

**T.C.**  
**İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI**  
**BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI**

**DÖTERYUM OKSİTİN SICAKLIK VE RADYOAKTİF**  
**STRESLERE MARUZ KALAN PASTÖRİZE YUMURTANIN**  
**AMİNO ASİT PROFİLİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN**  
**ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Nesibe Nur YALÇIN**

**İstanbul**  
**Şubat - 2022**

**T.C.**  
**İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI**  
**BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI**

**DÖTERYUM OKSİTİN SICAKLIK VE RADYOAKTİF**  
**STRESLERE MARUZ KALAN PASTÖRİZE YUMURTANIN**  
**AMİNO ASİT PROFİLİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN**  
**ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Nesibe Nur YALÇIN**

**Tez Danışmanı**  
**Dr. Öğr. Üyesi İsmail Hakkı TEKİNER**

**İstanbul**  
**Şubat - 2022**

*Hayatta daha emin adımlar atmam için bana ufuk olan kızlarım Zümra ve  
Mihrimah'a...*



Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Beslenme ve Diyetetik Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İsmail Hakkı TEKİNER (Islak İmza)

Üye: Doç. Dr. Mustafa YAMAN (Islak İmza)

Üye: Doç. Dr. Elvan YILMAZ AKYÜZ (Islak İmza)

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Prof. Dr. Metin TOPRAK  
Enstitü Müdürü

## **BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ**

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**Döteryum Oksitin Sıcaklık ve Radyoaktif Streslere Maruz Kalan Pastörize Yumurtanın Amino Asit Profili Üzerine Etkilerinin Araştırılması**” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

**Nesibe Nur YALÇIN**

## ÖN SÖZ

Tez çalışmam süresince yol gösterici ve destekçim olan akademik çalışmaya bakışımda farklı uzak görüşlülük kazandıran Tez Danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi İsmail Hakkı TEKİNER, Eş Danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Hayrettin MUTLU, Kıymetli Eşim Ferhat YALÇIN, Çalışma Arkadaşlarım Büşra ÇALIK ve Kübra EKMEKÇİ, eğitim hayatım süresince bana destek olan Ebeveynlerim Türkan ve Sabahattin KÜÇÜKOSMANOĞLU, Kıymetli Kayınvalidem Havva YALÇIN, İPAY Firması Kalite Güvence Sorumlusu Sayın Hatice BAĞDAŞ ve Marmara Bölge Satış Sorumlusu Sayın Zafer Şevki ERSOY'a teşekkürlerimi sunarım.

**Nesibe Nur YALÇIN**  
**İstanbul-2022**

**ÖZET**  
**DÖTERYUM OKSİTİN SICAKLIK VE RADYOAKTİF**  
**STRESLERE MARUZ KALAN PASTÖRİZE YUMURTANIN**  
**AMİNO ASİT PROFİLİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN**  
**ARAŞTIRILMASI**

**Nesibe Nur YALÇIN**

Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi İsmail Hakkı TEKİNER

Şubat,2022 -113 Sayfa

Döteryum oksit ( $D_2O$ ) normal suyun doğada eser miktarda (%0.015) bulunan ve farklı fiziko-kimyasal özelliklere sahip izotopudur. Nükleer reaktörlerde reaksiyon hızı ve ısısını düzenlemek için kullanılan  $D_2O$ , biyolojik ve klinik bilimler için fırsatlar sunmaktadır. Bir amino asidin sahip olması gereken temel özellik kararlı forma sahip olmasıdır. Bu çalışmanın amacı,  $D_2O$ 'nun, sıcaklık ve radyoaktif (UV ve gama) streslere maruz bırakılan pastörize yumurta akının amino asit profili üzerine etkilerini araştırmaktır. . Bu bağlamda, 40 ml pastörize yumurta akı ve 6 ml  $D_2O$ 'lu numuneler hazırlanmıştır. Numuneler 0.22  $\mu m$  filtreden geçirilmiştir. Toplam 11 adet (kontrol numuneleri dâhil) solüsyon hazırlamış filtratlar üçerli grup halinde (a) ortalama 10 kGy/180 dk gama ışınması (b) 280-400 nm/120 dk UV ışık ve (c)61.5°C/24 saat sıcaklık streslerine maruz bırakılmıştır. Maruziyetler sonrası numuneler LC-MS/MS ile analiz edilmiştir.  $D_2O$  ilaveli numunelerde kontrol numunelerine karşı anlamlı sonuçlar elde edilmiştir ( $r_s = 0.757$ ,  $p = 0.$ ) Bu bağlamda,  $D_2O$ , polarlanabilirliği düşük olduğu için, normal suya göre dağılma kuvvetinin düşük olması ya da aminoasit yapının su molekülleri ile Van der Waals etkileşim kuvvetinin azalması ve stabilitesinin artması anlamına gelmektedir.  $D_2O$  ve biyomoleküllerin zorlu koşullarda birlikte nasıl davranacaklarının anlaşılması ve  $D_2O$ 'nun sunabileceği olası potansiyelin anlaşılması için ileri dönük araştırmalara gerek olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Döteryum Oksit, Ağır Su, Amino Asit, Pastörize Yumurta

## ABSTRACT

# INVESTIGATION OF EFFECTS OF DEUTERIUM OXIDE ON AMINO ACID PROFILE OF PASTEURIZED EGG EXPOSED TO TEMPERATURE AND RADIOACTIVE STRESSES

Nesibe Nur YALÇIN

Master, Nutrition and Dietetics

Thesis Advisor: Asst. Prof. Dr. İsmail Hakkı TEKİNER

February, 2022- 113 Pages

Deuterium oxide (D<sub>2</sub>O) is an isotope of ordinary water found in trace amounts (0.015%) in nature and has different physicochemical properties. D<sub>2</sub>O, which is used to regulate reaction rate and temperature in nuclear reactors, provides biological and clinical sciences opportunities. The main property that an amino acid should have is that it has a stable form. This study aims to investigate the effects of D<sub>2</sub>O on the amino acid profile of pasteurized egg whites exposed to heat and radioactive ultraviolet (UV) and gamma(γ) stresses. In this regard, samples containing 40 ml of pasteurized egg white and 6 ml of D<sub>2</sub>O were prepared. The samples were filtered in a 0.22 μm filter. A total of 11 (including control samples) solutions were prepared, the filtrates were exposed to (a) gamma radiation (b) 280-400 nm/120 min UV light, and (c) 61.5°C/24 h temperature stresses in three groups. The samples were analyzed with LCMS/MS after the exposures. Significant results were obtained in D<sub>2</sub>O-added samples versus control samples ( $r_s = 0.757$ ,  $p = 0.0001 < 0.01$ ) In this context, D<sub>2</sub>O, due to its low polarizability, means that its dispersion force is lower than normal water or that the Van der Waals interaction forces of the amino acid structure with water molecules decreases and its stability increases. It has been seen that further research is needed to understand how D<sub>2</sub>O and biomolecules behave together in harsh conditions and to understand the possible potential that D<sub>2</sub>O can offer.

**Keywords:** Deuterium Oxide, Heavy Water, Amino Acid, Pasteurized Egg

# İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI .....	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ.....	ii
ÖN SÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER .....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xii
İKİNCİ BÖLÜM .....	3
DÖTERYUM OKSİT, STRES FAKTÖRLERİ VE AMİNO ASİTLER .....	3
2.1 Protein Yapısı ve Özellikleri.....	3
2.1.1 Birincil (Primer) Yapı .....	3
2.1.2 İkincil (Sekonder) Yapı .....	4
2.1.3 Üçüncül (Tersiyer) Yapı.....	5
2.1.4 Kuvarter Yapı .....	5
2.2 Amino Asitlerin Yapısı ve Özellikleri .....	6
2.2.1 Alifatik R Gruplarına Sahip Amino Asitler .....	6
2.2.1.1 Glisin .....	7
2.2.1.2 Alanin.....	7
2.2.1.3 Valin.....	8
2.2.1.4 Lösin.....	8
2.2.1.5 İzolösin.....	8
2.2.2 Hidroksil R Gruplarına Sahip Aromatik Olmayan Amino Asitleri.....	9
2.2.2.1 Serin .....	9
2.2.2.2 Treonin .....	10
2.2.3 Kükürt İçeren R Gruplarına Sahip Amino Asitler.....	10
2.2.3.1 Sistein.....	10
2.2.3.2 Metiyonin .....	11
2.2.4 Asidik Amino Asitler Ve Amidler .....	11
2.2.4.1 Aspartik Asit .....	12
2.2.4.2 Asparajin .....	12
2.2.4.3 Glutamik Asit .....	13
2.2.4.4 Glutamin.....	13
2.2.5 Temel Amino Asitler.....	14
2.2.5.1 Arjinin .....	14
2.2.5.2 Lizin .....	15
2.2.5.3 Histidin.....	15

2.2.6 Aromatik Halkalara Sahip Amino Asitler .....	15
2.2.6.1 Fenilalanin.....	16
2.2.6.3 Triptofan.....	17
2.2.7 İmino Asit.....	17
2.2.7.1 Prolin.....	18
2.2.8 Amino Sülfonik Asit .....	18
Kaynak: The Medical Biochemistry Page, 2020.....	18
2.2.8.1 Taurin .....	18
2.3 Amino Asitler ve Stres Faktörlerine Karşı Davranışları .....	19
2.3.1 Sıcaklık.....	19
2.3.2 Radyasyon .....	20
2.3.2.1 $\gamma$ Işınması .....	20
2.3.2.2 UV Işıma .....	21
2.3.3 pH.....	22
2.4 Amino Asit Stabilitesine Dönük Araştırmalar .....	22
2.5 Yumurta ve Nutrisyonel Değeri .....	22
2.6 D <sub>2</sub> O ve Özellikleri.....	25
2.6.1 D <sub>2</sub> O' nun Kullanım Alanları .....	27
<b>ÜÇÜNCÜ BÖLÜM .....</b>	<b>30</b>
<b>GEREÇ VE YÖNTEM.....</b>	<b>30</b>
3.1 Gereç .....	30
3.1.1 Döteryum Oksit .....	30
3.1.2 Pastörize Sıvı Yumurta Akı.....	30
3.2 Yöntem(ler).....	30
3.2.1 Örnek Hazırlama .....	30
3.2.2 Gama Işınması Uygulaması.....	31
3.2.3 UV Işınması Maruziyeti .....	31
3.2.4 Isıl İşlem Uygulaması.....	31
3.2.5 LC-MS/MS ile AA Profili Analizi .....	32
3.2.6 İstatistik Analizler .....	34
<b>DÖRDÜNCÜ BÖLÜM .....</b>	<b>35</b>
<b>BULGULAR.....</b>	<b>35</b>
4.1 Gama Işınması Bulguları.....	35
4.1.1 Alifatik R Grubu AA Bulguları.....	35
4.1.2 Hidroksil R Grubu Aromatik Olmayan AA Bulguları .....	35
4.1.3 Kükürt İçeren R Grubu AA Bulguları .....	36
4.1.4 Asidik AA Ve Amidlerin Bulguları .....	36

4.1.5 Temel AA Bulguları.....	36
4.1.6 Aromatik Halkalara Sahip AA Bulguları .....	37
4.1.7 İmino Asit Bulguları.....	37
4.1.8 Amino Sülfonik Asit .....	38
4.2 UV Işıması Maruziyeti Sonrası Bulgular.....	38
4.2.1 Alifatik R Grubu AA Bulguları.....	38
4.2.2 Hidroksil R Grubu Aromatik Olmayan AA Bulguları .....	39
4.2.3 Kükürt İçeren R Grubu AA Bulguları .....	39
4.2.4 Asidik AA Ve Amidlerin Bulguları .....	40
4.2.5 Temel AA Bulguları.....	40
4.2.6 Aromatik Halkalara Sahip AA Bulguları .....	41
4.2.7 İmino Asit Bulguları.....	41
4.2.8 Amino Sülfonik Asit .....	42
4.3 Sıcaklık Maruziyeti Sonrası Bulgular .....	42
4.3.1 Alifatik R Grubu AA Bulguları.....	42
4.3.2 Hidroksil R Grubu Aromatik Olmayan AA Bulguları .....	43
4.3.3 Kükürt İçeren R Grubu AA Bulguları.....	43
4.3.4 Asidik AA Ve Amidlerin Bulguları .....	44
4.3.5 Temel AA Bulguları.....	44
4.3.6 Aromatik Halkalara Sahip AA Bulguları .....	45
4.3.7 İmino Asit.....	45
4.3.8 Amino Sülfonik Asit .....	46
4.4 İstatistik Bulgular .....	46
<b>BEŞİNCİ BÖLÜM .....</b>	<b>48</b>
<b>DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA .....</b>	<b>48</b>
<b>ALTINCI BÖLÜM .....</b>	<b>56</b>
<b>SONUÇ.....</b>	<b>56</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>57</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>72</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>99</b>

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1: Alifatik R Gruplarına Sahip Amino AA'ların Sembolleri ve Yapısal Formülleri .....	7
Tablo 2.2: Hidroksil R Gruplarına Sahip Aromatik Olmayan AA'ların Sembolleri ve Yapısal Formülleri .....	9
Tablo 2.3: Kükürt İçeren R Gruplarına Sahip AA'ların Sembolleri ve Yapısal Formülü .....	10
Tablo 2.4: Asidik AA'lar, Sembolleri ve Yapısal Formülleri.....	12
Tablo 2.5: Asidik AA'lar, Sembolleri ve Yapısal Formülleri.....	14
Tablo 2.6: Aromatik AA'lar, Sembolleri ve Yapısal Formülleri.....	16
Tablo 2.7: İmino Asit Sembolü ve Yapısal Formülü .....	17
Tablo 2.8: Taurin Sembolü ve Yapısal Formülü.....	18
Tablo 2.9: Yumurta Amino Asit Profili .....	24
Tablo 2.10: D <sub>2</sub> O ve H <sub>2</sub> O Fiziko-kimyasal Özellikleri .....	25
Tablo 2.11: D <sub>2</sub> O Üzerine Alanyazında Mevcut Araştırmalar .....	26
Tablo 2.12: İlaç Şirketleri, Döteryumlu İlaçlarla Yapılan Çalışmaların İlk Yayınları Ve Amerika Birleşik Devletleri Patent Başvurularındaki Farmakokinetik İyileştirmeler.....	28
Tablo 3.1: HPLC Parametreleri .....	33
Tablo 3.2:MS/MS Parametreleri .....	33

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Birincil (Primer) Yapı.....	4
Şekil 2.2: İkincil (Sekonder) Yapı .....	4
Şekil 2.3: Üçüncü l(Tersiyer) Yapı .....	5
Şekil 2.4: Dördüncül (Kuartter) Yapı.....	5
Şekil 3.1: İpay SBÜ 02 Pastörize Yumurta Beyazı (PYA).....	30
Şekil 4.1: $\gamma$ ışınması sonrası degrade olmayan glisin, valin ve alanin oranları (%).....	35
Şekil 4.2: $\gamma$ ışınması sonrası degrade olmayan treonin ve serin oranları (%) .....	35
Şekil 4.3: $\gamma$ ışınması sonrası degrade olmayan metiyonin ve sistein oranları (%).....	36
Şekil 4.4: $\gamma$ ışınması sonrası degrade olmayan metiyonin ve sistein oranları (%).....	36
Şekil 4.5: $\gamma$ ışınması sonrası degrade olmayan histidin, lizin ve arjinin oranları (%)..	37
Şekil 4.6: $\gamma$ ışınması sonrası degrade olmayan fenilalanin, triptofan ve tirozinin oranları (%) .....	37
Şekil 4.7: $\gamma$ ışınması sonrası degrade olmayan prolin oranı (%).....	38
Şekil 4.8: $\gamma$ ışınması sonrası degrade olmayan taurin oranı (%) .....	38
Şekil 4.9: UV ışınması sonrası degrade olmayan valin, alanin ve glisin oranları (%)..	39
Şekil 4.10: UV ışınması sonrası degrade olmayan treonin ve serin oranları (%) .....	39
Şekil 4.11: UV ışınması sonrası degrade olmayan metiyonin ve sistein oranları (%)..	40
Şekil 4.12: UV ışınması sonrası degrade olmayan glutamik asit ve aspartik asit oranları (%) .....	40
Şekil 4.13: UV ışınması sonrası degrade olmayan histidin, lizin ve arjinin oranları (%) .....	41
Şekil 4.14: UV ışınması sonrası degrade olmayan fenilalanin, triptofan ve tirozin oranları (%).....	41
Şekil 4.15: UV ışınması sonrası degrade olmayan prolin oranı (%).....	42
Şekil 4.16: UV ışınması sonrası degrade olmayan taurin oranı (%) .....	42
Şekil 4.17: $\Delta$ ışınması sonrası degrade olmayan glisin, valin ve alanin oranı (%).....	43

Şekil 4.18: $\Delta$ ışıması sonrası degrade olmayan treonin ve serin oranı (%).....	43
Şekil 4.19: $\Delta$ ışıması sonrası degrade olmayan metiyonin ve sistein oranı (%) .....	44
Şekil 4.20: $\Delta$ ışıması sonrası degrade olmayan glutamik asit ve aspartik asit oranı (%) .....	44
Şekil 4.21: $\Delta$ ışıması sonrası degrade olmayan histidin, lizin ve arjinin asit oranı (%) .....	45
Şekil 4.22: $\Delta$ ışıması sonrası degrade olmayan fenilalanin, triptofan ve tirozin oranı (%) .....	45
Şekil 4.23: $\Delta$ ışıması sonrası degrade olmayan prolin oranı (%).....	46
Şekil 4.24: $\Delta$ ışıması sonrası degrade olmayan taurin oranı (%) .....	46

## KISALTMALAR LİSTESİ

AA	: Amino Asit
HPLC	: Yüksek performanslı sıvı kromatografisi
IgY	: İmmüoglobulin Y
İPAY	: İzmir Pastörize Yumurta
LC-MS/MS	: Sıvı Kromatografi-Kütle Spektrometresi/Kütle Spektrometresi
NMR	: Nükleer Manyetik Rezonans
PYA	: Pastörize Yumurta Akı
PYB	: Pastörize Yumurta Beyazı
TAEK	: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
UV	: Ultraviyole
Vb	: Ve birçok
Vd	: Ve diğerleri

## SEMBOLLER

$\alpha$	: Alfa
$\beta$	: Beta
$\Delta$	: Delta
$\Upsilon$	: Gama
$^{\circ}\text{C}$	: Selsiyus
C	: Karbon
Ca	: Kalsiyum
D	: Döteryum
D <sub>2</sub> O	: Döteryum Oksit
Fe	: Demir
g	: Gram
H	: Hidrojen
H <sub>2</sub> O	: Su
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
kGy	: Kilo Gray
mg	: Miligram

Mg	: Mağnezyum
MSG	: Monosodyum Glutamat
ml	: Mililitre
nm	: Nanometre
N	: Azot
Na	: Sodyum
O	: Oksijen
rpm	: Dakikadaki Devir Sayısı
SS	: Disulfür
S	: Kükürt



# BİRİNCİ BÖLÜM

## GİRİŞ

Döteryum oksit ( $D_2O$ , Ağır su) bir adet oksijen (O) atomunun; 2 adet hidrojen (H) izotopları olan döteryum ve tiryum ile tepkimesinden oluşur.  $D_2O$  ve su ( $H_2O$ ) birbirlerinin izotopları olup, fiziko-kimyasal özellikler bakımından farklılık gösterirler (Kleemann vd., 2020).

$D_2O$ , nükleer reaktörlerde reaksiyon hızı ve ısını düzenlemekte, protein yapıların ısı (termal) şoka karşı stabilitesinin arttırmakta, bakteriler, mayalar ve küfler gibi mikroorganizmaların gelişme hızını düşürmektedir.  $D_2O$ , moleküler ve biyokimyasal analizler, morfolojik ve fizyolojik etkileşimler, biyoteknoloji, nütrisyon, *in vitro* analizler eser elementi, kanser araştırması, Nükleer Manyetik Rezonans (NMR) spektrometri solventi ve döteryumlu bileşiklerin yapay sentezinde substrat olmak gibi bazı işlevselliklere sahiptir.  $D_2O$ ,  $H_2O$  ile organizma fizyolojisi süreçlerinde benzer roller oynamaktadır. Ancak yüksek dozları toksik etki gösterebilir (University of Gothenburg, 2009; Sen vd., 2009; Gürsoy, 2010; Manzocco vd., 2012; Bil vd., 2017; Kleemann vd., 2020; Chauhan, 2020).

