



**MEŞHUR ÇORUM LEBLEBİSİNDE FARKLI KAVURMA KOŞULLARINDA  
OLUŞAN FİZİKSEL VE KİMYASAL DEĞİŞİMLERİN BELİRLENMESİ  
VE  
ÜRETİM SÜRECİ OPTİMİZASYONU**

**“ ÇORUM İÇİN BİR PROJEM VAR”  
PROJE SONUÇLARI**

**Proje Yürütücüsü**

**Öğr. Gör. Hakan APAYDIN**

**Çorum, 2020**

## Önsöz:

Cumhuriyet tarihi boyunca belediyeçilik ve belediye kurumu halka direkt dokunan görevler almış ve bu nedenle halkın talep ve isteklerini direkt ilettiği kurum olarak süregelmiştir. Bu işleyen süreç 21. Yüzyılda daha önem kazanarak belediyeçilik hizmetlerinin çeşitlenmesini, sorumluluk alanlarının artmasını, temel belediyeçilik faaliyetlerinin yanı sıra belediyelerin dinamik bir Ar-Ge sürecinin içerisinde yer almasını sağlamıştır. Belediyeçiliğin sağladığı güvenli, sağlıklı ve doğru hizmetlerin götürüldüğü şehirler, yaşayan halkın günlük hayatlarına ve gelecek nesillerin sağlığına olumlu sirayet etmiştir.

Belediyemizin internet sitesinde Çorum leblebisinden; “Çorum’da alınabilecek şeylerin başında, şehrin sembollerinden olan, Çorum leblebisi gelmektedir. 40’a yakın çeşidi bulunan, odun ateşinde pişmiş hakiki Çorum leblebisinin tadını beğeneceğinize emin olabilirsiniz.” şeklinde bahsetmektedir. Bu açıklama belediyemizin Çorum leblebisi markasına belediye tarafından verilen önemi ortaya koymaktadır. Belediyemiz, ÇORUM İÇİN PROJEM VAR protokolü kapsamında, ilimizin tanıtım yüzü olan leblebinin farklı parametreler ile detaylı bir şekilde incelenmesi için verdiği destek için tekrar teşekkür ederim. Şahsıma bu çalışma ile Çorum Leblebisi markasına katkıda bulunma fırsatı verilmesinden dolayı mutluluğu ifade etmek isterim.

Çalışma kapsamında sıcaklık ve süre parametrelerini değiştirerek farklı kavurma koşullarında leblebiler üzerine gerekli analizler yapılmış, akrilamid ve aflatoksin gibi proses kontaminantlarının gelişiminin izlenmesinin yanı sıra önemli bir mineral kaynağı olan leblebinin elementel içeriği ortaya konmuştur. Ayrıca insan vücudunun bu mineral içeriğinin ne kadarına ulaşabildiği ve üretim prosesinin buna etkisi değerlendirilmiştir. Yapılan diğer analizler ile de iyi lezzetli olarak tanımlanan leblebiye laboratuvar koşullarında ölçülebilir bir kalite standardı getirilmeye çalışılmıştır.

Bu çalışmada öncü rol üstlenen, Belediye ve Üniversitenin aynı paydada buluşmasını sağlayan, Belediye Başkanı Sayın Dr. Halil İbrahim AŞGIN ve Sayın Hitit Üniversitesi Rektörü Prof. Dr. Ali Osman ÖZTÜRK’e teşekkür ederim.

Çalışmaların gerçekleştirilmesinde desteklerini esirgemeyen kıymetli hocalarım, Namık Kemal Üniversitesi’nden Sayın Prof. Dr. Mehmet DEMİRCİ ve Sayın Doç. Dr. İbrahim PALABIYIK’a, Hacettepe Üniversitesinden Sayın Prof. Dr. İsmail Hakkı BOYACI hocama, Hitit Üniversitesinden Sayın Müdürüm Prof. Dr. İrfan KURTBAŞ hocama ve Sayın Hocam Doç. Dr. Engin YILDIRIM’a, çalışmalarına desteğini esirgemeyen değerli meslektaşım, sevgili eşim Dr. Demet APAYDIN’bir kez daha teşekkürlerimi sunarım.

Öğr. Gör. Hakan APAYDIN

26.10.2020, Çorum

## İçindekiler

1. GİRİŞ .....	1
1.1 Leblebiye Genel Bakış.....	1
1.1.1. Nohut.....	1
1.1.2 Leblebi.....	2
1.2 Mineraller .....	5
1.2.1 Potasyum: .....	5
1.2.2 Kalsiyum, Fosfor .....	6
1.2.3 Demir.....	11
1.2.4 Çinko .....	12
1.2.5 Bakır .....	14
1.2.6 Mangan.....	15
1.2.7 Selenyum .....	15
1.2.8. Toksik Ağır Metaller .....	16
1.3. Akrilamid.....	17
1.4. Mikotoksinler.....	18
1.5. Lazer İndüklü Plazma Spektrokopi Tekniği .....	19
2. MATERYAL ve YÖNTEM .....	20
2.1. Nem Tayini .....	20
2.2. Tekstür Analizi .....	20
2.3. Kavurma İşlemi .....	21
2.4. İstatistiksel Değerlendirme .....	22
2.5. Akrilamid Analizi .....	23
2.5.1. Test Koşulları .....	23
2.6. Aflatoksin .....	24
2.7. Mineral Biyoyaralınım Analizleri .....	25
2.8. Lazer İndüklü Plazma Spektroskopisi ile Elementel İçerik Analizi.....	26
3. SONUÇLAR .....	27
3.1. Tekstür Analizi Sonuçları.....	27
3.2. % Nem ve Su Aktivitesi Sonuçları .....	33
3.3. Renk Analizi Sonuçları.....	33
3.4. Aflatoksin analiz sonuçları .....	34
3.5. Akrilamid Analiz Sonuçları.....	35
3.6. Elementel İçerik Analiz Sonuçları.....	38

3.7. in-Vitro Mineral Biyoyararlımın Analiz Sonuçları .....	39
3.8. Lazer İndüklü Plazma Spektroskopisi Analiz Sonuçları .....	42
3.9. Duyusal Analiz Sonuçları .....	45
4. DEĞERLENDİRME.....	47
5. KAYNAKLAR: .....	50

# 1. GİRİŞ

## 1.1 Leblebiye Genel Bakış

### 1.1.1. Nohut

Leblebinin hammaddesi olan nohut, *Leguminosae* familyası, *Cicer arietinum* L. cinsindedir (Ladizinsky ve Adler, 1976). Nohut (*Cicer arietinum* L.) toprak istekleri az, kurak ve yarı kurak bölgelerde yetişebilen, önemli bir baklagildir. Türkiye’de yetiştirilen yemeklik tane baklagiller içinde nohudun %51.2’lik üretim miktarı bulunduğu belirtilmektedir (TÜİK, 2020). Nohut; protein, karbonhidrat, ham lif ile bazı mineral ve vitaminlerce zengin bir baklagildir. Bu ürün hem yemeklik hem de çerezlik ürün olarak ülkemizde ve dünyanın birçok bölgesinde sevilerek tüketilmektedir (Gülümser, 1988). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü verilerine göre en çok nohut yetiştiren ülkeler Asya’da Türkiye, Hindistan, Pakistan, Afrika’da Etiyopya, Amerika Birleşik Devletlerinde California ve Meksika’dır. Nohudun gıda sanayinde birçok amaçlı kullanılırken en önemli kullanım alanlarından birisi de leblebi imalatında hammadde olarak kullanılmasıdır. Leblebi üretiminde kullanıldığından dolayı önemli bir hammaddedir (Bilgir, 1972).

<b>Besin Değeri</b> ( <i>Nutritional Value</i> )	<b>Miktar</b> ( <i>Quantity</i> )
Karbonhidrat (%) <i>Carbohydrate</i> (%)	38.1-73.3
Protein ( <i>Protein</i> )	17.8-31.2
Yağ ( <i>Oil</i> )	1.5-6.8
Selüloz ( <i>Cellulose</i> )	1.6-9.0
Kül ( <i>Ash</i> )	2.1-11.4
<b>Besin Değeri</b> ( <i>Nutritional Value</i> )	<b>Miktar</b> ( <i>Quantity</i> )

Çizelge 1 Nohudun besin değerleri (Gençkan, 1958; Gülümser, 1988)

Çizelge 1’de görüldüğü üzere ülkemizde üretilen nohutların besin değerleri farklılık göstermektedir ve bu durum nohutların farklı çeşitlere sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nohutlardan leblebi üretiminde kullanılacak olanlarının şekil, büyüklük, renk ve hasat zamanı gibi belirli özelliklere sahip olması gerekmektedir. Nohutların şekil, büyüklük ve rengi cinse bağlı olarak değişmektedir. Nohutların hasat zamanı ise tavlama işlemini ve son ürün kalitesini etkilemektedir. Nohutlar Kabuli ve Desi çeşidi olarak iki ana çeşit altında

toplanmaktadır. Kabuli iri taneli, koç başı biçiminde, Desi çeşidi ise daha küçük taneli, kabuklu ve tam yuvarlak değildir. Desi çeşidi nohutlarda kabuk pembe, Kabuli çeşidinde ise beyazdır. Nohut tanelerinin 21 farklı rengi ve tonu mevcuttur (Sağlam ve Seydim 2017).

Nohuttan leblebi oluşumuna kadar geçen sürede nohudun besin değerleri yönünden geçirdiği değişim Çizelge 2’de verilmiştir.

<b>Besin Değeri</b> (%) <i>Nutritional</i> <i>value (%)</i>	<b>Ham Nohut</b> <i>Raw</i> <i>Chickpea</i>	<b>Kavurmadan</b> <b>Önce</b> <i>Before roasting</i>	<b>Tek</b> <b>Kavrulmuş</b> <i>Single roasted</i>	<b>Çifte Kavrulmuş</b> <i>Double roasted</i>
Su (Water)	10.47	7.42	7.08	6.42
Kül (Ash)	2.43	2.52	2.64	2.80
Protein ( <i>Protein</i> )	22.67	22.79	24.01	22.94
Nişasta ( <i>Starch</i> )	50.88	53.30	50.44	46.33

Çizelge 2 Leblebi yapım aşamalarındaki değişimler

Nohudun zengin besin içeriğinden dolayı, gelişmekte olan ülkelerde tahıllara katılarak protein/kalori dengesizliğine çözüm sağlanmaktadır. Jambunathan ve ark. (1994)’nın Hindistan’da yaptığı çalışma sonucuna göre, beslenmelerinde sürekli nohut tüketenlerin serum kolesterol değerlerinin tüketmeyenlere oranla düşük olduğunu, ayrıca kalp hastalıklarına yakalanma olasılıklarının daha az olduğunu belirlemişlerdir. Williams ve ark. (1994)’nın çalışmalarında yemeklik tane baklagillerin şişmanlık, kalp damar hastalıkları, hipertansiyon, şeker ve kanser oluşumunu önlediği tespit etmişlerdir.

### 1.1.2 Leblebi

Leblebi, nohudun bazı ön işlemlerden geçtikten sonra farklı sıcaklıklarda kavrulması ile elde edilen ve çerez olarak tüketilen geleneksel bir üründür. (Gürsul ve Batu 2010). Leblebi, Türkiye’de ve bazı Ortadoğu ülkelerinde nohuttan üretilen geleneksel bir çerez çeşididir. Leblebinin tarihi yaklaşık 1000 yıl öncesine dayanmaktadır. Türkiye’de leblebi Osmanlı İmparatorluğu zamanından bu yana tüketilmektedir (Coşkuner ve Karababa, 2004). Leblebi kelimesi Farsça da kavrulmuş nohut anlamında gelen “leblebû” kelimesinden dilimize

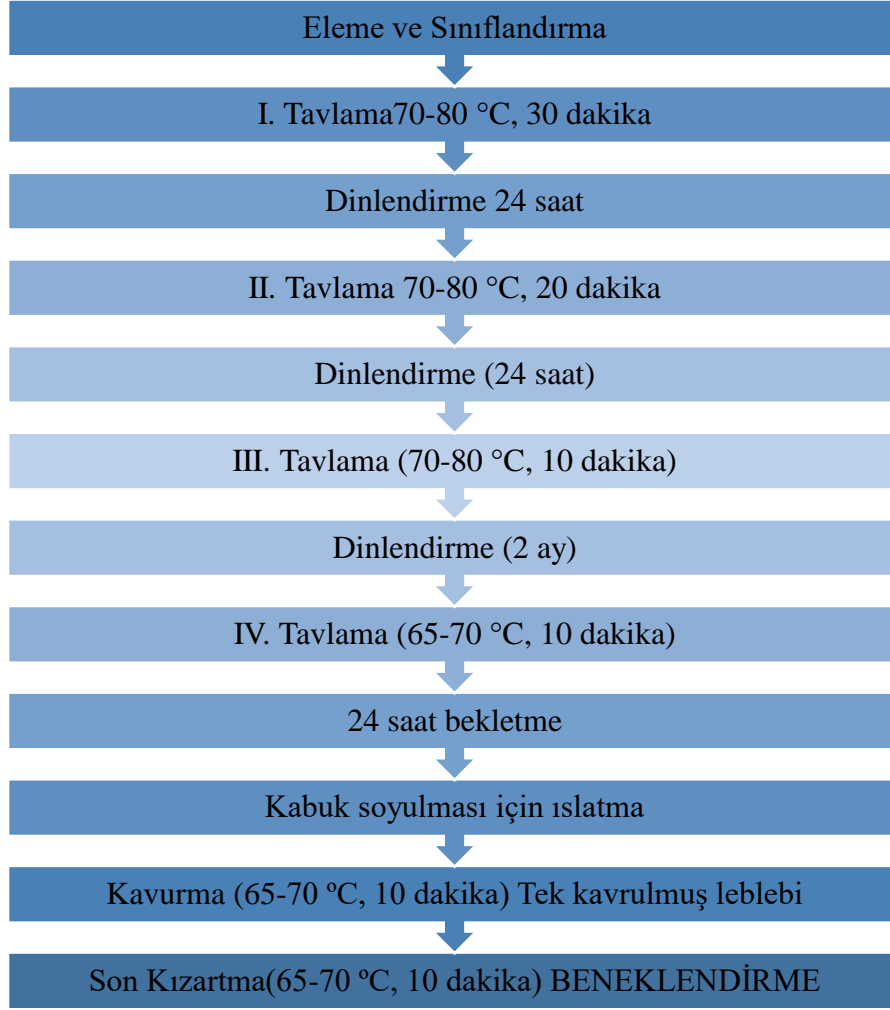
yerleşmiştir (Sağlam 2006). Leblebinin, sarı ve beyaz leblebi başta olmak üzere, şekerli, baharatlı ve aromalı birçok çeşidi üretilmektedir.

### 1.1.2.1 Günümüzde Leblebi Üretimi

Bu yöntem özellikle Ege bölgesinde Denizli ve Kütahya illerinde yapılmaktadır. Geleneksel yöntemden farklılığı ise üretimde kullanılan ekipmanların, pişirmede kullanılan yakıtın cinsi, üretim miktarının çokluğundan kaynaklanmaktadır. Leblebi üretiminde kullanılan ekipmanlar temizleme sınıflandırma ekipmanları ile ısıtma ekipmanları olmak üzere iki ana gruba ayrılır (Anonim 2020d).



Şekil 1 Leblebi sınıflama ve tavlama makineleri



Tek Kavrulmuş Günümüz leblebi Üretim Akış Şeması (Anonim 2020).

#### 1.1.2.2 Çorum Leblebisi:

Çorum, Karadeniz ile İç Anadolu bölgesi arasında bir geçit konumundadır. Bu konumuna bağlı olarak şehir az rutubetli ve akşamları esen bir rüzgârı olan ılıman bir iklime sahiptir. Bu iklim koşullarının leblebi üretimine önemli oranda olumlu bir etkisinin olduğu ve leblebiye kendine has tat ve kokuyu kazandırmasına yardımcı olduğu için Çorum leblebisi adıyla tüketici tarafından tercih edildiği bilinmektedir (Anonim 2020d).

Çorum Leblebisi, Çorum Ticaret Borsası'nın 2001 yılında yaptığı müracaat sonucunda, 2002 yılında Türk Patent Enstitüsü tarafından Coğrafi İşaret Tescil Belgesi Mahreç İşareti ile koruma altına almıştır. Tescil Belgesinde leblebi üretimine kullanılacak olan hammaddenin damla cinsi ve kalın kabuklu nohut olması gerektiği bildirilmektedir. Damla cinsi nohudun doğal 100 adeti asgari 55-57 gram olmak şartını taşıması koşuluyla Çorum'da üretilen damla cinsi nohut olması veya benzer iklim özelliklerini taşıyan yörelerde yetişen damla cinsi nohut



kullanılabileceği saptanmıştır. Türk Standartlar Enstitüsü de 2006 yılında TS-13194 sayılı Leblebi standardını yayınlamıştır. Standartta sarı leblebi, beyaz (sakız) leblebi, kırık leblebi ve kaplamalı leblebi olmak üzere dört ayrı tanım bulunmaktadır. Leblebi standarda göre, Ekstra, I. ve II. Sınıf olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır (Anonim 2020d).

Leblebi, çok aşamalı ve uzun süren işlemler içerdiği için ülkemizde genellikle küçük aile işletmeleri tarafından imal edilmektedir. Son dönemlerde özellikle Ege bölgesindeki bazı işletmelerde endüstriyel üretime geçilmiştir. Türkiye’de değişik bölgelerde iki farklı çeşit leblebi üretimi bulunmaktadır. Kabuğu soyulmuş leblebiler (Sarı ve Girit leblebisi) ve kabuğu soyulmamış leblebiler (beyaz leblebi) olarak çeşitlendirilir (Anonim 2020d). Sarı leblebi parlak sarı renkli, iri, yumuşak tektürü, ağızda dağılan, dişe yapışmayan özellikte ve kendine has aromada olması gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca yanık kokusunun olmaması ve siyah beneklerin az olması tavsiye edilmektedir (Aydın, 2002).

## **1.2 Mineraller**

### **1.2.1 Potasyum:**

Potasyum, vücut sıvısının elektrolitlerinden olup vücut sıvılarının ozmotik basıncı ve asit baz dengesi için gereklidir.

Potasyumun vücuttaki miktarı yaklaşık 150 g kadardır. Sodyum ve potasyumun vücuttaki dağılımı fonksiyonlarıyla yakından ilgilidir.

Buna karşılık potasyumun yaklaşık %98’i ekstrasellüler sıvıda bulunmakta, toplam miktarının 4/5’i iskelet kasında yer almaktadır.

**Fonksiyonları:** Potasyum intrasellüler basınçtan sorumludur. Potasyum sinir ve kasların duyarlılığında spesifik etki gösterir.

