



**ANKARA'DA TÜKETİME SUNULAN HAZIR ÇORBALARDA HPLC  
YÖNTEMİ İLE MONOSODYUM GLUTAMAT MİKTARLARININ  
ARAŞTIRILMASI**

**İnci BARUT**

**YÜKSEK LİSANS  
BESİN ANALİZLERİ VE BESLENME BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEMMUZ 2015**

İNCİ BARUT tarafından hazırlanan “ANKARA’DA TÜKETİME SUNULAN HAZIR ÇORBALARDA HPLC YÖNTEMİ İLE MONOSODYUM GLUTAMAT MİKTARLARININ ARAŞTIRILMASI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile Gazi Üniversitesi Besin Analizleri ve Beslenme Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Gülderen YENTÜR

Eczacılık Temel Bilimleri Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

.....

.

**Başkan:** Prof. Dr. Gülderen YENTÜR

Eczacılık Temel Bilimleri Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

.....

.

**Üye:** Prof. Dr. Uğur TAMER

Analitik Kimya Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

.....

.

**Üye:** Prof. Dr. Tarık Haluk ÇELİK

Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

.....

...

Tez Savunma Tarihi: 10/07/2015

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Ufuk KOCA ÇALIŞKAN

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü



## ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
  - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
  - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
  - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
  - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirim, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İnci BARUT

10/07/2015

# ANKARA'DA TÜKETİME SUNULAN HAZIR ÇORBALARDA HPLC YÖNTEMİ İLE MONOSODYUM GLUTAMAT MİKTARLARININ ARAŞTIRILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

İnci BARUT

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2015

## ÖZET

Bu çalışma, Ankara piyasasında tüketime sunulan hazır çorba örneklerindeki monosodyum glutamat miktarlarının saptanması ve bu miktarların Türk Gıda Kodeksi' ne (TGK) uygunluğunun değerlendirilmesi amacı ile yapılmıştır. Araştırmada, Ankara'nın farklı semtlerindeki marketlerden temin edilen 5 farklı firmaya (A, B, C, D, E) ait, farklı seri numaralı toplam 100 adet hazır çorba örneği analiz edilmiştir. Hazır çorba örneklerindeki monosodyum glutamat miktarlarının saptanmasında yüksek basınçlı sıvı kromatografi (HPLC) yöntemi kullanılmıştır. Örnekler floresan dedektör ile analiz edilmiş ve 5-dimetilamino-naftalen-1-sülfonil klorür (dansil klorür) ile türevlendirilmiştir. A, B, C, D ve E firmalarına ait hazır çorba örneklerinin ortalama monosodyum glutamat miktarları sırasıyla  $22,72 \pm 4,51$  g/kg,  $4,17 \pm 1,23$  g/kg,  $1,14 \pm 0,49$  g/kg,  $6,63 \pm 2,03$  g/kg ve  $35,97 \pm 2,29$  g/kg olarak saptanmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre; B, C ve D firmalarına ait MSG değerlerinin kodeks sınır değeri olan 10 g/kg'ın altında olduğu ancak A ve E firmalarında tespit edilen miktarların kodeks limit değerinin üzerinde olduğu saptanmıştır. Monosodyum glutamatın, özellikle limit değerlerinin aşımı durumunda, sağlık üzerinde yaratabileceği riskler nedeniyle, yüksek miktarlarda ve bilinçsizce gıdalara eklenmemesi ve kullanılmaması gerekmektedir. Bu nedenle tüketimi yaygın olan gıdalarda MSG düzeylerinin rutin olarak araştırılması oldukça önemlidir.

Bilim Kodu : 103.01.00

Anahtar Kelimeler : Monosodyum glutamat, lezzet artırıcılar, HPLC, gıda katkı maddeleri

Sayfa Adedi : 90

Danışman : Prof. Dr. Gülderen YENTÜR

DETERMINATION OF MONOSODIUM GLUTAMATE LEVELS BY HPLC METHOD  
IN INSTANT SOUPS MARKETED IN ANKARA

(M. Sc. Thesis)

İnci BARUT

GAZI UNIVERSITY

INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES

July 2015

ABSTRACT

The aim of this study is to determine monosodium glutamate (MSG) amounts in instant soups marketed in Ankara and to evaluate those levels' convenience with Turkish Food Codex. In this research, total number of 100 instant soup samples regarding 5 different firms (A, B, C, D, E) with particular series numbers and each of them collected from markets in various districts of Ankara, were analyzed. In order to determine the level of MSG in instant soup samples, high pressure liquid chromatography (HPLC) method was used. The samples were analysed with fluorescence dedector and derivatized with 5-dimethylamino-naphthalene-1-sulfonyl chloride (dansyl chloride). The average MSG amounts of the samples regarding A, B, C, D and E firms were detected as  $22,72 \pm 4,51$  g/kg,  $4,17 \pm 1,23$  g/kg,  $1,14 \pm 0,49$  g/kg,  $6,63 \pm 2,03$  g/kg and  $35,97 \pm 2,29$  g/kg respectively. According to the results of the study, while the determined MSG amounts of B, C and D firms were under the limit of the codex value which is 10 g/kg, the detected MSG levels of A and E firms exceeded the limit value of the codex. Especially, in the case of going over the limit values, MSG could create health risks. Thus, it should not be used and added to foods in an insensible way. Therefore, it is important to investigate commonly consumed foods in terms of MSG levels.

Science Code : 103.01.00

Key Words : Monosodium glutamate, flavor enhancers, HPLC, food additives

Page Number : 90

Supervisor : Prof. Dr. Gülderen YENTÜR

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca en önemli eksiklerimden biri olan akademik disiplini bana yılmadan aşıl原因, önemsiz olduğunu düşündüğüm birçok ayrıntının zamanı geldiğinde çok kritik olabileceğini öğrenmemi sağlayan, kendisine soru sorduğumda gözleri parlayarak bilgisini paylaşan ve yeri geldiğinde de her türlü zorluğa rağmen desteğini esirgemeyen Sayın Danışman Hocam Prof. Dr. Gülderen YENTÜR'e ve özellikle yüksek lisans dersleri sırasında bilgisi ve bakış açısı ile yol gösteren Sayın Hocam Prof. Dr. Aysel BAYHAN ÖKTEM'e;

Beni bilimsel çalışma konusunda teşvik edip motivasyonumu canlı tutmamı sağlayan, sessiz bir zaman diliminin ardından yeni bir çalışma veya bir sorunun çözümü için sunduğu parlak fikirleri ile beni hep şaşırtan, tez deneylerim boyunca bilgisini, laboratuvar olanaklarını, desteğini koşulsuz sunan ve her şeyden önemlisi insani değerlerini ve bilime yaklaşımını her daim kendime örnek alacağım Sayın Hocam Prof. Dr. Uğur TAMER'e;

Öğrenci, asistan veya hoca ayırt etmeden her türlü sorun için kapısını açık tutan, anlayışı ve desteği ile zorluklardan sıyrılmam için bana fırsatlar yaratan Sayın Dekanımız Prof. Dr. Tuncer DEĞİM'e;

Bu süreçte katkısı olan, ilgisini, desteğini ve sabrını esirgemeyen diğer tüm hocalarıma, çalışma arkadaşlarıma ve dostlarıma;

Öğretim görevlisi yetiştirme programı kapsamında ders ve tez aşamasında gerekli desteği sağlayan Yüksek Öğretim Kurumu'na ve sürece aracılık eden Gazi Üniversitesi ÖYP Koordinatörlüğüne;

Her şeyin ötesinde, bugüne gelmemi sağlayan ve her koşulda sabırla ve sevgi ile yanımda olan canım anneme, babama ve bir tanecik kardeşime;

Tüm kalbimle teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

|  | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| ÖZET .....   | iv           |
| ABSTRACT.....  | v            |
| İÇİNDEKİLER .....  | vii          |
| ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....  | xi           |
| SİMGELER VE KISALTMALAR.....   | xii          |
| <b>1. GİRİŞ.....</b>   | <b>1</b>     |
| <b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>  | <b>5</b>     |
| 2.1. Lezzet Artırıcılar .....  | 5            |
| 2.1.1. Umami.....  | 5            |
| 2.2. Monosodyum Glutamat ve Genel Özellikleri .....                  | 6            |
| 2.3. Glutamat.....   | 7            |
| 2.4. Monosodyum Glutamat ve Glutamatın Metabolizması ve Atılımı..... | 8            |
| 2.5. Monosodyum Glutamatın Gıda Katkı Maddesi Olarak Kullanımı ..... | 10           |
| 2.5.1. Monosodyum glutamatın ticari olarak üretimi.....              | 11           |
| 2.5.2. Monosodyum glutamatın gıda endüstrisindeki önemi .....        | 13           |
| 2.6. Monosodyum Glutamatın Sağlık Üzerindeki Etkileri.....           | 14           |
| 2.6.1. Çin restoranı sendromu-CRS .....                              | 14           |
| 2.6.2. Monosodyum glutamat ve obezite .....                          | 16           |
| 2.6.3. Monosodyum glutamat ve nörolojik etkiler.....                 | 18           |
| 2.6.4. Monosodyum glutamatın sağlık üzerindeki diğer etkileri .....  | 20           |
| 2.7. Monosodyum Glutamat ve Yasal Düzenlemeler .....                 | 21           |
| 2.8. Monosodyum Glutamat ile İlgili Olarak Yapılmış Çalışmalar ..... | 23           |
| 2.9. Gıdalarda Monosodyum Glutamat Tayin Yöntemleri .....            | 29           |
| <b>3. GEREÇ ve YÖNTEM.....</b>                                       | <b>31</b>    |
| 3.1. Gereç .....   | 31           |
| 3.1.1. Kullanılan kimyasal maddeler .....                            | 31           |
| 3.1.2. Kullanılan alet ve gereçler .....                             | 32           |
| 3.2. Yöntem.....   | 33           |
| 3.2.1. Yöntemin ilkesi.....  | 33           |

|  | <b>Sayfa</b> |
|--|--------------|
| 3.2.2. Çözelti ve reaktifler.....  | 33           |
| 3. 2. 3. Standartların hazırlanması ve türevlendirme .....   | 34           |
| 3.2.4 Örneklerin hazırlanması ve analizi .....   | 35           |
| 3.2.6. İstatistiksel analizler.....  | 38           |
| 4. BULGULAR .....  | 41           |
| 5. TARTIŞMA.....   | 61           |
| 6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....   | 73           |
| KAYNAKLAR .....  | 75           |
| EKLER.....   | 81           |
| EK-1. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği eklerinde belirtilen glutamik asit ve glutamat bileşiklerine ait bilgiler ..... | 82           |
| EK-2. Ekran alıntıları.....  | 86           |
| ÖZGEÇMİŞ .....   | 90           |

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

| Çizelge   | Sayfa |
|---|-------|
| Çizelge 2.1. Glutamik asidin pKa ve izoelektirik noktası pI değerleri.....  | 7     |
| Çizelge 2.2. Glutamatın gıdalardaki doğal miktarları.....   | 8     |
| Çizelge 2.3. Normal yetişkin bir bireyin organlarında bulunan serbest glutamat miktarları.  | 9     |
| Çizelge 2.4. MSG ile benzer yapıya sahip maddelerin tat özellikleri.....  | 14    |
| Çizelge 2.5. Türk gıda kodeksi gıda katkı maddeleri yönetmeliği eklerinde belirtilen gıdalara katılabilecek maksimum glutamik asit ve monosodyum glutamat miktarları..... | 23    |
| Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan araç ve gereçlerin listesi.....   | 31    |
| Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan kimyasal maddelerin listesi.....  | 32    |
| Çizelge 3.3. Glutamik asit standartları için pik alanları ortalama değerleri ve konsantrasyonlar .....  | 34    |
| Çizelge 3.4. HPLC Koşulları .....   | 36    |
| Çizelge 3.5. MSG yönteminin tekrarlanabilirliği .....   | 37    |
| Çizelge 3.6. Standart ilave edilen hazır çorba örneklerine ait glutamik asit konsantrasyonları ve %verim değerleri .....  | 38    |
| Çizelge 4.1. A firmasına ait hazır çorba örneklerinde saptanan MSG miktarları (g/kg) ve etiket bilgileri .....  | 42    |
| Çizelge 4.2. B firmasına ait hazır çorba örneklerinde tespit edilen MSG miktarları (g/kg) ve etiket bilgileri .....   | 44    |
| Çizelge 4.3. C firmasına ait hazır çorba örneklerinde tespit edilen MSG miktarları (g/kg) ve etiket bilgileri .....   | 46    |
| Çizelge 4.4. D firmasına ait hazır çorba örneklerinde tespit edilen MSG miktarları (g/kg) ve etiket bilgileri .....   | 48    |
| Çizelge 4.5. E firmasına ait hazır çorba örneklerinde tespit edilen MSG miktarları (g/kg) ve etiket bilgileri .....   | 50    |
| Çizelge 4.6. A,B,C,D,E firmalarına ait hazır çorba örneklerindeki MSG miktarlarının (g/kg) firmalara göre karşılaştırılması .....   | 52    |
| Çizelge 4.7. A ve B firmalarına ait hazır çorba örneklerinde monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması .....   | 53    |

| <b>Çizelge</b>  | <b>Sayfa</b> |
|---|--------------|
| Çizelge 4.8. A ve C firmalarına ait hazır çorba örneklerindeki monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması .....   | 53           |
| Çizelge 4.9. A ve D firmalarına ait hazır çorba örneklerinde monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması .....   | 54           |
| Çizelge 4.10. A ve E firmalarına ait hazır çorba örneklerindeki monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması .....  | 54           |
| Çizelge 4.11. B ve C firmalarına ait hazır çorba örneklerinde monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması .....  | 55           |
| Çizelge 4.12. B ve D firmalarına ait hazır çorba örneklerinde monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması .....  | 55           |
| Çizelge 4.13. B ve E firmalarına ait hazır çorba örneklerinde monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması .....  | 56           |
| Çizelge 4.14. C ve D firmalarına ait hazır çorba örneklerinde monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması .....  | 56           |
| Çizelge 4.15. C ve E firmalarına ait hazır çorba örneklerindeki monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması .....  | 57           |
| Çizelge 4.16. D ve E firmalarına ait hazır çorba örneklerindeki monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması .....  | 57           |
| Çizelge 4.17. Farklı firmalara ait (A, B, C, D, E) örneklerdeki monosodyum glutamat ortalama miktarlarının (g/kg) TGK sınır değerine (10 g/kg) göre karşılaştırılması ..... | 58           |

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

| Şekil  | Sayfa |
|--|-------|
| Şekil 2.1. Monosodyum glutamatın kimyasal yapısı .....   | 6     |
| Şekil 2.2. Karbonhidrattan glutamik asitin meydana gelmesi .....   | 12    |
| Şekil 3.1. L-Glutamik Asit İçin Standart Kalibrasyon Eğrisi .....  | 35    |
| Şekil 4.1. Hazır çorba örneklerinde saptanan ortalama monosodyum glutamat miktarlarının dağılımı .....   | 59    |
| Şekil 4.2. A,B,C,D,E firmalı hazır çorba örneklerinde saptanan ortalama MSG değerlerinin (g/kg) TGK sınır değeri (10 g/kg) ile karşılaştırılması ..... | 59    |



## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

### Simgeler

### Açıklamalar

|                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| <b>cm</b>             | Santimetre           |
| <b>dm<sup>3</sup></b> | Desimetre küp        |
| <b>g</b>              | Gram                 |
| <b>kg</b>             | Kilogram             |
| <b>L</b>              | Litre                |
| <b>mg</b>             | Miligram             |
| <b>ml</b>             | Mililitre            |
| <b>µl</b>             | Mikrolitre           |
| <b>µmol</b>           | Mikromol             |
| <b>mmol</b>           | Milimol              |
| <b>nm</b>             | Nanometre            |
| <b>ppm</b>            | Milyonda bir         |
| <b>R<sup>2</sup></b>  | Korelasyon katsayısı |
| <b>sn</b>             | Saniye               |

### Kısaltmalar

### Açıklamalar

|             |  |
|-------------|--|
| <b>ADI</b>  | Acceptable Daily Intake (Günlük Alınabilir Miktar)   |
| <b>ALS</b>  | Amiyotrofik Lateral Skleroz                          |
| <b>CRS</b>  | Chinese Restaurant Syndrome (Çin Restoranı Sendromu) |
| <b>FAD</b>  | Flavin Adenin Dinükleotit                            |
| <b>FDA</b>  | Food and Drug Administration (Gıda ve İlaç Dairesi)  |
| <b>Glu</b>  | Glutamik Asit  |
| <b>GMP</b>  | Guanosin-5'-monofosfat                               |
| <b>GRAS</b> | Generally Recognized as Safe                         |

**Kısaltmalar****Açıklamalar**

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>HFCS</b>            | High Fructose Corn Syrup (Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubu) |
| <b>HPLC</b>            | Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi                      |
| <b>IMP</b>             | Inosin-5'-monofosfat                                     |
| <b>JECFA</b>           | The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives     |
| <b>LD<sub>50</sub></b> | %50 Letal Doz  |
| <b>LOD</b>             | Limit of Detection (Teşhis Sınırı)                       |
| <b>MSG</b>             | Monosodyum glutamat                                      |
| <b>NAD</b>             | Nikotinamid Adenin Dinükteotit                           |
| <b>NaCl</b>            | Sodyum klorür  |
| <b>pI</b>              | Isoelectric Point (İzoelektirik Nokta)                   |
| <b>SCF</b>             | Scientific Committee on Food (Gıda Bilim Komitesi)       |
| <b>SPSS</b>            | Statistical Package for Social Sciences                  |
| <b>TGK</b>             | Türk Gıda Kodeksi  |
| <b>XMP</b>             | Ksantosin-5'-monofosfat                                  |



## 1. GİRİŞ

Günümüz modern endüstri toplumlarında, süpermarket rafları sayısız gıda ürünü çeşidi ile doludur. Bu gıdaların çoğu ham halinden itibaren, marketlerde yerini alana kadar geçirdiği aşamalar boyunca dayanıklılığını sürdürmek ve satın alındıktan sonra da tazeliğini ve özelliklerini koruyarak, tüketicinin hayatını kolaylaştırmak üzere tasarlanmaktadır. Yağı, kalorisi, tuzu azaltılmış gıdalar gibi farklı besinsel özelliklere sahip hazır gıdalara olan talep giderek arttığından, gıda katkı maddeleri, gıda endüstrisinin giderek artan taleplere yanıt verebilmesi açısından elzem hale gelmiştir (Saltmarsh ve Lynn, 2013:1).

Gıda katkı maddeleri içerisinde aroma verici ajanların çok büyük bir yeri vardır. Aroma vericiler, kendi başına tadı olmayan ancak gıdalara katıldığında lezzet veren veya gıdaların lezzetini artıran maddelerdir. (Saltmarsh ve Lynn, 2013:7) Aroma verici ve lezzet artırıcılar, mandıra ürünleri, kuruyemişler, deniz ürünleri, baharat karışımları, sebzeler ve şaraplar gibi yiyecek ve içeceklere uygulanmaktadır. Günümüzde işleme sırasında tadı azalan veya kaybolan gıdalara uygulanan 1200'ün üzerinde farklı aroma verici ajan ve doğal tatları taklit eden yüzlerce kimyasal madde bulunmaktadır. Bazı aroma verici maddelere örnek olarak alkoller, esterler, ketonlar, protein hidrolizatları ve monosodyum glutamat (MSG) verilebilir (Vaclavik ve Christian, 2014: 355).

Monosodyum glutamat, doğada en çok bulunan esansiyel olmayan bir aminoasit olan L-glutamik asidin sodyum tuzudur ve günümüzde en çok kullanılan aroma arttırıcılardan biridir (Appaiah, 2010: 218). 1900'lü yılların başında çeşitli yöntemlerle ekstrakte edilerek kullanılmaya başlanmıştır (Vaclavik ve Christian, 2014: 355). Ancak, glutamatın gıdalarda kullanımının tarihi tüm beslenme bilim tarihinden dahi eskilere dayanmaktadır. Günümüzden 12 yüzyıl öncesinde bir su yosunu olan *Laminaria japonica*'nın çorba stoklarına eklenmesi ile çorbaların lezzeti önemli derecede artırılmış, ancak o dönemde bu bitkinin yüksek miktarda glutamat içerdiği ve dolayısıyla lezzetin glutamattan kaynaklandığı bir süre bilinmemiştir. Daha sonra yapılan araştırmalar glutamatın özel bir tat olan umami tadını verdiğini ortaya koymuştur. Böylece glutamat son yıllarda endüstride yaygın biçimde MSG formunda gıdalara lezzet artırıcı olarak eklenmektedir (Mallick, 2007).

Dünya genelindeki üretiminin 2007 yılında yaklaşık 2 milyon ton olduğu tahmin edilen MSG, birçok gıda çeşidine katılabilmektedir (Uslu ve Tosun, 2013). Monosodyum glutamat çoğunlukla doğu Asya mutfağı ile ilişkilendirilmesine rağmen batı mutfağında da oldukça yaygın biçimde kullanılmaktadır (Freeman, 2006). Amerika'da 10,000'den fazla gıdanın MSG içerdiği bilinmektedir. Monosodyum glutamat, kırmızı ve beyaz et ürünleri, deniz ürünleri, atıştırmalık yiyecekler ve çorbalar, soslar, pizzalar, konserve sebzeler ve ton balığı ve birçok dondurulmuş gıda çeşidine katılmakla beraber sigaralara ve hayvan gıdalarına da eklenmektedir (Beyreuther ve diğerleri, 2007; Khodjaeva ve diğerleri, 2013; Jinap ve Hajep, 2010).

Glutamat gıdaların yapısında bol bulunmasının yanı sıra birçok aminoasidin sentezi sırasında amino grubu sağlama, glutamin ve glutatyon sentezinde substrat olarak kullanılma, beyinde nörotransmitter olarak görev yapma ve belirli doku çeşitleri için enerji kaynağı olarak kullanılma gibi insan metabolizmasında merkezi görevleri olan bir aminoasittir. Hormonlar diyetle alınan glutamattan, gıdaların doğal yapısında bulunan halinin sindirilmesi veya MSG eklenmiş gıdaların tüketimi olmak üzere iki biçimde etkilenmektedir. Diyetle her iki biçimde de alınan glutamat vücutta aynı şekilde metabolize edilmekte ve gastrointestinal sistem tarafından emilmektedir. Monosodyum glutamat tüketiminin belirli miktarların üzerine çıkması (>5 g MSG) plazma glutamat seviyelerinde değişikliğe neden olabildiği gibi anne sütündeki glutamat konsantrasyonu da MSG alımından etkilenmektedir (Appaiah, 2010: 219).

Monosodyum glutamatın sağlık üzerindeki etkilerini araştırmak amacı ile yapılmış çok sayıda çalışma mevcuttur (Jinap ve Hajep, 2010). 1968'de *New England Journal of Medicine* dergisinde Çin restoranlarında yemek yiyen hastalarda tanımlanan ve daha sonra Çin restoranı sendromu (CRS) olarak adlandırılan sırtta, boyunda, kol ve bacaklarda yayılan uyuşma, zayıflık hissi ve düzensiz kalp atışları ile kendini gösteren bir grup semptom rapor edilmiştir. Çin restoranı sendromunun tanımlanmasının ardından MSG ile ilgili olarak yapılan araştırmalar artmıştır. Monosodyum glutamatın obeziteye neden olabileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Aizawa-Abe ve diğerleri, 2000; Collison ve diğerleri, 2010, Hermanussen ve Tresguerres, 2003; He ve diğerleri, 2008; Donaldson, Bennett, Baic ve Melichar, 2009). Glutamatın önemli bir nörotransmitter madde olması nedeniyle fazla miktarda MSG tüketiminin sinir sistemi üzerinde olumsuz etkileri de çalışılmıştır (Dief, 2014; Mallick, 2007). Bunların dışında MSG'nin tansiyon (Vuthithu ve diğerleri, 2013) ve alerjik

reaksiyonlar (Bosso ve Simon, 2008: 339; Williams ve Woessner, 2009) üzerindeki etkileri de araştırılan ve tartışmalı olan konular arasındadır.

Monosodyum glutamatın gıda katkı maddesi olarak kullanımı ile ilgili ülkemizde ve dünyada çeşitli düzenlemeler yapılmıştır. Avrupa Birliği Direktifleri'ne göre, gıdalara MSG'nin en fazla 10 g/kg miktarında katılabileceği belirlenmiştir (Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifleri, 1995). Buna paralel olarak hazırlanmış olan Türk Gıda Kodeksi, Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde de aynı değer yani 10 g/kg esas alınmıştır (Türk Gıda Kodeksi, Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, 2013).

Monosodyum glutamatın limit değerlere uyulmadığında ve bilinçsizce tüketildiğinde sağlık üzerinde yaratabileceği riskler nedeniyle gıdalarda MSG miktarlarının saptanması ve kodekse uyumluluğunun kontrol edilmesi önem arz etmektedir. Bu nedenle, ülkemizde ve dünyada çeşitli yöntemler kullanılarak gıdalarda MSG miktar tayini yapılmaktadır. Titrasyon metodu, enzimatik yöntemler, kağıt kromatografisi, florometrik yöntemler ve gaz ve sıvı kromatografisi yöntemleri analiz için kullanılan yöntemler arasındadır (Chapman ve Zhou, 1999; Daniels ve diğerleri, 1995; Khairunnisak ve diğerleri, 2009; Veni ve diğerleri, 2010). Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) duyarlılığının yüksek olması nedeniyle MSG miktar tayininde kullanılan en yaygın yöntemdir (Skoog, Holler ve Nieman, 2007: 816-825).

Bu çalışma, Ankara piyasasında tüketime sunulan hazır çorba örneklerindeki MSG miktarlarının saptanması ve Türk Gıda Kodeksi (TGK)'ne uygunluğunun belirlenmesi amacı ile yapılmıştır. Bunun yanında, hazır çorbalarda bulunan MSG miktarlarının halk sağlığını olumsuz etkileyecek düzeyde olup olmadığının araştırılması ve firmaların etiket bilgisinde sundukları bilgilerin güvenilirliğinin incelenerek bu konuda araştırma yapan kurum ve kişilerin gelecekte yapacağı çalışmalara katkıda bulunabilmek hedeflenmiştir.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Lezzet Artırıcılar

Gıda katkı maddesi olarak kullanılan lezzet artırıcılar, kendilerine özgü lezzetleri olmayan fakat katıldıkları gıdanın lezzetini artıran maddelerdir. Gıdanın var olan tadını veya kokusunu artıran bu maddeler, 5 karbon atomu içeren L-aminoasitler ve 6-hidroksipürin içeren 5'-nükleotidler olmak üzere başlıca iki grupta sınıflandırılmaktadır.