Proteinler çok işlevselli yapılar olup, toplam yirmi adet sıralı amino asitten (AA) oluşan ve nitrojen (N) kaynaklı biyomoleküllerdir. Proteinler, insan beslenmesinde temel makro besin öğelerinden birisidir (Schweiggert-Weisz vd., 2020).

İnsan beslenmesinden en önemli besin maddelerinden olan yumurta proteince zengindir. Özellikle yumurta beyazı proteinleri benzersiz işlevsel özelliklerinden dolayı farklı alanlarda yaygın şekilde kullanılmaktadır (Campbell vd, 2003).

Biyomoleküllerden amino asit yönünden zengin besinlerin üretimi, depolanması, nakliyesi ve saha kullanımı sırasında degradasyonu önleyecek tedbirler gereklidir. Bu konuda teknoloji tabanlı farklı işlemler ve koryucular kullanılmaktadır. Literatürde besin katkıları ve teknolojik işlemlere dair çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Son yıllarda biyoloji, sağlık, veterinerlik ve farmasötik bilimlerinde  $D_2O$ 'nun amino asitlerin stabilitesini irdeleyen çalışmalara rastlanmakla birlikte, farklı ve karmaşık yapısı olan besilerde etkilerini incelemeye dönük yeterli ve doyurucu sayıda çalışmaya rastlanmamaktadır (Singha vd., 2014; Clark vd., 2019).

Besin zinciri dünyada bilim camiasının üzerinde en çok durduğu konular arasındadır. Günümüzde yaşanan iklim değişikliği, artan nüfus, zorlu çevresel koşullar, doğal kaynakların tahribatı,  evre dengesinin bozulması ve malnütrisyon gibi Küresel sorunlar besinlerin her durumda korunması ve insanlara ulaştırılması için  oz mler geliştirmeye çalışmaktadır. İlaveten, uzay araştırmaları biliminsanlarının besinlerin nütrisyonel, sağlık, lezzet, çeşitlilik, toksite, dayanıklılık gibi farklı kıstaslar etrafında yeni (novel) teknolojiler geliştirmeleri açısından fırsatlar sunmaktadır (Pant vd., 2020; Douglas, Zwart ve Smith, 2020). Dış ortam stress rleri denilen sıcaklık farklılıkları, ultraviyole (UV) ve gama ( ) gibi radyasyon maruziyetleri biyomoleküllerin besin matrisinde nasıl korunacağı sorusunu ortaya koymaktadır. Bu noktadan hareketle, insan beslenmesinde ve besin endüstrisinde son derece önemli yeri olan yumurtanın amino asit profilinde stres faktörlerine maruziyeti durumunda degradasyon davranışının azaltılmasına dönük araştırmalara gerek duyulduğunu ifade etmek pek hatalı olmayacaktır.

Bu  alışmada, D<sub>2</sub>O' nun sıcaklık ve radyoaktif streslere maruz kalan pastörize yumurtanın AA profili üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

# İKİNCİ BÖLÜM

## DÖTERYUM OKSİT, STRES FAKTÖRLERİ VE AMİNO ASİTLER

### 2.1 Protein Yapısı ve Özellikleri

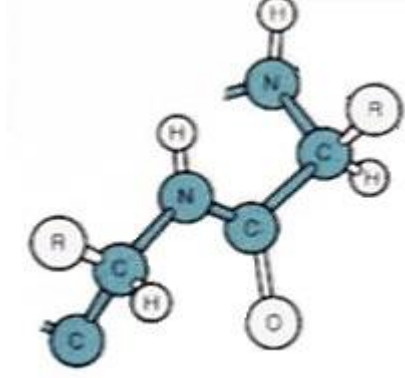
Proteinler, insan beslenmesinde gerekli temel makro besin öğeleridir. İnsan fizyoloji ve metabolik süreçlerinde gelişme, regülasyon ve onarım mekanizmaları için gereklidir. Bir proteinin beslenme kalitesinin değerlendirilmesinde AA profili belirleyici faktörlerdendir (Gürsoy, 2010; Rowe vd., 2018; Schweiggert-Weisz vd., 2020).

Proteinler, başta hayvansal olmak üzere bitkisel kaynaklı besinlerin temel işlevsel bileşenleri olup, duyuşal ve nütrisyonel özelliklerini belirlemektedirler ( Kuan vd., 2013; Li-Chan vd., 2018). Özellikle, hayvansal kaynaklı proteinler, AA bileşimleri ve yüksek sindirilebilirlikleri nedeniyle insanlar için yüksek besin değerine sahiptir. Biyolojik olarak önemli proteinlerin ve gıda proteinlerinin fonksiyonel davranışları yapılarına bağılıdır (Damodaran, 2019; Schweiggert-Weisz vd., 2020).

Proteinler,  $\alpha$ -peptid bağları yoluyla bağlanan AA'ların polimerleridir. Birincil (primer), ikincil (sekonder), üçüncül (tersiyer) ve dördüncül (kuarter) yapılar ile temsil edilirler. Proteinlerin yapısını oluşturan toplam yirmi adet AA'nın dokuzu vücut tarafından sentezlenemediği için besinler yoluyla karşılanmak durumudnadır. Esansiyel AA'lar olarak kabul edilenler: lösin, valin, izolösin, histidin, lizin, metionin, treonin, triptofan ve fenilalanindir. Ek olarak, metiyonin'den sistein ve fenilalanin'den tirozin sentezlenir (Watford vd., 2018).

#### 2.1.1 Birincil (Primer) Yapı

Protein zincirinde AA sırası birincil yapı olarak bilinir ve genetik olarak kodlanır. Protein zincirinin komşu bölgelerindeki amino grupları ve karboksil grupları arasındaki hidrojen bağı bazen belirli katlanma modellerinin oluşmasına neden olur (Wilson, 2021).



**Şekil 2.1: Birincil (Primer) Yapı**

**Kaynak:** Fidancı, 2021

### 2.1.2 İkincil (Sekonder) Yapı

Alfa ( $\alpha$ ) sarmalları ve beta ( $\beta$ ) tabakaları oluşturan polipeptit zinciri uzantıları olup, bu kararlı katlama modelleri proteinin ikincil (sekonder) yapısını oluşturur. Çoğu protein, diğer az yaygın modellere ek olarak birden fazla sarmal ve tabaka içerir (Fidancı, 2021).

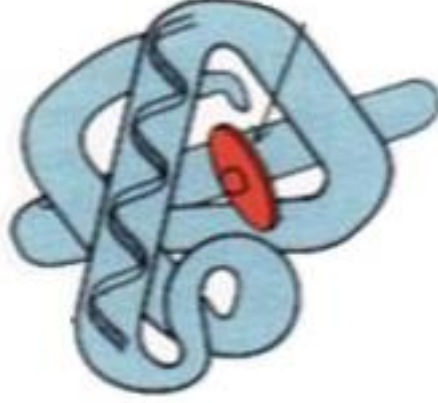


**Şekil 2.2: İkincil (Sekonder) Yapı**

**Kaynak:** Fidancı, 2021

### 2.1.3 Üçüncül (Tersiyer) Yapı

Polipeptit olarak adlandırılan tek bir lineer AA zincirindeki oluşumlar ve kıvrımlar topluluğu, bir proteinin üçüncül (tersiyer) yapısını oluşturur. Üçüncül yapıyı meydana getiren hidrojen bağlarından başka Van der Waals (London etkileşimleri) çekmeleri, iyon bağları ve disülfid bağlarıdır (Fidancı, 2021).



**Şekil 2.3: Üçüncül (Tersiyer) Yapı**

**Kaynak:** Fidancı, 2021

### 2.1.4 Kuarter Yapı

Belirli bir protein molekülü birden fazla polipeptit zincirinin bir kompleksi olarak oluşturulmuşsa, tam yapı dördüncül yapı olarak adlandırılır (Wilson, 2021). Bir proteinin kuaterner yapısı, çoklu polipeptit zincirleri veya alt birimleri olan makromoleküllere atıfta bulunur (Contents of Essentials of Cell Biology, 2014).



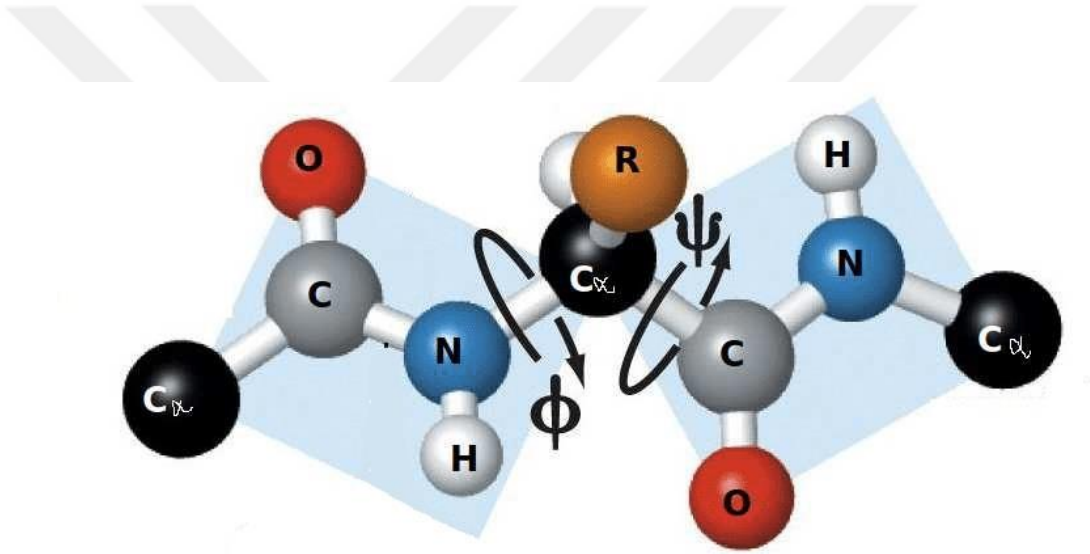
**Şekil 2.4: Dördüncül (Kuarter) Yapı**

**Kaynak:** Fidancı, 2021

## 2.2 Amino Asitlerin Yapısı ve Özellikleri

Canlı yaşamı genetik olarak kodlanmış AA'lerden oluşmaktadır. Çok sayıda kanıt AA'ların yaşamın başlangıcından önce abiyotik sentezden elde edildiğini göstermektedir (Ilardo vd., 2015).

AA, proteinlerin yapı taşlarıdır. Ayrıca birçok önemli metabolitin (pürin/pirimidinler, nörotransmitterler vb.) ve hücrel amino asit metabolizmasının ürünleridir. Yağların ve karbonhidratların aksine, protein vücutta depolanmaz. Ancak besin eksikliği durumunda kullanılır. AA'lar doku gelişimi ve onarımında kullanılır. Ayrıca, karaciğer glukoneogenezi ile enerji sağlamak için metabolik yakıt olarak kullanılır (Rose, 2019; Ma vd., 2021).



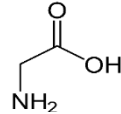
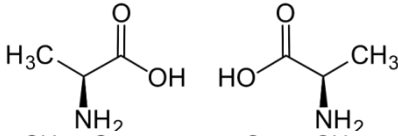
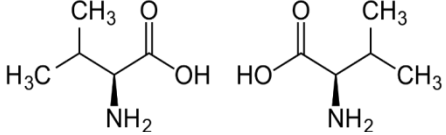
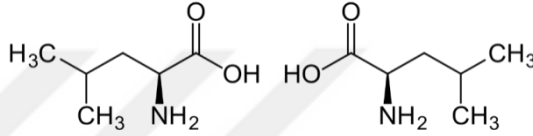
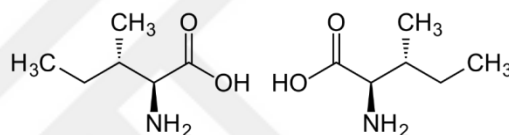
Şekil 2.5: Peptit Bağı ve AA

Kaynak: Khan ve Faiz, 2008

### 2.2.1 Alifatik R Gruplarına Sahip Amino Asitler

Alifatik R gruplarına sahip AA'lar, glisin, alanin, valin, lösin ve izolösin'dir. Tablo 2.1'de bu AA'ların yapısal formülleri ve sembolleri gösterilmektedir.

**Tablo 2.1: Alifatik R Gruplarına Sahip Amino AA'ların Sembolleri ve Yapısal Formülleri**

AA	Sembolü	Yapısal Formülü
Glisin	Gly-G	
Alanin	Ala - A	
Valin	Val - V	
Lösin	Leu - L	
İzolösin	Ile - I	

**Kaynak:** The Medical Biochemistry Page, 2020

### 2.2.1.1 Glisin

Glisin (Gly, G) yan zincir olarak bir H atomu barındıran en düşük moleküler ağırlığa sahip proteinojenik AA'dır. Proteinler için bir yapı taşı olmasının yanı sıra, glisin, glutasyon sentezi ve tek karbon metabolizmasının düzenlenmesi gibi çoklu metabolik yollar için gereklidir. Ton balığı, deniz yosunu, hindi derisi, ıspanak ve sığır eti gibi besinlerde yüksek miktarlarda bulunmaktadır (Alves vd., 2019; Tualeka vd., 2019).

### 2.2.1.2 Alanin

Alanin (Ala, A) aynı zamanda 2-aminopropanoik asit olarak adlandırılır. Protein sentezinde en sık kullanılan aminoasitlerdendir. Proteinlerin yaklaşık olarak %7,8'i alanin yapıtaşlarından oluşmaktadır. Alanin, moleküler yapısı en basit olan alifatik AA'lardan biridir. Alanin, plazmada serbest halde yüksek seviyelerde oluşan esansiyel olmayan bir AA'dır. Piruvattan transaminasyon ile üretilir.

Şeker ve asit metabolizmasında görev alır, bağışıklığı artırır, kas dokusu, beyin ve merkezi sinir sistemi için enerji sağlar. Alanince zengin besinler arasında et ve kümes hayvanları, balık, yumurta ve süt ürünleri gelmektedir (Alanine: Uses, Interactions, Mechanism of Action, 2019 ).

### **2.2.1.3 Valin**

Valin (Val – V), insanlarda lösin ile ilgili alifatik ve son derece hidrofobik esansiyel bir AA'dır. Valin, birçok proteinde bulunur, çoğunlukla üç boyutlu yapıyı belirlemeye yardımcı olan küresel proteinlerin iç kısmında bulunur. Glikojenik bir AA olan valin, zihinsel gücü, kas koordinasyonunu ve duygusal sakinliği korur. Valin soya, peynir, balık, et ve sebzelerden elde edilir. Valin takviyeleri kas büyümesi, doku onarımı ve enerji için kullanılır (NCI, 2021).

### **2.2.1.4 Lösin**

Lösin (Leu – L), proteinlerin çoğunun bileşiminde % 6-15 civarındadır. İştah ve tokluk, enerji harcaması, lipid ve glikoz metabolizması, insülin duyarlılığı, kronik inflamasyon ve diğer metabolik süreçler üzerinde etkilidir. Kas proteininin yeniden şekillenmesinde önemli roller oynamaktadır ve yetişkin insan için öğün başına 2.5 g lösin alımı idealdir. Lösin içeriği en yüksek besinler; süt bazlı proteinler (2,5 g lösin/ 25 g whey proteini), ette (2,5 g lösin/140 g yağsız sığır eti veya kemiksiz tavuk göğsü), yumurta (2,5 g lösin/5 standart yumurta) (Fidanbaş, Bilgin ve Ertan, 2015; Ulutaş ve Özgül, 2020; Zheng vd., 2021).

### **2.2.1.5 İzölösin**

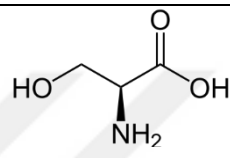
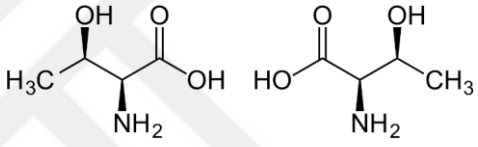
İzölösin (Ile – I), insanlarda dokuz esansiyel AA'dan biridir. Hemoglobin oluşumu, kan şekeri ve enerji seviyelerinin düzenlenmesi için gerekli olan izölösin, insanlarda kas dokularında yoğunlaşmıştır. Diyet proteinlerinde bulunur. Et, süt ve yumurta proteininde %5-6,5 oranındadır. Bitkisel kaynaklı proteinlerde yeterli miktarda bulunmamaktadır. Valin, lösin ve izölösinden elde

edilen ürünler karaciğer ve böbrek yetmezliğinde kullanılır (Saldamlı, 2007; Fidanbaş, Bilgin ve Ertan, 2015).

### 2.2.2 Hidroksil R Gruplarına Sahip Aromatik Olmayan Amino Asitleri

Hidroksil R gruplarına sahip aromatik AA'lar, serin ve treonin'dir. Tablo 2.2'de yapısal formülleri ve sembolleri ile gösterilmektedir.

**Tablo 2.2: Hidroksil R Gruplarına Sahip Aromatik Olmayan AA'ların Sembolleri ve Yapısal Formülleri**

AA	Sembolü	Yapısal Formülü
Serin	Ser – S	
Treonin	Thr – T	

**Kaynak:** The Medical Biochemistry Page, 2020

#### 2.2.2.1 Serin

Serin (Ser – S), vücut tarafından sentezlenebilen esansiyel olmayan bir AA'dır. Proteinlerin yapısında bulunur ve fonksiyonel olarak önemlidir. Bir alkol grubu ile yağların, yağ asitlerinin ve hücre zarlarının metabolizması, kas geliştirme ve sağlıklı bir bağışıklık sistemi için gereklidir. L-serin metabolizması tip 1, tip 2 ve gestasyonel diyabette değişir ve L-serin takviyeleri glukoz homeostazını ve mitokondriyal fonksiyonu iyileştirir ve nöron ölümünü azaltır. Serin, soya fasulyesi, fındık (özellikle yer fıstığı, badem ve ceviz), yumurta, nohut, mercimek, et ve deniz ürünlerinde bol miktarda bulunur (Kapalka, 2010; Holm ve Buschard, 2019).

### 2.2.2.2 Treonin

Treonin (Thr – T), insanlarda esansiyel bir AA'dır. Treonin diş minesi, kollajen ve elastin gibi birçok protein yapısında bulunur ve sinir sistemi için önemli bir rol oynar. Treonin işeriği yüksek besinler; susam, et, peynir, balık ürünleri ve mercimektir. Yetişkin birey için günlük treonin miktarı kg başına 16 mg' dır (Baker, 2005; PubChem, 2021).

### 2.2.3 Kükürt İçeren R Gruplarına Sahip Amino Asitler

Kükürt içeren R gruplarına sahip AA'lar, sistein ve metiyonin'den oluşur. Tablo 2.3'de yapısal formülleri ve sembolleri ile verilmiştir.

**Tablo 2.3: Kükürt İçeren R Gruplarına Sahip AA'ların Sembolleri ve Yapısal Formülü**

AA	Sembol	Yapısal Formülü
Sistein	Cys – C	<p>The image shows the chemical structures of Sistein and Metiyonin. Sistein is shown in two forms: one with the amino group on the left and the carboxyl group on the right, and another with the carboxyl group on the left and the amino group on the right. Metiyonin is shown in two forms: one with the methylsulfanyl group on the left and the carboxyl group on the right, and another with the methylsulfanyl group on the left and the amino group on the right.</p>
Metiyonin	Met – M	

**Kaynak:** The Medical Biochemistry Page, 2020

#### 2.2.3.1 Sistein

Sistein (Cys – C), yalnızca protein sentezi için değil aynı zamanda ana antioksidan kaynağı glutatyon için bir yapı taşı olan yarı esansiyel bir AA'dır. Özellikle metionin, tiamin, biotin, koenzim A, ve demir/kükürt (Fe/S) arasındaki dengenin kurulmasında vücut metabolizması için önemli yere sahiptir. Sistein ve hidrojen sülfür metabolizmasına birçok nörodejeneratif hastalıkta sıklıkla rastlanır. Sistein, çeşitli türlerin saç ve tırnaklarındaki ve diş iskeletindeki ana

protein olan keratinin önemli bir parçasıdır. Deri ve saç yaklaşık %10-14 oranında sistein içerir. (Paul, Sbdio ve Snyder, 2018).

