



## Yumuşak Şekerlemelerde Kullanılan Yenilebilir Jelatin Orijininin LC Q-TOF İle Belirlenmesi

### Determination of Origin of Gelatin are Used for Soft Candies by Using LC Q-TOF

Filiz ÇAVUŞ<sup>1</sup>, Nurgül ÖZBAY<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kimya Müh. Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü-BURSA

<sup>2</sup> Prof. Dr. Şeyh Edebalı Üniversitesi Kimya ve Süreç Mühendisliği-BİLECİK

#### Özet

Jelatin, çok fonksiyonlu bir hidrokolloiddir; bu sebeple gıda, eczacılık, kozmetik, tıp ve fotoğraf ürünlerinde yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Dünyada en yaygın olarak şekerlemeler ve ilaç kapsüllerinde kullanılmaktadır. Jelatinin doğrulama ve köken değerlendirmesi; sadece gıda, kozmetik ve ilaç endüstrisindeki ticari dolandırıcılıkların önlenmesine yardımcı olmamakta, aynı zamanda insan sağlığı için zararlı olabilecek besi hayvanlarında görülebilen hastalıklardan kaynaklanan güvenlik risklerini önlemeye de yardımcı olmaktadır. Bu nedenle, jelatin türlerinin doğru bir şekilde tespit edilmesi bu sektörler için birincil olarak önem taşımaktadır.

Bu çalışmada yumuşak şekerlemelerde kullanılan yenilebilir jelatin orijini belirlemek amacıyla Sıvı Kromatografisi-Uçuş Zamanlı Kütle Spektrofotometresi (LC Q-TOF) kullanılarak MS/MS verileri elde edilmiştir. Elde edilen verilerden kütüphane yardımı ile peptid dizilimlerine ulaşılmış ve bu dizilimlerden domuz ve sığır jelatini için ayırt edici (marker) nitelik taşıyan aminoasit dizilimleri belirlenmiştir. Türkiye ve Avrupa'daki marketlerden orijinal ambalajlarında temin edilen 4 farklı markadan toplam 40 adet yumuşak şekerleme numunesinde analizler gerçekleştirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Yumuşak Şeker, Domuz Jelatini, Sığır Jelatini, Aminoasit Sekansı, LC Q-TOF

#### Abstract

Gelatin is a multi functional hydrocolloid; Therefore, it has a wide use in food, pharmaceutical, cosmetics, medicine and photography products. It is most commonly used in sugar beverages and drug capsules in the world. Validation of gelatin and evaluation of origin; It not only helps prevent the commercial frauds in the food, cosmetics and pharmaceutical industries, but also help stop revent security risks from diseases that can be seen in fattening animals that may be harmful to human health. For this reason, the correct identification of gelatin strains is of primary importance for the sesectors.

In this study, MS/MS data were obtained by using Liquid Chromatography-Flight Time Mass Spectrophotometer (LC Q-TOF) in order to determine the origin of edible gelatin used in soft candies. Peptide sequences were obtained with the help of the obtained data and amino sequences of pigs and bovine gelatins were reached and 40 soft candy samples were analyzed from 4 different brands in the original packaging from Turkey and Europe markets.

**Keywords:** Soft Candies, Porcine Gelatin, Bovine Gelatin, Amino Acid Secans, LC Q-TOF

#### 1.Giriş

Jelatin, sığır ve domuz gibi hayvanların bağ dokularından ekstrakte edilen kollajenin kontrollü şartlarda kısmi hidrolizi ile üretilen yüksek molekül ağırlıklı polipeptid karışımdır. Jelatinin yapısını %85-%92 protein, geri kalanını su ve mineraller oluşturmaktadır (Schrieber ve Gareis 2007). Ticari olarak jelatin %46 domuz derisinden, %29,4 sığır derisinden, %23,1 hayvan kemiklerinden, %1,5 diğer kaynaklardan üretilmektedir (Karim ve Bhat 2009). Levhalar, granüller ya da tozlar gibi ticari jelatin formları, temel olarak sığır kemikleri ve postu, domuz derisi ve son zamanlarda ise domuz kemiğinden yapılmaktadır (Hermanto ve Fatimah 2013). Bununla birlikte, pek çok hayvanın kemik ve derisi jelatin üretiminde kullanılabilir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, balıktan elde edilen jelatinin diğer kaynaklardan elde edilen jelatinle kalite açısından eşdeğer olabileceğini göstermektedir (Boran ve ark. 2010).

İlk çağlardan beri üretilen ve kullanım alanı gittikçe artan jelatin, Türkiye dahil pek çok ülkede doğal bir gıda olarak kabul edilmekte dolayısıyla tüketimi de sınırlandırılmamaktadır.

Son yıllarda dünyada yaklaşık 300 bin ton civarında jelatin üretildiği ve bunun da yaklaşık %65'inin Avrupa'ya ait olduğu bildirilmektedir. Endüstriyel olarak üstün özellikleri ve yaygın bir kullanım alanı bulunan jelatinin dünyada ve ülkemizde ihtiyacının daha da artarak devam edeceği öngörülmektedir (Yetim 2011). 2013 yılında 373 bin ton olan jelatin üretiminin 2024 yılı sonunda 651,7 bin tona ulaşması beklenmektedir.

Jelatin genel olarak kolay ve güvenli bir gıda maddesi olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, jelleşme, bağlama, su tutma, emülsiyon, köpükleştirici, film oluşturucu, elastikiyet ve viskozite gibi çok yönlü özelliklerinden dolayı bu malzeme birçok gıda ürünüde kullanılmaktadır. Nötr bir tadı ve kokusu olduğu için jelatinin gıda ürünlerine eklenmesi gıda ürünlerinin özgün tadına etki etmemektedir. Jelatin dünyada en yaygın olarak şekerlemeler ve ilaç kapsüllerinde kullanılmaktadır (Draget 2009).

Sığır ve domuz jelatinlerini ayırt etmek için çeşitli çalışmalar yayınlanmıştır. Bu çalışmalarda, her iki jelatinin birbirinden ayrılması; spektroskopik, kimyasal, sıvı kromatografisi ve immünokimyasal teknikler de dahil olmak üzere analitik yöntemler kullanılarak gerçekleştirilmektedir (Nhari ve ark. 2012).

-Hidaka ve Liu (2003), sığır ve domuz jelatininin kimyasal çöktürme tekniği kullanılarak ayırt edilebildiğini ortaya koymuştur.

-Gui-Feng ve ark. (2008); yüksek performanslı sıvı kromatografisi/kütle spektrometresi (HPLC/MS) metodu geliştirilmiş vekolajen dizilerindeki marker peptidlere dayalı olarak ham jelatini ayırabilmişlerdir.