Besinlerin çoğunda bulunan hayati öneme sahip minerallerden biridir. Başta kalp, kas ve kemik sağlığı olmak üzere vücut sistemlerinin düzgün çalışmasına yardımcı olur. Potasyumu dengede tutmak böbreklerin görevidir. Yüksekliği veya eksikliği tehlikeli, hatta ölümcül olabilir (Anonim 2020a).

Potasyum yetersizliğinde, glikojen deposunun azalması ile kas yorgunluğu, kalp atışında bozulma, adrenal hipertroksi ve solunum yetersizliği görülür. Bu durumda vücuda acilen potasyum eriyiği verilmelidir.

**Tüketim için tavsiyeler:** Potasyumca zengin gıdalar ekseri bitkisel kaynaklı gıdalardır (meyveler, sebzeler). Tahmini en az günlük ihtiyaç potasyum için 2000 mg’dır.

### 1.2.2 Kalsiyum, Fosfor

Bu gruptaki minerallerin vücuttaki miktarları çok farklıdır. Kalsiyum vücut kitlesinin % 2'sini oluşturmaktadır. Bu yaklaşık 1–1,5 kg miktarla mineral maddelerin içinde en yüksek miktarı oluşturmaktadır. Fosfat 550–800 g ile vücudun % 1'ini oluşturmaktadır. Kalsiyumun % 99'u ve fosfatların da yaklaşık % 80'ni kemik ve dişlerde bulunmaktadır.

Fosfatların diğer bölümü, enerjice zengin fosfat bağları şeklinde organik formda bulunur ve metabolizmada gıdaların değerlendirilmesinde önemli görevleri bulunmaktadır.

**Sindirim, emilim ve metabolizmaları:** Kalsiyumun bağırsaktaki emilimi, alınan kalsiyumun formu ve miktarına bağlıdır. Kalsiyum, fosfatlarla birlikte alınır. Kompleks oluşumu veya çözünmeyen tuzların meydana gelmesi, vücuda alınan miktarı düşürmektedir. Gıdalarda bulunan oksalat ve fitatlar, çözünmeyen kalsiyum tuzları oluştururlar ve bunlarda çok az rezorbe olabilmektedirler. Fosfat rezorpsiyonu, alüminyum veya demir fosfatlar gibi ağır çözünen fosfatların oluşumu ile etkilenmektedir.

Kalsiyumun ve fosforun kullanılmasında D vitamininin rolü büyüktür. D vitamininin aktif şekli olan 1,25- dihidroksikolekalsiferol, bağırsak epitellerinde kalsiyumu taşıyan proteinin yapımını sağlayarak kalsiyumun emilimi gerçekleştirilir.

Kalsiyumun ince bağırsaklarda emilmesi ve vücutta birikmesi bireyin ihtiyaç durumuna göre değişir. İhtiyacın arttığı durumlarda daha çok kalsiyumun emildiği sanılmaktadır.

Kemik kalsiyumu, kan kalsiyumunun dengede tutulmasını sağlar. Kan kalsiyumu düşünce, paratiroid hormonu salgısı artarak kemikteki değişebilir kalsiyumun kana geçmesini hızlandırır. Aynı zamanda böbrekten kalsiyumun geri emilmesini ve bağırsaktan emilimini hızlandırır. Kan kalsiyum düzeyi yükselince kortizon hormonunun salgısı artar ve kalsiyumun kemiklerde birikimi hızlanır.

Vücudun kalsiyum dengesine ruhsal durumun da etki ettiği bildirilmektedir. Kişinin üzüntü ve baskı altında kaldığı zaman, günlük daha fazla kalsiyuma ihtiyaç duyduğu araştırmalar sonucu anlaşılmıştır. Ayrıca diyetle fazla protein, tuz ve kafein alınması idrarla kalsiyumun atılımını arttırmaktadır. Menopoz ve hareketsizlikten kemiklerden kalsiyum çekilirken, diyetle alınanın biyoyararlılığı azalır.

Fosfor ve kalsiyum sütte olduğu gibi birbirine eşit miktarlarda alındığında emilim yüksektir. Alüminyum fosfor emilimini engeller.

Çocuk ve yetişkinlerde karışık, dengeli diyetdeki fosforun %50–70'i emilir. Bebeklerde; insan sütündeki fosforun % 85'i, inek sütündekinin % 65–70'i emilir.

### **Kalsiyumun Fonksiyonları:**

- İyon formunda sitrat kompleksi veya proteine bağlı olarak alınan büyük orandaki çözünür formdaki kalsiyum vücutta önemli fonksiyonları yerine getirmektedir.
- Kalsiyumun en önemli fonksiyonu kemik ve dişlerin gelişimi ve sağlığının korunmasıdır.
- Kandaki kalsiyum kanın pıhtılaşma etmeni için önemlidir.
- Hücre membranın taşıma fonksiyonunda etkindir.
- Kalsiyum, sinir iletimi ve kalp atımının denetimi için gereklidir. Kalsiyum, sodyum, potasyum ve magnezyum iyonları arasında sağlanan denge, kalp kasının düzenli kasılma ve dinlenmesini sağlar. Kan kalsiyumunun düşmesi kalp spazmına ve tetaniye, yükselmesi kalp ve solunum yetmezliğine neden olur.

### **Fosforun kemik ve dişin yapısının dışında başlıca görevleri:**

- Vücuttaki çok sayıdaki kimyasal reaksiyonlarda önemli rol oynar.
- Fosfatlar hücre içinde önemli bir anyondur.
- Nükleik asitlerin temel bileşenidir.
- Fosfolipit olarak hücre zarının anahtar bileşenidir.
- Çeşitli moleküllerin sentezi ve kas kontraksiyonu için gerekli yüksek enerji bağı ATP ve kreatinin fosfatın oluşumu için gereklidir.
- Glikoz, fruktoz ve galaktoz enerji siklusuna fosforlanarak girer.
- Kazein gibi bazı proteinlerin bileşiminde yer alır.
- Düzenleyici işlevi olan s-AMP ve vitamin koenzimlerinin oluşumu için gereklidir.
- Fosfat tampon sistemi, hücre içi ve böbrek sıvısının asit baz dengesini sağlamada önem taşır. Aynı şekilde ağızda oluşan asitliği tamponlayarak diş çürümelerini önler.

**Tüketim için tavsiyeler:** Kalsiyum ihtiyacının tam olarak belirlenmesi güçtür. Ülkeler arasında alınan kalsiyum 0,3 g (Filipinler) 1 g arasında (Finlandiya) değişmekte olup, bunlar içinde kalsiyum yetersizliği veya fazla tüketim belirtisi görülmemektedir.

Federal Almanya'da 1983 yılı kalsiyum tüketimi ortalama 0,7 g/gün olurken bu hemen hemen günlük tavsiye edilen miktara eşittir (yetişkinler için 900 mg/gün). Hamilelerde ve emzikli kadınlarda daha fazla miktarda tüketim sağlanmalıdır. Çocuklarda ve gençlerde de yeni kemik dokusunun oluşması için nisbi olarak fazla miktarda kalsiyum alınmalıdır.

Önemli kalsiyum kaynağı süt ve süt ürünleridir. İçme sütü olarak yağlı veya yağsız süt kalsiyum kaynağı olarak aynı değerdedir. Gelişmiş ülkelerde kalsiyum ihtiyacının 2/3 'si süt ve süt ürünlerinden karşılanmaktadır. Bunun nedeni süt ve süt ürünlerindeki kalsiyum ve fosforun vücut tarafından yararlanılabilecek formda olmasıdır. Süt ve süt ürünlerinde bulunan kalsiyum/fosfor oranı 1,2/0,9 arasında olduğu halde, diğer gıdalarda bunun tam tersi olup, bu oran 2/1 oranında bulunmaktadır; Vücut için bunun ideali 1/1 oranında olmasıdır. Günlük 900 mg olan kalsiyum ihtiyacı 100 g sert peynir, 300 g mozzarella, 300 g soya fasulyesi, 700 g yoğurt, 800 g süt, 800 g brokoli, rezene, ıspanakla karşılanabilmektedir.

Yetişkinler için ideal günlük fosfor tüketimi 1400 mg/gün'dür. Çok sayıda gıdada fosfor bulunduğundan dolayı insanlarda fosfor eksikliği tanımlanmış değildir. Fosfor için en iyi kaynaklar, kalsiyum ve proteince zengin gıdalar olmuşlardır. 1400–1500 g olan günlük fosfor ihtiyacı; 120 g buğday kepeği, 280 g kuru fasulye, 300 g mercimek, 300 g ceviz içi, 250 g sert peynir, 250 g soya fasulyesi veya 1000 g yoğurtla karşılanabilmektedir.

**Süt kalsiyumu, kemik metabolizması ve osteoporozun önlenmesi:** Osteoporoz, halk arasında kemik erimesi olarak bilinen kemiklerin metabolizma rahatsızlığıdır. Günümüzde bu hastalıklardan rahatsız dünyada çok sayıda insan bulunmaktadır.

Son derece yaygın bir hastalık olduğu anlaşıldıktan sonra, osteoporozun sosyo-ekonomik öneminin farkına varılmıştır. ABD'de yaklaşık 25 milyon kişinin bu rahatsızlığa yakalandığı tahmin edilmektedir. Bu rakam Almanya'da 7–8 milyon civarındadır. Yaşın ilerlemesine paralel olarak, hastalığa yakalananların sayısı da giderek artmaktadır. Bu hastalığın tam bir tedavisi olmayıp, hastalığın görüldüğünde yapılacak en önemli iş daha fazla ilerlemesini önlemek için gerekli önlemleri almaktır.

Osteoporoz çok nedenli bir hastalık olup; genetik faktörler, egzersiz yetersizliği ve beslenme bunların en etkili olanlarıdır. Ayrıca erken menopoz ya da uzun süreli adet kesilmesi, kısa boy, zayıflık, çocuk aldırma, sigara içme ve yüksek oranda alkol kullanma diğer faktörler arasında sayılabilmektedir. Menopoz sonrası dönemlerde bu hastalığa yakalanma oranı bayanlarda erkeklere göre 3 ila 5 kat daha yüksektir. Şüphesiz ki kemik metabolizmasında en etkili faktör kalsiyumdur. Fakat fosfat, flor ve vitamin D de son derece önemlidir. Örneğin, kalsiyum absorpsiyonunu olumsuz etkileyen fosfat bu kişilerde normalin üzerindedir.

**Kemik metabolizması:** İnsanda kemik yapısının oluşumu ilk 20–30 yılda tamamlanmaktadır. Sadece diyetle ilgili faktörler dikkate alındığında, kemik kütlelerinin oluşumunda pik nokta

çocukluk ve yetişkinlik döneminde yeterli ya da yetersiz kalsiyum alımına bağlı olarak değişmektedir.

Pik noktaya 25–30 yaşında ulaşılır. Daha sonraki dönemlerde kalsiyum alımı arttırılırsa bile, kemik kütlesi oluşumunda pik noktanın yükseltilmesi mümkün olmaz. Bu nedenle bir kişinin kemik metabolizması ve kemik oluşumu 25–30 yaşına kadar tamamlanmış olur. Yetişkinlik döneminde yapılması gereken, kemik kütlesinde pik noktanın mümkün olduğu kadar uzun süre korunmasıdır. Normal biyolojik yaşlanma işlemi ile birlikte bu durumu çok uzun süre korumak da mümkün olmaz. Yetişkinlik döneminden itibaren bayanların kemik kütlesinde yılda %1, erkeklerin ise % 0,5 düzeyinde bir kayıp olur. Fakat bu dönemde de yeterli kalsiyum alımı kemik kütlesindeki kaybın azaltılmasında son derece önemlidir. Kalsiyum, başka metabolik olaylarda da önemli fonksiyonlara sahiptir. Örneğin kanın pıhtılaşması, enzimlerin aktivasyonu, hücre gelişiminin düzenlenmesi ve insülin salgısı bunlar arasında sayılabilir. Kandaki kalsiyum konsantrasyonunun son derece sabit olarak korunması gerekir (hayat süresince). Eğer yeterli kalsiyum alınmazsa, kan için gerekli kalsiyum iskeletten alınır ve dolayısıyla kemik kütlesindeki kayıp çok daha belirgin hale gelir.

Kemik oluşum döneminin bitimindeki kemik kütlesinin pik noktasına ve yetişkinlik dönemindeki kayba bağlı olarak, kemik kütlesi zamanla öyle bir noktaya gelir ki bu noktada kemik kırılганlığında limite ulaşılır. Bu noktadan sonra osteoporozis vakası başlar. Bu nokta 50 yaş civarında gerçekleşebilir.

Yapılan bilimsel araştırma sonuçlarına göre, alınması gereken günlük kalsiyum miktarı özellikle yetişkin dönemi için arttırılmıştır. Çizelge 3’de Alman Beslenme Enstitüsü tarafından 1985 ve 1991 yıllarında ve ayrıca ABD’de 1990 yıllarında yaş gruplarına göre alınması gereken kalsiyum miktarı verilmiştir.

Yaş Grubu (Yıl)	Almanya (1985)	Almanya (1991)	A.B.D (1990)
0-0,5	500	500	400
0,5-1	500	500	600
1-3	600	600	800
4-6	700	700	800
7-9	800	800	800
10-12	1000/900	900	1200
13-14	1000/900	1000	1200
15-18	900/800	1200	1200
19-24	800	1000	1200
25-50	800	900	800
51-64	800	800	800
≥ 65	800	800	800/(1500)

**Çizelge 3 Almanya ve ABD’de Diyetle Günlük Alınması Önerilen Ca Miktarı (mg)**

Nisan 1993 ‘de Hong Kong’da Osteoporozis konferansında kalsiyum alımı konusunda gençler için günde 1200 mg, yetişkinler için 1000 mg ve menopoz dönemi sonrası bayanlar için 1500 mg olarak uzlaşmaya varılmıştır.

**Kalsiyum kaynakları:** Diyetteki en iyi kalsiyum kaynağının süt ve diğer süt ürünleri olduğu herkes tarafından kabul edilmektedir.

Yüksek oranda kalsiyum alımının Osteoporozun önlenmesinde çok önemli payı bulunmaktadır. Kalsiyumca zengin gıdaların (süt ve süt ürünleri) tüketiminin artırılması, yalnız risk grupları için değil herkes için önemlidir. Bunun böyle olduğu çocuklar, gençler, yaşlılar ve özellikle de menopoz öncesi ve sonrası kadınlar üzerinde yapılan araştırmalarla da doğrulanmıştır. Beslenme durumu dikkate alınmadan, risk faktörlerinin ayrı ayrı değerlendirilmesi sağlıklı sonuca götürmeyebilir. Bugüne kadar süt ve süt ürünlerinin tüketiminden sakınmak için laktoz intoleransının dışında herhangi bir neden bulunmamaktadır. Laktoz intolerans nedeniyle düşük oranda kalsiyum alımı, bu problemi olan sağlıklı kişilerde uzun vadede osteoporoz riskini doğurmaktadır. Beslenme fizyolojisi açısından ideal olan durum, marketlerde her zaman laktozsuz süt ve ürünlerinin bulunmasıdır.

**Kalsiyumun biyolojik varlığı:** Gıda maddelerinin kalsiyum kaynağı olarak değerlendirilmesinde, bir gıdanın kalsiyum içeriği ve bu kalsiyumdan vücudun ne oranda yararlanacağı önemlidir. Diyetteki diğer birçok faktörlere bağlı olmak üzere, ortalama kalsiyum

absorbsiyon oranı % 30 civarındadır. Sütün çeşitli bileşenleri kalsiyum absorpsiyonu üzerinde olumlu etkide bulunabilir. Bunlar; kazeinin sindirimi sırasında oluşan fosfopeptidler, laktoz ve sitrattır. Kalsiyum/fosfor oranına ise ayrı bir önem verilmektedir. Çünkü fosfor oranının normalden daha yüksek olması kalsiyum absorpsiyonunu bozar. Süt istisna denilebilecek bir kalsiyum/fosfor oranına sahip olup, bu oran 1/0,8 'dir. Neredeyse diğer gıdaların tamamında bu oran istenilenin çok dışındadır. Bir diyetin bütününde olması gereken kalsiyum/fosfor oranı 1/1,5'i geçmemelidir. Önerilen bu oranın sağlanması için diyeteye süt ve ürünlerini dahil edilmesi kaçınılmazdır.

### 1.2.3 Demir

Yetişkin bir kişinin vücudunda toplam 4–5 g demir bulunmaktadır. Demirin, oksijenin taşınması ve depolanmasında önemli fonksiyonu bulunmaktadır (hemoglobin, miyogloblin). Demirin 2/3 'si kanda bulunmaktadır. Kandaki demirin çoğunluğu kırmızı kan hücrelerinin rengini veren hemoglobinin bileşimindedir. Kalanı; karaciğer, dalak ve kemik iliğinde depo edilmiştir. Az miktardaki demir, hücre çekirdeğindeki kromotinde, hücredeki oksidasyon-redüksiyon tepkimelerini katalize eden sitokrom enzimlerinin ve kaslardaki miyogloblinin bileşiminde bulunur. Hemoglobin ve miyogloblin, demir içeren hem molekülü ile protein bileşenidir.

Gıda ile alınan demirin normal durumda yalnız % 10–15'i emilmektedir. Yani biyoyararlılığı sınırlıdır. Şüphesiz, çok fazla kan kaybından sonra demir ihtiyacı artar. Yetişkin bir kimsenin günlük demir ihtiyacı vücuttan kaybolan demir kadardır. Bu miktar ortalama 1–2 mg demir/gün olarak hesaplanmıştır. Normal bir diyetdeki demirin %10 'unun emildiği düşünülürse, günlük alınması gerekli demir miktarı 10–15 mg'dır. Demirin atımı genellikle dışkıyla olmaktadır.

Yetersizlik durumu; daha çok kadınlarda, çocuklarda ve bebeklerde ortaya çıkmaktadır. Kadınlardaki yetersizlik için neden, adet günlerindeki kan kaybıdır. Anne sütü nisbi olarak demirce fakirdir ve vücutta da 200–400 mg kadar az bir demir rezervi bulunmaktadır. Bu da yaklaşık 4 ay yeterli olabilmektedir. Daha sonra gıdalarla yeterli demir alımı sağlanmalıdır.

Demir bakımından zengin gıdalar; karaciğer, yumurta, et, aynı şekilde sebze, tahıl ürünleri ve patatestir. Et ve et ürünlerindeki demir, bitkisel gıdalardaki demirden daha iyi bir şekilde emilebilmektedir. Aynı zamanda et, bitkisel gıdalardaki demirin emilimini teşvik etmektedir.

Günlük 15 mg olan demir ihtiyacı (kadınlarda) 100 g karaciğer, 200 g kuru baklagiller, 300 g darı ezmesi, 350 g kepekli buğday unu, 350 g ceviz, 400 g ıspanak, 600 g rezene, 750 g etle karşılanabilir.

