

**T.C.
KASTAMONU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KASTAMONU İLİNDE ÜRETİLEN KESTANE BALLARININ
BAZI AĞIR METAL İÇERİKLERİ VE KİMYASAL
ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Uğur ERTOP

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Doç. Dr. Hakan ŞEVİK
Dr. Öğr. Üyesi Seda ÖZGEN
Doç. Dr. Aydın TÜRKYILMAZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM VE TABİİ BİTKİ KAYNAKLARI
ANA BİLİM DALI**

KASTAMONU – 2020

TEZ ONAYI

Uğur ERTOP tarafından hazırlanan "**Kastamonu İlinde Üretilen Kestane Ballarının Bazı Ağır Metal İçerikleri ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi**" adlı tez çalışması **16/01/2020 tarihinde** aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Bitki Kaynakları Ana Bilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman	Doç. Dr. Hakan ŞEVİK Kastamonu Üniversitesi
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Seda ÖZGEN Çankırı Karatekin Üniversitesi
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Aydın TÜRKYILMAZ Kastamonu Üniversitesi



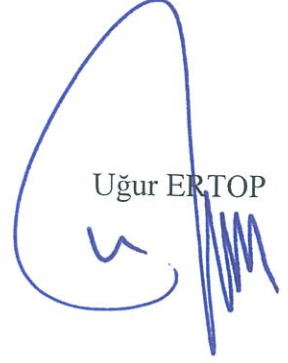
Enstitü Müdürü	Doç. Dr. Nur BELKAYALI
----------------	------------------------



TAAHHÜTNAME

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildirir ve taahhüt ederim.

Uğur ERTOP



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Kastamonu İlinde Üretilen Kestane Ballarının Bazı Ağır Metal İçerikleri ve
Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi.

Uğur ERTOP

Kastamonu Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sürdürülebilir Tarım ve Tabii Bitki Kaynakları Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hakan ŞEVİK

İnsanlık tarihi kadar eski bir gıda maddesi olan bal, tarih boyunca sadece beslenme amacı ile değil bunun yanında tıbbi amaç ile de insanlığa hizmet etmiştir. Bileşimi üzerine yapılan çalışmalar özellikle son yıllarda meydana gelen teknolojik gelişmeler ile artmış ve her çalışma ile balın bilinmeyen bir yönü daha ortaya çıkmaya başlamıştır. Bal kaynağına bağlı olarak salgı balı ve çiçek balı olarak ikiye ayrılmaktadır. Arı ırkı ve koloni hareketliliği, kaynağın yoğunluğu ve coğrafi özelliklerdeki farklılıklar bal oluşumunu etkileyen en önemli iç ve dış faktörlerdir. Özellikle çevresel etkiler ve yetiştiricilik teknikleri, bal ve bal gibi arıcılık ürünlerinin gıda güvenliği seviyesini etkilemektedir.

Ballar polen kaynaklarına göre monofloral ve multi floral olarak adlandırılmaktadır. Kestane balı monofloral ballar grubunda olup, belli bir coğrafyada ayırt edici özelliklere sahip ballardandır. Dünyada ve Türkiyede kestane balı bilinen en kaliteli ballardan olup besleyicilik özelliklerinin yanında apiterapik özellikleri ile de son yıllarda öne çıkmaktadır. Karadeniz bölgesinde Hopa Artvinden başlayarak Şileye uzanan kestane ormanları popülasyonlarında Kastamonu en önemli il konumundadır. TÜİK 2018 verilerine göre özellikle İnebolu Ormanları Türkiye Kestane üretiminin %50 sini karşılamaktadır. Buda meyve oluşumunun temeli olan çiçeklenme ve dolayısı ile nektar oluşumunun ne denli yoğun olduğuna işarettir. Bu bilgiden hareketle Kastamonu İlinde yoğun olarak üretilen kestane balının tanınırlığına bilimsel katkı sağlamak amacı ile İnebolu ve Küre Orman işletme alanlarında bulunan 6 farklı ilçeden 15 farklı kestane balı numunesi alınarak ağır metal içerikleri ve biyokimyasal özellikleri incelenmiştir.

Çalışma kapsamında analizleri yapılan bal numunelerinin lokasyon bazında, indis, % rutubet ve % kuru madde değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu, indis değerlerinin 1,4845 ile 1,4991 arasında, rutubet değerlerinin %16,48 ile %20,80 arasında ve kuru madde değerlerinin de %79,20 ile %83,52 arasında değiştiği belirlenmiştir. Kestane balı numunelerindeki renk yoğunluğu en düşük Bozkurt2 numunesinde olmak üzere 107.25 mAU ile en yüksek Doğanyurt1 numunesinde

336.00 mAU aralığında tespit edilmiştir. Genel olarak tüm renk yoğunluğu değerleri birbirlerinden farklı bulunurken, bu farklılık istatistiki olarak da önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Bal numunelerinin pH değerlerinin 4,682 ile 6.115 aralığında değişmiştir. Ballar hafif asidik ve asidik yapıya sahip oldukları görülmüştür. Bal numunelerinin elektriksel iletkenlik değerleri esas alındığında tüm değerlerin bal tebliğinde verilen limit değerlere uyduğu, TTA değerlerinin ise en düşük % 13.750 ile % 31.560 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Mg konsantrasyonunun 1386 ppm ile 18689,3 ppm, Cr konsantrasyonunun 508,2 ppb ile 11832,2 ppb, Mn konsantrasyonunun 1336,5 ppb ile 20836,8 ppb, Pb konsantrasyonunun 1696,7 ppb ile 9184,9 ppb, Fe konsantrasyonunun 3,9 ppb ile 204,36 ppb arasında değiştiği görülmüştür. Ga konsantrasyonunun 125,33 ppb ile 287,50 ppb ve Na konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimleri değerlendirildiğinde ise Na konsantrasyonlarının 1410,0 ppm ile 6581,4 ppm arasında değiştiği tespit edilmiştir. Zn konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi incelendiğinde en düşük değerlerin 399,3 ppb ile 835,8 ppb, Al konsantrasyonunun 1317,9 ppb ile 9538,2 ppb, Ca konsantrasyonunun 1386,0 ppm ile 18689,6 ppm ve K konsantrasyonunun ise 508,2 ppm ile 11832,2 ppm arasında değişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışma kapsamında yapılan analizlere göre Kastamonu ilinden temin edilen kestane ballarının tüketime uygun olduğu tespit edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen sonuçların Kastamonu kestane balının coğrafi işareti açısından belirleyici olabilecek özelliklerine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kestane (*Castanea Sativa Mill.*) balı, ağır metal, antiosidadif aktivite, DPPH.

2020 Yılı, 52 sayfa
Bilim Kodu: 1214

ABSTRACT

MSc. Thesis

Determination Of Some Heavy Metal Content and Chemical Properties of
Chestnut Honeys Produced in Kastamonu Province.

Uğur ERTOP

Kastamonu University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Sustainable Agriculture and Natural Plant Resources

Supervisor: Assoc. Prof. Hakan ŞEVİK

As a foodstuff as old as human history, honey has served humanity not only for nutritional purposes but also for medical purposes throughout history. Studies on its composition have increased especially with the technological developments occurring in recent years and with each study an unknown aspect of honey has begun to emerge. Depending on the source of honey is divided into two as secretory honey and flower honey. Bee breed and colony mobility, source density and differences in geographical characteristics are the most important internal and external factors affecting honey formation. In particular, environmental impacts and aquaculture techniques affect the food safety level of beekeeping products such as honey and honey.

Honeys are called monofloral and multi-floral according to pollen sources. Chestnut honey is a group of monofloral honeys and is one of the honeys with distinctive features in a certain geography. chestnut honey known in the world and Turkey is of the highest quality honey stands out in recent years with apiterapik properties next to the nutritional properties. In the Black Sea region, Kastamonu is the most important province in the populations of chestnut forests starting from Hopa Artvin to Şile. According to TUIK 2018 data, especially İnebolu Turkey meets 50% of the forests of chestnut production. This is the basis of flowering stage before the flowering , and thus the intensity of nectar formation indicates how intense. Based on this information, in order to make scientific contribution to the recognition of chestnut honey produced intensively in Kastamonu Province, 15 different chestnut honey samples were taken from 6 different districts in İnebolu and Küre Orman operating areas and their heavy metal contents and biochemical properties were examined.

According to the location of the honey samples analyzed, indices,% moisture and% dry matter values are very close to each other, index values between 1.4845 and 1.4991, moisture values between 16.48% and 20.80% and dry matter values between 79.20% and 83.52%.

The color density of chestnut honey samples was found to be 107.25 mAU as the lowest in the Bozkurt2 sample and 336.00 mAU the highest in Doğanyurt1 sample.

In general, all color density values were found to be different from each other, but this difference was statistically significant ($p < 0.05$). The pH values of honey samples varied between 4,682 and 6,115. Honeys were found to have slightly acidic and acidic structure. Based on the electrical conductivity values of honey samples, it was determined that all values comply with the limit values given in the honey communiqué and the TTA values ranged between 13.750% and 31.560%.

It was observed that the range of Mg concentration is from 1386 ppm to 18689.3 ppm, Cr concentration is from 508.2 ppb to 11832.2 ppb, Mn concentration is 1336.5 ppb to 20836.8 ppb, Pb concentration is 1696.7 ppb to 9184.9 ppb and Fe concentration is from 9 ppb to 204,36 ppb. When the looking at the change in Ga concentration it was found that from 125.33 ppb to 287,50 ppb. Na concentrations on the basis of location was evaluated, it was found that Na concentrations ranged between 1410.0 ppm and 6581.4 ppm. And also the change of Zn concentration on the basis of location is examined, the lowest values are 399.3 ppb and 835.8 ppb, Al concentration is 1317.9 ppb and 9538.2 ppb, Ca concentration is 1386.0 ppm and 18689.6 ppm and K concentration is 508.2 ppm. and 11832.2 ppm.

According to the analyzes carried out within the scope of the study, it was determined that chestnut honey obtained from Kastamonu province is suitable for consumption. It is thought that the results obtained from the analysis may contribute to the characteristics of Kastamonu chestnut honey which may be determinative in terms of geographical sign.

Key Words: Chestnut (*Castanea Sativa Mill.*) honey, heavy metal content, antioxidative, DPPH.

Year 2020, 52 pages
Science Code: 1214

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her adımında yardımını ve desteğini esirgemeyen ve şahsıma “Kastamonu Bölgesinde Üretilen Kestane (Castanea sativa Mill.) Ballarının Ağır Metal İçeriği ile Fizikokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi ” konulu yüksek lisans tezini veren Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi, danışman hocam Sayın Doç Dr. Hakan ŞEVİK’e yürekten teşekkürlerimi sunarım.

Gerek laboratuvar çalışmaları ve gerekse tüm tez çalışmam süresince yardım ve teşviklerini esirgemeyen eşim Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi, Sayın Dr. Öğretim Üyesi Müge Hendek ERTOP’a teşekkürü borç bilirim.

Bal numunelerinin temin edilmesini sağlayan Kastamonu İli Arı Yetiştiricileri Birliği Yönetim Kurulu Başkanı Sayın Ahmet ERDEN ve Birlik Sekreteri Sayın Hamit YÜCE’ye teşekkür ederim.

Ayrıca bu süreçte beni yalnız bırakmayan ve sıkıntılı anlarımda beni destekleyen arkadaşlarıma ve tüm hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen çok sevdiğim aileme teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Uğur ERTOP
2020

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TAAHHÜTNAME.....	iii
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ	x
GRAFİKLER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL ÇERÇEVE	3
2.1. Dünya ve Türkiye de Bal.....	4
2.2. Kastamonu da Kestane Balı Üretimi	5
2.3. Ballarda Ağır Metal İçeriği	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1. Materyal.....	10
3.2. Yöntem	12
3.2.1. Fizikokimyasal Özellikler.....	12
3.2.1.1. Rutubet.....	12
3.2.1.2. pH ve Serbest Asitlik	12
3.2.1.3. Elektriksel İletkenlik.....	13
3.2.1.4. Renk Yoğunluğu	13
3.2.1.5. Antioksidan Aktivite.....	14
3.2.2. Ağır Metal Analizi.....	14
3.2.3. İstatistiksel Analiz	14
4. BULGULAR	15
4.1. Bal Örneklerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri	15
4.2. Balların Ağır Metal İçerikleri.....	23
5. SONUÇ VE TARTIŞMA	38
6. ÖNERİLER.....	44
KAYNAKLAR	47
ÖZGEÇMİŞ	51

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

ABS	Absorbans
g	Gram
kg	Kilogram
mL	Mililitre
mmol	Milimol
M	Kütle
mS	Mili Siemens
μ M	Mikro Mol
N	Normal
nm	nanometre
ppm	Milyonda Bir
ppb	Milyarda Bir
$^{\circ}$ C	Derece Celcius

Kısaltmalar

ANOVA	Varyans Analizi
CAC	Codex Alimentarius Commission
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
DPPH	1,1-difenil 2-pikril hidrazil
EU	Avrupa Birliği
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
IAEA	Uluslararası Atom Enerjisi
JECFA	FAO/WHO Gıda Katkıları Uzman Komitesi
SPSS	Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı
TAGEM	Tarım Reformu Genel Müdürlüğü
TGK	Türk Gıda Kondeksi
TÜİK	Türk İstatistik Kurumu
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Kestane bal numunelerinin temin edildiği coğrafi bölgeler (a: Abana; b:Bozkurt, c: Cide, d:Doğanyurt, e:İnebolu, f: Küre)	11



TABLÖLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2.1. Kastamonu ili ilçeler itibariyle kestane balı işletmeleri ve koloni sayıları ile kestane alanlarına ait veriler.	5
Tablo 2.2. Yetişkinler için JECFA tarafından tanımlanan bazı ağır metallerin tolere düzeyleri.....	7
Tablo 3.1. Kodlamalar ve karşılıkları olan lokasyon ve köy/mıntıkalar.....	10
Tablo 4.1. Bal örneklerinin indis ve rutubet değerleri	15
Tablo 4.2. Bal örneklerinin renk yoğunluğu	16
Tablo 4.3. Bal örneklerinin pH, TTA ve elektriksel iletkenlik değerleri	18
Tablo 4.4. Bal örneklerinin antioksidan aktivite değerleri.....	19
Tablo 4.5. Eşleştirilmiş örneklemeler istatistik verileri	21
Tablo 4.6. İlçeler göre kestane bal niteliklerinin ortalama değerleri ve varyans analiz sonuçları.....	22
Tablo 4.7. Mg, Cr, Mn ve Cu konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi	23
Tablo 4.8. Pb, Fe, Ga ve Na konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi ..	28
Tablo 4.9. Zn, Al, Ca ve K konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi....	32

GRAFİKLER DİZİNİ

	Sayfa
Grafik 4.1. Bal örneklerinin kuru madde ve rutubet değerleri	16
Grafik 4.2. Bal örneklerinin renk yoğunluğu	17
Grafik 4.3. Bal örneklerinin pH ve TTA değerleri.....	19
Grafik 4.4. Bal örneklerinin antioksidan aktivite değerleri.....	21
Grafik 4.5. Renk yoğunluğu ve %İnhibisyon arasındaki korelasyon grafiği	22
Grafik 4.6. Mg konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi.....	25
Grafik 4.7. Cr konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi	26
Grafik 4.8. Mn konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi.....	27
Grafik 4.9. Cu konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi	28
Grafik 4.10. Pb konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi	29
Grafik 4.11. Fe konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi	30
Grafik 4.12. Ga konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi	31
Grafik 4.13. Na konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi	32
Grafik 4.14. Zn konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi.....	34
Grafik 4.15. Al konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi	35
Grafik 4.16. Ca konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi.....	36
Grafik 4.17. K konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi	37

1. GİRİŞ

Arıcılık, gerek bal arılarının yaşam biçimi gerekse ürünlerinin hammaddelerini doğadan toplamaları nedeniyle doğaya en bağımlı hayvancılık faaliyetidir. Arıcılığın bu özelliği göz önünde tutulduğunda Asya ve Avrupa kıtalarını birbirine bağlayan bir köprü konumundaki Türkiye, coğrafik konumu ve sahip olduğu doğal zenginlikleri nedeniyle Dünya ülkeleri arasında arıcılık için oldukça avantajlı bir konumdadır. Ülkemizde doğal arı meralarının dışında tarımsal alanların yonca, korunga, soya fasulyesi, ayçiçeği gibi yağlı tohumlu bitkilerden; elma, narenciye, badem gibi meyve ağaçlarından oluşması Türkiye'nin arıcılıktaki şansını daha da arttırmaktadır. Ülkemiz arılar tarafından önemli nektar kaynağı olarak değerlendirilen çam, köknar gibi salgı kaynağı ağaçlar ile akasya, ıhlamur, akça ağaç, kestane gibi orman ağaçları bakımından da oldukça zengin bir genetik çeşitliliğe sahiptir. Bal verimi yüksek ülkelerde bile bu çeşitliliğe rastlanmamıştır (Kumova, 2005).

Türkiye'nin topografik koşulları nedeniyle çiçeklenmenin bölgeden bölgeye yılın farklı dönemlerinde olması da Türkiye'de göçer arıcılık lehine değerlendirilen önemli bir avantajdır. Ülkemiz yedi coğrafik bölgeye ayrılır. Her bölgenin kendi içinde iklim koşulları ve bitki çeşitliliği farklıdır. Dolayısıyla Türkiye çok çeşitli iklim deseni nedeniyle arı gen kaynakları bakımından oldukça zengindir. Yapılan bilimsel çalışmalar Türkiye'de beş farklı arı ırkı (*A.m.anatoliaca*, *A.m.meda*, *A.m.caucasica*, *A.m.syriaca*, *A.m.carnica*)'nın bulunduğundan söz etmektedir (Ruttner 1988, Smith 1997, Palmer vd., 2000 ve Kandemir vd., 2006).

27.07.2012 tarihli resmi gazetede yayımlanan Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine 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 birleştirilerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün'dür. Bal tebliğinde Kestane balının tanımı yapılmamakla birlikte,

ayçiçeği, geven, narenciye ve pamuk gibi diğer monofloral ballar kategorisinde yer almaktadır.

Balların besleyici değeri, besin ve kimyasal içerikleri ile ilişkilidir. Balların içeriği de özütü toplanan çiçeklerin yapısına bağlıdır. Dolayısıyla bölgede bulunan çiçek türleri bal içeriğini şekillendirir. Sonuç olarak da farklı bitki türlerinin yayılış yaptığı farklı bölgelerde üretilen balların fiziko-kimyasal özellikleri farklılık arz eder. Ancak özellikle kestane ballarında bu konuda yapılmış çalışma sayısı oldukça sınırlıdır.

Bu çalışmada Kastamonu ilinde üretilen kestane ballarının bazı fiziko-kimyasal özellikleri ile ağır metal içeriklerinin, balların üretildiği bölge bazında belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece ürün özelliklerinin tespiti, gıda güvenliği seviyesi ve markalaşma özelliklerine katkı sağlamak amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL ÇERÇEVE

Eski çağlardan günümüze kadar farklı alanlarda kullanılan bal, insanoğlunun en eski temel gıda maddelerinden biridir. Türk Gıda Kodeksi'ne göre “bal”; Bitki nektarlarının, bitkilerin canlı kısımlarının salgılarının veya bitkilerin canlı kısımları üzerinde yaşayan bitki emici böceklerin salgılarının bal arısı *Apis mellifera* tarafından toplandıktan sonra kendine özgü maddelerle birleştirerek değişikliğe uğrattığı, su içeriğini düşürdüğü ve petekte depolayarak olgunlaştırdığı doğal ürün olarak tanımlanmaktadır. “Propolis” ise; bal arıları tarafından bitki tomurcuklarından, ağaçların kozalak ve kabuklarından toplanan antibakteriyel, antiviral, antifungal etkiye sahip reçinemsî bir maddedir (Şahinler vd., 2001; Kumova vd., 2002). Bir diğer arı ürünü olarak değerlendirilen “polen” ise, bitkide tohumlar oluşmadan önce açan çiçeklerin orta kısmında erkek üreme organlarının başlık kısmında bitkinin tüm kalıtsal özelliklerini taşıyan küçük hücrelerden oluşan tozlar yani çiçek üreme hücrelerine olarak tanımlanmaktadır (Kumova vd., 2002).