-Doi ve ark. (2009); jelatin alerjisi olan hastalar için işlenmiş gıdalardaki sığır ve domuz jelatinini tespit etmek için kullanılabilir bir sandviç ELISA yöntemi geliştirmişlerdir.

-Widyaninggar (2012) çalışmasında kapsüllerdeki domuz ve sığır jelatinlerinin temel bileşen analizi (PCA) ile ayrılabilirliği sonucuna ulaşmıştır.

-Yılmaz ve ark. (2013); ultra performanslı sıvı kromatografisi ve elektrospreyiyonizasyon dört kutuplu uçuş zamanlı kütle spektrometresi (nanoUPLCESI-q-TOF-MSE) ile domuz ve sığır jelatinlerini tatmin edici bir şekilde birbirinden ayırt edebilmişlerdir. Bu yöntemlerin, güvenilir ve başarılı oldukları bildirilmiştir.

-Grundy ve ark. (2016); gıda ve ilaç sektöründe kullanılan jelatin orijininin belirlenmesinde PCR, Elisa ve kütle spektrofotometresi yöntemlerinin karşılaştırıldığı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Kütle spektrofotometrik yöntemlerin jelatin orijinin belirlenmesinde diğer tekniklere göre daha başarılı olduğu bildirilmiştir.

Sığır ve domuz jelatinleri benzer yapılara ve fizikokimyasal özelliklere sahiptir ve bu nedenle de geleneksel spektroskopi yöntemiyle ayırt edilmeleri güçtür. İmmünokimyasal yöntem, kolajeni tanımlamak için kullanılmaktadır, ancak bu yöntem kolajen antijenitesinin belirlenmesinde önemli bir rol oynayan prolin hidroksilasyonunun derecesinden etkilenebilmektedir (Sawhney 2005). Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) yöntemi, DNA analizinde kullanılmaktadır, ancak bu yöntem kolajen tanımlanmasında yaygın olarak uygulanmasına rağmen, işleme esnasında jelatindeki DNA'nın büyük bir yıkıma uğramasından dolayı jelatin tanımlanması için uygun değildir (Kauschke ve ark. 1999).

Proteomik yöntemler jelatinlerdeki kollajen türlerinin özgünlüğünün ve izlenebilirliğinin denetlenmesi için alternatif bir araç olarak ortaya çıkmaktadır ve homolog jelatinler arasındaki farklılıkları açıklamak için kütle spektrometresi başarıyla uygulanmaktadır. Bu nedenle Uçuş zamanlı kütle spektrometresi (TOF), etkili bir protein analiz yöntemi olarak geliştirilmiştir (Nimptsch ve ark. 2011).

Kütle spektrometrisinin temel prensibi inorganik ya da organik bileşiklerin uygun bir yöntemle iyonlarını oluşturmak, bu iyonları kütle/yük oranlarına göre ayırmak ve bunların kütle/yük oranlarını ve bolluklarını ayrı ayrı nitel ve nicel olarak tespit etmektir (Gross 2004).

Bu çalışma ile domuz ve sığır jelatinlerinin aminoasit sekans analizi ile orijinlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Enzimatik reaksiyon sırasında etüvde bekleme süreleri değiştirilerek optimum süre saptanmıştır. Optimum çalışma koşulları belirlendikten sonra Türkiye ve Avrupa'daki marketlerden alınan yumuşak şekerleme numunelerinde analizler gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışma TAGEM tarafından desteklenen TAGEM/HSGYAD17/A03/P01/126 nolu "Yumuşak Şekerlemelerde Kullanılan Yenilebilir Jelatin Orijininin Belirlenmesi" projesi kapsamında yürütülmüştür.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1.Örnekleme Prosedürü

Bu çalışmada Türkiye ve Avrupa'daki marketlerden orijinal ambalajlarında 4 farklı markadan toplam 40 adet yumuşak şekerleme numuneleri analize alınmış, örnekler analiz öncesinde oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir.

### 2.2.Kimyasal Maddeler ve Analitik Standart Maddeler

Mobil faz olarak kullanılan formik asit, asetonitril ve ultra saf su Merck firmasından, mobil faz katkı maddesi olan amonyumbikarbonat, standart olarak kullanılan domuz jelatini ve sığır jelatini SigmaAldrich firmasından, proteinlerin parçalanmasında kullanılan tripsin enzimi (Modified Sequencing Grade) Roche firmasından temin edilmiştir.

### 2.3.Örneklerin hazırlanması

Çalışmanın ilk aşamasını oluşturan domuz ve sığır a ait marker peptidlerin tanımlanmasında standart maddeler analize alınmıştır. Domuz ve sığır jelatin standartlarından 2,5 mg tartılıp üzerine 50 mM Amonyum bikarbonat çözeltisinden 300 µL ilave edilerek vortekste yüksek hızda 1 dakika karıştırılmış ve numunenin çözünmesini sağlamak için 37 °C'lik etüvde 15-20 dakika bekletilmiştir. Bu çözeltiden 50 µL alınıp ayrı bir 2 mL'lik ependorf tüpüne aktarılmış, örnek çözeltisinin üzerine 50 µL enzim çözeltisi ilave edilip 37 °C'lik etüvde 16 saat bekletilmiştir. Son olarak 4000 rpm de 5 dk santrifüj edilerek LC-QTOF MS cihazına enjekte edilmiştir.

### 2.4.HPLC-QTOFMS

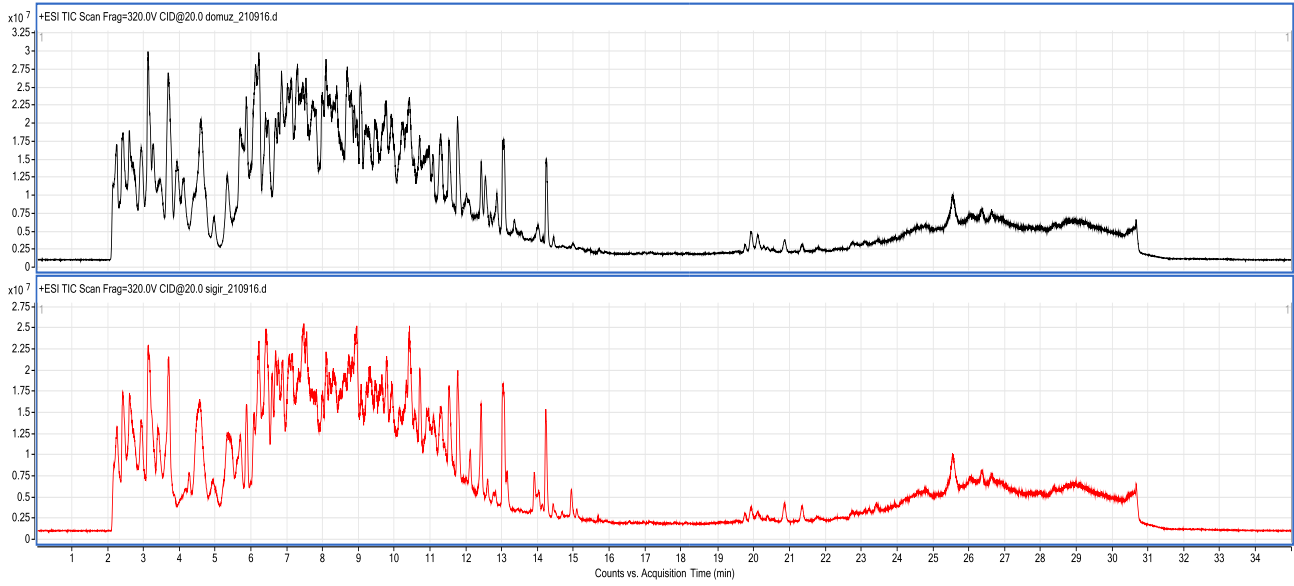
Bu çalışmada LC sistem Agilent 1260 (vakum pompası, otosampler, ikili pompa ve termostatlı kolon bölmesinden oluşan elektrosprey iyonizasyon (ESI) ile Agilent 6550 kütle spektrofotometresi (QTOFMS) kullanılmıştır.

