE, P9AE ile P10AE kodlu numunelerin metanol:saf su karışımıyla hazırlanmış ekstraktlarının *E. coli* gelişimini engelleyici bir inhibisyon zonu oluşturmadığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.34 Metanol:saf su karışımıyla çözüldürülen arı ekmeklerine ait *E.coli*'ye karşı antibakteriyel aktivitesi

NUMUNELER	İnhibisyon Zonu (mm)
P0AE	3.80±0.00
P1AE	0
P2AE	9.85±0.00
P3AE	13.20±0.00
P4AE	0
P5AE	1.17±0.03
P6AE	0
P7AE	13.25±0.00
P8AE	0
P9AE	0
P10AE	0

Farklı peteklerden alınan arı ekmeklerinin metanol:saf su karışımıyla çözülmüş ekstratlarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.35'de verilmiştir. Varyasyon analiz sonucunda arı ekmeklerinin metanol:saf su karışımında hazırlanmış ekstratlarının *E.coli*'ye karşı gösterdiği antibakteriyel aktivite üzerine petek çeşidinin etkisi $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.35 Farklı peteklerden elde edilen metanol:saf su karışımıyla çözüldürülen arı ekmeklerinin *E.coli*'ye karşı antibakteriyel aktivitelerine uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Petek Çeşidi	10	61.554	5416	0.000*
Hata	11	0.000	-	
Toplam	22	-	-	

* $p<0.05$ düzeyinde önemli.

Çizelge 4.36'da farklı peteklerden elde edilen metanol:saf su karışımıyla çözüldürülen arı ekmeklerinin *E.coli*'ye karşı gösterdiği inhibisyon zon değerlerine ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. Buna göre en fazla inhibisyon zonu 2020 mahsulü arı ekmeklerinden P3AE ile P7AE kodlu numunelerde bulunurken, en düşük inhibisyon zonu P5AE kodlu numunede ölçülmüştür.

Çizelge 4.36 Farklı peteklerden edilen metanol:saf su karışımıyla çözüldürülen arı ekmeğlerinin *E.coli*'ye karşı antibakteriyel aktivitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numuneler	n	İnhibisyon Zonu (mm)
P0AE	2	3.80±0.00 ^b
P2AE	2	9.85±0.00 ^c
P3AE	2	13.20±0.00 ^d
P5AE	2	1.17±0.03 ^a
P7AE	2	13.25±0.00 ^d

*Farklı harfler çeşitli peteklerden elde edilen arı ekmeğleri arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

4.7.1.3 Arı Ekmeğlerinin Saf Suda Hazırlanmış Ekstraktlarının *E. coli* Üzerine Antimikrobiyal Etkisi

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeğlerinin saf su ile hazırlanmış ekstraktlarının *E.coli* üzerine antibakteriyel etkisi Çizelge 4.37'de verilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara bakıldığında numuneler içerisinde sadece 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinden P2AE ile P3AE kodlu numunelerin saf su ile hazırlanmış ekstraktlarının *E. coli* gelişimini engellediği (inhibisyon zon ölçümleri sırasıyla 18.32±0.11 ile 11.20±0.00) görülmektedir. P2AE ile P3AE kodlu numuneler dışındaki 2020 mahsulü diğer numuneler ile 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) saf suyla hazırlanmış ekstraktlarının *E. coli* gelişimini engelleyici bir inhibisyon zonu oluşturmadığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.37 Saf su ile çözüldürülen arı ekmeğlerine ait *E.coli*'ye karşı antibakteriyel aktivitesi

Numuneler	İnhibisyon Zonu (mm)
P0AE	0
P1AE	0
P2AE	18.32±0.11
P3AE	11.20±0.00
P4AE	0
P5AE	0
P6AE	0
P7AE	0
P8AE	0
P9AE	0
P10AE	0

Arı ekmeğlerinin üç farklı çözücüyle (metanol, su ve 4:1 metanol:su karışımı) hazırlanmış ekstraktlarının *E.coli* üzerine antibakteriyel etkinliğine bakıldığında (Çizelge 4.31, Çizelge 4.34 ve Çizelge 4.37) metanolde çözüldürülen tüm numunelerin *E.coli*'ye karşı antibakteriyel etki gösterdiği, metanol:su karışımıyla

(4:1) hazırlanmış ekstraktlardan 5 tanesinin, safsuyla hazırlanmış ekstraktlardan ise sadece 2 tanesinin antibakteriyel etki gösterdiği gözlemlenmiştir.

4.7.2 *Listeria monocytogenes* İnhibisyonu

4.7.2.1 Arı Ekmeklerinin Metanolde Hazırlanmış Ekstraktlarının *L.monocytogenes* Üzerine Antimikrobiyal Etkisi

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin metanol ile hazırlanmış ekstraktlarının *L.monocytogenes* üzerine antibakteriyel etkisi Çizelge 4.38’de verilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara bakıldığında 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinin (P1AE- P10AE) metanolde hazırlanmış ekstraktlarının *L.monocytogenes* gelişimi üzerinde oluşturduğu inhibisyon zonunun 8.15 ± 0.07 ile 13.40 ± 0.56 mm arasında değiştiği ve ortalama 10.21 ± 0.17 mm değerini aldığı görülmektedir. 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) oluşturduğu inhibisyon zonu (9.30 ± 0.00 mm), 2020 mahsulü arı ekmeklerinin ortalama inhibisyon zonu değerinden daha az olup, bu fark istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Bu çalışmaya benzer şekilde Bakour ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada da arı ekmeklerinin *L.monocytogenes* üzerine antibakteriyel etki gösterdiği bildirmişlerdir.

Çizelge 4.38 Metanol ile çözüldürülen arı ekmeklerine ait *L.monocytogenes*’e karşı antibakteriyel aktivitesi

Numuneler	İnhibisyon Zonu (mm)
P0AE	9.30 ± 0.00
P1AE	11.60 ± 0.78
P2AE	9.30 ± 0.00
P3AE	11.00 ± 0.35
P4AE	13.40 ± 0.56
P5AE	11.82 ± 0.25
P6AE	9.10 ± 0.49
P7AE	8.15 ± 0.07
P8AE	8.80 ± 0.42
P9AE	9.77 ± 0.18
P10AE	9.15 ± 0.00
\bar{x}	10.21 ± 0.17

*2020 mahsulü arı ekmeklerine ait inhibisyon zonlarının ortalaması.

2020 mahsulü 10 ayrı petekten alınan arı ekmeklerinin metanol ile çözülmüş ekstratlarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.39’da görülmüştür. Varyasyon analiz sonucunda arı ekmeklerinin metanolda hazırlanmış ekstratlarının

L.monocytogenes'e karşı gösterdiği antibakteriyel aktivite üzerine petek çeşidinin etkisi $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.39 Farklı peteklerden elde edilen metanol ile çözündürülen arı ekmeklerinin *L.monocytogenes*'e karşı antibakteriyel aktivitelerine uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Petek Çeşidi	10	5.140	35.953	0.000*
Hata	11	0.143	-	
Toplam	22	-	-	

* $p<0.05$ düzeyinde önemli.

Çizelge 4.40'da farklı peteklerden elde edilen metanol ile çözündürülen arı ekmeklerinin *L.monocytogenes*'e karşı gösterdiği inhibisyon zon değerlerine ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. Buna göre en fazla inhibisyon zonu 2020 mahsulü arı ekmeklerinden P4AE kodlu numunede bulunurken, en düşük inhibisyon zonu P7AE kodlu numunede ölçülmüştür.

Çizelge 4.40 Farklı peteklerden elde edilen metanol ile çözündürülen arı ekmeklerinin *L.monocytogenes*'e karşı antibakteriyel aktivitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numuneler	n	İnhibisyon Zonu (mm)
P0AE	2	9.30±0.00 ^c
P1AE	2	11.60±0.78 ^d
P2AE	2	9.300±0.00 ^{ab}
P3AE	2	11.00±0.35 ^{cd}
P4AE	2	13.40±0.56 ^e
P5AE	2	11.82±0.25 ^d
P6AE	2	9.10±0.49 ^{ab}
P7AE	2	8.15±0.07 ^a
P8AE	2	8.80±0.42 ^{ab}
P9AE	2	9.77±0.18 ^{bc}
P10AE	2	9.15±0.00 ^{ab}

*Farklı harfler çeşitli peteklerden elde edilen arı ekmekleri arasındaki farklılığı göstermektedir ($p<0.05$).