Ülkemizde üretilen balların her biri farklı bitki florasından ve coğrafi şartlardan dolayı farklı nitelikler taşımaktadır. Ayrıca üretilen bal çeşitleri ülkemizin ihracatında önemli yer kaplamakta ve giderek artmaktadır. TÜİK verilerine göre, dünya bal üretimi sıralamasında Türkiye dünyada Çin'den sonra 2.sırada yer almaktadır. Ülkemizde üretilen balların insan sağlığına en faydalı olan çeşitlerinden bir çoğu Batı Karadeniz Bölgesinde üretilmektedir. Bölgede üretilen bal çeşitlerinden en faydalısı ise Kestane balıdır. Kendine has özellikler taşıyan bu bal Batı Karadeniz bölgesinde en yaygın olarak Kastamonu ilinden elde edilmektedir. Bunda özellikle, nemli koşullarda ve orman alanlarında yetişen küçük meyveli “kuzu kestanesi” olarak bilinen ve Türkiye üretiminin %24 ünü oluşturan kestanenin elde edildiği kestane ormanları etkili olmaktadır.

Kestane balı, çiçek balları içinde gerek yüksek kalitede olması gerekse de lezzeti açısından daha üstün konumdadır. B ve C vitaminleri açısından zengin olan kestane balı kasları kuvvetlendirici, kan dolaşımını düzenleyici, mide ve karaciğer yorgunluğunu giderici, bağışıklık sistemini güçlendirici etki yapmaktadır. Özellikle

tadı, rengi ve aromasından dolayı diğer ballardan daha kolay ayırt edilebilmektedir (Hendek Ertop vd., 2018).

2.1. Dünya ve Türkiye de Bal

Arıcılık çevresel etki ile direkt ilgili bir hayvansal üretim kolu olup, kutup bölgeler hariç dünyanın birçok bölgesinde yaygın olarak yapılmaktadır. Arı ve arı ürünleri yetiştiriciliği, herhangi bir mekana bağlı kalmaksızın, başlangıç sermayesi düşük, genelde mobil bir şekilde yapılan, arı ırkı, rakım, mevsim ve çiçekli alan gibi koşulların bir araya getirilmesi ile ciddi kar getiren bir yetiştiricilik şeklidir. Dünyanın bal kaynağı ballı bitkiler florasının dörtte üçüne sahip olan Türkiye de, 12 bin bitki türünden 4 bine yakını endemik türdür. Bu bitki hazinesi sahip olan Anadolu gerek dört mevsimin yaşanması ve gerekse ılıman iklim kuşağında olması nedeniyle arıcılığın merkezi olma konumuna sahiptir. Bitki çeşitliliğinin zengin olması yanında arı ırkları açısından da çeşitliliğe sahip olan ülkemiz diğer üretici ülkelere göre avantajlı bir durumdadır. Türkiye dünyada kovan sayısı ve bal üretimi bakımından 2'nci sırada yer almaktadır (Çevik.,2018).

Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2018 yılı verilerine göre dünya arılı kovan varlığı 90 milyon 565 bin adet, bal üretimi ise 1 milyon 787 bin tondur. Üretim miktarı açısından Çin Halk Cumhuriyeti 502 bin 614 ton ile ilk sırada olup, Türkiye 105 bin 532 ton ile ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2017 verilerine göre ülkemizde kovan sayısı 7 milyon 991 bin 72 adet olup, toplam bal üretimi 114 bin 471 tondur.

FAO 2016 yılı verilerine göre dünya bal ihracatında; Çin yüzde 23,3'lük oranla birinci, Arjantin yüzde 14,8 oranla ikincidir. Hindistan yüzde 6,5'lik bir oranla 3'üncü sırada olup, yaklaşık 4 bin ton bal ihraç eden Türkiye, yüzde 45,2 dilimde olan diğer ülkeler arasında yer almaktadır. Bu veriden anlaşılabileceği üzere Türkiye üretim açısından dünya ikincisi olmasına rağmen ihracat açısından istenilen sırada değildir.

2.2. Kastamonu da Kestane Balı Üretimi

Bu kapsamda kestane balının hammaddesini oluşturan *Castanea sativa Mill'* in yerli türü Kastamonu ili Karadeniz kıyılarında oldukça geniş bir alanda yayılış göstermektedir. TÜİK verilerine göre Kastamonu ilinde son 10 yıllık kestane üretim verileri ele alındığında, toplu kestane alanlarının yaygın olduğu ilçeler Cide, Doğanyurt, Şenpazar ve Çatalzeytin, üretim miktarı olarak değerlendirildiğinde, kestane üretiminin en yoğun yapıldığı ilçeler; İnebolu, Cide, Bozkurt, Doğanyurt ve Şenpazar olarak belirlenmiştir. Kastamonu yöresinde küçük işletmeler tarafından satışa sunulan kestane balı Doğanyurt kestane balı, Zarbana balı, Küre kestane balı gibi yöresel isimler ile bilinmektedir. Ayrıca Türkiye’de gen koruma ormanı olarak seçilen 6 ormandan biri de Kastamonu Bozkurt ilçesinde yer almaktadır. Kestane, ıhlamur, üçgül, mumgile (kocayemiş) gibi bitkilerden oluşan yöresel flora, Kastamonu kestane balına kendine özgü, koyu kahverengi, hafif buruk tatta, kestane kokusu ve tadında bir karakteristik kazandırmıştır. Yapılan araştırmalar Kastamonu kestane balının prolin miktarı, antioksidan aktivite ve fenolik içeriği gibi besinsel niteliklerinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Tablo 2.1. Kastamonu ili ilçeler itibariyle kestane balı işletmeleri ve koloni sayıları ile kestane alanlarına ait veriler.

İlçeler	Kayıtlı İşletme Sayısı	Kayıtlı Koloni Sayısı (Adet)	Kayıt dışı Koloni Sayısı (Adet)	Kayıtlı Kestane Alanı (ha)
Abana	22	974	1000	205
Bozkurt	55	4630	3500	3048
Cide	200	14460	-	6153
Çatalzeytin	86	965	-	2
Doğanyurt	121	8516	-	2146
İnebolu	360	10200	-	5484
Küre	10	998	1000	1927
Şenpazar	120	2400	-	19
TOPLAM	974	43143	5500	18984

Kaynak: Kastamonu Arı Yetiştiricileri Birliği,2017; Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü,2017

Coğrafi koşullar, çevresel flora ve kestane ormanlarının yoğunluğu bal içeriğini direkt olarak etkilemektedir. Bir balın monofloral bal olabilmesi için bir bitki polenin bulunma oranının genellikle %45’in üzerinde olması gereklidir (Melliou

ve Chinou, 2011). Ancak Türk Gıda Kodeksi Bal tebliğinde böyle bir sınırlama mevcut değildir. Kastamonu'nun farklı ilçelerinden bal üreticileri yapılan görüşmelerde kendilerinin yaptırdıkları analizlere göre ballardaki baskın polen kestanenin %55-90 gibi geniş bir aralıkta olduğu belirlenmiştir. Ancak diğer özellikler genel olarak araştırılmamıştır ve tüm ballar aynı ticari ve kalite kriteriyle değerlendirilmektedir. Oysa Kastamonu Kestane balının kalite kriterlerinin net olarak belirlenmesi, kalite kriterlerine uygun kestane balı üretiminin geliştirilerek ticari değerleri yüksek, marka değerine sahip ürünler elde edilmesini sağlayacaktır. Bu amaçla Türkiye Arıcılar birliği tarafından yürütülen ve TAGEM tarafından finanse edilen “Türkiye’deki Monofloral Balların Parmak İzlerinin Çıkarılması ve Genel Karakterlerinin Belirlenmesi” projesinde Kastamonu Kestane Balı incelenmeye devam edilmektedir. Ürün niteliklerinin belirlenmesi yalnızca bölgesel iç değerlendirmeyi sağlamakla kalmayacak, Kastamonu kestane balının ülkemiz iç pazarındaki hatta dış pazardaki kestane balları ile ticari rekabetine ve kendi alanında reklamına katkı sağlayacaktır. Mevcut verilere göre küçük üreticiler tarafından ve bireysel arıcılıkla arz edilen Kastamonu Kestane balının %50 kayıt dışı üretimi vardır ki, yapılacak farklı proje ve yayınlar ile ürün nitelikleri, fonksiyonel özellikleri, kalite takdiri ve ticari sınıflandırması konularında farkındalık oluşturulması, hem ürüne olan talebi arttıracak hem de üreticileri daha büyük ölçekte üretime, işletme kurulumuna, teşviklerden faydalanmaya ve birliğe yönlendirecektir.

2.3. Ballarda Ağır Metal İçeriği

Gıda kontaminantlarını Kodeks Alimentarius Komisyonu (CAC); gıdalara bilerek katılmadığı halde üretim proses aşamalarının herhangi bir aşama/aşamalarında bulaşan kimyasallar olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 1997). Ağır metaller; yoğunluğu 5g/cm^3 'ten daha yüksek, birçok kaynaktan ortaya çıkabilen, yaygın kimyasal kirlenme nedeni olan, her türlü koşula dayanımı olan, ana etki hedefi biyolojik sistemler olan ve besin zincirine dahil olarak canlılarda zamanla birikebilen kimyasal kirleticilerdendir (Türközü ve Şanlıer, 2014). Ağır metallere atom ağırlığı 24 olan kromla, metal olmayan Selenyum (Se); Kurşun (Pb), Kadmiyum (Cd), Demir (Fe), Kobalt (Co), Bakır (Cu), Arsenik (As), Kalay (Sn),

Alüminyum (Al), Nikel (Ni), Cıva (Hg) ve Çinko (Zn) gibi 60'dan fazla metal dâhil edilir (Türküzü ve Şanlıer, 2014; Duffus, 2002). Ağır metal barındıran gıdaların tüketilmesi ile vücuda alınan ağır metaller, alım konsantrasyonu, dokulara tutulma ve dokularda birikme miktarına bağlı olarak birçok kanser türleri, doku ve buna bağlı organ yetmezlikleri ve kayıplarına, nörolojik ve ortopedik hastalıklara yol açmaktadır. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA)'nca 12 farklı ülkede yapılan ve olası bulaşı riski ihtiva eden gıda maddelerinde yapılan çalışmalarda, insan, hayvan ve bitki sağlığı açısından kontamine olma riski üzerinde yüksek hassasiyetle durulması gereken ağır metallerin, Kurşun, Kadmiyum, Arsenik ve Cıva olduğu; Çinko, Antimon, Bakır ve Demirin ise daha düşük öneme sahip elementler olduğu ifade etmiştir (Tayar, 2010; Cortes vd., 1994; Türküzü ve Şanlıer, 2012). FAO/WHO Gıda Katkıları Uzman Komitesi (JECFA)'nın belirttiği, yetişkinler için bazı ağır metallerin tolere edilebilir alım düzeyleri Tablo 2.2 de gösterilmiştir (JECFA, 2009).

Tablo 2.2. Yetişkinler için JECFA tarafından tanımlanan bazı ağır metallerin tolere düzeyleri

Tolere Edilebilir Alım Düzeyi	
Ağır Metal	Düzey
Kurşun	0,025 mg/kg/hafta
Kadmiyum	0,007 mg/kg/hafta
Cıva	1,6 µg/kg/hafta
Arsenik	15 µg/kg/hafta
Bakır	0,5 mg/kg/gün
Alüminyum	2 mg/kg/hafta
Kalay	14 mg/kg/hafta

Türk Gıda Kodeksi (TGK) ve Avrupa Birliği Komisyonu (EC) yönetmeliklerde bazı gıdalarda izin verilen maksimum ağır metal limitleri Kurşun 0,02-0,5 mg/kg, Kadmiyum 0,05-1,0 mg/kg, Cıva 0,5-1,0 mg/kg, Kalay 50-200 mg/kg olarak belirtmiştir (Anonim, 2011). Canlı organizmalar büyüme ile birlikte bazı vitamin ve minerallere ihtiyaç duyar. Özellikle minerallerin yüksek seviyelerde alınması, insanlarda olduğu gibi hayvan ve bitkilerde de kimyasal zehirlenmelere neden olabilirler. Bitkiler diğer canlı organizmalar gibi vejetasyonun her aşamasında gerekli olmayan yapıları da depolama kabiliyetindedirler. Kimyasal kalıntıları biriktiren bitkilerle beslenen hayvanlarda bu elementleri dokularında biriktirebilir

ve bu hayvansal ürünlerde kalıntı sorununa neden olabilir (Kaya ve Pirincci, 2002). Arılar yaşam döngülerinde çevre ile sürekli ilişki halindedir. Böylece arılar bu zararlı maddelerden etkilenebilir. Bu kimyasal kirleticiler bal ve diğer arı ürünlerinde bulunabilir (Carmen ve Cristina, 2001).

Türkiye'nin farklı bölgelerinde Bitki florasına özgü farklı bal türleri bulunmaktadır. Bal ve diğer arı ürünlerinin element içeriği, nektar kaynağı, bitkinin yetiştiği toprak özellikleri ile iklim, mevsim ve çevre kirliliğine bağlıdır (Tuzen vd., 2007; Sultanoğlu, 2011). Son yıllarda balların element kompozisyonunun belirlenmesi önem kazanmaktadır. Arıların ve arı ürünlerinin çevre kirliliğini gözlemlemek için önemli göstergeler olabileceği düşünülmektedir (Przybylowski ve Wilczyńska, 2001; Yücel ve Sultanoğlu, 2013).

Avrupa birliği 2018 yılı Eylül ayında yayınlamış olduğu regülasyon çalışmasında, ballarda ağır metal, pestisit kalıntıları ile veteriner sağlık ilaçları kalıntı izleme ve maksimum değerleri elde etmek amacı ile birlik üyesi ülkelerde özellikle ballı bitkilerin bulunduğu alanlarda bitkilerin çiçek ve salgı organlarından başlamak üzere izleme sistemine başlamıştır.

Ülkemizde ise Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) ve Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü tarafından Ulusal Katkı İzleme Sistemi ile mevcut durum tespit edilmektedir. Gerek Ülkemizde ve gerekse Avrupa Birliği ilgili regülasyonlarında ballarda ağır metal içeriği ile ilgili maksimum seviyeler henüz belirlenebilmiş değildir.

Bu tez çalışmasının amacı Kastamonu kestane balını bazı fizikokimyasal nitelikler ve ağır metal içeriği açısından inceleyerek, yöresel olarak farklı fonksiyonel ve apiterapik amaçlarla tüketilen Kastamonu kestane balının beslenme bilimi açısından bazı fizikokimyasal nitelikleri yanı sıra insan sağlığı açısından önemli olan ağır metal bulaşı niteliklerini de ortaya çıkarmaktır. Bu çalışmada kullanılan balların farklı ilçe ve istasyonlardan alınmış olması yöreler arasındaki farklılıkları da ortaya koymuştur. Kastamonu ili, iç kesimleri, Küre ilçesi dağlık bölgeleri ve sahil kesimleri ile farklı yer şekilleri, yükselti ve kestane ağaçlarının farklı

dağılımına sahip bir ildir. Dolayısıyla farklı ilçelerde üretilen kestane ballarının da farklı kompozisyona sahip olduğu öngörüsü ile tez çalışması planlanmıştır. Bu tez çalışması ile kestane balı üretiminde ağır metal standartlarına uygun olmayan üretimin belirlenmesi ve olası nedenlerinin bölgesel ve çevresel faktörler açısından değerlendirilmesi sağlanmıştır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

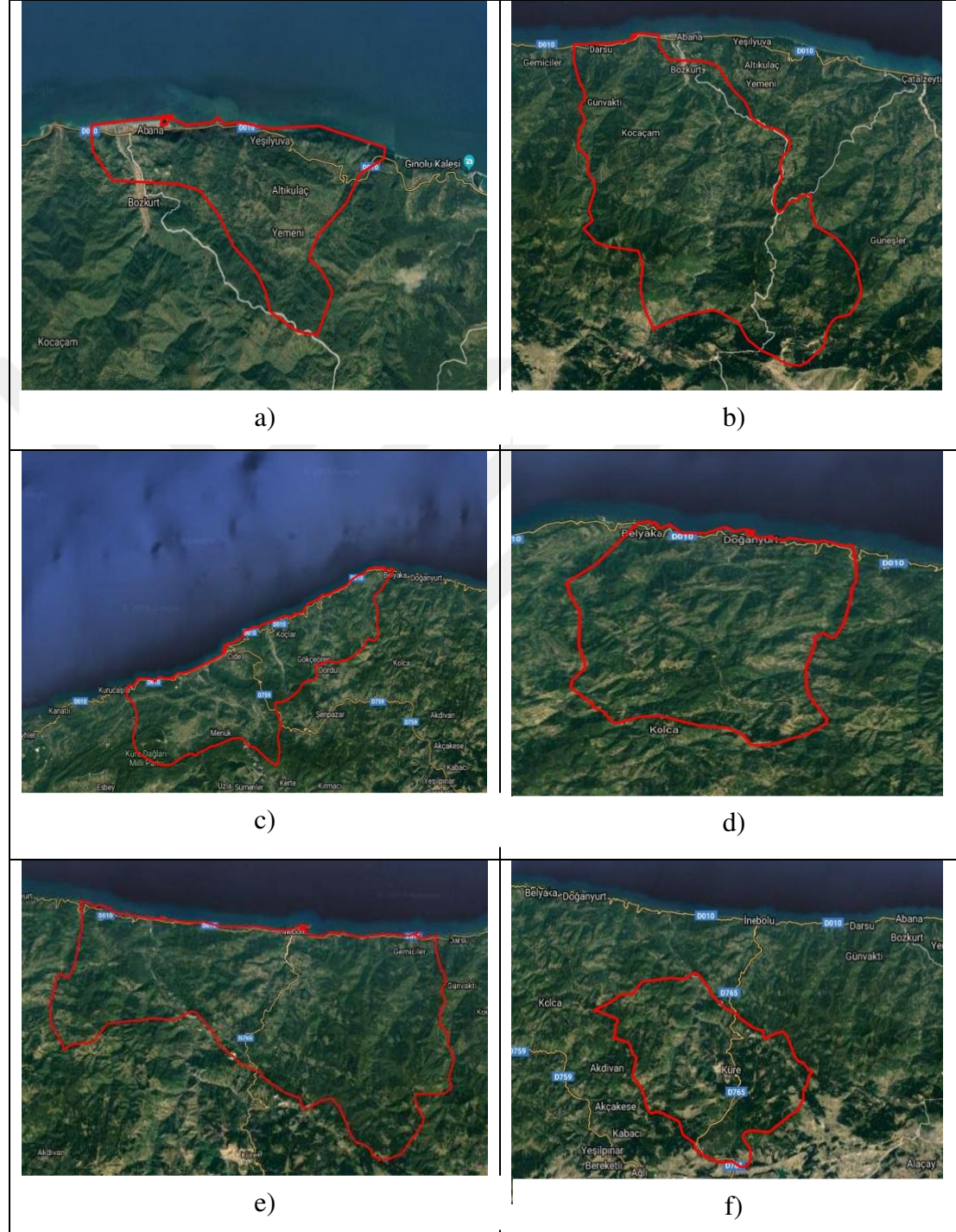
Materyal temin alanı olarak, İnebolu ve Küre Orman İşletme Müdürlüğü sahasında yer alan Abana, Bozkurt, Doğanyurt, Cide, Küre ve İnebolu İlçelerinde bulunan 15 üretim lokasyonu belirlenmiştir. TÜİK 2018 verilerine göre Alan içerisinde özellikle İnebolu Orman İşletme sahasında Kastamonu kestane üretimin %50 si gerçekleştirilmektedir. Araştırma alanı Greenwich başlangıç meridyenine göre; 32° 04' 55" - 34° 13' 02" doğu boylamları ile 41° 04' 07" - 41° 57' 08" kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. Bu alanda ormanlar Karadeniz sahilinden başlayarak 1600 m yükseltiye kadar dağınık bir yayılım göstermektedir.