Birinci grup olan L-aminoasitler içerisinde monosodyum glutamat (MSG), ibotenik asit ve trikolomik asit yer almaktadır. İkinci grup olarak adlandırılan 5'-nükleotidler içerisinde ise Guanosin-5'-monofosfat (GMP), inosin-5'-monofosfat (IMP), ksantosin-5'-monofosfat (XMP) yer alır. Birinci grupta yer alanlar çoğunlukla monosodyum tuzu formunda kullanılmakla birlikte, ikinci gruptakiler disodyum tuzu formunda kullanılmakta ve glutamik asitin monosodyum tuzu olan MSG en yaygın kullanılan lezzet artırıcı olarak bilinmektedir (Altuğ, 2009:157).

Diğer taraftan, lezzet artırıcılar daha genel olarak:

- Gıdalarda doğal olarak bulunmayan, yapay maddeler,
- Genelde gıda olarak tüketilmeyen doğal maddeler, bu maddelerin türevi ürünler ve bunlara eşdeğer sayılabilen doğala-özdeş lezzet maddeleri,
- Bitki ve baharatlar, bunların türevi olan ürünler ve bunlara eşdeğer sayılabilen doğala-özdeş lezzet maddeleri,
- Bitki ve hayvan ürünlerinden elde edilen ve normalde de gıda olarak tüketilen işlenmiş veya işlenmemiş doğal lezzet artırıcı maddeler ile bunların sentetik eşdeğerleri şeklinde sınıflandırılmaktadır (Motarjemi, 2014: 466).

#### 2.1.1. Umami

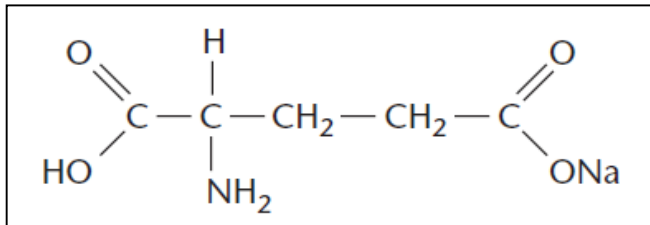
Gıdaların yapısında bulunan kimyasal maddeler ile tat reseptörlerinin etkileşimi ağız boşluğunda tat algısının oluşumunu meydana getirir. Tükürük salgısının, tat tomurcuklarında bulunan reseptörlerin ve koku alma duyumuzun yardımı ile tat moleküllerine ait lezzet hissi beynimize iletilir (Altuğ, 2009:158).

İnsanlar evrimleri boyunca, bitki ve hayvanları tüketirken bunlara özgü tat duyularını geliştirmişlerdir. Acı ve mayhoş tatları algılama kabiliyetimizin bizi zehirli yiyeceklerden koruduğu düşünülmektedir. Şekerli tada yönelik algımız ise enerji kaynağı olan yiyecekleri ayırt etmeyi kolaylaştırırken, tuzlu ve umami tatları bizim için sırasıyla minerallerin ve proteinlerin göstergesi olmuştur (Izawa, Amino, Kohmura, Ueda, ve Kuroda, 2010: 632).

Japon Profesör İkeda 1908 yılında deniz yosunundan glutamik asidi izole ederek hoşagiden, lezzetli anlamına gelen umamiyi tanımlamıştır (Bellisle,1999). Lezzet artırıcılar insanların ayırt edebildiği tatlı, ekşi, tuzlu ve acı tatların yanında beşinci temel tat olarak nitelendirilen “umami” tadına ait reseptörleri aktive ederler. Bu yolla ürünlere yeni bir tür lezzet kazandırmış olurlar (Motarjemi, 2014: 466).

## 2.2. Monosodyum Glutamat ve Genel Özellikleri

Monosodyum glutamat doğada en çok bulunan aminoasitlerden biri olan glutamik asidin sodyum tuzudur. Kimyasal ismi L-glutamat monohidrat ( $C_5H_8NNaO_4 \cdot H_2O$ ) ve molekül ağırlığı 187,13'tür. Monosodyum glutamatın kimyasal yapısı Şekil 2.1'de verilmiştir (Bosso ve Simon, 2008:342). Pratikte kokusuz ve kristal toz halinde bulunur. Suda kolayca, etanolde ise kısmen çözünürken eterde çözünmez. Nişasta, mısır şurubu, veya şeker kamışı melasınının fermantasyonu ile üretilir (Appaiah, 2010: 217,226; Freeman, 2006).



Şekil 2.1. Monosodyum glutamatın kimyasal yapısı

### 2.3. Glutamat

Glutamik asit (Glu) esansiyel olmayan bir aminoasittir ancak diğer aminoasitlerin sentezi için amino grubu sağlayıcısıdır. Glutamat vücutta bazı dokular için enerji sağlamanın yanında glutasyon sentezi için de substrat olarak kullanılır. Asidik aminosit olan L-Glutamat'ın (L-glutamik asit, 2-aminopentandioik asit) molekül ağırlığı 147'dir ve %9,5 oranında nitrojen içerir (Freeman, 2006; Kohlmeier, 2003). Glutamik asidin çözünürlük katsayıları (pKa) ve izoelektirik noktası (pI) değerleri Çizelge 2.1' de verilmiştir (Fleck ve Petrosyan, 2014: 16).

Çizelge 2.1. Glutamik asidin pKa ve izoelektirik noktası pI değerleri

| Glutamik Asit | pKa (-NH <sup>3+</sup> ) | pKa (-COOH ) | pKa (Yan Zincir) | pI   |
|---------------|--------------------------|--------------|------------------|------|
|               | 9,67                     | 2,19         | 4,25 (-COOH)     | 3,22 |

Glutamat beyin fonksiyonları için elzem olmasının yanı sıra L-glutaminin, pürinlerin, NAD (Nikotinamid adenin dinükleotid), FAD (Flavin adenin dinükleotid) ve çeşitli temel bileşiklerin sentezine katkıda bulunur. Glutamat, enerji ve nitrojen metabolizmasının düzenlenmesinde önemli bir rol oynar ve başlıca enerji kaynaklarından biridir. Tamamen okside olabilmesi için tiamin, riboflavin, niasin, vitamin B6, pantotenat, lipoat, ubikinon, demir ve magnezyum gereklidir (Kohlmeier, 2003: 272)

Buğday (324 mg/g protein) ve çavdar (279 mg/g) glutamat açısından zengin proteinler içerir. Yulaf (220 mg/g), pirinç (195 mg/g), süt ürünleri (209 mg/g), ve soya ürünleri (200 mg/g) orta derecede glutamat içermektedir. Görece olarak en düşük glutamat içeriğine sahip gıdalar ise dana eti, domuz eti, tavuk eti, balık, yumurta ve bezelye (yaklaşık 150 mg/g). Kilosu 70 olan bir insanın gıdalar yolu ile aldığı glutamat miktarı ortalama 28 gr olarak hesaplanmıştır. Küflü peynir çeşitlerinde ve deniz yosununda yüksek miktarda glutamik asit serbest oranda bulunur. Alkali pH'da uzun süre ısıtma işlemi proteine bağlı D-glutamat oluşumunu kolaylaştırır (Kohlmeier, 2003: 273). Gıdalarda doğal olarak bulunan glutamat içerikleri Çizelge 2.2'de verilmiştir (Löliger,2000).

Çizelge 2.2. Glutamatın gıdalardaki doğal miktarları

|                                     | Bağlı Glutamat<br>( mg/100g) | Serbest Glutamat<br>( mg/100g) |
|-------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| <b>Süt/ Günlük Ürünler</b>          |                              |                                |
| İnek Sütü                           | 819                          | 2                              |
| İnsan Sütü                          | 229                          | 22                             |
| Parmesan Peyniri                    | 9847                         | 1200                           |
| <b>Kümes Hayvanları ve Ürünleri</b> |                              |                                |
| Yumurta                             | 1583                         | 23                             |
| Tavuk                               | 3309                         | 44                             |
| Ördek                               | 3636                         | 69                             |
| <b>Et Ürünleri</b>                  |                              |                                |
| Sığır Eti                           | 2846                         | 33                             |
| Domuz Eti                           | 2325                         | 23                             |
| <b>Balık</b>                        |                              |                                |
| Morina Balığı                       | 2101                         | 9                              |
| Uskumru                             | 2382                         | 36                             |
| Somon                               | 2216                         | 20                             |
| <b>Sebzeler</b>                     |                              |                                |
| Bezelye                             | 5583                         | 200                            |
| Mısır                               | 1765                         | 130                            |
| Pancar                              | 256                          | 30                             |
| Havuç                               | 218                          | 33                             |
| Soğan                               | 208                          | 18                             |
| Ispanak                             | 289                          | 39                             |
| Domates                             | 238                          | 140                            |
| Yeşil Biber                         | 120                          | 32                             |

#### 2.4. Monosodyum Glutamat ve Glutamatın Metabolizması ve Atılımı

Glutamatın insan metabolizmasında merkezi bir yeri vardır. Birçok proteinin ağırlıkça %10-40'ını oluşturur ve in vivo olarak sentezlenebilir. Beyinde önemli bir nörotransmitter olarak görev yapan glutamat aynı zamanda önemli dokular için de enerji kaynağı olarak kullanılır. Diyet ile alınan ve hormonları etkileyen glutamat, proteinlerin sindirim sırasında parçalanması veya serbest glutamik asit açısından zengin veya MSG eklenmiş gıdaların sindirilmesi yolu ile açığa çıkar. Gıda yolu ile alınan glutamat bağırsaklardan emilerek aktif taşıma sistemi tarafından mukozal hücrelere taşınır ve orada enerji kaynağı olarak metabolize edilir. Bağırsak dokuları gıdalar yolu ile alınan glutamatın metabolizmasından büyük ölçüde sorumludur. Besinler yolu ile alınan glutamatın çok az bir kısmı ana kan akımına ulaşabilir. Plazma glutamat seviyesine net bir etki olması için gıdalar yolu ile alınan MSG' nin ve diğer glutamat kaynaklarının sindirilmesi gereklidir. Plazma glutamat

seviyesinde anlamlı bir değişimin olabilmesi için yüksek dozda (>5gr MSG) glutamat sindiriminin olması gerekmektedir (Appaiah, 2010: 217,226).

Glutamatın büyük kısmı kaslardan (%50), karaciğerden (%15) ve akciğerden (%5-10) alfa-ketoglutaratın aminasyonu veya transaminasyonu sonucu sentezlenerek kana gelir. Neredeyse tüm aminoasitler amino gruplarını vermek suretiyle Krebs döngüsünde alfa-ketoglutarat aracılığı ile glutamat sentezine öncü olabilirler. Glutamatın küçük bir miktarı mitokondri membranında, L-histidin, L-prolin ve L-glutaminin glutaminaz tarafından deaminasyonu sonucunda oluşur. Sağlıklı bireylerde aminoasitler ve proteinler ince bağırsağın proksimal kısmından neredeyse tamamen emilir. Gıdalar yolu ile alınan proteinler gastrik, pankreatik ve enterik enzimler tarafından hidrolize edilerek oligopeptitlere bağlı formda veya serbest formda glutamat oluştururlar.

Glutamatın normal plazma konsantrasyonu 14 µmol/l'dir. Dokulara taşınması sodyum-bağımlı sistemin çeşitli elemanları aracılığı ile yapılır. Makrofajlar ve diğer immün sistem hücreleri tarafından hücre içine alınabilirler. Beyne transferi ise sodyum-bağımlı bir taşıyıcı olmayan x-C sistemi tarafından sağlanır. Anneden fetüse ise apikal ve bazal membranlardan sodyum- bağımlı sistemler aracılığı ile geçer. (Kohlmeier, 2003; Welbourne ve Nissim, 2001) Çizelge 2.3'de çeşitli insan dokularında bulunan serbest glutamat miktarları verilmiştir (Bellisle, 1999; Giacometti, 1979)

Çizelge 2.3. Normal yetişkin bir bireyin organlarında bulunan serbest glutamat miktarları

| Doku         | Serbest Glutamat Miktarı (mg) |
|--------------|-------------------------------|
| Kaslar       | 6,000                         |
| Beyin        | 2,250                         |
| Böbrekler    | 680                           |
| Karaciğer    | 670                           |
| Kan Plazması | 40                            |
| Toplam       | 9,640                         |

Artan protein katabolizması ve akabinde artan serbest aminoasit konsantrasyonu Glu konsantrasyonunda artışa yol açar. Glutamatın fazlası N-asetiltransferaz tarafından N-asetil glutamata çevrilir. Glutamat ve L-glutamin, glutaminaz için rekabet ederler. L-glutaminden glutamat oluşum oranı, hücre içi glutamat konsantrasyonu azaldığı zaman artış gösterir

(Welbourne ve Nissim, 2001). Yoğun egzersizin ilk dakikalarında glutamata olan ihtiyaç, Krebs döngüsü için gereken ara ürünler açısından oldukça fazladır. Egzersizin sürmesi glutamat dehidrogenaz ve glutamin oluşumunu kolaylaştırır. Sağlıklı insanlarda glutamatın geri emilimi oldukça yüksek olduğundan çok az bir kısmı dışkı ve idrar ile kayba uğrar. (Kohlmeier, 2003: 277)

## 2.5. Monosodyum Glutamatın Gıda Katkı Maddesi Olarak Kullanımı

Aroma vericiler gıdadaki mevcut tat ve/veya kokuyu arttırarak aromayı daha cazip hale getirmek, mevcut aromayı korumak ve iyileştirmek, arttırmak amacıyla kullanılır ve monosodyum glutamat bu amaçlarla en yaygın kullanılan aroma vericidir (Boğa ve Binokay, 2010).

Monosodyum glutamat ilk olarak 1866'da glutamik asit olarak izole edilmiştir. Böylece hem dünya genelinde trilyon dolarlık bir endüstrinin hem de nüfusun beslenmesinin önemli bir kaynağı olmuştur.

Glutamik asit ilk olarak 1866'da saf bir bileşen olarak alman bir kimyager olan Ritthausen tarafından gliadinin (buğday gluteninin bir bileşeni) hidrolizi sonucu izole edilmiştir. Fakat Japon kimyager Kikunae Ikeda 1908'de bir su yosunu olan *Laminaria japonica*'daki glutamik asidin lezzet artırıcı özelliğe sahip olduğunu bulmadan önce de bu bitki Japonya'da çorba karışımlarını hazırlamak için yüzyıllarca kullanılmıştır. Ikeda 40 kg su yosununu sıcak su ile ekstrakte ederek 30 gr (S)-glutamik asit elde etmiştir. Daha sonra bu işlemin patentini alarak monosodyum glutamata "lezzetin orijini" olarak adlandırmıştır.

Glutamik asit artık sayısız bitki kaynağından, pratik olarak da; buğday gluteni, soya küspesi, kazein ve pancar şekerinin oluşumu sırasında elde edilen kalıntılardan (Steffen atığı) izole edilebilmektedir (Ault, 2004).

Glutamat, gıda katkı maddesi olarak monosodyum glutamat formunun yanında monoamonyum glutamat, monopotasyum glutamat ve magnezyum diglutamat halinde de kullanılabilir. Ayrıca, gıdalarda yalnızca serbest halde ve L-konfigürasyonunda iken lezzet verebilmektedir. Tüketime hazır gıdalara glutamat genellikle %0,1-0,8

konsantrasyonunda eklenmekte ve değerler domates ve parmesan peynirindeki doğal glutamat miktarları ile örtüşmektedir. MSG genellikle konserve gıdalarda, kurutulmuş karışımlarda, soslarda ve diğer işlenmiş gıdalarda kullanılmaktadır. Glutamat işlenmiş gıdalara özellikle Asya mutfağında hazırlanma sırasında karıştırılmaktadır. Tat ile alakalı olarak yapılan psikometrik bir çalışmaya göre gıdalara MSG veya saf glutamat eklenmesi arasında aromaya etki açısından bir fark bulunamamıştır. Asyalı tüketiciler MSG tadını ayırt etmeyi ve değerlendirmeyi erken çocukluktan itibaren öğrenmektedir. Batılı tüketiciler ise ancak son yıllarda umami tadını ayırt etmeyi öğrenebilmişlerdir.

Glutamatın gıda katkı maddesi olarak lezzet artırıcı özellikleri bilimsel olarak değişik açılardan incelendiğinde her gıda için optimum bir glutamat konsantrasyonunun bulunduğu belirlenmiştir. Ancak, özellikle birçok tatlı ve bazı acı gıdalara glutamat eklendiğinde tatlarında herhangi bir iyileşme olmadığı saptanmıştır. Ayrıca bir gıdadaki uygun glutamat miktarının da tüketiciden tüketiciye değişiklik gösterebildiği ancak Asyalı tüketicilerin Avrupalı'lara göre daha yüksek konsantrasyonları tercih ettiği belirlenmiştir. Bu durumun kültürel farklılıklar ile alakalı olabileceği düşünölmekle birlikte, algı çeşitliliklerini meydana getiren genetik faktörlerden ve gen-çevre ilişkilerinden de kaynaklanabileceği de bildirilmiştir (Jinap ve Hajep, 2010).

### **2.5.1. Monosodyum glutamatın ticari olarak üretimi**

1908'den bu yana glutamik asidin sodyum tuzu (MSG) dünya genelinde lezzet verici bir katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Monosodyum glutamat genel olarak tuz ile kombine halde kullanılır ve genelde eklenen oranın %10-20 kadarı tuz olacak şekilde hazırlanır. Kristal halde bulunan ham glutamik asit öncelikle su içerisinde süspanse halde tutunur, daha sonra çözünür, nötrale hale gelir ve içeriğe sodyum hidroksit eklenmesi ile monosodyum tuzu haline gelir. Çözelti aktif karbon kullanılarak renksizleştirilir ve gerekli ise soğutma işleminden önce vakum altında 60° de konsantre hale getirilir (Ault, 2004).

#### Glutamik asitin protein hidrolizatlarından izolasyonu

Glutamik asit üretiminde fermantasyon metodu kullanılmaya başlanılmadan önce, (1909 yılından 1965 yılına kadar) izolasyon metodu öncelikli olarak kullanılmıştır. İzolasyon için

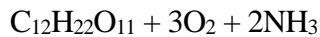
başlıca ham madde olarak gluten kullanılmıştır. Gluten ağırlıkça %25 glutamik asit içerir. Hidroklorik asidin (HCl) sulu çözeltisi ile muamele edilen gluten hidrolize uğrar ve düşük basınç altında konsantre hale getirilir. Daha sonra konsantre HCl eklenerek asiditesi artırılır ve soğutularak kristalize (S)-glutamik asit hidroklorür haline geçirilir. Hidroklorürler filtrasyon metodu ile toplanır ve aminoasitlerin karbonhidratlar ile oluşturduğu çözünmemiş materyaller sıcak suda çözünerek uzaklaştırılır. Elde edilen asidik süzüntü sodyum hidroksit veya amonyak eklenerek glutamik asidin izoelektririk noktası olan pH 3,2'ye ayarlanır. Bu pH'da glutamik asit minimum çözünürlüğe sahiptir (0,864/100 mL su, 25 °de). Bu işlemden sonra kristalize haldeki ham (S)-glutamik asit (S)-monosodyum glutamat haline çevrilir (Ault, 2004).

### Kimyasal sentez yolu ile glutamik asit üretimi

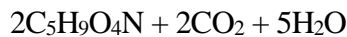
İkinci Dünya Savaşı'ndan önce ekstraksiyon metodu olmaksızın kimyasal sentez yapmak mümkün değildi. Savaştan sonra yeni reaksiyonların keşfi ile glutamik asit sentezinin kilit ara ürünü olan  $\beta$ -siyano propiyon aldehit sentezi mümkün hale gelmiştir.  $\beta$ -siyano propiyon aldehit daha sonra Strecker denilen bir ara basamak ile glutamik aside çevrilmektedir (Ault, 2004).

### Glutamik asidin mikrobiyal fermentasyon yolu ile elde edilmesi

1950'li yılların başlarında *Escherichia coli*'ye az miktarlarda aminoasit salgılatılabileceği ve bundan sonra kültür ortamına amonyum tuzlarının eklenmesi ile bu miktarın artırılabilceği keşfedilmiştir. Daha sonra daha büyük miktarlarda (S)-glutamik asit sentezleyebilen bir bakteri olan *Corynebacterium glutamicum* keşfedilmiştir. Bu bakteri aracılığı ile reaksiyon stokiyometrisine göre, karbonhidratlardan %30 oranında (S)-glutamik asit sentezlenebilmektedir. Karbonhidratlardan glutamik asidin meydana gelmesini gösteren reaksiyon Şekil 2.2'de verilmiştir (Ault, 2004).



**Karbonhidrat**



**(S)-glutamik asit**

Şekil 2.2. Karbonhidrattan glutamik asitin meydana gelmesi

Kültür ortamında (S)-glutamik asitin toplanması yalnızca biyosentez oranına değil, hücre zarından dışarı çıkabilmesine de bağlıdır. Hücre büyümesi için elzem bir vitamin olan biyotin, çoğalma için yeterli olarak bulunduğu hücre zarı glutamata geçirgen değildir. Şeker kamışı ve pancar melasları, biyotini inhibe edebilen katkıları keşfedildikten sonra mikrobiyal fermentasyon için glukoz kaynağı olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Fermentasyon metodunun en büyük avantajı, bu yolla yapılan sentezde glutamik asidin yalnızca istenilen S-enantiyomerinin elde edilmesidir. Dezavantajı ise temel olarak kesikli işlemlerden oluşmasıdır. Bu iyi geliştirilmiş aşamalar sonucunda (S)-glutamik asidin birikim miktarı %60 verim ile 100 g/L'ye ulaşabilir ki bu da 200, 000 litre kapasiteli bir fermentatör ile 10 metrik ton (S)-glutamik asit elde edilmesi anlamına gelmektedir. Elde edilen (S)-glutamik asit daha sonra MSG'ye çevrilmiştir (Ault, 2004).

### **2.5.2. Monosodyum glutamatın gıda endüstrisindeki önemi**

Gıdalarda kendiliğinden bulunan ve sonradan eklenen glutamatın lezzet artırıcı özelliği bu bileşenin gıda endüstrisindeki önemini artırmıştır. Kırmızı ve beyaz et, deniz ürünleri, atıştırmalık yiyecekler ve çorbalar gibi ürünlere katılarak umami tadı açısından bu ürünler zengin ve lezzetli hale getirilmektedir (Jinap ve Hajep, 2010). Monosodyum glutamatın dünya genelindeki üretiminin 2007 yılında yaklaşık 2 milyon ton olduğu tahmin edilmiştir (Uslu ve Tosun, 2013).

Birçok gıdada glutamat, 5'-ribonükleotidler, inozin-5'-monofosfat (IMP), guanozin-5'-monofosfat (GMP) ile birlikte veya tek başına bulunabilmektedir. Yapılan çok sayıda çalışmada umami bileşikleri olan MSG, IMP, GMP ile NaCl arasında meydana gelen etkileşimler veya bunların bir arada bulunmasının insanlarda tat algısına olan etkisi incelenmiş ve bu çalışmalarda MSG ön plana çıkmıştır. İnsanlar üzerinde yapılan bazı araştırma sonuçlarına göre, MSG'nin tek başına gıdaların lezzetine olan etkisinin, NaCl ve diğer aminoasitlerle birlikte kullanıldığında verdiği lezzete göre daha az olduğu bulunmuştur. Bu nedenle endüstride gıdaları daha lezzetli hale getirmek için genellikle MSG, bahsedilen diğer umami bileşikleri, NaCl veya diğer aminoasitlerle kombine halde kullanılabilir (Halpern, 2000). MSG ile benzer yapıya sahip bazı maddelerin tat özellikleri Çizelge 2.4'de verilmiştir (Altuğ, 2009:162).

Çizelge 2.4. Monosodyum glutamat ile benzer yapıya sahip maddelerin tat özellikleri

| Madde İsmi            | Tat Özelliği       |
|-----------------------|--------------------|
| Monosodyum L-aspartat | Umami ve tuzlu     |
| Asparajin             | Asidik ve acı      |
| Aspartik asit         | Asidik ve umami    |
| Glutamik asit         | Asidik ve umami    |
| Prolin                | Tatlı ve acı       |
| Hidroksiprolin        | Tatlı ve biraz acı |

Tat ve koku duyuları azalmış bireylerde yemek yeme isteği de azaldığından bu durum yetersiz beslenmeye yol açmaktadır. Kemosensörlerde meydana gelen bazı hasarlar geri dönüşümsüz olduğu için tedavide MSG ile desteklenmiş gıda tüketimi önerilmektedir. Bazı çalışmalar gıdalarda lezzet arttırıcılar yolu ile sağlanan tat amplifikasyonunun gıdaların tercih edilebilirliğini ve tükürük salgısını artırdığını göstermiştir. Ayrıca yeni doğan bebeklerde tat algısı üzerine yapılan çalışmalarda MSG katılmış gıdaları bebeklerin iştahla yediği bildirilmiştir (Beyreuther ve diğerleri, 2007; Mojet, Heidema ve Christ-Hazelhof, 2003; Schiffman, 2000; Yentür ve Bayhan, 1987)

Gıdaların doğal içeriğinde bulunan glutamat hasat, işleme ve pazarlama aşamaları sırasında kayba uğrayabildiğinden, kaybolan lezzeti geri kazandırmak amacıyla birçok gıda türünde MSG kullabilmektedir (Altuğ, 2009:161). Monosodyum glutamat genellikle doğu asya mutfağı ile özdeşleştirilse de batı mutfağında da yaygın olarak kullanılmaktadır (Freeman, 2006). Amerika'da 10,000'den fazla gıdanın içeriğinde MSG bulunmaktadır. Monosodyum glutamat, kırmızı ve beyaz et ürünleri, deniz ürünleri, atıştırmalık yiyecekler ve çorbalar, soslar, pizzalar, konserve sebzeler ve ton balığı ve birçok dondurulmuş gıda çeşidine katılmaktadır (Beyreuther ve diğerleri, 2007; Jinap ve Hajep, 2010; Khodjaeva ve diğerleri,2013).

## 2.6. Monosodyum Glutamatın Sağlık Üzerindeki Etkileri

### 2.6.1. Çin restorani sendromu-CRS

Çin mutfağı 19. yüzyılın ortalarından bu yana Amerikan kültürünün önemli bir parçası olmuştur. Asya'dan göçlerin artması ile bugün Amerika'daki çin restoranlarının sayısı 40,000'in üzerine çıkmıştır. 1968'de *New England Journal of Medicine* dergisinde yayınlanan bir raporda

Çin restoranlarında yemek yiyen hastalarda görülen bir grup semptom tanımlanmıştır. Çin restoranı sendromu olarak adlandırılan bu semptomlar, sırtta, boyunda, kol ve bacaklarda yayılan uyuşma ve zayıflık hissi ve düzensiz kalp atışları olarak sıralanmıştır. Daha sonraki raporlarda ise gerginlik, ciltte kızarıklık, baş dönmesi, baygınlık, yüz bölgesinde baskı hissi gibi belirtiler yayınlanmıştır. Bu belirtilerin olası sorumluları olarak ise yemeklerde kullanılan şarap, yemeklerdeki sodyum içeriği ve çeşni olarak kullanılan MSG gösterilmiştir.