Demir yetersizliğinde anemi görülür. Bu tip anemi de, kan hücrelerinin sayısı azalır, hemoglobin miktarı düşer. Demir deposu kalmadığı için serumdaki ferritin azalır. Transferinin demirle doymuşluk oranı düşer.

Anemik durumda, kanın oksijen taşıma yeteneği azalacağından kansızlık, baş dönmesi, yorgunluk, iştahsızlık, sindirim sisteminde bozukluklar, tırnakların incilmesi, kısa nefes alıp verme gibi belirtiler görülür. Anemide, bağışıklık sistemlerinde de yetersizlik olur ve çalışma gücü azalır.

Demir eksikliği önemli bir besin eksikliğidir. Demir yetersizliğinin oluşması için aşağıdaki faktörlerden biri ya da birkaçı bir arada bulunmalıdır.

- Günlük beslenme ile yetersiz demir alınması
- Sindirim kanalından emilimin bozulması
- Aşırı kan kaybı ile tekrarlayan hamilelikler
- Gelişmiş ülkelerde fazla aspirin alımının, alüminyum içeren antiasit ve katkı maddelerinin kullanımının, C vitamini değeri azalmış hazır ve yarı hazır besinlerin çok tüketilmesinin anemi nedeni olduğu bildirilmiştir. Yine, yemeklerle birlikte çok çay ve kahve içilmesi de anemi oluşumundaki nedenlerden biridir. Çay ve kahvede bulunan tanenler, demirin biyoyararlılığını azaltır. Çay ve kahve yemekten 45–60 dakika sonra içilmelidir.

Demir yetersizliği anemisi, ekonomik yönden gelişmiş ülkelerdeki genç kızlar ve kadınlarda da sık görülmektedir. Bu ülkelerde normal diyetin, bu grupların demir ihtiyacını karşılayamadığı ve aneminin önlenmesi için çok kullanılan yiyeceklerin demirle zenginleştirilmesi gerektiği savunulmaktadır.

#### **1.2.4 Çinko**

Yetişkin bir insanın vücudunda 1–2 g çinko bulunur. Bunun önemli kısmı karaciğer, kemikler, epitel dokular, pankreas ve böbreklerdedir. Testisler çinkoca zengindir. Gözün iris ve retina tabakasında nisbi olarak yüksek oranda çinko konsantrasyonu tespit edilmiştir. Kandaki çinkonun %75'i kan hücrelerindedir.



Çinko, insan sağlığı için çok faydalı bir mineraldir. Metabolizma, sindirim ve sinir sistemini yöneten 300'den fazla enzimin etkiler. Çocukluk, ergenlik ve gebelik döneminde gelişmeyi destekleyen minerallerin başında gelir. Ayrıca bağışıklık sistemini destekler, cilt sağlığı, DNA sentezi ve protein üretimi için gereklidir. Çinko eksikliği boy kısalığı, tat ve koku alma duyularında sorunlar oluşmasına neden olur. İnsan vücudu çinkoyu depolayamadığı için ihtiyaç duyulan miktarın düzenli olarak alınması gerekir (Anonim, 2020b).

Gıda ile günlük yaklaşık 10 mg çinko alınmaktadır. Şüphesiz demirde olduğu gibi, bu alınan çinkonun sadece 1–2 mg'ı emilmektedir. Çinkonun emilmeyen kısmı dışkı ile dışarı atılmaktadır. Böbrekler üzerinden atılan çinkonun miktarı yaklaşık 0,5 mg/gün'dür. Çinko birçok enzimin esansiyel bileşenidir. Ayrıca, bazı enzimlerin aktivasyonu çinko iyonlarıyla arttırılmakta veya düşürülmektedir. Bu iyonun fizyolojik fonksiyonları ile ilgili daha aydınlatılmamış birçok soru bulunmaktadır.

Çinko yetersizliği, alkoliklerde ve gelişmekte olan ülkelerdeki protein yetersizliğine bağlı hastalıklarda ortaya çıkmaktadır. Çinko yetersizliğinin yara iyileşmesini geciktirdiği, tat ve koku alma duyularının bozulması, büyüme sorunları, seksüel gelişimin gecikmesi, bağırsak fonksiyonlarında azalma, deride değişiklikler, hastalıklara karşı direnç azalması ve immün sistemin fonksiyonlarının engellendiği bildirilmektedir. Çinko eksikliğinden kaynaklanan diğer bir durum ise; Vitamin A eksikliğinden kaynaklanan karanlıkla görme yeteneğinin azalmasıdır.

Çinko yetersizliğinde cücelik, cinsiyet organlarının gelişmemesi, karaciğer ve dalak büyümesi, dermatitler, diyare, saç dökülmesi ve nöropsikiyatrik bozukluklar görülmektedir.

Günlük yaklaşık 13 mg çinko ihtiyacının karşılanabilmesi için, 60 g çavdar embriyosu, 150 g dana ciğeri, 250 g sert peynir, 250 g ceviz, 350 g buğday, 300 g yulaf ezmesi yeterli olmaktadır.

Çinko yetersizliğinin teşhisinde, kişinin saç testlerinden yararlanır. Normalin altındaki bir yetersizlik durumunda saçlardaki çinko miktarı düşüş göstermektedir.

Çinko, yiyeceklerimizin çoğunda bulunur, ancak bunların bazılarındaki çinkodan insanın yararlanması güçtür. Çinkonun en iyi kaynakları; su ürünleri, karaciğer, çeşitli etler, peynir, süt, yumurta, yağlı tohumlar ve kuru baklagillerdir.

### 1.2.5 Bakır

İnsan vücudunun tüm dokularında eser miktarlarda bakır bulunur. Vücuttaki toplam bakır miktarı 100–150 mg kadardır. Günlük gıdayla yaklaşık 2–3 mg bakır alınmakta, ancak çok az bir kısmı emilebilmektedir.

Vücut dokusunun yenilenmesi ve kemik yapısının sağlam olması için çalışan enzimlere **bakır minerali** gerekir. Protein sentezlenmesi ve enerji üretilmesini sağlayan bakır minerali alyuvarların oluşumuna yardımcı olur. Bakır minerali vücutta yeterince bulunmazsa kansızlık görülür. Mineral saç ve deri sağlığı içinde çok önemlidir (Anonim, 2020c).

Bakır yetersizliği, demirin değerlendirilme oranını düşürür. Yetersiz bakır alımı demir eksikliği anemisine neden olur. Bakır kanda “serüloplazmin” adıyla bir globulin bileşiği olarak bulunur. Bakır, hücrelerin ekseri oksidasyon-redüksiyon mekanizmasına etkili olan birçok enzimin bileşenidir.

Anne sütü bakırca fakirdir. Bundan dolayı bebekler karaciğerinde yetişkinlere göre daha fazla bir bakır rezervine sahiptirler. Bu rezerv ile bebek ilk ayında bakır ihtiyacını karşılamaktadır.

Posa, fitatlar, çinko, kadmiyum bakır emilimini azaltır. Protein ise artırır.

Bakır, yiyeceklerde yeteri kadar bulunur. Bakır yönünden zengin yiyecekler, başta karaciğer olmak üzere organ etleri, su ürünleri, susam, fıstık ve benzeri, kuru baklagiller, etler, kakao, yumurta ve yeşil sebzelerdir. Tahıllar, diğer sebzeler orta derecede kaynak sayılır.

Günlük 2–3 mg olan bakır ihtiyacı; örneğin 50–100 g karaciğer, 200 g kurubaklagil, 150 g mantar, 50 g ceviz, 50 g kakao tozu, 100 g çikolata, 250 g kepekli çavdar ekmeği veya 200–1000 g peynir ile karşılanabilmektedir.

Fazla alınan bakır vücut için toksiktir. Fazla bakır vücuttaki bazı enzimlerin çalışmasını engellemektedir. Vücutta gereğinden çok bakır birikmesi “Wilson’s Hastalığı” adı ile bilinmektedir. Bu hastalığın belirtileri arasında; sinir sistemi bozuklukları, karaciğer sirozu, gözde renk halkası gibi durumlar sayılabilir. Bu hastalıkta ince bağırsaklardan bakır emilimi artmaktadır. Karaciğer, böbrek ve beyinde bakır birikimi olmaktadır. Kandaki bakır düzeyi azalmakta, idrarla atım artmaktadır. Diyetle bakırın azaltılması gerektiği zaman, yemek pişirilen kapların bakır olmamasına dikkat edilir ve bakırdan zengin yiyecekler azaltılır.

### **1.2.6 Mangan**

İnsan vücudunda yaklaşık 20 mg mangan bulunur. Günlük tüketim miktarı 2–5 mg kadardır. Mangan; glutamin sentetaz, piruvat karboksilaz, superoksit dismutaz gibi enzimlerin bileşiminde bulunur. Bu enzimlerin bazıları bağ dokusunun oluşumu, büyüme, lipid ve karbonhidrat metabolizması için gereklidir. Bu enzimlerin bazıları ile mangan bir kısım metal iyonlarının aktivasyonunu sağlar. Bazı temel enzim tepkimelerinde magnezyum ile birlikte çalışır.

Diyetle alınan manganın insanlarda emilimi azdır ve ortalama % 6 olarak bildirilmiştir. Hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda, düşük miktarlarda mangan alınmasında kemik metabolizmasında bozukluklar meydana gelmektedir.

Manganın en iyi kaynakları, tohumların öz (embriyo) kısımlarıdır. Öğütme sırasında tahıl tanelerinin embriyosu alınırsa manganda önemli kayıplar olabilir. Kurubaklagiller, ceviz, fındık, fıstık, çay, yeşil yapraklı sebzelerde mangan açısından zengindir.

Günlük 3 mg olan mangan ihtiyacını karşılamak için örneğin; 50 g yulaf ezmesi, 150 g balık, 150 g kepekli buğday ekmeği, 150 g kuru baklagil, 100 g soya fasulyesi, 1000 g balık, 1000 g et, sakatat veya 1000 g peynirle karşılanabilmektedir.

Mangan kullanılan endüstri yerlerinde fazla mangan alımı; solunum sistemi hastalıkları, nörolojik ve tiroid hormonlarında bozukluklara neden olur. Ağızdan günlük 10 mg'dan çok alım güvenilir değildir.

### **1.2.7 Selenyum**

Denek olarak seçilen hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda, selenyumun kanseri önlediği belirlenmiştir. Ama insanlar üzerinde bu yargı zayıf kalmaktadır. Bilim adamlarının selenyumun en iyi minerallerden biri olduğu konusundaki tartışmaları devam etmektedir. Selenyumun; yaşlanma, kanser, katarakt, hücre zedelenmesi v.b. hastalıklara karşı koruyucu etkisi üzerindeki araştırmalar devam etmektedir.

Selenyumun minimum toksik dozu; aşırı tüketimin 5 katı kadardır. Selenyumun toksik etkisinin klinik açıdan ortaya çıkartılması zordur. Karaciğer hastalığı, kusma, mide bulantısı, uyuşukluk v.b problemler sayılabilir. Toksik etkisi ve zararlarından dolayı, uzmanlar selenyumun tavsiyesi konusunda dikkatli olmaya başlamışlardır.

Selenyum, antioksidan gibi davranan enzimin bir parçasıdır. Antioksidan etkili E vitaminiyle interaksiyona girer ve hücrenin zarar görmesi engellenir. Selenyumun eksikliği, Çin'in bazı yerlerinde çocuklarda görülen, öldürücü "**Keshan kardiyomiyopati**" hastalığını oluşturur. Alkolizm ve yetersiz beslenme, selenyum eksikliğiyle bağlantılıdır.

Protein oranı az olan bitkilerde selenyum da azdır. En iyi kaynakları et ve tahıllardır. Erkek ve kadınlarda selenyum ihtiyacı sırasıyla günlük 70 ve 55 µg; Kuzey Amerika'daki kullanım oranı 60–220 µg'dır. Değişik topraklarda yetişen gıdaların selenyum içeriği de farklılık gösterir. Bu da topraklardaki mineral konsantrasyon farklılığından kaynaklanmaktadır. ABD'nin bazı bölgeleri, Çin, Yeni Zelanda ve Finlandiya'nın topraklarındaki selenyum oranı düşüktür. Kuzey Amerika'nın Great Plains'in bazı yerlerinde yetişen bitkiler, hayvanlarda toksik etkili selenyuma neden olurlar.

### **1.2.8. Toksik Ağır Metaller**

Buraya kadar açıklanan mineral maddelerin dışında, bugüne kadar fizyolojik herhangi bir etkisi olmayan diğer iz elementler de bulunmaktadır (alüminyum, silisyum, gümüş, altın). Bir kısım element de düşük miktarlarda dahi toksik etki gösterirler (kurşun, cıva, arsenik, kadmiyum). Esasen her mineral madde için toksik etki gösteren bir doz bulunmaktadır. Yukarıda adı geçen ağır metaller için bu doz oldukça düşüktür. Bundan dolayı bu ağır metaller için, mevzuat hazırlayıcılar ve dünya sağlık teşkilatı (WHO) gıdalarda bulunabilecek maksimum miktarları bildirmiştir. Bitkisel gıdalar ve kasaplık hayvanların kas etinde bu elementler sınır değerlerinin altında bulunmaktadır. Buna karşılık kasaplık hayvanların ve av hayvanlarının iç organları (sakatatlar) ve tutulma bölgelerine göre balıklar bu elementlerce ağır bir şekilde kontamine olabilmektedir. Dökümhane yakınında ve trafiğin yoğun olduğu caddelerin yakınında, bitkilerde kurşun kontaminasyonu olabilmektedir.

Kurşunla kontamine olmuş bitkiler iyi bir şekilde yıkanırsa kurşun varlığı % 70 oranında azalmaktadır. Bunun nedeni de kurşun her şeyden önce bitkinin üst yüzeyinde bulunmaktadır.

### **Kurşun neden çocukları tehdit eder?**

Kurşun; vücudumuza sudan, kontamine gıdalardan, boya, araba ekzoslarından v.b. kaynaklardan alınır. Kurşun zehirlenmesine uğrayan birçok insan bunun farkında olmayabilir. Şunu belirtebiliriz ki çevremizdeki kurşun oranı 30 yıl öncesine göre daha azdır. Gıdalardaki oranı da azdır. Ancak aşağıdaki şartlar altında kurşun kontaminasyonu artabilir:

- Eğer gıda, suyu kurşun kontaminasyonuna maruz kalmış toprakta yetişirse,

- Suda kurşun oranı fazlaysa,
- Eğer gıda dehidrat olmuşsa (kurşun oranı yüksek suyla)
- Gıda, kurşun lehim kullanılmış konserve kaplarda kalırsa ya da muhafaza edilirse

Kurşun alımına neden olan kaynaklar:

- Boyaların çocuklar tarafından yenmesi
- Alkollü içeceklerin uzun süre kurşun konteynerlerde bekletilmesi
- Kurşun oranı yüksek seramik tabak kullanımı
- Ekmek kaplarının kurşunlu boyalarla yazılması. Bu durum fırıncıları, ya az ya da hiç kurşun içermeyen yeni boyaları kullanma mecburiyetine itmiştir.

Kurşuna maruz kalındığında özellikle genç çocuklarda zarar verici sonuçlara sebep olabilir. Bu da hem sinirsel, hem de karakter bozukluğuna neden olabilir. Özellikle çocukluk dönemlerinde maruz kalınır. Kandaki kurşun seviyesini düşürmenin veya önlemenin en iyi yolu, tavsiyeler doğrultusunda besin alımını sağlamaktır.

Yiyeceklerimizde bulunan ve çeşitli yollarla karışabilen minerallerden cıva zehirlenmesi son yıllarda ilgi çekmektedir. Havada metreüp başına 0,02 mikrogram kadar cıva vardır. Bu, toprağa ve oradan da yiyeceklere geçer. Cıva bileşikleri mikroorganizmaları öldürür ve diüretik olarak kullanılır.

Cıvanın mikroorganizmalara olduğu gibi, insanlara da toksik etkileri vardır. Vücuda alınan cıva miktarı emniyet dozunun üzerine çıkarsa toksik etki gösterir. Özellikle birey uzun süre yüksek dozda alırsa kronik zehirlenme görülür.

Cıva zehirlenmesini önlemek için çevre temizliğine önem verilmelidir. Havadaki cıva buharı deri yolu ile vücuda alınacağından, cıva kullanılan fabrikaların havayı kirletmemesine dikkat edilmelidir.

### **1.3.Akrilamid**

Akrilamid, ilk kez 1893 yılında Almanya'da Christian Moureau tarafından kimyasal bir bileşik olarak bulunmuştur (Becalski ve ark 2002). Akrilamid günlük yaşamımızda kullandığımız birçok ürünün içinde farklı şekilde yer alan, monomerik ve polimerik olmak üzere iki formu bulunan, çok yönlü organik bir bileşiktir. Monomer halindeki akrilamidin sinir sistemi için toksik etkisi bulunmakta olup, laboratuvar hayvanlarında yapılan çalışmalar sonucunda, hayvanlar için kanserojen etkisinin de bulunduğu ve insanlar için de kanserojen bir

madde olmasından şüphelenildiği bildirilmiştir. Akrilamidin monomerik formu, polimerik formuna göre daha zararlı olmasına rağmen, poliakrilamidin de gıdalara dışarıdan bulaşması halinde zararlı etkilerinin olduğu belirtilmiştir (Dybing ve Sanner 2003, FAO 2005). Akrilamidin sağlık üzerine etkileri toksikolojik ve karsinojenik olarak ayrılmaktadır.

Gıdaların doğal yapılarında bulunmayan akrilamid, karbonhidrat ve protein içerikli gıdaların yüksek sıcaklıklarda (kızartma ve fırında) (120°C) pişirilmesi sonucu oluşan bir bileşiktir. Asparjin, akrilamid oluşumunda belirgin bir rol oynamaktadır. Asparjinin, şekerlerle etkileşim göstererek Maillard reaksiyonu sonucunda gıdalarda renk, lezzet ve aromanın oluşumunu sağladığı için akrilamid oluşum mekanizmasında belirgin bir rolünün bulunduğu bildirilmiştir (Tyl ve Crump, 2002). Meyve ve sebzelerin çiğ veya haşlanarak tüketildiği zaman akrilamid açısından herhangi bir risk taşımadığı bildirilmiştir (Becalski ve ark 2002). Akrilamid, çiğ kırmızı et, balık ve tavuk etinde bulunmamaktadır. Fakat fırınlama, kızartma ve ızgara yapılmış etlerde akrilamid oluştuğu bildirilmiştir (FAO 2005).