Bal örnekleri Kastamonu İli Arı yetiştiricileri Birliği ve Arıcılık Kayıt Sistemi veri tabanında bulunan lokasyonlardan elde edilmiştir. İlçeler bazında alınan numuneneler, bazı ilçelerden birden fazla lokasyondan numune alındığından dolayı kodlama yapılmıştır. Kodlamalar ve karşılıkları olan lokasyon ve köy/mıntıklar Tablo 3.1 de verilmiştir.

Tablo 3.1. Kodlamalar ve karşılıkları olan lokasyon ve köy/mıntıklar.

Kod	Lokasyon	Köy / Mıntıka
A	Abana	Akçam Köyü
B1	Bozkurt1	Darsu Köyü
B2	Bozkurt2	Işığan Köyü
B3	Bozkurt3	Günvakti Köyü
C1	Cide1	Kovanören Köyü
C2	Cide2	Başköy Köyü
C3	Cide3	Ağaçbükü Köyü
C4	Cide4	Kayaardı Köyü
D1	Doğanyurt1	Yukarı Mescit köyü
D2	Doğanyurt2	Gözealan Köyü
İ1	İnebolu1	Yuvacık köyü
İ2	İnebolu2	Gökbel Köyü
K1	Küre1	İkizciler Köyü
K2	Küre2	Uzunöz Köyü
K3	Küre3	Başören Köyü

Numunelerin elde edildikleri ilçelerin, CBC (Coğrafi Bilgi Sistemi) veri tabanından alınan harita görüntülerine göre Şekil 3.1 de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Kestane bal numunelerinin temin edildiği coğrafi bölgeler (a: Abana; b:Bozkurt, c: Cide, d:Doğanyurt, e:İnebolu, f: Küre)

Bal örnekleri 2019 yılı üretimlerine aittir. Bal numune analizlerinden; rutubet, pH ve serbest asitlik, renk yoğunluğu, elektriksel iletkenlik ve antioksidan aktivite analizleri, Kastamonu Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Laboratuvarında, ağır metal analizleri ise Kastamonu Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında yapılmıştır. Analizler 2 paralelli olarak yürütülmüştür.

3.2. Yöntem

3.2.1. Fizikokimyasal Özellikler

3.2.1.1. Rutubet

Kestane bal numuneleri önce homojenize edilmiş daha sonra refraktometrenin kullanılarak 20 °C’de kırılma indisleri okunmuştur. Numunelerin kırılma indisleri ile rutubet oranları arasındaki ilişkiye göre sonuçlar (%) olarak belirlenmiştir (TS 3036, 2002).

% KM = Suda çözünmeyen katı madde yüzdesi,

M = Bulunan katı madde, g

M₀ = Deney numunesi, g

3.2.1.2. pH ve Serbest Asitlik

Kestane bal numuneleri homojenize edildikten sonra, 250 mL’lik erlene 10 g tartılarak üzerine 75 mL su eklenerek iyice karıştırılmıştır. pH metre elektrotu çözelti içerisine daldırılarak örneklerin ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra süspansiyon karıştırılırken içerisine fenolftalein indikatörü damlatılmış ve 0,1 N NaOH çözeltisi ile açık pembe renk alınıncaya kadar ve teyit etmek amacıyla da pH değerleri 8,3’e erişinceye kadar titre edilmiştir. Kullanılan NaOH çözeltisi miktarı belirlenmiş ve serbest asitlik NaOH cinsinden mmol/kg olarak aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (TS 13360, 2008).

$$\%SA = \frac{a}{M} \times 100 \quad (3.1)$$

a = Deneyde harcanan sodyum hidroksit çözeltisi hacmi (mL)

M = deneyde kullanılan bal numunesinin kütlesi (g)

3.2.1.3. Elektriksel İletkenlik

Bal örneklerinde elektriksel iletkenlik analizleri TS 13366'ya göre yapılmıştır. 20 g kuru bala eş değer olan bal kütlesi damıtık suda çözündürülmüştür. Çözelti 100 mL'lik ölçülü balonda saf su ile derecesine tamamlanmıştır. Hazırlanan çözeltinin 40 ml'si erlene aktarılmış ve su banyosunda referans sıcaklık olan 20 °C'ye ayarlanmıştır. Geri kalan analiz numunesi bal çözeltisi iletkenliğinin ölçülmesinde kullanılan iletkenlik hücresinin yıkanması için kullanılmıştır. Elektrot iletkenlik ölçerine bağlanarak çözelti içine daldırılmış ve sıcaklığı kararlı hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Daha sonra çözeltinin iletkenliği mili siemens (mS) cinsinden okunarak, 20 g kuru bal ihtiva eden bal çözeltisinin öz iletkenliği, $B \gamma$ (mS/cm) aşağıdaki bağıntı ile hesaplanmıştır (TS 13366, 2008).

$$B \gamma = K.G \quad (3.2)$$

K : Hücre sabiti, (cm^{-1})

G : Numune çözeltisinin elektrik iletkenliği, mS

3.2.1.4. Renk Yoğunluğu

Bal örneklerinin renk yoğunluğunun belirlenmesinde Beretta vd., 2005 tarafından geliştirilen bal örneklerinin net absorbansının belirlenmesi metodu kullanılmıştır. Daha önce %50 (w/v)'lik olacak şekilde ayrı ayrı hazırlanmış olan bal numunelerinin metanol ve su ekstraktları Whatman 1 filtre kağıdından süzildükten sonra 450 ve 720 nm'de spektrofotometre kullanılarak absorbansları ölçüldü. Absorbanslar arasındaki farktan aşağıdaki formül kullanılarak renk yoğunluğu mAU hesaplandı.

$$\text{Renk Yoğunluğu (mAU)} = (\text{ABS}_{450} - \text{ABS}_{720}) \times 1000 \quad (3.3)$$

3.2.1.5. Antioksidan Aktivite

DPPH* radikali temizleme aktivitesi tayini yöntemi kullanılmıştır. Radikalin 100 µM'lık metanolik çözeltisi hazırlanmış, eşit hacimde (700 µL) olacak şekilde 0,1 M DPPH çözeltisi, %50'lik metanol:su çözeltisi ve numune çözeltisi karıştırılıp oda sıcaklığında 30 dakika karanlıkta bırakılmıştır. Süre sonunda DPPH* ın maksimum absorbans verdiği 517 nm'de absorbans değerleri okunmuştur. Kör olarak DPPH* çözeltisi ve numunenin çözöldüğü çözücü kullanılmıştır (Ömür, 2015)

3.2.2. Ağır Metal Analizi

Kestane ballarının ağır metal içeriklerinin tespitinde mikrodalga yakma ön işlemlili ICP-OES metodu kullanılmıştır. Mikrodalgada yakma için, 1±% 0,1 hassasiyette küçük parçalar halinde sistemin teflon şişelerin içerisine tartılıp, üzerine 7 ml HNO₃ (% 67 v/v) ve H₂O₂ ilave edilmiştir. Ağızları kapatılarak sisteme yerleştirilen şişelere ön yakma (oda sıcaklığında) 15 dakika yükselme (1200 W'a 170 °C), 10 dakika sabit tutma (1200W'da 170 °C'de), soğutma (30 dakika) 250 W yakma programı uygulanmıştır. Örnek çözeltiler oda sıcaklığına soğutulduktan sonra 50 ml'lik polietilen şişelere aktarılarak ve 50 ml'ye ultra saf su ile tamamlanmıştır (Al Khalifa ve Ahmad, 2010). Örnek çözeltiler oda sıcaklığına soğutulduktan sonra mineral içeriğin tespiti indüktif olarak eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometresi (ICP-OES) ile gerçekleştirilmiştir.

3.2.3. İstatistiksel Analiz

Deneylerde elde edilen analiz sonuçlarının istatistiksel değerlendirmesi SPSS 17.0.1 paket programı (SPSS Inc., Chicago, Illinois, US) kullanılarak yapılacaktır. Varyans analizine (ANOVA) tabi tutulan veri ortalamaları arasındaki fark $p<0.05$ anlamlılık düzeyinde Tukey çoklu karşılaştırma testi yapılarak belirlenecektir.

4. BULGULAR

4.1. Bal Örneklerinin Bazı Fizikokimyasal Özellikleri

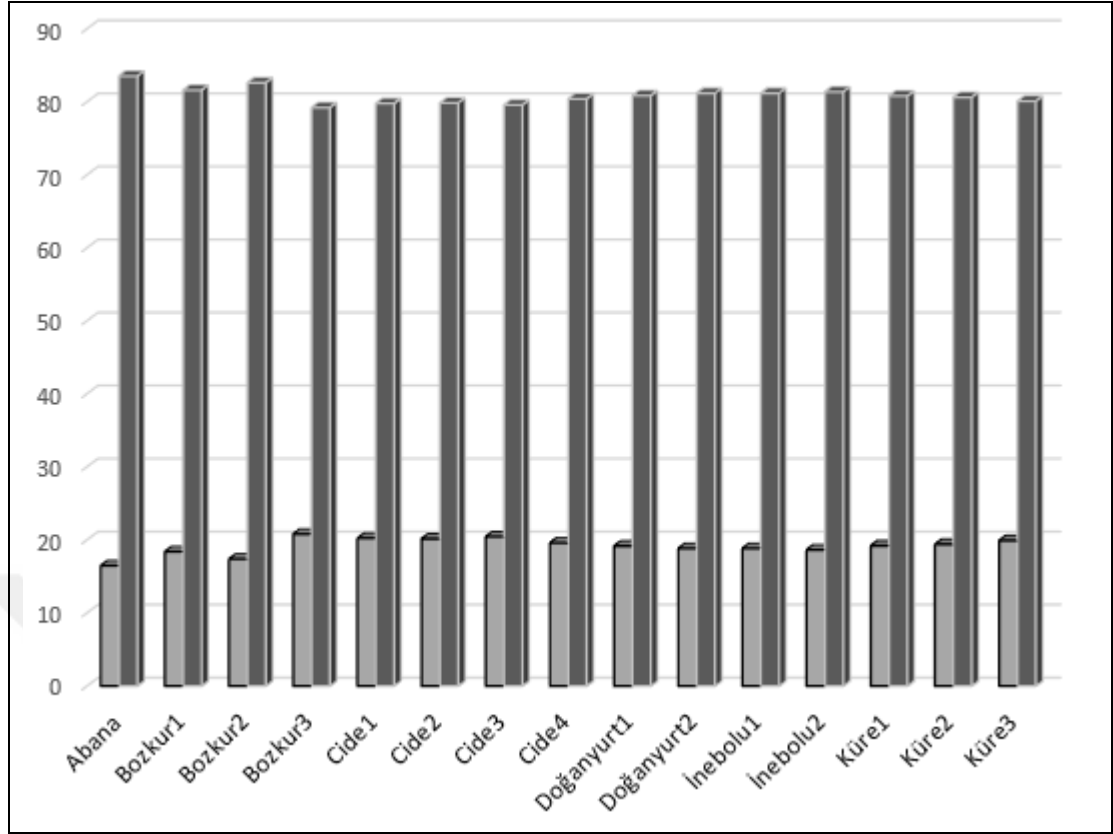
Çalışma kapsamında değerlendirilen bal numunelerinin indis, % rutubet ve % kuru madde değerleri Tablo 4.1 de verilmiştir.

Tablo 4.1. Bal örneklerinin indis ve rutubet değerleri

	İndis	Rutubet %	Kuru madde %
Abana	1,4958	16,48	83,52
Bozkurt1	1,4905	18,40	81,60
Bozkurt2	1,4930	17,40	82,60
Bozkurt3	1,4845	20,80	79,20
Cide1	1,4859	20,24	79,76
Cide2	1,4861	20,16	79,84
Cide3	1,4854	20,44	79,56
Cide4	1,4875	19,60	80,40
Doğanyurt1	1,4886	19,16	80,84
Doğanyurt2	1,4894	18,84	81,16
İnebolu1	1,4940	18,84	81,16
İnebolu2	1,4991	18,64	81,36
Küre1	1,4885	19,20	80,80
Küre2	1,4880	19,40	80,60
Küre3	1,4867	19,92	80,08

* $p>0.05$ veriler arasında istatistiki olarak önemli fark olduğunu gösterir.

Çalışma kapsamında analizleri yapılan bal numunelerinin lokasyon bazında indis, % rutubet ve % kuru madde değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu, indis değerlerinin 1,4845 ile 1,4991 arasında, rutubet değerlerinin %16,48 ile %20,80 arasında ve kuru madde değerlerinin de %79,20 ile %83,52 arasında değiştiği belirlenmiştir. Lokasyon bazında rutubet ve kurumadde değerleri Grafik 4.1 de grafik olarak verilmiştir.



Grafik 4.1. Bal örneklerinin kuru madde ve rutubet değerleri

Çalışmaya konu bal numunelerinde renk yoğunluğu değerinin lokasyon bazında değişimi Tablo 4.2 de verilmiştir.

Tablo 4.2. Bal örneklerinin renk yoğunluğu

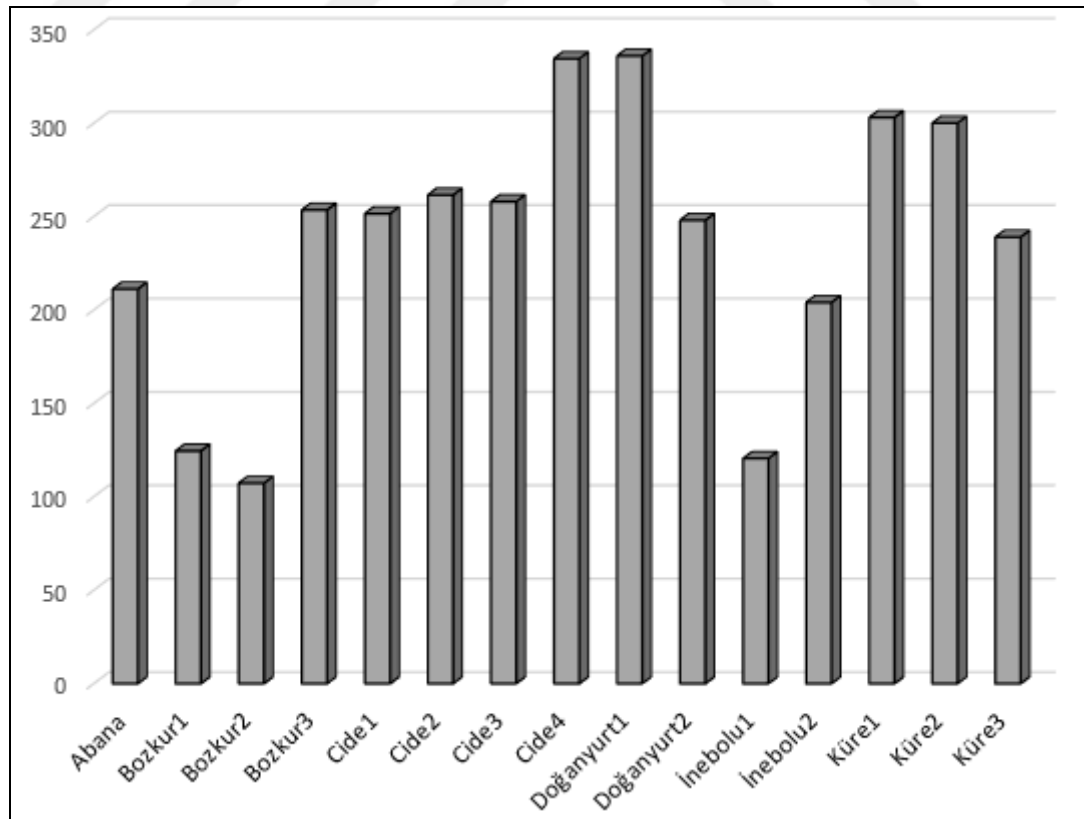
Bal örneği	450 nm'de abs. değeri	720 nm'de abs. değeri	Renk yoğunluğu
Abana	0,321±0,001	0,110±0,003	211,25 ^k
Bozkurt1	0,230±0,001	0,105±0,000	124,50 ^l
Bozkurt2	0,193±0,009	0,086±0,006	107,25 ⁿ
Bozkurt3	0,424±0,002	0,170±0,001	253,50 ^g
Cide1	0,363±0,004	0,112±0,004	251,50 ^h
Cide2	0,372±0,004	0,110±0,000	261,50 ^e
Cide3	0,363±0,000	0,105±0,001	258,00 ^f
Cide4	0,437±0,003	0,103±0,001	334,50 ^b

Tablo 4.2'nin devamı

Doğanyurt1	0,410±0,004	0,074±0,001	336,00 ^a
Doğanyurt2	0,316±0,001	0,068±0,001	248,00 ⁱ
İnebolu1	0,199±0,008	0,079±0,004	120,50 ^m
İnebolu2	0,275±0,001	0,071±0,001	204,00 ^l
Küre1	0,377±0,001	0,074±0,000	303,00 ^c
Küre2	0,373±0,001	0,073±0,001	300,00 ^d
Küre3	0,312±0,006	0,073±0,003	239,00 ^j

* $p>0.05$ veriler arasında istatistiki olarak önemli fark olduğunu gösterir.

Kestane bal numunelerindeki renk yoğunluğu en düşük Bozkurt2 numunesinde olmak üzere 107,25 mAU ile en yüksek Doğanyurt1 numunesinde 336,00 mAU aralığında tespit edilmiştir. Genel olarak tüm renk yoğunluğu değerleri birbirlerinden farklı bulunurken, bu farklılık istatistiki olarak da önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. Lokasyon bazında renk yoğunluğu değişimi Grafik 4.2 de verilmiştir.



Grafik 4.2. Bal örneklerinin renk yoğunluğu

Bal numunelerinde pH ve TTA miktarlarının lokasyon bazında değişimleri Tablo 4.3 de verilmiştir.