4.7.2.2 Metanol: Saf Su Karışımıyla (4:1) Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının *L.monocytogenes* İnhibisyonu

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin 4:1 metanol:saf su karışımıyla hazırlanmış ekstraktlarının *L.monocytogenes* üzerine antibakteriyel etkisi Çizelge 4.41'de verilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara bakıldığında 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinin (P1AE-P10AE) metanol:saf su karışımıyla hazırlanmış

ekstraktlarının *L.monocytogenes* gelişimi üzerinde oluşturduğu inhibisyon zonunun 12.89±0.01 ile 21.15±0.56 mm arasında değiştiği ve ortalama 15.96±0.26 mm değerini aldığı görülmektedir. 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) oluşturduğu inhibisyon zonu (15.60±0.00 mm), 2020 mahsulü arı ekmeklerinin ortalama inhibisyon zonu değerinden daha az olduğu, ancak bu farkın istatistiksel olarak p<0.05 düzeyinde önemli olmadığı bulunmuştur.

Çizelge 4.41 Farklı peteklerden elde edilip metanol:saf su (4:1) karışımıyla çözüldürülen arı ekmeklerinin *L.monocytogenes*'e karşı antibakteriyel aktivitelerine uygulanan varyans analizi sonuçları

Numuneler	İnhibisyon Zonu (mm)
P0AE	15.60±0.00
P1AE	12.92±1.02
P2AE	16.87±0.03
P3AE	16.55±0.99
P4AE	16.15±0.14
P5AE	13.00±0.00
P6AE	12.89±0.01
P7AE	21.15±0.56
P8AE	15.50±0.28
P9AE	17.92±0.32
P10AE	16.60±0.14
\bar{x}	15.96±0.26*

*2020 mahsulü arı ekmeklerine ait inhibisyon zonlarının ortalaması.

Farklı peteklerden alınan arı ekmeklerinin metanol:saf su karışımıyla çözülmüş ekstraktlarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.42'de verilmiştir. Varyasyon analiz sonucunda arı ekmeklerinin metanol:saf su karışımında hazırlanmış ekstraktlarının *L.monocytogenes*'e karşı gösterdiği antibakteriyel aktivite üzerine petek çeşidinin etkisi p<0.05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.42 Farklı peteklerden elde edilip metanol:saf su (4:1) karışımıyla çözüldürülen arı ekmeklerinin *L.monocytogenes*'e karşı antibakteriyel aktivitelerine uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Petek Çeşidi	10	12.025	51.391	0.000*
Hata	11	0.234	-	
Toplam	22	-	-	

*p<0.05 düzeyinde önemli.

Çizelge 4.43’de farklı peteklerden edilen metanol:saf su karışımıyla çözüldürülen arı ekmeklerinin *L.monocytogenes*’e karşı gösterdiği inhibisyon zon değerlerine ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. Buna göre en fazla inhibisyon zonu 2020 mahsulü arı ekmeklerinden P7AE kodlu numunede bulunurken, en düşük inhibisyon zonu P1AE, P5AE ve P6AE kodlu numunelerde ölçülmüştür.

Çizelge 4.43 Farklı peteklerden elde edilen metanol:saf su karışımıyla çözüldürülen arı ekmeklerinin *L.monocytogenes*’e karşı antibakteriyel aktivitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numuneler	n	İnhibisyon Zonu (mm)
P0AE	2	15.60±0.00 ^b
P1AE	2	12.92±1.02 ^a
P2AE	2	16.87±0.03 ^{bc}
P3AE	2	16.55±0.99 ^{bc}
P4AE	2	16.15±0.14 ^{bc}
P5AE	2	13.00±0.00 ^a
P6AE	2	12.89±0.01 ^a
P7AE	2	21.15±0.56 ^d
P8AE	2	15.50±0.28 ^b
P9AE	2	17.92±0.32 ^c
P10AE	2	16.60±0.14 ^{bc}

*Farklı harfler çeşitli peteklerden elde edilen arı ekmekleri arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

4.7.2.3 Arı Ekmeklerinin Saf Suda Hazırlanmış Ekstraktlarının *L.monocytogenes* İnhibisyonu

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin saf su ile hazırlanmış ekstraktlarının *L.monocytogenes* üzerine antibakteriyel etkisi Çizelge 4.44’de verilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara bakıldığında numuneler içerisinde sadece 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinden P2AE ile P3AE kodlu numunelerin saf su ile hazırlanmış ekstraktlarının *L.monocytogenes* gelişimini engellediği (inhibisyon zon ölçümleri sırasıyla 7.87±0.12 ile 17.07±0.32) görülmektedir. P2AE ile P3AE kodlu numuneler dışındaki 2020 mahsulü diğer numuneler ile 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) saf suyla hazırlanmış ekstraktlarının *L.monocytogenes* gelişimini engelleyici bir inhibisyon zonu oluşturmadığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.44 Saf su ile çözündürülen arı ekmeklerine ait *L.monocytogenes*'e karşı antibakteriyel aktivitesi

Numuneler	İnhibisyon Zonu (mm)
P0AE	0
P1AE	0
P2AE	7.87±0.12
P3AE	17.07±0.32
P4AE	0
P5AE	0
P6AE	0
P7AE	0
P8AE	0
P9AE	0
P10AE	0

4.7.3 *Micrococcus luteus* İnhibisyonunun Belirlenmesi

4.7.3.1 Arı Ekmeklerinin Metanolde Hazırlanmış Ekstraktlarının *M.luteus* Üzerine Antimikrobiyal Etkisi

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin metanol ile hazırlanmış ekstraktlarının *M.luteus* üzerine antibakteriyel etkisi Çizelge 4.45’de verilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara bakıldığında 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinden P6AE ile P8AE kodlu numunelerin *L.monocytogenes* gelişimini engelleyici bir inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmektedir. P6AE ile P8AE numuneler hariç diğer 2020 mahsulü arı ekmeği numunelerinin metanolde hazırlanmış ekstraktlarının *M.luteus* gelişimi üzerinde oluşturduğu inhibisyon zonunun 0.85±0.00 ile 9.05±0.00 mm arasında değiştiği gözlemlenmektedir. 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) oluşturduğu inhibisyon zonu 4.40±0.21 mm olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.45 Metanol ile çözündürülen arı ekmeklerine ait *M.luteus* 'a karşı antibakteriyel aktivitesi

Numuneler	İnhibisyon Zonu (mm)
P0AE	4.40±0.21
P1AE	8.40±0.14
P2AE	9.05±0.00
P3AE	1.22±0.10
P4AE	1.77±0.46
P5AE	1.25±0.21
P6AE	0
P7AE	0.85±0.00
P8AE	0
P9AE	0.85±0.00
P10AE	0.92±0.32

Farklı peteklerden alınan arı ekmeklerinin metanolda çözülmüş ekstratlarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.46’da verilmiştir. Varyasyon analiz sonucunda arı ekmeklerinin saf suda hazırlanmış ekstratlarının *M.luteus*’a karşı gösterdiği antibakteriyel aktivite üzerine petek çeşidinin etkisi $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.46 Farklı peteklerden elde edilip metanol ile çözüldürülen arı ekmeklerinin *M.luteus*’a karşı antibakteriyel aktivitesine uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Petek Çeşidi	10	21.065	534.216	0.000*
Hata	11	0.039	-	
Toplam	22	-	-	

* $p<0.05$ düzeyinde önemli.

Çizelge 4.47’de farklı peteklerden elde edilen metanolda çözüldürülen arı ekmeklerinin *M.luteus*’a karşı gösterdiği inhibisyon zon değerlerine ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. Buna göre en fazla inhibisyon zonu 2020 mahsulü arı ekmeklerinden P2AE kodlu numunede bulunurken, en düşük inhibisyon zonu P7AE ve P9AE kodlu numunelerde ölçülmüştür.

Çizelge 4.47 Farklı peteklerden elde edilip metanol ile çözüldürülen arı ekmeklerinin *M.luteus*’a karşı antibakteriyel aktivitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numuneler	n	İnhibisyon Zonu (mm)
P0AE	2	4.40±0.15 ^c
P1AE	2	8.40±0.10 ^d
P2AE	2	9.05±0.00 ^d
P3AE	2	1.22±0.01 ^{ab}
P4AE	2	1.77±0.32 ^b
P5AE	2	1.25±0.15 ^{ab}
P7AE	2	0.85±0.00 ^a
P9AE	2	0.85±0.00 ^a
P10AE	2	0.92±0.22 ^a

*Farklı harfler çeşitli peteklerden elde edilen arı ekmekleri arasındaki farklılığı göstermektedir ($p<0.05$).