Çin restoranı sendromu ile ilgili olarak başlangıçta yapılmış olan çalışmalarda bazı problemler bulunmaktaydı. Bir grup araştırmacı altı denek ile yaptıkları bir çalışmada çorba, su, et suyu ve intravenöz uygulamalar aracılığı ile deneklere MSG verildiğinde doza bağımlı olarak reaksiyon gerçekleştiğini ve neredeyse tüm deneklerin cevap verdiğini göstermişlerdir. Daha sonra 1977'de Harvard Tıp Fakültesinde yapılan bir çalışma, populasyonun %25'inin CRS ile karşılaşmış olabileceğini ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmanın güvenilirliği konusunda çeşitli tartışmalar bulunmasına karşın, çalışma MSG konusundaki hassasiyeti büyük ölçüde artırmıştır. Daha sonra başka bir grup araştırmacının hipotezine göre CRS'nin cilt kızarıklığı, göğüste ağrı, ateş basması gibi belirtileri asetilkolinosis ile benzerlik göstermekteydi. Glutamatın trikarboksilik asit döngüsü yolu ile asetilkoline dönüşmesi bu hipotezi desteklemekteydi. Bu araştırmacılar teorilerini kanıtlamak amacı ile ayırdıkları bir test grubuna yalnızca MSG vermiş diğer gruba ise profilaktik atropin vermiştir. Atropini önce alanlar CRS semptomları göstermemişlerdir.

Araştırmacılar daha sonra CRS'nin kökeni hakkında farklı teoriler de ileri sürmüşlerdir. Örneğin, 1981 yılında bazı araştırmacılar tarafından CRS'nin B<sub>6</sub> vitamininin eksikliğinin bir sonucu olduğu ortaya atılmıştır. B<sub>6</sub> vitamin takviyesi, semptomları önlemesine rağmen çalışma bugüne kadar tekrarlanmamış ve küçük çapta kalmıştır (Freeman, 2006).

Daha önceki bulgulardan hareket eden bir grup araştırmacı et suyuna 3 g MSG katarak 17 denekli çift kör ve plasebo kontrollü çapraz bir çalışma yapmıştır. Plasebo ve test grupları arasında anlamlı herhangi bir fark bulunamamıştır. Bu çalışma daha önce yapılan küçük çaptaki çalışmalarla ilgili olan şüpheleri artırmıştır (Morselli ve Garattini, 1970). Başka bir grup araştırmacı, 1993 yılında bu konu ile ilgili önemli sorular ortaya atarak MSG'nin etkilerinin ölçülmesinde deneysel tasarımın önemini vurgulamıştır. Çünkü MSG kendi başına rutin olarak tüketilen bir gıda maddesi değildir ve bir yemek aracılığı ile servis edilmektedir. Bu yüzden bir araştırmacının bu konu ile ilgili deney düzenlerken MSG'nin birlikte sunulduğu yiyecekte

kaynaklanan karıştırıcı etkiyi göz önünde bulundurması gerektiğini savunmuştur. Bu araştırmacılar konu ile ilgili yapılmış deneyleri, denek sayısının yetersizliği, rastgelelik ve miktar açısından da eleştirerek bu durumun istatistiksel analiz açısından güvenilirliği azalttığını bildirmişlerdir (Freeman, 2006; Tarasoff ve Kelly, 1993).

### **2.6.2. Monosodyum glutamat ve obezite**

Son yıllarda obezitenin dünya genelinde endişe verici boyutlara ulaştığı bilinmektedir. Monosodyum glutamat alımının da çeşitli mekanizmalarla obeziteyi indüklediği öne sürülmektedir.

Erken yaşlarda alınan yüksek miktarda proteinin ileri yaşlarda obeziteye yatkınlık oluşturması popülasyondaki obezite prevalansına katkıda bulunmaktadır. Yapılan bir çalışmada bunun asıl nedeninin alınan yüksek miktarda proteinin kendisinden ziyade içeriğindeki glutamik asit olduğu gösterilmiştir. Glutamat, proteinlerin ağırlıkça %16 ile %20'sini oluşturmaktadır. Günde 5g/kg protein alan bir bebek 1g/kg glutamat tüketmektedir. Proteine bağlı glutamatın dışında alınan ve gıdalara eklenen MSG'nin de bu miktarı artırdığı bilinmektedir (Hermanussen ve Tresguerres, 2003). Normal plazma glutamat düzeyi 0 ile 88 µmol/L arasında değişirken oral alınan glutamatın plazma düzeylerini anlamlı biçimde artırdığı fakat bu seviyenin endokrin sistem tarafından düzenlenmediği bilinmektedir. MSG içeren yiyecekler tüketildikten hemen sonra kanda glutamatın aşırı miktarda artmasının sebebi glutamatın fazlasının metabolize edilememesinden kaynaklanır. Yetişkinlerde, 150 mg/kg MSG tüketiminden yaklaşık 30 dk sonra plazma glutamat seviyelerinin %700-800'lere ulaştığı görülmüştür (Graham, Sgro, Friars ve Gibala, 2000; Hermanussen ve Tresguerres, 2003).

Maternal plazmada bulunan glutamatın fetal dolaşıma aktif taşıma sistemi ile plasentadan geçerek katıldığı ve böylece fetusun plazma konsantrasyonunun daha yüksek seviyelere ulaştığı gösterilmiştir (Cetin, 2001; Hermanussen ve Tresguerres, 2003).

Glutamatın nörotoksik etkileri yenidoğanlarda ve yetişkinlerde obeziteye yol açabilecek etkilere neden olmaktadır. Fazla glutamatın bazı yollarda bozulmaya yol açarak kilit bölgelerdeki nöron kaybına yol açtığı bu yolla da merkezi sinir sisteminde lipid peroksidasyon ürünlerinin birikimine yol açtığı düşünülmektedir. Bir başka etki ise oral yolla alınan glutamatın merkezi sinir sistemini geçerek prolaktin ve kortizol salınımını

uyarması ile gerçekleşmektedir. Bunun dışında glutamatın tetiklediği nöronal hasarın daha çok leptin hormonunun aktivitesini düzenleyen potansiyel bir yer olan artikülat nükleusda meydana geldiğine dair çalışmalar mevcuttur. Bu hormonla ilgili yolların etkilenmesi ile yemek tüketiminin arttığı gösterilmiştir (Collison ve diğerleri, 2010). Ayrıca hiperleptineminin kan basıncında artışa ve metabolik sendromun diğer semptomlarına neden olduğu bilinmektedir (Aizawa-Abe ve diğerleri, 2000). Deneysel hayvanlarında MSG'nin hipotalamusta lezyonlara yol açarak leptin rezistansına yol açtığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır.

Metabolik sendrom, non-alkolik karaciğer hastalığı, insülin direnci gibi obezite ile ilişkilendirilen hastalıkların da MSG tüketimi sonucunda arttığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Farelerde yapılan bir çalışmada düşük doz MSG ile ve/veya yüksek fruktozlu mısır şurubu (HFCS) ile uzun süre beslenen yetişkin erkek kuşaklarda bu muamelenin karaciğer, metabolizma ve viseral yağlar (iç organlara ait yağlar) ile ilgili genleri etkileyip etkilemediğine bakılmıştır. MSG'nin  $97,2 \pm 6,3$  mg/kg vücut ağırlığı miktarında diyetle eklenmesi maternal dönemden itibaren gerçekleştirilmiştir. Maruziyet çiftleşmeden 3 hafta öncesinde başlatılıp gebelik ve süten kesilme boyunca devam ettirilip döl 32 haftalık olana kadar devam ettirilmiştir. Karaciğer ve abdominal yağ gen ekspresyonları kontrol grubu ile karşılaştırılmış alınan MSG'nin serum serbest yağ asidi, trigliseridler, HDL (yüksek yoğunluklu lipoproteinler), insülin miktarları, lipit metabolizmasında ve safra sentezinde görev alan genlerin ifadesini artırdığı görülmüştür. HFCS ile muamelede ise karaciğer yağlanmasında artış ile karbonhidrat ve lipit metabolizmalarını etkileyen gen ekspresyonlarında artış gözlenmiştir. HFCS ve MSG birlikte uygulanan farelerde hepatik trigliseritlerde, serum serbest yağ asitleri ve trigliserit seviyelerinde, viseral adipoz dokuda artış gözlenmiştir. Ayrıca MSG'nin adiposit farklılaşması ile ilgili genlerin ekspresyonunu artırdığı bulunmuştur. Dolayısıyla, HFCS'nin karaciğer yağlanmasını, MSG'nin ise dislipidemi ve insülin direncini artırdığı sonucuna varılmıştır (Collison ve diğerleri, 2010).

Çin'de, 752 sağlıklı denek ile MSG'nin insanlarda kilo artışı üzerindeki etkilerini gösterebilmek amacıyla epidemiyolojik bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada, katılımcıların büyük bölümü yemeklerini evde hazırlayan kişilerden seçilmiş ve bu sayede hazırlanan yemeklere katılan MSG miktarlarını takip etmek kolay hale gelmiştir. Katılımcıların %82'si MSG kullanıcısı olmakla beraber, günlük ortalama MSG alımı 0,33 gram olarak bulunmuştur. Çalışmada, diyetlerinde MSG kullanan deneklerin kullanmayanlara oranla

ağırlıklarının daha yüksek olduğu ve MSG'nin insanlarda fiziksel aktiviteden ve toplam enerji alımından bağımsız olarak kilo artışı ile ilişkilendirilebileceği sonucuna varılmıştır. (He ve diğerleri, 2008).

Tat algısı ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda monosodyum glutamatın obeziteyi etkilediğine yönelik bulgular vardır. Tat algısı ile ilgili parametreler (eşik değeri ve yoğunluk) obez bireylerde cinsiyete ve yaşa göre değişkenlik göstermektedir. Yapılan bir çalışmada obez kadınların monosodyum glutamat algısı yönünden daha hassas olduğu bulunmuştur. Ayrıca monosodyum glutamat tat algısının vücut ağırlığı ile ilişkisini gösteren çalışmalar mevcuttur. Ancak bu çalışmalardan elde edilen verilerin bazıları tutarlılık göstermediğinden MSG tat algısının yeme davranışları üzerindeki etkisi hakkında daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Donaldson, Bennett, Baic ve Melichar, 2009).

Obezite prevalansı ile glutamat tüketimi arasındaki korelasyon açık olmasına karşın bu ilişkinin etiyojisinin kanıtlanması için daha çok veriye ihtiyaç vardır (Hermanussen ve Tresguerres, 2003).

### **2.6.3. Monosodyum glutamat ve nörolojik etkiler**

Glutamat başlıca eksitator nörotransmitter maddelerden biri olarak nöronların canlılığı ve farklılaşmasında anahtar rol oynar. Diğer taraftan glutamat iyi bilinen bir eksitotoksindir. Sinaptik boşlukta glutamatın aşırı birikimi eksitotoksisiteye neden olmakta ve glutamat birçok nörolojik hastalıkla ilişkilendirilmektedir. Glutamat birikimi sonucu, geri alım mekanizmaları ile ilişkili olan taşıyıcı sistemler bozulabildiği gibi, glutamat ve glutamat reseptörleri merkezi sinir sisteminin normal olarak çalışmasından sorumludur. Bu nedenle glutamat reseptörlerinin gereğinden fazla aktive olmasının nöronal hasar sonucu hipoksik-iskemik ve travmatik beyin hasarlarından, Alzheimer, Parkinson, Huntington ve ALS (Amyotrofik Lateral Skleroz) gibi kronik nörodejeneratif hastalıkların meydana gelmesine katkıda bulunduğu düşünülmektedir (Mallick, 2007). Erkek 5 haftalık sıçanlarla yapılan bir çalışmada, 10 gün boyunca oral veya subkütan yolla MSG, pioglutazonla birlikte veya pioglutazon hariç uygulanmıştır. MSG ile muamele sonucu bu sıçanların hipokampus bölgesinde (beynin hafızadan sorumlu tutulan bölgesi)  $\beta$ -Amiloid plak birikiminde artış meydana geldiği gözlenmiştir (Dief, 2014).

Yapılan bir çalışmada, bir grup araştırmacı yeni doğan fareleri MSG ile beslerken glutamatın retinanın iç tabakalarında dejenerasyona yol açtığını gözlemlemişlerdir. Daha sonra başka bir araştırmacı, 1969 yılında yeni doğan farelerde enjeksiyon yoluyla veya yemeye zorlayarak (0,4 - 0,5 g/kg vücut ağırlığı MSG) MSG maruziyetine yol açtığında, beyin hasarı oluştuğunu ve bu hasarın özellikle hipotalamusun "artikülat nükleus" kısmında meydana geldiğini rapor etmiştir. Bu araştırmacı ayrıca nöronal ölümün postsinaptik nöronlar ve glutamat agonistleri ile sınırlandığını rapor etmiştir. Glutamik asit bu özelliğinin keşfedilmesinin ardından in vitro ve in vivo beyin lezyonu modeli oluşturmak için bir araç olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Glutamik asitin beyin lezyonları ile ilişkisinin keşfedilmesinden sonra konu ile ilgili araştırmalar artmıştır. Bu araştırmalardan birinde, minimum oral doz %10'luk sulu çözelti içerisinde, süttten kesilmiş 7 günlük fareler için 0,7 g/kg vücut ağırlığı MSG ve yetişkin fareler için 1,2 g/kg vücut ağırlığı olarak belirlenmiştir. Fakat bazal diyetlerinde %5, %10 veya %15 MSG içeren gebe, süt veren veya süttten kesilmiş farelerde artikülat nükleusda herhangi bir dejenerasyon gözlenmemiştir. Ancak MSG subkütan yolla (4,0 veya 5,0 g/kg vücut ağırlığı) verildiğinde hipotalamusda lezyon meydana getirmiştir. Bu çalışmaların sonucunda infant farelerde plasentanın glutamata geçirgen olmadığı, nörotoksik etkinin meydana gelmesi için ancak çok yüksek dozlarda verilmesi gerektiği belirtilmiştir (Mallick, 2007).

Glutamatın dolaşımında yüksek miktarda varlığı beyinde paralel olarak aynı etkiye yol açmasa da beyin bazı bölgelerinin hassasiyet taşıdığı düşünülmektedir. Plazmadaki glutamat konsantrasyonları 50-100 µmol/L; beyin tamamında 10,000-12,000 µmol/L miktarında bulunurken ekstraselüler sıvılarda ancak 0,5-2 µmol/L kadar bulunmaktadır. Glutamatın ekstraselüler sıvılardaki bu düşük konsantrasyonu, optimal beyin fonksiyonu için elzemdir ve bu durum nöronlar, astrositler (yıldız biçimli nöroglia hücreleri) ve kan beyin bariyeri tarafından korunur (Hawkins, 2009). Beyinde bazı bölgeler dolaşımında L-glutamat miktarlarında meydana gelebilecek hızlı değişikliklere karşı hassastırlar. Özellikle bazı hayvan türlerinde glutamatın seçici olarak artikülat nükleusda birikmesi şüphelere yol açmıştır. Bu durumun, intestinal epitel kapasitesinin düşmesi ve karaciğerin daha az glutamata transamine etmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu yüzden türler arasında glutamat miktarlarına yönelik farklı hassasiyet düzeyleri bulunduğu vurgulanmaktadır (Mallick, 2007).

Monosodyum glutamat alımının sıçanlarda depresif ve anksiyojenik davranışlara yol açıp açmadığını araştırmak için yapılan bir çalışmada, sıçanlara neonatal dönemde subkütan yolla

MSG enjekte edilmiştir. Denede yenidoğan Wistar erkek ve dişi sıçanlar kullanılmış ve bunlar MSG ve kontrol olmak üzere ikiye ayrılmıştır. 1. postnatal günden 5. güne kadar kontrol grubuna %0,9'luk tuz çözeltisi enjekte edilirken, kontrol grubuna 4g/kg MSG günlük olarak enjekte edilmiştir. Davranış testleri ise (spontan lokomotor aktivite, bağlamsal korku koşullanması, zorunlu yüzme testi) postnatal 60-64. günler arasında yapılmıştır. MSG uygulanan hayvanlarda spontan lokomotor aktivitede değişiklik gözlenmiş, fekal pelet sayısında, idrar sıklığında ve hayvanın vokalizasyonunda artış meydana gelmiş ve bu hayvanların kendilerini temizleme zamanları ise azalmıştır. Çalışmanın sonucunda MSG uygulanan sıçanların depresif ve anksiyojenik davranış geliştirmeye daha yatkın oldukları sonucuna varılmış ve bu durumun serotonerjik sistemin disfonksiyonundan kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür (Quines ve diğerleri, 2014).

Monosodyum glutamatın kas hassasiyetine ve baş ağrısına yol açabileceğine dair çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalardan birinde insan kafa çevresinde mekanik hassasiyet ve baş ağrısına yönelik bir deney yapılmış, sağlıklı 14 adet denek kullanılmış ve bu deneklere rastgele ve çift-kör uygulama yapılarak bir hafta boyunca 150 mg/kg MSG, plasebo olarak ise 24 mg/kg NaCl uygulanmıştır. Monosodyum glutamat alımından önce ve bundan 15, 30, 50 dakika sonra çiğneme kaslarında ve temporal kaslarda spontan ağrı, ağrı eşiği ve tolerans seviyeleri ölçülmüş, kan basıncı ve yan etkilere bakılmıştır. Monosodyum glutamat alımı süresinde 14 hastanın 8'inde baş ağrısı meydana gelmiş, plasebo süresinde ise 14 hastanın 2 tanesinde baş ağrısı olduğu bildirilmiştir. Salivadaki glutamat konsantrasyonları 5. günde anlamlı olarak yükselmiştir. Çiğneme kaslarındaki ağrı eşiğinin MSG tarafından 2. ve 5. günlerde düştüğü, kan basıncının da MSG alımından sonra anlamlı biçimde yükseldiği bildirilmiştir (Shimada ve diğerleri, 2013).

#### **2.6.4. Monosodyum glutamatın sağlık üzerindeki diğer etkileri**

Monosodyum glutamatın en bilinen etkileri olan çin restoranı sendromu, nörolojik etkileri ve obeziteye olan etkilerinin haricinde sağlık üzerindeki diğer etkileri de araştırma konusu olmaya devam etmektedir.

Monosodyum glutamatın %12 olan sodyum içeriği NaCl ile karşılaştırıldığında (%40) oldukça düşüktür. MSG bu nedenle gıdalarda lezzet bileşenlerini etkilemeden sodyum miktarını azaltmak amacı ile de kullanılmıştır. Diğer taraftan MSG'nin sodyum içeriği

dolayısıyla hipertansiyona neden olabileceğine yönelik çalışmalar da mevcuttur. Yapılan bir çalışmada hipertansiyon ilaç tedavisi gören hastalarda MSG alımı sonucu kan basıncının yükseldiği bulunmuştur.

Monosodyum glutamatın uykuda solunum problemine neden olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur. Uykuda solunum bozukluğu uykusu sırasında solunum yetersizliği, solunum durması sonucu ölüme kadar gidebilen veya hastanın günlük yaşamını büyük ölçüde etkileyen bir halk sağlığı problemidir (Vuthithu ve diğerleri, 2013). Çin’de yapılan bir çalışmada normal kilodaki bireylerin MSG tüketimi ile uyku solunum bozukluğu arasında ilişki bulunmuş ayrıca MSG tüketen bireylerde uyku sırasında horlama olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında aynı çalışmada, MSG’nin reflüyü artırabileceği sonucuna varılmıştır (Shi ve diğerleri, 2013).

Birçok anektodal raporda MSG’nin astım, anjiyo-ödem ve rinit gibi hastalıklara neden olabileceği belirtilmiştir. Ayrıca glutamatın bazı hassas bireylerde astımı tetiklediğine ve astım ataklarına neden olabileceğine dair çalışmalar bulunmaktadır (Pulido ve Gill, 2013: 1057). Ancak, varolan genel literatür bilgisine dayanarak yapılan incelemelerde, MSG ile belirtilen hastalıklar arasında belirtilen ilişki henüz tam olarak aydınlatılamamıştır. Bu nedenle bazı tedavi yaklaşımlarında astım hastalarının MSG’den uzak durması gerektiği önerilmektedir (Bosso ve Simon, 2008: 339; Williams ve Woessner, 2009).

Yapılan bir çalışmada, monosodyum glutamatın insan periferik lenfositlerinde kardeş kromatid değişimine (KKD) olan etkisi incelenerek MSG’nin in vitro genotoksik etkileri araştırılmıştır. 24 saat sonunda MSG’nin insan periferik kan lenfositlerinde kardeş kromatid değişimini uyarmadığı, 48 saatlik muamele sonucunda ise en düşük doz olan 3000 µg/ml’de kontrole göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur. MSG’nin proliferasyon indeksini tüm konsantrasyonlarda düşürdüğü gözlenmiş ancak düşüş mikrarının kontrole göre anlamlı olmadığı saptanmıştır (Canitezzer ve Topraktaş, 2012).

## **2.7. Monosodyum Glutamat ve Yasal Düzenlemeler**

Amerikan gıda ve ilaç dairesi (FDA) 1958 yılında glutamatı tuz, sirke ve kabartma tozu gibi diğer yaygın gıda içerikleriyle aynı kategoriye yani GRAS listesine (genellikle

güvenilir kabul edilir) eklemiştir. Bilimsel verilere göre, o zamanlardaki genel görüş glutamatın emzirmekte olan kadınlar ve çocuklar da dahil olmak üzere genel populasyon için güvenli olduğu yönündedir. Monosodyum glutamatla ilgili ilk güvenlik değerlendirmesi JECFA (Gıda Tarım Örgütü ve Dünya Sağlık Teşkilatı'nın Gıda Katkı Maddeleri Ekspertler Komitesi) tarafından 1971 ve 1974 yıllarında yapılan toplantılarda değerlendirilmiş ve L-glutamik asit tuzları için ADI (kabul edilebilir günlük alım miktarı) değeri 0-120 mg/kg vücut ağırlığı olarak belirlenmiştir. Yenidoğan kemirgenlerde yetişkinlere göre gözlemlenen fazla hassasiyet ve insan yenidoğanı için o dönemde herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle ADI değeri 12 haftalığa kadar olan bireyler için geçersiz sayılmıştır.

1987 yılında JECFA tarafından insanlarda değerlendirilen farmakokinetik, metabolizma ve toksikoloji verileri ışığında, glutamatın normal şartlarda çok düşük akut toksisiteye sahip olduğu ve glutamatın LD<sub>50</sub> (%50 öldürücü doz) değerinin sıçanlarda ve farelerde sırasıyla 15,000-18,000 mg/kg vücut ağırlığı olduğu belirtilmiştir. JECFA anılan dönemde yapmış olduğu diğer kapsamlı çalışmalar sonucu gıda yolu ile alınan glutamatın sağlığa herhangi bir zararının bulunmadığı sonucuna varmıştır. Bunun üzerine, daha önce belirtilen ADI değeri gerekli görülmemiş ve L-glutamik asit ve onun sodyum, potasyum, kalsiyum ve amonyum tuzları "ADI değeri belirtilmemiş" olarak sınıflandırılmıştır. JECFA ayrıca hamile kadınlara ve yeni doğanlara özel bir kategori içerisinde muamele etmeye gerek olmadığına karar vermiştir ancak yeni doğanların 12 haftalık olana kadar gıdalarına hiçbir katkı maddesi eklenmemesi gerektiğine karar vermiştir (Jinap ve Hajep, 2010). Ayrıca, gıda katkı maddelerine ilişkin standartları ve düzenlemeleri içeren U.S. "Code of Regulations" (CFR)'de de yaşı 12 haftanın altında olan bebeklerin mamalarında MSG bulunmaması gerektiği açıklanmıştır (Yentür ve Bayhan, 1987).

Avrupa Komisyonu, Gıda Bilimsel Komitesi (SCF), 1991 yılında glutamat ile ilgili güvenlik değerlendirmesi sonucu JECFA ile aynı kararı vererek glutamata "ADI değeri belirtilmemiş" olarak sınıflandırmıştır. Daha sonra FASEB (Amerikan Toplum Deneysel Biyoloji Federasyonu) 1995 yılındaki raporunda, glutamatın yan etkileri ile ilgili yeterli miktarda doğrulanabilir bilimsel kanıt bulunmamasına rağmen belirli bir grup bireyin oral yolla glutamat tüketimi sonucunda, glutamata bağlı semptomlar (Glutamat Semptomları Kompleksi) geliştirdiğine dair yeterli sayıda belge bulunduğunu belirtmiştir. FDA bu semptomların varlığını kabul etmesine rağmen konuyla ilgili yeterli kanıt bulunmadığını ve

gıdalar yolu ile alınan glutamatın genel popülasyonda önemli bir soruna yol açmadığını raporunda belirtmiştir (Jinap ve Hajep, 2010). Avrupa Komisyonu Gıda Katkı Maddeleri Direktifleri'nde (95/2/CE) bebek mamaları ve işlenmemiş gıdalar (bu gıdalara katılımına izin verilmemektedir) ve çeşni ile baharatlar (bunlar için maksimum limit bulunmamaktadır) hariç olmak üzere L-glutamat ve tuzlarının gıdalara katılımı için 10 g/kg'lık bir limit belirlemiştir (Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifleri, 1995).

Güncel olarak Avrupa Birliği Direktiflerine göre gıdalara monosodyum glutamatın gıdalara katılabileceği en fazla miktar 10 g/kg olarak belirlenmiştir (Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifleri, 1995). Buna paralel olarak hazırlanmış olan Türk Gıda Kodeksi, Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğinde'de aynı değer olan 10 g/kg esas alınmıştır. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği eklerinde belirtilen, gıdalara katılabilecek maksimum glutamik asit ve monosodyum glutamat miktarları Çizelge 2.5'de verilmiştir (Türk Gıda Kodeksi, Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, 2013).

Çizelge 2.5. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği eklerinde belirtilen gıdalara katılabilecek maksimum glutamik asit ve monosodyum glutamat miktarları

| E –kodu | Adı                 | Maksimum Miktar  |
|---------|---------------------|--|
| E 620   | Glutamik asit       | 10 g/kg, tek başına veya birlikte, glutamik asit cinsinden |
| E 621   | Monosodyum glutamat |  |

## 2.8. Monosodyum Glutamat ile İlgili Olarak Yapılmış Çalışmalar

Gıdalarda bulunan miktarlarının organizma üzerinde yaratabileceği olumsuz etkilerden hareketle monosodyum glutamatın tespiti ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmıştır.

Yapılan bir çalışmada, çorbalarda monosodyum miktarlarını araştırmak amacıyla yüksek-performanslı sıvı kromatografisi kullanılmış, dansil klorür ile türevlendirme yapılarak analiz floresan dedektör ile gerçekleştirilmiştir. Sığır kuyruğu çorbası, tavuk çorbası, dana etli ve domatesli çorba, sebze çorbası ve diyet mantar çorbası için MSG miktarları sırasıyla 2,99; 5,40; 4,99; 3,79; 9,87 g/100g olarak bulunmuştur (Williams ve Winfield, 1982).