Sistein sülfür içeren bileşiklerin üretiminde rol almakla beraber, redoks potansiyeli sayesinde ağır metalleri bağlayarak detoks görevi yapmakta, vücudun protein bağlarındaki kararlılığı sağlamakta ve metabolizmada ikincil metabolit olarak görev yapmaktadır. Kümes hayvanları, buğday, brokoli, yumurta, kuşkonmaz, yanı sıra sarımsak, soğan, keçiboynuzu, kırmızıbiber, sert kabuklu yemişlerin ve hububat gibi birçok gıdanın doğal yapısında bulunmakta ve vücuda bu gıdalarla eksikliğinde alınabilmektedir (Arslan, 2016).

### **2.2.3.2 Metiyonin**

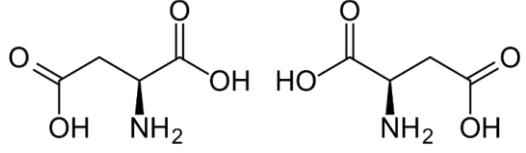
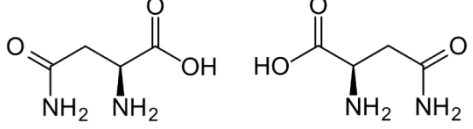
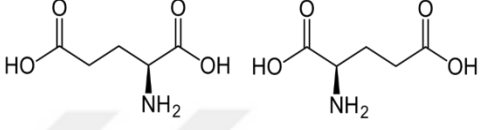
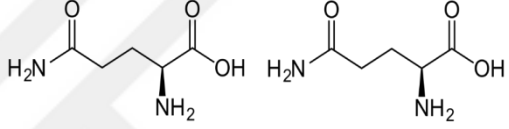
Metionin (Met – M), kükürt içeren bir aminoasittir. Fosfolipidlerin, kreatin, poliaminlerin ve karnitin sentezinde görev almaktadır. Aynı zamanda da protein sentezinde kullanılmaktadır. Metionin, karaciğerdeki apolipoprotein B-100'ün yapıtaşıdır. Çok düşük yoğunluktaki lipoproteinlerin temel bileşimi olan fosfolipidlerin sentezi için gerekli olan metil gruplarına sahiptir (Karakozak ve Ayaşan, 2010).

Nöral tüpün kapanmasında bir AA olan metiyonin kullanılmakta ve nöral tüpün kapanmamasından metiyonin eksikliği sorumlu tutulmaktadır. Vücutta normalde metiyonin sentetaz enziminin rol aldığı tepkimeyle homosistein, metiyonine dönüşmekte, bu enzimatik reaksiyon da ayrıca metiltetrahidrofolat ve kofaktör olarak da metil kobalamin gerektirmektedir. Bu aşamada folik asit kullanılmasıyla homosisteinin, metiyonine dönüşümünde metil vericisi olarak görev yapan 5-metiltetrahidrofolat sağlanarak anomalinin oluşması engellenmektedir (Budak, 2002). Hemen hemen tüm proteinlerin yapısında bulunur (et %3-5, yumurta % 1-4). Bitkisel proteinlerin önemini sınırlayan en önemli faktör, metiyoninin olmamasıdır (Fidanbaş, Bilgin ve Ertan, 2015).

### **2.2.4 Asidik Amino Asitler Ve Amidler**

Asidik AA'lar, aspartik asit, asparajin, glutamik asit ve glutamindir. Tablo 2.4'de asidik AA'lar ve amidler gösterilmektedir.

**Tablo 2.4: Asidik AA'lar, Sembolleri ve Yapısal Formülleri**

AA	Sembol	Yapısal Formülü
Aspartik Asit	Asp – D	
Asparajin	Asn – N	
Glutamik Asit	Glu – E	
Glutamin	Gln – Q	

**Kaynak:** The Medical Biochemistry Page, 2020

#### 2.2.4.1 Aspartik Asit

Aspartik asit (Asp – D), L-formunda yaygın olarak bulunan esansiyel olmayan AA'lardan biridir. Hayvanlarda ve bitkilerde, özellikle şeker kamışı ve şeker pancarında bulunur (PubChem, 2021).

Vücutta; bağışıklık sistemini güçlendirmek, hücrelerde enerji üretimini başlatmak ve kas kütlesini artırmaya yardımcı olan erkeklik hormonu olan testosteron üretimini artırır. Aspartik asit esas olarak et, balık, tavuk ve yumurta gibi protein bakımından zengin gıdalarda bulunur. (Krall vd., 2016).

#### 2.2.4.2 Asparajin

Asparajin (Asn, N), değişken yan zincir grubu (R) –CH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub> olan, proteinleri meydana getiren AA'lardan doğada en çok bulunan 20 tanesinden biridir. 1806 yılında kuşkonmaz bitkisinden elde edilmiş ilk AA'dır. Kuşkonmazda (asparagus) bol miktarda bulunduğu için adını bu bitkiden almıştır. Genellikle pek çok AAtede olduğu gibi Asparajinin de hem L- hem de D- izomeri vardır. Doğada var olan izomeri ise L-Asparajindir. L-Asparajin tüm baklagillerin

fidanlarında ve patates, sığır eti, yumurta, mandıra ürünleri gibi besinlerde de bulunmaktadır. L-Asparajin, merkezi sinir sistemi dengesinin korunması için gereklidir. Aşırı sinir ve asabiyet oluşumunu engelleyerek, yatıştırıcı özelliği vardır (Bürücü, 2018).

Gıdanın bileşimine (özellikle aminoasit, indirgen şekerler, nem) bağlı olarak yaklaşık 190-210°C'de akrilamid içeriği en üst düzeye ulaşmaktadır. Tahıl çeşitlerindeki asparajin aminoasit içeriklerinin yüksekliği akrilamidin yüksek düzeylerde oluşumuna yol açmaktadır. Tahıl çeşitlerinin bu aminoasit içerikleri bakımından değerlendirilmesi çok büyük önem taşımaktadır. Örneğin, çavdardaki asparajin içeriği genellikle buğday ve yulaftaki içeriklerden fazladır (Taşan, 2008).

#### **2.2.4.3 Glutamik Asit**

Glutamik asit (Glu – E), proteinlerin tümünün ana yapıtaşdır. Buğday gluteninde ve mısır prolaminlerinde, melasta ve soyada bulunmaktadır. Beyin metabolizmasında önemli rol oynadığından ve zekâ gücünü artırdığından dolayı “zekâ asidi” olarak bilinir (Fidanbaş, Bilgin ve Ertan, 2015).

Glutamik asit, yüksek protein içeriğine sahip gıdalarda (örneğin etler, deniz ürünleri, yahniler, çorbalar ve soslar), yosunlar, peynirler, balık sosları, soya sosları, fermente edilmiş fasulyeler ve domatestede yüksek seviyelerde bulunur. Morina balığı, havyar ve kahve glutamik asitçe zengin besinlerdir. Sodyum (Na), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) gibi glutamik asit tuzları, bazı gıdalara veya soslara lezzet arttırıcı olarak eklenebilir. Yutulduğunda, monosodyum glutamat (MSG) ve diğer glutamat tuzları ayrıştırır ve serbest glutamat açığa çıkarır (Briguglio vd., 2018).

#### **2.2.4.4 Glutamin**

Glutamin (Gln – Q), organizmada bulunan diğer serbest AA'larla karşılaştırıldığında, kan plazmasında miktar olarak en fazla bulunan AA'dır. Glutamin, iskelet kası, akciğerler ve yağ dokusunda sentezlenir. Yakın zamanlarda ortaya çıkmış net glutamin sentezi ve salınım bölgesi adipoz dokudur.

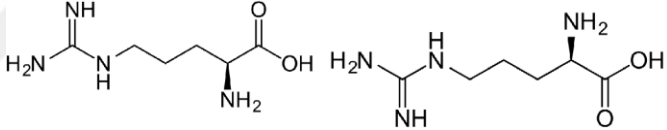
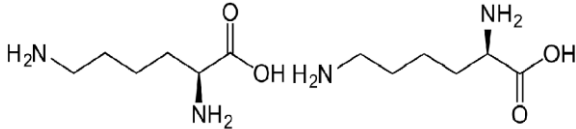
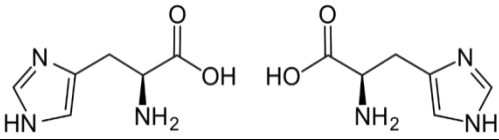
Glutamin böbrek, bağırsak, karaciğer, kalp, nöronlar, lenfositler, makrofajlar, nötrofiller, pankreas  $\beta$ -hücreleri ve beyaz adipositler gibi çeşitli organ ve hücrelerin işlevlerinin sürdürülmesinde önemli bir rol oynar (Aydoğdu, 2019).

Glutamin kanser hücrelerinde de birçok aracı metabolizmayı düzenleyen çok yönlü bir besin ögesidir. Glutamin, hem bitkisel hem de hayvansal protein içeren gıdalarda diğer A.A'lara göre yüksek konsantrasyonlarda bulunur (Çalapkorur ve Akbulut, 2019).

## 2.2.5 Temel Amino Asitler

Temel AA'lar, arjinin, lizin ve histidin'dir. Tablo 2.5'de bu AA'lar gösterilmektedir.

**Tablo 2.5: Asidik AA'lar, Sembolleri ve Yapısal Formülleri**

AA	Sembolü	Yapısal Formülü
Arjinin	Arg – R	
Lizin	Lys – K	
Histidin	His – H	

**Kaynak:** The Medical Biochemistry Page, 2020

### 2.2.5.1 Arjinin

Arjinin (Arg – R), yaşlılık, erken doğum ve ağır egzersiz gibi durumlarda vücut tarafından sentezlenemez. Bu sebepten esansiyel AA olarak sınıflandırılır (Bardakçı, 2019). Arjinin'in nitrik oksit sentezindeki rolü ve nitrik oksitin de vasküler tonustaki rolü nedeniyle “kronik kalp ve damar hastalığı olan kişilerin egzersiz kapasitesini iyileştirebilir” denilmektedir. Arjinince zengin besinler

arasında et, buğday, süt, pirinç, mısır, soya ve sert kabuklu yemişler bulunmaktadır (Tong ve Barbul, 2004; Health Canada, 2010).

#### **2.2.5.2 Lizin**

Lizin (Lys – K), çoğu proteinde bulunur ve toplam AA içeriğinin %6'sını oluşturabilir. Yan zincirdeki yüksek nükleofilik birincil amin'dir. Elektrofilik reaktiflere karşı aktifleştirilmeye gerek kalmadan çok reaktiftir. Kas, süt ve yumurta proteinlerinde bol miktarda bulunur. Ancak, tahıl ve bitkisel kaynaklı proteinlerinde düşük düzeydedir. Günlük lizin ihtiyacı yetişkinlerde 20-30 mg/kg iken, çocuklarda 90 mg/kg'dır (Fidanbaş, Bilgin ve Ertan, 2015; Fernandes vd., 2018).

#### **2.2.5.3 Histidin**

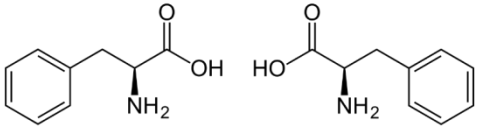
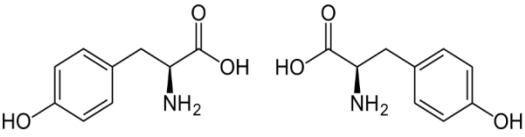
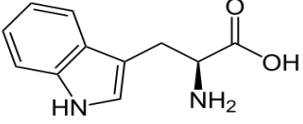
Histidin (His – H), esansiyel AA'lardandır. Vücutta doku gelişimi ve korunmasında görevlidir. Histidin vücutta bulunması gereken düzeyi aşarsa şizofreni, ihtiyaçtan düşük oranda bulunursa eklem rahatsızlıkları görülebilmektedir. Histidinin yapısında bulunan fonksiyonel gruplar vücuttan ağır metallerin uzaklaştırılmasında yardımcı rol oynamaktadır (Keskin, Keskin ve Özdemir, 2011).

Histamin, romatoid tedavisi, kronik böbrek yetmezliği, atopik dermatit, ülser, inflamatuvar barsak hastalığı, diyabet, yaşlanma, nörolojik bozukluklar, artrit ve anemi rahatsızlığı olan hastaların tedavisinde kullanılmaktadır. Günlük histamin alım miktarı yetişkin kişi için 1-4 g arasında değişmektedir. Histidin kırmızı ve beyaz ette, yumurta ve tahıl ürünlerinde (çavdar) yüksek miktarda bulunmaktadır (Holeček ve Vodeničarovová, 2018).

#### **2.2.6 Aromatik Halkalara Sahip Amino Asitler**

Aromatik halkalara sahip AA'lar, fenilalanin, triptofan ve tirozin'dir. Tablo 2.6'da bu AA'lar gösterilmektedir.

**Tablo 2.6: Aromatik AA'lar, Sembolleri ve Yapısal Formülleri**

AA	Sembol	Yapısal Formülü
Fenilalanin	Phe – F	
Tirozin	Tyr – Y	
Triptofan	Trp – W	

**Kaynak:** The Medical Biochemistry Page, 2020

### 2.2.6.1 Fenilalanin

Fenilalanin (Phe – F), D-fenilalanin (D-Phe) ve L-fenilalanin (L-Phe) iki izomerik formda bulunan bir alfa-amino asitidir. Her iki enantiyomerin farmakolojik aktiviteler ve biyolojik doğasının farklılıklarından dolayı, spesifik tedavi kullanımları için onların saf formlarının kullanımı önemlidir (Akgönüllü, 2013).

Fenilalanin proteinlerin tümünde % 4-5 oranında bulunur. Fenilalanin organizmada tirozine dönüşür ancak bazı bireylerde, fenilalanini tirozine dönüştüren enzim eksikliği Fenilketonuri rahatsızlığına sebep olmaktadır. Et, deniz ürünleri, yumurta, süt ve süt ürünleri ile baklagiller fenilalanin yönünden zengin besinlerdir (Fidanbaş, Bilgin ve Ertan, 2015).

### 2.2.6.2 Tirozin

Tirozin (Tyr – Y), esansiyel AA olmadığından beslenme ile dışarıdan alınabilir veya vücut tarafından sentezlenebilir. Tirozin; katekolaminlerin, melanin ve tiroid hormonlarının üretilmesinde temel AA'dır. İnsan metabolizmasında önemli rol oynadığından eksikliği durumunda ciddi fizyolojik olumsuz etkileri vardır. Tirozinden üretilen hormonlar; tiroksin ve triiyodotironindir. Her iki hormon da dokularda metabolizmayı uyarır. Tirozin süt proteini olan kazeinde bulunur.

Peynir, süt ürünleri, et ürünleri tirozin açısından zengin besinlerdir (D'Andrea vd., 2013; Fernandes vd.,2018).

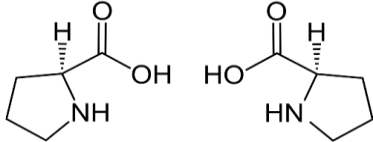
### 2.2.6.3 Triptofan

Triptofan (Trp – W), esansiyel AA'lardandır. Triptofan, insan metabolizmasında nöroimmünolojik sinyallerde görevli moleküllere dönüşmektedir. Diyetle alınan triptofanın birçok hastalığın (enflamatuvar bağırsak hastalığı, otizm, depresyon, kardiyovasküler hastalık, bilişsel işlev, kronik böbrek hastalığı, multipl skleroz, sosyal fonksiyon ve mikrobiyal enfeksiyonlar) tedavisine katkıda bulunmaktadır. Yetişkin kişi için günlük tüketilmesi önerilen triptofan miktarı 5 mg/kg'dır. Soya fasülyesi, kabuklu yemiş, pirinç, kabak çekirdeği, susam, buğday ve mısır gibi tahılların tüketimi vücutta triptofan seviyesini arttırmakta, kanda ve karaciğerde birçok enzimatik reaksiyonun etkinleşmesine olanak sağlamaktadır. Beyaz et, yumurta, tahıl ürünlerinde (avdar) yüksek miktarda bulunmaktadır (Palego vd., 2016; Holeek ve Vodeniarovov, 2018; Friedman, 2018).

### 2.2.7 İmino Asit

İmino asit prolin'dir. Tablo 2.7'de prolinin smbol ve yapısal formülü gösterilmektedir.

**Tablo 2.7: İmino Asit Sembolü ve Yapısal Formülü**

AA	Sembolü	Yapısal Formülü
Prolin	Pro – P	

**Kaynak:** The Medical Biochemistry Page, 2020

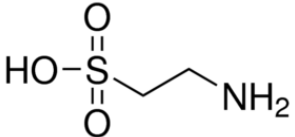
### 2.2.7.1 Prolin

Prolin (Pro – P), yan zincirin alisiklik olduğu tek proteinojenik AA'dır. Bu, aromatik olmayan bir halka oluşturduğu anlamına gelmektedir. N atomu iki C atomu ile bağ oluşturduğundan prolin bir AA'dan çok bir imino asit karakteri sergilemektedir. Diğer AA'ların amino ve karboksil grupları hidrojen bağları oluşturabilirken, prolin'deki imino grubu proteinler ile bütünleşebildiği için bunu başaramaz. Bu nedenle, prolin,  $\alpha$  sarmallarını desteklemez ve sarmal kırıcı olarak adlandırılır. Prolin yönünden zengin besinler arasında yumurta akı, süt ve süt ürünleri, lahana ve mantar gelmektedir (Behre vd., 2012).

### 2.2.8 Amino Sülfonik Asit

Amino sülfonik asit taurindir. Tablo 2.8'de taurinin sembolü ve yapısal formülü gösterilmektedir.

**Tablo 2.8: Taurin Sembolü ve Yapısal Formülü**

AA	Sembolü	Yapısal Formülü
Taurin	Tau	

**Kaynak:** The Medical Biochemistry Page, 2020

#### 2.2.8.1 Taurin

Taurin (Tau) bir sülfonik asittir. Taurin anne sütünde yüksek konsantrasyonlarda bulunur ve çocuğun beyin gelişimi için büyük önem taşır. Enerji içecekleri yaklaşık 441 mg/100 g taurin içerir. Taurin yönünden zengin besinler arasında et, kümes hayvanları, balık ve özellikle deniz ürünleri gelmektedir (Friedrichsen, 2016; Sewell, 2019).

## 2.3 Amino Asitler ve Stres Faktörlerine Karşı Davranışları

### 2.3.1 Sıcaklık

Protein denatürasyon, bir proteinin doğal durumundan daha düzensiz bir konformasyona, denatüre edici koşullara bağlı olarak kısmen veya tamamen açılmasıyla sonuçlanan bir konformasyonel geçişi ifade eder. Bu geçiş genellikle birinci mertebededir ve termal denatürasyon için genellikle erimiş globül benzeri bir yapı ile sonuçlanır. Termal denatürasyona enzimatik inaktivasyon eşlik eder, ancak denatürasyonun açılma karakteristiği olmadan termal inaktivasyon meydana gelebilir. Bu nedenle, protein denatürasyonunu saptamanın en doğrudan ve güvenilir yolu, protein konformasyonuna duyarlı bir parametreyi izlemektir (Lepock, 2005).

'Protein stabilitesi' terimi, polipeptit zincirin kimyasal ve üç boyutlu yapısının korunmasını ifade eder. Denatürasyon ve stabilite birbirine bağlıdır, çünkü bir proteinin doğal yapısını kırmak, onun stabilitesini ölçmenin tek yoludur (Jaenicke, 1991).

Bu inceleme bağlamında, "protein stabilitesi", katlanmış ve katlanmamış proteinin serbest enerjisi arasındaki fark anlamına gelir. Protein stabilitesi, katlanmış proteinin stabilitesini artırarak veya katlanmamış şeklin stabilitesini azaltarak veya her ikisinin bir kombinasyonu ile geliştirilebilir. Ortak serbestlik derecelerini kısıtlayan veya artıran mutasyonlar, açılmamış durumun serbest enerjisini değiştirebilir (Matthews, 1993).