Kromatografik ayırma, bir Poroshell 120 EC ters fazlı C18 analitik kolon (100 mm x 4.6 mm i.d., 2.7 µm (Agilent Technologies, SantaClara, CA, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Numuneler cihaza 5µL olarak enjekte edilmiş, akış hızı 0,6 ml/dakika olarak belirlenmiştir. Mobil faz olarak A: Ultra saf su (%1'lik formik asit ilaveli), B:A setonitril (%1'lik formik asit ilaveli) kullanılmıştır. Mobil fazların akış programı 0-0,5 dk aralığında %95 A, %5 B; 0,5-25 dk aralığında %5 A, %95 B; 25-28 dk aralığında %5 A, %95 B; 28-28,1 dk aralığında %95 A, %5 B olarak uygulanmıştır.

MS ve MS/MS analizleri, sıvı kromatografi-elektrospreyiyonizasyon-kuadropole-zamanlı uçuş sistemi (LC-ESI-Q-TOF; Agilent 6520, Agilent Technologies, Santa Carla, CA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. MS ve MS/MS çalışmaları için m/z 100-2500 kütle aralığındaki spektrum sonuçları elde edilmiştir.

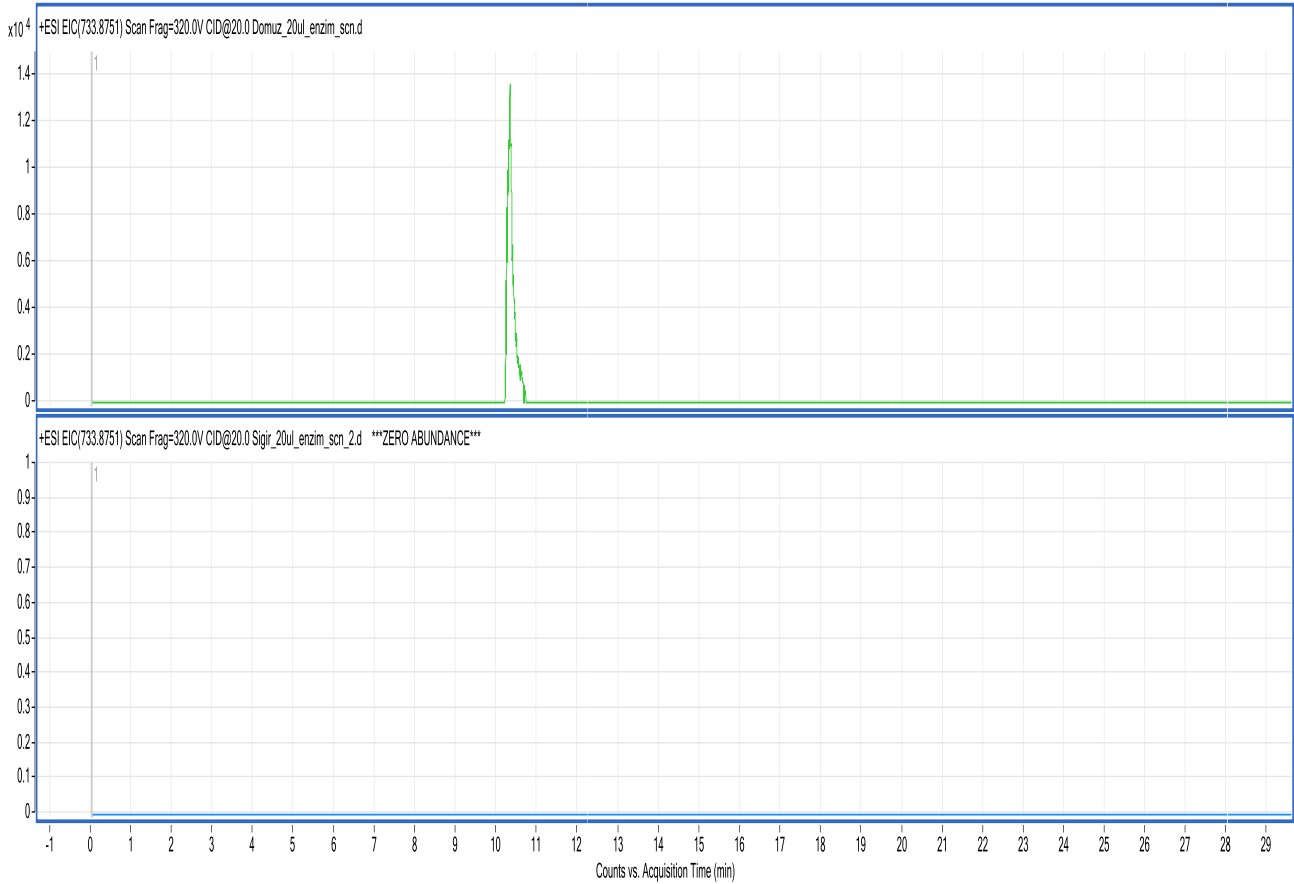
## 3.Tartışma ve Sonuç

Hedeflenen peptidlerin gerçekten türlere özgü olmasını sağlamak için her bir peptidin tarama ionu incelenerek toplam iyon (TIC) (Şekil 1) ve ekstraksiyon iyon kromatogramı (EIC) analiz edilmiştir.