Taze ve işlenmiş bir çok gıda çeşidinde L-glutamik asit miktarlarını analiz etmek amacı ile yapılan bir çalışmada, enzimatik analiz yöntemi uygulanmış taze gıdaların glutamik asit konsantrasyonları 6,7 mg/100 g (kabak) ile 658 mg/100 g (ceviz) arasında çeşitlilik gösterirken, taze domateslerdeki glutamik asit içeriği olgunlaştırılma işlemi sonrasında 50,3 mg/100 g'dan 292 mg/100 g'a yükselmiştir. İşlenmiş gıdalardaki değerler ise 0,05 mg/100g (süzme peynir) ile 6,8 mg/100g (et suyu tabletleri) arasında değişmiştir (Skurray ve Pucar, 1987).

Çorba ve çorba harçlarında monosodyum glutamat miktarlarını tespit etmek amacı ile yapılan bir çalışmada kinetik- potansiyometrik tayin yöntemi kullanılmıştır. Yöntemde glutamik asidi tespit etmek için bakteriyel kaynaklı glutamik dehidrogenaz enzimi kullanılmıştır. Makarnalı sebze çorbası, etli erişte çorbası, sebze çorbası karışımı için MSG miktarları sırasıyla; kütlece %2,38, %4,22, %10,62 olarak bulunmuştur (Nikolelis, 1987).

Ankara piyasasında satılan hazır çorba ve et suyu tabletlerinde glutamik asit ve monosodyum glutamat miktarlarını tayin etmek amacı ile yapılan bir çalışmada kırk dört adet hazır çorba, üç adet et suyu tableti, üç adet tavuk suyu tableti ve beş adet köfte harcı numune olarak alınmıştır. İçeriğinde MSG bulunan örneklerde glutamik asit ve monosodyum glutamat miktarları sırasıyla; %1,926 ve %2,211 olarak saptanmıştır. İçeriğinde MSG bulunmayan örneklerde ise glutamik asit ve monosodyum glutamat miktarları sırasıyla; %0,152, %0,174 olarak saptanmıştır (Tunçok, 1990).

Yapılan bir başka çalışmada, monosodyum glutamatın gıdalardan analizi için sıvı kromatografisini (LC) takiben kondüktometrik ölçüme dayanan bir yöntem geliştirilmiştir. Yöntemde pre-kolon veya post-kolon türevlendirilmesine ihtiyaç duyulmamıştır. 1, 2 ve 3 numaralı firmalara ait çorba harçları için ortalama monosodyum glutamat değerleri sırasıyla; kütlece %0,71, %16,3, %17,2 olarak bulunmuştur (Lau ve Mok, 1995).

Diğer bir çalışmada çeşitli gıdalarda monosodyum glutamat miktarlarına yüksek basınçlı sıvı kromatografisi yöntemi ile bakılmıştır. Örneklerdeki glutamik asit haricindeki gıda içerikleri aseton ile çöktürülerek potasyum fosfat aracılığı ile serbest glutamik asit ekstaksiyonu yapılmıştır. Ekstrakt ters fazda C-8 veya C-18 katı faz kolonlarından geçirilerek kirlilikler giderilmiş türevlendirme için fenilzotiyosiyanat bileşiği kullanılmıştır. Türevlendirilmiş örnek HPLC ile 254 nm'de okutulmuştur. Çalışmada serbest glutamat miktarları bazı örneklerde hiç bulunamazken bazılarında %89 içeriğe kadar çeşitlilik göstermiştir. Çorba örneklerinde bulunan

sonuçlar; kremalı mantar için 3210 ppm, kaplumbağa çorbası için 450 ppm, kırmızı etsuyu çorbası için 720 ppm, yengeç çorbası için 2880 ppm, sebzeli biftek çorbası için 310 ppm, sebze çorbası için 2920 ppm, tavuk çorbası için 1270 ppm, karides çorbası için 11700 ppm bulunmuştur (Daniels, Joe ve Diachenko, 1995).

Gıdalarda L-glutamat miktarlarını araştırmak için yapılan bir çalışmada döner biyoreaktörler kullanılmış ve yöntem iki enzimatik yaklaşım uygulanmıştır. Analiz için et ve tavuk suyu tabletleri, soya sosu, çeşniler, meyve ve sebze suları ve süt kaymağı kullanılmıştır. Glutamat dehidrogenazın kullanıldığı tayinde L-glutamat miktarları 1,22-5,44 g/kg arasında değişirken; glutamat oksidaz aracılığı ile yapılan tayinde miktarlar 0,109-5,39 arasında değişmiştir (Janarthanan ve Mottola, 1998).

Çeşitli gıdalarda monosodyum glutamat miktarlarının tayini yapmak amacı ile mikroplak tabanlı florometrik metotlar ile ölçümler yapılmış ve iki farklı florojenik indikatör denenmiştir. Bunlardan biri Amplex kırmızısı diğeri ise rezasürindir. *Amplex* kırmızısı kullanılan deneyde tavuk, acılı ekşili, yumurta çiçeği çorba çeşitlerinde ve soya sosunda sırasıyla ortalamalar 20,10; 1,49; 2,91; 90,64 mmol/L bulunmuştur. Rezasürin kullanımı sonucunda ise aynı gıdalarda sırasıyla MSG miktarları 21,77; 1,51; 2,59; 91,03 mmol/L bulunmuştur (Chapman ve Zhou, 1999).

Trinidad ve Tobago'da farklı marka ve çeşitteki çorbalarda ise flow enjeksiyon metodu kullanılarak yapılan bir çalışmada, 21 markaya ait MSG miktarlarının 0,06-5,66 g/kg arasında değiştiği saptanmıştır. Yalnızca 8 markanın MSG miktarı 2,0 g/kg'dan düşük bulunmuş, diğer 13 markanın ise MSG içeriği 2,0'dan yüksek olarak belirlenmiş ve bu yüksek olanlardan 2 tanesinin miktarı 5 g/kg'dan fazla bulunmuştur. Finlandiya'daki yasal limitler 2,0 g/kg olmasına karşın Trinidad ve Tobago'da MSG'nin gıdalara katılımı ile ilgili yasal bir limit belirlenmediği belirtilmiştir (Mankasingh, Narinesingh ve Ngo, 2000).

Ticari olarak satılan çorba örneklerinde, monosodyum glutamat miktarlarını flow enjeksiyon metodu ile belirlemek amacı ile yapılan bir başka çalışmada, yeşilbiber (*Capsicum annuum*), L-glutamat dekarboksilaz enziminin kaynağı olarak kullanılmıştır. Saflaştırılan enzim ekstraktı cam boncuklar yardımı ile immobilize edilmiş ve L-glutamatın potansiyometrik tayini için kullanılmıştır. Geliştirilen bu metot sayesinde saatte yaklaşık 60 adet örnek incelenebilmiş, 200 µL'lik örnekler içerisinde 2,5-75 mmol aralığında L-glutamat tayin edilmiştir. Yöntem

ayrıca spektrofotometrik ölçümlerle de karşılaştırılmış farklı gıda çeşitleri için değerler belirlenmiştir. Spektrofotometrik yöntemde değerler tavuk çorbası ve sebze çorbası için sırasıyla; 1,350 mmol/L ve 2,890 mmol/L bulunmuştur. Geliştirilen akış enjeksiyon metodunda ise tavuk çorbası ve sebze çorbası için sırasıyla; 1,410 mmol/L ve 2.940 mmol/L bulunmuştur (Oliveira ve diğerleri, 2001).

Arjantin'de yapılan bir çalışmada, hamburgerlerde MSG miktarları araştırılmış analiz yöntemi olarak HPLC kullanılmıştır. UV dedektör ile tayin edilen analitler öncelikle dinitrofenil ile türevlendirilmiş ve MSG miktarları hesaplanmıştır. Beş adet hamburger örneğine ait MSG miktarları sırasıyla 100,5; 100,7; 130,3; 217,9; 178,9 mg/100 olarak bulunmuştur (Rodriguez, Gonzalez ve Centurion, 2003)

Yapılan bir başka çalışmada, marketlerde çorba harcı olarak satılan ve içeriğinde tavuk, mantar, domuz ve deniz ürünleri çeşitleri olan bulyonlarda uçucu olmayan tat bileşenlerinin miktarları araştırılmıştır. Bu ürünlerdeki monosodyum glutamat benzeri içeriklerin miktarları 0,48-0,56 mg/g arasında değiştiği saptanmıştır (Chiang, Yen ve Mau, 2005).

Et suyu tabletlerinde, çorbalarda ve soslarda MSG eklenerek veya eklenmeksizin serbest glutamik asit içeriğini belirlemek amacıyla ölçümler yapılmıştır. Çalışmada HPLC'de C18 kolonunda ayırma ile spektrofotometrik tarama yapılmıştır. MSG eklenmiş olan et su tabletleri ve çorbalarda glutamat içerikleri 92,7-341 mg/100g arasında değişiklik göstermiştir. Çalışmada tüketime hazır gıdaların hiç birinin Avrupa Birliği Direktifleri, 95/2/CE'de belirtilen 10 g/kg limitini aşmadığı bildirilmiştir (Populin, Moret, Truant ve Conte, 2007).

L-glutamat'ın gıdalardaki miktarını tayin için seçici bir metot geliştirmek amacı ile yapılan bir çalışmada, boya olarak Comassie Brilliant Blue G (CBBG) kullanılmış ve bu boyanın analit ile yarışmalı olarak sürfektan bir madde olan didodesildimetilamonyum bromid (DDABr) ile etkileşimine dayanan bir yöntem uygulanmıştır. Çalışmada bilinen bir miktar boya maddesi varlığında ölçüm parametresi olarak DDABr miktarı kullanılmıştır. CBBG-DDABr çökeleği oluştuğunda fotometrik titrasyon metodu ile boyanın spektral karakteristiği belirlenerek ölçüm yapılmıştır. Sürfektan-boya bağlanma derecesi metodu ile bulunan L-glutamik asit miktarları, Boehringer Mannheim kiti kullanılarak karşılaştırılmıştır. Sıvı ve kurutulmuş çorbalarda L-glutamik asit değerleri sürfektan-boya bağlanma derecesi metodu için sırasıyla; 6,75; 8,6 g/kg bulunmuştur. Aynı gıda

çeşitlerinde Boehringer Mannheim kiti ile yapılan analizde ise bulunan değerler sırasıyla 6,8; 8,7 g/kg'dır (Pedraza, Sicillia ve Rubio, 2007).

Malezyada yapılan bir çalışmada, serbest glutamik asit miktarları araştırılmış, analiz 6 çeşit işlenmiş gıdada, 44 hazırlanmış yemek çeşidinde 26 çeşit çeşnide yapılmıştır. Analiz yöntemi olarak floresan dedektörlü HPLC kullanılmış, türevlendirici ajan olarak dansil klorür uygulanmıştır. Çalışma sonucunda bulunan serbest glutamik asit miktarları işlenmiş gıdalarda 0,34- 4,63 mg/g, hazırlanmış yemek çeşidinde 0,24-8,16 mg/g ve çeşnilerde ise 0,28- 170,90 mg/g aralığında değiştiği bulunmuştur (Khairunnisak, Azizah, Jinap ve Izzah, 2009).

Et suyu tabletlerinde monosodyum glutamat, guanozin 5'-monofosfat ve inozin 5'-monofosfat'ın eş zamanlı tayini için yapılan bir çalışmada, spektrofotometriden elde edilen verilerin analizi için ardışık izdüşüm algoritması kullanılmış ve bir metot geliştirilmiştir. Bu maddeleri içeren analitlerin spektral çakışmalarının önlenmesi amacıyla sırasıyla dokuz, altı ve dört dalga boyu belirlenmiştir. Altı farklı örnek için üç tekrar yapılmış ortalamalar MSG için 8,93; 5,56; 4,43; 16,3; 14,2; 11,4 g/dm<sup>3</sup> olarak saptanmıştır (Acebal, Grünhut, Lista ve Band, 2010).

Almanya'da tüketime sunulmuş olan hazır gıdalarda serbest aminoasitlerin miktarlarına bakılmış ve bu gıdaların içerik ve etiket bilgileri karşılaştırılmıştır. Kantitatif aminoasit analizleri iyon değiştirme kromatografisi ile yapılmıştır. Çalışmada etikette belirtilen bilgiler ile serbest aminoasit miktarlarının belirgin biçimde uyumsuz olduğu bulunmuştur. Etiket bilgisinde "Glutamat eklenmemiştir." yazan ürünlerde dahi yüksek miktarda glutamat bulunmuştur. Mercimek çorbası, şefin çorbası, şehriyeli tavuk çorbası, şehriyeli tavuk çorbası (asya stili) için serbest glutamik asit miktarları sırasıyla; 27 mg/100 g, 29 mg/100 g, 373 mg/100 g, 691 mg/100 g bulunmuştur (Hermanussen, Gonder, Jakobs, Stegemann ve Hoffmann, 2010).

Çeşitli gıdalarda monosodyum glutamat miktarlarını araştırmak için yapılan bir başka çalışmada ise analiz yöntemi olarak yüksek-performanslı ince tabaka kromatografisi kullanılmıştır. MSG miktarları ortalama olarak masala sosunda 49,66 mg/g, çorbalarda 24,59 mg/g, bulyonlarda 133,50 mg/g bulunmuştur (Veni ve diğerleri, 2010).

Et ürünleri, çorba harçları ve konsantre sebzelerde yapılan bir çalışmada monosodyum glutamat miktarları araştırılmıştır. Analizde HPLC-UV methodu ile türevlendirme ajanı

olarak OPA (ortofitalaldehit) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda bulunan glutamik asit konsantrasyon aralığı; MSG eklenmemiş soslerde 0,14 g/kg ile 2,16 g/kg aralığında değişirken, sebze karışımları ve çorba harçlarında 80-120 g/kg aralığında değiştiği bulunmuştur (Croitoru ve diğerleri, 2010).

Gıda örneklerinde monosodyum glutamat tespiti amacıyla yapılan bir başka çalışmada, nefelometrik bir yöntem geliştirilmiştir. Yöntemin esası MSG'nin aseton/izopropanol karışımı içerisindeki L-lizin üzerindeki inhibisyonuna dayanmaktadır. Gıda numunesi olarak kurutulmuş bulyon örnekleri seçilmiş ve çeşitli markalara ait miktarlar 0,17; 1,08; 1,65; 0,84 g/dm<sup>3</sup> olarak bulunmuştur (Acebal, Insausti, Pistonesi, Lista ve Band, 2010).

Yapılan bir başka çalışmada, Pakistan'da bulunan on farklı firmaya ait baharat karışımında MSG miktarları analiz edilmiştir. Analizler, sıvı ekstraksiyon ve dinitroflorobenzen (DNFB) ile türevlendirme aşamalarından sonra HPLC-UV dedektörde yapılmıştır. Çalışma sonucunda 10 markaya ait bulunan değerler 27-88 g/kg aralığında değişim göstermiştir (Lateef, Siddiqui, Saleem ve Iqbal, 2012)

Çeşitli gıdalarda monosodyum glutamat miktarlarını araştırmak amacı ile yapılan bir başka çalışmada kolorimetrik metot kullanılarak çorba çeşitleri ve hamburgerler analiz edilmiştir. Çalışmada ayrıca HPLC uygulanarak veriler birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Gıda çeşidi olarak kremalı mantar çorbası, sebze çorbası, tavuk çorbası, mercimek çorbası, erişte çorbası ve hamburgerler analiz edilmiştir. Çalışmadaki örneklere ait ortalama L-glutamat miktarları 0,93-4,9 g/kg arasında değişiklik göstermiştir (Alnokkari, Ataie ve Alasaf, 2013) Sakarya ilinde satışa sunulan etsiz çiğ köfte örneklerinde monosodyum glutamat içerikleri analiz edilmiştir. Dört firmaya ait etsiz çiğ köftelerin tamamında MSG varlığı saptanmış olup çeşitli firmalar için değerler 2,6; 1,8; 2,2; 2,6 g/kg olarak bulunmuştur (Cerit ve diğerleri, 2014).

Tavuk ve et suyu tabletlerinde MSG miktarlarını tayin etmek amacı ile yapılan bir çalışmada yüksek performanslı sıvı kromatografisi DAD (Diyot Array Dedektör) ile birlikte kullanılmış, bu yöntemle 122 adet örnek incelenmiştir. Örneklerin türevlendirilmesi orthofitalaldebit (OPA) ile yapılmıştır. Çalışmada markalara ait ortalama MSG miktarları; 14,6; 11,9; 9,7 ve 7,2 g/kg olarak bulunmuştur (Er Demirhan ve diğerleri, 2015).

## 2.9. Gıdalarda Monosodyum Glutamat Tayin Yöntemleri

Glutamatın vücuttaki anahtar rolleri, sağlık üzerindeki etkileri ve MSG için belirlenen yasal limitler glutamat tayinini önemli hale getirmiştir. MSG tespiti için çeşitli analitik yaklaşımlar uygulanmaktadır. Titrasyon metodu, enzimatik yöntemler, kâğıt kromatografisi, florometrik yöntemler ve gaz ve sıvı kromatografisi analiz için kullanılan yöntemler arasındadır (Chapman ve Zhou, 1999; Daniels ve diğerleri, 1995; Khairunnisak ve diğerleri, 2009; Veni ve diğerleri, 2010).

Glutamatın kantitatif ölçümü için kullanılan metotlardan biri, sıvı çözeltinin iyon değiştirme kolonundan geçirilmesinin ardından formaldehit ile titrasyonuna dayanan metodudur. Bir diğer analiz metodu olarak ise ters-faz HPLC kullanılmaktadır. HPLC uygulamasında UV, floresan, DAD gibi çeşitli dedektör tipleri kullanılabilir. Bu metot genellikle uygulama öncesi türevlendirme gerektirmektedir. HPLC yönteminde analiti dedektör tarafından tespit edilebilir hale getirebilmek için fenilizotiyosiyanat, OPA, dansil klorür gibi türevlendirici ajanlar kullanılmaktadır (Khairunnisak ve diğerleri, 2009; Populin ve diğerleri, 2007). Glutamatın tespiti için enzimatik yöntemler de bazı araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır (Chapman ve Zhou, 1999; Janarthanan ve Mottola, 1998; Populin ve diğerleri, 2007, Skurray ve Pucar, 1988).

Glutamatın analizinde en yaygın kullanılan metod yüksek basınçlı sıvı kromatografisidir (Alnokkari, Ataie ve Alasaf, 2013; Croitoru ve diğerleri, 2010; Daniels, Joe ve Diachenko, 1995; Er Demirhan ve diğerleri, 2015; Khairunnisak, Azizah, Jinap ve Izzah, 2009; Lateef, Siddiqui, Saleem ve Iqbal, 2012; Rodriguez, Gonzalez ve Centurion, 2003). HPLC yönteminin oldukça yaygın olmasının çeşitli sebepleri bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri; HPLC'nin diğer pek çok yöntemle göre duyarlılığının fazla olması, doğru nicel tayinlere kolay uyarlanabilmesi, uçucu olmayan veya sıcaklıkla kolay bozunabilen bileşiklerin ayırımında başarılı olması olarak sıralanabilir.

HPLC ile ayırmada en hassas dedektörlerden biri floresan dedektördür. Bunun temel nedeni floresan dedektörle yapılan uygulamaların birçok absorban uygulamasından yaklaşık 10 kat daha duyarlı olmasından kaynaklanmaktadır. Floresan dedektörü ile yapılan ayırmada kendiliğinden floresans özelliğe olmayan maddelerin ayırımı için ise bazı analit tipleri floresan özellik oluşturan maddelerle muamele edilir. Örneğin, dansil klorür (5-di-

metilamino-naftalin-1-sülfonil klorür) primer ve sekonder aminler ile aminoasitlerle ve fenollerle floresans özellik gösteren bileşikler meydana getirerek protein hidrolizatları içerisinde bu moleküllerin tespitine olanak tanımaktadır (Skoog, Holler ve Nieman, 2007: 816-825; Gündüz, 2002: 1252-1231).



### 3. GEREÇ ve YÖNTEM

#### 3.1. Gereç

Bu çalışmada gereç olarak 2014 yılında üretilmiş A, B,C, D ve E firmalarına ait farklı seri numaralı hazır çorba örnekleri kullanıldı. Hazır çorba örnekleri beş farklı firmaya ait, her firmadan dört farklı çeşit ve her çeşitten beşer adet (her firmadan toplam 20'şer adet) olacak şekilde seçildi. Böylece, toplam 100 adet hazır çorba örneği Ankara'daki farklı semtlerdeki marketlerden temin edildi ve bunların tamamının farklı seri numarası ve üretim tarihine sahip olmasına özen gösterildi. Hazır çorba örnekleri Gazi Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi Besin Analizleri Laboratuvarı ve Analitik Kimya Laboratuvarında analiz edildi.

#### 3.1.1. Kullanılan kimyasal maddeler

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan kimyasal maddelerin listesi

| Kimyasal Madde           | Firma                           | Katalog No. |
|--------------------------|---------------------------------|-------------|
| Metanol                  | Fischer Scientific (HPLC Grade) | A452-4      |
| Glasiyel Asetik Asit     | Fischer Scientific(HPLC Grade)  | A35-500     |
| L-Glutamik Asit          | Sigma Adrich                    | 49449-100G  |
| Sodyum Hidrojen Karbonat | Merck                           | 1063291000  |
| Dansil Klorür            | Sigma                           | 39220-1G-F  |

### 3.1.2. Kullanılan alet ve gereçler

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan araç ve gereçlerin listesi

|   |                           |
|---|---------------------------|
| Hassas Terazi                               | Shimadzu/ AW320           |
| Manyetik Karıştırıcı-Isıtıcı                | Heidolph/ MR-Hei-Standard |
| Vortex                                      | Firlabo                   |
| Turaks                                      | IKA T18 Basic             |
| Mikropipet                                  | Microlit                  |
| pH Metre                                    | Hanna Instruments         |
| Buzdolabı                                   | Arçelik                   |
| Distile su cihazı                           | Şimşek Labortechnik       |
| Deiyonize su cihazı                         | Millipore                 |
| Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (HPLC) | Agilent Tech.             |
| HPLC Enjektörü 25 µl                        | Hamilton                  |
| HPLC Dedektörü                              | Hewlett Packard           |
| Çeşitli Laboratuvar Malzemeleri             |                           |

## 3.2. Yöntem

Hazır çorba örneklerinin ekstraksiyonunda ve MSG miktar tayininde Khairunnisak ve diğerleri (2009) ve Timpero, Fagioni, Grandinetti ve Zolla (2007) tarafından uygulanan HPLC analiz yöntemleri kullanıldı.

### 3.2.1. Yöntemin ilkesi

Yöntemin ilkesi, gıda içeriğinde bulunan L-glutamik asidin bir türevlendirme ajanı olan 5-di-metilamino-naftalin-1-sülfonil klorür (dansil klorür) ile floresan özellik kazandırılıp yüksek basınçlı sıvı kromatografisinde floresans dedektörle tayin edilmesidir.

### 3.2.2. Çözelti ve reaktifler

Çalışmada hazırlanan çözelti ve reaktifler yöntemden yararlanılarak hazırlandı. En iyi verimi almak amacıyla kullanılacak miktarlar üzerinde optimizasyonlar yapıldı. Kimyasal maddelerin analitik saflıkta olmasına dikkat edildi.

Sodyum hidrojen karbonat tamponu (pH: 10): 20 gr sodyum hidrojen karbonat tartılarak 1 litre deiyonize su içerisinde çözülerek hazırlandı. Böylece %2'lik tampon elde edildi. Tampon pH' sının ayarlanmasında 5M Sodyum Hidroksit (NaOH) çözeltisi kullanıldı.

Türevlendirici ajan olan katı haldeki Dansil Klorür'den 40 mg tartılarak 2 ml asetonda çözüldü. Ajanın floresan özelliğini kaybetme riski olabileceğinden çözeltiler günlük hazırlandı.

L-Glutamik asit standartları aşağıda belirtilen şekilde hazırlanarak kalibrasyon eğrisi çizildi.

L-Glutamik asit stok çözeltisi 10000 ppm (10000 mg/L) olacak şekilde hazırlandı. 200 mg L-Glutamik asit standardı tartılarak 20 ml sodyum hidrojen karbonat tamponu içerisinde çözüldü. Bu çözelti günlük hazırlandı.

### 3.2.3. Standartların hazırlanması ve türevlendirme

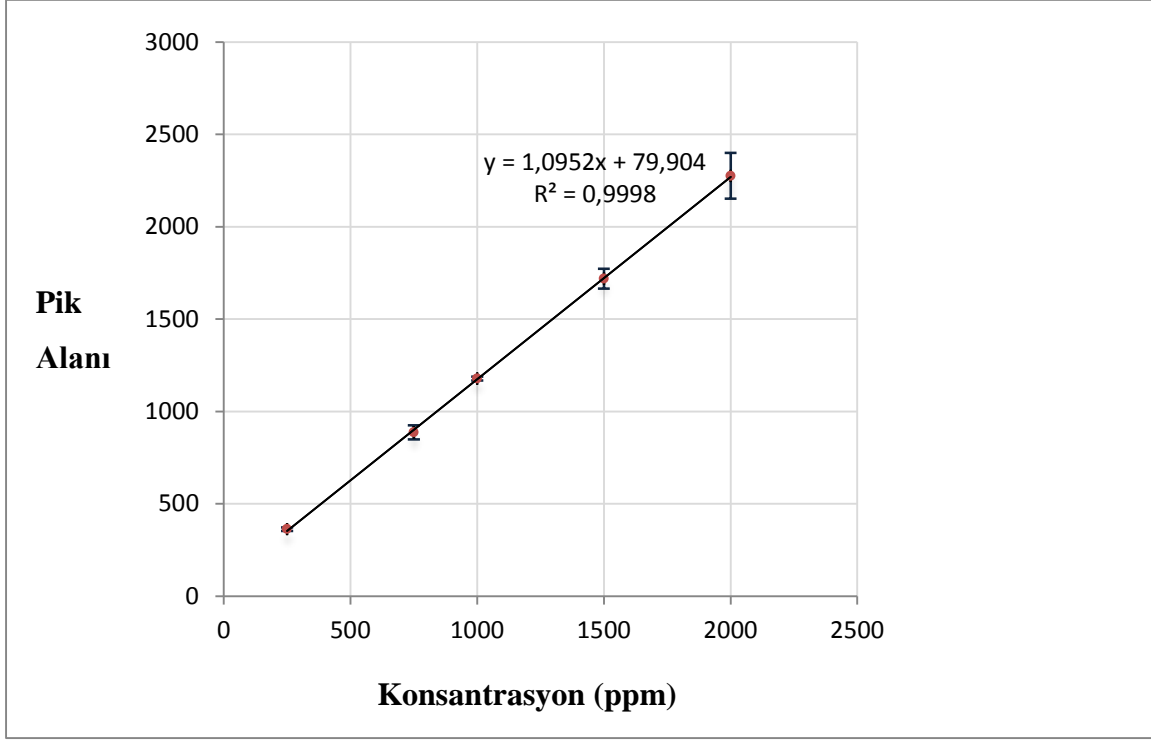
L-Glutamik asit standartları 625 ppm, 1875 ppm, 2500 ppm, 3750 ppm ve 5000 ppm konsantrasyonlarında hazırlandı. Bu standartların her birinden 100'er µl alınarak koyu renkli şişeler içerisine konuldu. Üzerlerine 100'er µl dansil klorür çözeltilisinden eklendi. Şişe içerisindeki çözeltiler vortex yardımı 5 sn süre ile karıştırıldı. Hazırlanmış olan şişelerin kapakları sıkıca kapatılarak alüminyum folyo ile sarıldı. Böylece ısı işlem sırasında sıvı kaybı olması engellendi. 250 ml'lik bir erlene 2 cm yüksekliğinde su konularak içerisine şişeler yerleştirildi. Erlenin ağzı folyo ile kapatılarak türevlenmenin gerçekleşebilmesi için 1 saat süre boyunca 90 ° 'ye ayarlanmış ısıtıcı içerisinde bırakıldı. Süre sona erdikten sonra ısıtıcıdan alınarak kısa bir süre oda sıcaklığına gelmesi beklendi. Daha sonra her bir şişeye 25 µl glasiyel asetik asit ve 25 µl metanol eklendi. Böylece standartların son konsantrasyonları 250, 750, 1000, 1500 ve 2000 ppm oldu. Standart çözeltiler şırınga ile çekilerek şırınga filtresinden geçirildi ve ependorflara aktarıldı ve böylece standart kalibrasyon için HPLC'ye verilmeye hazır hale gelmiş oldu.