Protein yapıların termal stabilitenin arttırılmasının avantajları bulunmaktadır. Orta sıcaklıklarda (57-63°C) kısa süreli ısıtma, protein molekülünün açılmasına neden olurken, daha yüksek sıcaklıklarda uzun süreli işlem ise protein unsurda geri dönüşü olmayan degradasyona yol açar. Sonuncusu, agregasyon, peptit bağı hidrolizi, asparajin kalıntılarının deamidasyonu, disülfid değişim reaksiyonları olan veya olmayan "karışık" yapıların oluşumu ve prostetik grubun ayrışması gibi bir dizi işlemi içerebilir (Gupta, 1991).

Tavuk etinde ısı işlemin treonin, tirozin ve fenilalanin de azalmaya sebep olduğu ve degradasyona yol açtığı bildirilmektedir (El-Tarabany vd., 2021).

Proteinler ve tersiyer yapısında stabilite sağlayabilmek için güçlü hidrojen bağlarına ihtiyaç duyarlar. Döteryum ile hidrojen bağı, sıradan hidrojen bağından daha güçlüdür (Pica vd., 2017).

Proteinler D<sub>2</sub>O ortamında (H<sub>2</sub>O'ya göre) daha kompakt (düşük esneklik) hale gelmektedir (Clark vd., 2019). D<sub>2</sub>O, polarlanabilirliği az (elektron göçü daha zor) olduğu için, normal suya göre dağılma kuvveti de düşüktür. Bu ise protein molekülünün çözücü ortamda bulunmamasını sağlar. Bir diğer ifadeyle, D<sub>2</sub>O ortamı, protein moleküllerinin H<sub>2</sub>O molekülleri ile Van der Waals etkileşim kuvvetinin azalması demektir. Bu azalış D<sub>2</sub>O'nun protein yapıların stabilitesinin arttırılması sonuçlu etkisini açıklayabilmektedir (Pica vd., 2017; Krishnamurthy vd., 2021).

### **2.3.2 Radyasyon**

Bir atomun yüksek enerjili çekirdeğinin elektromanyetik radyasyon yayması radyoaktivite olarak tanımlanır. Radyasyon, iyonlaştırıcı olmayan radyasyon (radyo dalgaları, görünür ışık ve ısı) ve bir atomu iyonize etmek için yeterli enerjiye sahip iyonlaştırıcı radyasyon olarak ikiye ayrılabilir. Hem iyonlaştırıcı hem de iyonlaştırıcı olmayan radyasyon organizmalar için zararlı olabilir, ancak iyonlaştırıcı radyasyon daha zararlıdır çünkü üretilen iyonlar doğrudan DNA'ya ve diğer moleküllere zarar verebilir (Møller ve Mousseau, 2012; Seriner, 2016).

Bu elektromanyetik radyasyonlardan biri ultraviyole (UV)'dir. UV radyasyon, dalga boylarına ve enerjilerine göre değişen üç tip dalga içerir: UV-C (100 –280 nm), UV-B (280 –320 nm) ve UV-A (320 – 390 nm). UV-C en yüksek enerji seviyesine sahiptir ve ultraviyole radyasyonun en tehlikeli kısmıdır. Bir diğer radyasyon türü de gama (γ)'dir. Gama radyasyonu bir tür iyonlaştırıcı radyasyondur ve makromoleküllerin yapısını ve özelliklerini değiştirmek için yaygın olarak kullanılır (Khan vd., 2013; Seven vd., 2015; Harrell vd., 2018; Ghorab vd, 2020; Nassour ve Ayash, 2021)

#### **2.3.2.1 γ Işınması**

Yapılan bir çalışmada atmosferik koşullarda yüksek gama dozuna, 399 krad, maruz bırakılan proteinojenik ve proteinojenik olmayan amino asitlerin çoğunun

neredeyse tamamen bozulduğu gözlemlenmiştir. Ortam atmosferik koşullarında daha düşük gama dozu, 3.99 krad'da; yüksek gama dozundan iki kat daha azdı ve bu dozda, test edilen tüm amino asitlerin önemli ölçüde (>%80 bozulmamış) stabiliteyi koruduğu görüldü. Phe ve Trp'nin flor ile işlevselleştirilmesi, proteinojenik Phe ve Trp ile karşılaştırıldığında bu proteinojenik olmayan amino asitlerin gama ışınmasına karşı stabilitesini biraz arttırdığı gözlemlendi. Benzer şekilde, Tyr ve Trp'nin amino- ve hidroksil-fonksiyonelizasyonu da bu proteinojenik olmayan amino asitlerin stabilitesini proteinojenik Tyr ve Trp ile karşılaştırıldığında 3.99 krad gama ışınmasına karşı biraz arttırdı. Ancak artan stabilite, %2 ila %12 arasında değişen küçük bir artışı (Rowe vd., 2018).

### **2.3.2.2 UV Işıma**

4,5 milyar yıllık moleküler evrim boyunca, aromatik kalıntılar (Trp, Tyr ve Phe) ve disülfür köprüleri (SS) arasındaki uzamsal yakınlığı korumak için proteinler evrimleşmiştir. Aromatik kalıntılar, protein dünyasında UV ışığını (~250-298 nm) yakalayabilen nanoboyutlu antenlerdir. UV ışığı ile uyarıldığında, protein yapıları üzerinde zararlı etkileri olması muhtemel fotokimyasal yollara girebilirler. Bununla birlikte, proteinlerdeki disülfid köprüleri, aromatik kalıntıların uyarılmış halinin mükemmel söndürücüleridir ve bu şekilde protein stabilitesine ve aktivitesine katkıda bulunur. Aromatik kalıntıların UV ışığı ile uyarılmasının, yan zincirlerinden elektron atılımını tetiklediği bilinmektedir. Lizozim üzerindeki flaş fotoliz deneylerinde, lizozimin UV uyarımı üzerine ilk fotoürünlerin, foto-oksitlenmiş triptofan tortusu, solvatlanmış elektronlar ve sistin tortusu (disülfid köprüsü) elektron eklentisi olduğu gösterilmiştir. Daha yakın tarihli bir makalede, bir model sistem üzerinde yapılan deneyler, hızlı elektron transferinin, triptofan üçlü durumu ve yakındaki bir disülfür köprüsü arasındaki doğrudan elektron transferi ile tutarlı olduğunu göstermiştir. Bu işlem, yukarıda gösterildiği gibi yine disülfür köprüsünün kırılmasıyla sonuçlanabilecek bir RSSR- radikali ile sonuçlanacaktır (Vass vd., 2000).

### 2.3.3 pH

Amino asitler amfoteriktir. Bir diğeri ifadeyle, asit veya baz olarak davranabilirler. İzoelektrik nokta, bir amino asidin zwitterion olarak bulunduğu pH'sıdır. Bir zwitterion, bir amino asidin dipolar iyonik formudur. Bu, amino grubuna bağlanan karboksil grubundan bir hidrojen iyonu (H<sup>+</sup>) tarafından oluşturulur. pH izoelektrik noktadan daha düşükse (asidik koşullarda) amino asit bir baz görevi görür ve amino grubunda bir proton alır. pH, (alkali koşullarda) izoelektrik noktadan daha yüksekse, amino asit bir asit gibi davranır ve karboksil grubundan bir proton bağlar. Bu ona negatif bir yük verir. (Libretexts, 2021).

### 2.4 Amino Asit Stabilitesine Dönük Araştırmalar

Farmasötiklerde amino asit stabilitesi çok çeşitli uygulamalarda gereklidir. Proteinlerin çoğu, etkili biyokatalizörler, biyosensörler ve terapötiklerde orta düzeyde stabiliteye sahiptir (Golovanov vd., 2004; Rockah-Shmuel vd., 2015).

Stabilite, protein üretiminde verimi artırma ve raf ömrünü uzatma ile çözümlerde çözünürlüğü iyileştirmek için gereklidir. Benzer şekilde, artırılmış stabilite, rekasyon kinetiğini hızlandırmakta ve mikroorganizmaların inhibisyonunda önemli olumlu roller oynamaktadır (Bommarius ve Paye, 2013; Boulet-Audet vd., 2014).

Bir proteinin fizikokimyasal özellikleri ve aktivitesini başarılı şekilde manipüle etmek için genellikle termodinamik olarak kararlı bir protein iskele gerekir. Bununla birlikte, protein stabilitesini arttıracak tek bir strateji bulunmamaktadır (Chandler vd., 2020).

Bazı AA'lar -80°C ila 22°C'lerde 24 saat inkübe edildikten sonra önemli ölçüde değiştiği gözlemlenmiştir. 3-metilhistidin, alanin, aspartat, glisin, glutamat, lösin, fenilalanin, prolin, triptofan, valin ve histidinin 24 saat sonunda önemli ölçüde arttığı. taurin ve lizinin daha yüksek seviyelere çıktığı, sistin, fosfoetanolamin, β-alanin ve serinin ise azaldığı görülmüştür (An vd., 2021).

### 2.5 Yumurta ve Nütrisyonel Değeri

Yumurta, din ve etnik grup gözetmeksizin tüm dünyada kullanılan az sayıdaki gıdadan biridir. Tavuk yumurtası, doğada bulunan mükemmel korunmuş biyolojik ürünlerden biridir ve aynı zamanda en iyi protein, lipid, vitamin ve mineral kaynağı olarak kabul

edilir. Bununla birlikte, yumurtaların besinsel faydaları iyi bilinmektedir. Yumurtalar ayrıca köpürme, emülsifiye etme ve benzersiz bir renk ve tat gibi birçok gıda ürününde önemli olan birçok fonksiyonel özelliğe sahiptir (Abeyrathne vd., 2013).

Yumurtalar, insanlara özel sağlık yararları sunan oldukça besleyici bir besin kaynağıdır. Yumurtaların proteinler, lipidler, vitaminler, mineraller ve büyüme faktörleri dahil olmak üzere gelişmekte olan bir embriyoyu sürdürmek için gerekli tüm besin maddelerini içerdiği iyi bilinmektedir. Ayrıca yumurta, biyolojik değeri yüksek mükemmel bir protein kaynağıdır. Bir dizi çalışma, yumurta proteinlerinin antioksidan, antimikrobiyal ve antihipertansif özellikler dahil olmak üzere birçok önemli biyolojik aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir. Yumurta akı ve yumurta sarısı, ovalbümin, ovotransferrin, ovomucin, ovomukoid, lizozim, IgY ve fosvitin gibi proteinler açısından zengindir. Yumurta proteinlerinin yeni fonksiyonel aktivitelerini belirlemek ve bu proteinlerden fonksiyonel peptitler üretmek için birçok çalışma yapılmıştır (Lee ve Paik, 2019).

Yumurtalar 3 ana bileşenden oluşur: yumurta kabuğu (%9-12), yumurta akı (%60) ve yumurta sarısı (%30-33). Bütün yumurtada H<sub>2</sub>O (%75), proteinler (%12), lipidler (%12) ve karbonhidrat ve minerallerden oluşur (Abeyrathne vd., 2013).

Yumurta akı, yumurtanın toplam ağırlığının yaklaşık %60'ını oluşturur. H<sub>2</sub>O ve proteinler, yumurta beyazının ana bileşenleri olup, sırasıyla kabaca %88 ve %10,4'tür. Karbonhidratlar, lipidler ve mineraller küçük bileşenlerdir (%1'den az). Yumurta akı, ovalbümin en bol (% 54), ardından ovotransferrin (% 12), ovomukoid (% 11), ovoglobulin (% 4), ovomusin (% 3.5), lizozim (% 3.4) olmak üzere çeşitli proteinlerden oluşur. , ovomakroglobulin (%0,5) ve diğer, daha az miktarda bulunan proteinler. Yumurta akı eser miktarda lipid (%0.02) içerir ve kükürt, potasyum, sodyum, klor, fosfor, kalsiyum, magnezyum ve demir gibi mineralleri içerir. Karbonhidratlar yumurta beyazında hem serbest (yumurta beyazının %0,4'ü) hem de bağlı (yumurta beyazının %0,5'i) formda bulunur. Yumurta beyazındaki serbest karbonhidratların çoğunluğunu (%98) glikoz oluşturur (Lee ve Paik, 2019).

Gıdaların protein içeriği önemli ölçüde değişir, ancak genel olarak hayvansal kaynaklar, bitkisel gıda maddeleriyle karşılaştırıldığında hem protein miktarı hem

de kalitesi açısından daha üstün olma eğilimindedir. Et, yumurta ve sütün tümü, yüksek kaliteli proteinin mükemmel kaynakları olarak kabul edilir ve yumurta proteini, diğer gıda maddelerinin vazgeçilmez amino asit profilinin karşılaştırıldığı ideal (tam) protein olarak sıklıkla alınır (Watford vd., 2018).

Yumurta akı, esansiyel amino asitler açısından zengin (Tablo 2.9) ve dikkate değer besin değeri taşıyan en iyi bilinen protein kaynaklarından biridir, bu nedenle uzun süredir referans proteinler olarak incelenmektedir. Ayrıca yumurta türevi ürünlerin uluslararası pazarda pazarlanması büyük önem kazanmıştır (Nasabi vd., 2017).

**Tablo 2.9: Yumurta Amino Asit Profili**

AA (g/100g)	Likit Yumurta		
	Bütün yumurta	Yumurta Sarısı	Yumurta Beyazı
Alanine	0.72	0.811	0.658
Arjinin	0.812	1.091	0.625
Aspartik Asit	1.302	1.503	1.159
Sistin	0.288	0.274	0.288
Glutamik Asit	1.649	1.942	1.48
Glisine	0.432	0.476	0.391
Histidin	0.322	0.399	0.263
Izolösin	0.661	0.78	0.559
Lösin	1.11	1.351	0.936
Lizin	0.929	1.182	0.76
Metiyonin	0.4	0.375	0.396
Fenilalanin	0.675	0.689	0.658
Prolin	0.497	0.615	0.409
Serin	0.983	1.301	0.797
Treonin	0.555	0.706	0.453
Triptofan	0.192	0.223	0.176
Tirozin	0.535	0.682	0.446
Valin	0.816	0.908	0.73

**Kaynak:** Nutrient Composition Tables, 2020

## 2.6 D<sub>2</sub>O ve Özellikleri

İlk defa 1930'lu yıllarda 2.Dünya Savaşı sırasında keşfedilen D<sub>2</sub>O endüstri, biyoloji ve tıp alanlarında büyük bir ilgi uyandırmıştır. D<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O' dan daha viskoz olup, erime ve kaynama sıcaklık değerleri ise daha yüksektir. D<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O ile karşılaştırıldığında 2600 kat daha yüksek nötron yavaşlatıcısıdır. D<sub>2</sub>O, nükleer reaktörlerde reaksiyon hızı ve ısınısını düzenlemek için kullanılmaktadır (Bila vd. 2017).

D<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O'dan ağır olduğu için bu durum bazı fiziko-kimyasal özelliklerin değişmesine yol açmaktadır. Ayrıca, D<sub>2</sub>O'nun ışık soğurma kapasitesi normal H<sub>2</sub>O'dan daha düşüktür. Organizmaların D<sub>2</sub>O'ya farklı tepkiler verdikleri bilinmektedir. Bazı algler, bakteriler, mayalar ve küfler %100 D<sub>2</sub>O'dan oluşan ortamlarda daha yavaş büyüme göstermekte ve fenotipik değişiklikler gerçekleşmektedir (Kleemann vd., 2020).

D<sub>2</sub>O ve H<sub>2</sub>O'nun karşılaştırmalı fiziko-kimyasal Özellikleri Tablo 2.10'da sunulmaktadır.

**Tablo 2.10: D<sub>2</sub>O ve H<sub>2</sub>O Fiziko-kimyasal Özellikleri**

Özellik	D <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O
Erime Noktası (°C)	3.82	0.00
Kaynama Noktası (°C)	101.72	100.0
Yoğunluk (°C)	1.1056	0.9982
Maksimum Yoğunluk Sıcaklığı (°C)	11.6	4.0
Viskozite (20 °C, cp)	1.25	1.005
Yüzey Gerilimi (25°C, dyn.cm)	71.83	71.97
Füzyon Entalpisi (kal/mol)	1515	1436
Buharlaşma Entalpisi (kal/mol)	10.864	10.515

**Kaynak:** Sen vd., 2009

D<sub>2</sub>O'nun uygulama potansiyelinin araştırıldığı bazı çalışmalar Tablo 2.11'de sunulmaktadır.

**Tablo 2.11: D<sub>2</sub>O Üzerine Alanyazında Mevcut Araştırmalar**

<b>Makale Başlığı</b>	<b>Referans</b>	<b>Açıklama</b>
Some X-Ray Diffraction Spectra and Characteristic Properties of Deuterium Oxide Inorganic Compounds	Chan ve Johnson (1971)	-
Fructose-induced hypertension, hypertriglyceridemia and elevated cytosolic calcium in rats: prevention by deuterium oxide	Vasdev vd. (1994)	%5 D <sub>2</sub> O'lu H <sub>2</sub> O tüketen ratlarda; fruktoz ile verilen D <sub>2</sub> O' nun, yüksek tansiyon gelişimini engellemiştir.
Effects of Deuterium Oxide on the Oxidative Stability and Change of Headspace Volatiles of Corn Oil	Kim, Kim ve Lee (2014)	D <sub>2</sub> O' nun, mısır yağlarında lipid oksidasyonu hızlandırdığı ve uçucu organik bileşikler oluşurmaya katkı sağlamıştır.
Effects of deuterium oxide on formation of volatiles in linoleic acid model systems at different temperatures and oxygen limitation conditions	Oh vd. (2015)	D <sub>2</sub> O'nun lipid oksidasyonu hızlandırmıştır.
Effects of $\alpha$ -tocopherol on the oxidative stability and incorporation of deuterium in volatiles from a linoleic acid-deuterium model system	Oh vd. (2016)	D <sub>2</sub> O' nun linoleik asit oksidasyonunu hızlandırmıştır.
Oxidative Stability and Volatile Formations in Linoleic Acid- D <sub>2</sub> O Models in the Presence of Deuteron or Electron Donors	Oh vd. (2017)	D <sub>2</sub> O'de asetik asit ve TDAE içeren numunelerin oksidatif stabilitesi döteryumsuz H <sub>2</sub> O'dakinden düşük çıkmıştır.
Design and Validation of In-Source Atmospheric Pressure Photoionization Hydrogen/Deuterium Exchange Mass Spectrometry with Continuous Feeding of D <sub>2</sub> O	Acter vd. (2017)	-

**Tablo 2.11: ( devamı) D<sub>2</sub>O Üzerine Alanyazında Mevcut Araştırmalar**

<b>Makale Başlığı</b>	<b>Referans</b>	<b>Açıklama</b>
Applications of deuterium oxide in human health	Bila vd. (2017)	D <sub>2</sub> O'nun sağlık, teknoloji ve endüstride kullanım potansiyeli olduğu görülmüştür.
Volatile profiles and involvement step of moisture in bulk oils during oxidation by action of deuterium oxide (D <sub>2</sub> O)	Lee vd. (2018)	D <sub>2</sub> O'lu mısır yağının nem içeriği H <sub>2</sub> O'lu mısır yağının nem içeriğinden düşük olup, nem oranı ve lipid oksidasyonu ile uçucu bileşikler açığa çıkışı arasında ilişki belirlenmiştir.
The influence of heavy water as a solvent on the spontaneous oscillatory reactions of $\alpha$ -amino acids	Godziek vd. (2018)	D <sub>2</sub> O, peptit çözeltilerinde kendiliğinden gerçekleşen reaksiyonları engellemiştir.
Impact of D <sub>2</sub> O on the peptidization of L-methionine	Fulczyk vd. (2019)	D <sub>2</sub> O, L-metiyoninin salınımlı peptidizasyonunu önlemiştir.
Deuterium and its impact on living organisms	Kselíková, Vítová ve Bišová (2019)	D <sub>2</sub> O, döteryumlu ilaçlarda ve biyoteknolojide uygulama potansiyeline sahiptir.
An Animal Able To Tolerate D <sub>2</sub> O	de Carli vd. (2021)	D <sub>2</sub> O yüksek konsantrasyonlarda çok hücreli organizmalarda toksik etki göstermiştir.

**Kaynak:** NCBI - Springer Nature References, 2021

Alanyazında mevcut diğer bilgilere bakıldığında, D<sub>2</sub>O'nun protein yapının rijitliğini arttırdığını (Cioni ve Strambini, 2002), biyomoleküllerde “çözücü izotop etkisi” ve “döteryum izotop etkisi”d olması, C–D bağının C–H bağına göre yaklaşık 10 kat daha güçlü, bu sebeple kimyasal veya enzimik bölünmeye karşı daha dirençli olması (Kushner vd., 1999) ve proteine denatürasyona karşı koruma sağladığı ve hücre termostabilitesini arttırdığı gözlemlenmiştir (Sen vd., 2009).