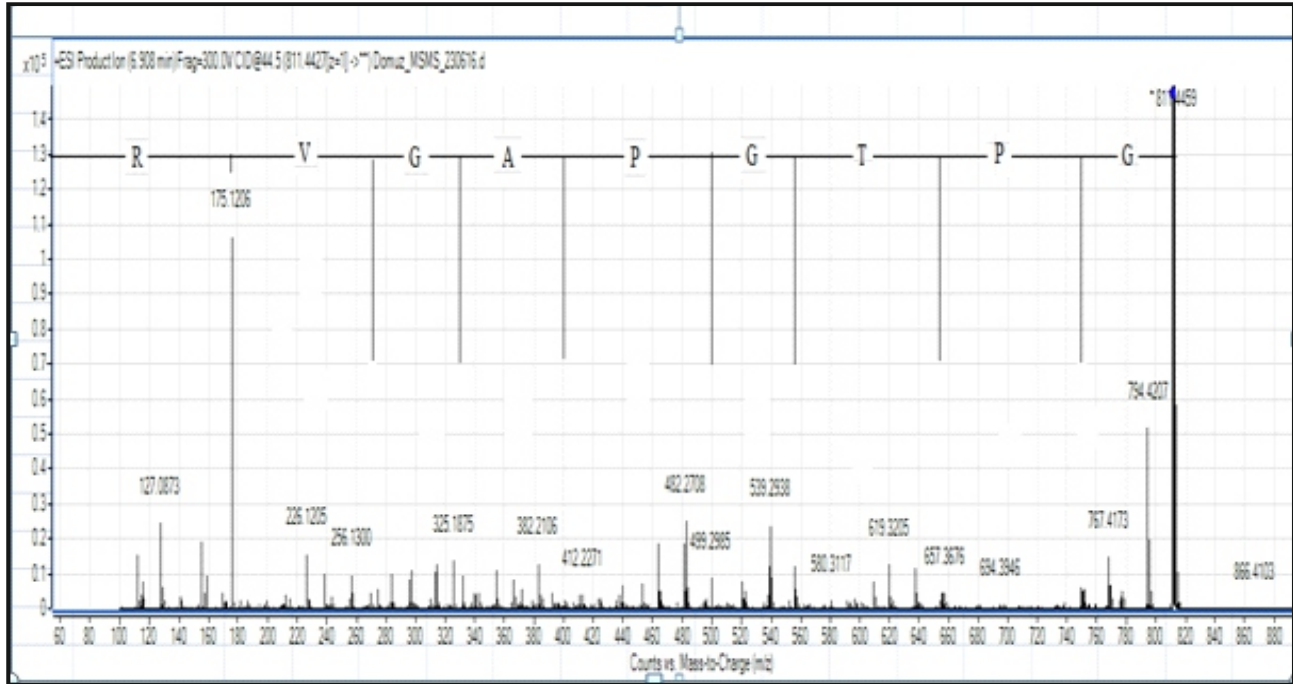
**Şekil 1.** A. Domuz jelatini toplam iyon kromatogramı.  
B. Sığır jelatini toplam iyon kromatogramı

Elde edilen kütle kromatogramları Agilent MassHunter Kalitatif Analiz yazılımı (B.03.01 sürümü) kullanılarak analiz edilmiş domuz ve sığır jelatini için ayırt edici (marker) nitelik taşıyanlar peptidler (RT ve m/z değerleri kullanılarak) belirlenmiştir. İncelenen domuz ve sığır jelatinleri arasında bir karşılaştırma gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).

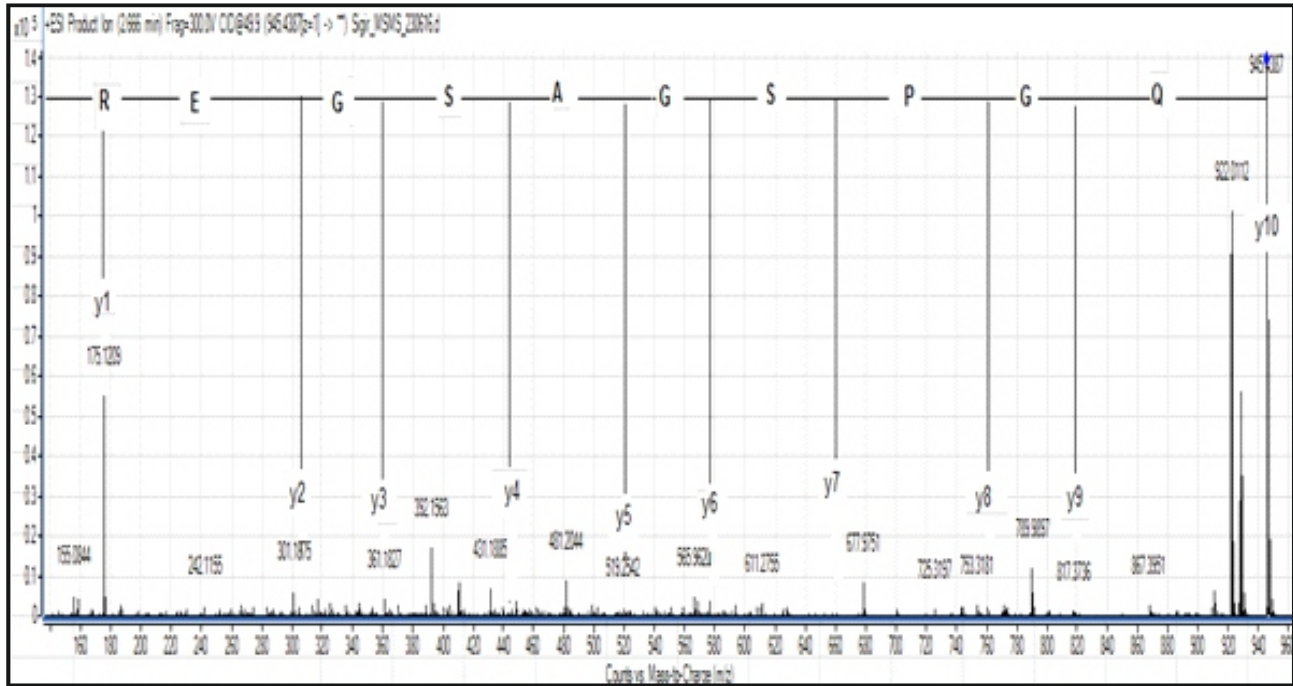


**Şekil 2.** A. Sığır jelatinine ait kromatogramda 773,8751 m/z  
B. Domuz jelatinine ait kromatogramda 773,8751 m/z

Belirlenen marker peptidlerinin MS/MS verileri çıkarılmıştır (Şekil 3, Şekil 4). MS/MS profillemesi sonucu elde edilen protein bilgileri, hedeflenen peptidin m/z ve alıkonma süresi hakkında bilgi edinmek için kullanılmıştır.