4.7.3.2 Metanol: Saf Su Karışımıyla (4:1) Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının *M.luteus* İnhibisyonu

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin metanol:safsu karışımıyla hazırlanmış ekstraktlarının *M.luteus* üzerine antibakteriyel etkisi Çizelge 4.48'de verilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara bakıldığında 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinden P1AE, P4AE, P6AE ile P8AE kodlu numunelerin *M.luteus* gelişimini engelleyici bir inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmektedir. Bu dört numune hariç diğer 2020 mahsulü arı ekmeği numunelerinin metanolde hazırlanmış ekstraktlarının *M.luteus* gelişimi üzerine oluşturduğu inhibisyon zonunun 3.97 ± 0.74 ile 14.97 ± 1.24 mm arasında değiştiği gözlemlenmektedir. 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) *M.luteus* gelişimini engelleyici bir inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.48 Metanol:saf su karışımıyla hazırlanmış arı ekmeği ekstraktlarının *M.luteus* 'a karşı antibakteriyel aktivitesi

Numuneler	İnhibisyon Zonu (mm)
P0AE	0
P1AE	0
P2AE	9.35 ± 0.42
P3AE	9.20 ± 0.07
P4AE	0
P5AE	3.97 ± 0.74
P6AE	0
P7AE	10.55 ± 0.21
P8AE	0
P9AE	10.35 ± 0.28
P10AE	14.97 ± 1.24

Farklı peteklerden alınan arı ekmeklerinin metanol:saf su karışımıyla çözülmüş ekstratlarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.49'da verilmiştir. Varyasyon analiz sonucunda arı ekmeklerinin metanol:saf su karışımında hazırlanmış ekstratlarının *M.luteus*'a karşı gösterdiği antibakteriyel aktivite üzerine petek çeşidinin etkisi $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.49 Farklı peteklerden elde edilen metanol:saf su karışımıyla çözündürülen arı ekmeklerinin *M.luteus*'a karşı antibakteriyel aktivitelerine uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Petek Çeşidi	10	64.098	294.701	0.000*
Hata	11	0.217	-	
Toplam	22	-	-	

*p<0.05 düzeyinde önemli.

Çizelge 4.50'de farklı peteklerden elde edilen metanolde çözündürülen arı ekmeklerinin *M.luteus*'a karşı gösterdiği inhibisyon zon değerlerine ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. Buna göre en fazla inhibisyon zonu 2020 mahsulü arı ekmeklerinden P10AE kodlu numunede bulunurken, en düşük inhibisyon zonu P5AE kodlu numunede ölçülmüştür.

Çizelge 4.50 Farklı peteklerden elde edilen metanol:saf su karışımıyla çözündürülen arı ekmeklerinin *M.luteus*'a karşı antibakteriyel aktivitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numuneler	n	İnhibisyon Zonu (mm)
P2AE	2	9.35±0.30 ^b
P3AE	2	9.20±0.05 ^b
P5AE	2	3.97±0.52 ^a
P7AE	2	10.55±0.15 ^b
P9AE	2	10.35±0.20 ^b
P10AE	2	14.97±0.87 ^c

*Farklı harfler çeşitli peteklerden elde edilen arı ekmekleri arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

4.7.3.3 Arı Ekmeklerinin Saf Suda Hazırlanmış Ekstraktlarının *M.luteus* Üzerine Antimikrobiyal Etkisi

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinden sadece P3AE kodlu numunenin safsu ile hazırlanmış ekstraktının *M.luteus* içeriği üzerine 11.62±0.67 mm inhibisyon zonu ile antibakteriyel etkisi gözlemlenmiştir. P3AE kodlu numune hariç 2020 mahsulü diğer arı ekmeği numuneleri ile 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) saf suda hazırlanmış ekstratlarının *M.luteus* gelişimini engelleyici bir inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmüştür.

4.7.4 *Staphylococcus aureus* İnhibisyonunun Belirlenmesi

4.7.4.1 Arı Ekmeklerinin Metanolde Hazırlanmış Ekstraktlarının *S.aureus* Üzerine Antimikrobiyal Etkisi

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin metanol ile hazırlanmış ekstraktlarının *S.aureus* üzerine antibakteriyel etkisi Çizelge 4.51’de verilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara bakıldığında 2020 mahsulü arı ekmeği numunelerinin metanolde hazırlanmış ekstraktlarının *S.aureus* gelişimi üzerinde oluşturduğu inhibisyon zonunun 0.50 ± 0.00 ile 2.87 ± 0.25 mm arasında değiştiği ve ortalama 1.55 ± 0.11 mm değerini aldığı görülmektedir. 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) oluşturduğu inhibisyon zonu (1.60 ± 0.14 mm), 2020 mahsulü arı ekmeklerinin ortalama inhibisyon zonu değerinden daha fazla olduğu, ancak bu farkın istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli olmadığı bulunmuştur.

Bu çalışmaya benzer şekilde Bakour ve ark., (2019) tarafından yapılan çalışmada da arı ekmeklerinin *S.aureus* üzerine antibakteriyel etki gösterdiği bildirmişlerdir.

Çizelge 4.51 Metanol ile çözündürülen arı ekmeklerine ait *S.aureus*’a karşı antibakteriyel aktivitesi

Numuneler	İnhibisyon Zonu (mm)
P0AE	1.60 ± 0.14
P1AE	2.87 ± 0.25
P2AE	2.32 ± 0.39
P3AE	2.62 ± 0.32
P4AE	0.50 ± 0.00
P5AE	1.00 ± 0.00
P6AE	2.25 ± 0.28
P7AE	0.92 ± 0.32
P8AE	1.00 ± 0.00
P9AE	1.00 ± 0.21
P10AE	1.05 ± 0.00
\bar{x}	$1.55\pm 0.11^*$

*2020 mahsulü arı ekmeklerine ait inhibisyon zonlarının ortalaması.

Farklı peteklerden alınan arı ekmeklerinin metanolde çözülmüş ekstraktlarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.52’de verilmiştir. Varyasyon analiz sonucunda arı ekmeklerinin metanolde hazırlanmış ekstraktlarının *S.aureus* karşı gösterdiği antibakteriyel aktivite üzerine petek çeşidinin etkisi $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.52 Farklı peteklerden elde edilen metanol ile çözüldürülen arı ekmeklerinin *S.aureus*'a karşı antibakteriyel aktivitelerine uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Petek Çeşidi	10	1.331	26.141	0.000*
Hata	11	0.051	-	
Toplam	22	-	-	

*p<0.05 düzeyinde önemli.

Çizelge 4.53'de farklı peteklerden elde edilen metanolde çözüldürülen arı ekmeklerinin *S.aureus*'a karşı gösterdiği inhibisyon zon değerlerine ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. Buna göre en fazla inhibisyon zonu 2020 mahsulü arı ekmeklerinden P1AE kodlu numunede bulunurken, en düşük inhibisyon zonu P4AE kodlu numunede ölçülmüştür.

Çizelge 4.53 Farklı peteklerden elde edilip metanol ile çözüldürülen arı ekmeklerinin *S.aureus*'a karşı antibakteriyel aktivitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları (harfler)

Numuneler	n	İnhibisyon Zonu (mm)
P0AE	2	1.60±0.10 ^b
P1AE	2	2.87±0.17 ^d
P2AE	2	2.32±0.27 ^{cd}
P3AE	2	2.62±0.22 ^d
P4AE	2	0.50±0.00 ^a
P5AE	2	1.00±0.00 ^{ab}
P6AE	2	2.25±0.20 ^{cd}
P7AE	2	0.92±0.22 ^{ab}
P8AE	2	1.00±0.00 ^{ab}
P9AE	2	1.00±0.15 ^{ab}
P10AE	2	1.05±0.00 ^{ab}

*Farklı harfler çeşitli peteklerden elde edilen arı ekmekleri arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

4.7.4.2 Metanol:Saf Su Karışımıyla (4:1) Hazırlanmış Arı Ekmeği Ekstraktlarının *S.aureus* İnhibisyonu

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin 4:1 metanol:saf su karışımıyla hazırlanmış ekstraktlarının *S.aureus* üzerine antibakteriyel etkisi Çizelge 4.54'de verilmiştir Çizelgede verilmiş olan sonuçlara bakıldığında 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinden P6AE, P9AE ve P10AE kodlu numunelerin *S.aureus* gelişimini engelleyici bir inhibisyon zonu oluşturmadığı görülmektedir. Bu üç numune hariç diğer 2020 mahsulü arı ekmeği numunelerinin metanol:saf su karışımıyla hazırlanmış

ekstraktlarının *S.aureus* gelişimi üzerine oluşturduğu inhibisyon zonunun 0.65 ± 0.00 ile 11.25 ± 0.42 mm arasında değiştiği gözlemlenmektedir. 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) oluşturduğu inhibisyon zonu 10.07 ± 0.39 mm olarak ölçülmüştür.