Standartlardan 20 µl, HPLC enjektörü ile çekilerek cihaza 3'er kez verildi. Alıkonma zamanları ölçüldü ve konsantrasyonlara karşılık gelen pik alanları cihazın yazılımı aracılığı ile ölçülerek ortalamaları alındı.

Çizelge 3.3. Glutamik asit standartları için pik alanları ortalama değerleri ve konsantrasyonlar

| Standart | L-Glutamik Asit (ppm) | L-Glutamik Asit Pik Alanı |
|----------|-----------------------|---------------------------|
| 1        | 250                   | 363                       |
| 2        | 750                   | 887                       |
| 3        | 1000                  | 1178.5                    |
| 4        | 1500                  | 1719                      |
| 5        | 2000                  | 2275.5                    |

Hesaplamalardan sonra x eksenine konsantrasyonlar, y eksenine pik alanı ortalamaları yazılarak standart kalibrasyon eğrisi çizildi ve doğru denklemi oluşturuldu. Doğru denklemi  $y = 1,0952x + 79,904$  ve  $R^2 = 0,9998$  bulundu. Cihaza ait teşhis sınırı (LOD) 1,69 g/kg olarak saptandı.



Şekil 3.1. L-Glutamik Asit İçin Standart Kalibrasyon Eğrisi

### 3.2.4 Örneklerin hazırlanması ve analizi

#### Ekstraksiyon işlemi ve türevlendirme

Analizi yapılacak olan çorba paketi içeriğinden homojen almaya özen gösterilerek 1'er gr tartıldı ve sodyum hidrojen karbonat tamponunda çözüldü. Örnekler turaks cihazı ile 2 dakika süresince parçalanarak çözünmesi ve homojen hale gelmesi sağlandı. Sonra 10'ar sn vortekslenerek içeriğin tekrar karıştığından ve homojen hale geldiğinden emin olundu. Daha sonra tampon ile ıslatılmış olan Whatman No:1 Filtre kâğıdından süzülerek türevlendirmeye hazır hale getirildi.

Türevlendirme işlemi standartlara uygulandığı gibi gerçekleştirildi. Süzülmüş örneklerden 100'er µl alınarak şişelere aktarıldı. Üzerine 100 µl dansil klorür çözeltisinden ilave edildi

ve vortekslendi. 1 saat boyunca 90°'de bekletildi ve üzerlerine 25'er µl glasiyel asetik asit ve metanol eklenerek HPLC'ye verilmek üzere şırınga filtresinden geçirildi.

#### HPLC analizi ve koşulları

Mobil faz olarak %45 metanol, %1 glasiyel asetik asit ve %54 su karışımı hazırlandı. Cihazın eksitasyon dalga boyu 328 nm ve emisyon dalga boyu 530 nm olarak ayarlandı. HPLC akış hızı sn'de 1000 ml olacak şekilde ayarlandı. Türevlendirilmiş olan örneklerden 20 µl çekilerek cihaza enjekte edildi. HPLC çalışma koşulları Çizelge 3.4' de verildi.

Çizelge 3.4. HPLC Koşulları

| HPLC                     |  |
|--------------------------|--|
| Dedektör                 | Floresan Dedektör                              |
| Kolon ve Kolon Çapı      | C-18, 5 mm ODS2, 4.6/ 150 mm Waters Spherisorb |
| Mobil Faz                | %45 methanol, %1 glasiyel asetik asit, %54 su  |
| Akış Hızı                | 1000 ml/sn                                     |
| Eksitasyon dalga boyu    | 328 nm   |
| Emisyon dalga boyu       | 530 nm   |
| Alıkonma Zamanı (dakika) | 6  |
| Enjeksiyon Hacmi         | 20 µl  |

Her bir örnek için çift tekrarlı enjeksiyon yapıldı ve ölçülen pik alanlarının ortalamaları alındı. Standart kalibrasyon eğrisinden yararlanarak pik alanına karşılık gelen

konsantrasyonlar hesaplandı. Daha sonra bu değer, dilüsyon faktörü ile çarpılarak örneklerin içerdiği glutamik asit miktarı (g/kg) hesaplandı. Örneklerde bulunan monosodyum glutamat miktarı (g/kg) hesabı Eş. 3.1'de verilmiştir. Örneklere ve standartlara ait pikler Ek-2'de sunulmuştur.

$$\text{Monosodyum glutamat (g/kg)} = \text{Dilüsyon faktörü (0,0625)} \times \text{Örnek konsantrasyonu} \quad (3.1)$$

#### Monosodyum glutamat yönteminin tekrarlanabilirliği

Örneklerin analizinde kullanılan yöntemin tekrarlanabilirliğini belirlemek amacıyla aynı gün içerisinde kısa aralıklarla hazır çorba örnekleri üzerinde çalışıldı. Firma örneklemleri olarak A ve B firmaları seçildi. Kullanılan yöntem monosodyum glutamat yönteminin aynısı olup sonuçlar Çizelge 3.5'de verildi.

Çizelge 3.5. Monosodyum glutamat yönteminin tekrarlanabilirliği

| Analiz    | A Firması (g/kg) | B Firması (g/kg) |
|-----------|------------------|------------------|
| 1. Analiz | 23,97            | 8,28             |
| 2. Analiz | 25,68            | 8,45             |
| 3. Analiz | 24,32            | 8,90             |

#### Yöntemin doğruluğu ve verimin hesaplanması

Hazır çorba örneklerinin analizinde kullanılan yöntemin doğruluğunu kanıtlamak için etiket bilgisinde monosodyum glutamat eklenmemiştir ibaresi bulunan bir çorba örneğine 39,22; 73,44; 107,67 g/kg miktarlarında standart eklenerek ölçüm yapıldı. Bu analizde kullanılan yöntem monosodyum glutamat yönteminin aynısıdır. Üç örnekte çalışma yapıldı. Hazır çorba örneklerine ait sonuçlar Çizelge 3.6'da verildi.

Çizelge 3.6 Standart ilave edilen hazır çorba örneklerine ait glutamik asit konsantrasyonları ve % verim değerleri

| Kör Okunan Değer (g/kg) | Ölçülen Glutamik Asit Miktarı (g/kg) | İlave edilen Glutamik Asit Miktarı (g/kg) | Ölçülen Net Glutamik Asit Miktarı | % Verim |
|-------------------------|--------------------------------------|---|-----------------------------------|---------|
| 2,00 (g/kg)             | 42,24                                | 39,22                                     | 40,24                             | 102,60  |
|                         | 75,27                                | 73,44                                     | 73,27                             | 100,00  |
|                         | 107,62                               | 107,67                                    | 105,62                            | 98,10   |
| Ortalama: 100,23        |                                      |   |                                   |         |

### 3.2.6. İstatistiksel analizler

Ankara piyasasından temin edilen hazır çorba örnekleri ve standartlar ile çalışılırken her bir ölçüm ikişer kez yapıldı. Örneklerdeki monosodyum glutamat miktarları g/kg cinsinden hesaplandı.

İstatistiksel değerlendirmeler SPSS 20.00 programı ile yapıldı. Gruplara ait verilerin normal dağılıma uyup uymadığı Shapiro-Wilk testi uygulanarak kontrol edildi. Grupların normal dağılıma uymadığı tespit edildi ve bu nedenle grupların karşılaştırılması için parametrik olmayan bir istatistiksel test olan Kruskal Wallis testi uygulandı. Daha sonra grupların ikili karşılaştırmaları Mann-Whitney U testi ile yapıldı. Farklı firmalara ait örneklerin ortalama MSG miktarlarının Türk Gıda Kodeksi limit değerine göre kıyaslanması amacıyla student-t test uygulandı (Arora ve Malhan, 2010).

Örneklere ait analizlerin sonuçlarını gösteren grafikler Excel programı kullanılarak hazırlandı.





## 4. BULGULAR

Yapılan çalışmada Ankara ilindeki farklı süpermarketlerden temin edilen beş ayrı firmaya ait farklı çeşitlerdeki hazır çorba örneklerinde monosodyum glutamat miktarları saptanmıştır. Firmalara ait hazır çorba örneklerindeki monosodyum glutamat miktarları ve etiket bilgileri Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5'de, firma gruplarına ait aritmetik ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Beş ayrı firmaya (A, B, C, D, E) ait hazır çorba örneklerindeki monosodyum glutamat miktarlarının karşılaştırılması Çizelge 4.6'da gösterilmiştir. Firmaların ikili karşılaştırması Çizelge 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14, 4.15 ve 4.16 'da verilmiştir. Firmalara ait ortalama MSG değerlerinin Türk Gıda Kodeksi limit değeri ile karşılaştırılması Çizelge 4.17'de verilmiştir. A,B,C,D,E firmalarına ait hazır çorba örneklerindeki MSG miktarlarının dağılım grafikleri Şekil 4.1'de, TGK sınır değeri ile karşılaştırılma grafiği Şekil 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. A firmasına ait hazır çorba örneklerinde saptanan MSG miktarları (g/kg) ve etiket bilgileri

| Örnek No | Hazır Çorba Çeşidi | A (g/kg) | Etiket Bilgisi                                      |
|----------|--------------------|----------|---|
| 1        | Şehriyeli Tavuk    | 28,29    | İçindekiler bölümünde MSG eklendiği belirtilmiştir. |
| 2        |                    | 57,36    |   |
| 3        |                    | 48,86    |   |
| 4        |                    | 72,10    |   |
| 5        |                    | 33,96    |   |
| 6        | Kremalı Tavuk      | 21,84    | İçindekiler bölümünde MSG eklendiği belirtilmiştir. |
| 7        |                    | 17,49    |   |
| 8        |                    | 15,59    |   |
| 9        |                    | 13,76    |   |
| 10       |                    | 12,96    |   |

Çizelge 4.1. (devam) A firmasına ait hazır çorba örneklerinde saptanan MSG miktarları (g/kg) ve etiket bilgileri

| Örnek No | Hazır Çorba Çeşidi | A (g/kg) | Etiket Bilgisi                                      |
|----------|--------------------|----------|---|
| 11       | Ezogelin           | 15,53    | İçindekiler bölümünde MSG eklendiği belirtilmiştir. |
| 12       |                    | 17,20    |   |
| 13       |                    | 24,17    |   |
| 14       |                    | 24,83    |   |
| 15       |                    | 44,32    |   |
| 16       | Yayla              | 0        | İçindekiler bölümünde MSG eklendiği belirtilmiştir. |
| 17       |                    | 1,83     |   |
| 18       |                    | 0        |   |
| 19       |                    | 0        |   |
| 20       |                    | 3,37     |   |

Çizelge 4.2. B firmasına ait hazır çorba örneklerinde saptanan MSG miktarları (g/kg) ve etiket bilgileri

| Örnek No | Hazır Çorba Çeşidi | B (g/kg) | Etiket Bilgisi  |
|----------|--------------------|----------|---|
| 1        | Şehriyeli Tavuk    | 9,85     | İçindekiler bölümünde aroma vericilerin bulunduğu belirtilmiştir. |
| 2        |                    | 4,51     |   |
| 3        |                    | 7,60     |   |
| 4        |                    | 8,37     |   |
| 5        |                    | 22,21    |   |
| 6        | Kremalı Tavuk      | 0        | İçindekiler bölümünde MSG eklendiği belirtilmiştir.               |
| 7        |                    | 0        |   |
| 8        |                    | 0        |   |
| 9        |                    | 0        |   |
| 10       |                    | 0        |   |

Çizelge 4.2. (devam) B firmasına ait hazır çorba örneklerinde saptanan MSG miktarları (g/kg) ve etiket bilgileri

| Örnek No | Hazır Çorba Çeşidi | B (g/kg) | Etiket Bilgisi  |
|----------|--------------------|----------|---|
| 11       | Ekşili Yuvalama    | 0        | İçindekiler bölümünde aroma verici maddelerin bulunduğu belirtilmiştir. |
| 12       |                    | 0        |   |
| 13       |                    | 3,78     |   |
| 14       |                    | 0        |   |
| 15       |                    | 3,60     |   |
| 16       | Kelle Paça         | 2,58     | MSG eklenmemiştir ibaresi bulunmaktadır.                                |
| 17       |                    | 3,29     |   |
| 18       |                    | 2,46     |   |
| 19       |                    | 4,43     |   |
| 20       |                    | 10,71    |   |

Çizelge 4.3. C firmasına ait hazır çorba örneklerinde saptanan MSG miktarları (g/kg) ve etiket bilgileri

| Örnek No | Hazır Çorba Çeşidi | C (g/kg) | Etiket Bilgisi  |
|----------|--------------------|----------|---|
| 1        | Kremalı Tavuk      | 0        | “Monosodyum glutamat <u>eklenmemiştir</u> ”<br>ibaresi bulunmaktadır. |
| 2        |                    | 0        |   |
| 3        |                    | 0        |   |
| 4        |                    | 0        |   |
| 5        |                    | 0        |   |
| 6        | Terbiyeli Tavuk    | 0        | “Monosodyum glutamat <u>eklenmemiştir</u> ”<br>ibaresi bulunmaktadır. |
| 7        |                    | 0        |   |
| 8        |                    | 0        |   |
| 9        |                    | 0        |   |
| 10       |                    | 0        |   |

Çizelge 4.3. (devam) C firmasına ait hazır çorba örneklerinde saptanan MSG miktarları (g/kg) ve etiket bilgileri

| Örnek No | Hazır Çorba Çeşidi | C (g/kg) | Etiket Bilgisi  |
|----------|--------------------|----------|---|
| 11       | Analı Kızılı       | 0        | “Monosodyum glutamat <u>eklenmemiştir</u> ”<br>ibaresi bulunmaktadır. |
| 12       |                    | 0        |   |
| 13       |                    | 0        |   |
| 14       |                    | 0        |   |
| 15       |                    | 0        |   |
| 16       | Domates            | 3,00     | “Monosodyum glutamat <u>eklenmemiştir</u> ”<br>ibaresi bulunmaktadır. |
| 17       |                    | 6,28     |   |
| 18       |                    | 6,80     |   |
| 19       |                    | 2,80     |   |
| 20       |                    | 3,91     |   |

Çizelge 4.4. D firmasına ait hazır çorba örneklerinde saptanan MSG miktarları (g/kg) ve etiket bilgileri

| Örnek No | Hazır Çorba Çeşidi | D (g/kg) | Etiket Bilgisi   |
|----------|--------------------|----------|--|
| 1        | Şehriyeli Tavuk    | 24,63    | İçindekiler bölümünde aroma verici (tavuk) bulunduğu belirtilmiştir. |
| 2        |                    | 14,44    |  |
| 3        |                    | 11,70    |  |
| 4        |                    | 11,28    |  |
| 5        |                    | 33,39    |  |
| 6        | Ezogelin           | 1,86     | MSG veya aroma artırıcılara dair herhangi bir ibare yoktur.          |
| 7        |                    | 0        |  |
| 8        |                    | 0        |  |
| 9        |                    | 3,14     |  |
| 10       |                    | 0        |  |

Çizelge 4.4. (devam) D firmasına ait hazır çorba örneklerinde saptanan MSG miktarları (g/kg) ve etiket bilgileri

| Örnek No | Hazır Çorba Çeşidi | D (g/kg) | Etiket Bilgisi  |
|----------|--------------------|----------|---|
| 11       | Kremalı Mantar     | 7,99     | İçindekiler bölümünde aroma verici (mantar) bulunduğu belirtilmiştir.   |
| 12       |                    | 8,28     |   |
| 13       |                    | 7,33     |   |
| 14       |                    | 6,11     |   |
| 15       |                    | 2,46     |   |
| 16       | Analı Kızılı       | 0        | İçindekiler bölümünde aroma verici maddelerin bulunduğu belirtilmiştir. |
| 17       |                    | 0        |   |
| 18       |                    | 0        |   |
| 19       |                    | 0        |   |
| 20       |                    | 0        |   |

Çizelge 4.5. E firmasına ait hazır çorba örneklerinde saptanan MSG miktarları (g/kg) ve etiket bilgileri

| Örnek No | Hazır Çorba Çeşidi | E (g/kg) | Etiket Bilgisi   |
|----------|--------------------|----------|--|
| 1        | Şehriyeli Tavuk    | 39,48    | İçeriğinde monosodyum glutamat bulunduğu belirtilmiştir. |
| 2        |                    | 39,41    |  |
| 3        |                    | 32,76    |  |
| 4        |                    | 60,44    |  |
| 5        |                    | 49,71    |  |
| 6        | Kremalı Tavuk      | 25,86    | İçeriğinde monosodyum glutamat bulunduğu belirtilmiştir. |
| 7        |                    | 28,71    |  |
| 8        |                    | 23,00    |  |
| 9        |                    | 40,01    |  |
| 10       |                    | 35,79    |  |

Çizelge 4.5. (devam) E firmasına ait hazır çorba örneklerinde saptanan MSG miktarları (g/kg) ve etiket bilgileri

| Örnek No | Hazır Çorba Çeşidi | E (g/kg) | Etiket Bilgisi   |
|----------|--------------------|----------|--|
| 11       | Kremalı Mantar     | 35,67    | İçeriğinde monosodyum glutamat bulunduğu belirtilmiştir. |
| 12       |                    | 20,01    |  |
| 13       |                    | 27,66    |  |
| 14       |                    | 44,06    |  |
| 15       |                    | 37,36    |  |
| 16       | Yayla              | 27,02    | İçeriğinde monosodyum glutamat bulunduğu belirtilmiştir. |
| 17       |                    | 35,19    |  |
| 18       |                    | 28,82    |  |
| 19       |                    | 34,93    |  |
| 20       |                    | 53,59    |  |

Çizelge 4.6. A,B,C,D,E firmalarına ait hazır çorba örneklerindeki MSG miktarlarının (g/kg) firmalara göre karşılaştırılması

| Firma | N  | X±S.H.     | Min.  | Max.  |
|-------|----|------------|-------|-------|
| A     | 20 | 22,72±4,51 | 0     | 72,10 |
| B     | 20 | 4,17±1,23  | 0     | 22,21 |
| C     | 20 | 1,14±0,49  | 0     | 6,80  |
| D     | 20 | 6,63±2,03  | 0     | 33,39 |
| E     | 20 | 35,97±2,29 | 20,01 | 60,44 |

\*p<0,05

Hazır çorba örneklerinde saptanmış olan MSG miktarlarına ilişkin aritmetik ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 incelendiğinde, A, B, C, D, E firmalarına ait örneklerde en düşük ve en yüksek monosodyum glutamat değerlerinin sırasıyla 0-72,10 g/kg, 0-22,21 g/kg, 0-6,80 g/kg, 0-33,39 g/kg ve 20,01-60,44 g/kg sınırları içerisinde değiştiği görülmüştür.

A, B, C, D, E firmalı örneklere ait ortalama MSG değerleri ise sırasıyla 22,72±4,51, 4,17±1,23, 1,14±0,49, 6,63±2,03, 35,97±2,29 g/kg olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.6' ya göre ayrıca A, B, C, D, E firmaları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir (p<0,05).

Çizelge 4.7. A ve B firmalarına ait hazır çorba örneklerinde monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması

| Firma | N  | X±S.H.     | Min. | Max.  |
|-------|----|------------|------|-------|
| A     | 20 | 22,72±4,51 | 0    | 72,10 |
| B     | 20 | 4,17±1,23  | 0    | 22,21 |

\*p<0,05

Çizelge 4.7 incelendiğinde monosodyum glutamat miktarı açısından A ve B firmaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur (p<0,05).

Çizelge 4.8. A ve C firmalarına ait hazır çorba örneklerindeki monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması

| Firma | N  | X±S.H.     | Min. | Max.  |
|-------|----|------------|------|-------|
| A     | 20 | 22,72±4,51 | 0    | 72,10 |
| C     | 20 | 1,14±0,49  | 0    | 6,80  |

\*\*\*p<0,001

Çizelge 4.8 incelendiğinde monosodyum glutamat miktarı açısından A ve C firmaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur (p<0,001).

Çizelge 4.9. A ve D firmalarına ait hazır çorba örneklerinde monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması

| Firma | N  | X±S.H.     | Min. | Max.  |
|-------|----|------------|------|-------|
| A     | 20 | 22,72±4,51 | 0    | 72,10 |
| D     | 20 | 6,63±2,03  | 0    | 33,39 |

p>0,05

Çizelge 4.9 incelendiğinde monosodyum glutamat miktarı açısından A ve D firmaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0,05).

Çizelge 4.10. A ve E firmalarına ait hazır çorba örneklerindeki monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması

| Firma | N  | X±S.H.     | Min.  | Max.  |
|-------|----|------------|-------|-------|
| A     | 20 | 22,72±4,51 | 0     | 72,10 |
| E     | 20 | 35,97±2,29 | 20,01 | 60,44 |

p>0,05

Çizelge 4.10 incelendiğinde monosodyum glutamat açısından A ve E firmaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0,05).

Çizelge 4.11. B ve C firmalarına ait hazır çorba örneklerinde monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması

| Firma | N  | X±S.H.    | Min. | Max.  |
|-------|----|-----------|------|-------|
| B     | 20 | 4,17±1,23 | 0    | 22,21 |
| C     | 20 | 1,14±0,49 | 0    | 6,80  |

$\bar{p}>0,05$

Çizelge 4.11 incelendiğinde monosodyum glutamat açısından B ve C firmaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Çizelge 4.12. B ve D firmalarına ait hazır çorba örneklerinde monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması

| Firma | N  | X±S.H.    | Min. | Max.  |
|-------|----|-----------|------|-------|
| B     | 20 | 4,17±1,23 | 0    | 22,21 |
| D     | 20 | 6,63±2,03 | 0    | 33,39 |

$\bar{p}>0,05$

Çizelge 4.12 incelendiğinde monosodyum glutamat açısından B ve D firmaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Çizelge 4.13. B ve E firmalarına ait hazır çorba örneklerinde monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması

| Firma | N  | X±S.H.     | Min.  | Max.  |
|-------|----|------------|-------|-------|
| B     | 20 | 4,17±1,23  | 0     | 22,21 |
| E     | 20 | 35,97±2,29 | 20,01 | 60,44 |

\*\*\*p<0,001

Çizelge 4.13 incelendiğinde monosodyum glutamat açısından B ve E firmaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur (p<0,001).

Çizelge 4.14. C ve D firmalarına ait hazır çorba örneklerinde monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması

| Firma | N  | X±S.H.    | Min. | Max.  |
|-------|----|-----------|------|-------|
| C     | 20 | 1,14±0,49 | 0    | 6,80  |
| D     | 20 | 6,63±2,03 | 0    | 33,39 |

p>0,05

Çizelge 4.14 incelendiğinde monosodyum glutamat açısından C ve D firmaları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (p>0,05).

Çizelge 4.15. C ve E firmalarına ait hazır çorba örneklerindeki monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması

| Firma | N  | X±S.H.     | Min.  | Max.  |
|-------|----|------------|-------|-------|
| C     | 20 | 1,14±0,49  | 0     | 6,80  |
| E     | 20 | 35,97±2,29 | 20,01 | 60,44 |

\*\*\*p<0,001

Çizelge 4.15 incelendiğinde monosodyum glutamat açısından C ve E firmaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur (p<0,001).

Çizelge 4.16. D ve E firmalarına ait hazır çorba örneklerindeki monosodyum glutamat miktarlarının (g/kg) karşılaştırılması

| Firma | N  | X±S.H.     | Min.  | Max.  |
|-------|----|------------|-------|-------|
| D     | 20 | 6,63±2,03  | 0     | 33,39 |
| E     | 20 | 35,97±2,29 | 20,01 | 60,44 |

\*\*\*p<0,001

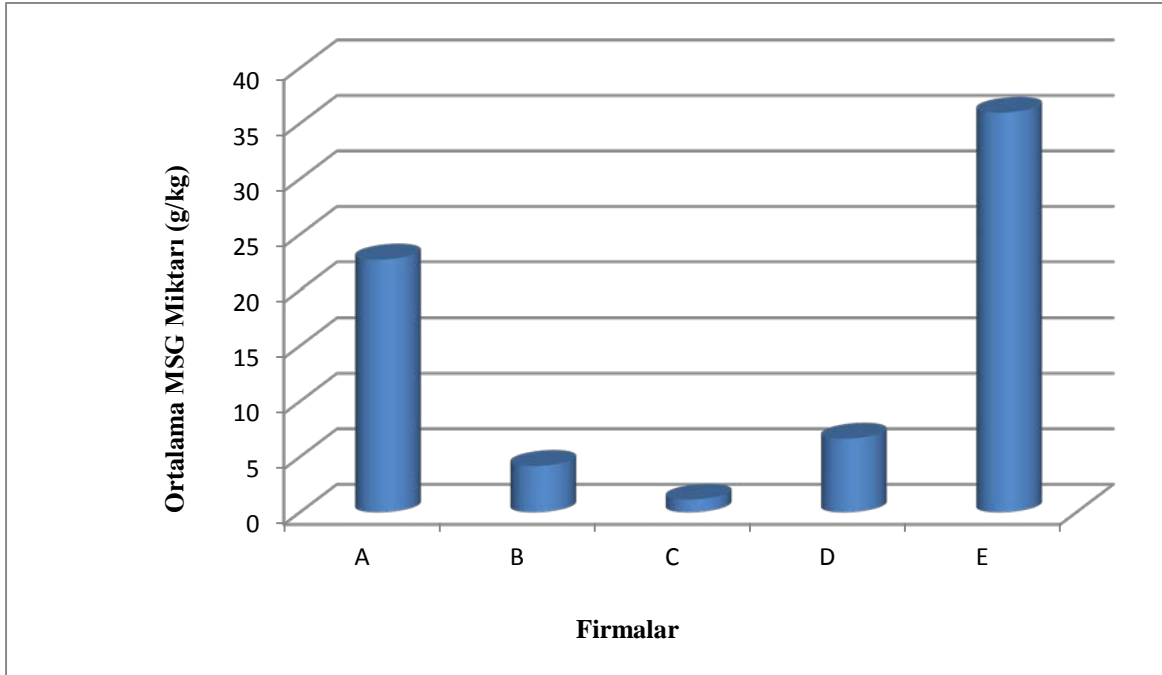
Çizelge 4.16 incelendiğinde monosodyum glutamat açısından D ve E firmaları arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur (p<0,001).