#### **1.4.Mikotoksinler**

Mikotoksinler; başlıca *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* ve *Alternaria* gibi küf cinslerinin sekonder metabolizması sonucu oluşan, düşük molekül ağırlıklı, çok çeşitli kimyasal yapıya sahip toksik metabolitlerdir (Girgin ve ark. 2001). Olumsuz şartlara maruz kalmış ve toksijenik küf gelişimi sonucu mikotoksin oluşumu gerçekleşmiş tarımsal ürünler tüketildiğinde insan ve hayvanlarda toksik etkiler oluşturmakta, akut ve kronik zehirlenmeler ve ölümlere neden olmaktadır. “Mikotoksikozis” ise mikotoksin oluşmuş gıda ve yemlerin tüketilmesiyle ortaya çıkan hastalıklardır (Seo ve Yu 2005). Gıda ve yem maddelerindeki mikotoksin oluşumu hem hayvan hem de insan sağlığını tehdit etmektedir (Narayanasamy 2006). Mikotoksinlerin hepatotoksik, dermatoksik, nörotoksik, mutajenik, kanserojenik, teratojenik, östrojenik gibi insan ve hayvan sağlığı üzerinde birçok ciddi sağlık etkisi vardır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) verilerine göre, tahıla dayalı beslenen nemli tropikal ülkelerde tespit edilen karaciğer kanseri ile alınan gıdalardaki mikotoksin düzeyi arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Mikotoksinlerle zehirlenmelerin etkili bir tedavisi yoktur. Kontamine olmuş gıda ve yemi tüketimden kaldırmanın dışında yapılacaklar sınırlıdır.

Geniş insan kitleleri tarafından tüketilen tahıllar, tahıllardan elde edilen gıdalar, yağlı tohumlar ve baharatlar mikotoksin yönünden risk taşıyan ürünlerdir. İnsan ve hayvanlar için en toksik olanı, en hızlı üreyeni ve en sık karşılaşılanı aflatoksinlerdir (Salva ve ark. 2000, Iqbal

ve ark. 2012). Dünyada ve Türkiye’de insan sağlığını tehdit edip en sık görülen mikotoksinler aflatoksinler, trikotesenler, fumonisinler, okratoksinler, zearalenonlardır (Girgin ve ark. 2001).

Yüksek besin içeriği ile vücuda sağladığı faydalarının yanı sıra hammaddesinin ekim ve elde edilmesinin kolaylığına rağmen günümüzde leblebi üretimi çoğunlukla geleneksel olup endüstriyel üretimi küçük ölçekli işletmelerle sürdürülmektedir. Bununla birlikte leblebi üretimi ve kalitesine yönelik bilimsel çalışmalar ise çok sınırlı olup leblebinin kalite kriterlerinin belirlenip uygulanması konusunda ciddi eksikler bulunmaktadır. Bu çalışmada Çorum leblebisinin kimyasal içeriğinin ve mineral madde miktarının tespit edilmesi, kimyasal içeriğinin kavurma koşullarına göre ortaya konmuştur. Ayrıca leblebinin kavrulması sırasında meydana gelen kimyasal ve mineral içeriğindeki değişiklik saptanmış olup, biyoyararlılığı en üst düzeyde olacak şekilde optimum kavurma koşulları tespit edilmiş ve ölçülebilir bir tekstürel değerlendirme ile son tüketicinin beğenisi detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. Kavurma işleminin sonunda ise bir kanserojen bileşik olan akrilamid miktarı analizi yapılmıştır. Bu proje kapsamında leblebi üretiminin standardizasyonunun sağlanması ve endüstriyel üretimine geçiş hususlarında katkıda bulunulmuştur.

### **1.5. Lazer İndüklü Plazma Spektrokopi Tekniği**

LIBS’in temel prensibi konvansiyonel plazma-atomik emisyon spektroskopisi (AES), indüktif çiftlenmiş plazma ICP-AES, mikrodalga indüklü plazma (MIP-AES), direk akım plazması (DCP-AES), ark- ve spark-AES ile benzerdir. LIBS’i bu tekniklerden ayıran özellik örneğin plazma kaynağının içine taşınma gereksinimi olmadan ve plazmanın örnek yüzeyinde oluşturularak, ablasyon ile eksitasyon işleminin lazer atımı ile tek bir aşamada gerçekleştirilmesidir (Song ve ark. 1997).

LIBS sisteminde buharlaştırma ve eksitasyon plazması, yüksek güç, kısa atımlı lazer (genellikle ns aralığında) ile örnek yüzeyinde (katı, sıvı, gaz) üretilmektedir. Her lazer atışında tek bir LIBS ölçümü üretilir fakat pratikte, kesinlik ve hassasiyeti artırmak amacıyla çok sayıda lazer atışı yapılarak bu atışların ortalaması bir değer olarak alınmaktadır. Katıların LIBS spektrumu; katı ile lazerin interaksyonu, örnek partiküllerinin ablasyonu ve bozunma ya da plazma oluşumundan meydana gelen kompleks bir prosesten oluşmaktadır. Kısaca, bozunma yol açan iki temel sebep bulunmaktadır. İlk olarak, birkaç serbest elektron, protonlar ve nötronlar ile çarpışma gerçekleşmekte ve bunlar enerjinin başlangıç reseptörleri olarak rol

oynamaktadır. İkinci olarak ise, odak bölgesinde çarpışma, iyonlaşma ve enerji absopsiyonu sebebiyle iyonlaşma oluşmaktadır (Miziolek ve ark. 2006).

LIBS sistemi şu anda Mars'ta bulunan Cruosity uzay aracında ChemCam enstürümanında bulunmaktadır (Maurice ve ark. 2012).

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

3 farklı leblebi üreticisinden tedarik edilen lelebiler analiz çeşidine göre paçal veya tek tek çalışılmıştır.

### 2.1.Nem Tayini

Nem tayini için örnekler önce 5 dakika parçalayıcıda (rondo) öğütülmüştür. Öğütülen örneklerde aynı anda sabit ağırlık tartım yöntemi ile iki tekrarlı olarak etüvde de ölçüm yapılmıştır (AOAC 1984). % nem miktarı tartımlar sonucunda aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\%Nem = \frac{(B - C)}{(B - A)} * 100$$

A:Tartım Kabı Darası

B: Etüve Girmeden Önce Tartım Sonucu

C: Etüvden Çıkıktan Sonra Tartım Sonucu

### 2.2.Tekstür Analizi

Tekstürel değerlerden kuru yemişlerde sertlik ve kırılgenlik parametrelerinin belirlenmesi için TA-XT PLUS Texture Analyzer (Stable Micro Systems, İngiltere) kullanılmıştır. Ölçümde A/ECB prob kullanılmıştır. Analiz sırasında test hızı 1 mm/saniye olarak çalışılmış ve ilk kuvvet değeri aldıktan sonra (bıçak numuneye değdikten sonra) 5 mm hareket edecek şekilde program ayarlanmıştır.





Şekil 3 Tekstür Analiz Cihazı ve A/ECB prob

### 2.3.Kavurma İşlemi

Kuruyemiş numuneleri Çorum ilinde farklı tedarikçileri kuruyemişçilerden tedarik edilmiştir. Leblebi üretim prosesinin gereği olarak nohutlar öncelikle dışarıdan su eklenerek % 8 nem oranı ayarlandıktan sonra kavurma işlemine alınmıştır.

Kavurma işlemi Çorum'un önemli kuruyemiş üreticilerinden LebiLebi firmasının kavurma makinesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu makinenin seçilmesinde en önemli sebep cihazın doğrulanabilir şekilde doğru sıcaklık değerlerini vermesidir. Ayrıca bant hızı ayarlanarak işlem süresi oldukça kolay belirlenebilmekte ve titreşim oluşturularak kuruyemişlerin ısıtıcı yüzeye teması bağlı yanma riskini ortadan kaldırmaktadır. Farklı kavurma metodlarında uygulanmaktadır ancak numunelerin standart ve tam doğru parametrelerle belirlenmesi ancak bu şekilde mümkün olmaktadır. Aksi yönde üretilen leblebiler cihazlara göre farklılık gösterecektir. Kavurma makinelerine göre farklılık bu şekilde ortadan kaldırılmıştır.

Örnek Adı	Uygulanan İşlem
L1	150 °C 20 dk
L2	150 °C 30 dk
L3	150 °C 40 dk
L4	175 °C 10 dk
L5	175 °C 20 dk
L6	175 °C 30 dk
L7	195 °C 10 dk
L8	195 °C 15 dk
L9	195 °C 20 dk
L10	0 °C 0 dk

Tablo 1 Leblebilere Uygulanan Kavrurma Koşulları



Şekil 4 Kavrurma Makinesi

## 2.4. İstatistiksel Değerlendirme

Araştırma sonucu elde edilen verilerin değerlendirilmesi amacıyla, istatistiksel analizlerin yapılmasında IBM SPSS Statistic® 22 paket programı kullanılmıştır. Verilere varyans analizi uygulanarak, farklılıklar % 5 güven aralığında ( $p < 0.05$ ) belirlenmiştir. Varyasyon kaynaklarının ortalamalarının karşılaştırılmasında Duncan's Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır. Önemli bulunan değişiklikler farklı harflerle gruplandırılmıştır.

## 2.5. Akrilamid Analizi

Bu metot, 10 farklı örneğin içerisindeki Akrilamid bileşeninin kantitatif olarak tespit edilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

### 2.5.1. Test Koşulları

Leblebi örneklerinden 1,0g tartılarak üzerine 10 mL saf su ilave edilmiştir. Tüpler vortekslelendikten sonra 30 dakika mekanik karıştırıcıda karışması sağlanmıştır. Karıştırma işleminden sonra 10 °C ye ayarlanmış soğutmalı santrifüj ile 9000 rpm de 15 dk santrifüj edilmiştir. Elde edilen ekstrakt 0,45 µm lik şırınga filtresinden süzöldükten sonra örnekler, LC-MS/MS (Sıvı Kromatografisi-Tandem Kütle Spektrometresi) ile analiz yapılmıştır.

Solvent Programı	Dakika	% A (% 0,1 FormikAsitli Su)	%B (Metanol)
	0	100	0
	15	100	0
Çözücü Akış Hızı	0,2 ml/dk		
Kolon fırını sıcaklığı	30 °C		
Kolon Özellikleri	HYPERSİL GOLD 2,1*200 mm 1,9µm kolon		
Enjeksiyon hacmi	20 µL		
Analiz Süresi	15 dk		

Çizelge 4 Akrilamid Analizi Test Koşulları

Parent	Product	Collision Energy	Polarity	Name
72,140	44,45	30	+	Akrilamid
	55,38	11	+	

Çizelge 5 Akrilamid Standardının SRM İyon ve Enerjileri

Cappilary Temperature	300 °C
Vaporizer Temperature	300 °C
Sheat Gas Pressure (Arb)	35

Aux Gas Pressure (Arb)	10
Sprey Voltage (V) (Pozitive Polarity)	4000
Sprey Voltage (V) (Negative Polarity)	2500
Discharge Current ( $\mu$ A)	4,0

Çizelge 6 LC MS/MS Cihaz Koşulları

## 2.6.Aflatoksin

### Numune Ekstraksiyonu

25 g öğütülmüş numune blender kabına aktarılır. Blender kabına 125 mL metanol:su (87,5:37,5) ve 5g NaCl ilave edilir. Blender kabının kapağı kapatılıp yüksek hızda 2 dk süre ile karıştırılır. Ekstrakt katlı filtre kağıdından geçirilip, filtrat temiz bir mezürde toplanır.

### Ekstrakt Seyreltme

Filtratın 15 mL'si temiz bir mezüre aktarılır. Mezüre 30 mL ultra saf su ilave edilir ve iyice karıştırılır. Karışım cam mikrofiber filtreden geçirilip, filtrat temiz bir mezürde toplanır.

### Kolon Kromatografisi

15 mL numune ekstraktı immuno-affinite kolondan 1-2 damla /saniye hızla geçirilir. Ekstraktan sonra kolondan 2-3 mL hava geçirilir (Kolondan her yeni solüsyon veya hava geçirileceğinde, şırınga kolondan ayrılmalı ve piston bu durumda çıkarıldıktan sonra şırınga kolona tekrar takılmalıdır). İşlem uzun sürecekse kolon ve süzüntü ışıktan korunmalı ve numune ekstraktı geçtikten sonra kolonun kurumasına izin verilmemelidir. Numune ekstraktı kolondan tamamen geçtikten sonra kolondan 20 mL ultra saf su 1-2 damla/saniye hızla geçirilir, ardından tekrar 2-3 mL hava geçirilir. Kolondan 1-2 damla / saniye hızla 1mL metanol (HPLC Grade) geçirilir.Eluat temiz bir vialde toplanır.Yine 2-3 ml hava geçirilerek kolonda metanol kalmaması sağlanır. Kolondan 1mL ultra saf su geçirilir. Tüp karıştırıcıda karıştırılır. (2 ml = 1g numuneyi temsil eder). Süzüntü küçük vialde alınır ve HPLC cihazına analiz yapmak üzere verilir. (HPLC'ye 100  $\mu$ l enjekte ettirilir).

### Sonuç, Hesaplama ve Değerlendirme

Elde edilen değer 2 ile çarpılarak ppb cinsinden ifade edilir. Aflatoksin fraksiyonlarının hepsi (B1, B2, G1, G2) için bu hesaplama yapılır. Toplam aflatoksin de bu fraksiyonların toplamına eşittir.

### **HPLC Koşulları:**

Mobil Faz : Su / Metanol / Asetonitril (60 + 30+ 20) (V + V + V) ; degaze edilmiş Kobracell türevlendirilmesi için mobil fazın 1 litresine 120 mg KBr ve 350 µl (% 65) HNO<sub>3</sub> ilave edilir.

HPLC Kolonu :C-18 veya ODS-2 (25 cm X 4.6 mm, 5 µl )

Akış Hızı :1 ml /dakika

Dedektör : Floresans (Ex:360 Em:430)

Çarpım Faktörü (Multiplier): 2

### **2.7.Mineral Biyoyararlanım Analizleri**

In vitro mineral biyoyararlanımı, miktarın enzimatik sindirim sırasında salınan mineralin toplamının, örnekte bulunan mineralin miktarına oranı olarak ifade edilmektedir. Suliburska ve Krejpcio'ya (2014).

In vitro mineral biyoyararlanımı belirlemek için,

numuneler (10 g) deiyonize su (100 mL) ile karıştırıldı. Karışımın pH'ı, 0.1 N HCl çözeltisi ile pH 2.0'a ayarlandı ve pepsin (0.5 mL) ile işlendi. Ardından örnekler 37 ° C'de (vücut sıcaklığı) 2 saat çalkalama su banyosunda inkübe edildi. İnkübasyondan sonra pH, tekrar 6.8–7.0 ayarlanarak ortama pankreatin (25 mL; 0.4 g / 100 mL NaHCO<sub>3</sub>) eklendi ve 4 saat aynı koşullar altında çalkalanan su banyosunda inkübe edildi.

Sindirimden sonra numuneler 20 dakika süreyle bir hızda santrifüj (15,100 xg) edildi. Ardından süperant alınarak Whatmann filtre kağıdı ile süzüldü. Son olarak cihaza verilmeden önce örnekler 0,45 µ filtreden geçirildi.

Örneklerin içersinde bulunan toplam element miktarının analizi için ise ham kavrulmamış leblebi örnekleri için etüvde kurutulduktan sonra mikrodalgada yaş yakma işlemi uygulandı. Yaş yakma işlemi için 0,4g her örnekten tartıldıktan sonra örnekler üzerine 7 ml HNO<sub>3</sub> (% 65 m/v) ve 2 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> eklenerek teflon kaplara konuldu. Gaz çıkışı için 10 dk bekletilen örnekler daha sonra aşağıda belirtilen programa göre mikro dalga yakma ünitesinde yakıldı.

Basamak	Sıcaklık [°C]	Basınç [bar]	TSüre [dk]	Güç [%]
---------	------------------	-----------------	---------------	---------

1	160	30	15	80
2	190	35	10	80
3	50	25	10	0

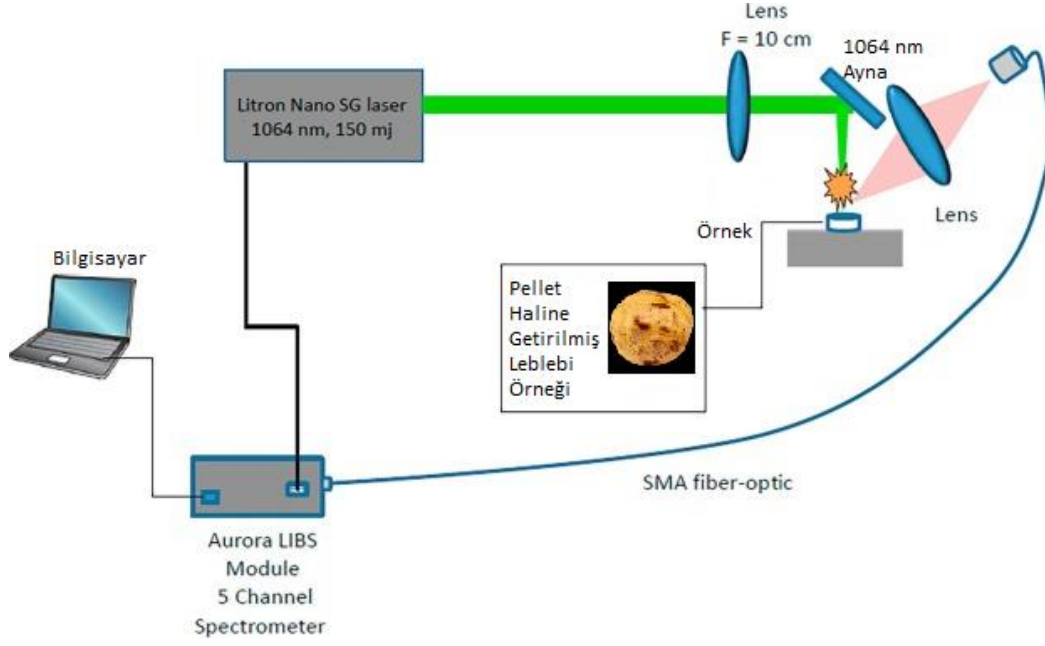
**Çizelge 7 Mikrodalga Yakma Ünitesi Çalışma Koşulları**

Yakma işleminin ardından elde edilen berrak sıvı analize hazır hale getirildi.

Leblebide toplam Gümüş (Ag), Kalsiyum (Ca), Krom (Cr), Bakır (Cu), Demir (Fe) Magnezyum (Mg), Mangan (Mn), Sodyum (Na), Kurşun (Pb), Çinko (Zn), Fosfor (P), Selenyum (Se), Potasyum (K) ve Kadmiyum (Cd) miktarı analizi Endüktif Eşleşmiş Plazma – Optik Emilasyon Spektrofotometresi cihazı (ICP-OES) ve Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi ile yapılmıştır. Bunlardan Kalsiyum (Ca), Demir (Fe) Magnezyum (Mg), Mangan (Mn), Çinko (Zn), Fosfor (P), Selenyum (Se) ve Potasyum (K) için biyoyaralınım sonuçları belirlenmiştir.