Tablo 4.3. Bal örneklerinin pH, TTA ve elektriksel iletkenlik değerleri

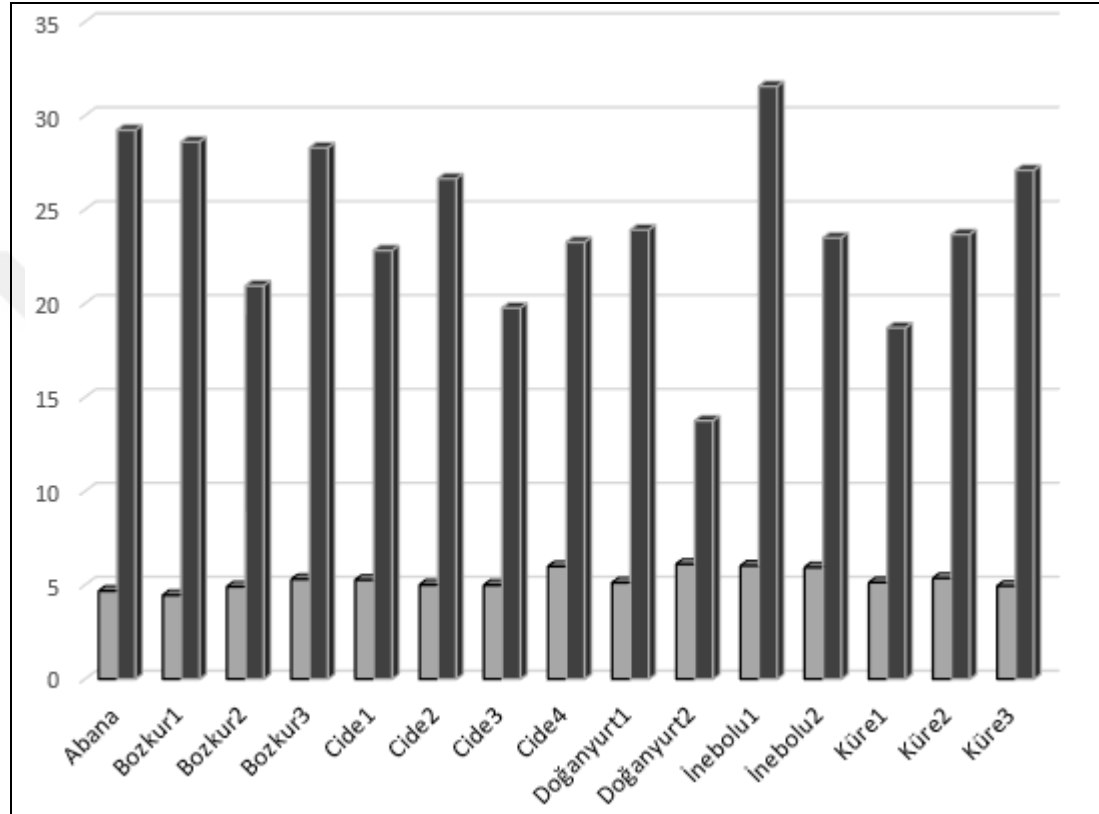
	pH	TTA	Elektriksel iletkenlik (mS/cm)
Abana	4,682±0,034 ^f	29,230±0,212 ^b	1,79±0,14 ^{bcd}
Bozkurt1	4,460±0,032 ^g	28,600±0,156 ^{bc}	1,72±0,04 ^d
Bozkurt2	4,918±0,090 ^e	20,940±0,212 ^{fg}	1,75±0,13 ^{cd}
Bozkurt3	5,308±0,142 ^c	28,290±0,127 ^{bcd}	1,70±0,03 ^d
Cide1	5,275±0,013 ^c	22,820±0,056 ^{ef}	2,02±0,11 ^{abc}
Cide2	5,013±0,104 ^{de}	26,640±0,028 ^d	1,93±0,04 ^{abcd}
Cide3	5,000±0,051 ^{de}	19,760±0,084 ^{gh}	2,11±0,14 ^a
Cide4	5,992±0,038 ^{ab}	23,260±0,042 ^e	1,89±0,07 ^{abcd}
Doğanyurt1	5,125±0,013 ^d	23,920±0,014 ^e	2,10±0,07 ^a
Doğanyurt2	6,115±0,013 ^a	13,750±0,113 ⁱ	1,90±0,08 ^{abcd}
İnebolu1	6,028±0,005 ^{ab}	31,560±0,141 ^a	1,88±0,06 ^{abcd}
İnebolu2	5,940±0,020 ^b	23,490±0,113 ^e	1,97±0,03 ^{abcd}
Küre1	5,135±0,042 ^d	18,710±0,141 ^h	1,87±0,03 ^{abcd}
Küre2	5,368±0,047 ^c	23,670±1,560 ^e	2,10±0,06 ^a
Küre3	4,955±0,024 ^e	27,090±0,989 ^{cd}	2,05±0,04 ^{ab}

* $p>0.05$ veriler arasında istatistiki olarak önemli fark olduğunu gösterir.

Kestane bal numunelerinin pH değerleri minimum 4,682 (Abana) ile maksimum 6,115 (Doğanyurt 2) aralığında değişmiştir. Genel olarak kestane ballarının asidik ve hafif asidik karakter gösterdiği söylenebilir. TSE Bal standardına (TS 3036) göre ballarda pH değeri 3,4-6,1 aralığında olmalıdır. Çalışma için toplanan bal numunelerinin standartta belirlenen limit değerlere uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.3 'de verilen kestane ballarının elektriksel iletkenlik değerleri esas alındığında tüm değerlerin bal tebliğinde verilen limit değerlere uyduğu

belirlenmiştir. En yüksek elektriksel iletkenlik değeri Cide3, Doğanyurt1 ve Küre2 örneklerine ait olmasına rağmen, örneklerin değerleri genel olarak değerlendirildiğinde aralarında belirgin farklar olmadığı, birbirine yakın dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir. Bal örneklerinin pH ve TTA değerleri Grafik 4.3 de verilmiştir.



Grafik 4.3. Bal örneklerinin pH ve TTA değerleri

Çalışmaya konu bal numunelerinin antioksidan aktivite değerleri Tablo 4.4 de verilmiştir.

Tablo 4.4. Bal örneklerinin antioksidan aktivite değerleri

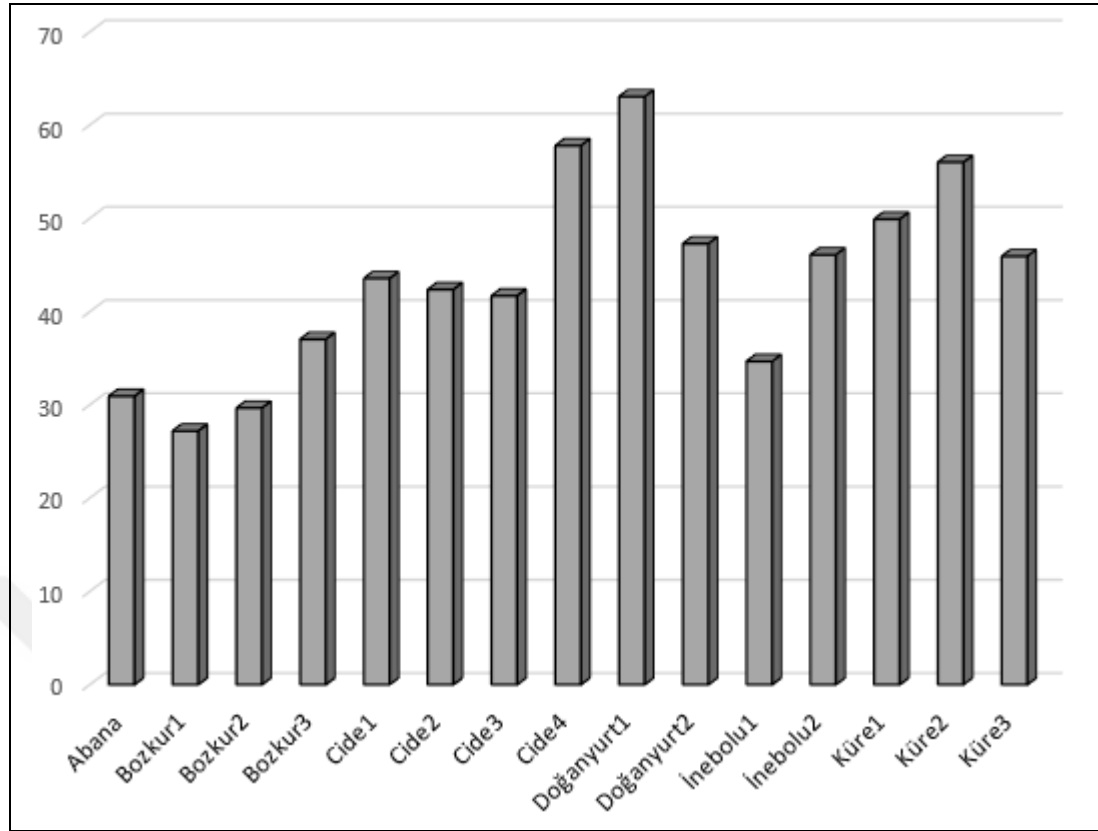
Lokasyon	% inhibisyon
Abana	30,932±0,839 ^{hi}
Bozkurt1	27,203±1,319 ⁱ
Bozkurt2	29,661±2,636 ⁱ

Tablo 4.4'ün devamı

Bozkurt3	37,034±0,839 ^{fg}
Cide1	43,559±1,678 ^{de}
Cide2	42,373±0,479 ^e
Cide3	41,695±0,240 ^{ef}
Cide4	57,797±0,479 ^b
Doğanyurt1	63,051±0,240 ^a
Doğanyurt2	47,288±0,719 ^{cd}
İnebolu1	34,661±0,600 ^{gh}
İnebolu2	46,102±0,719 ^{cde}
Küre1	49,915±1,318 ^c
Küre2	56,017±2,277 ^b
Küre3	45,932±0,719 ^{cde}

* $p>0.05$ veriler arasında istatistiki olarak önemli fark olduğunu gösterir.

Bu çalışmada 15 lokasyondan toplanan kestane balı numunelerinin antioksidan aktiviteleri DPPH* serbest radikal süpürme tayini esasına dayanan yöntem ile belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar % inhibisyon ile ifade edilmiş ve numuneler arasındaki farklılık istatistiki olarak karşılaştırılmıştır. Doğanyurt ilçesinden temin edilen D1 numunesi en yüksek ($p<0.05$) antioksidan aktiviteye (63,051) sahipken, Bozkurt ilçesine ait B1 numunesi en düşük antioksidan aktiviteye (27,203) sahip olduğu belirlenmiştir. Bal örneklerinin antioksidan aktivite değerlerinin lokasyon bazında değişimi Grafik 4.4 de verilmiştir.

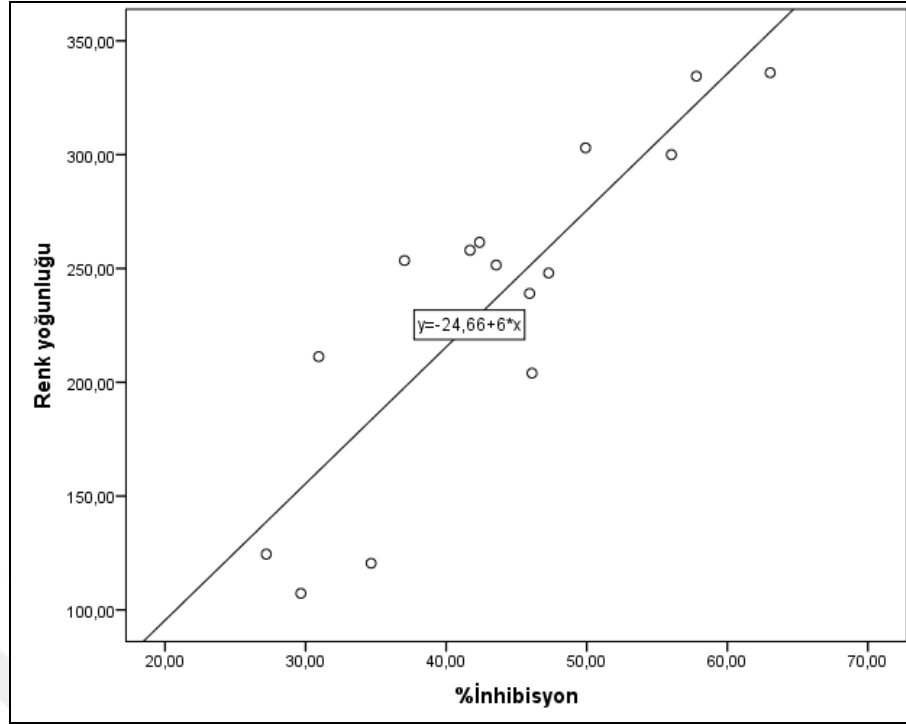


Grafik 4.4. Bal örneklerinin antioksidan aktivite değerleri

Çalışmaya konu numunelerin eşleştirilmiş örneklemler istatistik verileri Tablo 4.5 de, renk yoğunluğu ile % inhibisyon arasındaki korelasyon grafiği Grafik 4.5 de verilmiştir.

Tablo 4.5. Eşleştirilmiş örneklemler istatistik verileri

		Ortalama	Örneklem sayısı	Standart sapma	Standart hata	Korelasyon	Sig.*
Eşleştirme	Renk değişim	236,833	15	72,750	18,784		
	Ortalama					0.869	0.000
	Inhibisyon %Ortalama	43,548	15	10,526	2,717		



Grafik 4.5. Renk yoğunluğu ve %İnhibisyon arasındaki korelasyon grafiği

Bu çalışmada 15 kestane balı numunesinin Tablo 4.2 de verilen renk yoğunluğu değerleri ile Tablo 4.4 de verilen %inhibisyon değerleri, Eşleştirilmiş Örneklemeler *t*-testi ile karşılaştırılmış ve aralarındaki korelasyon ($r^2=0.869$) yüksek ve istatistiki olarak da önemli ($p<0.05$) bulunmuştur. DPPH* radikali süpürme gücüne dayanan %inhibisyon değeri ve renk değişimi arasındaki korelasyon önemli düzeyde yüksek bulunmuştur.

Tablo 4.6. İlçeler göre kestane bal niteliklerinin ortalama değerleri ve varyans analiz sonuçları

İlçe	Örneklem sayısı	Renk ortalama	% İnhibisyon	pH	TTA	Elektriksel iletkenlik (mS/cm)
Abana	1	211,250 ^{ab}	30,932 ^c	4,682 ^d	29,230 ^a	1,790 ^{bc}
Bozkurt	3	161,750 ^b	31,299 ^c	4,895 ^{cd}	25,943 ^{ab}	1,723 ^c
Cide	4	276,375 ^a	46,356 ^{ab}	5,320 ^{bc}	23,120 ^{ab}	1,986 ^{ab}
Doğanyurt	2	292,000 ^a	55,169 ^a	5,620 ^{ab}	18,835 ^b	2,000 ^{ab}

Tablo 4.6'nın devamı

İnebolu	2	162,250 ^b	40,381 ^{bc}	5,984 ^a	27,525 ^a	1,925 ^{abc}
Küre	3	280,667 ^a	50,622 ^{ab}	5,153 ^{bcd}	23,157 ^{ab}	2,008 ^a

*Aynı sütundaki farklı harfler istatistiki önem ($p<0.05$) düzeyini göstermektedir.

İlçelere göre kestane ballarının renk nitelikleri incelendiğinde en yüksek renk yoğunluğuna sahip kestane balı Doğanyurt (292,000) ilçesine ait olmakla birlikte Cide, Doğanyurt ve Küre ilçeleri arasında istatistiki olarak fark görülmemiştir ($p>0.05$). En düşük renk yoğunluğuna sahip balların ise Bozkurt ve İnebolu ilçelerine ait oldukları ve aralarındaki farkın istatistiki olarak önemli olmadığı ($p>0.05$) tespit edilmiştir. Antioksidant aktiviteyi ifade eden DPPH*radikali % inhibisyon değerleri açısından en yüksek ($p<0.05$) aktiviteye Doğanyurt (55,169) kestane balının sahip olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla Küre ve Cide takip ederken aralarındaki fark istatistiki olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuştur. Antioksidant aktivite açısından en düşük değere sahip ilçeler ise Abana ve Bozkurt olarak belirlenmiştir. En düşük pH değerli kestane balına sahip ilçe Abana (4,682) iken, en yüksek İnebolu (5,984) olarak bulunmuştur. Doğanyurt (18,835) kestane balı en düşük TTA değerine sahipken, Abana (29,230) kestane balı en yüksek TTA değerine sahip numune olarak tespit edilmiştir.

4.2. Balların Ağır Metal İçerikleri

Çalışma kapsamında 15 farklı lokasyondan temin edilen balların Mg, Cr, Mn ve Cu konsantrasyonları belirlenerek lokasyon bazında ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile hata oranı ve Tukey testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo 4.7 de verilmiştir.

Tablo 4.7. Mg, Cr, Mn ve Cu konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi

Yer	Mg ppb	Cr ppb	Mn ppb	Cu ppb
Abana	1386,0 a	11832,2 f	3634,5 b	8230,1 g
Bozkurt1	10134,8 h	1360,2 b	18689,3 a	2938,8 a
Bozkurt2	17121,5m	508,2 a	5102,4 c	5451,6 c

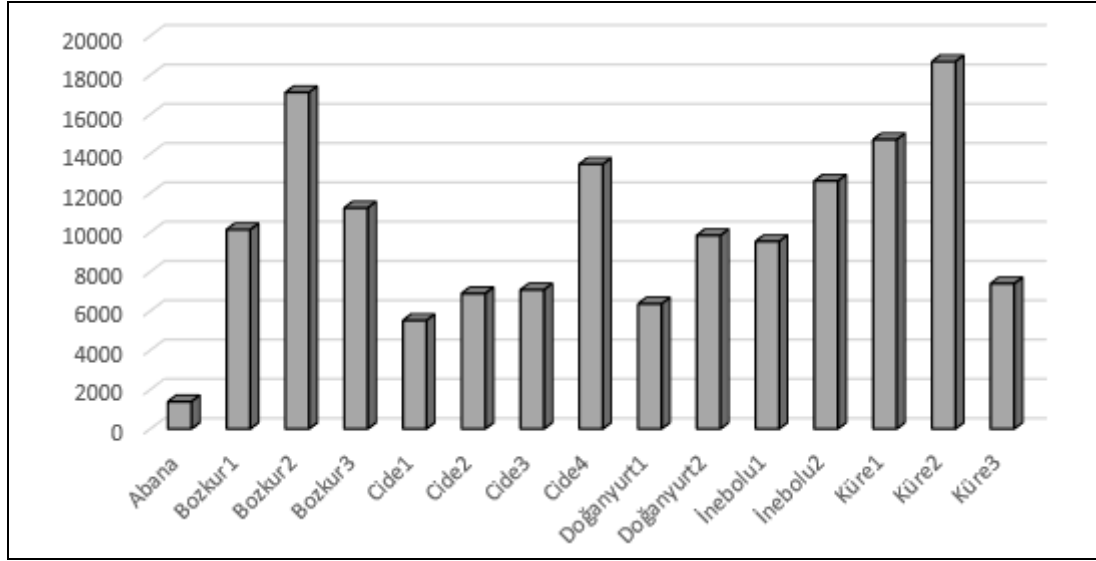
Tablo 4.7'nin devamı

Bozkurt3	11245,0 ı	612,9 a	7451,0 f	4731,8 b
Cide1	5519,7 b	7874,7 e	8694,0 h	8178,5 g
Cide2	6890,9 d	1317,0 b	14703,6 j	7148,6 e
Cide3	7080,1 d	4193,9 d	5976,0 d	7585,7 f
Cide4	13469,2 k	3819,7 c	7055,1 ef	6476,4 d
Doğanyurt1	6364,9 c	nd*	16354,3 k	8949,5 h
Doğanyurt2	9844,8 g	nd	6716,7 e	6987,2 e
İnebolu1	9539,2 f	nd	12819,1 ı	13944,3 k
İnebolu2	12615,4 j	nd	7362,2 f	4913,7 b
Küre1	14722,1 l	nd	8213,3 g	5623,4 c
Küre2	18689,3 n	nd	20836,8 m	9901,3 ı
Küre3	7392,6 e	nd	18486,4 l	13021,8 j
F Değeri	3377,928	2480,270	1339,961	809,073
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000

*nd (nondetermined) : tespit edilebilir değerin altındayı ifade etmektedir.