### 2.6.1 D<sub>2</sub>O' nun Kullanım Alanları

Döteryumlu bileşikler spektrofotometrik çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Sen vd., 2009). Ayrıca, moleküler ve biyokimyasal analizlerde

izotopik izleyici olarak (Chauhan, 2020), morfolojik ve fizyolojik etkileşimlerde (Al-Ramamneh vd., 2012; Bila vd., 2017), hastalıkların tedavisi ve biyoteknolojide (aşı stabilitesini artırma, kutup balıklarının glikoproteininin antifriz aktivitesini düşürmede ve birçok bitki ve hayvan hücresinde mitozu engellemede) (Cardoso vd., 2012), nütrisyonel testlerde (Bonn vd., 2012; Wilkinson vd., 2015), *in vitro* analizlerde (Bila vd., 2017), *in vitro* eser elementi olarak ilaç metabolizmasının kinetiğini ve mekanizmasını takip etmekte (Krumbiegel, 2011), kanser araştırmasında (tamoksifen ve antikanser ilaçlarının genotoksitesini azaltmakta) (Kushner vd., 1999), NMR spektrometri solventi olarak perfüzyon görüntülemenin yerine alternatif olarak (Wang vd., 2013), döteryumlu bileşiklerin yapay sentezinde substrat olarak (Bila vd., 2017), biyolojik maddelerin termostabilizasyonunda Brook vd., 2017), nükleer teknolojide reaktörlerde nötron yavaşlatıcı moderatör olarak (U.S.NRC, 2021; Energy Education, 2021; Wolfson, 2012) ve ilaç endüstrisinde döteriye ilaçların geliştirilmesinde (Tablo 2.12) (Bila vd., 2017) denenmekte, araştırılmakta ve kullanılmaktadır.

**Tablo 2.12: İlaç Şirketleri, Döteryumlu İlaçlarla Yapılan Çalışmaların İlk Yayınları Ve Amerika Birleşik Devletleri Patent Başvurularındaki Farmakokinetik İyileştirmeler.**

Şirket	Yılı	Başlık
Pfizer® (NY, USA)	2002	Glisin alımının inhibitörleri olarak benzofenonlar ve sülfonlar
Merck® (NJ, USA)	2005	Piridazin türevleri
Glaxo SmithKline® (UK)	2006	Pirimidin türevleri ve ikinci kannabinoid olarak kullanımları reseptör (CB2) modülatörleri
Wyeth® (NJ, USA)	2007	41-Metoksi izotop etiketli rapamisin 42-ester

**Tablo 2.12: İlaç Şirketleri, Döteryumlu İlaçlarla Yapılan Çalışmaların İlk Yayınları Ve Amerika Birleşik Devletleri Patent Başvurularındaki Farmakokinetik İyileştirmeler (devamı)**

Şirket	Yılı	Başlık
Novartis® (SWE)	2009	Organik Bileşikler
Astra Zeneca® (UK)	2009	G-Protein Eşli Reseptörlerin (GPCR'ler) Allosterik Modülatörleri için Testler
Roche (SWE)	2009	Tiazolopirimidin p13k inhibitör bileşikleri ve kullanım yöntemleri
Abbott® (IL, USA)	2010	Protein kinazların inhibitörleri olarak faydalı bileşikler
Bristol-Myers Squib® (NY, USA)	2010	Hepatit C Tedavisi İçin Bileşikler
Eli Lilly® (IN, USA)	2010	Modifiye Sığır granülosit-koloni uyarıcı faktör Polipeptitleri (G-CSF) ve kullanımları
Bayer® (GER)	2012	İkame edilmiş 5-floro-1H-pirazolopiridinler ve kullanımları
Sanofi-Aventis® (FRA)	2012	9h-pirololo[2,3-b:5,4-c']dipiridin azakarbolin türevleri, bunların hazırlanması ve terapötik kullanımları
Johnson and Johnson® (NJ, USA)	2013	Sülfamid türevlerinin hazırlanması için işlem

**Kaynak:** Bila, vd. 2017

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1 Gereç

##### 3.1.1 Döteryum Oksit

D<sub>2</sub>O (99.9 Atom % D) (Sigma Aldrich 151882-250G, Darmstadt, Almanya) Interlab firması (İstanbul, Türkiye)'nden tedarik edilmiştir. Ürünün atomik izin işlemi İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi (İZÜ) tarafından hazırlanan yazı ile Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) Nükleer Güvenlik Dairesi Başkanlığı'nın izin yetki belgesi ile tedarik edilmiştir.

##### 3.1.2 Pastörize Sıvı Yumurta Akı

Bir kg PYA (İpay SBÜ 02) tetrapak ambalajında İpay Yumurta San. ve T.A.Ş (İzmir, Türkiye) tarafından temin edilmiştir (Şekil 3.1). Ürünün fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ilgili kuruluşun kalite kontrol laboratuvarı tarafından sunulmuştur.



Şekil 3.1: İPAY SBÜ 02 Pastörize Yumurta Beyazı (PYA)

#### 3.2 Yöntem(ler)

##### 3.2.1 Örnek Hazırlama

Dört adet 100 ml kapaklı borosilikat cam şişe (Isolab, Boro 3.3 Almanya,) hazırlanmıştır. Şişeler ve kapakları distile su ile yıkanmış, etüvde kurutulmuş ve

örnek hazırlama için kapakları kapatılarak beklemeye alınmıştır. Şişelere biyogüvenlik kabini içinde 40 ml PYA pipetlenmiştir. Birinci şişe yalnızca PYA içermiş ve kontrol örneği kabul edilmiştir. İkinci ( $\gamma$  ışına örnek), üçüncü (UV ışına örnek) ve dördüncü şişe ( $\Delta$  ısıl işlem örnek) olarak kodlanmıştır. İşlem uygulanacak şişelere 6 ml D<sub>2</sub>O pipetlenmiştir. Şişelerin ağızları kapatılarak Orbital çalkalayıcıda (Biosan PSU-20i, Pendik, İstanbul) çalkalayıcıda oda koşullarında 20 rpm/250 s karışmaya bırakılmıştır. Karışma işlemi sonunda şişeler ileri analizler için 4°C’de beklemeye alınmıştır.

### **3.2.2 Gama Işınası Uygulaması**

$\gamma$  ışına kodlu örnek soğuk zincirde Gammapak Sterilizasyon San. ve Tic. A.Ş. (Çerkezköy, Türkiye) tesisine götürülmüştür. Tesiste örnek şişe, Rowe vd. (2018) prosedürü takip edilerek 180 dk/ort.10 kGy (min. 5 kGy, maks. 15 kGy, ort. 10 kGy) olacak şekilde  $\gamma$  ışınasına maruz bırakılmıştır. Uygulamanın bitiminde örnek şişe soğuk zincirde İZÜ Laboratuvarına getirilmiş ve 4°C’de ileri analiz için beklemeye alınmıştır.

### **3.2.3 UV Işınası Maruziyeti**

UV ışına kodlu örnek İZÜ Laboratuvarında Vital 300W E (Toplam Aralık: 280-400 nm, UVA Aralık: 315-400 nm ve UVB Aralık: 280-315) (Osram 4008321543929, Ausburg, Almanya) ışık kaynağı altında Rowe vd. (2018) prosedürü takip edilerek 120 dk UV ışığa maruz bırakılmıştır. Uygulamanın bitiminde örnek şişe 4°C’de ileri analiz için beklemeye alınmıştır.

### **3.2.4 Isıl İşlem Uygulaması**

$\Delta$  ısıl işlem kodlu örnek etüvde (Nüve EN 055, Ankara, Türkiye) 61.5°C sıcaklıkta 24 saat bekletilmiştir. İşlem sonunda örnek şişe 4°C’de ileri analiz için beklemeye alınmıştır.

### 3.2.5 LC-MS/MS ile AA Profili Analizi

Kontrol örneği ve üç ayrı işlem uygulanmış olan toplam dört adet örnekte AA profili (Taurin, L-Valin, L-Alanin, L-Glisin, L-Fenilalanin , L-Triptofan, L-Tirozin, L-Glutamik asit, L-Aspartik asit, L-Treonin, L-Serin, L-Prolin, L-Metiyonin, L-Sistein, L-Histidin, L-Lizin ve L-Arjinin) analizi Sıvı Kromatografi-Kütle Spektrometresi/Kütle Spektrometresi (LC-MS/MS) ile Jasem Laboratuvar Sistemleri ve Çözümleri A.Ş (İstanbul, Türkiye) Ar-Ge Laboratuvarında yapılmıştır.

Örneklerden 0,5 g PYA vida kapaklı cam tüplere pipetlenmiş ve üzerlerine 4 ml hidroliz reaktifi (Jasem JSM-CL-508, İstanbul, Türkiye) ilave edilerek 110°C’de 24 saat hidroliz işlemi gerçekleştirilmiştir. Hidrolizin ardından, örnekler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Oda sıcaklığına gelen örnekler 4.000 rpm/5 dk Hettich Mikro 185 model (Tuttlingen, Almanya) cihazda santrifüj edilmiştir. Supernatant kısmından 40 µl pipetlenerek H<sub>2</sub>O ile 1 ml’ye seyreltilmiştir. Seyreltilen kısım-hidrolizat Jasem-AA örnek hazırlama protokolü izlenerek cihaza enjeksiyona hazır hale getirilmiştir.

50 µl hidrolizat vial aktarılmıştır. Üzerine 50 µl internal standard (iç standard) karışımı eklenerek 5 s Scientific Industries Vortex-Genie 2 (NY, ABD) cihazı ile vortekslenmiştir. Daha sonra 700 µl Jasem Amino Asit Kiti Reaktif-1 ilave edilerek 5 s tekrar vortekslenmiştir. Son olarak vial LC-MS/MS sistemine (Agilent 1290 Infinity-Agilent 6470 Triple Quad System, Santa Clara, CA, ABD) enjekte edilmiştir. LC-MS/MS sistemi analiz parametreleri aşağıda sunulmaktadır. Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (HPLC) ve MS/MS çalıştırma parametreleri Tablo 3.1 ve Tablo 3.2’de gösterilmektedir.

**LC-MS/MS Parametreleri:**

LC- MS/MS	: Agilent 1290 Infinity-Agilent 6470 Triple Quad
Analitik Kolon	: Jsem AA Kolonu (JASEM JSM-CL-575)
Mobil faz A ve B	: Jsem AA Kit Mobil fazları
Reaktifler	: Jsem AA Kit Reaktifleri
Standartlar	: Jsem AA Kit Kalibratörleri (6 seviye)

**Tablo 3.1: HPLC Parametreleri**

Süre	Solvent A (%)	Solvent B (%)	Akış (ml/dk)
0.0	22	78	0.7
1.0	22	78	0.7
4.0	80	20	0.7
4.5	80	20	0.7
4.6	22	78	0.7
7.5	22	78	0.7
Başlangıç Basıncı	: ~ 110 bar		
Kolon Sıcaklığı	: 30 °C		
Auto-örnekleyici	: 2 s aralıkla emjektör yıkama		
Enjeksiyon Hacmi	: 3 µl		

**Tablo 3.2:MS/MS Parametreleri**

İyon Kaynağı	Elektrosprey İyonizasyon MS (Agilent Jet Stream)
Polarite	Pozitif
Gaz Sıcaklığı	150°C
Gaz Akışı	10 l/dk
Nebulizatör Basıncı	40 psi
Sheath Gazı Sıcaklığı	400 °C
Sheath Gaz Akışı	10 l/dk
Kapiler Voltajı	2000 V (pozitif)
Nozül Voltajı	0 V
Çözünürlük MS1 ve MS2	Birim çözünürlük

### 3.2.6 İstatistik Analizler

$\gamma$  ışına, UV ışına ve  $\Delta$  ısıl işlem uygulanmış olan örneklerin AA değişkenleri arasındaki ilişkinin düzeyi parametrik yöntem olan Pearson Korelasyon tekniği ile istatistiksel olarak test edilmiştir ( $p < 0.01$ ) (George ve Mallery, 1995). İstatistik analiz SPSS 20 (IBM Corporation, NY, ABD) paket programı kullanılarak yapılmıştır.



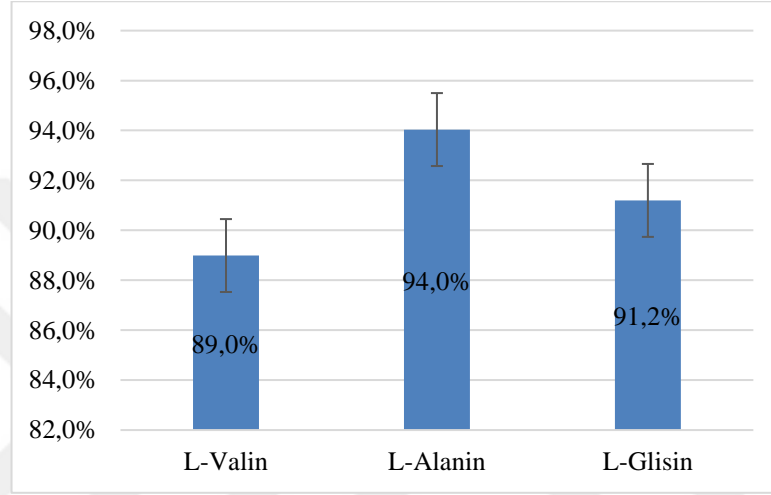
## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### BULGULAR

#### 4.1 Gama Işıması Bulguları

##### 4.1.1 Alifatik R Grubu AA Bulguları

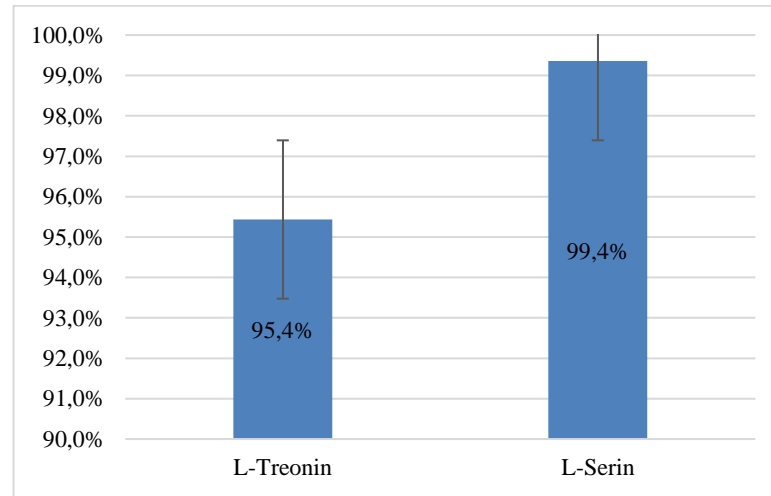
Alifatik R gruplarına sahip olan glisin, valin ve alaninin  $\gamma$  ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranları sırasıyla; %91,2, %89,0 ve %94,0 belirlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1:  $\gamma$  ışınması sonrası degrade olmayan glisin, valin ve alanin oranları (%)

##### 4.1.2 Hidroksil R Grubu Aromatik Olmayan AA Bulguları

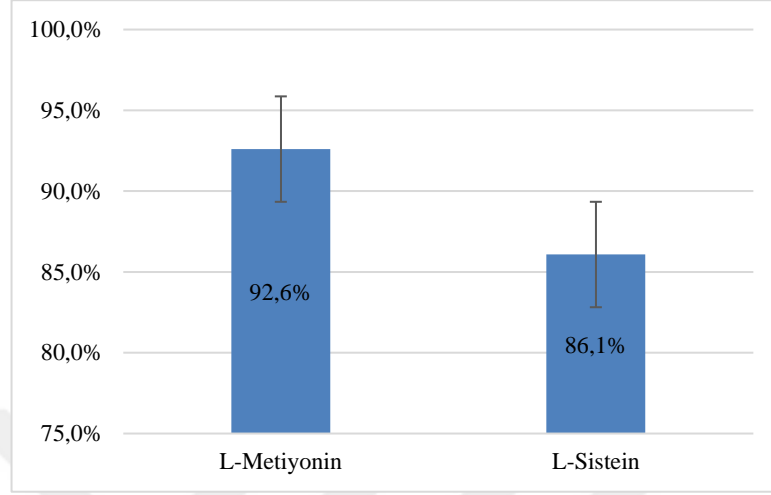
Aromatik olmayan hidroksil R gruplarına sahip treonin ve serinin  $\gamma$  ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranları sırasıyla; %95,4 ve %99,4 tespit edilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2:  $\gamma$  ışınması sonrası degrade olmayan treonin ve serin oranları (%)

#### 4.1.3 Kükürt İçeren R Grubu AA Bulguları

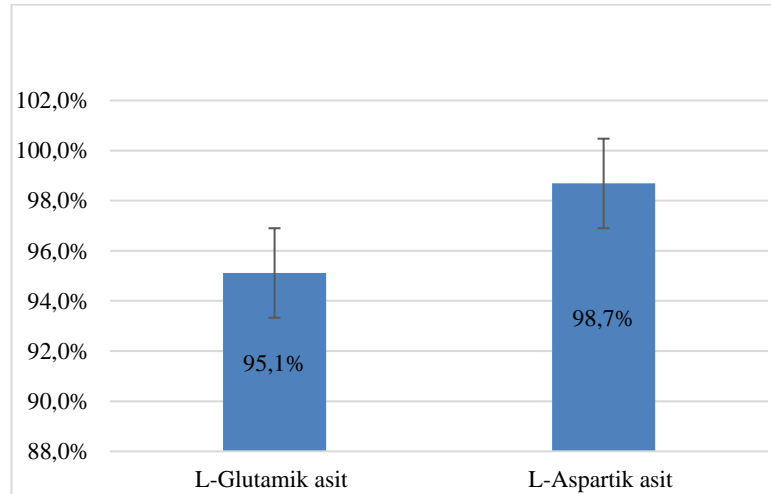
Kükürt içeren R gruplarına sahip metiyonin ve sistein  $\gamma$  ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranları sırasıyla; %92,6 ve %86,1 belirlenmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3:  $\gamma$  ışınması sonrası degrade olmayan metiyonin ve sistein oranları (%)

#### 4.1.4 Asidik AA Ve Amidlerin Bulguları

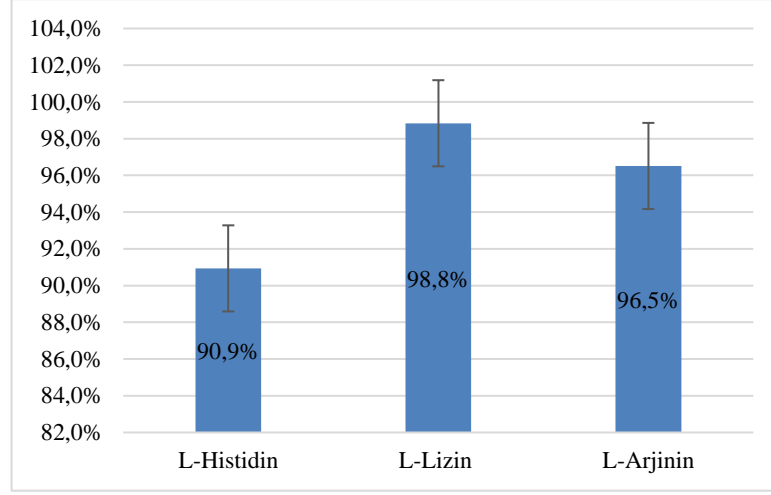
Asidik AA ve Amid gruplarına sahip glutamik asit ve aspartik asit  $\gamma$  ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranları sırasıyla; %95,1 ve %98,7 tespit edilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4:  $\gamma$  ışınması sonrası degrade olmayan metiyonin ve sistein oranları (%)

#### 4.1.5 Temel AA Bulguları

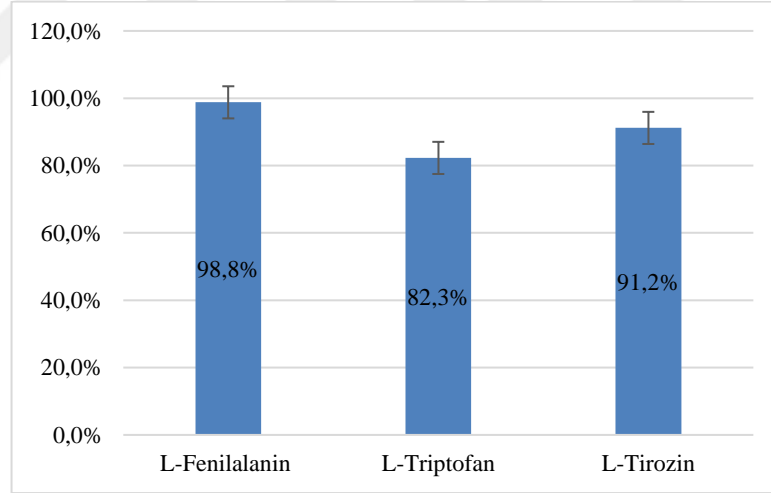
Temel AA gruplarına sahip histidin, lizin ve arjinin  $\gamma$  ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranları sırasıyla; %90,9, %98,8 ve %96,5 belirlenmiştir (Şekil 4.5).