Çizelge 4.17. Farklı firmalara ait (A, B, C, D, E) örneklerdeki monosodyum glutamat ortalama miktarlarının (g/kg) TGK sınır değerine (10 g/kg) göre karşılaştırılması

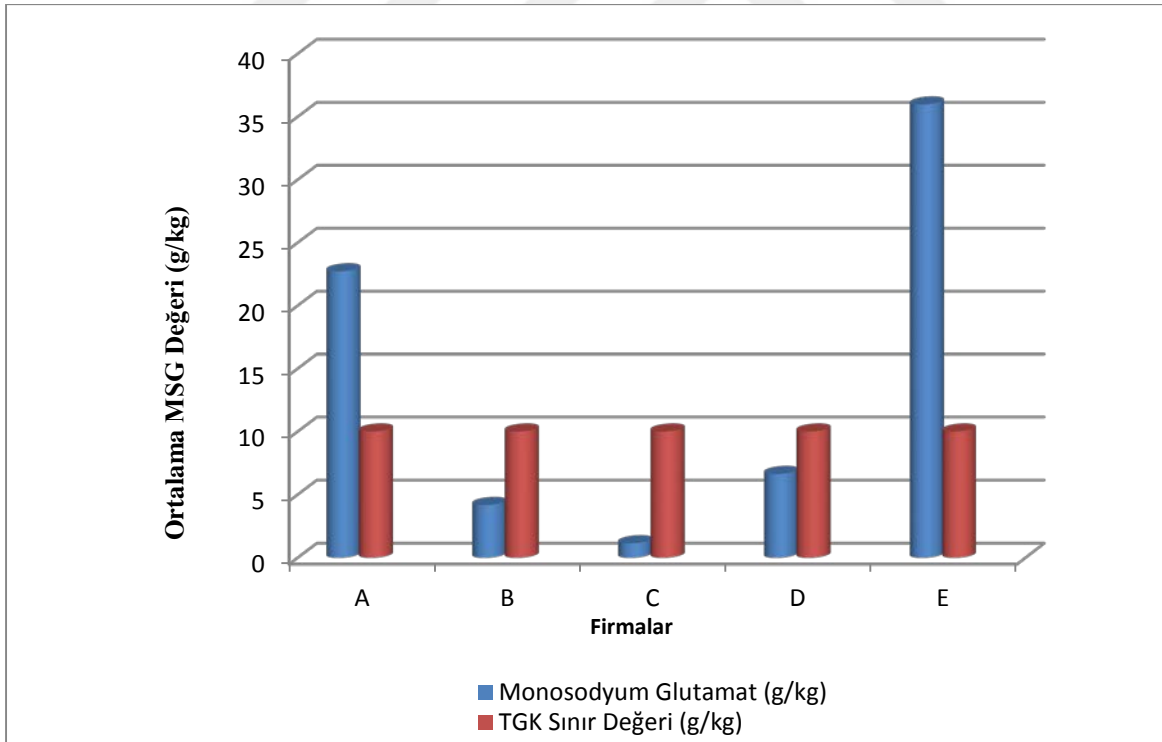
| Firma | N  | X±S.H.     | Min.  | Max.  | t    |
|-------|----|------------|-------|-------|------|
| A     | 20 | 22,72±4,51 | 0     | 72,10 | t*   |
| B     | 20 | 4,17±1,23  | 0     | 22,21 | t*** |
| C     | 20 | 1,14±0,49  | 0     | 6,80  | t*** |
| D     | 20 | 6,63±2,03  | 0     | 33,39 | t-   |
| E     | 20 | 35,97±2,29 | 20,01 | 60,44 | t*** |

\*p<0,05, \*\*\*p<0,001, \*\*p<0,001, - p>0,05, \*\*\*p<0,001

Çizelge 4.17 incelendiğinde A ve E firmalarının ortalama monosodyum glutamat değerleri maksimum değer olarak belirtilen 10 g/kg'dan yüksektir ve fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05, p<0,001). B ve C firmalarının ise ortalama değerleri ise TGK sınır değerine göre düşüktür ve fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,001, p<0,001). Fakat D firması ortalama değeri limit değerinin altındadır ve fark istatistiksel olarak önemli (p>0,05) bulunmamıştır.



Şekil 4.1. Hazır çorba örneklerinde saptanan ortalama monosodyum glutamat miktarlarının dağılımı



Şekil 4.2. A,B,C,D,E firmalı hazır çorba örneklerinde saptanan ortalama MSG değerlerinin (g/kg) TGK sınır değeri (10 g/kg) ile karşılaştırılması



## 5. TARTIŞMA

Çalışmada, Ankara piyasasında satılan A, B, C, D ve E firmalarına ait yüz adet hazır çorba örneği, her firmadan dört farklı çeşit ve her çeşitten beşer adet (her firmadan toplam 20'şer adet) olacak şekilde temin edilerek bu örneklerdeki monosodyum glutamat miktarları saptanmıştır.

Ankara piyasasından sağlanan hazır çorba örneklerinde monosodyum glutamat miktarlarının belirlenmesi amacıyla HPLC yöntemi uygulanmıştır. Örneklerin ayırımında floresan dedektör kullanılmıştır.

A, B, C, D ve E firmalarına ait analizi yapılan hazır çorba örneklerinde bulunan monosodyum glutamat miktarları ve etiket bilgileri sırasıyla Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5'de; firma gruplarına ait aritmetik ortalama, standart hata, minimum ve maksimum değerler Çizelge 4.6'da verilmiştir. A, B, C, D, E firmalarına ait hazır çorba örneklerindeki MSG miktarlarının dağılım grafikleri Şekil 4.1'de, TGK sınır değeri ile karşılaştırılma grafiği Şekil 4.2.'de verilmiştir.

Örneklerin analizinde kullanılan yöntemin tekrarlanabilirliğini belirlemek amacıyla aynı gün içerisinde kısa aralıklarla A ve B firmalarına ait hazır çorba örnekleri üzerinde yapılan çalışmada bulunan sonuçlar Çizelge 3.4'de verilmiştir. Yöntemin tekrarlanabilirliği ile ilgili yapılan deneyler başarılı sonuç vermiştir. Cihaza ait teşhis sınırı ise (LOD) 1,69 g/kg olarak saptanmıştır.

Hazır çorba örneklerinin analizinde kullanılan yöntemin doğruluğunu kanıtlamak için etiket bilgisinde monosodyum glutamat eklenmemiştir ibaresi bulunan bir çorba örneğine 39,22; 73,44; 107,67 g/kg miktarlarında standart eklenerek yapılan ölçümlerin sonucunda yapılan denemeler başarılı sonuç elde edilmiştir. Hesaplanan MSG geri kazanım ortalama değeri %100,23 olarak bulunmuştur.

Türk Gıda Kodeksi'nde, hazır çorbalarda monosodyum glutamatın tek başına veya diğer lezzet arttırıcılar ile birlikte kullanımına izin verilen en yüksek değer 10 g/kg olarak belirtilmiştir (Türk Gıda Kodeksi, Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, 2013).

Araştırma sonuçları firmalara göre incelendiğinde; A firmasına ait örnekler minimum 0 g/kg, maksimum 72,10 g/kg ve ortalama  $22,72 \pm 4,51$  g/kg MSG içermektedir (Çizelge 4.6). Bu markaya ait örneklerdeki ortalama MSG miktarı standart değer ile karşılaştırıldığında (Çizelge 4.18) yüksek ve istatistiksel olarak fark önemli ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur.

B firmasına ait örnekler minimum 0 g/kg, maksimum 22,1 g/kg ve ortalama  $4,17 \pm 1,23$  g/kg MSG içermektedir (Çizelge 4.6). Bu firmaya ait örneklerdeki ortalama MSG miktarı standart değer ile karşılaştırıldığında (Çizelge 4.18) düşük ve istatistiksel olarak fark önemli ( $p < 0,001$ ) bulunmuştur.

C firmasına ait örnekler minimum 0 g/kg, maksimum 6,80 g/kg ve ortalama  $1,14 \pm 0,49$  g/kg MSG içermektedir (Çizelge 4.6). Bu firmaya ait örneklerdeki ortalama MSG miktarı standart değer ile karşılaştırıldığında (Çizelge 4.18) düşük ve istatistiksel olarak fark önemli ( $p < 0,001$ ) bulunmuştur.

D firmasına ait örnekler minimum 0 g/kg, maksimum 33,39 g/kg ve ortalama  $6,63 \pm 2,03$  g/kg MSG içermektedir (Çizelge 4.6). Bu firmaya ait örneklerdeki ortalama MSG miktarı standart değer ile karşılaştırıldığında (Çizelge 4.18) düşük ve istatistiksel olarak fark önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

E firmasına ait örnekler minimum 20,01 g/kg, maksimum 60,44 g/kg ve ortalama  $35,97 \pm 2,29$  g/kg MSG içermektedir (Çizelge 4.6). Bu firmaya ait örneklerdeki ortalama MSG miktarı standart değer ile karşılaştırıldığında (Çizelge 4.18) yüksek ve istatistiksel olarak fark önemli ( $p < 0,001$ ) bulunmuştur.

B, C ve D firma örneklerinde saptanan MSG miktarlarının TGK'da belirtilen sınır değerinin altında olduğu, A ve E firmalarında tespit edilen değerlerin ise kodeks limit değeri ile karşılaştırıldığında yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Firmalara ait sonuçlar incelendiğinde (Çizelge 4.6) çoklu karşılaştırma sonucu (Kruskal Wallis Testi), A, B, C, D, E firmaları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı ( $p < 0,05$ ) olduğu görülmektedir.

A firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $22,72 \pm 4,51$  g/kg, B firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $4,17 \pm 1,23$  g/kg olarak saptanmıştır (Çizelge 4.7). A ve B firmalarına ait örneklerdeki MSG miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ( $p < 0,05$ ) bulunmuştur.

A firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $22,72 \pm 4,51$  g/kg iken C firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $1,14 \pm 0,49$  g/kg olarak saptanmıştır (Çizelge 4.8). A ve C firmalarına ait örneklerdeki MSG miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ( $p < 0,001$ ) bulunmuştur.

A firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $22,72 \pm 4,51$  g/kg, D firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $6,63 \pm 2,03$  g/kg olarak saptanmıştır (Çizelge 4.9). A ve D firmalarına ait örneklerdeki MSG miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

A firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $22,72 \pm 4,51$  g/kg, E firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $35,97 \pm 2,29$  g/kg olarak saptanmıştır (Çizelge 4.10). A ve E firmalarına ait örneklerdeki MSG miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

B firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $4,17 \pm 1,23$  g/kg, C firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $1,14 \pm 0,49$  g/kg olarak saptanmıştır (Çizelge 4.11). B ve C firmalarına ait örneklerdeki MSG miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

B firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $4,17 \pm 1,23$  g/kg, D firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $6,63 \pm 2,03$  g/kg olarak saptanmıştır (Çizelge 4.12). B ve D firmalarına ait örneklerdeki MSG miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

B firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $4,17 \pm 1,23$  g/kg, E firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $35,97 \pm 2,29$  g/kg olarak saptanmıştır (Çizelge 4.13). B ve E firmalarına ait örneklerdeki MSG miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ( $p < 0,001$ ) bulunmuştur.

C firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $1,14 \pm 0,49$  g/kg, D firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $6,63 \pm 2,03$  g/kg olarak saptanmıştır (Çizelge 4.14). C ve D firmalarına ait örneklerdeki MSG miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ).

C firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $1,14 \pm 0,49$  g/kg, E firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $35,97 \pm 2,29$  g/kg olarak saptanmıştır (Çizelge 4.15). C ve E firmalarına ait örneklerdeki MSG miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ( $p < 0,001$ ) bulunmuştur.

D firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $6,63 \pm 2,03$  g/kg, E firmasına ait örneklerde ortalama MSG miktarı  $35,97 \pm 2,29$  g/kg olarak saptanmıştır (Çizelge 4.16). D ve E firmalarına ait örneklerdeki MSG miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ( $p < 0,001$ ) bulunmuştur.

Firmalara ait sonuçlar incelendiğinde karşılaştırmalar sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bulunan fark, firmalara ait örneklerin üretim tekniklerindeki farklılıklardan, üretimde çalışan personelin bilinçli olmayışından kaynaklanabilmektedir. Bazı firmalar için özellikle bazı çorba çeşitlerinde MSG miktarlarının diğer çeşitlere göre fazla olduğu gözlenmiştir. Gıdalara yoğun umami tadı kazandırma özelliğinden dolayı özellikle tavuk çorba çeşitlerinde yoğun olarak MSG kullanılmaktadır (Jinap ve Hajep, 2010). Bu nedenle çalışılan örneklerde beğeniyi arttırmak amacıyla yoğun olarak MSG kullanılmış olabileceği düşünülebilir.

A firmasına ait örneklerin etiket bilgileri incelendiğinde (Çizelge 4.1), çalışılan tüm çeşitlerde (şehriyeli tavuk, kremalı tavuk, ezogelin ve yayla çorbaları) içindekiler bölümünde MSG eklendiği belirtilmiştir. Bunlardan şehriyeli tavuk, kremalı tavuk ve ezogelin çorbalarında MSG miktarlarının kodekste belirtilen sınır değer olan 10 g/kg'dan yüksek olduğu görülmektedir. Ancak, yayla çorbasındaki değerler bu çeşitlere göre

oldukça düşük bulunmuş ve farklı seri numaralı bazı örneklerde MSG miktarı tespit limitinin altında kalmıştır. MSG' nin et benzeri bir tat olan umami tadı verme özelliği bulunmaktadır (Jinap ve Hajep, 2010). Bu nedenle, A firmasında çalışılan çorba çeşitleri arasındaki farklılıklar göz önünde bulundurulduğunda, bazı çorba çeşitlerine daha yoğun miktarda MSG katılmış olabileceği ve bu yolla firmanın üretim stratejisi olarak beğeniyi artırmayı amaçlamış olabileceği düşünülebilir.

B firmasına ait örneklerde etiket bilgileri incelendiğinde (Çizelge 4.2) etiket bilgilerinin bazı çeşitlerde farklılık gösterdiği görülmektedir. Şehriyeli tavuk çorbası örneklerinin etiket bilgilerinde içeriğinde MSG bulunduğuna dair doğrudan bir ibare olmasa da, içindekiler bölümünde aroma vericilerin bulunduğu yazılıdır. B firmasına ait şehriye çorbası örneklerinin tamamında etiket bilgisine paralel olarak MSG saptandığı görülmektedir. B firmasına ait kremalı tavuk çorbası örneklerinin içindekiler bölümünde MSG eklendiği belirtilmiş olmasına karşın, bu çeşitteki farklı seri numaralı örneklerin hiçbirinde MSG saptanmamıştır. Bunun nedenleri olarak, bu çeşidin içeriğindeki MSG miktarının çok düşük olup tespit limitinin altında kalmış olabileceği veya üretim sırasında MSG'nin homojen olarak dağılmamış veya firmanın etiket bilgisi ve içerik konusunda hassas davranmamış olabileceği düşünülebilir. B firmasına ait çorba çeşitlerinden bir diğeri olan ekşili yuvalama çorbasının etiket bilgisinde içindekiler bölümünde aroma verici maddelerin bulunduğu belirtilmiştir. Bu çeşit için farklı seri numaralı örneklerin bazılarında MSG saptanmış olup bulunan sonucun etiket bilgisi ile uyumlu olduğu söylenebilir. B firmasına ait çorba çeşitlerinden bir başkası olan kelle paça çorbası örneklerinin etiket bilgisinde "MSG eklenmemiştir" ibaresi bulunmaktadır. Buna karşın bu çeşitteki örneklerde düşük miktarda da olsa MSG bulunduğu tespit edilmiştir. Glutamik asit özellikle et gibi gıdaların doğal yapısında yüksek miktarda bulunabilmektedir (Kohlmeier, 2003; Löliger, 2000; Populin ve diğerleri, 2007; Skurray ve Pucar, 1987). Bu nedenle kelle paça örneklerinde belirlenen MSG miktarının doğal glutamattan gelmiş olabileceği düşünülebilir. Diğer taraftan firmanın bu çorba çeşidi için beğeniyi arttırmak amacıyla etiket bilgisine aykırı bir uygulama yapmış olabileceği de düşünülmesi gereken ihtimaller arasındadır.

C firmasına ait etiket bilgileri incelendiğinde (Çizelge 4.3) çalışılan tüm çeşitlerde (kremalı tavuk, terbiyeli tavuk, analı kızılı, domates çorbaları) "Monosodyum glutamat eklenmemiştir" ibaresi bulunduğu görülmektedir. Etiket bilgisine uyumlu olarak kremalı

tavuk, terbiyeli tavuk ve analı kızılı çorba çeşitlerinde monosodyum glutamat bulunmadığı tespit edilmiştir. Ancak, domates çorbası çeşidinde bir miktar MSG bulunduğu saptanmıştır. Domatesin doğal yapısında bol miktarda glutamat bulunmaktadır (Kohlmeier, 2003; Löliger, 2000; Populin ve diğerleri, 2007; Skurray ve Pucar, 1987). Dolayısıyla domates çorbalarında saptanan MSG miktarı domatesin doğal yapısında bulunan glutamatın yüksek olmasından kaynaklanabilir. C firmasının, diğer firmalar göz önünde bulundurulduğunda etiket bilgisi içerik uyumluluğu nedeniyle MSG içeriği açısından çalışılan firmalar arasında en güvenilir firma olduğu görüşüne varılabilir.

D firmasına ait etiket bilgileri incelendiğinde (Çizelge 4.4) çalışılan çorba çeşitlerine ait etiket bilgilerinin birbirinden farklı olduğu görülmektedir. Şehriyeli tavuk çorbası örneklerinde içindikiler bölümünde aroma verici maddeler bulunduğu belirtilmiş ve farklı seri numaralı örneklerin tamamının içeriğinde MSG bulunduğu saptanmıştır. D firmasının ezogelin çorba örneklerine ait etiket bilgisinde MSG ve aroma artırıcı madde içerip içermediğine dair herhangi bir ibare bulunmamaktadır. Buna paralel olarak farklı seri numaralı ezogelin çorba örneklerinin çoğunda MSG saptanmamış olup, yalnızca iki örnekte çok az miktarda (1,86, 3,14 g/kg) MSG varlığı tespit edilmiştir. D firmasına ait kremalı mantar çorbası örneklerinin içindikiler bölümünde aroma verici maddelerin bulunduğu belirtilmiş olup buna uyumlu olarak örneklerin tamamında MSG tespit edilmiştir. Analı kızılı çorba çeşidinin etiket bilgisi incelendiğinde içindikiler bölümünde aroma verici maddelerin bulunduğu belirtilmiştir ancak çorba içeriğinde MSG tespit edilmemiştir.

E firmasına ait etiket bilgileri incelendiğinde (Çizelge 4.5) çalışılan çorba çeşitlerinin tamamının (şehriyeli tavuk, kremalı tavuk, kremalı mantar, yayla çorbaları) içindikiler bölümünde MSG bulunduğu belirtilmektedir. Etiket bilgisine uyumlu şekilde tüm çorba çeşitlerinde MSG saptanmış olup, bu miktar tüm çeşitlerde oldukça yüksek bulunmuştur. E firmasının çeşit ayırt etmeksizin çorbalara oldukça fazla miktarda MSG eklediği görülmektedir.

Hazır çorbalarda bulunan MSG miktarlarını tespit etmek amacı ile ülkemizde çok fazla çalışma bulunmamasına rağmen, yurtdışında yapılmış çok sayıda çalışma mevcuttur.

Tunçok (1990) tarafından yapılan bir çalışmada, Ankara piyasasında satılan hazır çorba ve et suyu tabletlerinde glutamik asit ve monosodyum glutamat miktarlarını tayin etmek amacı ile 44 adet hazır çorba analiz edilmiştir. İçeriğinde MSG bulunan örneklerdeki ortalama monosodyum glutamat miktarı 22,11 g/kg olarak saptanmıştır. İçeriğinde MSG bulunmayan örneklerde ise ortalama monosodyum glutamat miktarı 1,74 g/kg olarak saptanmıştır. Bu çalışmada bulunan ortalama MSG değerinin çalışmamızda elde ettiğimiz bulguların çoğundan yüksek olduğu, A ve E firmalarından ise daha düşük miktarda MSG içerdiği bulunmuştur.

Williams ve Winfield' in (1982) çorbalarda monosodyum miktarlarını araştırmak amacıyla yaptıkları bir çalışmada HPLC yöntemi kullanılmış sığır kuyruğu çorbası, tavuk çorbası, dana etli ve domatesli çorba, sebze çorbası ve diyet mantar çorbası için MSG miktarları sırasıyla 29,9; 54,0; 49,9; 37,9; 98,7 g/kg olarak bulunmuştur. Araştırmacıların çorbalarda bulmuş olduğu MSG miktarlarının, çalışmamızda bulduğumuz firma ortalama değerlerinden (E firması hariç) yüksek olduğu görülmüştür.

Nikoleis (1987) tarafından çorba ve çorba harçlarında monosodyum glutamat miktarlarını tespit etmek amacı ile yapılan bir çalışmada, kinetik-potansiyometrik tayin yöntemi kullanılmıştır. Makarnalı sebze çorbası ve etli erişte çorbası için MSG miktarları sırasıyla; 23,8 g/kg, 42,2 g/kg olarak bulunmuştur. Araştırmacıya ait çalışmada saptanan miktarlar çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulardan daha yüksektir. Ancak bu değerler E firmasına ait MSG miktarları ile benzerlik göstermektedir.

Daniels ve diğerleri (1995) tarafından yapılan bir çalışmada, çeşitli gıdalarda monosodyum glutamat miktarları yüksek basınçlı sıvı kromatografisi yöntemi ile araştırılmıştır. Çorba örneklerine ait sonuçlar; kremalı mantar için 3,21 g/kg, kaplumbağa çorbası için 0,45 g/kg, kırmızı et suyu çorbası için 0,72 g/kg, yengeç çorbası için 2,88 g/kg, sebze bifttek çorbası için 0,31 g/kg, sebze çorbası için 2,92 g/kg, tavuk çorbası için 1,27 g/kg, karides çorbası için 11,7 g/kg olarak bulunmuştur. Bunlardan kremalı mantar, sebze, tavuk ve karides çorbalarının etiket bilgisinde içeriğinde MSG bulunduğu belirtilmiş; yengeç ve kaplumbağa çorbalarının etiketinde ise MSG içermediği belirtilmiştir. Diğer çeşitlerde MSG içeriğine dair herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Araştırmacıların çorba örneklerinde saptadığı MSG değerleri çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulara göre genel

olarak düşüktür. Ancak A ve E firmalarına ait örnekler bu çalışmada bulunan sonuçlardan daha yüksek miktarda MSG içermektedir.

Chapman ve Zhou (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, gıdalardan MSG miktarlarının tayini amacı ile mikro plak tabanlı florometrik metotlar ile ölçümler yapılmış ve iki farklı florojenik indikatör denenmiştir. Bunlardan biri Amplex kırmızısı diğeri ise rezasürindir. Amplex kırmızısı kullanılan deneyde acılı ekşili çorba, tavuk ve yumurta çiçeği çorbası çeşitlerinde sırasıyla ortalamalar 0,22; 2,959; 0,42 g/kg bulunmuştur. Rezasürin kullanımı sonucunda ise aynı gıdalarda sırasıyla MSG miktarları 1,22; 3,20; 0,38 g/kg bulunmuştur . Çalışmada iki farklı indikatöre ait bulunan değerlerin, bizim çalışmamızdaki B, C ve D firmalarına ait bulgulara genel olarak yakın olduğu ancak bu değerlerin A ve E firmalarına ait MSG miktarlarından düşük olduğu görülmektedir.

Mankasingh ve diğeri (2000) tarafından Trinidad ve Tobago'da yapılan bir çalışmada ise, farklı marka ve çeşitteki çorbaların analizi için ile flow enjeksiyon metodu kullanılmış, 21 markaya ait MSG miktarlarının 0,06-5,66 g/kg arasında değiştiği görülmüştür. Yalnızca 8 markanın MSG miktarı 2,0 g/kg'dan düşük bulunmuş, diğeri 13 markanın ise MSG içeriği 2,0'dan yüksek olarak belirlenmiş ve bu yüksek olanlardan 2 tanesinin miktarı 5 g/kg'dan fazla bulunmuştur. Finlandiya'daki yasal limitler 2,0 g/kg olmasına karşın Trinidad ve Tobago'da MSG'nin gıdalara katılımı ile ilgili yasal bir limit belirlenmediği belirtilmiştir. Araştırmacıların bulduğu değerler ile bizim çalışmamızdaki bazı firmalara ait değerler benzerlik gösterirken, A ve E firmalarına ait ortalama MSG miktarlarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

Oliveira ve diğeri (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, ticari olarak satılan çorba örneklerinde monosodyum glutamat miktarları akış enjeksiyon metodu ile saptanmıştır. Yöntem ayrıca spektrofotometrik ölçümlerle de karşılaştırılmış farklı gıda çeşitleri için değerler belirlenmiştir. Spektrofotometrik yöntemde değerler tavuk çorbası ve sebze çorbası için sırasıyla; 0,199 g/kg ve 0,425 g/kg bulunmuştur. Geliştirilen akış enjeksiyon metodunda ise tavuk çorbası ve sebze çorbası için sırasıyla; 0,207 g/kg ve 0,433 g/kg bulunmuştur. Araştırmacıların bulmuş olduğu değerler, çalışmamızda bulunan değerlerden daha düşüktür.