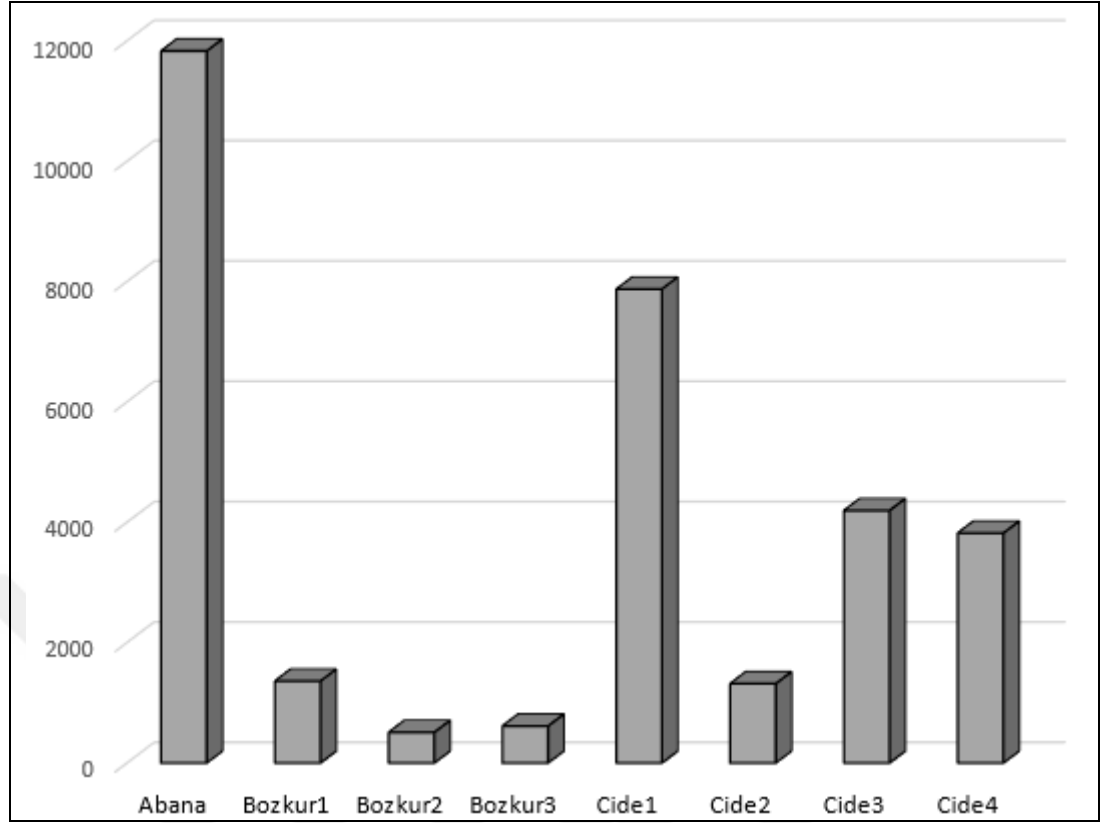
Varyans analizi sonucunda Cr konsantrasyonunun Doğanyurt, İnebolu ve Küre lokasyonlarında belirlenebilir limitlerin altında kaldığı belirlenmiştir. Tablo değerleri incelendiğinde çalışmaya konu Mg, Cr, Mn ve Cu konsantrasyonlarının tamamının lokasyon bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Ortalama değerler ve Tukey testi sonuçları incelendiğinde Mg konsantrasyonunun 1386 ppm ile 18689,3 ppm arasında değiştiği, en düşük konsantrasyonun Abana, en yüksek Mg konsantrasyonu ise Küre2 popülasyonunda elde edilmiştir. Mg konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi Grafik 4.6 da verilmiştir.



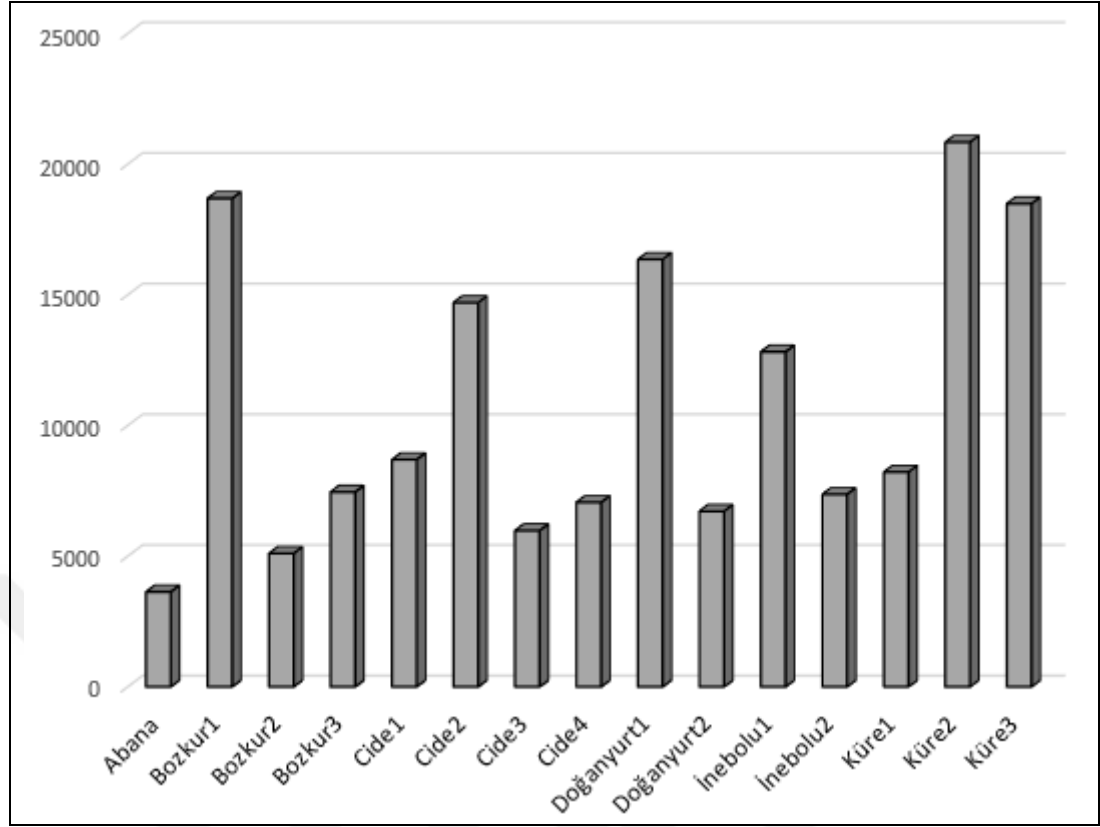
Grafik 4.6. Mg konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi

Cr konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi incelendiğinde sadece Abana, Bozkurt ve Cide lokasyonlarında Cr konsantrasyonunun değerlerinin olduğu görülmektedir. Doğanyurt, İnebolu ve Küre lokasyonlarında Cr konsantrasyonu belirlenebilir limitlerin altında kalmıştır. Ortalama değerler ve Tukey analizi sonucunda oluşan gruplaşmalar incelendiğinde Cr konsantrasyonunun 508,2 ppb ile 11832,2 ppb arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer Abana lokasyonunda elde edilirken Abana lokasyonu dışında en yüksek değerler 7874,7 ppb ile Cide1, 4193,9 ppb ile Cide3 ve 3819,7 ppb ile Cide4 popülasyonunda elde edilmiştir. En yüksek değerlerin Abana ve Cide lokasyonlarında elde edilmiş olması dikkat çekmektedir. Cr konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi Grafik 4.7 de verilmiştir.



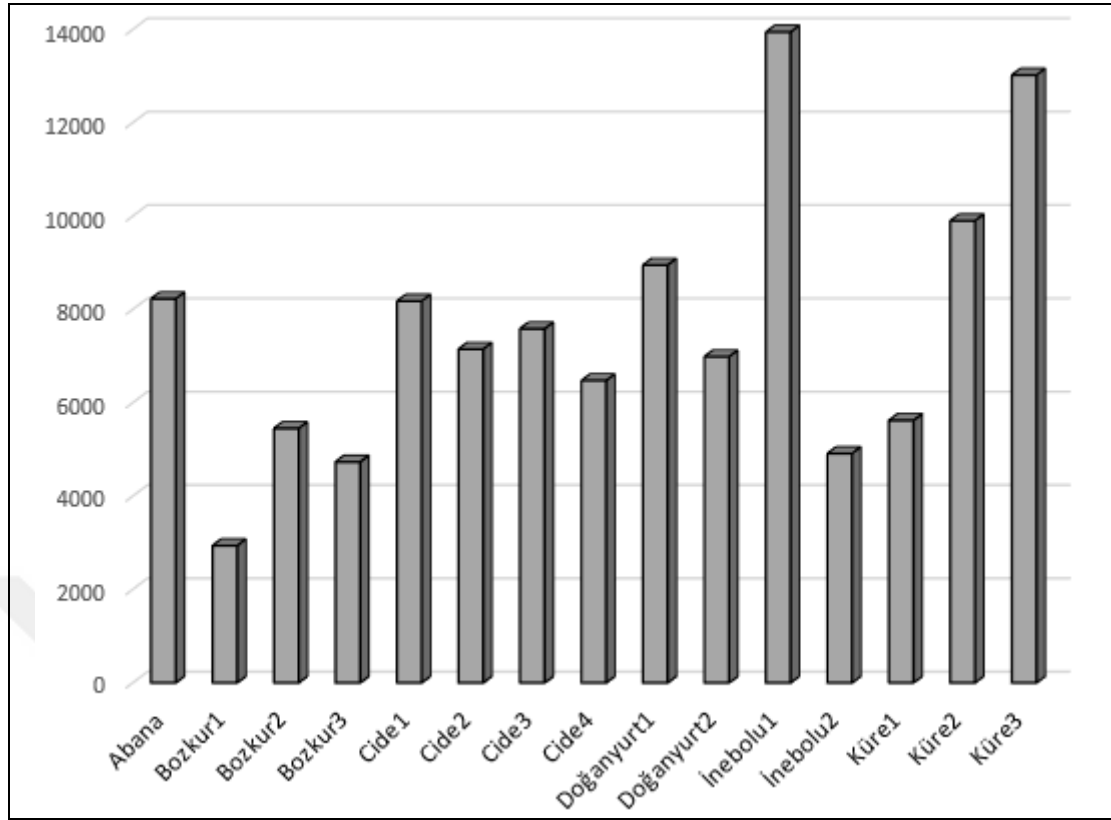
Grafik 4.7. Cr konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi

Mn konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi incelendiğinde ise değerlerin 1336,5 ppb ile 20836,8 ppb arasında değiştiği görülmektedir. En düşük değer Bozkurt1 lokasyonunda elde edilirken sonraki en düşük değerler Abana ve Bozkurt2 lokasyonlarında elde edilmiştir. En yüksek değerler ise Küre2, Küre3 ve Doğanyurt1 lokasyonlarında elde edilmiştir. Mn konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi Grafik 4.8 de verilmiştir.



Grafik 4.8. Mn konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi

Tablo değerleri incelendiğinde en düşük Cu konsantrasyonlarının 2938,8 ppb ile Bozkurt1, 4731,8 ppb ile Bozkurt3 ve 4731,8 ppb ile Bozkurt2 lokasyonlarında elde edildiği görülmektedir. En yüksek değerler ise 13944,3 ppb ile İnebolu1, 13021,8 ppb ile Küre3 ve 9901,3 ppb ile Küre2 lokasyonlarında elde edilmiştir. En düşük değerlerin Bozkurt, yüksek değerlerin ise Küre ve civarında elde edilmiş olması dikkat çekmektedir. Değerlerin lokasyon bazında değişimleri Grafik 4.9 da verilmiştir.



Grafik 4.9. Cu konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi

Çalışma kapsamında farklı lokasyonlardan temin edilen balların Pb, Fe, Ga ve Na konsantrasyonları belirlenerek lokasyon bazında ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile hata oranı ve Tukey testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo 4.8 de verilmiştir.

Tablo 4.8. Pb, Fe, Ga ve Na konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi

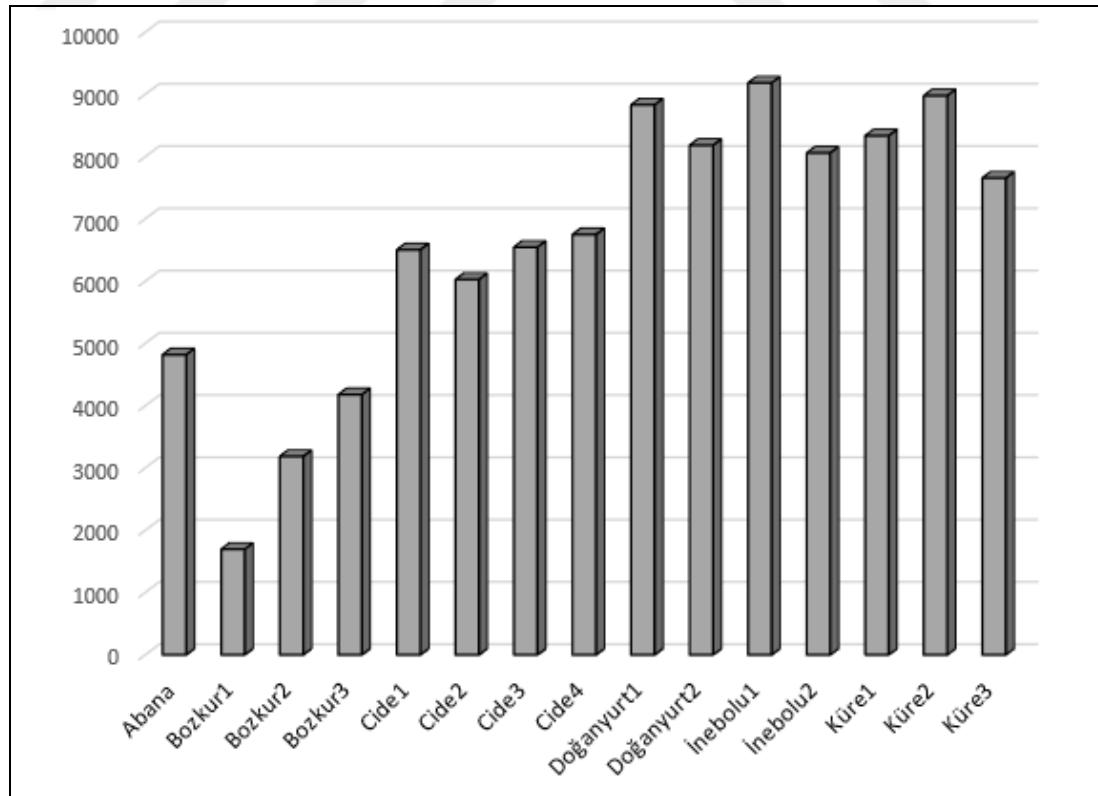
Yer	Pb ppb	Fe ppb	Ga ppb	Na ppm
Abana	4820,4 c	56,03 e	173,63 d	1410,0 a
Bozkurt1	1696,7 a	12,70 b	141,50 b	3041,3 b
Bozkurt2	3186,7 b	84,33 g	225,70 h	4172,5 f
Bozkurt3	4179,5 c	115,00 ı	180,73 e	3405,7 c
Cide1	6505,1 d	32,33 c	198,13 f	4000,8 e
Cide2	6028,1 d	13,13 b	235,96 ı	4778,4 hı
Cide3	6546,1 d	84,46 g	225,00 h	4846,2 ı
Cide4	6750,8 d	58,73 ef	213,80 g	5821,6 l
Doğanyurt1	8832,7 fg	204,36 j	125,33 a	3368,5 c
Doğanyurt2	8183,7 ef	98,00 h	197,26 f	4726,0 h
İnebolu1	9184,9 g	61,50 f	287,50 j	4935,3 j
İnebolu2	8060,8 ef	4,73 a	142,66 b	4607,9 g

Tablo 4.8'in devamı

Küre1	8337,3 efg	3,90 a	145,53 b	5664,7 k
Küre2	8980,6 fg	39,83 d	182,26 e	6581,4 m
Küre3	7657,6 e	61,03 f	155,73 c	3568,6 d
F Değeri	57,848	2630,443	542,618	1815,745
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000

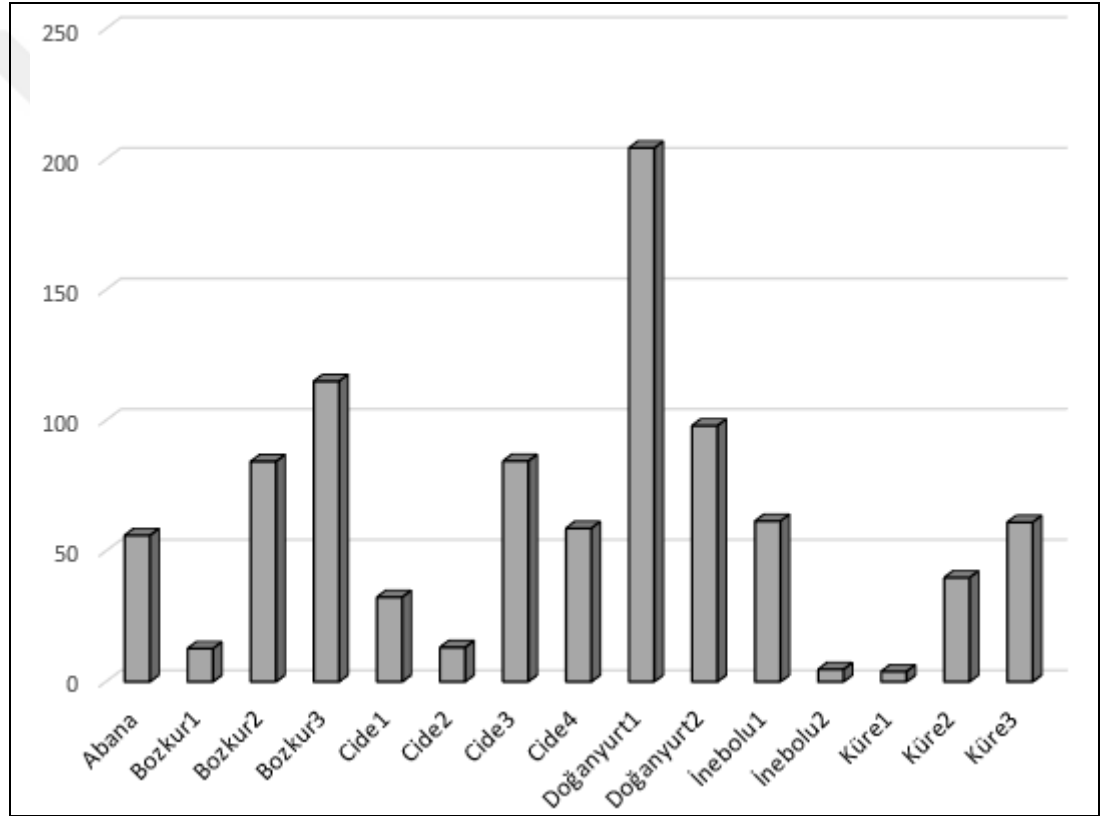
Varyans analizi sonucunda çalışmaya konu Pb, Fe, Ga ve Na konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Pb konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi incelendiğinde en düşük değerlerin 1696,7 ppb (Bozkurt1) ve 3186,7 ppb (Bozkurt2) lokasyonları olduğu görülmektedir. En yüksek değer ise 9184,9 ppb ile İnebolu1 lokasyonunda elde edildiği, Doğanyurt, İnebolu ve Küre lokasyonlarında elde edilen değerlerin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Pb konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi Grafik 4.10 da verilmiştir.