**Şekil 4.5:**  $\gamma$  ışınması sonrası degrade olmayan histidin, lizin ve arjinin oranları (%)

#### 4.1.6 Aromatik Halkalara Sahip AA Bulguları

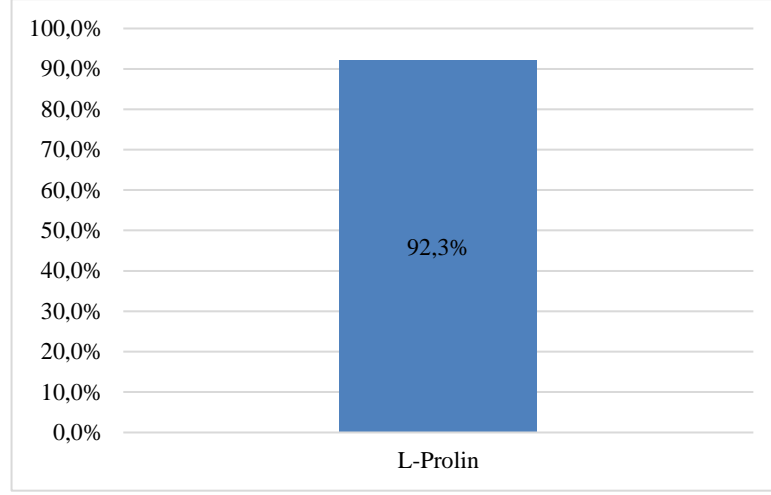
Aromatik halkalara sahip AA grubu fenilalanin, triptiofan ve tirozinin  $\gamma$  ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranları sırasıyla; %98,8, %82,3 ve %91,2 belirlenmiştir (Şekil 4.6).



**Şekil 4.6:**  $\gamma$  ışınması sonrası degrade olmayan fenilalanin, triptofan ve tirozinin oranları (%)

#### 4.1.7 İmino Asit Bulguları

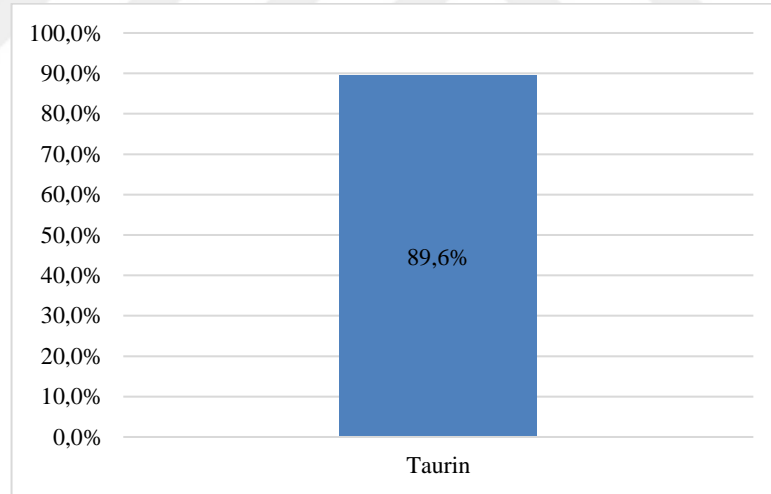
İmino asit grubu prolinin  $\gamma$  ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranı %92,3 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.7).



**Şekil 4.7:**  $\gamma$  ışınması sonrası degrade olmayan prolin oranı (%)

#### 4.1.8 Amino Sülfonik Asit

Amino sülfonik asit grubu taurinin  $\gamma$  ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranı %89,6 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.8)

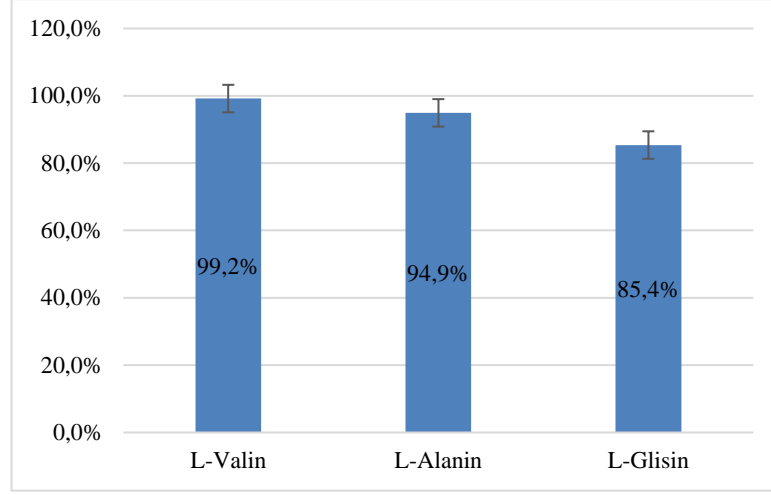


**Şekil 4.8:**  $\gamma$  ışınması sonrası degrade olmayan taurin oranı (%)

### 4.2 UV Işınması Maruziyeti Sonrası Bulgular

#### 4.2.1 Alifatik R Grubu AA Bulguları

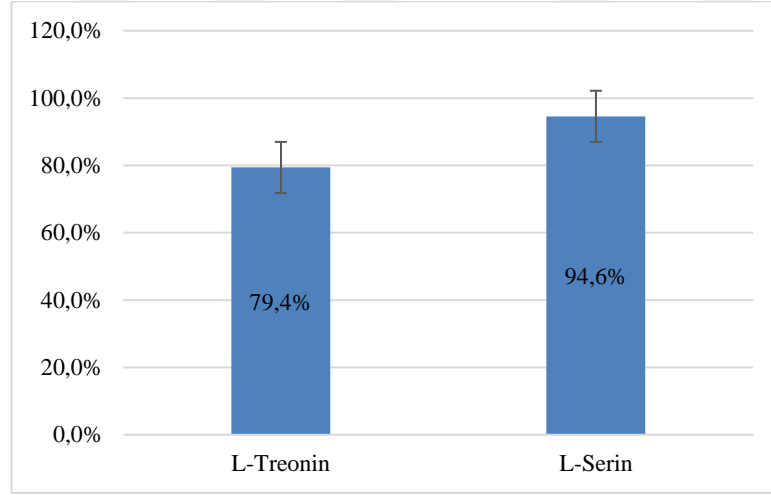
Alifatik R gruplarına sahip olan glisin, valin ve alaninin UV ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranları sırasıyla; %99,2, %94,9 ve %85,4 belirlenmiştir (Şekil 4.9).



**Şekil 4.9:** UV ışınması sonrası degrade olmayan valin, alanin ve glisin oranları (%)

#### 4.2.2 Hidroksil R Grubu Aromatik Olmayan AA Bulguları

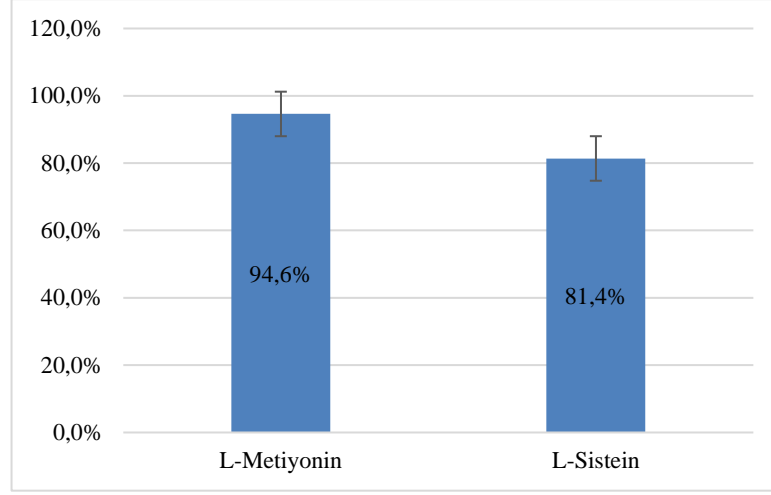
Aromatik olmayan hidroksil R gruplarına sahip treonin ve serinin UV ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranları sırasıyla; %79,4 ve %94,6 tespit edilmiştir (Şekil 4.10).



**Şekil 4.10:** UV ışınması sonrası degrade olmayan treonin ve serin oranları (%)

#### 4.2.3 Kükürt İçeren R Grubu AA Bulguları

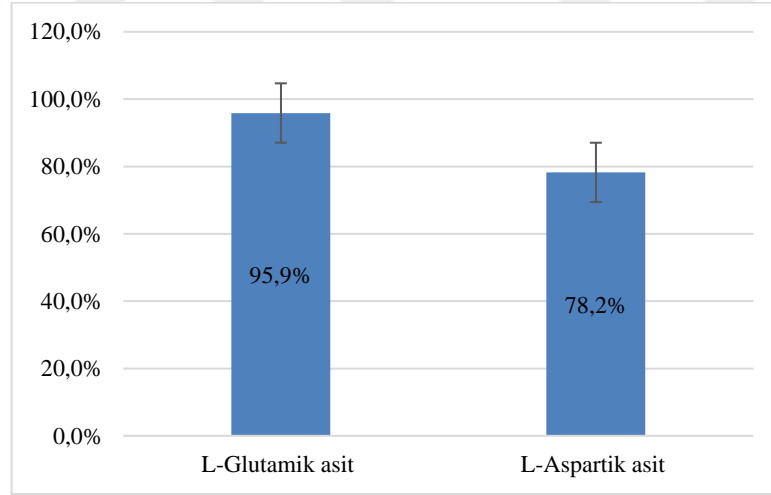
Kükürt içeren R gruplarına sahip metiyonin ve sistein UV ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranları sırasıyla; %94,6 ve %81,4 belirlenmiştir (Şekil 4.11).



**Şekil 4.11:** UV ışınması sonrası degrade olmayan metiyonin ve sistein oranları (%)

#### 4.2.4 Asidik AA ve Amidlerin Bulguları

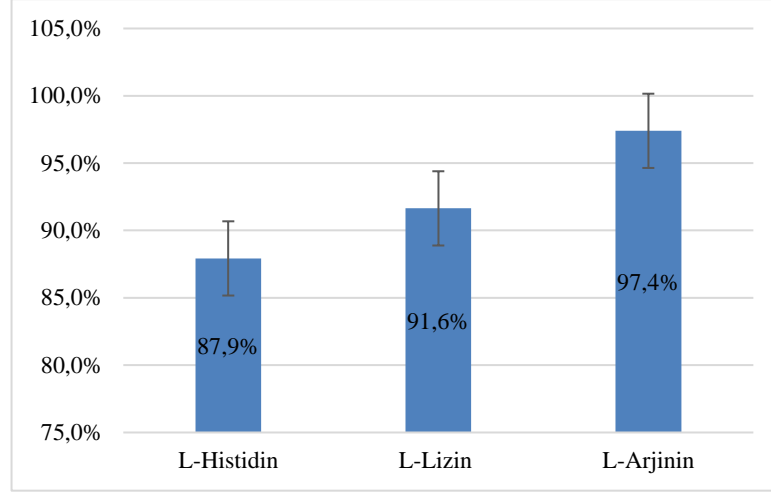
Asidik AA ve Amid gruplarına sahip glutamik asit ve aspartik asit UV ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranları sırasıyla; %95,9 ve %78,2 tespit edilmiştir (Şekil 4.12).



**Şekil 4.12:** UV ışınması sonrası degrade olmayan glutamik asit ve aspartik asit oranları (%)

#### 4.2.5 Temel AA Bulguları

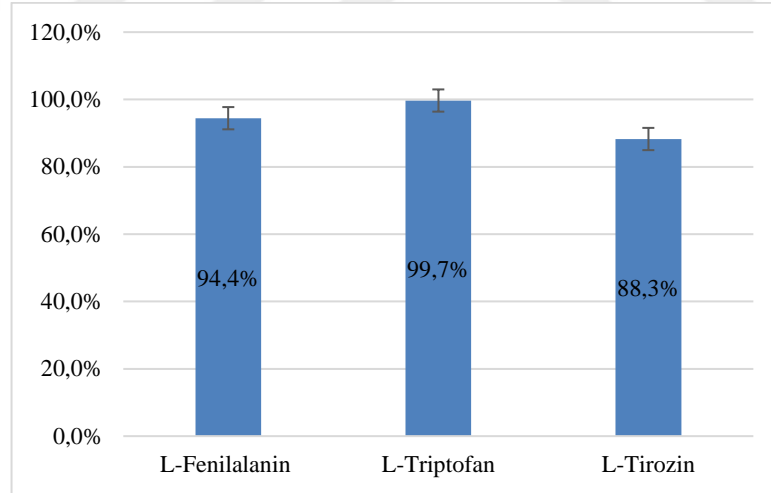
Temel AA gruplarına sahip histidin, lizin ve arjinin UV ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranları sırasıyla; %87,9, %91,6 ve %97,4 belirlenmiştir (Şekil 4.13).



**Şekil 4.13:** UV ışınması sonrası degrade olmayan histidin, lizin ve arjinin oranları (%)

#### 4.2.6 Aromatik Halkalara Sahip AA Bulguları

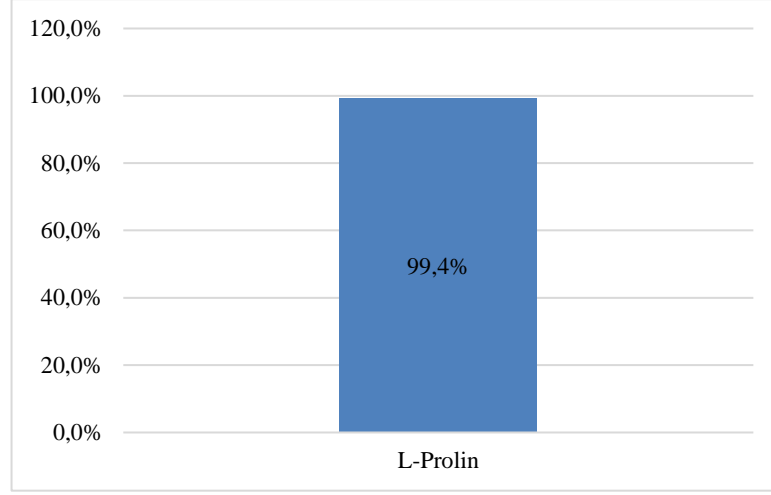
Aromatik halkalara sahip AA grubu fenilalanin, triptofan ve tirozinin UV ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranları sırasıyla; %94,4, %99,7 ve %88,3 belirlenmiştir (Şekil 4.14).



**Şekil 4.14:** UV ışınması sonrası degrade olmayan fenilalanin, triptofan ve tirozin oranları (%)

#### 4.2.7 İmino Asit Bulguları

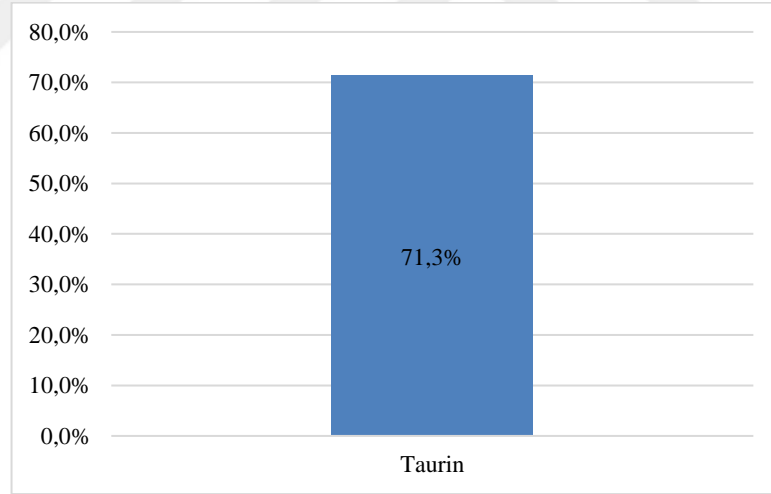
İmino asit grubu prolinin UV ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranı %99,4 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.15).



**Şekil 4.15:** UV ışınması sonrası degrade olmayan prolin oranı (%)

#### 4.2.8 Amino Sülfonik Asit

Amino sülfonik asit grubu taurinin UV ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranı %71,3 olarak belirlenmiştir (Şekil 4.16).

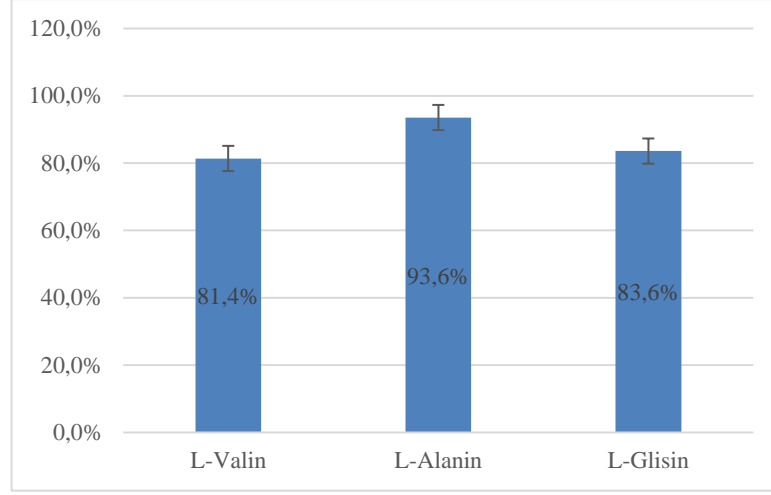


**Şekil 4.16:** UV ışınması sonrası degrade olmayan taurin oranı (%)

### 4.3 Sıcaklık Maruziyeti Sonrası Bulgular

#### 4.3.1 Alifatik R Grubu AA Bulguları

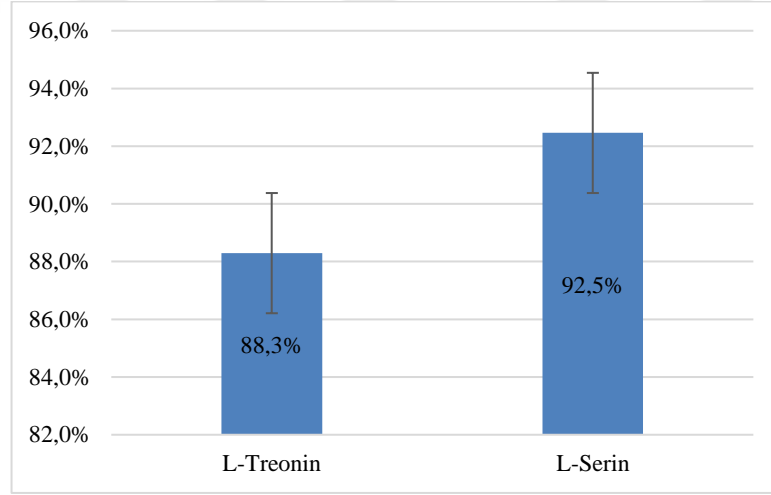
Alifatik R gruplarına sahip olan glisin, valin ve alaninin  $\Delta$  ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranları sırasıyla; %81,4, %93,6 ve %83,6 belirlenmiştir (Şekil 4.17).