### **2.8.Lazer İndüklü Plazma Spektroskopisi ile Elementel İçerik Analizi**

LIBS spektrumu 1064 nm temel dalga boyunda darbe yayan bir Nd:YAG laser (Litron Nano SG 150-10) kullanılarak kaydedilmiştir. Ablasyon işlemi havada gerçekleştirilmiştir. 186nm ile 900 nm arasındaki spektrumu kaydeden, Uygulamalı Spectrum 5 kanallı Aurora LIBS spektrometresi(Fremont, CA) kullanılmıştır. Lazer darbeleri, odaklanma mesafesi 10 cm olan odaklama merceğinden geçerek numune yüzeyine yönlendirildi. Plazma optik emisyon, odak mesafesi 6 cm olan bir çift 2 inç plano dışbükey mercekten oluşan bir kafes sistemi ile toplanmıştır. Deneysel diyagram Şekil 1'de sunulmuştur. Spektrometre 650 ns kapı gecikmesi ve 1.05 ms entegrasyon süresinde çalıştırılırken, lazer Q-anahtarlı modda 8 Hz tekrarlama hızında ve 36 mJ / darbe lazer enerjisinde çalıştırıldı. Numunelerin yüzeyleri 150 farklı bölgede (her numune için iki kopya) 1.33 rpm devirde çalışan döner sistem kullanılarak lazerle tarandı (Sezer ve ark. 2018).

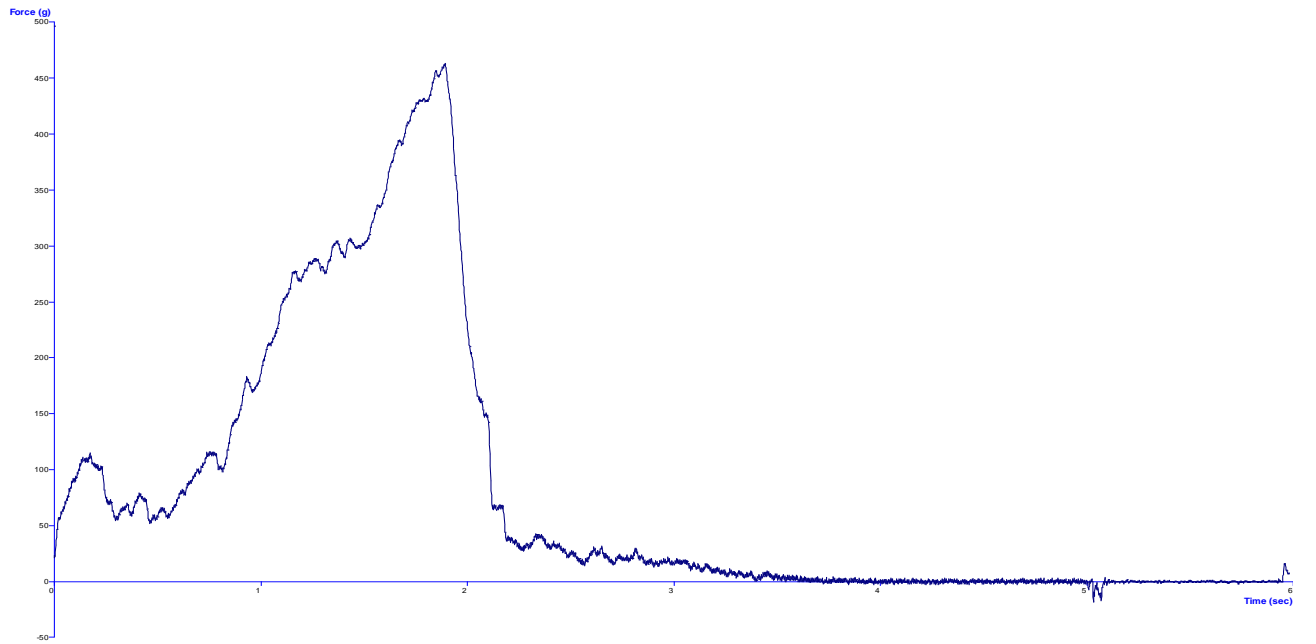


Şekil 2 LIBS Sistemi

### 3. SONUÇLAR

#### 3.1. Tekstür Analizi Sonuçları

Aşağıdaki grafikte bir leblebiden elde edilen örnek tekstür analiz grafiği verilmiştir. Analiz sırasında bıçak leblebinin içerisinde 5 mm ilerlemiştir. İlerleme sırasında leblebinin gösterdiği direnç görülmektedir. Sertlik ve gevreklik parametrelerini belirleme amacı ile bu grafikler kullanılmıştır.



Grafik 1 Leblebi Tekstür Analiz Grafiği Örneği

Kavurma işleminin bu iki Tekstürel parametreye nasıl etki ettiği göstermek amacı ile hem aynı sıcaklığa bağlı süreye göre değişim, hem de aynı sürede farklı sıcaklık değerlerinde uygulamalar detaylı olarak değerlendirilmiştir ve sonuçlar aşağıdaki tablolarda verilmiştir. Her istatistiksel değerlendirmeye işlem görmemiş L10 numunesinin sonuçları da eklenmiştir.

Örnek Adı	Uygulanan İşlem	Sertlik (g)	Min. (g)	Maks. (g)
L1	150 °C 20 dk	287,93±28,08 <sup>a</sup>	233,49	327,07
L2	150 °C 30 dk	163,4±13,06 <sup>b</sup>	146,24	189,03
L3	150 °C 40 dk	114,83±4,65 <sup>b</sup>	107,19	123,24
L10	0 °C 0 dk	344,44±25,04 <sup>a</sup>	319,36	394,52

Tablo 2 Leblebi 150 °C Sertlik Analizi Sonuçları

Aynı sütunda istatistiki karşılaştırmalar küçük harfle (a,b...) ile gösterilmiştir.

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen Sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir. (p<0,05; n=3)

Örnek Adı	Uygulanan İşlem	Kırılgenlik (mm)	Min. (mm)	Maks. (mm)
L1	150 °C 20 dk	0,61±0,22 <sup>b</sup>	0,17	0,84
L2	150 °C 30 dk	0,24±0,05 <sup>c</sup>	0,18	0,34
L3	150 °C 40 dk	0,26±0,08 <sup>c</sup>	0,13	0,4
L10	0 °C 0 dk	1,11±0,02 <sup>a</sup>	1,09	1,15

Tablo 3 Leblebi 150 °C Kırılgenlik Analizi Sonuçları

Aynı sütunda istatistiki karşılaştırmalar küçük harfle (a,b...) ile gösterilmiştir.

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen Sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir. (p<0,05; n=3)

150 °C'lik sıcaklıkta gerçekleştirilen kavurmada leblebinin sertliğinde belirgin bir değişim ancak 30.dk'nın sonunda gerçekleşmiştir. kırılgenlik değeri ise 30.dk'ya kadar azalmış ancak bu süreden sonra belirgin bir değişim belirlenmemiştir.



Örnek Adı	Uygulanan İşlem	Sertlik (g)	Min. (g)	Maks. (g)
L4	175 °C 10 dk	252,34±22,89 <sup>b</sup>	216,47	294,9
L5	175 °C 20 dk	218,02±18,27 <sup>bc</sup>	181,87	240,72
L6	175 °C 30 dk	173,33±12,44 <sup>c</sup>	160,48	198,2
L10	0 °C 0 dk	344,44±25,04 <sup>a</sup>	319,36	394,52

Tablo 4 Leblebi 175 °C Sertlik Analizi Sonuçları

Aynı sütunda istatistiki karşılaştırmalar küçük harfle (a,b...) ile gösterilmiştir.

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen Sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir. (p<0,05; n=3)

Örnek Adı	Uygulanan İşlem	Kırılgenlik (mm)	Min. (mm)	Maks. (mm)
L4	175 °C 10 dk	0,51±0,08 <sup>b</sup>	0,43	0,66
L5	175 °C 20 dk	0,46±0,09 <sup>b</sup>	0,27	0,56
L6	175 °C 30 dk	0,51±0,09 <sup>b</sup>	0,33	0,63
L10	0 °C 0 dk	1,11±0,02 <sup>a</sup>	1,09	1,15

Tablo 5 Leblebi 175 °C Kırılgenlik Analizi Sonuçları

Aynı sütunda istatistiki karşılaştırmalar küçük harfle (a,b...) ile gösterilmiştir.

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen Sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir. (p<0,05; n=3)

175 °C'de ise kırılgenlik değeri 10 dk'da hemen düşmüş ancak kavurma süresi ilerlemesine rağmen ilerleyen süreçte istatistiksel olarak belirgin bir değişim görülmemiştir. Sertlik değeri ise süre ilerledikçe düşmektedir.

Örnek Adı	Uygulanan İşlem	Sertlik (g)	Min. (g)	Maks. (g)
L7	195 °C 10 dk	280,04±40,38 <sup>a</sup>	233,7	360,48
L8	195 °C 15 dk	170,67±16,6 <sup>b</sup>	139,71	196,53
L9	195 °C 20 dk	174,17±12,15 <sup>b</sup>	154,16	196,12
L10	0 °C 0 dk	344,44±25,04 <sup>a</sup>	319,36	394,52

Tablo 6 Leblebi 195 °C Sertlik Analizi Sonuçları

Aynı sütunda istatistiki karşılaştırmalar küçük harfle (a,b...) ile gösterilmiştir.

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen Sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir. ( $p<0,05$ ;  $n=3$ )

Örnek Adı	Uygulanan İşlem	Kırılgenlik (mm)	Min. (mm)	Maks. (mm)
L7	195 °C 10 dk	0,6±0,21 <sup>b</sup>	0,34	1,01
L8	195 °C 15 dk	0,34±0,01 <sup>b</sup>	0,32	0,36
L9	195 °C 20 dk	0,47±0,15 <sup>b</sup>	0,23	0,74
L10	0 °C 0 dk	1,11±0,02 <sup>a</sup>	1,09	1,15

Tablo 7 Leblebi 195 °C Kırılgenlik Analizi Sonuçları

Aynı sütunda istatistiki karşılaştırmalar küçük harfle (a,b...) ile gösterilmiştir.

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen Sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir. ( $p<0,05$ ;  $n=3$ )

195 °C’de uygulanan kavurma işleminde kırılgenlik kavurmanın hemen başında düşmüş ancak ilerleyen süreçte belirgin bir değişime uğramamıştır. Sertlik ise ancak 20.dk’nın sonunda belirgin bir düşüş göstermiştir.

Örnek Adı	Uygulanan İşlem	Sertlik (g)	Min. (g)	Maks. (g)
L1	150 °C 20 dk	287,93±28,08 <sup>ab</sup>	233,49	327,07
L5	175 °C 20 dk	218,02±18,27 <sup>bc</sup>	181,87	240,72
L9	195 °C 15 dk	174,17±12,15 <sup>c</sup>	154,16	196,12
L10	0 °C 0 dk	344,44±25,04 <sup>a</sup>	319,36	394,52

Tablo 8 Leblebi 20 dk Sertlik Analizi Sonuçları

Aynı sütunda istatistiki karşılaştırmalar küçük harfle (a,b...) ile gösterilmiştir.

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen Sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir. ( $p<0,05$ ;  $n=3$ )

Örnek Adı	Uygulanan İşlem	Kırılgenlik (mm)	Min. (mm)	Maks. (mm)
L1	150 °C 20 dk	0,61±0,22 <sup>b</sup>	0,17	0,84
L5	175 °C 20 dk	0,46±0,09 <sup>b</sup>	0,27	0,56
L9	195 °C 15 dk	0,47±0,15 <sup>b</sup>	0,23	0,74
L10	0 °C 0 dk	1,11±0,02 <sup>a</sup>	1,09	1,15

Tablo 9 Leblebi 20 dk Kırılgenlik Analizi Sonuçları

Aynı sütunda istatistiki karşılaştırmalar küçük harfle (a,b...) ile gösterilmiştir.

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen Sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir. (p<0,05; n=3)

Örnek Adı	Uygulanan İşlem	Sertlik (g)	Min. (g)	Maks. (g)
L1	150 °C 20 dk	287,93±28,08 <sup>ab</sup>	233,49	327,07
L2	150 °C 30 dk	163,4±13,06 <sup>de</sup>	146,24	189,03
L3	150 °C 40 dk	114,83±4,65 <sup>e</sup>	107,19	123,24
L4	175 °C 10 dk	252,34±22,89 <sup>bc</sup>	216,47	294,9
L5	175 °C 20 dk	218,02±18,27 <sup>cd</sup>	181,87	240,72
L6	175 °C 30 dk	173,3312,44 <sup>de</sup>	160,48	198,2
L7	195 °C 10 dk	280,0440,38 <sup>abc</sup>	233,7	360,48
L8	195 °C 15 dk	170,6716,6 <sup>de</sup>	139,71	196,53
L9	195 °C 20 dk	174,1712,15 <sup>de</sup>	154,16	196,12
L10	0 °C 0 dk	344,4425,04 <sup>a</sup>	319,36	394,52

Tablo 10 Leblebi Tüm Sıcaklık ve Sürelerde Sertlik Analizi İstatistiksel Değerlendirme

Aynı sütunda istatistiki karşılaştırmalar küçük harfle (a,b...) ile gösterilmiştir.

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen Sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir. (p<0,05; n=3)

<b>Örnek Adı</b>	<b>Uygulanan İşlem</b>	<b>Kırılgenlık (mm)</b>	<b>Min. (mm)</b>	<b>Maks. (mm)</b>
<b>L1</b>	<b>150 °C 20 dk</b>	<b>0,61±0,22<sup>b</sup></b>	0,17	0,84
<b>L2</b>	<b>150 °C 30 dk</b>	<b>0,24±0,05<sup>b</sup></b>	0,18	0,34
<b>L3</b>	<b>150 °C 40 dk</b>	<b>0,26±0,08<sup>b</sup></b>	0,13	0,4
<b>L4</b>	<b>175 °C 10 dk</b>	<b>0,51±0,08<sup>b</sup></b>	0,43	0,66
<b>L5</b>	<b>175 °C 20 dk</b>	<b>0,46±0,09<sup>b</sup></b>	0,27	0,56
<b>L6</b>	<b>175 °C 30 dk</b>	<b>0,51±0,09<sup>b</sup></b>	0,33	0,63
<b>L7</b>	<b>195 °C 10 dk</b>	<b>0,6±0,21<sup>b</sup></b>	0,34	1,01
<b>L8</b>	<b>195 °C 15 dk</b>	<b>0,34±0,01<sup>b</sup></b>	0,32	0,36
<b>L9</b>	<b>195 °C 20 dk</b>	<b>0,47±0,15<sup>b</sup></b>	0,23	0,74
<b>L10</b>	<b>0 °C 0 dk</b>	<b>1,11±0,02<sup>a</sup></b>	1,09	1,15

**Tablo 11 Leblebi Tüm Sıcaklık ve Sürelerde Kırılgenlık Analizi İstatistiksel Değerlendirme**

Aynı sütunda istatistiki karşılaştırmalar küçük harfle (a,b...) ile gösterilmiştir.

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen Sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir. (p<0,05; n=3)

Tüm sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde leblebide kırılgenlığın işlem sıcaklığı ve süresine bağlı olarak ilk azalmanın dışında belirgin bir farklılık göstermediği istatistiksel olarak ortaya konmuştur. Bunun anlamı diğer kuru yemişlerde olduğu gibi kırılgenlık leblebide önemli bir kalite parametresi olmadığı değerlendirilmektedir.

Sertlik ise işlem sıcaklığı ve süresi arttıkça azalmıştır. En düşük değerine 150 °C 40 dk işlem sırasında 114,83 g sertlik değeri ile belirlenmiştir.

### 3.2.% Nem ve Su Aktivitesi Sonuçları

Örnek Adı	Uygulanan İşlem	Nem (%)	Su Aktivitesi
L1	150 °C 20 dk	5,15±0,04 <sup>c</sup>	0,356±0,005a
L2	150 °C 30 dk	4,97±0,02 <sup>e</sup>	0,35±0,001a
L3	150 °C 40 dk	4,85±0,03 <sup>f</sup>	0,356±0,002a
L4	175 °C 10 dk	5,29±0,01 <sup>b</sup>	0,309±0,002c
L5	175 °C 20 dk	5,12±0,02 <sup>cd</sup>	0,333±0,011b
L6	175 °C 30 dk	4,99±0,01 <sup>de</sup>	0,306±0,006c
L7	195 °C 10 dk	5,37±0,02 <sup>b</sup>	0,305±0,002c
L8	195 °C 15 dk	5,08±0,09 <sup>cde</sup>	0,307±0,002c
L9	195 °C 20 dk	4,75±0,06 <sup>f</sup>	0,302±0,001c
L10	0 °C 0 dk	7,96±0,04 <sup>a</sup>	0,351±0a

Tablo 12 Leblebi Tüm Sıcaklık ve Sürelerde % Nem ve Su Aktivitesi Tayini İstatistiksel Değerlendirme

Aynı sütunda istatistiki karşılaştırmalar küçük harfle (a,b...) ile gösterilmiştir.

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen Sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir. (p<0,05; n=3)

Leblebilerde nem değeri kavurma işlemi ile birlikte nerdeyse lineer bir düşüş göstermiştir. Ancak bu sonuç beklendiği gibi su aktivitesine yansımamıştır. Su aktivitesi değerinde belirgin bir değişim gözlenmediği gibi artış veya azalma trendi belirlenememiştir.

Nem tayininden elde edilen sonuçlardan da görüldüğü gibi % nem değeri leblebiye uygulanan ısı işlemi değeri konusunda bize fikir vermektedir. Bu sebeple üretim sırasında hızlı test cihazları ile yapılabilecek değerlendirmeler standart leblebi üretimi için yol gösterici olacaktır.

### 3.3. Renk Analizi Sonuçları

Leblebilerin renk değerlerini nümerik olarak tanımlama amacı ile yapılan renk analizi sonuçları aşağıdaki tabloda belirtilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar duyusal değerlendirme sonucunda tüketici tarafında görüntüsü en uygun bulunan leblebinin renk değerlerini nümerik olarak tanımlamakta kullanılacaktır.