Çizelge 4.54 Metanol:saf su ile çözündürülen arı ekmeklerine ait *S.aureus* 'a karşı antibakteriyel aktivitesi

Numuneler	İnhibisyon Zonu (mm)
P0AE	10.07 ± 0.39
P1AE	9.17 ± 0.32
P2AE	9.50 ± 0.00
P3AE	4.97 ± 0.60
P4AE	9.47 ± 0.25
P5AE	0.65 ± 0.00
P6AE	0
P7AE	1.07 ± 0.32
P8AE	11.25 ± 0.42
P9AE	0
P10AE	0

Farklı peteklerden alınan arı ekmeklerinin metanol:saf su karışımıyla çözülmüş ekstratlarının varyans analiz sonuçları Çizelge 4.55'de verilmiştir. Varyasyon analiz sonucunda arı ekmeklerinin metanol:saf su karışımında hazırlanmış ekstratlarının *S.aureus* karşı gösterdiği antibakteriyel aktivite üzerine petek çeşidinin etkisi $p<0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.55 Farklı peteklerden elde edilen metanol:saf su karışımıyla ile çözündürülen arı ekmeklerinin *S.aureus* 'a karşı antibakteriyel aktivitelere uygulanan varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	SD	KO	F-değeri	P
Petek Çeşidi	10	46.346	533.125	0.000*
Hata	11	0.087	-	
Toplam	22	-	-	

* $p<0.05$ düzeyinde önemli.

Çizelge 4.56'da farklı peteklerden elde edilen metanol:saf su karışımıyla çözündürülen arı ekmeklerinin *S.aureus*'a karşı gösterdiği inhibisyon zon değerlerine ait Tukey çoklu karşılaştırma test sonuçları gösterilmiştir. Buna göre en fazla inhibisyon zonu 2020 mahsulü arı ekmeklerinden P8AE kodlu numunede bulunurken, en düşük inhibisyon zonu P5AE kodlu numunede ölçülmüştür.

Çizelge 4.56 Farklı peteklerden elde edilip metanol:saf su ile çözündürülen arı ekmeklerinin *S.aureus*'a karşı antibakteriyel aktivitelerine ait Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçları

Numuneler	n	İnhibisyon Zonu (mm)
P0AE	2	10.07±0.27 ^c
P1AE	2	9.17±0.22 ^c
P2AE	2	9.50±0.00 ^c
P3AE	2	4.97±0.42 ^b
P4AE	2	9.47±0.17 ^c
P5AE	2	0.65±0.00 ^a
P7AE	2	1.07±0.22 ^a
P8AE	2	11.25±0.30 ^d

*Farklı harfler çeşitli peteklerden elde edilen arı ekmekleri arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0.05).

4.7.4.3 Arı Ekmeklerinin Saf Suda Hazırlanmış Ekstraktlarının *S.aureus* Üzerine Antimikrobiyal Etkisi

Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin saf su ile hazırlanmış ekstraktlarının *S.aureus* üzerine antibakteriyel etkisi Çizelge 4.57'de verilmiştir. Çizelgede verilen sonuçlara bakıldığında numuneler içerisinde sadece 2020 mahsulü arı ekmeği örneklerinden P1AE ile P4AE kodlu numunelerin saf su ile hazırlanmış ekstraktlarının *S.aureus* gelişimini engellediği (inhibisyon zon ölçümleri sırasıyla 8.20±0.00 ile 5.72±0.11) görülmektedir. P1AE ile P4AE kodlu numuneler dışındaki 2020 mahsulü diğer numuneler ile 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) saf suyla hazırlanmış ekstraktlarının *S.aureus* gelişimini engelleyici bir inhibisyon zonu oluşturmadığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.57 Saf su ile çözündürülen arı ekmeklerine ait *S.aureus*'a karşı antibakteriyel aktivitesi

Numuneler	İnhibisyon Zonu (mm)
P0AE	0
P1AE	8.20±0.00
P2AE	0
P3AE	0
P4AE	5.72±0.11
P5AE	0
P6AE	0
P7AE	0
P8AE	0
P9AE	0
P10AE	0

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, Ordu Arıcılık Enstitüsü tarafından temin edilen 2020 yılı mahsulü balı boşaltmış her biri farklı peteklerden alınmış on taze arı ekmeği ile 2019 yılı mahsulü soğuk hava depolarında depolanmış çok sayıda petekten toplanarak karıştırılmış bir karışım numunesi olmak üzere toplam 11 numunede analizler gerçekleştirilmiştir. Fenolik madde miktarı, antioksidan kapasitesi ve antimikrobiyal analizleri için numunelerin metanol, metanol:saf su karışımı ve saf su olmak üzere farklı çözücülerde ekstraktları hazırlanmıştır. Yapılan analizler ve araştırmalar sonucunda elde edilen veriler aşağıdaki gibidir.

1. Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeği örneklerine ait kurumadde oranları incelenmiş ve arı ekmeklerinin kurumadde miktarına petek çeşidinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) etkisi bulunmuştur. 2020 mahsulü taze arı ekmeklerine ait ortalama kurumadde miktarının ($\%95.85\pm 0.11$), 2019 mahsulü depolanmış arı ekmeği karışımının kuru madde miktarından ($\%98.15\pm 0.06$) daha az olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir.

2. Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeği örneklerine ait kül miktarları incelenmiş ve petek çeşidinin arı ekmeklerinin kül miktarına istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) etkisi olmadığı tespit edilmiştir. 2019 mahsulü depolanmış arı ekmeği karışımının kül miktarının ($\%2.08\pm 0.03$), 2020 mahsulü taze arı ekmeklerine ait ortalama kül miktarından ($\%2.29\pm 0.08$) daha az olduğu ancak bu farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$). Arı ekmeği numunelerinin kül miktarları literatür sonuçları ile uyumludur.

3. Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin protein miktarlarına bakılmış ve arı ekmeklerinin protein miktarına petek çeşidinin istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) etkisi bulunmuştur. 2020 mahsulü taze arı ekmeklerine ait ortalama protein miktarının ($\% 25.94\pm 0.28$), 2019 mahsulü depolanmış arı ekmeği karışımının kuru madde miktarından ($\%21.95\pm 0.08$) daha fazla olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak $p<0.05$ düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Önceki çalışmalarla kıyaslanma yapıldığında protein miktarı literatür sonuçları ile uyumludur.

4. Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeği örneklerine ait yağ miktarları incelenmiş ve petek çeşidinin arı ekmeklerinin yağ miktarına istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) etkisi olduğu tespit edilmiştir. 2019 mahsulü depolanmış arı ekmeği karışımının yağ miktarının (3.29 ± 0.14), 2020 mahsulü taze arı ekmeklerine ait ortalama yağ miktarından (4.10 ± 0.04) daha az olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur. Arı ekmeği numunelerinin yağ miktarları önceki çalışmalarda bulunan yağ miktarından daha azdır.

5. Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin üç farklı çözücüyle (metanol, metanol:saf su karışımı ve saf su) hazırlanan ekstraktlarının antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Petek çeşidinin, farklı çözücülerle hazırlanmış arı ekmeği ekstraktlarının toplam antioksidan kapasitesine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Genel olarak bakıldığında kullanılan üç çözücü içerisinde arı ekmeklerinin saf suyla hazırlanmış ekstraktların daha yüksek antioksidan içeriğine sahip olduğu; sadece metanolla ve metanol:su karışımıyla (4:1) hazırlanan ekstraktların toplam antioksidan kapasitelerinin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. En yüksek antioksidan kapasitesine (0.30 ± 0.00 mmol TE/L) 2020 mahsulü P1AE, P8AE ile P10AE kodlu arı ekmeği numunelerinin saf suda çözüldürülen ekstraktında bulunurken, 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) metanolda çözüldürülen ekstraktında en düşük antioksidan kapasite (0.10 ± 0.00 mmol TE/L) bulunmuştur. Çalışmada ayrıca kullanılan çözücülerden bağımsız 2019 yılı mahsulü depolanmış arı ekmeklerinin 2020 yılı mahsulü taze arı ekmeklerinden daha az antioksidan içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Bu durum depolamaya bağlı arı ekmeklerinde toplam antioksidan kapasitesinin azaldığını göstermekle birlikte, yıl bazlı düşünüldüğüne o yıla bağlı arıların beslenme şekilleri, arı ekmeği muhafaza şekli, fermantasyon aşaması gibi nedenlerden de kaynaklı olabilir.

6. Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin üç farklı çözücüyle (metanol, metanol:saf su karışımı ve saf su) hazırlanan ekstraktlarının toplam fenolik içerikleri belirlenmiştir. Petek çeşidinin, farklı çözücülerle hazırlanmış arı ekmeği ekstraktlarının toplam fenolik içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Genel olarak bakıldığında kullanılan üç çözücü içerisinde arı ekmeklerinin metanol:su karışımıyla (4:1) hazırlanmış ekstraktların daha yüksek

fenolik içeriğine sahip olduğu; sadece metanolla hazırlananların bunlara yakın olduğu, saf suyla hazırlanan ekstraktların ise bunlardan daha az toplam fenolik içeriğine sahip olduğu görülmektedir. En yüksek fenolik içeriği (0.66 ± 0.00 mg GAE/100g) 2020 mahsulü P5AE kodlu arı ekmeğinin metanol:saf su karışımıyla çözüldürülen ekstraktında bulunurken, 2019 mahsulü arı ekmeği karışımının (P0AE) hem metanolde hem de saf suda çözüldürülen ekstraktında en düşük fenolik içeriği (0.24 ± 0.00 mg GAE/100g) bulunmuştur. Çalışmada ayrıca kullanılan çözücüden bağımsız 2019 yılı mahsulü arı ekmeklerinin 2020 yılı mahsulü arı ekmeklerinden daha az fenolik içeriğine sahip olduğu bulunmuş olup, bu durum depolamaya bağlı arı ekmeklerinde toplam fenolik içeriğinin azaldığını göstermektedir.

6. Farklı peteklerden elde edilen arı ekmeklerinin üç farklı çözücüyle (metanol, metanol:saf su karışımı ve saf su) hazırlanan ekstraktlarının *E.coli*, *L.monocytogenes*, *M.luteus* ile *S.aureus* üzerine antibakteriyel aktiviteleri araştırılmıştır. Petek çeşidinin, farklı çözücülerle hazırlanmış arı ekmeği ekstraktlarının antibakteriyel aktivitelerine etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Arı ekmeklerinin *E.coli* üzerine antibakteriyel etkinliğine bakıldığında metanolde çözüldürülen tüm numunelerin *E.coli*'ye karşı antibakteriyel etki gösterdiği, metanol:su karışımıyla (4:1) hazırlanmış ekstraktlardan 5 tanesinin, safsuyla hazırlanmış ekstraktlardan ise sadece 2 tanesinin antibakteriyel etki gösterdiği gözlemlenmiştir. *E.coli*'ye karşı en fazla antibakteriyel etki (18.32 ± 0.11 mm inhibisyon zonu) 2020 mahsulü P2AE kodlu arı ekmeğinin saf suda hazırlanan ekstraktında gözlemlenmiştir. *L.monocytogenes*'e karşı, hem metanolde hem de metanol:saf su karışımında çözüldürülen bütün arı ekmeği numunelerinin antibakteriyel etki gösterdiği, safsuyla hazırlanmış ekstraktlardan ise sadece 2 tanesinin (P2AE ve P3AE) antibakteriyel etki gösterdiği gözlemlenmiştir. *L.monocytogenes*'e karşı en fazla antibakteriyel etki (21.15 ± 0.56 mm inhibisyon zonu) 2020 mahsulü P7AE kodlu arı ekmeğinin metanol:saf su karışımında hazırlanan ekstraktında gözlemlenmiştir. Arı ekmeklerinin *M.luteus* üzerine antibakteriyel etkinliğine bakıldığında metanolde çözüldürülen numunelerden iki numune hariç (P6AE ile P8AE) diğer tüm numunelerin *M.luteus*'a karşı antibakteriyel etki gösterdiği, metanol:saf su karışımıyla (4:1) hazırlanmış ekstraktlardan 4 tanesinin, safsuyla hazırlanmış ekstraktlardan ise sadece bir

tanisinin (P3AE) antibakteriyel etki gösterdiği gözlemlenmiştir. *M.luteus*'a en fazla antibakteriyel etki (14.97 ± 0.87 mm inhibisyon zonu) 2020 mahsulü P10AE kodlu arı ekmeğinin metanol:saf suda hazırlanan ekstraktında gözlemlenmiştir. *S.aureus*'a karşı, metanolde çözündürülen bütün arı ekmeği numunelerinin antibakteriyel etki gösterdiği, metanol:saf su karışımında hazırlanmış ekstraktlardan üç tanesi hariç (P6AE, P9AE ve P10AE) diğer hepsinin, saf suda hazırlanan ekstraktlardan ise sadece 2 tanesinin (P1AE ve P4AE) antibakteriyel etki gösterdiği gözlemlenmiştir. *L.monocytogenes*'e karşı en fazla antibakteriyel etki (11.25 ± 0.30 mm inhibisyon zonu) 2020 mahsulü P8AE kodlu arı ekmeğinin metanol:saf su karışımında hazırlanan ekstraktında gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak bu tez çalışmasında, petek çeşitlerine göre elde edilen arı ekmekleri arasında incelenen sonuçlar arasında farklılar olduğu görülmekle birlikte; arı ekmeklerinin içerisinde çözündüğü çözüne (metanol, saf su ve metanol:saf su karışımı) bağlı da farklı sonuçlar ortaya koyduğu görülmektedir.

Ülkemizde diğer arıcılık ürünleri ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen arı ekmeği ile ilgili pek çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada arı ekmeklerinin hem bir yıl süreyle depolanmış (2019 yılı hasat) hem de taze formlarının (2020 hasat) farklı çözücülerde hazırlanan ekstraktlarının analizleri yapılmıştır. Bu tez çalışmasından elde edilen veriler ülkemizde arıcılık ürünleri içerisinde önemli yere sahip olan arı ekmeği için uygun standartlar oluşturulması açısından faydalı olacaktır.

6. KAYNAKLAR

- Abouda, Z., Zerdani, I., Kalalou, I., Faid, M., & Ahami, M. T. (2011). The antibacterial activity of Moroccan bee bread and bee-pollen (fresh and dried) against pathogenic bacteria. *Research Journal of Microbiology*, 6(4), 376.
- Alzoreky, NS., & Nakahara, K. (2003). Antibacterial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. *International Journal of Food Microbiology*, 80(3); 223-230.
- Anonim, (2020a). Sibel Silici. <https://www.profdrsibelsilici.com/perga/> (Erişim Tarihi: 21.10.2020).
- Anonim, (2020b). Sibel Silici. <https://www.profdrsibelsilici.com/perga-nedir-faydalari-nelerdir-nasil-kullanilir/> (Erişim Tarihi: 21.10.2020).
- Anonim, (2021a). Muğla İli Arı Yetiştirici Birliği, MAYBİR. <https://www.maybir.org.tr/ariciligin-tarihcesi> (Erişim Tarihi: 10.07.2021).
- Anonim, (2021b). Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği. 22/04/2020 Tarih ve 31107 Sayılı Resmi Gazete. (Erişim Tarihi: 15.11.2021).
- Anonim, (2021c). Ordu Arıcılık Araştırma Enstitüsü, Arıcılık İstatistikleri. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/aricilik/Belgeler/istatistik/2018.pdf> (Erişim Tarihi: 08.04.2021).
- Anonim, (2021d). Ordu Arıcılık Araştırma Enstitüsü, Arıcılık İstatistikleri. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/aricilik/Belgeler/istatistik/2019.pdf> (Erişim Tarihi: 08.04.2021)
- Anonim, (2021e). Hero Baby, Arılar Hakkında, hero.com.tr/baby/arilar-hakkinda (Erişim Tarihi: 24.12.2021).
- Bakour, M., Fernandes, Â., Barros, L., Sokovic, M., & Ferreira, I. C. (2019). Bee bread as a functional product: Chemical composition and bioactive properties. *LWT*, 109, 276-282.
- Bakkaloğlu, Z. (2021). Arı poleni proteinleri ve fonksiyonel özellikleri (Bee pollen proteins and their functional properties). *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 21(2), 247-256.
- Cemeroğlu, B. (2010). Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No:34, Ankara, 657s.
- Einer-Jensen, N., Zhao, J., Andersen, K. P., & Kristoffersen, K. (1996). Cimicifuga and Melbrosia lack oestrogenic effects in mice and rats. *Maturitas*, 25(2), 149-153.
- Ethem, A., & Yavuz, B. (2015). Arı sütünün yapısı, insanlar ve arılar için önemi. Niğde Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü.
- Eyigün, A. (2021). Arı Ekmeği (Perga)nın Farklı Depolama Koşullarında Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ziraat Fakültesi Anabilim Dalı Tarımsal Biyoteknoloji Bölüm Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.