Populin ve diğeri (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, bazı gıdalarda MSG eklenerek veya eklenmeksizin serbest glutamik asit içeriğini belirlemek amacıyla HPLC metodu uygulanarak analiz yapılmıştır. MSG eklenmiş olan et su tabletleri ve çorbalarda glutamat içerikleri 0,927-3,41 g/kg arasında değişiklik göstermiştir. Çalışmada tüketime hazır gıdaların hiçbirinin Avrupa Birliği Direktifleri, 95/2/CE'de belirtilen 10 g/kg limitini aşmadığı bildirilmiştir. Araştırmacıların bulduğu değerler ile çalışmamızda saptanan değerler karşılaştırıldığında B, C ve D firmalarında saptanan ortalama MSG miktarlarının kodekse uyumluluk açısından çalışma ile paralellik gösterdiği görülmektedir. A ve E firmalarına ait ortalama miktarların ise çalışmada bulunan değerlerden ve TKG'da belirlenen sınır değerden yüksek olduğu saptanmıştır.

Pedraza ve diğeri (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, L-glutamat'ın gıdalardaki miktarını tayin için seçici bir metot geliştirilmiştir. Sürfektan-boya bağlanma derecesi metodu ile bulunan L-glutamik asit miktarları, Boehringer Mannheim kiti kullanılarak bulunan miktarlarla karşılaştırılmıştır. Sıvı ve kurutulmuş çorbalarda L-glutamik asit değerleri sürfektan-boya bağlanma derecesi metodu ile sırasıyla; 6,75; 8,6 g/kg bulunmuştur. Aynı gıda çeşitlerinde Boehringer Mannheim kiti ile yapılan analizde ise bulunan değerler sırasıyla 6,8; 8,7 g/kg'dır. Araştırmacıların bulduğu sonuçlar ile çalışmamızda elde ettiğimiz bulguların büyük ölçüde yakın olduğu söylenebilir. Bulgularımıza göre A ve E firmalarına ait MSG miktarlarının araştırmacıların elde ettiği değerlere göre yüksek olduğu görülmektedir.

Khairunnisak ve diğeri (2009) tarafından Malezya'da yapılan bir çalışmada, serbest glutamik asit miktarları araştırılmış, analiz farklı gıda çeşitlerinde yapılmıştır. Analiz yöntemi olarak floresan detektörlü HPLC kullanılmış, türevlendirici ajan olarak dansil klorür uygulanmıştır. Çalışma sonucunda paketli hazır çorbalarda bulunan serbest glutamik asit miktar ortalaması 0,97 g/kg olarak bulunmuştur. Araştırmacıların bulduğu sonuç, çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulara göre düşük olup kodekse uygunluk açısından firma değerlerinin çoğunluğu ile paraleldir.

Hermanussen ve diğeri (2010) tarafından Almanya'da tüketime sunulmuş olan hazır gıdalarda serbest aminoasitlerin miktarları incelenmiş ve bu gıdaların içerik ve etiket bilgileri karşılaştırılmıştır. Analizler iyon değiştirme kromatografisi ile yapılmıştır. Çalışmada etikette belirtilen bilgiler ile serbest aminoasit miktarlarının belirgin biçimde

uyumsuz olduğu bulunmuştur. Etiket bilgisinde "Glutamat eklenmemiştir" yazan ürünlerde dahi yüksek miktarda glutamat bulunmuştur. Mercimek çorbası, şefin çorbası, şehriyeli tavuk çorbası, şehriyeli tavuk çorbası (asya stili) için serbest glutamik asit miktarları sırasıyla; 0,27; 0,29; 3,73 ve 6,91 g/kg bulunmuştur. Araştırmacıların saptadığı MSG miktarları ile çalışmamızda elde edilen bulgular, bazı firmalarda gözlemlediğimiz etiket bilgisi içerik uyumsuzluğu bakımından benzerlik göstermektedir.

Veni ve diğeri (2010) tarafından çeşitli gıdalarda monosodyum glutamat miktarlarını araştırmak için yapılan bir başka çalışmada ise, analiz yöntemi olarak yüksek-performanslı ince tabaka kromatografisi kullanılmıştır. Ortalama MSG miktarları çorbalarda 24,59 g/kg, olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular, araştırmacıların çorbalarda tespit ettiği MSG miktarlarından düşüktür. Çalıştığımız örneklerden E firmasına ait değerlerin bu çalışmaya göre yüksek olduğu görülmektedir.

Alnokkari ve diğeri (2013) tarafından çeşitli gıdalarda monosodyum glutamat miktarlarını araştırmak amacı ile yapılan bir çalışmada da kolorimetrik metot kullanılarak analiz yapılmıştır. Çalışmada ayrıca HPLC uygulanarak veriler birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Çorba çeşidi olarak kremalı mantar çorbası, sebze çorbası, tavuk çorbası, mercimek çorbası ve erişte çorbası analiz edilmiştir. Çalışmadaki çorba örneklerine ait ortalama L-glutamat miktarları 0,93-4,9 g/kg arasında değişiklik göstermiştir. Araştırmacıların bulduğu değerler ile çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular kodekse uyumluluk açısından genel olarak paralellik göstermekle birlikte, A ve E firmasına ait MSG miktarlarının bu çalışmada bulunan değerlerden oldukça yüksek olduğu görülmüştür.

Hazır çorbalarda MSG miktar tayini amacı ile yurt içi ve yurt dışında yapılan bazı araştırma sonuçlarının, çalışmamızda elde ettiğimiz bulgulardan farklı olduğu görülmektedir. Bu farklılıkların çeşitli nedenleri olabilir. Analizde kullanılan yöntemin farklı olması, çorba çeşitlerinin değişkenlik göstermesi, çalışma koşulları, üretim teknolojileri ve üretimde çalışan personelin standardizasyon konusundaki duyarlılığı, coğrafi farklılıklar ve ülkelerdeki farklı yasal limitler çalışma sonuçlarını etkileyen bağıl unsurlar olarak sayılabilir.

Türk Gıda Kodeksinde, hazır çorbalarda monosodyum glutamatın tek başına veya diğeri lezzet arttırıcılar ile birlikte kullanımına izin verilen en yüksek değer 10 g/kg olarak

belirtilmiştir (Türk Gıda Kodeksi, Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, 2013). Çalışılan örneklerden B, C ve D firmalarına ait MSG değerlerinin kodeks sınır değerinin altında olduğu ancak A ve E firmalarında tespit edilen miktarların kodeks limit değerinin üzerinde olduğu görülmektedir.

Ülkemizde ve dünyada limit değerlere uygun olarak MSG kullanımının ürünlerin beğenisini artırdığı, iştahsızlık ve tat alma eksikliği gibi sorunları olan bireylere faydalı olduğu bilinmektedir. MSG'nin özellikle limit değerlerinin aşımı durumunda sağlık üzerinde yaratabileceği riskler nedeniyle, yüksek miktarlarda ve bilinçsizce gıdalara eklenmemesi ve kullanılmaması gerekmektedir. Özellikle alerjik bünyeye sahip, hamile ve yeni doğan gibi hassas bireylerin MSG içeren gıdalar tüketmemesi gerekmektedir. Bu nedenle katkı maddesi olarak MSG kullanılan gıdaların etiket bilgisinde "MSG eklenmiştir" uyarısının bulunması oldukça önemlidir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Belirli bir gıdanın tüketici açısından cazip olmasının en önemli sebeplerinden biri o gıdanın lezzeti ile ilgilidir. Bu nedenle, günümüz modern toplumlarında tüketicilerin farklı lezzette gıdalara olan ilgisi, üreticileri lezzet artırıcıların kullanımına yönlendirmiştir. Dolayısıyla, lezzet artırıcılar özellikle de monosodyum glutamat dünya genelinde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır.

Doğada oldukça yaygın bulunan bir aminoasit olan glutamik asitin sodyum tuzu olan monosodyum glutamat, gıdalara yoğun lezzet verici özelliğinden dolayı en çok kullanılan lezzet artırıcı maddelerden biridir. İştah ve lezzet artırıcı özelliğinden dolayı MSG, 100 yıldan fazla bir süreden bu yana hazır çorbalar, cipsler, konserve ve dondurulmuş sebzeler, et ürünleri, et suları gibi birçok ürün grubunun içeriğinde bulunmakta ayrıca restoranlarda hazırlanan yemeklerde kullanılmaktadır. Ancak daha sonra MSG'nin bilinçsizce gerçekleşen tüketiminin sağlık üzerine olan etkileri gözlemlenmiş ve bu konu ile ilgili olarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır. MSG'nin toksik etkileri ile ilgili çeşitli görüşler bulunmasına rağmen, birçok gıda katkı maddesinde olduğu gibi MSG için de ADI değerinin dolayısıyla da kodeks limit değerinin oldukça önemli olduğu bir gerçektir. Bu nedenle, gıdalara katılan MSG miktarının kontrolü halk sağlığı açısından elzemdir.

Sonuç olarak, analizi yapılan hazır çorba örneklerinde bazı firmalara ait MSG miktarlarının kodekste belirtilen limit değere uyumlu olduğu bulunmuş, bazılarının ise limitleri aştığı tespit edilmiştir. Monosodyum glutamatın güvenilir bir lezzet artırıcı olarak kullanılabilmesi için gıdalara ilave edilen miktara dikkat edilmeli, bununla ilgili olarak tüketici ve üretim personeli bilinçlendirilmelidir. Özellikle çocuklar, hamileler ve alerjik bünyeye sahip bireyler açısından dikkat edilmesi gerektiğinden, eklenen gıdaların etiket bilgisinde açık ve görünür biçimde MSG ile ilgili uyarıların yer alması gerekmektedir.



## KAYNAKLAR

- Acebal, C. C., Grünhut, M., Lista, A. G., and Band, B. S. F. (2010). Successive projections algorithm applied to spectral data for the simultaneous determination of flavour enhancers. *Talanta*, 82(1), 222-226.
- Acebal, C. C., Insausti, M., Pistonesi, M. F., Lista, A. G., and Band, B. S. F. (2010). A new automated approach to determine monosodium glutamate in dehydrated broths by using the flow-batch methodology. *Talanta*, 81(1), 116-119.
- Aizawa-Abe, M., Ogawa, Y., Masuzaki, H., Ebihara, K., Satoh, N., Iwai, H., Matsuoka, N., Hayashi, T., Hosoda, K., Inoue, G., Yoshimasa, Y., and Nakao, K. (2000). Pathophysiological role of leptin in obesity-related hypertension. *Journal of Clinical Investigation*, 105(9), 1243.
- Altuğ, T. (2009). *Gıda Katkı Maddeleri*. Sidaş Yayınları, s. 157-158.
- Alnokkari A, Ataie M and Alasaf Z. (2013). Colorimetric determination of monosodium glutamate in food samples using L-glutamate oxidase. *Chinese Journal of Applied and Environmental Biology*, 19(6), 1069-1072.
- Appaiah, K.M. (2010). Monosodium glutamate in foods and its biological effects. In C.E. Boisrobert, A. Stjepanovic, S. Oh, and H.L.M. Lelieveld (Eds.), *Ensuring Global Food Safety: Exploring Global Harmonization*. Academic Press, London, UK, pp. 217-226
- Arora, P. N., and Malhan, P. K. (2010). *Biostatistics*. Himalaya Publishing House. pp. 1-555.
- Ault, A. (2004). The monosodium glutamate story: the commercial production of MSG and other amino acids. *Journal of Chemical Education*, 81(3), 347.
- Bellisle, F. (1999). Glutamate and the UMAMI taste: sensory, metabolic, nutritional and behavioural considerations. A review of the literature published in the last 10 years. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 23(3), 423-438.
- Beyreuther, K., Biesalski, H. K., Fernstrom, J. D., Grimm, P., Hammes, W. P., Heinemann, U., Kempfski, O., Stehle, P., Steinhart, H., and Walker, R. (2007). Consensus meeting: monosodium glutamate—an update. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61(3), 304-313.
- Boğa, A., ve Binokay, S. (2010). Gıda Katkı Maddeleri ve Sağlığımıza Etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 19(3), 141-154.
- Bosso, J. V., and Simon, R. A. (2008). Urticaria, angioedema, and anaphylaxis provoked by food and drug additives. In D. D. Metcalfe, H.A. Sampson, R. A. Simon, G. Lack (Eds.), *Food Allergy: Adverse Reactions to Foods and Food Additives*. (4th edition). New York: John Wiley & Sons, 340-352.

- Canitez, T., ve Topaktaş, M. (2012). Monosodyum glutamat (MSG)'ın insan periferik lenfositlerinde kardeş kromatid değişimi üzerindeki etkileri. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28, 2
- Cerit, İ., Deniz, G., Yüleci, T., Ergün, B. E., Aygün, M. G., Karaduman, İ., Cennur, C., ve Demirkol, O. (2014). Sakarya İlinde Satışa Sunulan Etsiz Çiğ Köftelerin Fiziko-Kimyasal Özelliklerinin ve Monosodyum Glutamat İçeriğinin Belirlenmesi. *Electronic Journal of Food Technologies*, 9(3), 10-17.
- Cetin, I. (2001). Amino acid interconversions in the fetal-placental unit: the animal model and human studies in vivo. *Pediatric Research*, 49(2), 148-154.
- Chapman, J., and Zhou, M. (1999). Microplate-based fluorometric methods for the enzymatic determination of l-glutamate: application in measuring l-glutamate in food samples. *Analytica Chimica Acta*, 402(1), 47-52.
- Chiang, P. D., Yen, C. T., and Mau, J. L. (2006). Non-volatile taste components of canned mushrooms. *Food Chemistry*, 97(3), 431-437.
- Collison, K. S., Maqbool, Z. M., Inglis, A. L., Makhoul, N. J., Saleh, S. M., Bakheet, R. H., Al-Johi, M.A., Al-Rabiah, R.K., Zaidi, M.Z., and Al-Mohanna, F. A. (2010). Effect of Dietary Monosodium Glutamate on HFCS-Induced Hepatic Steatosis: Expression Profiles in the Liver and Visceral Fat. *Obesity*, 18(6), 1122-1134.
- Croitoru, M. D., Fülöp, I., Ajtay, M. K., Dudutz, G., Crăciun, O., and Dogaru, M. T. (2010). Glutamate determination in foodstuffs with a very simple HPLC-UV method. *Acta Alimentaria*, 39(2), 239-247.
- Daniels, D. H., Joe Jr, F. L., and Diachenko, G. W. (1995). Determination of free glutamic acid in a variety of foods by high-performance liquid chromatography. *Food Additives & Contaminants*, 12(1), 21-29.
- Er Demirhan, B., Demirhan, B., Sönmez, C., Torul, H., Tamer, U., and Yentür, G. (2015). Monosodium glutamate in chicken and beef stock cubes using high-performance liquid chromatography. *Food Additives & Contaminants: Part B. Surveillance*, 8(1), 63-6
- Dief, A. E., Kamha, E. S., Baraka, A. M., and Elshorbagy, A. K. (2014). Monosodium glutamate neurotoxicity increases beta amyloid in the rat hippocampus: a potential role for cyclic AMP protein kinase. *Neurotoxicology*, 42, 76-82.
- Donaldson, L. F., Bennett, L., Baic, S., and Melichar, J. K. (2009). Taste and weight: is there a link? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 90(3), 800-803.
- [EC] European Parliament and Council Directive. (1995). Directive No 95/2/EC of 20 February 1995 on food additives other than colours and sweeteners. *Official Journal of European Union*. L061:1-40.
- [EC] European Commission. (2008). Commission Regulation (EC) No 1333/2008 of 16 December 2008 on food additives. *Official Journal of European Union*. L354:16-33.

- Fleck, M., and Petrosyan, A. M. (2014). *Salts of amino Acids: Crystallization, Structure and Properties*. Springer, pp. 16.
- Freeman, M. (2006). Reconsidering the effects of monosodium glutamate: a literature review. *Journal of the American Academy of Nurse Practitioners*, 18(10), 482-486.
- Giacometti, T. (1979). Free and bound glutamate in natural products. In L.J. Filer (Eds.), *Glutamic acid: Advances in Biochemistry and Physiology*, Raven Press, New York, pp. 25-34.
- Gündüz, T. (2002). *İnstrümental Analiz*. Gazi Kitabevi, s. 1252-1231
- Graham, T. E., Sgro, V., Friars, D., and Gibala, M. J. (2000). Glutamate ingestion: the plasma and muscle free amino acid pools of resting humans. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 278(1), 83-89.
- Halpern, B. P. (2000). Glutamate and the flavor of foods. *The Journal of Nutrition*, 130(4), 910-914.
- Hawkins, R. A. (2009). The blood-brain barrier and glutamate. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 90(3), 867-874.
- He, K., Zhao, L., Daviglius, M. L., Dyer, A. R., Horn, L., Garside, D., Zhu, L., Guo, D., Wu, Y., Zhou, B., and Stamler, J. (2008). Association of monosodium glutamate intake with overweight in Chinese adults: the INTERMAP Study. *Obesity*, 16(8), 1875-1880.
- Hermanussen, M., Gonder, U., Jakobs, C., Stegemann, D., and Hoffmann, G. (2010). Patterns of free amino acids in German convenience food products: marked mismatch between label information and composition. *European Journal of Clinical Nutrition*, 64(1), 88-98.
- Hermanussen, M., and Tresguerres, J. A. F. (2003). Does high glutamate intake cause obesity? *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*, 16(7), 965-968.
- Izawa, K., Amino, Y., Kohmura, M., Ueda, Y., and Kuroda, M. (2010). Human-Environment Interactions-Taste. In L. Mander, and H.W. Liu, *Comprehensive Natural Products II: Chemistry and Biology*, (Vol. 4). United Kingdom, Elsevier, pp. 632.
- İnternet: Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. (2013). Ekler. Web: <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.18532&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=katk%C4%B1> 28 Şubat 2015
- Janarthanan, C., and Mottola, H. A. (1998). Enzymatic determinations with rotating bioreactors: Determination of glutamate in food products. *Analytica Chimica Acta*, 369(1), 147-155.
- Jinap, S., and Hajeb, P. (2010). Glutamate. Its applications in food and contribution to health. *Appetite*, 55(1), 1-10.

- Khodjaeva, U., Bojnanska, T., Vietoris, V., Sytar, O., and Singh, R. (2013). Food additives as important part of Functional Food. *International Research Journal of Biological Sciences*, 2(4), 74-86.
- Kohlmeier, M. (2003). *Nutrient Metabolism: Structures, Functions, and Genetics*. Academic Press, London, UK, pp. 272-277.
- Khairunnisak, M., Azizah, A. H., Jinap, S., and Nurul Izzah, A. (2009). Monitoring of free glutamic acid in Malaysian processed foods, dishes and condiments. *Food Additives and Contaminants*, 26(4), 419-426.
- Lateef, M., Siddiqui, K., Saleem, M., and Iqbal, L. (2012). Estimation of Monosodium Glutamate by modified HPLC method in various Pakistani spices' formula. *Journal-Chemical Society of Pakistan*, (34), 39-42.
- Lau, O. W., and Mok, C. S. (1995). Indirect conductometric detection of amino acids after liquid chromatographic separation. Part II. Determination of monosodium glutamate in foods. *Analytica Chimica Acta*, 302(1), 45-52.
- Löliger, J. (2000). Function and importance of glutamate for savory foods. *The Journal of Nutrition*, 130(4), 915-920.
- Mallick, H. N. (2007). Understanding safety of glutamate in food and brain. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 51(3), 216.
- Mankasingh, U., Narinesingh, D., and Ngo, T. T. (2000). Quantitation of monosodium glutamate using immobilized glutamate oxidase/peroxidase and flow injection analysis. *Analytical Letters*, 33(12), 2407-2423
- Mojet, J., Heidema, J., and Christ-Hazelhof, E. (2003). Taste perception with age: generic or specific losses in supra-threshold intensities of five taste qualities? *Chemical Senses*, 28(5), 397-413.
- Morselli, P. L., and Garattini, S. (1970). Monosodium glutamate and the Chinese restaurant syndrome. *Nature*, 227, 611 - 612
- Motarjemi, Y. (2013). *Encyclopedia of Food Safety*. Academic Press, pp. 466.
- Nikolelis, D. P. (1987). Kinetic-potentiometric determination of monosodium glutamate in soups and soup bases and of glutamic dehydrogenase. *Analyst*, 112(6), 763-765.
- Oliveira, M. I. P., Pimentel, M. C., Montenegro, M. C. B., Araújo, A. N., Pimentel, M. F., and da Silva, V. L. (2001). L-Glutamate determination in food samples by flow-injection analysis. *Analytica Chimica Acta*, 448(1), 207-213.
- Pedraza, A., Sicilia, M. D., Rubio, S., and Pérez-Bendito, D. (2007). Surfactant to dye binding degree based approach for the selective determination of l-glutamate in foodstuffs. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 389(7-8), 2297-2302.

- Populin, T., Moret, S., Truant, S., and Conte, L. S. (2007). A survey on the presence of free glutamic acid in foodstuffs, with and without added monosodium glutamate. *Food Chemistry*, 104(4), 1712-1717.
- Pulido, O. M., and Gill, S. (2013). Food and Toxicologic Pathology: An Overview. In W.M. Hascheck, C.G. Rousseaux, M.A. Wallig (Eds.), *Haschek and Rousseaux's Handbook of Toxicologic Pathology*, Academic Press, London, UK, pp. 1057.
- Quines, C. B., Rosa, S. G., Da Rocha, J. T., Gai, B. M., Bortolatto, C. F., Duarte, M. M. M., & Nogueira, C. W. (2014). Monosodium glutamate, a food additive, induces depressive-like and anxiogenic-like behaviors in young rats. *Life Sciences*, 107(1), 27-31.
- Rodriguez, M. S., Gonzalez, M. E., and Centurion, M. E. (2003). Determination of monosodium glutamate in meat products. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 91(4-6), 41-45.
- Saltmarsh, M., Lynn, I., (2013). Food Additives and Why They Are Used. In M., Saltmarsh and Barlow, S. (Eds.), *Essential guide to food additives*, Royal Society of Chemistry, Alton, UK, pp. 1-7.
- Sano, C. (2009). History of glutamate production. *The American Journal of Clinical Nutrition* 90 (3), 728-732.
- Schiffman, S. S. (2000). Intensification of sensory properties of foods for the elderly. *The Journal of Nutrition*, 130(4), 927-930.
- Shi, Z., Wittert, G. A., Yuan, B., Dai, Y., Gill, T. K., Hu, G., Adams, R., Zuo, H., and Taylor, A. W. (2013). Association between monosodium glutamate intake and sleep-disordered breathing among Chinese adults with normal body weight. *Nutrition*, 29(3), 508-513.
- Shimada, A., Cairns, B. E., Vad, N., Ulriksen, K., Pedersen, A. M., Svensson, P., and Baad-Hansen, L. (2013). Headache and mechanical sensitization of human pericranial muscles after repeated intake of monosodium glutamate (MSG). *The Journal of Headache and Pain*, 14(1), 2.
- Skoog, D. A., Holler, F. J., and Nieman, T. (2013). *Enstrümantal Analiz İlkeleri*. (Çev. E. Kılıç ve H. Yılmaz). Bilim Yayıncılık. (Eserin orijinali 2007'de yayımlandı), s. 816-825.
- Skurray, G. R., and Pucar, N. (1988). L-glutamic acid content of fresh and processed foods. *Food Chemistry*, 27(3), 177-180.
- Tarasoff, L., and Kelly, M. F. (1993). Monosodium L-glutamate: a double-blind study and review. *Food and Chemical Toxicology*, 31(12), 1019-1035.
- Timperio, A. M., Fagioni, M., Grandinetti, F., and Zolla, L. (2007). Chemically enhanced liquid chromatography/tandem mass spectrometry determination of glutamic acid in the diffusion medium of retinal cells. *Biomedical Chromatography*, 21(10), 1069-1076.

- Tunçok, Ü. (1990). Bazı Bitkisel Ürünlerde Kantitatif Monosodyum Glutamat Tayini, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, s. 46.
- Uslu, D., ve Tosun, H. (2013). Glutamik asit üretimi ve genel kullanım alanları. *Electronic Journal of Food Technologies*, 8(2), 18-28.
- Vaclavik, V. A., and Christian, E. W. (2014). *Essentials of Food Science*, Springer, New York pp. 355
- Veni, N. K., Karthika, D., Devi, M. S., Rubini, M. F., Vishalini, M., and Pradeepa, Y. J. (2010). Analysis of monosodium l-glutamate in food products by high-performance thin layer chromatography. *Journal of Young Pharmacists*, 2(3), 297-300.
- VuThiThu, H., Wakita, A., Shikanai, S., Iwamoto, T., and Wakikawa, N. (2013). Epidemiological Studies of Monosodium Glutamate and Health. *Journal of Nutrition and Food Sciences* S10-009.
- Welbourne, T., and Nissim, I. (2001). Regulation of mitochondrial glutamine/glutamate metabolism by glutamate transport: studies with <sup>15</sup>N. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 280(5), 1151-1159.
- Williams, A. R., and Winfield, S. A. (1982). Determination of monosodium glutamate in food using high-performance liquid chromatography and fluorescence detection. *Analyst*, 107(1278), 1092-1094.
- Williams, A. N., and Woessner, K. M. (2009). Monosodium glutamate 'allergy': menace or myth? *Clinical & Experimental Allergy*, 39(5), 640-646.
- Yentür, G., ve Bayhan, A. (1989). Gıdalarda Monosodyum Glutamatın Katkı Maddesi Olarak Kullanılması. *Gıda Dergisi* 14,1.