**Şekil 4.17:**  $\Delta$  ışınması sonrası degrade olmayan glisin, valin ve alanin oranı (%)

#### 4.3.2 Hidroksil R Grubu Aromatik Olmayan AA Bulguları

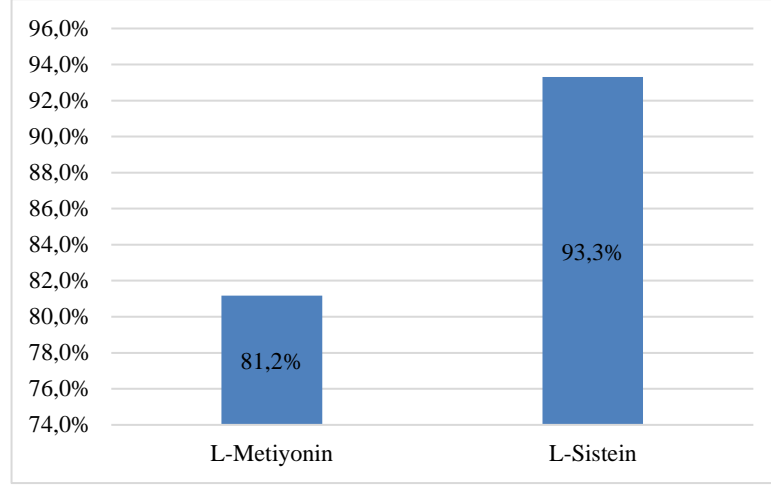
Aromatik olmayan hidroksil R gruplarına sahip treonin ve serinin  $\Delta$  ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranları sırasıyla; %88,3 ve %92,5 tespit edilmiştir (Şekil 4.18).



**Şekil 4.18:**  $\Delta$  ışınması sonrası degrade olmayan treonin ve serin oranı (%)

#### 4.3.3 Kükürt İçeren R Grubu AA Bulguları

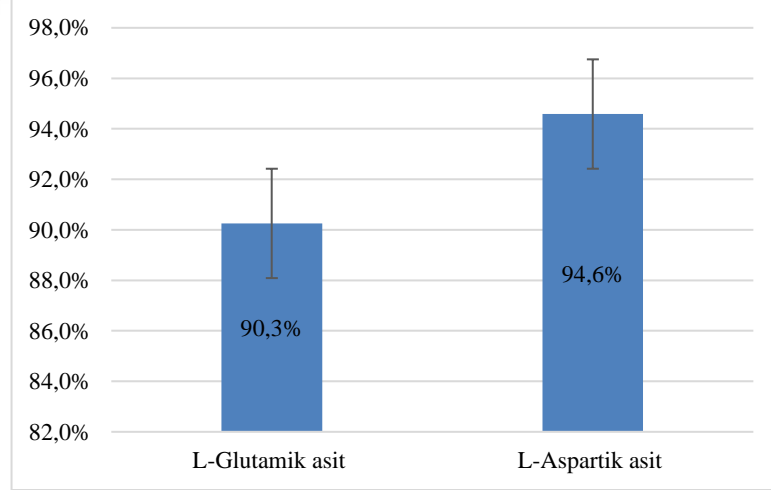
Kükürt içeren R gruplarına sahip metiyonin ve sistein  $\Delta$  ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranları sırasıyla; %81,2 ve %93,3 belirlenmiştir (Şekil 4.19).



**Şekil 4.19:**  $\Delta$  ışınması sonrası degrade olmayan metiyonin ve sistein oranı (%)

#### 4.3.4 Asidik AA ve Amidlerin Bulguları

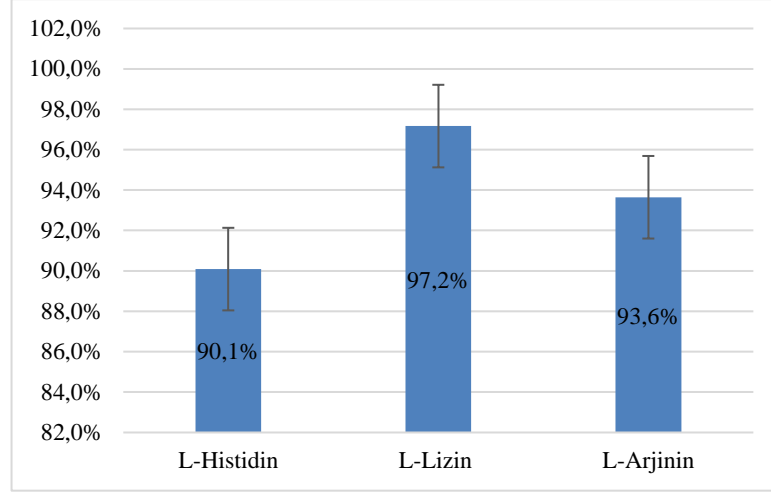
Asidik AA ve Amid gruplarına sahip glutamik asit ve aspartik asit  $\Delta$  ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranları sırasıyla; %90,3 ve %94,6 tespit edilmiştir (Şekil 4.20).



**Şekil 4.20:**  $\Delta$  ışınması sonrası degrade olmayan glutamik asit ve aspartik asit oranı (%)

#### 4.3.5 Temel AA Bulguları

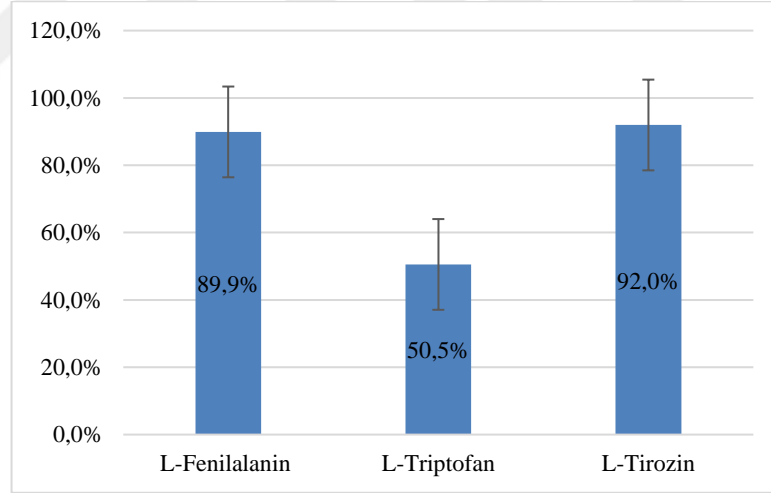
Temel AA gruplarına sahip histidin, lizin ve arjinin  $\Delta$  ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranları sırasıyla; %90,1, %97,2 ve %93,6 belirlenmiştir (Şekil 4.21).



**Şekil 4.21:**  $\Delta$  ışınması sonrası degrade olmayan histidin, lizin ve arjinin asit oranı (%)

#### 4.3.6 Aromatik Halkalara Sahip AA Bulguları

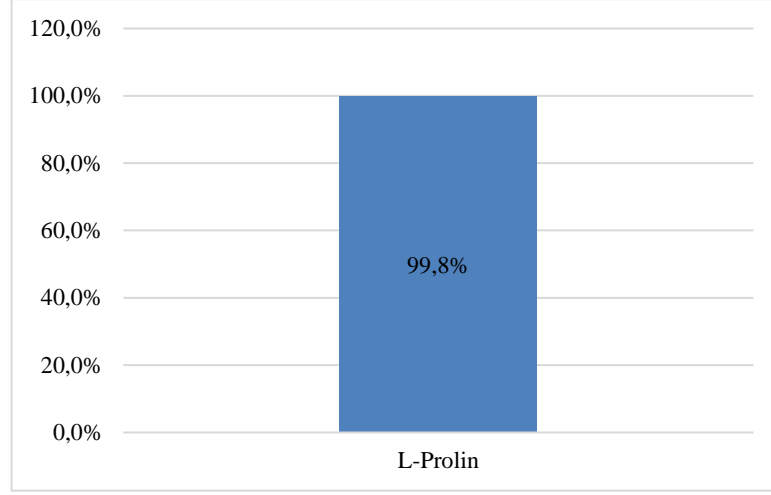
Aromatik halkalara sahip AA grubu fenilalanin, triptofan ve tirozinin  $\Delta$  ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranları sırasıyla; %89,9, %50,5 ve %92,0 belirlenmiştir (Şekil 4.22).



**Şekil 4.22:**  $\Delta$  ışınması sonrası degrade olmayan fenilalanin, triptofan ve tirozin oranı (%)

#### 4.3.7 İmino Asit

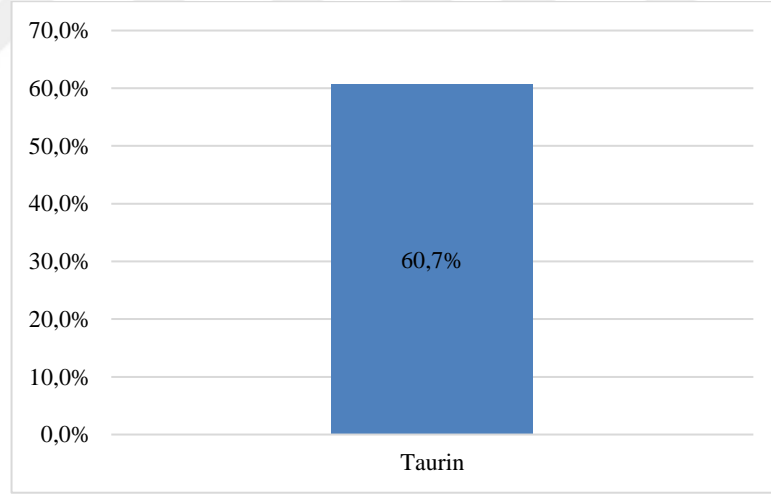
İmino asit grubu prolinin  $\Delta$  ışınması sonrası degrade olmayan yüzde oranı %99,8 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.23).



**Şekil 4.23:**  $\Delta$  ışıması sonrası degrade olmayan prolin oranı (%)

#### 4.3.8 Amino Sülfonik Asit

Amino sülfonik asit grubu taurin  $\Delta$  ışıması sonrası degrade olmayan yüzde oranı %60,7 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.24).



**Şekil 4.24:**  $\Delta$  ışıması sonrası degrade olmayan taurin oranı (%)

#### 4.4 İstatistik Bulgular

Pearson korelasyon katsayısı, iki değişken arasında aynı yönlü bir ilişki varsa 0 ile 1 arasında, ters yönlü bir ilişki varsa -1 ile 0 arasında değerler alır. Nokta çift serili ilişki katsayısının değeri ne kadar yüksek ise, iki değişken arasındaki ilişki de o kadar kuvvetlidir (Öztuna, Elhan ve Kurşun, 2008).

$\gamma$  ve UV ışımaya maruz kalan örneklerin AA değişkenlerinin degradasyona uğramayan yüzdeleri arasındaki ilişkiyi ölçmek için Pearson korelasyon testi yapılmıştır. Test sonucuna göre güçlü pozitif korelasyon olduğu tespit edilmiştir ( $R=0.9897$ ,  $p=0.00001<0.01$ ).

$\gamma$  ve  $\Delta$  ışımaya maruz kalan örneklerin AA değişkenlerinin degradasyona uğramayan yüzdeleri arasındaki ilişkiyi ölçmek için Pearson korelasyon testi yapılmıştır. Test sonucuna göre güçlü pozitif korelasyon olduğu tespit edilmiştir ( $R=0.9864$ ,  $p=0.00001<0.01$ ).

UV ışıma ve  $\Delta$  ısı işleme maruz kalan örneklerin AA değişkenlerinin degradasyona uğramayan yüzdeleri arasındaki ilişkiyi ölçmek için Pearson korelasyon testi yapılmıştır. Test sonucuna göre güçlü pozitif korelasyon olduğu tespit edilmiştir ( $R=0.9743$ ,  $p=0.00001<0.01$ ).

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### DEĞERLENDİRME VE TARTIŞMA

Bu araştırmada, D<sub>2</sub>O'nun sıcaklık ve radyoaktif (gama ve UV) streslere maruz kalan pastörize yumurta akı amino asit profili üzerine etkileri LC-MS/MS metodu ile araştırılmıştır. Elde edilen kromatografi sonuçları D<sub>2</sub>O ilavesinin sıcaklık, gama ve UV stress faktörlerine karşı amino asit degradasyonunu farklı düzeylerde koruduğunu göstermiştir.

D<sub>2</sub>O, nükleer teknoloji için keşfedilmiş olmakla birlikte, son yıllarda sağlık, ilaç endüstrisi ve biyoteknoloji alanlarında değerlendirme potansiyeli olduğu fark edilmiştir (Bila vd., 2017; Kselíková, Vítová ve Bišová, 2019). Alanyazında, D<sub>2</sub>O'nun bazı besin maddelerinin işleme aşamalarında uğradıkları fiziko-kimyasal değişimler üzerindeki etkilerini belirlemeye dönük araştırmalar olduğu görülmektedir. Örneğin, D<sub>2</sub>O'nun, mısır yağındaki uçucu organik bileşiklerin ortaya çıkışını sağladığı (Kim, Kim ve Lee, 2014; Lee vd., 2018), lipid (linoleik asit) oksidasyonunu hızlandırdığı (Kim, Kim ve Lee, 2014; Oh vd., 2015; Oh vd., 2016), asetik asitin oksidatif stabilitesini düşürdüğü (Oh vd., 2017), peptit çözeltisinde spontan reaksiyon gelişimini ve metiyoninin salınımlı peptidizasyonunu önlediği (Godziek vd., 2018; Fulczyk vd., 2019) bildirilmektedir. Ancak, D<sub>2</sub>O ile diğer besin maddeleri ve öğeleri arasındaki etkileşimleri irdeleyen yeterli ve doyurucu sayıda çalışmaya henüz rastlanmamaktadır. Bu araştırmada, D<sub>2</sub>O ilavesinin, radyasyon ve sıcaklık stress faktörlerine maruz bırakılan yumurta (akı) amino asitlerinin degradasyonu üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışma, bu yönü ile beslenme alanında ilk olup, ileri araştırmalar için olumlu ve ümit veren ilk ön verileri ortaya koymuştur.

Yumurta, besin öğelerince dengeli ve zengin, antioksidan, antiinflamatuvar ve hipotansif özelliklere sahip bir besin maddesidir (Muñoz Caro, vd, 2002). İdeal bir besin maddesi, stabilite, nütrisyon, güvenlik, kullanılabilirlik, minimum kaynak kullanımı, güvenilirlik, çeşitlilik ve lezzetlilik gibi ölçütleri en uygun düzeyde karşılamalıdır. Bu ölçütler arasında ise stabilite ve nütrisyon boyutları en önemli ilk ikisidir. Stabilite, besinin nütrisyonel değerini uzun süre en az degradasyonu seviyesi ile korunacak raf ömrüne sahip olması; nütrisyon ise, besinin kişinin sağlık durumunu olumsuz etkilemeyecek şekilde gerek duyduğu enerji miktarını ve besin öğelerini

farklı kaynaklardan en uygun düzeyde karşılaşması demektir (Douglas, Zwart ve Smith, 2020). Bu noktadan hareketle, besin maddesi bir tür system olup, daha kapsayıcı bir ifadeyle besin kullanılabilirliği (food availability) kavramını öne çıkarmaktadır (Burchi ve de Muro, 2016). Bir diğer önemli nokta ise, besin maddelerinin kendilerine özgü ve karmaşık matris yapılar olduğu gerçeğidir. Nobel ödüllü Fransız fizikçi Pierre-Gilles de Gennes, 1991 yılında Nobel Ödül Töreninde yaptığı “Soft Matter, Yumuşak Madde” başlıklı konuşmasında, besin maddelerinin “karmaşıklık” ve “yumuşaklık” gibi iki karaktere sahip olduklarını ve zayıf kuvvetlerin güçlü değişimlere yol açtığını ifade etmiştir. De Gennes’e göre, besin maddesi stabil (kararlı) yapı oluşturmak için zayıf bağ etkileşimlerinden faydalanmakta ve stabilitesini ise dış etmenlere karşı dağılmama kabiliyeti belirlemektedir (Zhang, Wu, Qian, Ramachandran ve Jiang, 2021). Bu çalışmada kullanılan gereç pastörize yumurta akıdır. Ürün, %9,8 protein, %89,0 rutubet, %0,03 lipid ve %0,5 kül bileşimine sahiptir. Bir diğer ifadeyle, pastörize yumurta akı esas olarak protein ve sudan oluştuğu için yumuşak made (soft matter) sistemi gibi kabul edilebilir olup, De Gennes’in yaklaşımı ile uyumlu olarak karmaşıklık ve yumuşaklık gibi iki temel karaktere sahiptir. Bu durum ise, çalışmamızın su ve amino asit (protein) termodinamiği konusunda alanyazına katkıda bulunmasını sağlamıştır.

Amino asitler, dış faktörlerden (pH, sıcaklık, basınç, iyonik güç) etkilenebilen kovalent (disülfid bağları) ve kovalent olmayan kuvvetler (hidrojen bağı, hidrofobik ve elektrostatik etkileşimler) sayesinde bir arada bulunurlar (Beaven ve Holiday, 1952). Bu sebeple, besin maddesinin bileşimi kadar, farklı stress faktörleri altında (sıcaklık ve radyasyon vd.) nütrisyonel değerinin de dikkate alınması ve araştırılması gereklidir (Mori vd., 2020; Tang vd., 2021). Bu çalışma, amino asitlerin olumsuz koşullar altında stabilitesi üzerine veriler sunduğu kadar, karmaşık yumurta akı matrisi içinde nütrisyonel niteliklerinin öngörülebilmesini de sağlamış ve beslenme bilimi alanyazına katkıda bulunmuştur.

Bir proteinin düzensizlik ve düzen arasındaki geçiş durumuna karşılık gelen olaylar katlanma/açılma olup, suda hidrojen (H) bağı kaynaklı hidrofilik etkileşimlere bağlı gerçekleşmektedir. Katlanma, proteinin kararlılığını arttırmaktadır. Katlanma ve stabilizeyi sağlayan kuvvetler aynı olup, proteinin işlevselliği ve katlanma/açılma sürecinin tersinirliği bu koşula bağlıdır (Mallamace, Mallamace, Chen, Lanzafame, & Papanikolaou, 2021). Ortam sıcaklığının normal düzeylerden daha yüksek olduğu durumlarda hidrofobisitenin molekülün kararlılığında baskın role geçmektedir.

Proteinlerde, -COOH, -NH<sub>2</sub> ve -OH grupları H bağı yapabilme yeteneğine sahiptir. Ancak, protein diğer makromoleküler (karbonhidrat vb.) ile düşük sıcaklıklarda etkileşime girerek kompleks yapılar oluşturabilmektedir (Zhang, Wu, Qian, Ramachandran ve Jiang, 2021). Bu araştırmada, yumurta akına uygulanan gama ve UV ışınları ve yüksek sıcaklık (61.5 °C) yüksek enerjili olup, maruziyet süreleri de göz önüne alındığında, amino asitlerin hidrofilik değil, D<sub>2</sub>O aracılı hidrofobik davranış sergilediklerini söylemek mümkündür. Bu noktada, yumurta akındaki hedef hidrofobik, nötral ve hidrofilik amino asitlerin degradasyon düzeylerine bakmak ve karşılaştırmak gereklidir. Çünkü biyomakromoleküllerin ısıl stabilitesi hidrofobik etkileşimlere bağlıdır. Örneğin, whey protein çözünürlüğü izoelektrik noktasında yüksektir. Ancak, aynı pH değerinde olmak kaydıyla, ısı maruziyetine bağlı denatürasyon sonrasında solubilité azalmaktadır. Bu sebeple, bir amino asidin sahip olması gereken temel özellik kararlı forma sahip olmasıdır. D<sub>2</sub>O, polarlanabilirliği normal suya göre daha düşük olduğu için amino asitin ortamdaki su molekülleri ile etkileşim kuvvetini düşürmektedir. Bir diğer ifadeyle, stabilitesi artmaktadır. Bu araştırmada, D<sub>2</sub>O ve amino asitlerin farklı yüksek enerjili stress faktörleri altında birlikte nasıl davrandıkları ortaya konulmuştur. Özetle, çalışma, D<sub>2</sub>O'nun beslenme bilim dalı açısından potansiyel değerlendirme olanaklarının anlaşılmasını ve ileri dönük incelemelere gerek olduğunu göstermiştir.