- Eva, I., Miroslava, K., Helena, F., Jana, P., Jana, H., Valerii, B., ... & Janette, M. (2015). Bee bread-perspective source of bioactive compounds for future. *Potravinarstvo*, 9(1).
- Fidan, M., Arif, Ayar., & Konar, V. (2020). Effects of Perga (Bee bread) on Metamorphosis, Mortality, and Fecundity in *Drosophila melanogaster*. *Sabuncuoglu Serefeddin Health Sciences*, 2(2), 1-15.
- Gilliam, M. Prest, DB. & Lorenz, B.J. (1988). Microbiology of pollen and bee bread : taxonomy and enzymology of molds. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Carl Hayden Bee Research Center, 2000 E. Allen Road, Tucson, AZ 85719, USA.
- Hanssen, M. (1985). The Healing Power of Pollen and other products from the beehive Propolis-Royal jelly-Honey. Thorsons Publishers Limited, Wellingborough, Northamptonshire / England.
- Hazır, M. (2019). Kurşun Asetatla Oluşturulan Anemi ve Hepatotoksisiteye karşı Arı Ekmeğinin (Perga) Etkisi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.
- DeGrandi-Hoffman, G., Eckholm, B. J., & Huang, M. H. (2013). A comparison of bee bread made by Africanized and European honey bees (*Apis mellifera*) and its effects on hemolymph protein titers. *Apidologie*, 44(1), 52-63.
- James, C.S. (1995). Analytical chemistry of foods. Blackie academic and Professional press. *Chemistry*, 46, 4358-4362.
- Ciric, J., Spiric, D., Baltic, T., Janjic, J., Petronijevic, R., Simunovic, S., & Djordjevic, V. (2019). Element concentration and fatty acid composition of Serbian bee bread. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 333, No. 1, p. 012050). IOP Publishing.
- Kaçar, B., & İnal, A. (2008). Bitki analizleri. Nobel Yayın Dağıtım.
- Karaman, M., Artık, N., Küçükersan, K., Halıcı, Z., & Çelik, M. (2017). Sağlıklı beslenme ve apiterapi için değerli bir arı ürünü: Perga. *Gıda 2000 Gıda Teknoloji ve Tarım Dergisi*.
- Karlıdağ, S., Keskin, M., Keskin, Ş., Özök, A., Karabulut, E., Akyol, A., Yılmaz, İ. (2021). Doğal Fermente Polenin Kimyasal Karakterizasyonu. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 9(3), 1094-1104.
- Karlıdağ, S., & Keskin, M. (2020). Arı Ürünlerine Genel Bir Bakış. *OKÜ Fen Bil. Enst. Dergisi*, 58-63.
- Kaplan, M., Karaoğlu, Ö., & Silici, S. (2019). An Evaluation on Bee Bread: Chemical and Palynological Analysis. *Mellifera*, 19(1), 21-29.
- Kaplan, M., Karaoglu, Ö., Eroglu, N., & Silici, S. (2016). Fatty acid and proximate composition of bee bread. *Food Technology and Biotechnology*, 54(4), 497-504.
- Kas'ianenko VI , Komisarenko IA , Dubtsova EA (2011). Correction of atherogenic dyslipidemia with honey, pollen and bee bread in patients with different body mass, Type: Clinical Trial, Journal Article, English Abstract (lang: rus).

- Korkmaz, A. (2013). Anlaşılabilir Arıcılık, Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, Samsun.
- Kowalski, S., & Makarewicz, M. (2017). Functional properties of honey supplemented with bee bread and propolis. *Natural product research*, 31(22), 2680-2683.
- Kutluca, S., Genç, F., & Korkmaz, A. (2008). Propolis. Samsun. Samsun İl Tarım Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi Yayını.
- Kumova, U., Korkmaz, A., Avcı, B., & Ceyran, G. (2002). Önemli bir arı ürünü Propolis. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 2(2), 10-24.
- Mayda, N. (2019). Arı poleni ve arı ekmeğinin palinolojik, kimyasal ve antioksidan kapasitesinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- Mutlu, C. Erbaş, M., & Arslan, T. S. (2017). Bal ve Diğer Arı Ürünlerinin Bazı Özellikleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri, *Akademik Gıda*, 78-83.
- Nagai, T., Nagashima, T., Myoda, T., & Inoue, R. (2004). Preparation and functional properties of extracts from bee bread. *Food/nahrung*, 48(3), 226-229.
- Özsoy, N. (2016). Arı sütü. *Apelasyon Dergisi*.
- Šarkinas, A., Kaškonienė, V., & Maruška, A. (2019). Analysis of antimicrobial and antioxidant properties of bee bread. In *Vital nature sign [electronic resource]: 13th international scientific conference, May 16-17, 2019, Kaunas, Lithuania: abstract book/editors Nicola Tiso, Vilma Kaškonienė. Kaunas: Vytautas Magnus university, 2019,[no. 13]*.
- Silici, S. (2015). Arı poleni ve arı ekmeği. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 14(2), 99-105.
- Singleton, V.L., & Rossi J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.
- Şahin, S. (2011). Bewertung der licht-induzierten Lipidstabilität Von Konventionellen Und High-Oleic Rabsölen Supplementiert Mit Natürlichen Antioxidantien. Yüksek Lisans Tezi, Hamburg University of Applied Sciences, Hamburg.
- Ulusoy, E. (2012). Bal ve apiterapi. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 12(3), 89-97.
- Uyanık, T. (2019). Farklı Ülkelerden elde edilen Arı Ekmeği örneklerinin biyokimyasal ve biyoaktif özelliklerinin karşılaştırılması, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri.
- Üçeş, E. (2015). Erzincan Arıcılığının Genel Yapısı ve Arıcılık Faaliyetleri. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Vásquez, A., & Olofsson, T. C. (2009). The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and bee bread. *Journal of Apicultural Research*, 48(3), 189-195.

- Vásquez, A. & Olofsson,T.C. (2015). The lactic acid bacteria involved in the production of bee pollen and bee bread, *Journal of Apicultural Research* Pages 189-195 | Received 16 Sep 2008, Accepted 07 May 2009, Published online: 02 Apr 2015
- Zorba, E. Karaman, M. Gönülataş, S. & Karaman,M.(2019). Perga (Arı Ekmeği) içeren perga sport'un farklı spor disiplinlerinde sporcular ve sedanterlede performans ve yaşam kalitesi üzerine etkileri, *Spor ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(4), 407-419.