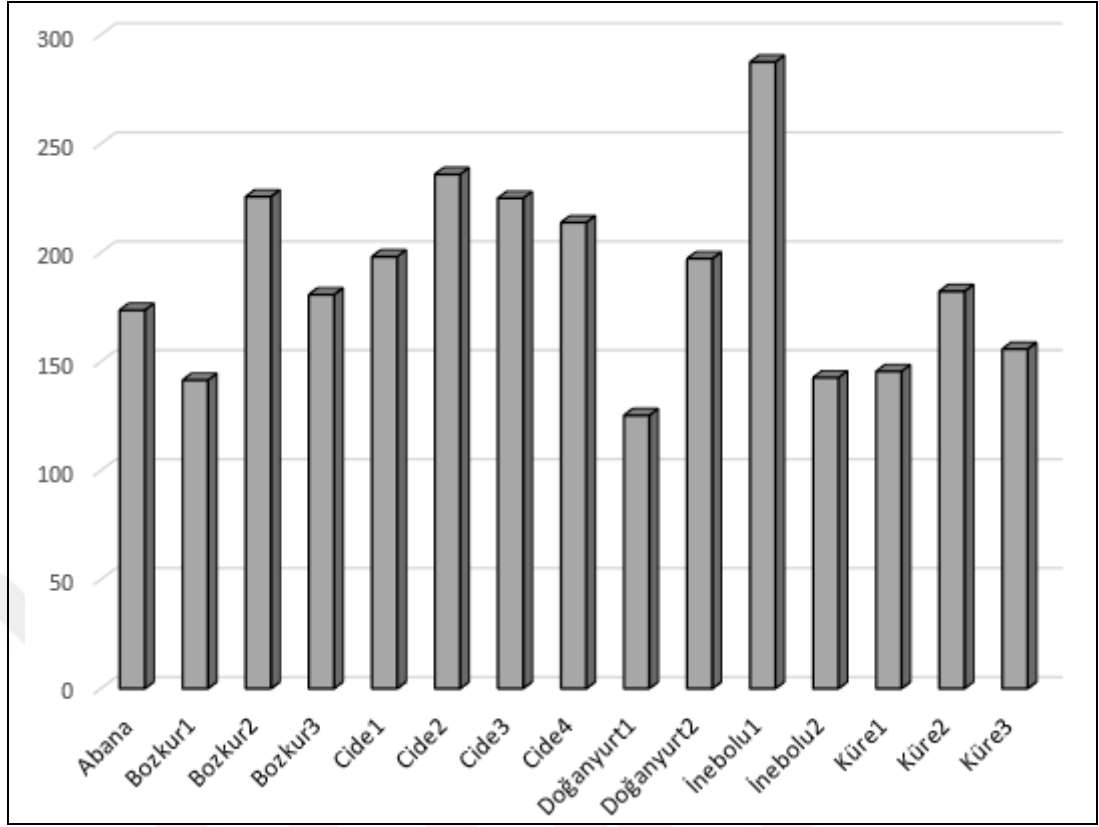
Grafik 4.10. Pb konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi

Fe konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi incelendiğinde ise değerlerin 3,9 ppb ile 204,36 ppb arasında değiştiği görülmektedir. En düşük değer Küre1 lokasyonunda elde edilirken sonraki en düşük değer 4,73 ppb ile İnebolu2 lokasyonunda elde edilmiştir. En yüksek değerler ise Doğanyurt1, Bozkurt3, Doğanyurt2 ve Cide3 lokasyonlarında elde edilmiştir. Birbirine çok yakın lokasyonlar arasındaki Fe konsantrasyonları arasında çok yüksek düzeyde fark olması dikkat çekmektedir. Örneğin İnebolu2 lokasyonunda 4,73 ppb olan Fe konsantrasyonu İnebolu1 lokasyonunda 61,50 ppb olarak hesaplanmıştır. Fe konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi Grafik 4.11 de verilmiştir.



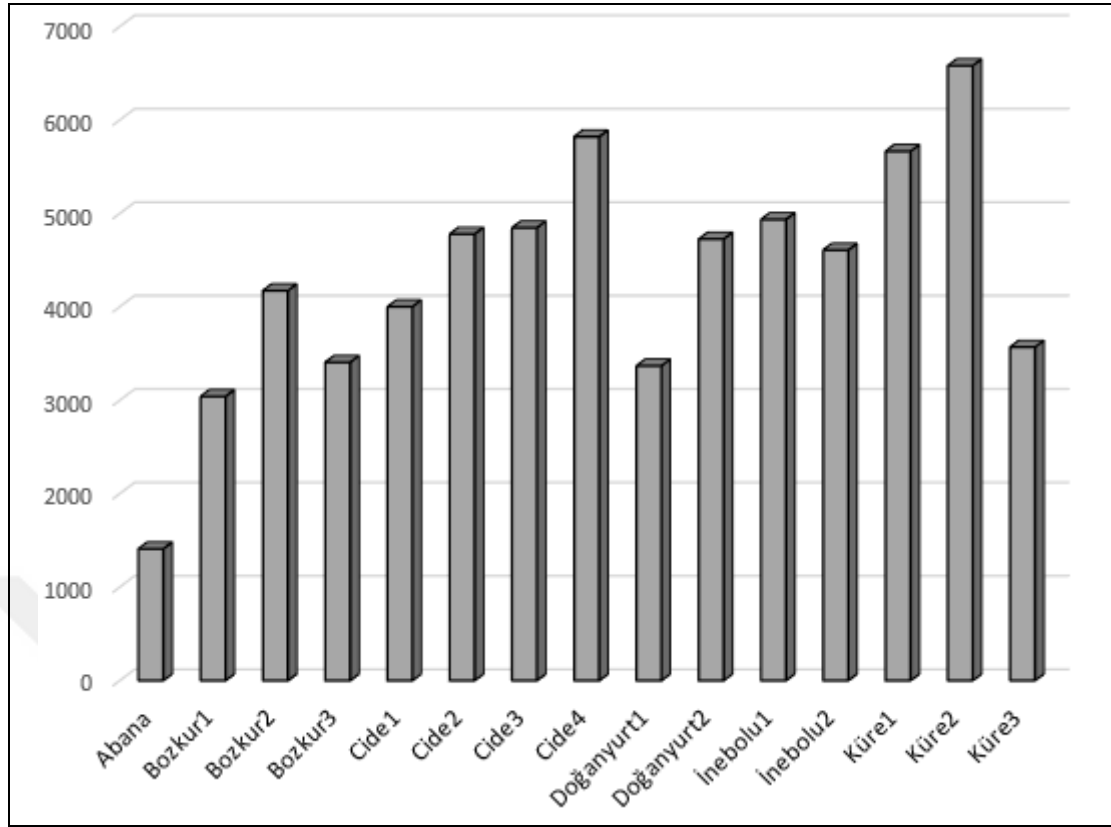
Grafik 4.11. Fe konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi

Ga konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimini gösterir Tablo değerleri incelendiğinde en düşük değer 125,33 ppb ile Doğanyurt1 lokasyonunda elde edildiği, en yüksek değer ise 287,50 ppb ile İnebolu1 lokasyonunda elde edildiği görülmektedir. Genel olarak bakıldığında ise en yüksek değerlerin Cide lokasyonlarında olduğu görülmektedir. Değerlerin lokasyon bazında değişimi Grafik 4.12 de verilmiştir.



Grafik 4.12. Ga konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi

Na konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimleri değerlendirildiğinde ise Na konsantrasyonlarının 1410,0 ppm ile 6581,4 ppm arasında değiştiği görülmektedir. En düşük değer Abana lokasyonunda elde edilirken sonraki en düşük değer 3041,3 ppm ile Bozkurt1 lokasyonunda elde edilmiştir ve bu değer Abana lokasyonunda elde edilen değer iki katından fazladır. Na konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi Grafik 4.13 da verilmiştir.



Grafik 4.13. Na konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi

Çalışma kapsamında farklı lokasyonlardan temin edilen balların Pb, Fe, Ga ve Na konsantrasyonları belirlenerek lokasyon bazında ortalama değerler, varyans analizi sonucunda elde edilen F değeri ile hata oranı ve Tukey testi sonucunda oluşan homojen gruplar Tablo 4.8 de verilmiştir.

Tablo 4.9. Zn, Al, Ca ve K konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi

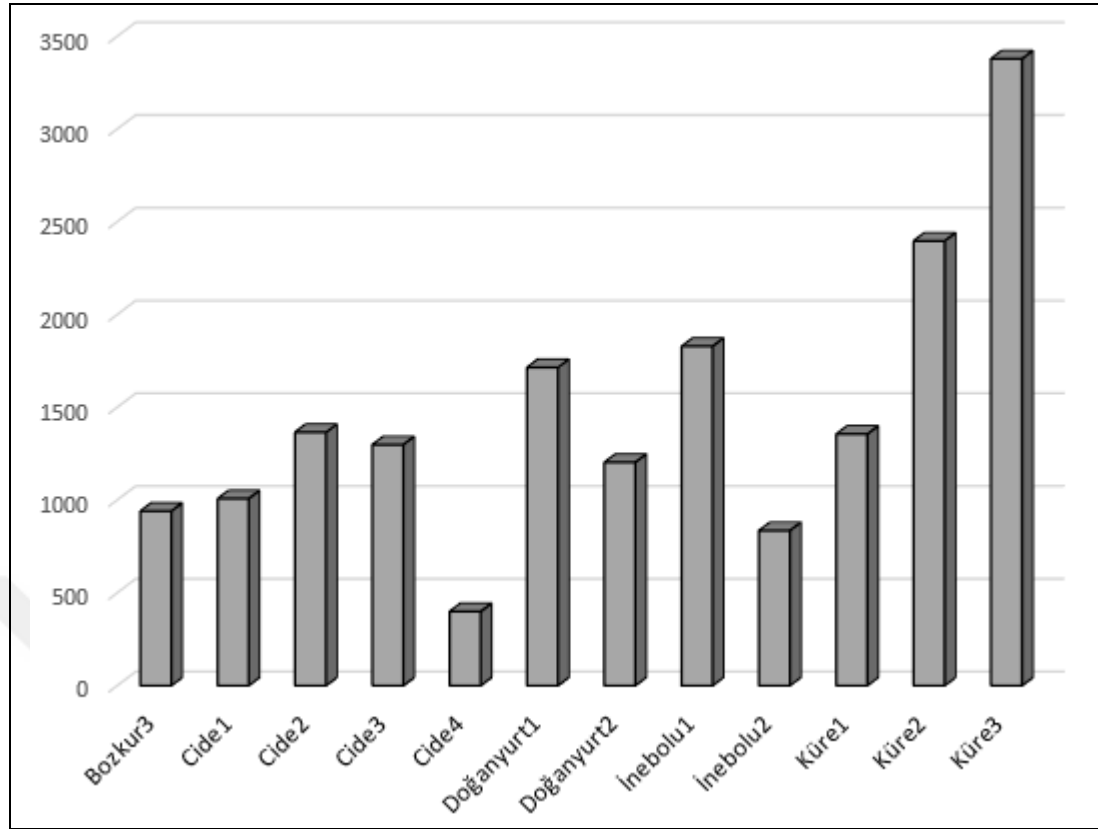
Yer	Zn ppb	Al ppb	Ca ppm	K ppm
Abana	nd	9538,2 k	1386,0 a	11832,2 f
Bozkurt1	nd	1317,9 a	10134,8 h	1360,2 b
Bozkurt2	nd	1715,9 b	17121,5 m	508,2 a
Bozkurt3	940,3 c	2982,6 d	11245,0 ı	612,9 a
Cide1	1007,4 c	3331,2 e	5519,7 b	7874,7 e
Cide2	1365,1 e	4107,3 f	6890,9 d	1317,0 b
Cide3	1298,6 e	4706,2 h	7080,1 d	4193,9 d
Cide4	399,3 a	4023,8 f	13469,2 k	3819,7 c
Doğanyurt1	1714,6 f	8389,1 j	6364,9 c	nd
Doğanyurt2	1203,3 d	2766,5 c	9844,8 g	nd
İnebolu1	1829,1 g	4273,2 g	9539,2 f	nd
İnebolu2	835,8 b	2995,7 d	12615,4 j	nd

Tablo 4.9'un devamı

Küre1	1355,6 e	4756,3 h	14722,1 l	nd
Küre2	2396,8 h	3226,8 e	18689,3 n	nd
Küre3	3378,4 ı	6891,8 ı	7392,6 e	nd
F Değeri	1098,609	1951,273	3377,928	2480,270
Hata	0,000	0,000	0,000	0,000

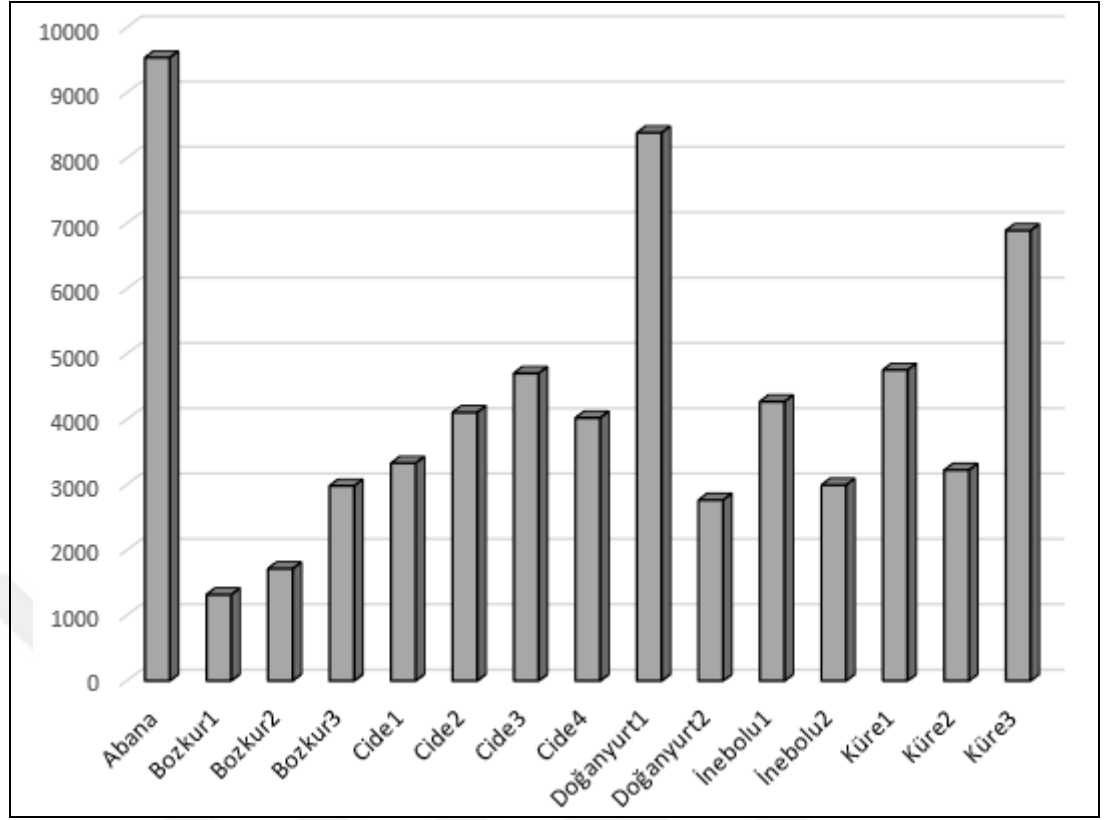
Tablo değerleri incelendiğinde Abana, Bozkurt1 ve Bozkurt2 lokasyonlarında Zn konsantrasyonunun, Doğanyurt, İnebolu ve Küre lokasyonlarında ise K konsantrasyonlarının belirlenebilir limitlerin altında kaldığı görülmektedir. Bunun dışında varyans analizi sonucunda çalışmaya konu Zn, Al, Ca ve K konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişiminin istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Zn konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi incelendiğinde en düşük değerlerin 399,3 ppb ile Cide4 ve 835,8 ppb ile İnebolu2 lokasyonlarında elde edildiği görülmektedir. En yüksek değerler ise 3378,4 ppb ile Küre3 ve 2396,8 ppb ile Küre2 lokasyonlarında elde edilmiştir. Zn konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi Grafik 4.14 de verilmiştir.



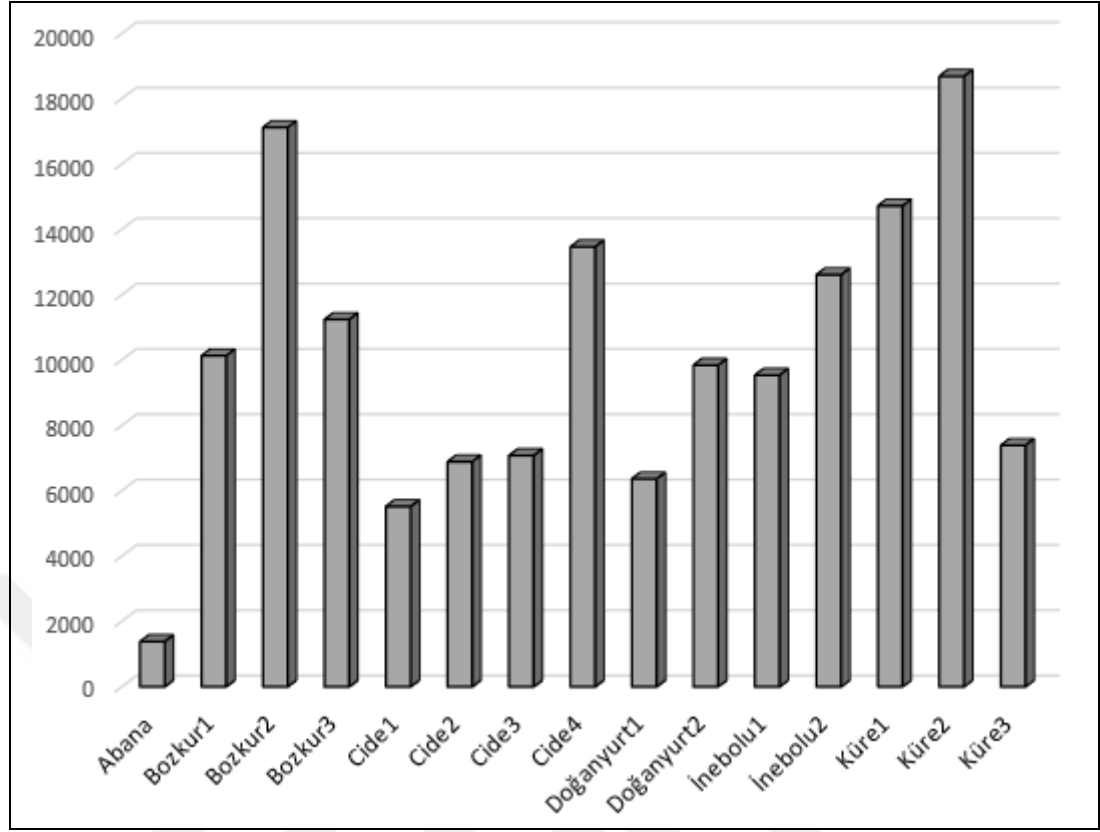
Grafik 4.14. Zn konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi

Al konsantrasyonlarının lokasyon bazında ortalama değerleri ve Tukey analizi sonucunda oluşan gruplaşmalar incelendiğinde, Al konsantrasyonunun 1317,9 ppb ile 9538,2 ppb arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek değer Abana lokasyonunda elde edilirken Abana lokasyonu dışında en yüksek değerler 8339,1 ppb ile Doğanyurt1 ve 6891,8 ppb ile Küre3 lokasyonlarında elde edilmiştir. Al konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi Grafik 4.15 de verilmiştir.