Örnek Adı	Uygulanan İşlem	$L^*$	$a^*$	$b^*$
L1	150 °C 20 dk	76,08±1,67 <sup>a</sup>	11,47±0,85 <sup>c</sup>	38,89±0,08 <sup>ab</sup>
L2	150 °C 30 dk	76,27±1,97 <sup>a</sup>	10,83±1,06 <sup>c</sup>	36,63±1,66 <sup>ab</sup>
L3	150 °C 40 dk	74,5±0,89 <sup>a</sup>	13,71±0,4 <sup>abc</sup>	41,44±0,76 <sup>a</sup>
L4	175 °C 10 dk	73,6±1,89 <sup>a</sup>	12,74±0,9 <sup>abc</sup>	41,36±2,85 <sup>a</sup>
L5	175 °C 20 dk	74,24±2,57 <sup>a</sup>	12,32±0,92 <sup>bc</sup>	37,75±0,2 <sup>ab</sup>
L6	175 °C 30 dk	62,25±1,51 <sup>bc</sup>	15,47±0,69 <sup>ab</sup>	41,27±4,32 <sup>a</sup>
L7	195 °C 10 dk	68,2±5,93 <sup>ab</sup>	15,97±1,1 <sup>a</sup>	33,37±1,84 <sup>b</sup>
L8	195 °C 15 dk	59,79±5,37 <sup>bc</sup>	13,43±0,8 <sup>abc</sup>	33,38±1,74 <sup>b</sup>
L9	195 °C 20 dk	57,75±0,87 <sup>c</sup>	15,99±1,54 <sup>a</sup>	38,64±0,52 <sup>ab</sup>
L10	0 °C 0 dk	77,16±2,03 <sup>a</sup>	12±1,35 <sup>c</sup>	41,19±2,82 <sup>a</sup>

**Tablo 13 Leblebi Tüm Sıcaklık ve Sürelerde Renk Analizi İstatistiksel Değerlendirme**

Aynı sütunda istatistiki karşılaştırmalar küçük harfle (a,b...) ile gösterilmiştir.

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen Sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir. ( $p<0,05$ ;  $n=3$ )

### 3.4. Aflatoksin analiz sonuçları

Çorum ilinde farklı leblebi üreticilerinden alınan ham leblebilerde aflatoksin analizi yapılmış ve analiz sonuçlarına göre ürünlerin hiç birinde aflatoksin B1,B2 G1,G2'ye rastlanmamıştır. Bu sonuç bize perakende leblebi satıcılarının ham maddelerini mikrobiyal bozulmaya sebep vermeyecek şekilde uygun depoladıklarını göstermektedir. Ancak sonuçları tespit edilememiş olması sebebi ile analizde kullanılan yöntem için LOD (dedeksiyon limiti) hesaplanması gerekmektedir. Analiz sonucunun kabul edilebilir olması için Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Yönetmeliğinde belirtilen toplam aflatoksin ve aflatoksin B1 değerinin altında bir LOD değeri olması gerekmektedir. Bu amaçla LOD değerinin hesaplanması için;

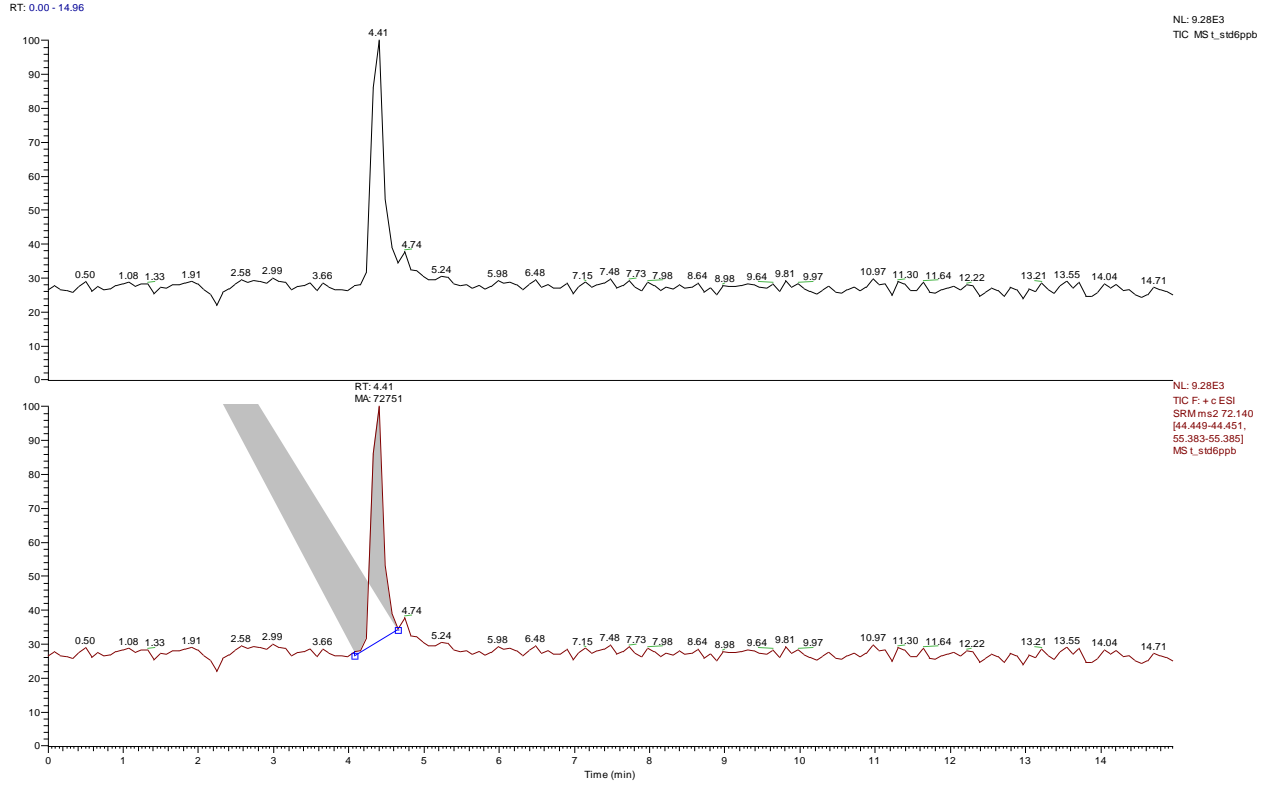
Homojenize edilmiş kuruyemiş örneklerine, “Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Yönetmelikte” yer alan maksimum limitlerde dikkate alınarak değişik konsantrasyonlarda Aflatoksin B1, B2, G1 ve G2 içeren karışık standart eklenerek analizler yapılmıştır. Yapılan bu analizler neticesinde, kullandığımız analiz

metoduna göre HPLC cihazımızın okuyabileceği Ölçüm Limiti belirlenmiştir. Belirlenen ölçüm limitleri dahilinde 2 farklı kuruyemiş örneklerinde 2 analist 10'ar çalışma yapmıştır. Elde edilen sonuçlar Gruubs Testine tabi tutularak sapan değer olup olmadığı kontrol edilmiştir. Elde edilen verilerden 3xStantard Sapmaya göre LOD hesaplanmıştır. Buna göre; Aflatoksin B1 için 0,27 ppb, Aflatoksin B2 için 0,17, Aflatoksin G1 için 0,30 ppb ve Aflatoksin G2 için 0,25 ppb dedeksiyon limiti değerleri elde edilmiştir. TÜRK GIDA KODEKSİ BULAŞANLAR YÖNETMELİĞİ (29 Aralık 2011) ekinde belirtilen sınır değerler Afla toksin B1 için maksimum 2.00 ppb, toplam aflatoksin ise 4.00 ppb olup, Buna göre yöntemin LOD değeri uygundur.

Gıda ( <sup>1</sup> )		Maksimum Limit (µg/kg)		
		B <sub>1</sub>	B <sub>1</sub> +B <sub>2</sub> +G <sub>1</sub> +G <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>
2.1.	AFLATOKSİN			
2.1.10.	Tahıllar, bunlardan elde edilen ürünler ve bunların işlenmiş ürünleri (Bölüm 2.1.11, 2.1.14 ve 2.1.16'de belirtilenler hariç)	2,0	4,0	—

### 3.5.Akrilamid Analiz Sonuçları

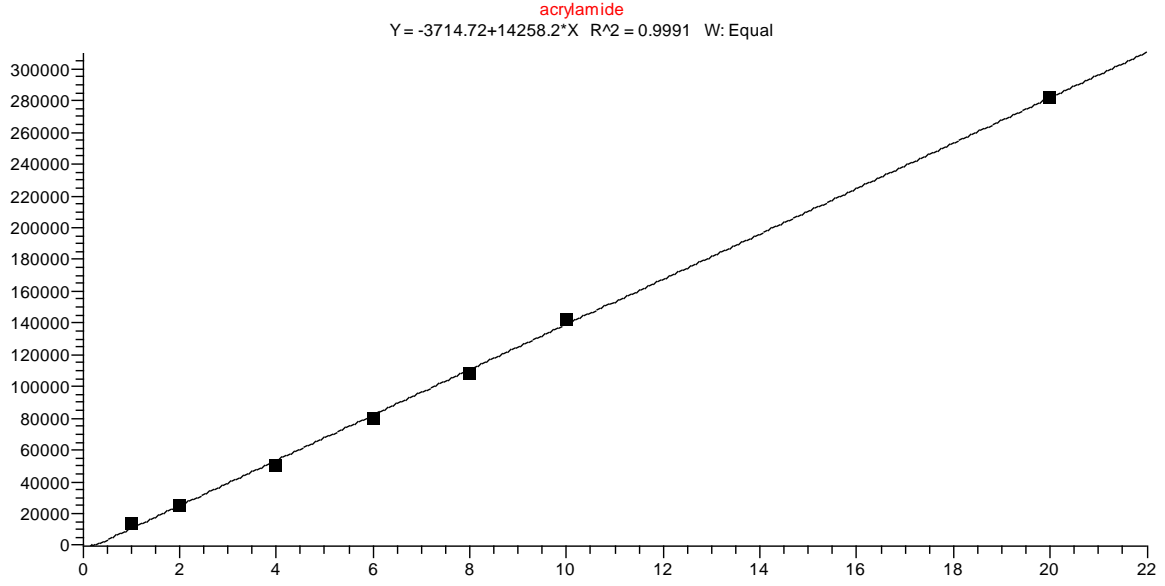
Leblebilerde akrilamid düzeyinin belirlenmesi amacı ile yapılan çalışma sonuçları ve akrilamidden elde edilen örnek kromatogram aşağıda belirtilmiştir.



**Grafik 2 Akrilamid Standard Kromotogram**

Grafikte görüldüğü üzere akrilamid belirtilen çalışma koşullarında 4.41. dakikada pik vermektedir ve analizler bu pikin alanı üzerinden yapılmıştır. Numune içerisinde ki akrilamid miktarını kantitatif olarak belirleme amacı ile öncelikli olarak 1 – 2 – 4 – 6 – 10 – 20 ppb değerlerine göre aşağıda belirtilen kalibrasyon grafiği çizildi ve daha sonra belirtilen ekstraksiyon yöntemi ile numunelerden ekstrakte edilen akrilamid üzerine analizler gerçekleştirildi.





**Grafik 3 Akrilamid Analizi Kalibrasyon Grafiği**

Buna göre farklı koşullardaki oluşan akrilamid miktarı aşağıdaki tabloda ki gibi oluştu;

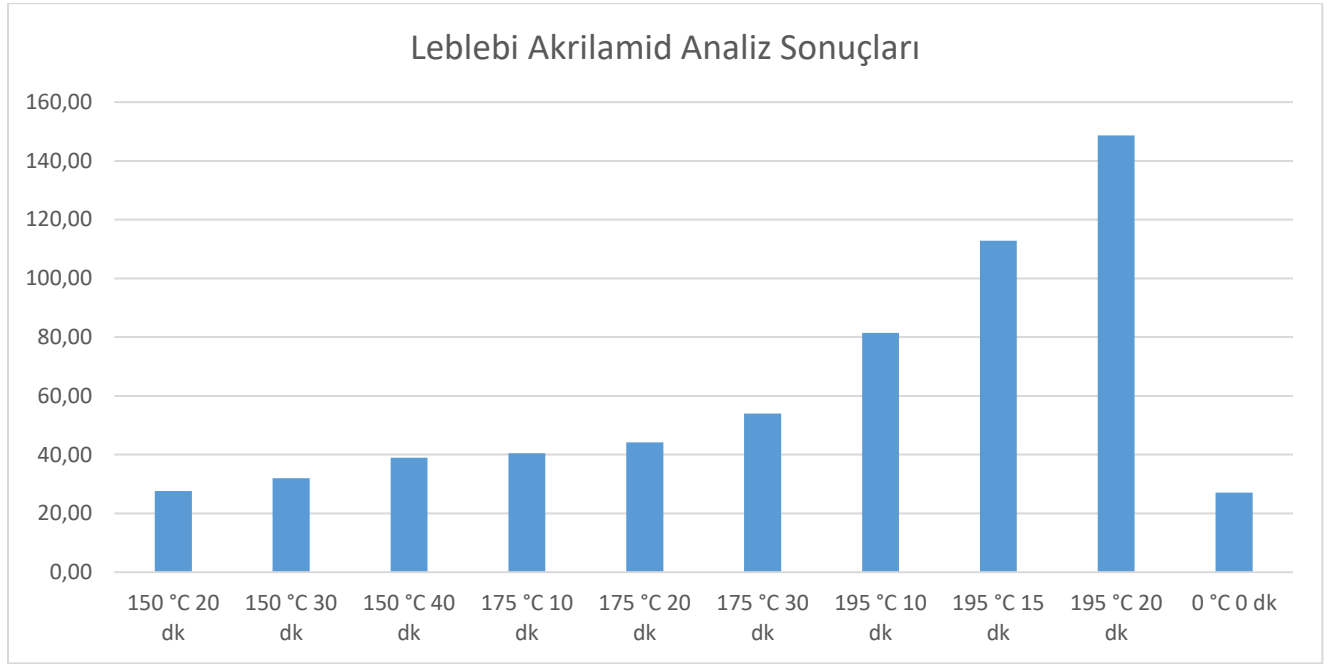
rnek Adı	Uygulanan İşlem	Ortalama (ppb)	sd	Min.	Maks.
L1	150 °C 20 dk	27,67±0,64 <sup>i</sup>	1,11	26,57	28,78
L2	150 °C 30 dk	31,96±0,42 <sup>h</sup>	0,72	31,24	32,68
L3	150 °C 40 dk	38,97±0,08 <sup>g</sup>	0,14	38,83	39,11
L4	175 °C 10 dk	40,43±0,32 <sup>f</sup>	0,55	39,88	40,98
L5	175 °C 20 dk	44,17±0,15 <sup>e</sup>	0,26	43,92	44,43
L6	175 °C 30 dk	54,03±0,04 <sup>d</sup>	0,07	53,96	54,10
L7	195 °C 10 dk	81,5±0,14 <sup>c</sup>	0,24	81,26	81,74
L8	195 °C 15 dk	112,81±0,29 <sup>b</sup>	0,50	112,31	113,31
L9	195 °C 20 dk	148,63±0,29 <sup>a</sup>	0,51	148,12	149,13
L10	0 °C 0 dk	27,07±0,49 <sup>i</sup>	0,85	26,22	27,92

**Tablo 14 Akrilamid Analiz Sonuçları**

Aynı sütunda istatistiki karşılaştırmalar küçük harfle (a,b...) ile gösterilmiştir.

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen Sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir. (p<0,05; n=3)

Elde edilen sonuçlara göre aşağıdaki grafik oluşturuldu;



**Grafik 4 Akrilamid Analiz Sonuçları Karşılaştırma**

Bu analiz sonuçlarına göre leblebide akrilamid oluşumu sıcaklık ve süreye bağlı olarak artmaktadır. Ancak miktarı artıran en önemli unsur sıcaklık olarak görülmektedir. Öyle ki 190 C’de 20 dk’da ulaşılan akrilamid miktarı yaklaşık 5,4 katıdır. Bu sonuçlardan da görüldüğü gibi üretici önemli bir proses kontaminantı olan akrilamid miktarını düşük tutmak için yüksek sıcaklık değerlerinde çalışmaktan kaçınmalıdır.

2002 yılında yayınlanan Avrupa Birliği Akrilamid risk değerlendirme raporuna göre Gıdalarda tüketimine izin verilen akrilamid miktarı 0,5-0,8 µg/kg/gün (35µg/gün) olarak belirtilmiştir. Gıdalarla akrilamidin kısa dönem alım miktarı istatistiksel olarak, Hollanda ve Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkelerde incelenmiş ve gıdalar ile akrilamidin günlük alım miktarı, ortalama olarak 0,3-2 µg/kg/gün olarak bildirilmiştir. Uzun dönem alım miktarı ise popülasyonda yaş, ırk gibi biyolojik etkilere ya da gıda tüketim alışkanlıklarına göre değiştiği bildirilmektedir (Rydberg ve ark, 2003). Bu değerlerin üzerinde akrilamid karsinogenik ve nörotoksik etkilere neden olmaktadır (Stadler ve ark, 2002).

### **3.6.Elementel İçerik Analiz Sonuçları**

Elementel içeri analiz sonuçları aşağıdaki tabloda ppm (µg element / kg leblebi) birimi cinsinden verilmiştir.

Element	Miktar	Birim
Kalsiyum (Ca)	528,92	ppm
Demir (Fe)	53,35	ppm
Magnezyum (Mg)	316,21	ppm
Mangan (Mn)	7,07	ppm
Sodyum (Na)	22,55	ppm
Çinko (Zn)	177,57	ppm
Fosfor (P)	3046,36	ppm
Selenyum (Se)	1,53	ppm
Potasyum (K)	10904,50	ppm
Kadmiyum (Cd)	ND*	ppm
Krom (Cr)	ND*	ppm
Kurşun (Pb)	ND*	ppm
Bakır (Cu)	2,73	ppm
Gümüş (Ag)	0,0628	ppm

Tablo 15 Leblebi Elementel İçerik Analiz Sonuçları

\*ND: Tespit edilemedi

ICP-OES’de yaş yakma metodu ile 15 elementin analizi yapıldı ve leblebinin elementel içeriği detaylı bir şekilde ortaya konmuş oldu. Analiz sonuçlarına göre leblebinin özellikle kalsiyum, magnezyum fosfor ve potasyum gibi önemli minerallerce zengin olduğu ve içerisinde beslenme yönünden çok önemli bir mineral olan selenyum içerdiği ortaya konmuştur.

Ayrıca yapılan analizler ile krom, kadmiyum ve kurşun gibi halk sağlığı yönünden tehlikeli olan ağır metalleri içermediği görülmüştür.