EKLER

EKLER



EK 1: Arı Ekmeği Ayıklama



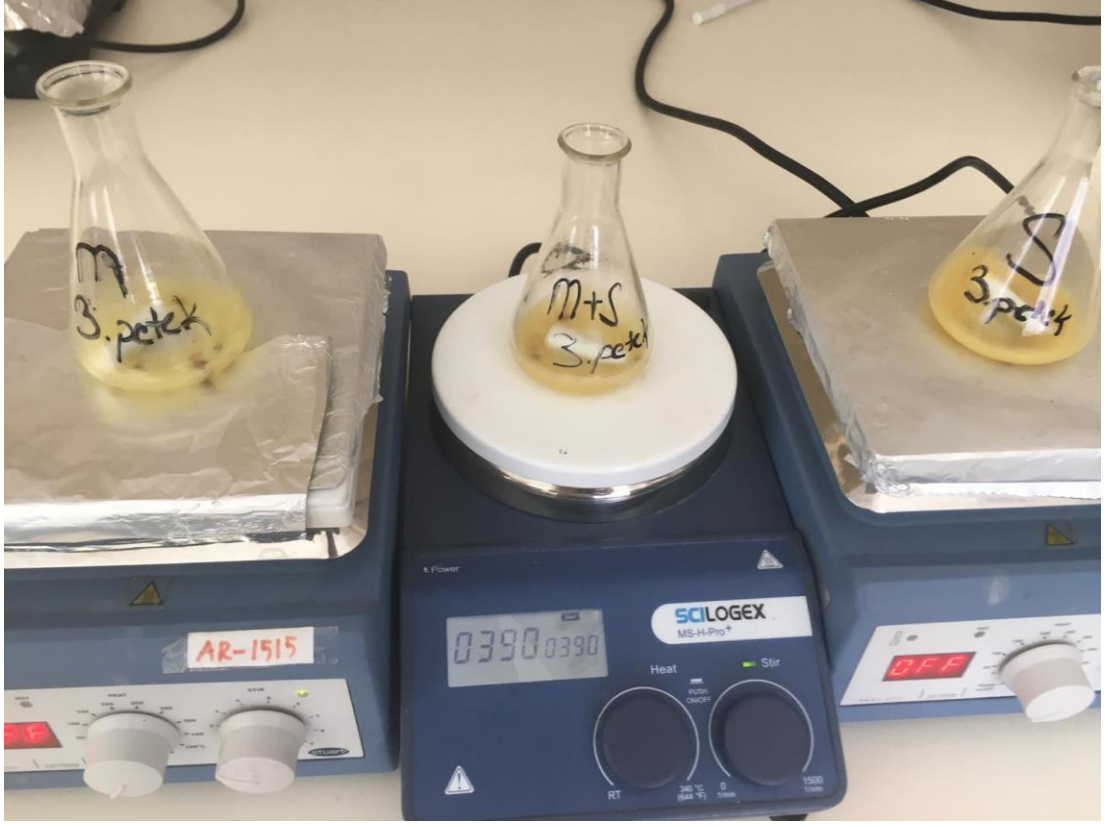
EK 2: Kül Fırını



EK 3: Yağ Tayini



EK 4: Çıkan Yağların Toplanması



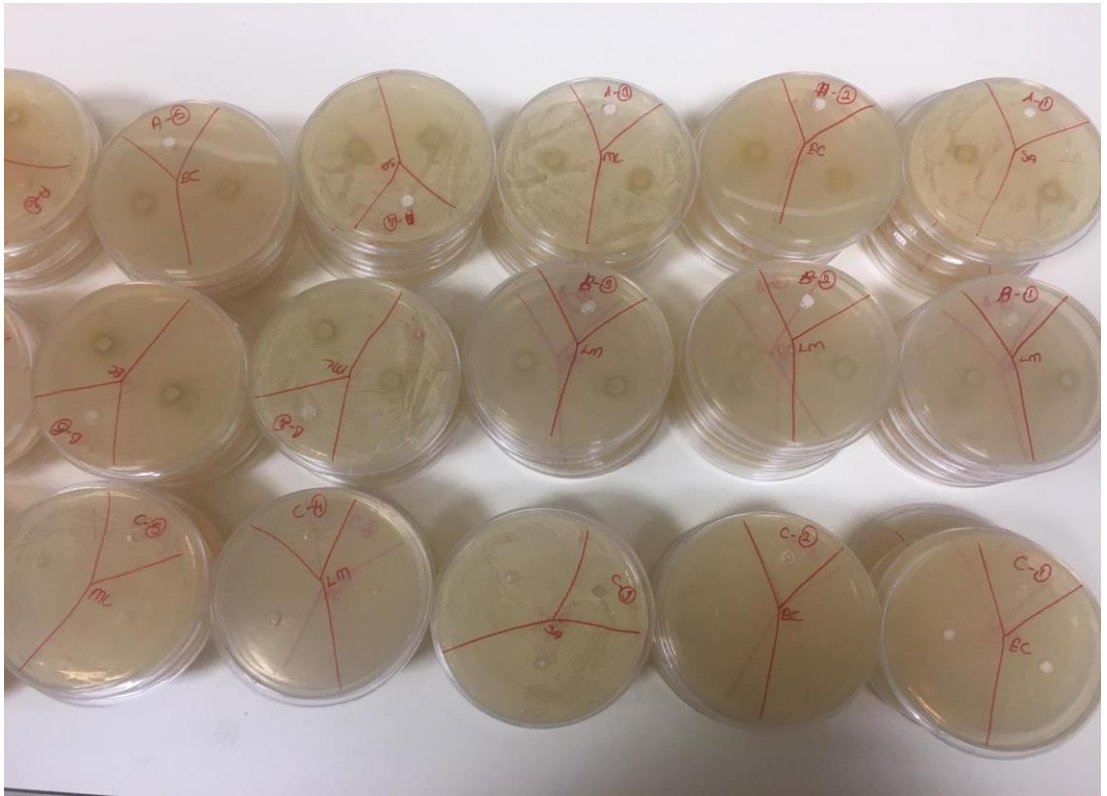
EK 5: Toplanan Arı Ekmeklerinin Farklı Çözeltilerde Çözündürülmesi



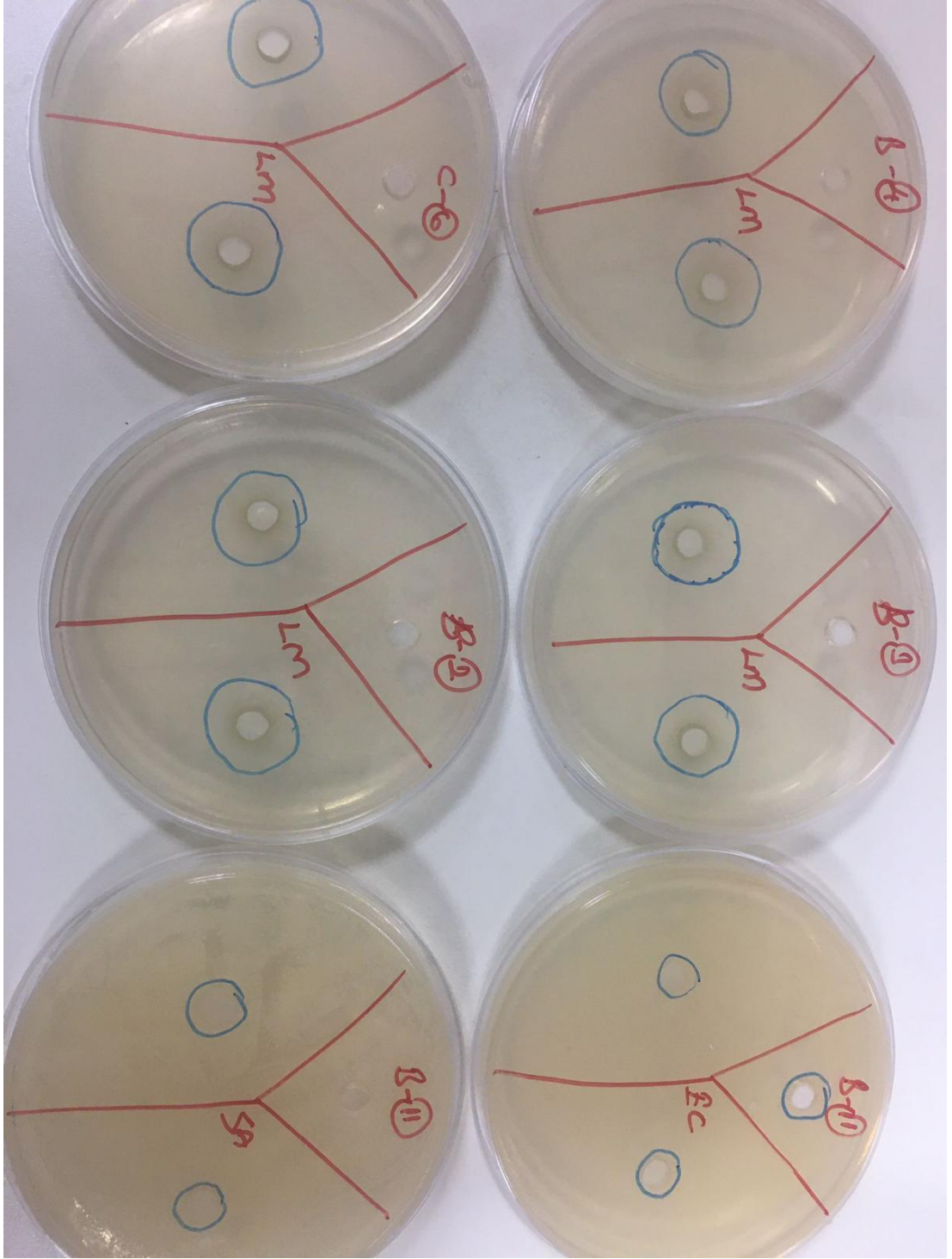
EK 6: Çözünme Sonrası Oluşan Renk Değişimi