Şekil 3. Domuz jelatinine ait m/z 811,4420 (MS/MS spektrumu)



Şekil 4. Sığır jelatinine ait m/z 945,4365 (MS/MS spektrumu)

Elde edilen MS/MS datalarının [http://www.matrixscience.com/search\\_form\\_select.html](http://www.matrixscience.com/search_form_select.html) adresinden peptid dizilimlerine ulaşılmıştır (Çizelge 1, Çizelge 2).

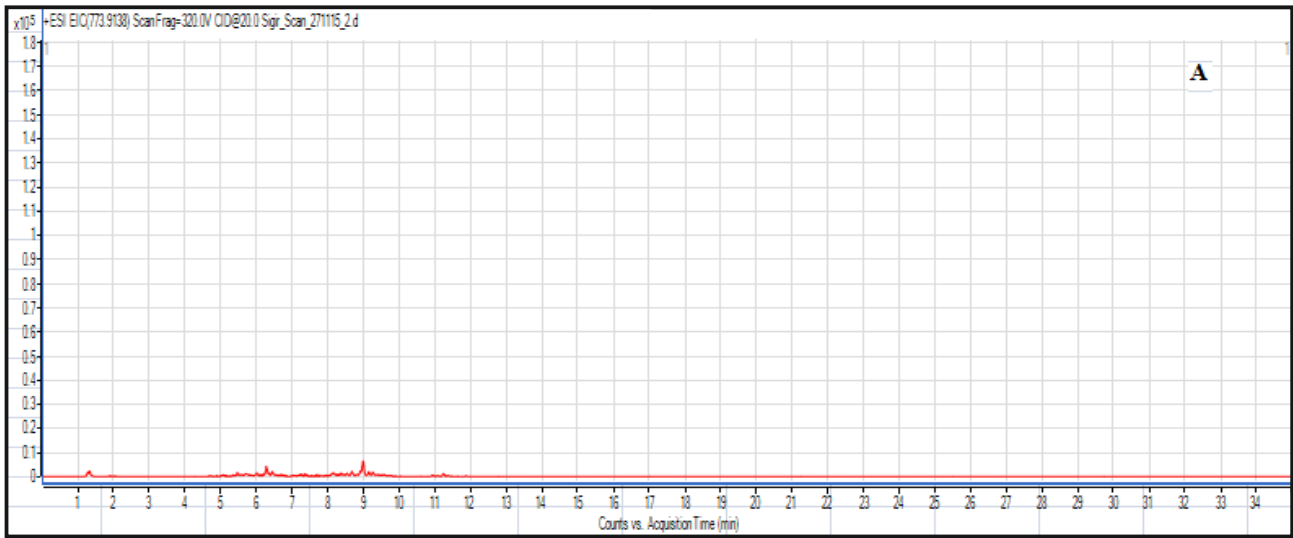
**Çizelge 1.** Domuz jelatinine ait marker peptidler.

Sıra	Peptid Dizilimi	Alıkonma Zamanı (RT),dakika	Gözlenen m/z değeri	Peptidin kütlesi
1	GETGPSGPAGPTGAR	7,05	656,3184	1310,6223
2	GPTGPAGVR	6,90	811,4420	810,4347
3	QGPSGPSGER	4,04	971,4536	970,4463
4	GEAGPQGAR	3,19	842,4099	841,4020
5	SAGISVPGPMGPGSPR	10,44	733,8751	1465,7356
6	GETGPAGPAGPVGPGAR	9,15	773,9138	1545,8131

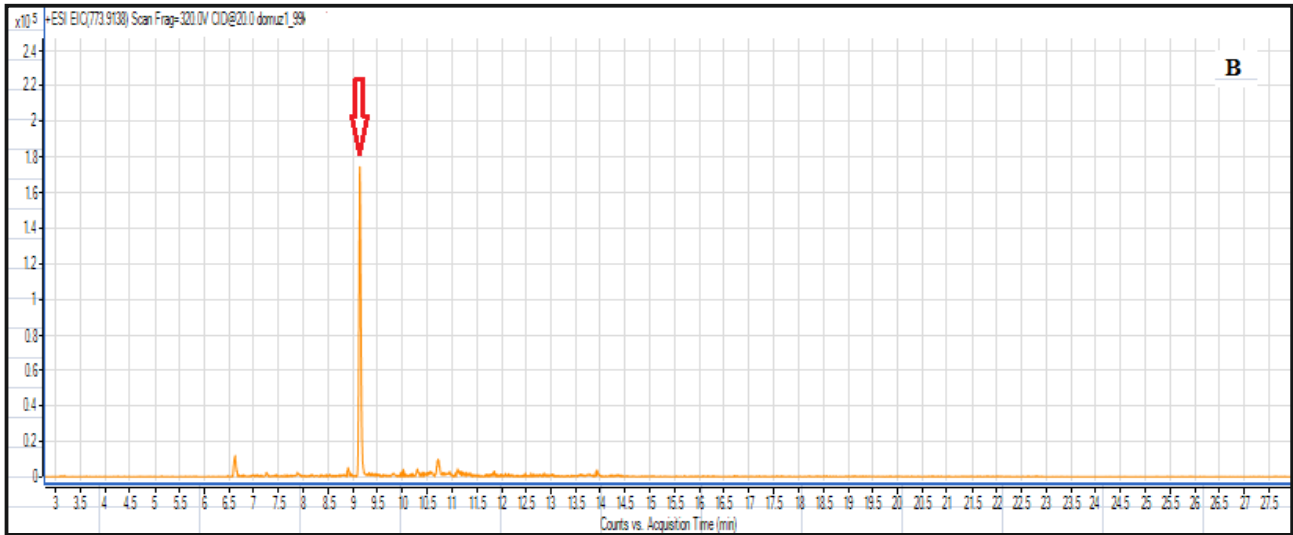
**Çizelge 2.** Sığır jelatinine ait marker peptidler.

Sıra	Peptid Dizilimi	Alıkonma Zamanı (RT),dakika	Gözlenen m/z değeri	Peptidin kütlesi
1	GEAGPSGPAGPTGAR	7,04	641,3140	1280,6135
2	GATGPAGVR	6,58	785,4259	784,4186
3	QGPSGASGER	2,69	945,4365	944,4292
4	GAAGLPGPK	3,92	767,4029	766,3950
5	GETGPAGPAGPIGPVGAR	9,64	780,9105	1559,8000
6	SGDRGETGPAGPAGPIGPVGAR	9,15	988,4987	1974,9817
7	IGQPGAVGPAGIR	9,58	597,3339	1192,6623
8	GETGPAGPAGPIGPVGAR	9,70	781,4163	1560,8171

Sığır jelatini içerisine %10, %5, %2,5, %1, %0,5 oranında domuz jelatini spike yapılarak sığır jelatini içerisinde %1 domuz jelatini tespit edilmiştir (Şekil 5, Şekil 6).