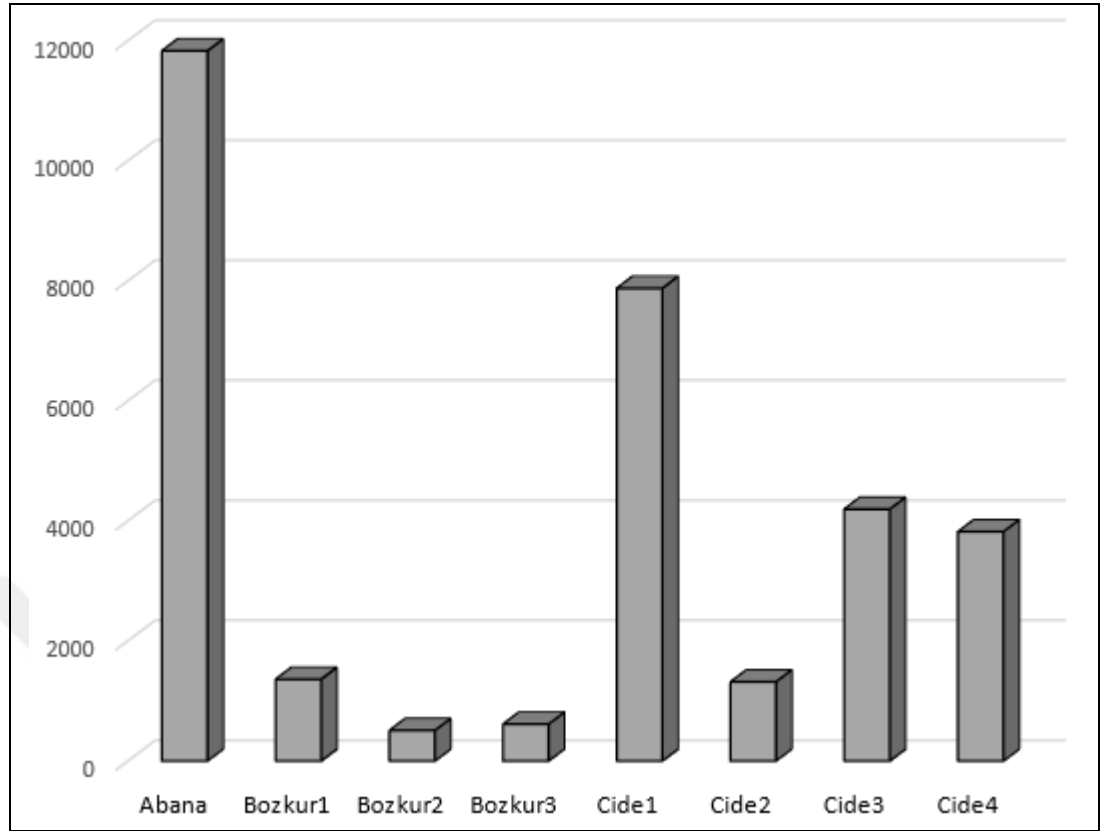
Grafik 4.15. Al konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi

Ca konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi incelendiğinde ise en düşük değerlerin 1386,0 ppm ile Abana ve 5519,7 ppm ile Cide lokasyonlarında elde edildiği, en yüksek değerlerin ise 18689,6 ppm ile Küre2 ve 17121,5 ppm ile Bozkurt2 lokasyonlarında elde edildiği görülmektedir. Değerlerin lokasyon bazında değişimleri Grafik 4.16 da verilmiştir.



Grafik 4.16. Ca konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi

K konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimleri değerlendirildiğinde ise Doğanyurt, İnebolu ve Küre lokasyonlarında ise K konsantrasyonlarının belirlenebilir limitlerin altında kaldığı görülmektedir. Diğer lokasyonlarda elde edilen en düşük değerler 508,2 ppm ile Bozkurt2 ve 612,9 ppm ile Bozkurt3 lokasyonlarında elde edilmiştir. En yüksek değer ise 11832,2 ppm ile Abana lokasyonunda elde edilmiştir. K konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi Grafik 4.17 de verilmiştir.



Grafik 4.17. K konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışmaya konu numunelerde genel olarak tüm renk yoğunluğu değerleri birbirlerinden farklı bulunurken, bu farklılık istatistiki olarak da önemli ($p<0.05$) düzeyde bulunmuştur. Çalışma sonucunda renk yoğunluğunun 107,25 mAU ile 336,00 mAU aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Habib vd., (2014) tarafından 16 farklı bal numunesinde yapılan bir çalışmada örneklerin renk yoğunluklarının 273,90-2874,80 mAU aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Ömür (2015) tarafından Türkiye'nin farklı noktalarından toplanan ballarda yapılan bir çalışmada ise Kastamonu yöresinden temin edilen 3 farklı kestane balında renk yoğunlukları 453, 583 ve 722 mAU olarak belirlenmiştir.

Bal numunelerinin pH değerlerinin 4,682 ile 6,115 aralığında değişmiştir. Genel olarak kestane ballarının asidik ve hafif asidik karakter gösterdiği söylenebilir. TSE Bal standardına (TS 3036) göre ballarda pH değeri 3,4-6,1 aralığında olmalıdır. Çalışma için toplanan bal numunelerinin standartta belirlenen limit değerlere uygun olduğu tespit edilmiştir. Literatürde yapılmış daha önceki çalışmalara göre kestane ballarının pH değerlerinin, çiçek ballarına göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Ömür, 2015).

Kestane bal numunelerindeki TTA değerlerinin ise en düşük 13,750 % (Doğanyurt 2) ile en yüksek 31,560 % (İnebolu1) arasında değiştiği belirlenmiştir. Baldaki toplam asitliğin yapısında bulunan lakton içeriğinden ve serbest asitlikten kaynaklandığı belirtilmektedir (Bogdanov vd., 2004; Güler, 2005; Kartal, 2012). Kestane balının yöresel olarak temel tüketim nedenlerinden birisi de apiterapik etkisi, sindirim sistemi rahatsızlıklarına iyi gelmesi ve yara iyileştirici özelliğidir.

Kestane balının bu etkisi içermiş olduğu farklı komponentlere dayanabileceği gibi aynı zamanda düşük pH değerine bağlı antimikrobiyal etkisinden de kaynaklanabilir. Bu konuda yapılmış daha önce ki çalışmalar da balın anti bakteriyel niteliği ile düşük pH içeriği arasında bir ilişki olduğu yönündedir (Aydın vd., 2008; Kartal, 2012).

Elektrik iletkenliği (mS/cm) balın bitki florasının belirlenmesinde önemli bir kriterdir. Salgı balı ile çiçek balını ayırt etmede kullanılan elektriksel iletkenlik, Salgı balları için karakteristik bir parametredir (Kambur vd., 2016). TKG bal tebliğine göre, salgı ballarında elektrik iletkenliği en az 0,8 mS/cm iken çiçek ballarında bu oran en fazla 0,8 mS/cm'dir. Kestane balında ise ayrı olarak “en az 0,8 mS/cm” olarak belirtilmiştir (Anonim, 2012). Tablo Z’de verilen kestane ballarının elektriksel iletkenlik değerleri esas alındığında tüm değerlerin bal tebliğinde verilen limit değgerlere uyduğu belirlenmiştir. En yüksek elektriksel iletkenlik değerleri Cide3, Doğanyurt1 ve Küre2 örneklerine ait olmasına rağmen, örneklerin değerleri genel olarak değerlendirildiğinde aralarında belirgin farklar olmadığı, birbirine yakın dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir.

Balın antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik içeriği arasında anlamlı bir ilişki olduğu, bunun da fenolik bileşiklerden kaynaklandığı bildirilmektedir. Balın yara iyileştirici ve tedavi edici apiterapik bir ajan olarak kullanımı da antimikrobiyal etkisi yanında antioksidatif etkisinden de kaynaklanmaktadır. Bazı hastalıkların vücuttaki serbest radikaller ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Aljadi ve Kamaruddin, 2004). Bu çalışmada da 15 lokasyondan toplanan kestane balı numunelerinin antioksidan aktiviteleri DPPH* serbest radikal süpürme tayini esasına dayanan yöntem ile belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar %inhibisyon ile ifade edilmiş ve numuneler arasındaki farklılık istatistiki olarak karşılaştırılmıştır. Doğanyurt1 numunesi en yüksek ($p<0.05$) antioksidan aktiviteye (63,051) sahipken, Bozkurt1 numunesi en düşük antioksidan aktiviteye (27,203) sahip olduğu belirlenmiştir.

Balın renk niteliği ile antioksidan aktivitesi arasında bir ilgi olabileceği çünkü koyu renkli balların fenolik bileşik içeriğinin daha yüksek olduğu da ifade edilmektedir (Çınar Bilgen, 2010; Ömür, 2015). Nagai vd., (2001) tarafından yapılan bir çalışmada genel olarak koyu renkli balların, açık renkli ballara göre daha yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir. Çalışmada Eşleştirilmiş Örneklemeler *t*-testi ile karşılaştırılmış ve aralarındaki korelasyon ($r^2=0.869$) yüksek ve istatistiki olarak da önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

Ömür (2015) tarafından yapılan bir çalışmada 42 bal numunesinin metanolik ekstarksiyon ve su ekstraksiyonu ile belirlenen renk yoğunluğu değerleri ile toplam fenolik içerikleri arasındaki korelasyonlar sırasıyla $R^2=0.5878$ ve $R^2=0.7982$ olarak tespit edilmiştir. Yine aynı çalışmada DPPH* radikal süpürme aktivitesi ile renk yoğunluğu arasındaki korelasyon $R^2=0.3818$ olarak bulunmuştur. Bu çalışmada ise DPPH* radikali süpürme gücüne dayanan %inhibisyon değeri ve renk değişimi arasındaki korelasyon önceki çalışmalardan önemli düzeyde yüksek bulunmuştur.

Çalışma sonucunda çalışmaya konu bütün ağır metallerin lokasyon bazında değişimlerinin varyans analizi sonucunda istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu belirlenmiştir. Ortalama değerler ve Tukey testi sonuçları incelendiğinde ise Mg konsantrasyonunun 1386 ppm ile 18689,3 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir. Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda ise Mg konsantrasyonunun 2180 ppm ile 5637,2 ppm arasında değiştiği belirtilmektedir (Solayman vd., 2015).

Çalışma sonucunda Cr konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi incelendiğinde Doğanyurt, İnebolu ve Küre lokasyonlarında Cr konsantrasyonunun belirlenebilir limitlerin altında kaldığı belirlenmiştir. Ortalama değerler incelendiğinde ise Cr konsantrasyonunun 508,2 ppb ile 11832,2 ppb arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu güne kadar yapılan çeşitli çalışmalarda da Cr konsantrasyonunun bazı ballarda belirlenebilir limitlerin altında kaldığı ancak 370 ppb'ye kadar da çıkabildiği belirtilmektedir (Solayman vd., 2015). Altun vd., (2017) Türkiye'nin güney ve doğu bölgelerindeki ballarda yaptığı analizlerde Cr konsantrasyonunun 1 ppb'nin altında olduğunu belirtirken Oroian vd., (2016) Romanya'da yaptıkları çalışmada Cr konsantrasyonunun 13.899 ppb ile 74.424 ppb arasında değiştiğini belirtmektedirler. Pehlivan ve Gül (2015) ise Cr konsantrasyonunun farklı ballarda değişik konsantrasyonlarda olduğunu, kestane ballarında 10 ppb olan Cr konsantrasyonunun *Mentha* türlerinin yoğun olduğu bölgelerde üretilen ballarda 36 ppb'ye kadar çıktığını belirlemişlerdir.

Mn konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi incelendiğinde ise değerlerin 1336,5 ppb ile 20836,8 ppb arasında değiştiği belirlenmiştir. Farklı bölgelerden

toplanan farklı tip ballarda yapılan bir çalışmada Mn konsantrasyonunun Suceava yöresinden toplanan akasya ballarında 495,24 ppb düzeyinde iken Botosani yöresinden toplanan ıhlamur ballarında 8653,57 ppb düzeyinde olduğu ve çalışma kapsamında değerlendirilen bütün ballarda ortalama Mn konsantrasyonunun 1566,18 ppb olduğu belirlenmiştir (Oroian vd., 2016). Pehlivan ve Gül (2015) çalışmalarında farklı tip ballardaki Mn konsantrasyonunun 10 ppb ile 670 ppb arasında değiştiğini belirtirlerken, Solayman vd., (2015) çok sayıda yayını inceledikleri derleme çalışmalarında farklı ballardaki Mn konsantrasyonunun 4350 ppb'ye kadar çıktığını belirtmişlerdir.

Çalışma sonucunda Cu konsantrasyonlarının 2938,8 ppb ile 13944,3 ppb arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu konuda yapılan bir çalışmada Cu konsantrasyonunun 50 ppb ile 17300 ppb arasında değiştiği (Solayman vd., 2015) belirtilirken, başka bir çalışmada *R. pseudoacacia* ballarında 1 ppb düzeyinde olan Cu konsantrasyonunun *Astragalus* ballarında 360 ppb düzeyine çıktığı belirtilmektedir. Altun vd., (2017) Türkiye'nin güney ve doğu bölgelerindeki ballarda yaptığı analizlerde Cu konsantrasyonunun bazı ballarda 1 ppb'nin altında olduğunu ancak, bazı ballarda da 929 ppb seviyesine kadar çıktığını belirlemişlerdir. Farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda da ortalama Cu konsantrasyonları Romanya'da 228,26 ppb (Oroian vd., 2016), Hırvatistan'da 1074 ppb, Yeni Zelanda'da 250 ppb, İtalya'da 900 ppb (Bilandzic vd., 2011; Pisani vd., 2008), Türkiye'de 250-1100 ppb (Tuzen ve Soylak, 2005), Slovenya'da 3220 ppb (Golob vd., 2005) olarak belirlenmiştir.

Çalışmaya konu elementlerin en önemlilerinden birisi kurşun (Pb)'dur. Hg, Cd, As ve Pb gibi ağır metaller ise düşük konsantrasyonlarda bile yaşayan organizmalarda ciddi toksisite oluşturmakta, nörotoksiteye, nefrotoksiteye ve insan sağlığı açısından daha pek çok olumsuz etkiye sebep olmaktadır (Cempel vd., 2006; Rahman vd., 2012; Turkyilmaz vd., 2018a,b; Sevik vd., 2019a,b). Bundan dolayı Pb konsantrasyonunun belirlenmesi üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır (Aricak vd., 2019; Sevik vd., 2019c).

Bu çalışmada da çalışmaya konu bal örneklerinde Pb konsantrasyonunun lokasyon bazında 1696,7 ppb ile 9184,9 ppb arasında değiştiği belirlenmiştir. Ballardaki Pb konsantrasyonlarını belirlemeye yönelik çalışmalarda da Pb konsantrasyonunun ortalama olarak Romanya'dan alınan örneklerde 51.674 ppb, Azerbeycan'dan alınan örneklerde 80 ppb civarında olduğu belirtilmektedir. Solayman vd., (2015) ise çok sayıda yayını inceledikleri derleme çalışmalarında farklı ballardaki Mn konsantrasyonunun 0,63 ppb, ile 3232 ppb arasında değiştiğini belirtmektedirler.

Fe konsantrasyonunun lokasyon bazında değişimi incelendiğinde ise değerlerin 3,9 ppb ile 204,36 ppb arasında değiştiği görülmektedir. Bu güne kadar yapılan çalışmalarda da farklı bölgelerden alınan bal numunelerinde Fe konsantrasyonlarının farklı düzeylerde çıktığı, Suceava'dan alınan akasya ballarında 11355,4 ppb, Botosani'den alınan ıhlamur ballarında 54785,13 ppb (Oroian vd., 2016), Birleşik Arap Emirliklerinden alınan ballarda 1150–110790 ppb (Habib vd., 2014), Türkiye'den alınan ballarda 1800–10200 ppb (Tuzen ve Soylak, 2005) ve Kanarya adalarından alınan ballarda ise 400–52510 ppb (Hernandez vd., 2005) civarında olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma sonucunda Ga konsantrasyonlarının 125,33 ppb ile 287,50 ppb arasında, Na konsantrasyonlarının ise 1410 ppm ile 6581,4 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir. Altun vd., (2017) Türkiye'nin güney ve doğu bölgelerindeki ballarda yaptığı analizlerde Na konsantrasyonunun 0,48 ppm ile 13,1 ppm arasında değiştiğini belirtirken Solayman vd., (2015) Na konsantrasyonunun 3,23 ppb, ile 236,80 ppb arasında değiştiğini belirtmektedirler.

Çalışmaya konu en önemli elementlerden birisi de çinko (Zn)'dur. Zn, çoğunlukla endüstriyel kaynaklı bir element olup kanserojendir (Shahid vd., 2017; Sevik vd., 2019c,d). Bundan dolayı Zn konsantrasyonunun belirlenmesi üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır (Turkyilmaz vd., 2018c,d; Sevik vd., 2020). Bu çalışma kapsamında Zn konsantrasyonunun 399,3 ppb ile 3378,4 ppb arasında değiştiği belirlenirken, yapılan çalışmalarda Zn konsantrasyonunun ayçiçeği ballarında 74,296 ppb, ıhlamur ballarında 8011,782 ppb (Oroian, 2016) iken İtalya'dan alınan numunelerde ortalama 3205 ppb (Buldini vd., 2001), Slovenya'dan alınan

numunelerde 3610 ppb (Golob vd., 2005), Türkiye’den alınan ballarda 0,05-1,16 ppb (Pehlivan ve Gül, 2015) civarında olduğu belirtilmektedir. Ancak Oroian vd., (2016) ballardaki Zn konsantrasyonunun çoğunlukla ambalaj ve depolama kaynaklı olduğunu belirtmektedirler.

Çalışma sonucunda Al konsantrasyonlarının lokasyon bazında 1317,9 ppb ile 9538,2 ppb arasında değiştiği belirlenmiştir. Altun vd., (2017) Türkiye’den topladığı bal numunelerinde Al konsantrasyonunun bazı numunelerde 1 ppb’nin altında kaldığını ancak bazı numunelerde 960 ppb’ye kadar çıktığını belirtirken Solayman vd., (2015) Al konsantrasyonunun 1,39 ppb, ile 11,36 ppb arasında değiştiğini belirtmektedirler.

Ca konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimi incelendiğinde ise en düşük değer 1386,0 ppm ile Abana, en yüksek değer ise 18689,6 ppm ile Küre2 lokasyonlarında elde edilmiştir. Altun vd., (2017) Türkiye’nin doğu ve güney bölgelerinden topladığı bal numunelerinde Ca konsantrasyonunun bazı numunelerde 1 ppb’nin altında kaldığını ancak bazı numunelerde 4,5 ppb’ye kadar çıktığını belirtirken Solayman vd., (2015) Ca konsantrasyonunun 4,85 ppb’den 218,00 ppb’ye kadar geniş bir aralıkta olabildiğini belirtmişlerdir.

Al ve Ca gibi daha çok besin elementi olarak değerlendirilen K konsantrasyonlarının lokasyon bazında değişimleri değerlendirildiğinde ise Doğanyurt, İnebolu ve Küre lokasyonlarında K konsantrasyonlarının belirlenebilir limitlerin altında kaldığı belirlenmiştir. Diğer lokasyonlarda elde edilen en düşük değerler 508,2 ppm ile Bozkurt2 ve en yüksek değer ise 11832,2 ppm ile Abana lokasyonunda elde edilmiştir. Altun vd., (2017) Türkiye’den topladığı bal numunelerinde Al konsantrasyonunun 1,18 ppm ile 268 ppm arasında değiştiğini belirtirken Solayman vd., (2015) K konsantrasyonunun 39,66 ppb ile 1349,34 ppb arasında değiştiğini belirtmektedirler.

6. ÖNERİLER

Çalışma kapsamında Kastamonu İli Karadeniz sahil şeridinde yer alan altı (Abana, Bozkurt, Cide, Doğanyurt, Küre ve İnebolu) adet ilçede toplam onbeş farklı lokasyondan temin edilen kestane ballarında bazı fiziksel ve kimyasal parametreler belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler birbirleri ile istatistiki olarak kıyaslanarak, çalışmaya konu parametreler bakımından en yüksek ve en düşük değerlerin hangi lokasyonlardan elde edildiği ve aralarındaki benzerlikler değerlendirilmiştir.