### 3.7.in-Vitro Mineral Biyoyararlım Analiz Sonuçları

Biyoyararlım analiz sonuçlarına göre sindirim sonucu emilen mineral miktarı ve bunların uygulanan kavurma işlemine göre değişimi aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Örnek Adı	Uygulanan İşlem	P (ppm)	Se (ppm)	Ca (ppm)	Fe (ppm)
L1	150 °C 20 dk	1136,35±18,2 <sup>a</sup>	0,61±0,01 <sup>ab</sup>	189,61±0,63 <sup>b</sup>	7,29±0,17 <sup>a</sup>
L2	150 °C 30 dk	1101,95±1,83 <sup>b</sup>	0,55±0,05 <sup>abc</sup>	185,44±3,41 <sup>b</sup>	7,16±0,09 <sup>a</sup>
L3	150 °C 40 dk	1065,91±0,74 <sup>c</sup>	0,6±0,01 <sup>abc</sup>	174,24±1,77 <sup>c</sup>	7,12±0,16 <sup>a</sup>
L4	175 °C 10 dk	1010,94±2,43 <sup>e</sup>	0,58±0,05 <sup>abc</sup>	169,82±0,97 <sup>c</sup>	6,63±0,07 <sup>b</sup>
L5	175 °C 20 dk	973,08±0,63 <sup>f</sup>	0,51±0,07 <sup>bc</sup>	157,51±0,56 <sup>d</sup>	6,73±0,01 <sup>b</sup>
L6	175 °C 30 dk	1068,69±1,61 <sup>c</sup>	0,52±0,02 <sup>bc</sup>	170,16±1,11 <sup>c</sup>	6,59±0,12 <sup>b</sup>
L7	195 °C 10 dk	1092,39±1,42 <sup>b</sup>	0,49±0,02 <sup>c</sup>	166,46±0,85 <sup>cd</sup>	6,47±0,12 <sup>bc</sup>
L8	195 °C 15 dk	1032,56±3,34 <sup>d</sup>	0,5±0,02 <sup>bc</sup>	163,85±8,07 <sup>cd</sup>	6,41±0,01 <sup>bc</sup>
L9	195 °C 20 dk	1029,53±0,46 <sup>d</sup>	0,49±0,01 <sup>c</sup>	165,38±6,66 <sup>cd</sup>	6,23±0,03 <sup>c</sup>
L10	0 °C 0 dk	1032,58±1,14 <sup>d</sup>	0,65±0,02 <sup>a</sup>	205,39±2,7 <sup>a</sup>	7,11±0,13 <sup>a</sup>

Örnek Adı	Uygulanan İşlem	Mg (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	K (ppm)
L1	150 °C 20 dk	113,8±2,43 <sup>a</sup>	1,91±0,013 <sup>a</sup>	58,53±0,121 <sup>bc</sup>	4264,87±7,26 <sup>c</sup>
L2	150 °C 30 dk	108,9±1,95 <sup>ab</sup>	1,68±0,018 <sup>c</sup>	56,59±0,049 <sup>c</sup>	4199,06±7,57 <sup>d</sup>
L3	150 °C 40 dk	106,06±0,89 <sup>b</sup>	1,4±0,006 <sup>e</sup>	62,71±0,081 <sup>b</sup>	4260,75±2,58 <sup>c</sup>
L4	175 °C 10 dk	111,5±1,61 <sup>ab</sup>	1,21±0,006 <sup>g</sup>	46,4±0,02 <sup>e</sup>	4339,48±3,87 <sup>a</sup>
L5	175 °C 20 dk	112,72±3,38 <sup>a</sup>	1,33±0,012 <sup>f</sup>	55,12±1,677 <sup>cd</sup>	4106,71±2,44 <sup>e</sup>
L6	175 °C 30 dk	108,02±0,84 <sup>ab</sup>	1,49±0,012 <sup>d</sup>	49,98±1,672 <sup>e</sup>	4279,75±4,01 <sup>b</sup>
L7	195 °C 10 dk	109,03±1,18 <sup>ab</sup>	1,14±0 <sup>h</sup>	55,95±3,378 <sup>c</sup>	4275,08±5,52 <sup>bc</sup>
L8	195 °C 15 dk	105,63±1,23 <sup>b</sup>	1,01±0,007 <sup>i</sup>	51,05±0,825 <sup>de</sup>	3485,08±2,36 <sup>g</sup>
L9	195 °C 20 dk	107,83±0,28 <sup>ab</sup>	1,03±0,002 <sup>i</sup>	50,79±2,076 <sup>de</sup>	3763,08±3,35 <sup>f</sup>
L10	0 °C 0 dk	113,8±2,43 <sup>a</sup>	1,85±0,001 <sup>b</sup>	67,79±0,182 <sup>a</sup>	4309,93±4,85 <sup>a</sup>

Tablo 16 in-Vitro Mineral Biyoyararlım Analiz Sonuçları

Aynı sütunda istatistiki karşılaştırmalar küçük harfle (a,b...) ile gösterilmiştir.

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen Sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir. (p<0,05; n=3)

Yüzdesel olarak in-Vitro Mineral Biyoyararlım oranları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Örnek Adı	Uygulanan İşlem	Fosfor (%)	Se (%)	Ca (%)	Fe (%)
L1	150 °C 20 dk	37,3	39,9	35,8	13,7
L2	150 °C 30 dk	36,2	36,3	35,1	13,4
L3	150 °C 40 dk	35,0	39,3	32,9	13,3
L4	175 °C 10 dk	33,2	38,1	32,1	12,4
L5	175 °C 20 dk	31,9	33,3	29,8	12,6
L6	175 °C 30 dk	35,1	33,7	32,2	12,3
L7	195 °C 10 dk	35,9	31,9	31,5	12,1
L8	195 °C 15 dk	33,9	33,1	31,0	12,0
L9	195 °C 20 dk	33,8	32,2	31,3	11,7
L10	0 °C 0 dk	33,9	41,8	38,8	13,3

Örnek Adı	Uygulanan İşlem	Mg (%)	Mn (%)	Zn (%)	K (%)
L1	150 °C 20 dk	36,0	27,0	33,0	39,1
L2	150 °C 30 dk	34,4	23,7	31,9	38,5
L3	150 °C 40 dk	33,5	19,8	35,3	39,1
L4	175 °C 10 dk	35,3	17,1	26,1	39,8
L5	175 °C 20 dk	35,6	18,8	31,0	37,7
L6	175 °C 30 dk	34,2	21,1	28,1	39,2
L7	195 °C 10 dk	34,5	16,1	31,5	39,2
L8	195 °C 15 dk	33,4	14,3	28,8	32,0
L9	195 °C 20 dk	34,1	14,6	28,6	34,5
L10	0 °C 0 dk	36,0	26,2	38,2	39,5

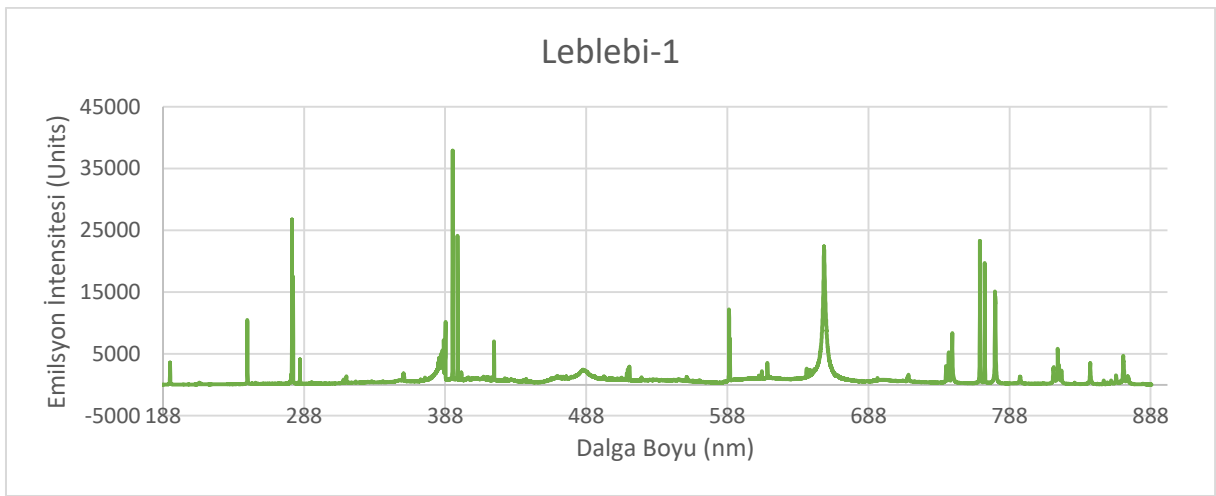
Tablo 17 % mineral emilim Sonuçları

Leblebinin önemli bir mineral kaynağı olduğu ortaya konduktan sonra bu mineral varlığından insan vücudunun ne oranda faydalandığının belirlenmesi ve bunu kavurma koşulları karşısındaki değişiminin ortaya konması bakımından yapılan analiz sonuçları incelendiğinde genel olarak uygulanan işleme bağlı olarak mineral biyoyararlanım da belirli bir artış veya azalış trendi belirlenmemiştir. Ancak yapılan istatistiksel analiz sonucunda hiç işlem

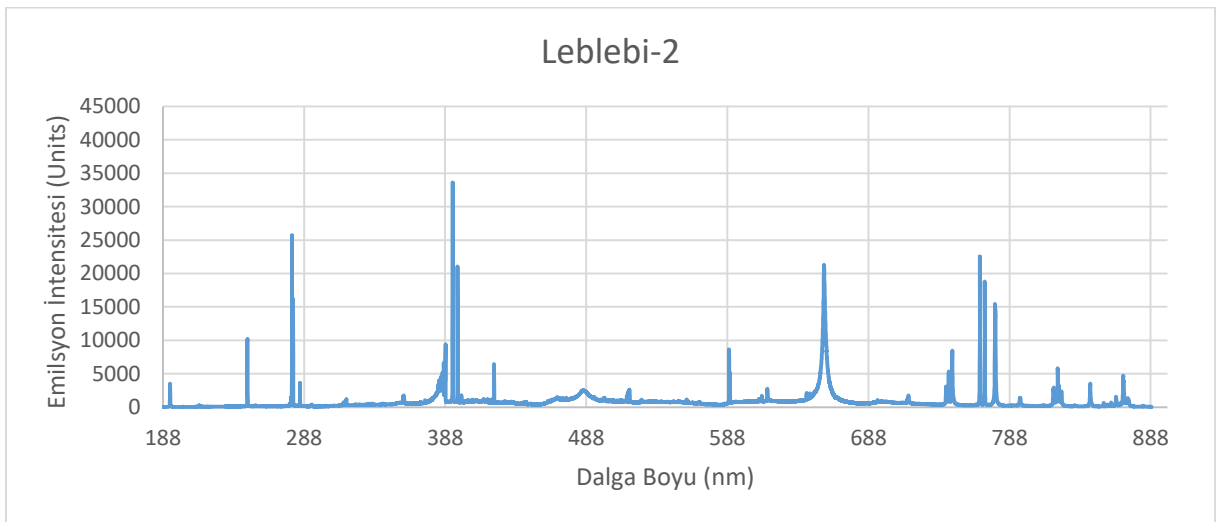
görmemiş – daha az ısıl işlem görmüş leblebilerde çoğu element için biyoyararlılık değerinin diğer çalışma koşullarına göre daha yüksek çıktığı belirlenmiştir. Kavurmaya bağlı bir trend yakalayamamız sebebi ile leblebilere bir protein analizi yapılmasına gerek görülmemiştir.

### 3.8.Lazer İndüklü Plazma Spektroskopisi Analiz Sonuçları

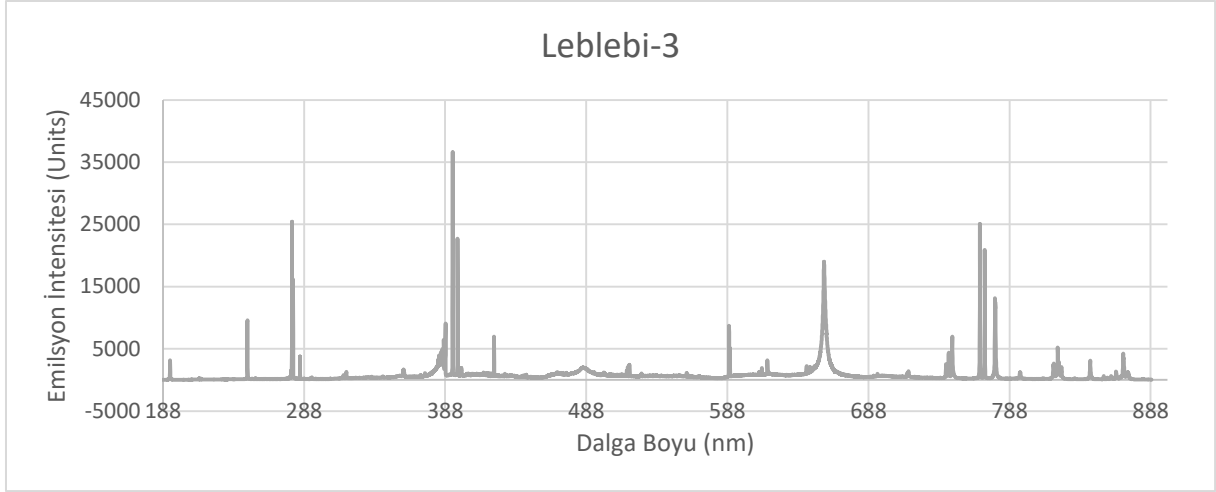
Leblebi örneklerinin Lazer İndüklü Plazma Spektroskopisi (LIBS) cihazı ile elementel içeriğini ortaya koyma amacı ile farklı isimler ile kodlandırılmış 5 farklı leblebi örneğinde yapılan full frame tarama sonuçları aşağıdaki grafiklerde belirtilmiştir.



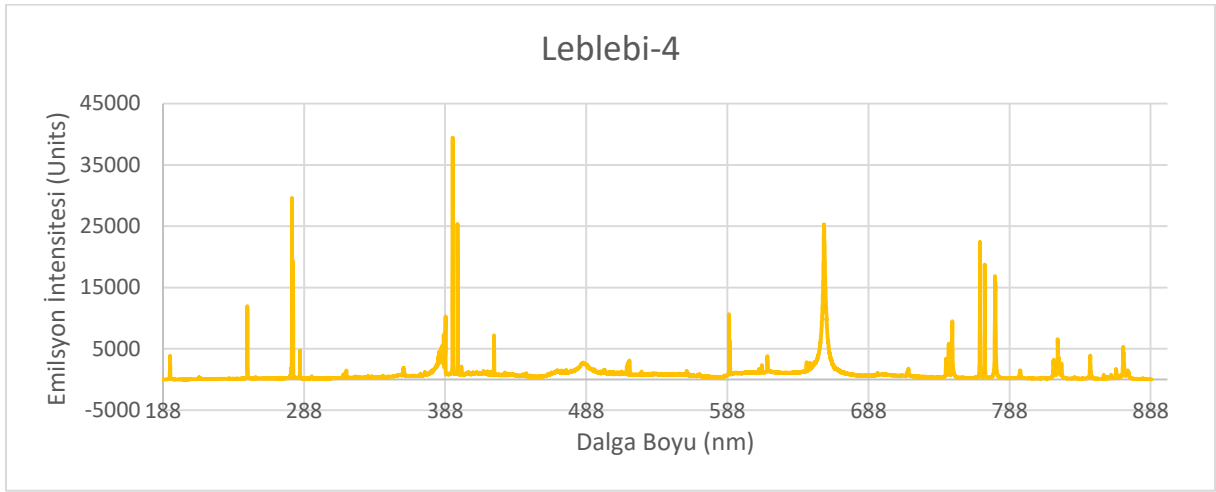
Grafik 5 Leblebi-1 LIBS Spektrumları



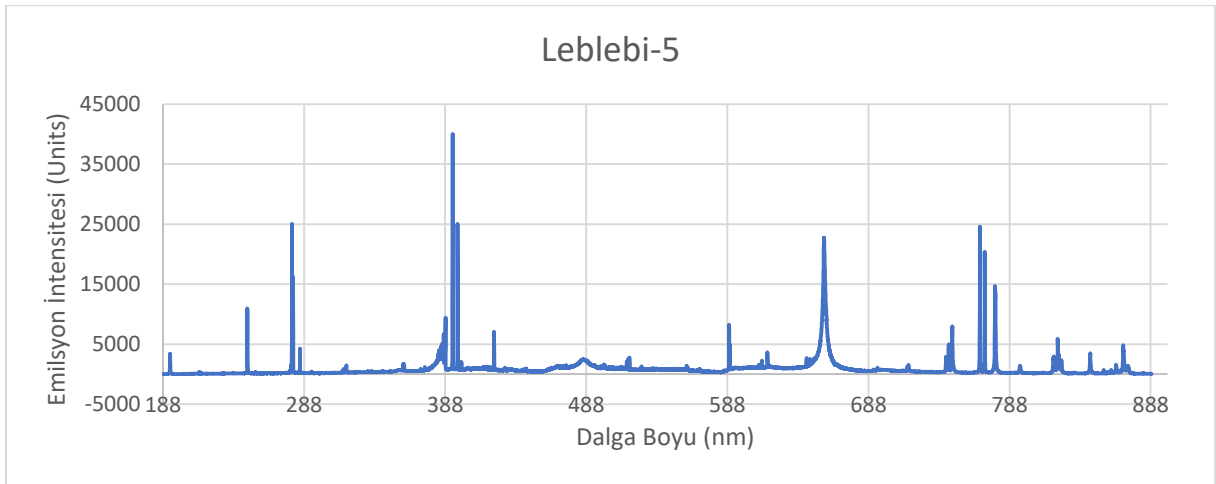
Grafik 6 Leblebi-2 LIBS Spektrumları



**Grafik 7 Leblebi-3 LIBS Spektrumları**



**Grafik 8 Leblebi-4 LIBS Spektrumları**



**Grafik 9 Leblebi-5 LIBS Spektrumları**

Referans metod olarak örneklerde yapılan mineral analizi sonuçları aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Element	Leblebi-1 (ppm)	Leblebi-2 (ppm)	Leblebi-3 (ppm)	Leblebi-4 (ppm)	Leblebi-5 (ppm)
Kalsiyum (Ca)	528,92	553,65	506,15	539,28	535,12
Demir (Fe)	53,35	61,16	56,24	49,16	54,58
Magnezyum (Mg)	316,21	303,32	329,60	325,15	328,85
Mangan (Mn)	7,07	7,35	7,16	7,36	7,21
Sodyum (Na)	22,55	24,57	23,43	23,34	23,22
Çinko (Zn)	177,57	186,67	181,16	181,31	152,89
Potasyum (K)	10904,50	9652,44	11326,50	11204,15	11123,24

Tablo 18 LIBS Analizi için Hazırlanan Referans Sonuçlar

Buna göre LIBS ile yapılacak analizlerde aşağıda belirtilen dalga boyu – element eşleşmesi üzerinden çizilecek bir kalibrasyon eğrisi ile leblebinin elementel içeriğini hızlı bir şekilde ortaya konulabileceği gösterilmiştir. Ayrıca organik elementler (karbon, azot) için belirlenen dalga boyları aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

Dalga Boyu Değeri (nm)	Tahmini Element
193.042	Fe I (193.070)
213.545	Fe I (215.213)
213.645	Fe II (213.65)
214.963	K II (214.966)
247.733	C I (247.978)
253.507	Mn II (253.504)
259.952	Fe I (259.956)
263.080	Fe I (263.087)
279.500	Mg II (279.553)
280.204	Mg II (280.200)
285.094	Mg I (285.160)
315.877	Ca II (315.887)
317.918	Na II (317.906)
330.265	Zn I (330.258)
358.532	Fe I (358.532)
373.677	Ca II (373.690)
388.285	Fe I (388.327)
393.360	Ca II (393.366), Ca I (393.529)
396.821	Ca II (396.8469)



<b>422.700</b>	<b>Ca I (422.672), Ca II (422.815)</b>
<b>430.266</b>	<b>Ca I (430.253)</b>
<b>443.548</b>	<b>Ca I (443.569)</b>
<b>512.865</b>	<b>Fe II (512.875)</b>
<b>589.245</b>	<b>Na I (588.995)</b>
<b>589.806</b>	<b>Na I (588.995)</b>
<b>742.758</b>	<b>N I (742.360)</b>
<b>744.545</b>	<b>N I (744.229)</b>
<b>747.212</b>	<b>N I (746.831)</b>
<b>766.783</b>	<b>K I (766.489)</b>
<b>770.107</b>	<b>K I (769.8965)</b>
<b>819.221</b>	<b>Na I (819.482)</b>
<b>821.922</b>	<b>Mg I (821.3034)</b>

Tablo 19 LIBS Analizi Dalga Boyu Değerleri

### 3.9.Duyusal Analiz Sonuçları

Leblebiler üzerine rastgele seçilen panelistler tarafından yapılan duyusal değerlendirme sonuçları ve sonuçların istatistiksel karşılaştırması ( $p < 0,05$ ) aşağıdaki tabloda belirtilmiştir. Panelistlerden leblebilerde acı tat olup olmadığı 10 üzerinden değerlendirmesi (10 tamamen acı tat – 0 hiç acı tat yok), leblebilerin görünüşünün beklentilerini karşılama yönünde 10 üzerinde değerlendirmeleri (10 beklentimi tamamen karşıladı – 0 beklentimi hiç karşılamadı) (benek beklentisini görmezden gelerek renk üzerinden değerlendirmeleri istenerek) değerlendirildi. Sertlik ve gevreklik durumunu 10 çok sert/gevrek 0 ise çok yumuşak olmak üzere 10 üzerinden değerlendirmeleri istedik. Son olarak da leblebinin lezzetini beklentilerini ne ölçüde karşıladığını 10 üzerinden (10 tamamen karşıladı – 0 hiç karşılamadı (tüketilemez)) değerlendirmelerini istedik.