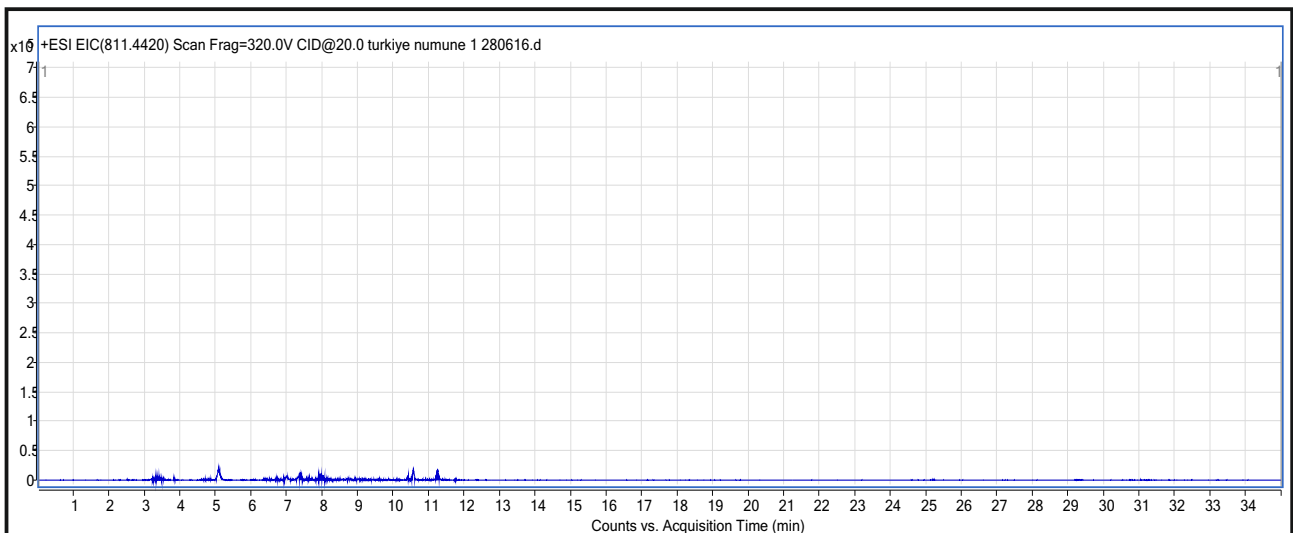


Şekil 5. %100 Sığır jelatinine ait kromatogramda 773,9138 m/z

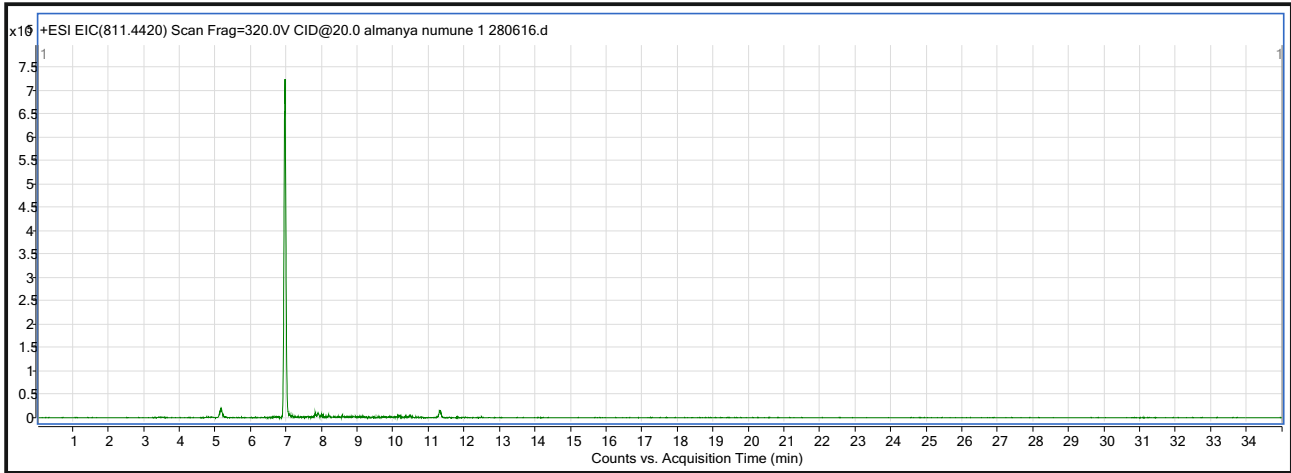


Şekil 6. %1 domuz\_%99 sığır jelatinine ait kromatogramda 773,9138 m/z

40 adet yumuşak şekerleme numunesinde analizler gerçekleştirilmiştir. Marker peptidlerin RT (Tolerans %1-2) ve m/z (Tolerans  $\pm 20$  ppm) değerleri kullanılarak numune içeriğinde olup olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 7, Şekil 8).



Şekil 7. Türkiye'den alınan yumuşak şekerleme örneğinde m/z 811,4420 (GPTGPAGVR)



Şekil 8. Almanya'dan alınan şekerleme örneği m/z 811,4420(GPTGPAGVR)

### 3.1.Optimizasyon Çalışma sonuçları

Jelatin orijinin belirlenmesinde örnek hazırlama işleminde enzimatik reaksiyonun gerçekleşmesi amacıyla enzim ve örnek çözeltisinin etüvde bekleme süresi ile ilgili optimizasyon çalışması yapılmıştır. Optimizasyon çalışmasında örnek miktarı sabit tutularak etüvde farklı kalma sürelerine göre marker peptidlerin pik alanları incelenmiş sonuçlar Çizelge 3 ve 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Farklı bekleme sürelerinde sığır jelatinindeki marker peptidlerinin pik alanları

Etüvde bekleme süresi(saatt)

Marker İyonlar(m/z)	4	7	10	12	16	18	20	24
641,314	1x10 <sup>6</sup>	1x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>	6x10 <sup>6</sup>	4x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>	1x10 <sup>6</sup>
785,4259	5x10 <sup>6</sup>	6x10 <sup>6</sup>	7x10 <sup>6</sup>	8x10 <sup>6</sup>	11x10 <sup>6</sup>	9x10 <sup>6</sup>	9x10 <sup>6</sup>	5x10 <sup>6</sup>
945,4365	9x10 <sup>5</sup>	1x10 <sup>6</sup>	1x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>	5x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>	0,5x10 <sup>6</sup>
767,4029	1x10 <sup>6</sup>	1x10 <sup>6</sup>	3x10 <sup>6</sup>	5x10 <sup>6</sup>	1x10 <sup>7</sup>	7x10 <sup>6</sup>	6x10 <sup>6</sup>	1x10 <sup>6</sup>
780,9105	2x10 <sup>5</sup>	2x10 <sup>5</sup>	3x10 <sup>5</sup>	4x10 <sup>5</sup>	1x10 <sup>6</sup>	6x10 <sup>5</sup>	6x10 <sup>5</sup>	2x10 <sup>5</sup>
988,4987	5x10 <sup>6</sup>	6x10 <sup>6</sup>	7x10 <sup>6</sup>	8x10 <sup>6</sup>	1,4x10 <sup>7</sup>	1,3x10 <sup>7</sup>	1,2x10 <sup>7</sup>	6x10 <sup>6</sup>
597,3339	1x10 <sup>6</sup>	4x10 <sup>6</sup>	5x10 <sup>6</sup>	5x10 <sup>6</sup>	9x10 <sup>6</sup>	8x10 <sup>6</sup>	4x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>
781,4163	2x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>	5x10 <sup>6</sup>	6x10 <sup>6</sup>	8x10 <sup>6</sup>	7x10 <sup>6</sup>	6x10 <sup>6</sup>	3x10 <sup>6</sup>