Öncelikle incelenen temel fizikokimyasal niteliklerden kestane ballarının indis ve buna bağlı kuru madde değerlerinin lokasyonlara göre dar bir aralıkta (79,20-83,52) olduğu ve fazla değişim göstermediği bulunmuştur. Benzer olarak elektriksel iletkenlik değerlerinin de yalnızca 1,70-2,11 mS/cm aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Çalışma sonuçları bazı parametreler bakımından ise farklı ilçelerin veya lokasyonların ön plana çıktığını göstermektedir. Özellikle balların renk değerlerinin çok değişken olduğu, bazı lokasyonların görsel olarak da çok daha koyu kahve rengine, bazılarının ise açık sarı çiçek balı rengine benzer olduğu belirlenmiştir. Bu durum spektroskopik olarak renk değişim değeri olarak değerlendirildiğinde ise Bozkurt2 balı 107,25 iken, Doğanyurt 1 336,00 olarak bulunmuştur. Bal renk ve antioksidan aktivite değerleri arasında korelatif ilişkisinin olduğuna dair daha önce literatürde yapılmış olan çalışmalara istinaden bu çalışmada da Kastamonu kestane balının renk ve antioksidant aktivite değerleri arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Tıpkı renk değerlerinde olduğu gibi antioksidant aktivite değerlerinin de geniş bir aralıkta değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bozkurt1 lokasyonundan elde edilen numunenin antioksidan aktivitesi % 27,203 iken Doğanyurt1 lokasyonundan temin edilen numunenin antioksidan aktivitesi %63,051 olarak bulunmuştur. Kestane balının renk değişimi ve antioksidant aktivitesi arasındaki korelasyon ise diğer ballarda bulunanlardan daha yüksek olarak $R^2=0,869$ bulunmuştur.

Benzer olarak Kastamonu kestane ballarının mineral madde ve ağır metal içeriklerinin de geniş değişim gösterdiği belirlenmiştir. Örneğin Abana lokasyonundan elde edilen ballarda Na konsantrasyonunun 1410,0 ppm olduğu Bozkurt1 lokasyonundan temin edilen ballardaki Na konsantrasyonunun ise 3041,3 ppm olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla çalışma verileri kullanılarak istenilen karakterlerin en üst düzeyde olduğu ballar tercih edilebilir. Örneğin antioksidan aktivitesinin yüksek olması isteniyorsa ilk tercih Doğanyurt1 lokasyonunda üretilen ballar olmalıdır.

Çalışma sonucunda değerlendirilen ballar batı Karadeniz bölgesinin sahil şeridinde üretilen ballardır ve bu bölgede kestane ağaçlarının yoğun bulunması ve ballardaki kestane çiçeğinin özlerinden kaynaklanan tadın yoğun olması sebebiyle çalışmaya konu ballar kestane balı olarak isimlendirilmektedir. Oysa bölgede çok sayıda bitki bulunmakta ve bu bitkilerin çiçeklenme durumları balın içeriğini ve dolayısıyla kalitesini şekillendirmektedir. Bu bitkilerin çiçeklenme dönemlerinin farklı olması dolayısıyla farklı dönemlerde üretilen balların içerik ve kalitesinin de farklı olacağı düşünülmektedir. Ancak bu konuda yapılmış yeterli düzeyde çalışma bulunmamaktadır. Bu konunun gelecekteki çalışmalarda ele alınması önerilmektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler literatür bilgileri ile kıyaslanmaya çalışılmış ve tartışma bölümünde açıklanmaya çalışıldığı üzere çalışma kapsamında elde edilen değerler ile literatür bilgileri arasında bazı parametreler bakımından büyük farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir. Ancak, balların içerik ve kalitesini etkileyen çok sayıda faktör bulunmaktadır ve bu faktörler konusunda da yeterli düzeyde çalışma bulunmamaktadır. Bu konudaki çalışmaların da çeşitlendirilip artırılarak devam ettirilmesi önerilmektedir.

Çalışma sonucunda elde edilen bazı değerlerin örneğin, ağır metallere ilişkin bulguların ne ifade ettiği konusunda kesin yorumlamalarda bulunulamamıştır. Bunun en önemli sebebi, bu parametreler için uygun değer aralıklarının ne olması gerektiği konusunda yeterli ve yasal bir prosedürün bulunmamasıdır. Özellikle Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'nde ağır metal sınır değerlerinin belirlenmemiş

olması büyük bir eksikliktir. Zira ağır metaller sağlık açısından son derece önemli olan elementlerdir ve bazıları düşük konsantrasyonlarda bile toksik etki gösterirken besin elementi olanların bile bir çoğu düşük konsantrasyonlarda insan sağlığı için gerekli iken yüksek konsantrasyonlarda son derece tehlikeli olabilmektedir. Bundan dolayı bu elementlerin hangi değer aralıklarında olması gerektiği kesinlikle yasal olarak belirlenmelidir.

Özellikle ağır metaller ile ilgili olarak yasal sınırlar belirlendikten sonra ikinci aşamada bu parametrelerin kontrol mekanizmaları oluşturulmalı, yasal yaptırımlar belirlenmeli ve uygulanmalıdır. Çünkü ağır metaller sağlık açısından son derece önemli olmaları yanı sıra özellikle gıdalardaki konsantrasyonları sağlık açısından daha büyük önem taşımaktadır. Gıda güvenliğinin en önemli gündem konularından birisi haline geldiği günümüzde, ballardaki ağır metal içerikleri de çalışma ve yasal düzenlemelere konu edilmelidir.

Bal, insan sağlığı açısından son derece önemli bir gıda maddesi olmakla birlikte üretim prosedürü gereği içerik ve kalitesi oldukça değişken olan ve ayrıca en çok hile yapılabilen gıdaların başında gelmektedir. Bundan dolayı üretilen balların içerik ve kalitesinin şeffaf ve sürdürülebilir şekilde denetlenmesi, konu ile ilgili olarak etkin ve caydırıcı bir yasal prosedür oluşturulması ve işletilmesi, konu ile ilgili olarak da tüketicilerin akılda soru işareti kalmayacak şekilde bilgilendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu konudaki yasal düzenlemelerin biran önce uygulamaya konulması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Al Khalifa, A.S. & Ahmad, D. (2010). Determination of Key Elements by ICP-OES in Commercially Available Infant Formulae and Baby Foods In Saudi Arabia, African, *Journal of Food Science*, 4(7), 464-468.
- Aljadi, A.M. & Kamaruddin, M.Y. (2004). Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two malaysion floral honeys. *Food Chemistry*, 85, 513–518.
- Altun, S.K., Dinç, H. & Paksoy, N. (2017). Analyses of Mineral Content and Heavy Metal of Honey Samples from South and East Region of Turkey by Using ICP-MS, Hindawi International Journal of Analytical Chemistry Volume 2017, Article ID 6391454, ss., 6.
- Anonim. (2012). Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. 28157 Sayılı Resmi Gazete. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Ankara.
- Aricak, B., Cetin, M., Erdem, R., Sevik, H., & Cometen, H. (2019). The change of some heavy metal concentrations in Scotch pine (*Pinus sylvestris*) depending on traffic density, organelle and washing. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3), 6723-6734.
- Bilandzic, N., Dokic, M., Sedak, M., Kolanovic, B.S., Varenina, I., Koncurat, A. & Rudan, N. (2011). Determination of Trace Elements in Croatian Floral Honey Originating from Different Regions. *Food Chemistry*, 128, 1160–1164.
- Bogdanov, S., Ruoff, K. & Oddo, L.P. (2004). Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys. *Apidologie* 35 S4–S17 © INRA/DIB-AGIB/ EDP Sciences, 2004.
- Buldini, P.L., Cavalli, S., Mevoli, A. & Sharma, J.L. (2001). Ion Chromatographic and Voltammetric Determination of Heavy and Transition Metals in Honey. *Food Chemistry*, 73, 487–495.
- Carmen, A. & Cristina, M. (2001). Environmental pollution and its effects on honey quality. *Romanian Biotechnological Letters*, 6(5), 371-379.
- Cempel, M. & Nikel, G. (2006) A Review of Its Sources and Environmental Toxicology. *Polish Journal of Environmental Studies*, 15(3), 375–382.
- Cortes, T.E., Das, H.A., Fardy, J.J., Bin Hamzah, Z., Iyer, R.K., Sun, L., Leelhaphunt, N., Muramatsu, Y., Parr, & R.M., Qureshi, I.H., (1994). Toxic Heavy Metals and Other Trace Elements in Foods Tuffs from 12 Different Countries. An IAEA Coordinated Research Program. *Biological Trace Element Research*. 43-45:415-22.

- Çınar Bilgen, S. (2010). Türk çam balının analitik özelliklerinin incelenmesi üzerine araştırma. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çevik, M. (2018). Türk Tarım Orman Dergisi. Eylül-Ekim
- FAO. (2016). www.fao.org, Erişim: 20.03.2017.
- Golob, T., Doberšek, U., Kump, P. & Necemer, M. (2005). Determination of Trace and Minor Elements in Slovenian Honey by Total Reflection X-Ray Fluorescence Spectroscopy. *Food Chemistry*, 91, 593–600.
- Güler, Z. (2005). Doğu Karadeniz Bölgesinde Üretilen Balların Kimyasal ve Duyusal Nitelikleri. *Gıda*, 30 (6), Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/gida/issue/7003/93262>
- Habib, H.M., Al Meqbali, F.T., Kamal, H., Souka, U.D. & Ibrahim, W.H. (2014). Bioactive Components, Antioxidant, and DNA Damage Inhibitory Activities of Honeys from Arid Regions. *Food Chemistry*, 153, 28–34.
- Hendek Ertop, M. & Atasoy, R. (2018). Investigation of Some Physicochemical, Nutritional and Rheological Properties of Kastamonu Chestnut Honey, International Symposium on Multidisciplinary Academic Studies, 16 - 17 November 20
- Hernandez, O.M., Fraga, J.M.G., Jimenez, A.I., Jimenez, F. & Arias, J.J. (2005). Characterization of Honey from the Canary Islands: Determination of the Mineral Content by Atomic Absorption Spectrophotometry. *Food Chemistry*, 93, 449–458.
- JECFA. (2009). Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, <http://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/search.aspx>.
- Kambur, M., Yıldız, İ. & Kekeçoğlu, M. (2015). Düzce İli Yığılca İlçesinde Üretilen Balların Kimyasal ve Paninolojik Analiz Yöntemleri İle Değerlendirilmesi, *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 15 (12) 67-79
- Kaya, S. & Pirincci, I. (2002). Environmental Toxicology. In S. Kaya, I. Pirincci and A. Bilgili (eds), *Toxicology in veterinary medicine*. 2nd ed., Medisan, Ankara, Turkey, 731-764.
- Kumova, U., Korkmaz, A., Avcı, B. C. & Ceyran, G. (2002). Önemli Bir Arı Ürünü: Propolis. *Uludag Bee Journal* May.
- Kumova, U. & Korkmaz, A. (2005). Arı Yetiştiriciliği, Türkiye tarımsal araştırmalar projesi yayınları (TARP), TÜBİTAK.

- Melliou, E. & Chinou, I. (2011). Chemical constituents of selected unifloral Greek bee-honeys with antimicrobial activity. *Food Chemistry* Volume 129, Issue 2, 15 November , Pages 284-290
- Nagai,T., Sakai, M., Inoue, H. & Suzuki, N. (2001). Antioxidative activities of some commercially honeys, royal jelly and propolis. *Food Chemistry*, 75: 237–240.
- Oroian, M., Prisacaru, A., Hretcanu, E. C., Stroe, S. G., Leahu, A., & Buculei, A. (2016). Heavy metals profile in honey as a potential indicator of botanical and geographical origin. *International journal of food properties*, 19(8), 1825-1836.
- Ömür, B. (2015). Karadeniz bölgesinde üretilen kestane (*Castanea sativa* mill.) ballarının biyokimyasal özelliklerinin incelenmesi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans Tezi, Ordu
- Pehlivan, T., & Gül, A. (2015). Determination of heavy metals contents of some monofloral honey produced in Turkey. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 5(08), 042-045.
- Pisani, A., Protano, G. & Riccobono, F. (2008). Minor and Trace Elements in Different Honey Types Produced in Siena County (Italy). *Food Chemistry* , 107, 1553–1560.
- Przybyłowski, P., & Wilczyńska, A. (2001). Honey as an environmental marker. *Food chemistry*, 74(3), 289-291.
- Rahman, M.S., Molla, A.H., Saha, N. & Rahman, A. (2012). Study on Heavy Metals Levels and Its Risk Assessment in Some Edible Fishes from Bangshi River, Savar, Dhaka, Bangladesh. *Food Chemistry*, 134, 1847–1854.
- Rogoff, B., & Mistry, J. (1985). Memory development in cultural context. M. Pressley & C. J.Brainerd (Eds.), *Cognitive learning and memory in children* (pp. 117-142). New York: Springer-Verlag.
- Ruttner, F. (1988). Apis Florea in Africa: Source of the Founder Population- Bee World, Vol:68.
- Sobhanardakani, S., & Kianpour, M. (2016). Heavy metal levels and potential health risk assessment in honey consumed in the west of Iran. *Avicenna Journal of Environmental Health Engineering*, 3(2), e7795.
- Solayman, M., Islam, M. A., Paul, S., Ali, Y., Khalil, M. I., Alam, N., & Gan, S. H. (2016). Physicochemical properties, minerals, trace elements, and heavy metals in honey of different origins: a comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1), 219-233.

- Sultanoğlu, P. (2011). Hatay İlinde Üretilen Balların Eser Element Düzeyleri ve Kemometrik Yöntemlerle Karakterizasyonu, Hatay, Turkey, Mustafa Kemal Üniversitesi, Thesis of MSc.
- Şahinler N., Şahinler, S. & Gül, A. (2001). Hatay yöresi ballarının bileşimi ve biyokimyasal analizi. MKÜ Ziraat Fak Derg, 6, 93-108.
- Tayar, M. (2010). Ağır Metaller. Gıda Güvenliği. T.C. Marmara Belediyeler Birliği Yayını:90-95.
- TS 13366, (2008). Türk Standartları Enstitüsü Elektriksel İletkenlik Tayini.
- TS 13360, (2008). Türk Standartları Enstitüsü Serbest Asit Muhtevasının Tayini.
- TS 13365, (2008). Türk Standartları Enstitüsü Su Muhtevası Tayini.
- TS 3036 & 3036/T1 (2002). Türk Standartları Enstitüsü Bal Standartı.
- Turkyilmaz, A., Cetin, M., Sevik, H., Isinkaralar, K. & Saleh, E.A.A. (2018a). Variation of heavy metal accumulation in certain landscaping plants due to traffic density. *Environment, Development and Sustainability*, 1-14.
- Turkyilmaz, A, Sevik, H. & Cetin, M. (2018b) The use of perennial needles as bio-monitors for recently accumulated heavy metals. *Landsc Ecol Eng* 14(1):115-120
- Turkyilmaz, A., Sevik, H., Cetin, M. & Ahmaida Saleh, E.A.(2018c) Changes in heavy metal accumulation depending on traffic density in some landscape plants. *Pol J Environ Stud* 27(5):2277–2284.
- Turkyilmaz, A., Sevik, H., Isinkaralar, K. & Cetin, M. (2018d) Using Acer platanoides annual rings to monitor the amount of heavy metals accumulated in air. *Environ Monit Assess* 190:578.
- Tuzen, M. & Soylak, M. (2005). Trace Heavy Metal Levels in Microwave Digested Honey Samples from Middle Anatolia, Turkey. *Journal of Food and Drug Analysis* , 13, 343–347.
- Tuzen, M., Silici, S., Mendil, D. & Soylak, M. (2007). Trace element levels in honeys from different regions of Turkey. *Food Chemistry*, 103, 325-330.
- Yücel, Y. & Sultanoğlu, P. (2013). Characterization of Hatay honeys according to their multi-element analysis using ICP-OES combined with chemometrics. *Food Chemistry*. Volume 140, Issues 1–2, 1–15 , Pages 231-237

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Uğur ERTOP
Doğum Yeri ve Yılı : KONYA / 23.04.1975
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : ugur.ertop@tariorman.gov.tr



Eğitim Durumu

Lise : Ankara Anadolu Meteoroloji Meslek Lisesi, 1993
Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 1997

Mesleki Deneyim

İş Yeri : Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri GM., 1993-2000
İş Yeri : Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, 2000-2009
İş Yeri : Karaman Valiliği İl Proje Ofis Avrupa Birliği Proje Uzmanı, 2005-2007.
İş Yeri : Kadınhanı İlçe Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müd., 2009-2011
İş Yeri : Gümüşhane İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müd., 2011-2016
İş Yeri : JAPONYA-TÜRKİYE ORTAKLI DOKAP-TARIM PROJESİ (JAİKA) - Koordinatör, 2011-2014
İş Yeri : Devrekani İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, 2016- Devam Ediyor

Yayımları

Ertop, U. & Ertop, M.H. (2013). The product properties and production methods of traditional Araköy bread. The 2nd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, 24-26 October, Macedonia.

Ertop, M.H., Ertop, U. & Hayta, M. (2011). Geleneksel bir gıda olarak “Kadınhanı Tahinlisi” nin üretim yöntemi ve ürün özelliklerinin incelenmesi. 7.Gıda Mühendisliği Kongresi,58, Ankara.

- Teğrak, T., Gerçek, H., Ertop, M.H. & Ertop, U. (2012). Geleneksel bir gıda olarak Çişiş'in yöresel tüketim şekilleri, 3.Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 522-523, Konya.
- Ertop, M.H. & Ertop, U. (2012). Süt kaynaklı ingredientlerin fırıncılık ürünlerinde kullanım olanakları, Süt Endüstrisinde Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu, 80, Denizli.
- Ertop M.H. & Ertop, U. (2015). Determination Of Physicochemical And Antioxidative Properties Of Traditional Marmalades Produced By Using Rosehips Harvested From Different Altitudes Of Gümüşhane. The 3th International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, Bosnia Herzegovina.
- Ertop, U. (2012). Tiylol Grubu Bileşikler. Türkiye 11. Gıda Kongresi, Hatay
- Ertop, M.H. & Ertop, U. (2017). Protection of Ancestral Food Grains for the Food Sustainability: A Sample "Siyez Wheat (*Triticum monococcum*)", NUTRICON Food Quality, Safety, Health&Nutrition Symposium, Skopje/Macedonia (accepted) (oral presentation)
- Ertop, U, Bektaş, M. & Ertop, M.H. (2017). Antinutrient Compounds in Cereals and Pulses, NUTRICON Food Quality, Safety, Health&Nutrition Symposium, Skopje/Macedonia
- Ertop, M.H. & Ertop, U. (2017.) Slow Food For Biodiversity: Presidium In Turkey, NUTRICON Food Quality, Safety, Health&Nutrition Symposium, Skopje/Macedonia
- Ertop, M.H. & Ertop, U. (2018). Comparision of Some Nutritional Properties and Mineral Contents of Siyez Wheat (*Triticum monococcum*) Samples Cultivated from Kastamonu and Abroad. International Agricultural Science Congress, 9-12 May., Van,Turkey. (Oral presentation)
- Ertop, U. & Ertop, M.H. (2018). Comparison of Mineral Contents of Durum (*Triticum Durum*) Bulgur and Einkorn (*Triticum Monococcum*) Bulgur Produced as Industrial and Home Made, International Agricultural Science Congress, 9-12 May., Van,Turkey.
- Ertop, U., (2020). Kastamonu İlinde Üretilen Kestane Ballarının Bazı Ağır Metal İçerikleri ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kastamonu.