	Uygulanan İşlem	Acı Tat	Görüntü	Sertlik/Gevreklik	Lezzet
L1	150 °C 20 dk	0,7±0,3 <sup>e</sup>	5±1,5 <sup>ab</sup>	7,3±0,9 <sup>ab</sup>	5,3±0,3 <sup>bc</sup>
L2	150 °C 30 dk	0,3±0,3 <sup>e</sup>	5,7±1,8 <sup>ab</sup>	5,7±0,7 <sup>bc</sup>	4±1,7 <sup>cd</sup>
L3	150 °C 40 dk	3±0,6 <sup>cde</sup>	6±1,5 <sup>ab</sup>	4,3±0,9 <sup>c</sup>	5,3±0,7 <sup>bc</sup>
L4	175 °C 10 dk	1±0,6 <sup>de</sup>	4,3±0,9 <sup>ab</sup>	6,3±0,3 <sup>bc</sup>	4,3±1,5 <sup>bcd</sup>
L5	175 °C 20 dk	1±0,6 <sup>de</sup>	6,3±0,9 <sup>a</sup>	5,7±0,7 <sup>bc</sup>	8,7±0,7 <sup>a</sup>
L6	175 °C 30 dk	3,7±0,9 <sup>bcd</sup>	4,3±1,9 <sup>ab</sup>	4±1,2 <sup>c</sup>	7,3±0,9 <sup>ab</sup>
L7	195 °C 10 dk	5±1,7 <sup>abc</sup>	3±0,6 <sup>ab</sup>	6,7±1,2 <sup>bc</sup>	6±1,5 <sup>abc</sup>
L8	195 °C 15 dk	6±1,5 <sup>ab</sup>	2,7±0,7 <sup>ab</sup>	5,3±0,9 <sup>bc</sup>	6,7±0,3 <sup>abc</sup>
L9	195 °C 20 dk	7,3±0,9 <sup>a</sup>	2±1 <sup>b</sup>	4±1 <sup>c</sup>	6,7±0,3 <sup>abc</sup>
L10	0 °C 0 dk	0,3±0,3 <sup>e</sup>	3,3±0,9 <sup>a<sup>b</sup></sup>	9,3±0,3 <sup>a</sup>	1,3±0,3 <sup>d</sup>

**Tablo 20 Duyusal Analiz Sonuçları**

Aynı sütunda istatistiki karşılaştırmalar küçük harfle (a,b...) ile gösterilmiştir.

Aynı sütunda farklı harfle gösterilen Sonuçlar arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemlidir. (p<0,05; n=3)

Kavurma sırasında leblebilerde bulunmasını istemediğimiz acı tat parametresinde 195 °C, 20 dk işlem gören L9 numunesinde çıkmıştır. Görüntü ve lezzetin beğenisini ölçen değerlendirmede ise L5 numunesi (175 °C 30 dk) en beğenilen örnek olmuştur. Bu sebeple bu değerlerde işlem görmüş leblebiyi en beğenilen leblebi olarak kabul edebiliriz.

Panelistlerin yaptığı sertlik – gevreklik değerlendirmesi ise işlem görmeyen L10 numunesinin ardından 150 C, 20 dk işlem gören L1 numunesi en sert/gevrek numune olarak belirlenmiştir.

#### 4. DEĞERLENDİRME

Çorum İçin Bir Projem Var protokolü kapsamın leblebi üzerine yaptığımız çalışma sonuçları sonuçlar sekmesi altında belirtilmiştir. Üretilen leblebinin kavurma koşullarının nümerik olarak ölçülebilir bir sertlik, kırılabilirlik % nem ve renk analizi parametreleri ile üretici tarafından standart hale getirilebileceğini ortaya koyması bakımından oldukça dikkat çekici sonuçlar elde etmiştir. Öyle ki biz artık olmasını istediğimiz leblebiye bu veriler ile artık adeta bir kimlik oluşturulmuştur. Olmasını istediğimiz leblebiyi nümerik olarak tanımlanmıştır. Örneğin duyuşal değerlendirme sonuçlarına göre 175 °C'de 20 dakika son kavurma işlemine tabi tutulmuş leblebi örneğimiz tüketici tarafından en lezzetli bulunan örneğimiz olarak ortaya çıkmıştır. Bu leblebi için sertliği 218,08 gram, kırılabilirlik değeri 0,46 mm, renk parametreleri L:74,24, a:12,32, b37,75 ve son üründe nem miktarı %5,12 olarak tanımlanabilmektedir. Leblebi üreticimiz gerek burada bulunan çalışma koşullarında, gerek kendi oluşturduğu çalışma koşullarında ürünlerini bu şekilde analiz ettirerek kendisi için kalite parametreleri oluşturabilir ve bunların düzenli ölçümünü sağlayarak kendi standart üretim prosesini oluşturabilecek ve bunun takibini sağlayabilecektir. Burada sorun olarak belirtilebilecek bir durum üreticilerin farklı kavurma makinelerini kullanmasıdır. Bizim oluşturduğumuz koşullar gerçek üretime en yakın şekilde oluşturabilecek laboratuvar koşulları sayılabilir. Ancak sertlik, kırılabilirlik % nem ve renk analizi parametreleri her üretim şekli için ortaktır. Bu bakımdan üreticinin kendi belirlediği koşullara bu ölçümleri yaptırarak uygun gördüğü leblebiye bu şekilde kimlik vermesi önem arz etmektedir.

Çalışma kapsamında üreticilerden habersiz şekilde toplanan leblebi hammaddesi (son kavurma öncesi) üzerine kanseriyojenik ve mutajenik bir toksin olan ve olumsuz depolama koşullarının takibi konusunda son derece önemli bir parametre aflatoksin B1 ve toplam aflatoksin analizleri gerçekleştirilmiş ve raporlanmıştır. Raporlanan sonuçlara göre analizini yaptığımız hiçbir örnekte aflatoksin rastlanmaması oldukça olumlu bir sonuç olarak görülmektedir. Bu hem üreticilerimizin hammaddelerini uygun koşullarda depoladığını hem de uygun hammadde tedarik ettiğini bize göstermektedir. Ancak üreticilerimiz gerek kendi ürettikleri hammadde için gerekse tedarik ettikleri hammadde için düzenli aralıklarla yaptıracaklar aflatoksin takibi halk sağlığı açısından önem arz etmektedir.

Akrilamid normalde gıdanın yapısında bulunmayan ancak bir proses kontaminantı olarak karbonhidrat ve protein içerikli gıdaların yüksek sıcaklıklarda (120°C ve üzeri) pişirilmesi, kavrulması veya kızartılması sonucu oluşan bir bileşiktir. Toksik ve kanseriyojenik etkisiyle insan sağlığı için tehdit oluşturduğu değerlendirilen bir bileşiktir.

Sıcaklık ve süre parametrelerini değiştirerek yaptığımız değerlendirmede akrilamid miktarının oluşumunun prosesin şartlarına direk bağlı olduğunu belirlemiş olduk. İşlem süresi akrilamid oluşumunu artırmaktadır fakat burada akrilamid miktarını etkileyen en önemli parametrenin sıcaklık olduğu görülmüştür. 20 dakikalık süreyi sabit tuttuğumuz bir prosesde 150 °C’de 27,67 ppb, 175 °C’de 44,17 ppb ve 195 °C’de 148,62 ppb akrilamid oluşumu belirlenmiştir. Yani sıcaklığa bağlı parabolik bir artış görülmüştür. Bu sebeple üreticimiz için en önemli durum yüksek sıcaklıklarda çalışmadan uzak durmasının önerilmesidir. Aslında panelistlerimizin yaptığı lezzet değerlendirmesinde en yüksek puanı alan 175 °C’de 20 dakika uygulanan işlem henüz akrilamidin çok yükselmediği değer olarak öne çıkmakta ve kalite parametreleri yönünden bu değer için belirlenen değerlerin leblebide aranması önerilmektedir.

Çalışmanın odaklandığı en önemli kapsamlardan biri leblebiyi önemli bir mineral kaynağı olarak değerlendirmemizdi. Bu kapsamda leblebinin Kalsiyum (Ca), Krom (Cr), Bakır (Cu), Demir (Fe) Magnezyum (Mg), Mangan (Mn), Sodyum (Na), Çinko (Zn), Fosfor (P), Selenyum (Se), Potasyum (K), Gümüş (Ag), ve Bakır (Cu), Kurşun (Pb), Kadmiyum (Cd) miktarı yönünden elementel içeriği konusunda literatüre girecek oldukça kapsamlı bir çalışma gerçekleştirdir. Çalışmada bir kuruyemiş olarak leblebini özellikle özellikle kalsiyum, magnezyum, fosfor, demir ve potasyum gibi önemli minerallerce zengin olduğu ve içerisinde beslenme yönünden çok önemli bir mineral olan selenyum içerdiği ortaya konmuştur. Ayrıca raporlanabilecek bir diğer önemli sonuç ise kurşun, kadmiyum ve krom yönünden bir ağır metal bulaşısının leblebide bulunmamasıdır.

Ayrıca oldukça yenilikçi ve hızlı bir analiz yöntemi olan elementel içeriğin belirlenmesinde lazer indüklü plazma spektroskopisinin kullanılması için yaptığımız çalışmada beklediğimiz gibi olumlu sonuç vermiştir. Uygun dalga boylarını belirlediğimiz elementlerin tayininde LIBS’in kullanabileceği ortaya konmuştur. Konu üzerine yapılacak bir kalibrasyon eğrisinin oluşturulduğu çalışma ile leblebinin elementel içeriğide ortaya konabilecektir.

Tüm bu elementel içeriği belirledikten sonra leblebiyi önemli bir mineral kaynağı olarak ortaya koymuş olduk. Bu analizlerin yanı sıra “peki biz bu mineralin ne kadarından faydalanabiliyoruz?” sorusuna ise yaptığımız in-vitro mineral biyoyararlanım çalışması ile cevap bulmuş olduk. Bu analiz için öncelikle leblebilerimizi laboratuvar koşullarında mide de ve bağırsakda sindirime tabi tuttuk. Akabinde bağırsaktan emilimini sağlayarak % mineral biyoyararlanım değerlerini belirledik. Yaptığımız analizlerde her nekadar tüm mineraller için sabir bir yükseliş veya azalış trendi gözlemleyemesek de, yaptığımız istatistiksel değerlendirmede genel olarak düşük sıcaklıklarda çalışılmış ürünlerde emilimin daha fazla olduğunu söyleyebiliriz.

Cips ve benzeri atıştırma ürünlerinin tüketiminin oldukça artmakta ve buna bağlı çeşitli obezite gibi çeşitli hastalıkların çıktığı raporlanmaktadır. Günümüzde tüketici için “bu tarz atıştırma ürünlerinden uzak durun” demek yerine, bunlara alternatif olacak atıştırma ürünlerinin önerilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu bakımdan leblebi bu tarz ürünlere oldukça önemli ve lezzetli bir alternatif olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada olduğu gibi leblebi üzerine yapılacak kapsamlı değerlendirmeler tüketicinin leblebinin sağlık yönünün tekrar tekrar farkında olmasını sağlayacaktır.

## 5. KAYNAKLAR:

- Anonim, 2020a. <https://www.medikalakademi.com.tr/potasyum-nedir-hangi-yiyeceklerde-bulunur-ve-sagliga-faydalari-nelerdir/>
- Anonim, 2020b. <https://www.medikalakademi.com.tr/cinko-nedir-hangi-hastalıklara-iyi-gelir-cinko-iceren-gidalar-ve-eksikligi/>
- Anonim, 2020c. <https://www.1faydalari.com/bakirin-faydalari/>
- Anonim, 2020d. [http://kentarsivi.corum.bel.tr/wp-content/uploads/2018/09/C%CC%A7orumLeblebisi\\_112-sayfa.pdf](http://kentarsivi.corum.bel.tr/wp-content/uploads/2018/09/C%CC%A7orumLeblebisi_112-sayfa.pdf).
- Aydın, F., 2002. Nohudun Kullanımı ve Leblebi Üretimi. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi. Gaziantep
- Becalski A, Lau BP, Lewis D, Seaman SW. Acrylamide in foods; occurrence, source. Los Angeles CA. AOAC. Annual Meeting, 2002, p. 22- 26.
- Bilgir, B., 1972. Türk Leblebilerinin Yapılışı ve Bileşimi Üzerinde Araştırmalar. 96 s. Doçentlik Tezi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, İzmir.
- Demirci, M., 2014. Beslenme . Mineral Maddeler. s: 147-162.
- Dybing E, Sanner T. Risk assessment of acrylamide in food. Toxicol. Sci. 2003; 75: 7-15.
- European Union Risk Assessment Report Acrylamide. European Union. European Commission, European Chemicals Bureau. Institute for Health and Consumer Protection. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg (ISBN 92-894-1250- X). 2002b.
- Girgin G., Başaran N., Şahin G. 2001. Dünyada ve Türkiye’de İnsan Sağlığını Tehdit Eden Mikotoksinler. Türk Hij Den Biyol Derg. Cilt 58, No 3, S : 97 - 118.
- Gürsul, I., Batu, A., 2010. Geleneksel Ve Modern Yönteme Göre Ağın Leblebisi Üretimi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 5, No: 1, 2010 (57-65).
- Iqbal SZ, Asi MR, Arino A, Akram N, Zuber M. Aflatoxin contamination in different fractions of rice from Pakistan and estimation of dietary intakes. Mycotoxin Res 2012;28(3):175-80.
- Jambunathan, R., Blain, H., L., Dhindsa, K., S., Hussein, L., A., Kogure, K., Li-Juan, L., Youssef, M., M., 1994. Diversifying use of cool season food legumes through processing. Curr Plant Sci Biotechnol agric.,19: 98-112.

- Ladizinsky, G., Adler, A., 1976. The Origin Of Chickpea *Cicer Arietinum* L. *Euphytica*, 25, 211- 217.
- Maurice S, Wiens R, Saccoccio (2012). The ChemCam instrument suite on the Mars Science Laboratory (MSL) rover: science objectives and mast unit description. *Space science reviews*, vol. 170, pp. 95-166.
- Miziolek, A, Palleschi V, Schechter I (2006). *Laser induced breakdown spectroscopy: Fundamentals and applicaitons*: Cambridge University Press.
- Narayanasamy, P., 2006. *Postharvest Pathogens and Disease Management*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, USA, 582p.
- Rydberg P, Ericson S, Tareke E, Karlsson P, Ehrenberg L, Tornqvist M. Investigations of factors that influence the acrylamide content of heated foodstuffs. *J. Agric. Food Chem.* 2003; 51: 7012-7018.
- Sağlam H., 2006. Farklı Kavurma Sıcaklık ve Sürelerinin Leblebilerin Kalitesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta.
- Sağlam, H ve Seydim A.C., 2017. Leblebi Üretiminde İkinci Kavurma Koşullarının Leblebi'nin Fizikokimyasal Özellikleri ve Duyusal Kalitesi Üzerine Etkisi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* (2017) 21(3):279-292
- Salwa MH, Hegazi SM, Demet O, Oguz H. Comparative study on the influence of aflatoxin and ochratoxin performance of broiler chicks. *J Egypt Vet Med Ass* 2000;60:201-12.
- Seo, J.A., Yu, J.H., 2005. Toxigenic Fungi and Mycotoxins. In *Handbook of Industrial Mycology*, Edited by Z. An., Marcell Dekker Inc, 270 Madison Avenue, New York, NY 10016, 749p.
- Sezer, B., Apaydin, H., Bilge, G., & Boyaci, I. H. (2018). Coffee arabica adulteration: Detection of wheat, corn and chickpea. *Food Chemistry*, 264(May), 142–148.
- Song K, Lee YI, Sneddon J (1997). Applications of laser-induced breakdown spectrometry. *Applied Spectroscopy Reviews*, vol. 32, pp. 183-235.
- Stadler RH, Blank I, Varga N, Robert F, Hau J, Guy PA, Robert MC, Riediker S. Acrylamide from Maillard reaction products. *Nature*. 2002; 419: 449-450.
- TÜİK, 2020. <https://data.tuik.gov.tr/tr/display-bulletin/?bulletin=bitkisel-uretim-2tahmini-2020-33736#>
- Tyl R, Crump K. Acrylamide in Food. *Food Standards Agency*. 2003; 5: 215-222.

- Williams, P., C., Bhatta, R., S., Deshpande, S., S., Hussein, L., A., Savage, G., P., 1994. Improving nutritional quality of cool season food legumes. *Curr Plant Sci Biotechnol Agric.*,19: 113-129.