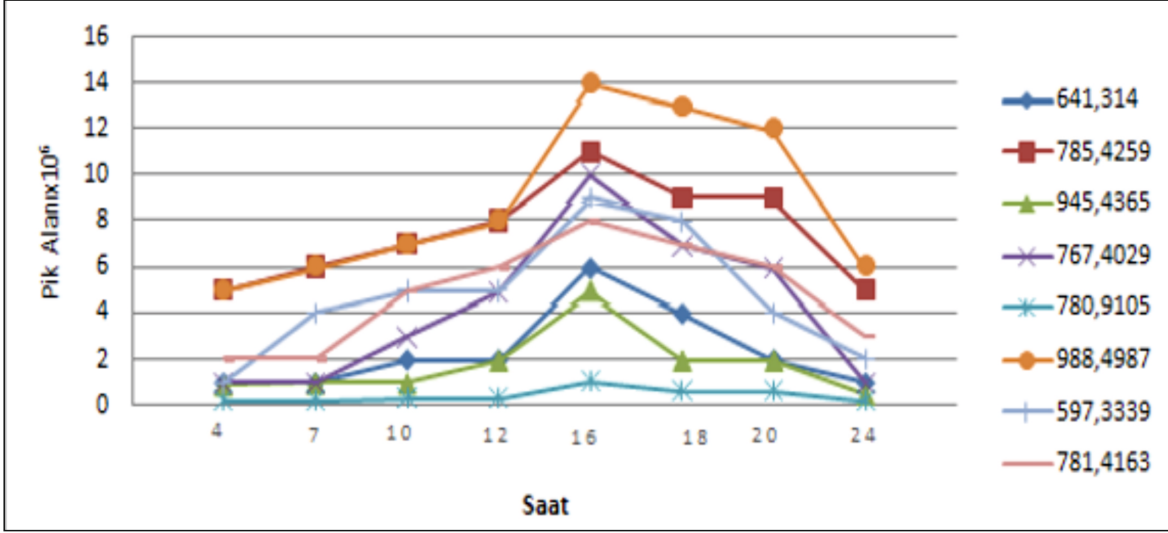
Çizelge 4. Farklı bekleme sürelerinde domuz jelatinindeki marker peptidlerinin pik alanları

Etüvde bekleme süresi(saatt)

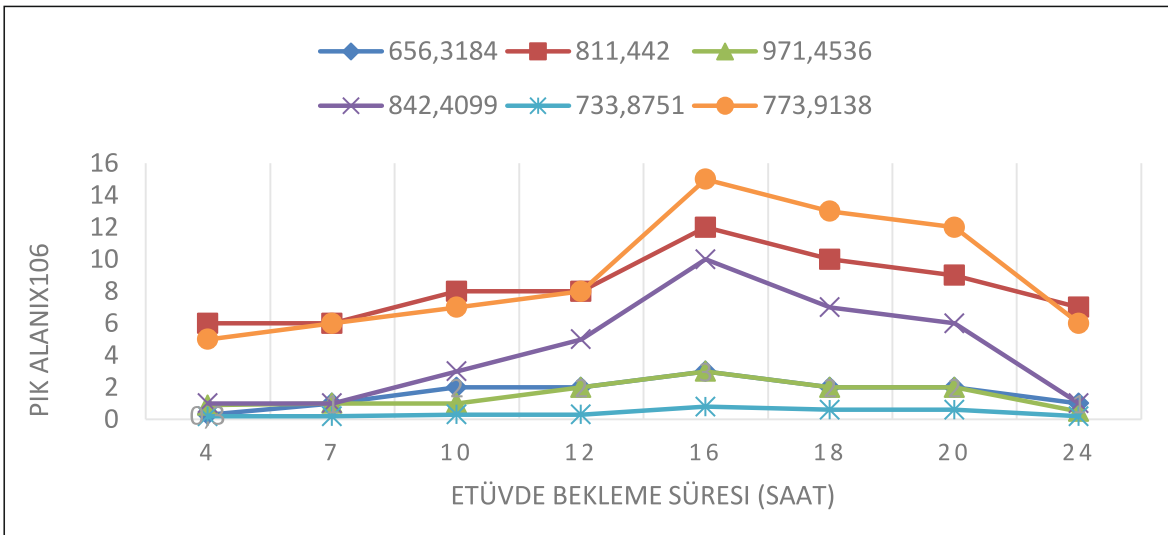
Marker İyonlar(m/z)	4	7	10	12	16	18	20	24
656,3184	3x10 <sup>5</sup>	1x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>	3x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>	1x10 <sup>6</sup>
811,442	6x10 <sup>6</sup>	6x10 <sup>6</sup>	8x10 <sup>6</sup>	8x10 <sup>6</sup>	1,2x10 <sup>7</sup>	1x10 <sup>7</sup>	9x10 <sup>6</sup>	7x10 <sup>6</sup>
971,4536	9x10 <sup>5</sup>	1x10 <sup>6</sup>	1x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>	3x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>	2x10 <sup>6</sup>	5x10 <sup>5</sup>
842,4099	1x10 <sup>6</sup>	1x10 <sup>6</sup>	3x10 <sup>6</sup>	5x10 <sup>6</sup>	1x10 <sup>7</sup>	7x10 <sup>6</sup>	6x10 <sup>6</sup>	1x10 <sup>6</sup>
733,8751	2x10 <sup>5</sup>	2x10 <sup>5</sup>	3x10 <sup>5</sup>	3x10 <sup>5</sup>	8x10 <sup>5</sup>	6x10 <sup>5</sup>	6x10 <sup>5</sup>	2x10 <sup>5</sup>
773,9138	5x10 <sup>6</sup>	6x10 <sup>6</sup>	7x10 <sup>6</sup>	8x10 <sup>6</sup>	1,5x10 <sup>7</sup>	1,3x10 <sup>7</sup>	1,2x10 <sup>7</sup>	6x10 <sup>6</sup>



Bulunan sonuçlar dahilinde optimizasyon grafikleri elde edilmiştir (Şekil 9, Şekil 10).