**EKLER**

EK-1. Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği eklerinde belirtilen glutamik asit ve glutamat bileşiklerine ait bilgiler

Çizelge 1.1. Glutamik asit ve glutamatlara ait E-kodları

| E-kodu | Adı                   |
|--------|-----------------------|
| E 620  | Glutamik asit         |
| E 621  | Monosodyum glutamat   |
| E 622  | Monopotasyum glutamat |
| E 623  | Kalsiyum diglutamat   |
| E 624  | Monoamonyum glutamat  |
| E 625  | Magnezyum diglutamat  |

Çizelge 1.2. Glutamik asit ve glutamatlara ait maksimum değerler

| E -kodu | Adı                   | Maksimum Miktar  |
|---------|-----------------------|--|
| E 620   | Glutamik asit         | 10 g/kg, tek başına veya birlikte, glutamik asit cinsinden |
| E 621   | Monosodyum glutamat   |  |
| E 622   | Monopotasyum glutamat |  |
| E 623   | Kalsiyum diglutamat   |  |
| E 624   | Monoamonyum glutamat  |  |
| E 625   | Magnezyum diglutamat  |  |

EK-1. (devam) Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği eklerinde belirtilen glutamik asit ve glutamat bileşiklerine ait bilgiler

Çizelge 1.3. Ülkemizde üretilen bazı geleneksel ürünler ve bunlarda kullanılması yasaklanan gıda katkı maddeleri

| Gıdalar   | Yasaklanan gıda katkı maddelerinin adı/kategorileri   |
|---|---|
| Fermente Sucuk  | E 620–625: Glutamik asit—glutamatlar<br>E 626 – 635: Ribonükleotitler<br>E 251–252: Nitratlar<br>Renklendiriciler                                     |
| Isıl İşlem Görmüş Sucuk   | E 620–625: Glutamik asit—glutamatlar<br>E 626 – 635: Ribonükleotitler<br>Renklendiriciler   |
| Pastırma  | E 620–625: Glutamik asit—glutamatlar<br>E 626 – 635: Ribonükleotitler<br>E 251–252: Nitratlar<br>Renklendiriciler (yenilebilir dış kaplamaları hariç) |
| Döner   | E 620–625: Glutamik asit—glutamatlar<br>E 626 – 635: Ribonükleotitler<br>E 249–250: Nitritler<br>Renklendiriciler                                     |
| Kanatlı Döner   | E 620–625: Glutamik asit—glutamatlar<br>E 626 – 635: Ribonükleotitler<br>E 249–250: Nitritler<br>Renklendiriciler                                     |
| Köfte   | E 620–625: Glutamik asit—glutamatlar<br>E 626 – 635: Ribonükleotitler<br>E 249–250: Nitritler<br>Renklendiriciler                                     |
| Pekmez  | Tümü  |
| Çiğ köfte ve mezeler (haydari, arnavut ciğeri, bakla fava, şakşuka, humus ve benzeri) | Tümü (sitrik asit hariç)  |

EK-1. (devam) Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği eklerinde belirtilen glutamik asit ve glutamat bileşiklerine ait bilgiler

Çizelge 1.4. TKG'ya göre MSG katılmasına izin verilen gıda grupları ve maksimum miktarlar

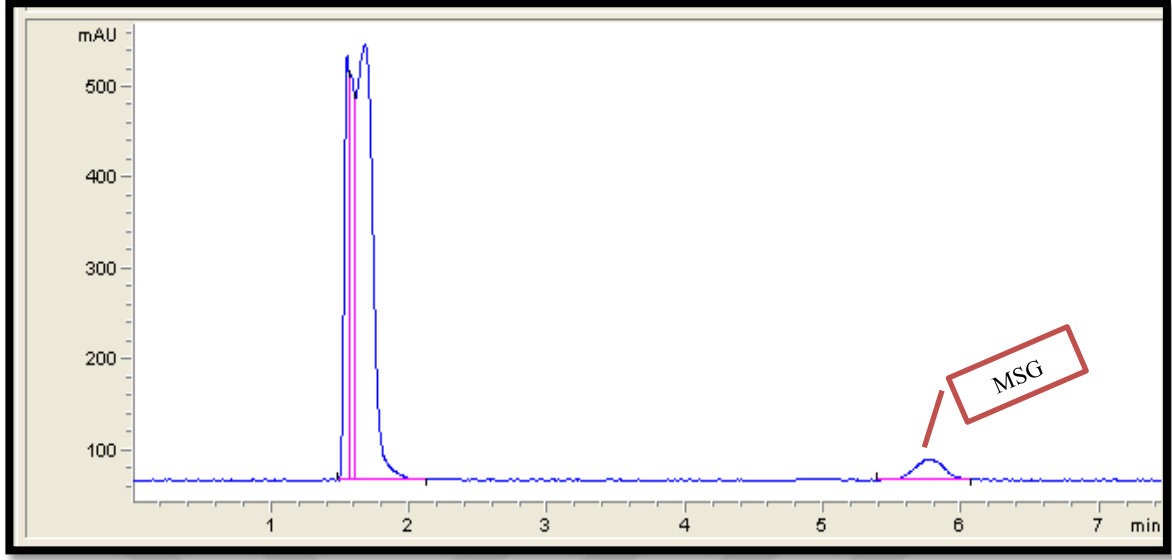
| Gıda Grubu   | Maksimum Miktar  |
|--|--|
| Tuz ikameleri  | <i>quantum satis</i>                                       |
| Ot ve baharat karışımları / çeşniler ve lezzet verici soslar   |  |
| Fermentasyondan sonra ısı işlem görmüş aromalandırılmamış fermente süt ürünleri  | 10 g/kg, tek başına veya birlikte, glutamik asit cinsinden |
| Aromalandırılmış fermente süt ürünleri, ısı işlem görmüş ürünler dahil   |  |
| Diğer kremler  |  |
| Olgunlaştırılmamış peynirler (kategori 16 kapsamındaki ürünler hariç)  |  |
| Peynir ürünleri (kategori 16 kapsamındaki ürünler hariç)   |  |
| Süt analogları, içecek beyazlatıcıları dahil   |  |
| Türk Gıda Kodeksi Sürülebilir Yağlar/Margarin ve Yoğun Yağlar Tebliği' nde tanımlanan sürülebilir yağlar dahil olmak üzere diğer katı ve sıvı yağ emülsiyonları, Sıvı emülsiyonlar |  |
| Tavalarda için püskürtülebilir bitkisel yağ  |  |
| Kurutulmuş meyve ve sebzeler   |  |
| Sirke, yağ, veya salamura içindeki meyve ve sebzeler   |  |
| Meyve ve sebze preparatları (komposto hariç)   |  |
| Sert kabuklu meyvelerin ezemeleri ve sürülebilir ürünleri  |  |
| İşlenmiş patates ürünleri  |  |
| "TKG - Kakao ve Kakao Ürünleri Tebliği" kapsamında yer alan kakao ile "TKG- Çikolata ve Çikolata Ürünleri Tebliği" kapsamında yer alan çikolata ürünleri                           |  |
| Diğer şekerlemeler, nefes tazeleyici minik şekerlemeler dahil  |  |
| Sakız  |  |
| Süslemeler, kaplamalar ve dolgular, kategori 4.2.4 kapsamında yer alan meyve bazlı dolgular hariç  |  |
| Niştastalar  |  |
| Kuru makarna   |  |
| Potato Gnocchi (fırınlanmış patates, yumurta, un ve çeşitli soslarla yapılan geleneksel bir İtalyan yemeği)  |  |
| Dolgu makarnanın dolguları (ravioli ve benzeri)  |  |
| Noodle   |  |
| Yağ, un ve yumurta karışımı yarı-akışkan hamur   |  |
| Ön pişirme yapılmış veya işlenmiş tahıllar   |  |
| Ekmek ve ekmek çeşitleri   |  |
| Hafif fırıncılık ürünleri  |  |
| Isıl işlem görmemiş işlenmiş et  |  |

EK-1. (devam) Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği eklerinde belirtilen glutamik asit ve glutamat bileşiklerine ait bilgiler

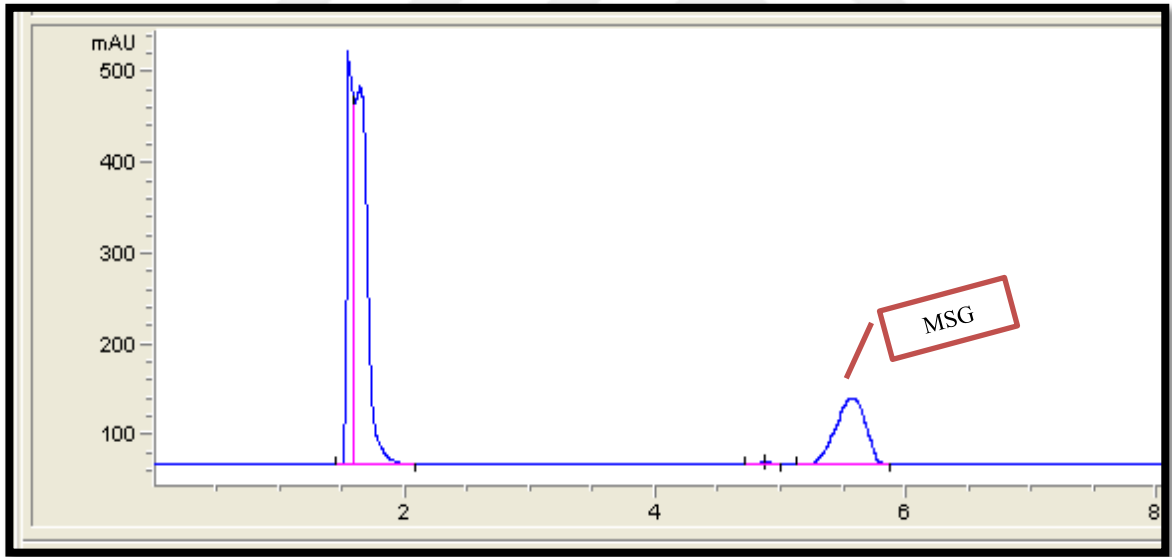
Çizelge 1.4. Türk Gıda Kodeksi'ne göre MSG katılmasına izin verilen gıda grupları ve maksimum miktarlar

| Gıda Grubu  | Maksimum Miktar   |
|---|---|
| Isıl işlem görmüş işlenmiş et   | 10 g/kg, tek başına veya birlikte,<br>glutamik asit cinsinden |
| Et için süslemeler, kaplamalar ve kılıflar  |   |
| İşlenmiş balık ve su ürünleri, yumuşakçalar ve kabuklular dahil   |   |
| Balık yumurtası   |   |
| İşlenmiş yumurta ve yumurta ürünleri  |   |
| Diğer şekerler ve şuruplar  |   |
| Sirkeler  |   |
| Hardal  |   |
| Çorbalar ve etsuları  |   |
| Soslar  |   |
| Salatalar ve sandviç arasına sürülebilir tuzlu / baharatlı soslar   |   |
| Maya ve maya ürünleri   |   |
| Kilo Verme Amaçlı Enerjisi Kısıtlanmış Gıdalar / Günlük diyetin tamamı veya bir öğünün yerine geçen kilo kontrol amaçlı diyet gıdalar (günlük diyetin tamamı ya da bir kısmı) |   |
| Türk Gıda Kodeksi Gluten İntoleransı Olan Bireylere Uygun Gıdalar Tebliği'nde tanımlanan gluten intoleransı bireylere uygun gıdalar   |   |
| Türk Gıda Kodeksi Meyve Suyu ve Benzeri Ürünler Tebliği'nde tanımlanan meyve nektarları ve benzeri ürünler, Sebze nektarları ve benzeri ürünler                               |   |
| Aromalandırılmış içecekler  |   |
| Elma şarabı ve armut şarabı   |   |
| Meyve şarabı ve made wine   |   |
| Bal likörü (Mead)   |   |
| Türk Gıda Kodeksi Distile Alkollü İçkiler Tebliği'nde tanımlanan distile alkollü içkiler  |   |
| Aromatize şaraplar  |   |
| Aromatize şarap bazlı kokteyller  |   |
| Alkolsüz içecekler ile alkollü içkilerin karışımlarını içeren diğer alkollü içkiler ve %15' ten az alkol içeren distile alkollü içkiler                                       |   |
| Patates-, tahıl-, un-veya nişasta-bazlı atıştırma ürünleri  |   |
| İşlenmiş sert kabuklu meyveler  |   |
| Tatlılar; kategori 1, 3 ve 4 kapsamında yer alan ürünler hariç  |   |
| Kapsüller ve tabletler ve benzeri ürünleri içeren katı formdaki takviye edici gıdalar, çiğnenebilir formda olanlar hariç  |   |
| Sıvı formdaki takviye edici gıdalar   |   |
| Şurup tipi veya çiğnenebilir formdaki takviye edici gıdalar   |   |

## EK-2. Ekran alıntıları

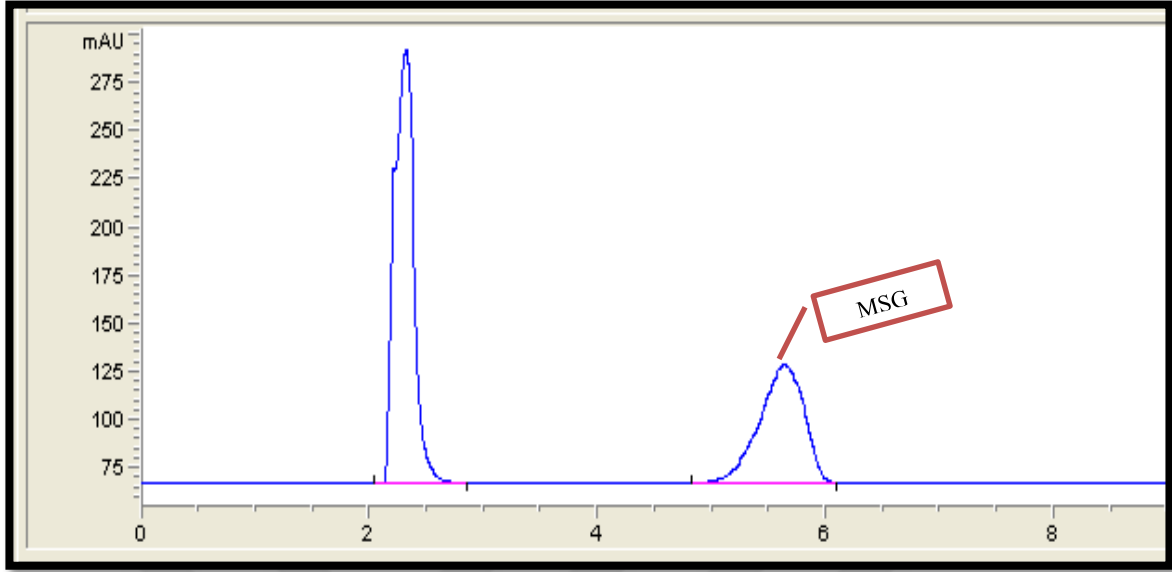


Resim 2.1. Monosodyum glutamat standardına (250 ppm) ait kromatogram örneği

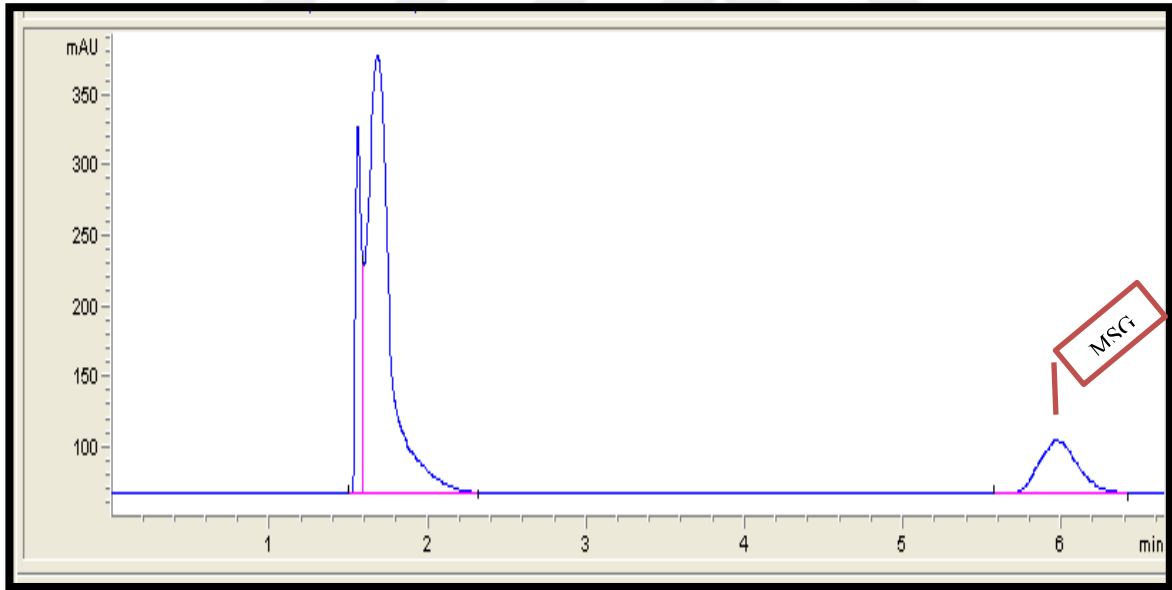


Resim 2.2. Monosodyum glutamat standardına (1000 ppm) ait kromatogram örneği

EK-2. (devam) Ekran alıntıları

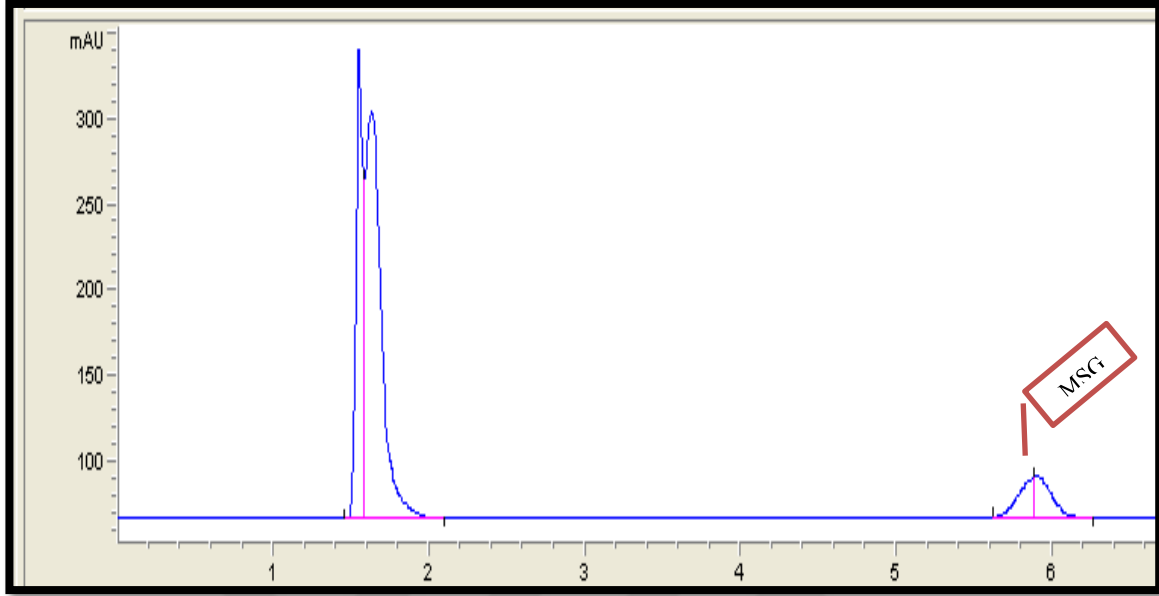


Resim 2.3. Monosodyum glutamat standardına (1500 ppm) ait kromatogram örneği

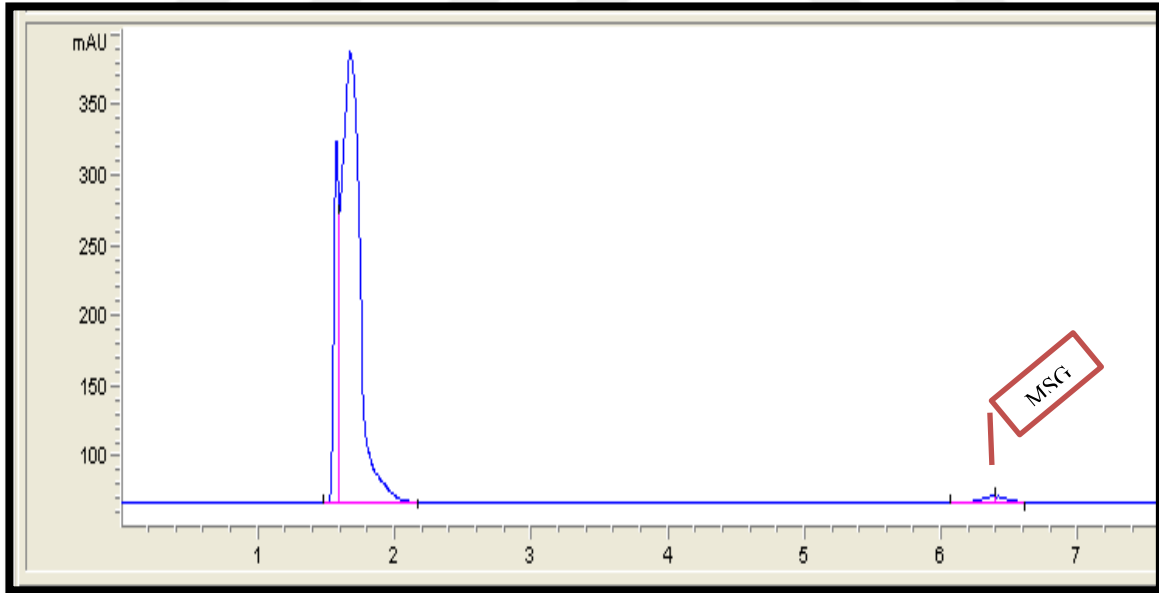


Resim 2.4. A firmasına ait kromatogram örneği

## EK-2. (devam) Ekran alıntıları

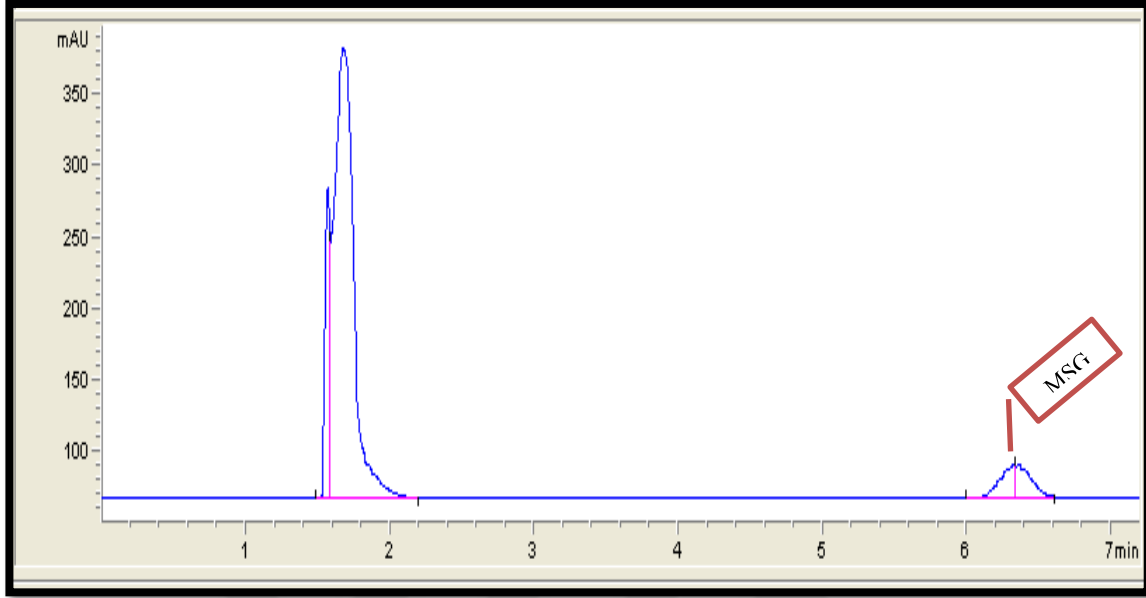


Resim 2.5. B firmasına ait kromatogram örneği

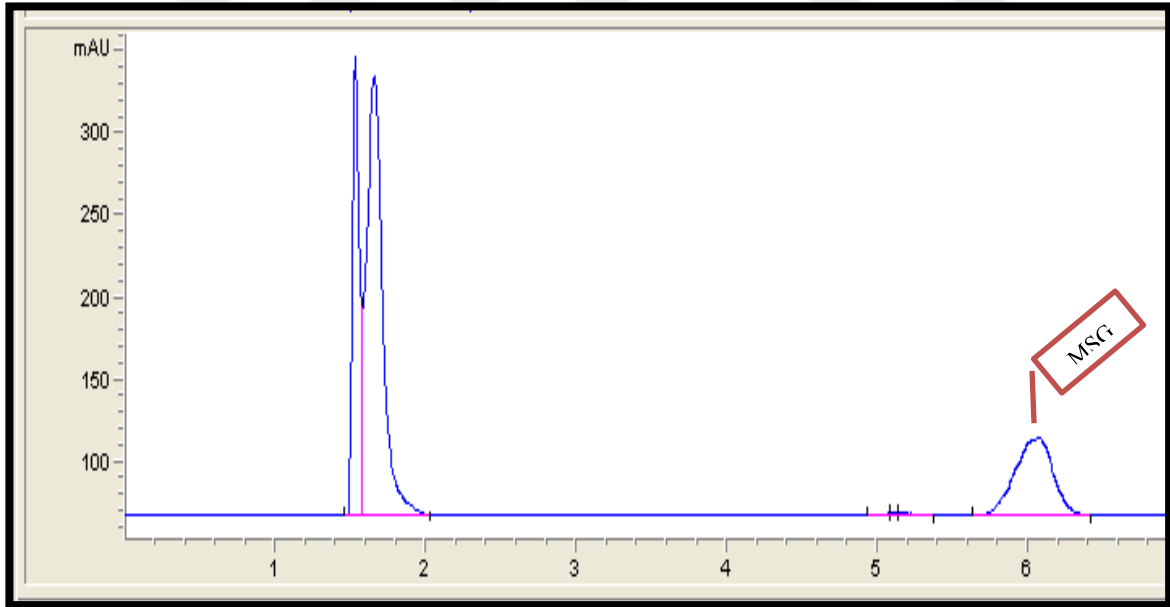


Resim 2.6. C firmasına ait kromatogram örneği

## EK-2. (devam) Ekran alıntıları



Resim 2.7. D firmasına ait kromatogram örneği



Resim 2.3. E firmasına ait kromatogram örneği

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BARUT, İnci  
 Uyuşuğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 30.08.1984, Ankara  
 Medeni hali : Bekâr  
 Telefon : 0 (312) 202 31 99  
 e-mail : incibarut@gazi.edu.tr



### Eğitim

| Derece        | Eğitim Birimi                           | Mezuniyet tarihi |
|---------------|---|------------------|
| Yüksek lisans | Gazi Üniversitesi / Besin Analizleri    | Devam Ediyor     |
| Lisans        | Hacettepe Üniversitesi/ Biyoloji Bölümü | 2008             |
| Lise          | Gazi Anadolu Lisesi                     | 2002             |

### İş Deneyimi

| Yıl        | Yer               | Görev               |
|------------|-------------------|---------------------|
| 2011-Halen | Gazi Üniversitesi | Araştırma Görevlisi |

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınlar

- Yasun, E.; Li, C.; Barut, I.; Janvier, D.; Tan, W. BSA Modification to Reduce CTAB-Induced Nonspecificity and Cytotoxicity of Aptamer-Conjugated Gold Nanorods, *Nanoscale*, 2015.
- Facile Isolation and Detection of Colon Cancer Biomarker Protein with Aptamer-Conjugated Silver Microspheres, *NanoTR*, İstanbul, 2014 (Sözlü Bildiri)
- Facile Isolation and Detection of Rare Cancer Proteins with Aptamer- Conjugated Silver Microspheres, *NanoFlorida*, 2013 (Poster)
- Dimerization of G-protein Coupled Receptors: Experimental and computational approaches, *Biohealth Computing*, France, 2011 (Poster)



**GAZİ GELECEKTİR..**