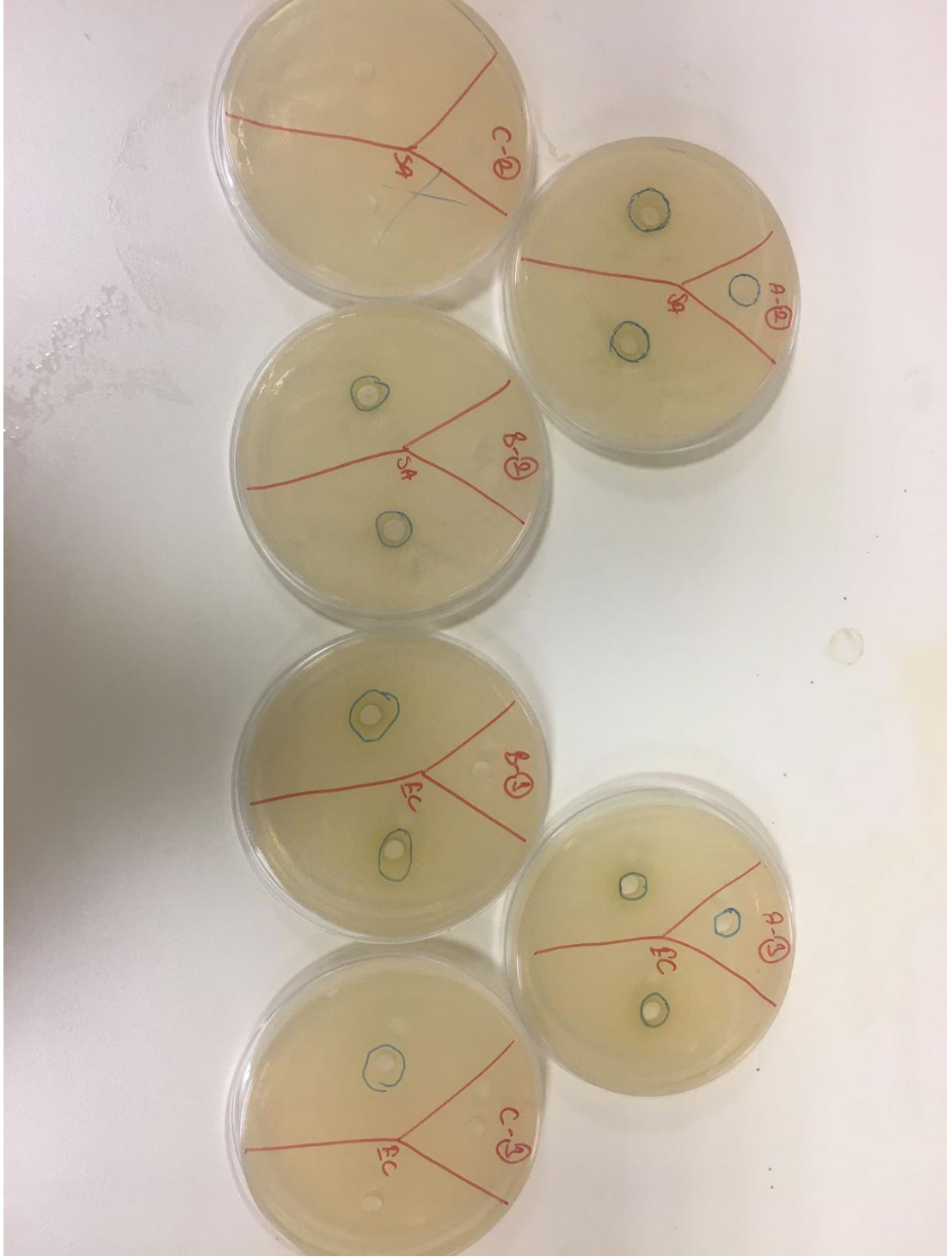
EK 7: Çözeltilerin Süzdürülmesi



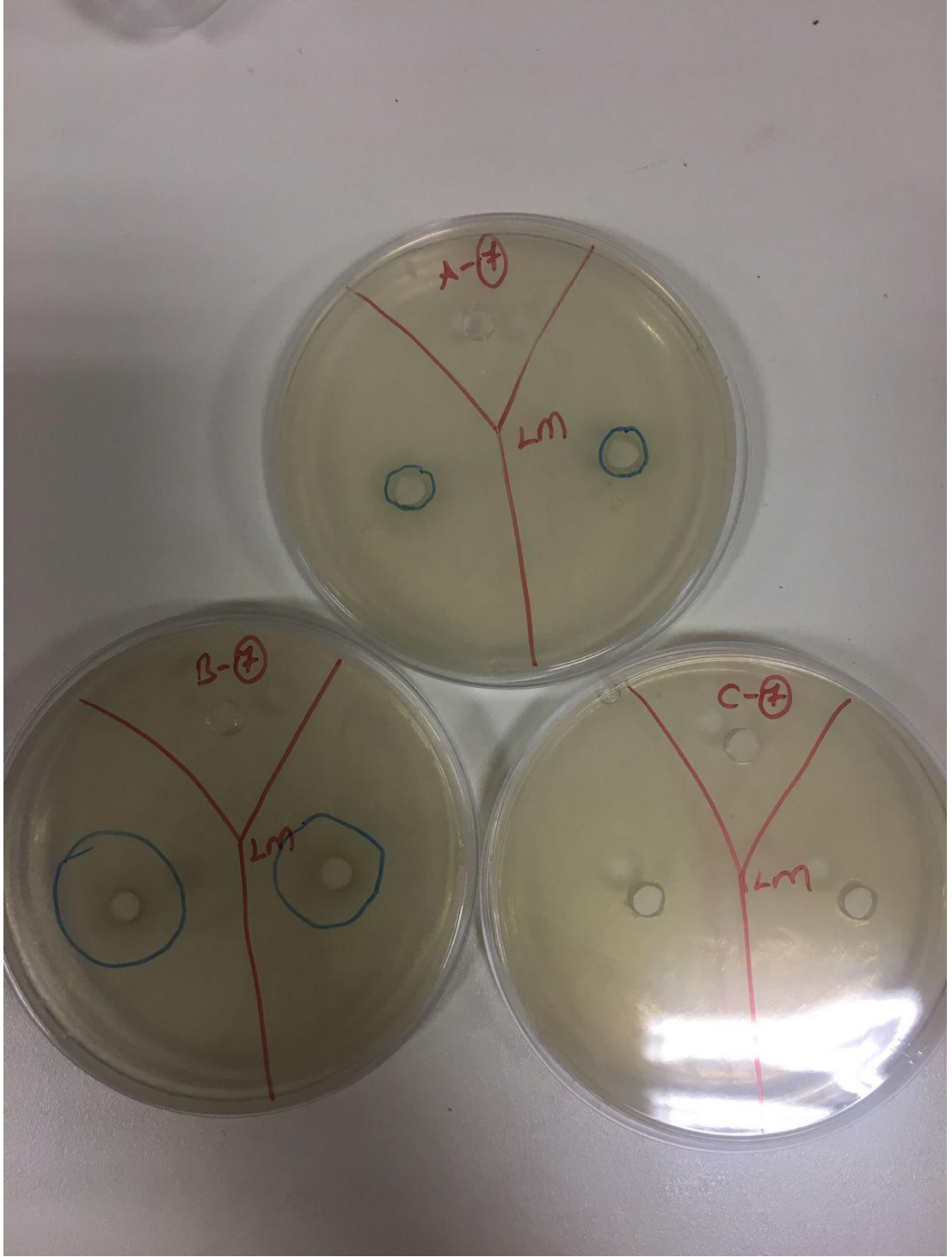
EK 8: Antibakteriyel Analizi



EK 9: *L.monocytogenes* Üzerindeki Antibakteriyel Etki



EK 10: *S.aureus* ve *E.coli* Üzerindeki Antibakteriyel Etki



EK 11: Metanol, Metanol+Saf Su, Saf Su Çözeltilerinin *L.monocytogenes* Üzerine Antibakteriyel Etkisi

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C. <input type="checkbox"/> Diğer:
Telefon	
E-Posta Adresi	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	
Fakülte	
Bölümü	
Mezuniyet Yılı	