Şekil 9. Sığır jelatini marker peptidlerinin optimizasyon grafiği



Şekil 10. Domuz jelatini marker peptidlerinin optimizasyon grafiği

Yapılan bu çalışma ile domuz ve sığır jelatinine ait marker iyonlar elde edilmiştir. Bu iyonların MS/MS sonuçları kütüphane ile eşleştirilerek peptid dizilimlerine ulaşılmıştır. Domuz jelatinine ait 6 adet, sığır jelatinine ait 8 adet peptid dizilimi elde edilmiştir.

Jelatin orijinin belirlenmesinde örnek hazırlama işleminde enzimatik reaksiyonun gerçekleşmesi amacıyla enzim ve örnek çözeltisinin etüvde bekleme süresi ile ilgili optimizasyon çalışması yapılmıştır. Optimizasyon çalışmasında örnek miktarı sabit tutularak etüvde farklı kalma süreleri incelenmiştir. 16 saatlik bekleme süresi sonunda belirlenen marker iyonlarının pik alanlarının en yüksek olduğu görülmüştür.

Toplam 40 adet yumuşak şekerleme örnekleri analize alınmıştır. Türkiye'den alınan numune örneklerinde domuz jelatini tespit edilmemiştir. Bunun yanı sıra Almanya'dan alınan numune örneklerinin tamamında domuz jelatini tespit edilmiştir.

Doğal bir protein olması ve sahip olduğu emsalsiz teknolojik özellikler, jelatin üretim ve tüketiminin önümüzdeki yıllarda da artacağını göstermektedir. Ancak özel tercih ve hassasiyetleri olan tüketiciler için jelatin üretiminin kontrollü şartlarda yapılması ve kaynağının mutlaka sertifikalı olması büyük önem taşımaktadır.

Jelatin doğrulama ve köken değerlendirmesi; sadece gıda, kozmetik ve ilaç endüstrisindeki ticari dolandırıcılıkların önlenmesine yardımcı olmamakta, aynı zamanda insan sağlığı için zararlı olabilecek besi hayvanlarında görülebilen hastalıklardan kaynaklanan güvenlik risklerini önlemeye de yardımcı olmaktadır. Bu nedenle, jelatin türlerinin doğru bir şekilde tespit edilmesi bu sektörler için birincil olarak önem taşımaktadır.

Yumuşak şekerlemelerde yapılan bu çalışma jelatinin yoğun olarak kullanıldığı diğer gıda ürünlerinde yapılacak çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## Teşekkür

Çalışmalarım boyunca yardımını hiç esirgemeyen çalışma arkadaşım Dr. Murat Faruk US'a çok teşekkür ederim.

## 4.Kaynaklar

- Boran, G., Mulvaney, S.J. and Regenstein, J.M., 2010. Rheological Properties of Gelatin from Silver Carp Skin Compared to Commercially Available Gelatins from Different Sources. *J FoodSci*, 75 (8): 565- 571.
- Doi, H., Watanabe, E. Shibata, H. And Tanabe, S., 2009. A reliable enzyme linked immunosorbent assay for the determination of bovine and porcine gelatin in processed foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 1721–1726.
- Draget, K.I., 2009. Handbook of hydrocolloids (Second edition) Edited by G O Phillips and P A Williams, Glyndwr University, UK. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition pp 173-948 .
- Gross, J.H., 2004. Mass Spectrometry A text book. 2nd ed. Germany: Springer 518s
- Grundy, H.H., Reece, P. Buckley, M. Solazzo, C.M. Dowle, A.A. Ashford, D. Charlton, A.J. Wadsley, M.K. and Collins, M.J., 2016. A mass spectrometry method for the determination of the species of origin of gelatine in foods and pharmaceutical products. *Food Chemistry*, 190:276-284.
- Gui-Feng, Z., Tao, L. Qian, W. Jian-Du, L. Guang-Hui, M. and Zhi-Guo, S., (2008). Identification of marker peptides in digested gelatins by high performance liquid chromatography/mass spectrometry. *Chinese Journal of Analytical Chemistry*, 36: 1499–1504.
- Hermanto, S. and Fatimah, W. 2013. Differentiation of bovine and porcine gelatin based on spectroscopic and electrophoretic analysis. *Journal of Food and Pharmaceutical Sciences*, 1: 3.
- Hidaka, S. and Liu, S., 2003. Effects of gelatin on calcium phosphate precipitation: A possible application for distinguishing bovine bone gelatin from porcine skin gelatin. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16: 477–483.
- Karim, A. A., and Bhat, R., 2009. Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as alternative to mammalian gelatins. *Food Hydrocolloids*, 23: 563–576.
- Kauschke, S.G., Knorr, A. and Heke, M., 1999. Two assays for measuring fibrosis: reverse transcriptase-polymerase chain reaction of collagen alpha (1) (III) mRNA is an early predictor of subsequent collagen deposition while a novel serum Nterminal procollagen (III) propeptide assay reflects manifest fibrosis in carbon tetrachloride-treated rats, *Anal. Biochem*, 275 : 131–140.
- Nhari, R., Ismail, A. and Che Man, Y., 2012. Analytical methods for gelatin differentiation from bovine and porcine origins and food products. *Journal of Food Science*, 77: 42–46.
- Nimptsch, A., Schibur, S. Ihling, C. Sinz, A. Rieme, T. Huster, D. And Schiller, J. 2011. Quantitative analysis of denatured collagen by collagenase digestion and subsequent MALDI-TOF mass spectrometry. *Cell Tissue Res*, 343: 605–617.
- Sawhney, R.S., 2005. Immunological identification of types I and III collagen in bovine lens epithelium and its anterior lens capsule. *Cell Biol. Int*, 29: 133–137.
- Schrieber, R. and Gareis, H. 2007. Gelatine handbook. Theory and industrial practice. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. Chapter 2 & 3.)
- Widyaninggar, A., 2012. Differentiation between porcine and bovine gelatin in capsule shells based on amino acid profiles and principal component analysis *J. Pharm. Vol. 23 No. 2:104– 109 ISSN pp. 0126-1037*
- Yetim, H. 2011. Jelatin üretimi, özellikleri ve kullanımı. 1. Ulusal Helal ve Sağlıklı Gıda Kongresi, 19-20 Kasım 2011, s. 86-94, Ankara.
- Yilmaz, M.T., Kesmen, Z. Baykal, B. Sagdic, O. Kulen, O. And Kacar, O., 2013. A novel method to differentiate bovine and porcine gelatins in food products: NanoUPLC-ESI-Q-TOF-MSE based data independent acquisition technique to detect marker peptides in gelatin. *Food Chemistry*, 141: 2450–2458.