Amino asitler bir tetrahedral karbon (C) ( $\alpha$ -karbon) atomuna bağlı amino ve karboksil gruplarından oluşan yapıdır (Polleux ve Ghosh, 2002). Farklılıkları ise yapı, elektriksel yük ve polarite özellikleri farklı kimyasal gruplar (R) ile oluşur (Hayman, Smith, Cameron ve Przyborski, 2005; Cho, Ahn, Kim, Choi ve Ha, 2008). Bir protein molekülünde, hidrofobik amino asitler ekseriyetle iç kısımda yer alırken, hidrofilik amino asitlerde ise su molekülleri ile temasta olacak biçimde bulunurlar (Rama Rao, Reddy, Tong ve Norenberg, 2010). Hidrofobisitesi en yüksek amino asitler (pH 7.0), fenilalanin, izölösin, lösin ve triptofan (aromatik), valin (alifatik) ve metiyonin (kükürt içeren)'dir. Hidrofobikler (pH 7.0); tirozin (aromatik), sistin (kükürt içeren) ve alanine (alifatik); nötraller (pH 7.0); treonin ve serin (hidroksil grubu aromatik olmayan), histidin (temel amino asit) ve glisin (alifatik) ve hidrofilikler (pH 7.0) ise; arjinin ve lizin (temel amino asit), glutamik ve aspartik asit (asidik ve amidler) ile prolin (imino asit)'dir (Marx, Günter, Hucko, Radnikow, & Feldmeyer, 2012). Aromatik etkileşimlerin de amino asit/protein yapısı belirlemede rolleri bulunmaktadır (Eggers, 2001). Bu sebeple, amino asitlerin hidrofobisitesinin kantitatif karakterizasyonu,

biyolojik ortamlarda proteinin işlevselliğini ve de sentetik peptit yapıların tahminini belirleyen anahtardır (Zhu vd., 2016). İlâveten, hidrofobik kuvvetler ile sıcaklık arasında pozitif yönde güçlü ilişki bulunmaktadır. Bir diğer ifadeyle, düşük sıcaklıklar hidrofilik kuvvetleri öne çıkarmakta ve amino asit/protein yapıların denatürasyonunu açıklamaktadır. Çünkü hidrofobik amino asitler protein matrisinde kendilerini su moleküllerinden bir kalkan ile koruyacak biçimde iç kısımlara gömülürler. Bu hidrofobik etki proteinin katlanmasını stabil (kararlı) duruma getirir. Diğer taraftan, hidrofilik amino asitler ise protein matrisin dış yüzeyinde yer alırlar (van Dijk, Hoogeveen ve Abeln, 2015). Bu araştırmada, gama, UV ve sıcaklık faktörlerinin yüksek enerjili olması sistemde amino asitlerin hidrofobik davranış sergilemesi için uygun şartı sağlamıştır. Bu noktada, polarlığı normal sudan daha düşük olan D<sub>2</sub>O'nun sisteme verilen yüksek enerjiyi absorbe ettiği, artan sıcaklık nedeniyle amino asitlerin hidrofobik davranışa geçtikleri ve oluşan yapının kararlılığının yükseldiği görülmüştür. Özetle, D<sub>2</sub>O ve fiziki koşullar amino asitlerin degradasyonu fazla uğramadan stabil kalmalarını sağlamıştır.

Gama ışınlama, elektromanyetik enerjidir. Spektrumda en kısa dalga boyuna rağmen en yüksek enerji seviyesinde bulunur. Daha enerjik oluşu nedeniyle maddeye girciliği de oldukça yüksektir. Özellikle, besinlerin mikroorganizmalardan sterilizasyonu amacı ile kullanılan tekniklerden birisidir. Diğer taraftan, gama ışınması amino asit molekülünün degradasyonu ve/veya denatürasyonuna yol açabilmekte (Rowe vd., 2018) ve bu durum günler veya haftalar alabileceği gibi, milyonlarca yıla kadar uzayabilmektedir (Liu ve Kounaves, 2021). Gama ışın kaynağı olarak sezyum-137 (<sup>137</sup>Cs) ya da kobalt-60 (<sup>60</sup>Co) radyoaktif elementler kullanılmaktadır. Bu araştırmada ise Gamapak firmasının (Tekirdağ, Türkiye) sterilizasyon tesisinde kobalt-60 (<sup>60</sup>Co) kaynağından yayınlanan gama ışınlarından faydalanılmıştır. Kapalı plastik ambalajlı besinleri oda şartlarında iki yıl saklamak için 10-60 kGy doz uygulanabilir (Munir ve Federighi, 2020). Ancak, tavsiye edilen güvenilir sterilizasyon dozu seviyesi 10 kGy'i geçmemelidir (Mbarki vd., 2008). Gama ışınması maruziyetinin cam ve camsı maddelerin ana unsurunu oluşturan kuvars ve kaya tuzu rengini kahverengiye dönüştürdüğü bilinmektedir. Bu ilk defa Mars kayaç örneklerine benzer mineralojik numuneleri 300 kGy gama ışınmasına maruz bırakan Allen vd. (1999) tarafından belirlenmiştir. Benzer şekilde, bu araştırmada, maksimum 15 kGy ve 180 dk gama ışınmasına maruz bırakılan örnek cam şişelerde de görülmüştür.

Pavlov vd. (2012), Mars koşullarını canlandırdıkları deneylerinde 100 akb toz amino asit örneklerinin yüzey toprağının 4-5 cm altında 1 kGy gama dozuna 1 milyar yıl maruz kalsalar bile degrade olmayacaklarını belirlemiştir. Filali-Mouhim vd. (1997) ise, 70 kGy gama dozunun 1 m altında saklanan lizozim miktarının 300 milyon yılsonunda 1000 kat azalacağını ve çoklu küçük fragmanlara parçalanacağını göstermiştir. Benzer bulgular, de Diego-Castilla vd. (2011) ve Dartnell vd. (2007) tarafından da ileri sürülmüştür. Bu araştırmada, D<sub>2</sub>O eklenmiş ve eklenmemiş yumurta akı örnekleri 180 dk süresince ortalama 10 kGy gama ışımaya maruz bırakılmıştır. Amino asit düzeyleri maruziyet öncesi ve sonrası LC-MS/MS yöntemi ile ölçülmüştür. Gama maruziyetine karşı D<sub>2</sub>O ilave edilmiş örnekte en yüksek stabilite %96,9±0,03 ile glutamik ve aspartik asitlerde (asidik grup ve amidler) görülürken, en düşük stabilite ise %89,3±0,05 metiyonin ve sistein (kükürt içeren R grupta) belirlenmiştir. Ulset, Mori, Dalheim, Hara ve Christensen (2014), sodium aljinata ekledikleri histidin ve fenilalaninin 10 kGy gama doza karşı degradasyonu önlediğini rapor etmiştir. Bizim çalışmamızda, D<sub>2</sub>O ilavesi, fenilalanini %98,8 ve histidine ise %90,9 oranında koruyabilmiştir. Diğer taraftan, Blanco vd. (2018) ise, normal oda şartlarında 1 kGy gama ışımaya maruz tirozinde %87,3 ve sistinde ise %68,1 oranında degradasyona sebep olduğunu bildirmiştir. Bu son iki aminoasitin bizim araştırmamızda degrade olmayan oranları sırasıyla %91,2 ve %86,1'dir. Ahmed, Abdalla, Salih ve Hassan (2018) tarafından yapılan bir diğer araştırma ise, 2 kGy'den yüksek gama maruziyetinin sorgum bitkisinde protein yapısını, *in vitro* protein sindirilebilirliğini ve protein çözünürlüğünü olumsuz şekilde etkilediğini ileri sürülmüştür. Pica ve Graziano (2017), D<sub>2</sub>O'nun yumurta akı proteini lizozimin konformasyonel stabilitesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, yapının doğal halinin D<sub>2</sub>O'da normal suya göre daha stabil olduğunu ve protein-su molekülleri arasındaki van der Waals etkileşiminin ağır suda zayıf kaldığı için yapının stabilitesine yol açtığını savunmuştur. Teorik hesaplamalarına göre, lizozimin ağır ve normal suda  $\Delta H_d$  (Td) (kJ/mol) değerleri sırasıyla; 544 ve 472 hesaplanmıştır. Benzer şekilde, özgül ısı kapasitesi  $\Delta C_{p,d}$  (kJ/K.mol) 6.5'tan 7.1'e yükselmiştir. Gibbs serbest enerji  $\Delta G_d$  (Tmax) (kJ/mol) değeri ise 46'dan 55'e çıkmıştır. Termodinamik açıdan, Gibbs serbest enerji değerinin artışı doğal halin stabilitesinin pozitif yönde etkileneceğini göstermektedir. Rowe vd. (2018) tarafından gerçekleştirilen bir diğer incelemede, tirozin, triptofan ve fenilalaninin 3.99 kGy gama radyasyon altında degradasyonu durumları araştırılmıştır. Bulgular, üç aminoasitin neredeyse tümüyle degrade olduklarını göstermiştir. Özetle,

araştırmamızın Uluslararası çalışmalar ile örtüşen ve farklılaşan sonuçları olduğu görülmektedir. D<sub>2</sub>O ilavesinin yumurta akı amino asitlerini belirtilen doz ve süredeki gama enerjisine karşı koruduğu anlaşılmıştır.

Amino asitler UV dalgaboyu ışımaya karşı hassas olup, ekseriyeti 180-320 nm aralığında UV ışığı absorbe ederler (Ehrenfreund vd, 2001). Aromatik asitler, disülfid bağları ve aktif prostetik grupları az içeren monomerik protein moleküllerinin 250 nm dalgaboyu ötesinde UV absorbans davranışları hakkında yeterli veri bulunmamaktadır (Teresa vd, 2012). UV absorbans davranışları, amino asit çözeltisinin saflık ve yapısal karakterinin belirlenmesinde önemli bir özelliktir. Amino asitlerin konformasyonel stabiliteleri yalnızca doyumluk durumlarına değil ekstra değerlilik kuvvetlerine de bağlıdır. Örneğin, doyumluk durumu, amino asitin UV bölgede yüksek absorpsiyon davranışı sergilemesine sebep olmaktadır (Prasad vd., 2017). Ancak, UV amino asit stabilitesini olumsuz da etkileyebilmektedir. UV ile birlikte gama ışınları gibi yüksek enerjili ışınlar dünya ve dünya dışı ortamlarda farklı düzeylerde bulunur. Bu ışınlar amino asit molekülünün degradasyonu ve/veya denatürasyonuna yol açabilmekte (Rowe vd., 2018; Liu ve Kounaves, 2021). Bu çalışmada, D<sub>2</sub>O ilave edilmiş ve edilmemiş yumurta akı örnekleri 280-400 nm aralığında ve 120 dk süresince UV ışımaya maruz bırakılmıştır. Uygulama bitiminde örneklerde amino asit düzeyleri LC-MS/MS yöntemi ile ölçülmüştür. UV maruziyetine karşı D<sub>2</sub>O ilave edilmiş örnekte en yüksek stabilite %99,4 ile prolinde (imino asit) görülürken, en düşük stabilite ise %71,3 taurinde (amino sülfonik asit) belirlenmiştir. Diğer amino asit gruplarının degrade olmama oranları sırasıyla, aromatik grup için %94,1±0,06, alifatik grup için %93,2±0,07, temel grup için %92,3±0,05, kükürt içeren R grup için %88,0±0,09, asidik grup ve amidler için %87,1±0,12 ve hidroksil R grup (aromatik olmayan) için %87,0±0,11 ölçülmüştür. İmino asiti prolinin UV absorbansının maksimum 290 nm olmasına rağmen (Seracu, 1987) neredeyse degrade olmadan kalmasında D<sub>2</sub>O ilavesinin etkili olduğu görülmektedir. Rowe vd. (2018) tirozin, triptofan ve fenilalaninin 24 saat süresince 254 nm (UVA), 302 nm (UVB) ve 365 nm (UVC) dalgaboylarında tutmuştur. Triptofanın degrade olmadan kalan oranları UVB için %18, UVC için %50 ve UVA içinse %74 gerçekleşmiştir. Bu verilere göre, triptofana stabilitesini en olumsuz etkileyen UV dalgaboyunun B aralığı ya da 302 nm, en az etkileyen dalga boyunun ise 254 nm (UVA) olduğu görülmektedir. Bizim araştırmamızda örnekler ayrı UV alt dalga boyu aralıklarına bölünerek değil, 280-400 nm tek UV ışık kaynağı kullanılarak ışımaya maruz bırakılmıştır. Rowe vd. (2018) ile

bizim incelememizi birbirinden ayıran en önemli fark ise maruziyet süresidir. Rowe vd. (2018) triptofana 24 saat süresince UV ışına altında bırakırken, bizim araştırmamızda 120 dk uygulama yapılmıştır. Bu noktada, bizim çalışmamızda D<sub>2</sub>O ilave edilmiş örnekte UV uygulaması sonrası degrade olmadan kalan triptofan oranı %99,7'dir. Sonuçlarımız, D<sub>2</sub>O'nun amino asit degradasyonunu önlediğini göstermesi bakımından önem taşımaktadır.

Sıcaklık amino asitlerin yapısal bütünlüğünü koruyan kimyasal bağların konformasyonel değişikliklere uğramasına yol açmaktadır. Benzer şekilde, nötral çözeltilerde equilibrium konformasyonları amino asitlerin ve çözücü suyun arasındaki etkileşimlerden etkilenmektedir. Daha polar amino asitlerin yan zincirleri çözücü etkisine maruz kalmaya çok daha müsaittir (Luo vd., 2022). Hâlbuki D<sub>2</sub>O normal suya göre daha kötü bir çözücüdür. D<sub>2</sub>O, proteinlerin hidrofobik yapısını destekleyerek ve globüler katlanmayı güçlendirerek termal şoka karşı dayanıklılığını arttırmaktadır (Clark, vd., 2019). Polipeptitlerin D<sub>2</sub>O ortamında daha kompakt küresel şekil alarak veya daha büyük agregatlarla birleşerek çözücü ile temas halindeki yüzey alanlarını azaltma davranışı gösterdikleri bilinmektedir. Bu durum, D<sub>2</sub>O'nun protein yapıları üzerindeki stabilize edici etkisi olarak görülmektedir (Cioni vd., 2002). Amino asitlerin termal stabilitesi alanyazında spekülatif alanlardan birisidir. Bunun başlıca sebebi ise, amino asit stabilitesi hakkında yapılan araştırmaların ekseriyetle sistemin tümünün analiz edilmemesinden ve çözücü etkisinin olağan sıcaklıklarda incelenmesinden kaynaklanmaktadır (Weiss, Muth, Drumm ve Kirchner, 2018). Hâlbuki dünyada yaşamın ortaya ilk çıktığı dönemlerde bile ortam sıcaklığı günümüz değerlerinden daha yüksek olarak bilinmektedir (Wolfenden, Lewis, Yuan ve Carter, 2015). Bu çalışmada, D<sub>2</sub>O ilave edilmiş ve edilmemiş yumurta akı örnekleri 61.5°C sıcaklıkta 24 saat etüvde tutulmuştur. Maruziyet sıcaklığının 61.5°C seçilmesinin nedeni yumurta akının üretici firmanın pastörizasyon uygulama sıcaklığı olmasıdır. Uygulama bitiminde örneklerde amino asit düzeyleri LC-MS/MS yöntemi ile ölçülmüştür. Sıcaklık faktörüne karşı D<sub>2</sub>O ilave edilmiş örnekte en yüksek stabilite %99,8 ile prolinde (imino asit) görülürken, en düşük stabilite ise %60,7 taurinde (amino sülfonik asit) belirlenmiştir. Diğer amino asit gruplarının degrade olmama oranları sırasıyla, temel grup için %93,6±0,04, asidik grup ve amidler için %92,4±0,03, hidroksil R grup (aromatik olmayan) için %90,4±0,03, kükürt içeren R grup için %87,2±0,09, alifatik grup için %86,2±0,06 ve aromatik grup için %77,5±0,23 ölçülmüştür. UV ve sıcaklık sonuçları amino asit grupları bazından son

derece benzer sonuçlar vermiştir. Benzer diğer araştırmalar içinde, özellikle, Rowe vd. (2018), tirozin, triptofan ve fenilalaninin, önce sıvı nitrojende (-196°C) ve sonrasında 86°C’de 24 saat ısıtılma maruz bırakmıştır. Sıvı nitrojen ve düşük sıcaklıkta aminoasitlerde anlamlı degradasyon görülmezken, yüksek sıcaklık uygulaması sonucu triptofanın %8.7±0.2 degrade olduğu, tirozin ve fenilalaninde ise bu oranın %4 gerçekteştiği rapor edilmiştir. Bizim çalışmamızda, triptofana degradasyonu oranı %49,5, fenilalanin %10,1 ve tirozin ise %8 tespit edilmiştir. Özellikle, maruziyet süresi aynı olmakla birlikte, triptofana degradasyon oranları arasında büyük bir fark olduğu görülmektedir. Aromatik amino asit olan triptofanın yumurta akında karbonil içeren bileşikler ile yüksek sıcaklıkta reaksiyona girmesi ve farklı ürünlere dönüşmesi mümkün olabilir (Shindo ve Cohen, 1976; Bellmaine, Schnellbaecher ve Zimmer, 2020). Özetle, araştırma sonuçlarımız, D<sub>2</sub>O’nun sıcaklık maruziyetine karşı yumurta akı matrisindeki amino asitlerin stabilitesini anlamlı biçimde koruyabildiğini, diğer taraftan triptofana örneğinde olduğu gibi olası farklı tepkimelerin gerçekteşmesinde önleyici olmadığını göstermiştir.

Fizik terimi olan plazma terimi, elektrik, termal, optik (UV), radyoaktif (gama) ve X-ışını elektromanyetik radyasyon gibi farklı tür enerji formları kullanarak gazların iyonize edilmiş durumunu ifade etmek için kullanılır. Besin biliminde, besin maddelerine uygulanan ısıtılma işlemler, renk, tekstür, besin öğesi kaybı gibi arzu edilmeyen olumsuz etkiler gösterebilmektedir. Bu durum, araştırmacıları, besinleri en az olumsuz işleyebilecekleri farklı teknikler aramaya yönlendirmiştir. Yeni yaklaşımlardan birisi ise soğuk plazma (cold plasma) yöntemidir (Pankaj, Wan ve Keener, 2018). Bizim araştırmamız, nükleer teknoloji için kullanılan ve normal suyun doğada eser izotopu olan D<sub>2</sub>O’nun yumurta akı matrisinde yer alan amino asitlerin farklı stress faktörlerine karşı degradasyon önleyici etkilerini incelemiştir. Bu bağlamda, D<sub>2</sub>O’ya aslında soğuk plazma yaklaşımı olarak değerlendirmek hatalı bir benzetim olmayacaktır.

## ALTINCI BÖLÜM

### SONUÇ

D<sub>2</sub>O kullanım alanları artan ve umut vadeden bir maddedir. Araştırmamız D<sub>2</sub>O'nun besin maddeleri ve besin öğeleri ile etkileşim potansiyeli olduğunu ortaya koymuştur.

İklim değişikliği, doğal felaketler ve benzeri sorunların besin zincirini etkilediği, politika yapıcılar ile araştırmacıları bu konuda çalışmaya zorladığı bilinmektedir. Benzer şekilde çevresel felaketler ve dünya dışı uzay araştırmaları bakımından besin stabilitesi sağlanmasında D<sub>2</sub>O ile daha kapsamlı ve detaylı çalışmalar yapılması gereklidir.

Sonuç olarak, D<sub>2</sub>O ilavesinin sıcaklık, gama ve UV stress faktörlerine karşı amino asit degradasyonunu farklı düzeylerde koruduğu anlaşılmıştır. Araştırmanın, farklı D<sub>2</sub>O düzeylerinde, farklı stress faktörleri ile ve peptit seviyesinde genişletilmesinde fayda olduğu görülmektedir.

## KAYNAKÇA

- Abeyrathne, E., Lee, H., & Ahn, D. (2013). Egg white proteins and their potential use in food processing or as nutraceutical and pharmaceutical agents—A review. *Poultry Science*, 92(12): 3292–3299.
- Acter, T., Lee, S., Cho, E., Jung, M. J., & Kim, S. (2017). Design and validation of in-source atmospheric pressure photoionization hydrogen/deuterium exchange mass spectrometry with continuous feeding of D<sub>2</sub>O. *Journal of The American Society for Mass Spectrometry*, 29(1): 85-94.
- Ahmed, M. M., Abdalla, I. G., Salih, A. M., & Hassan, A. B. (2018). Effect of gamma radiation on storability and functional properties of sorghum grains (*Sorghum bicolor* L.). *Food Science & Nutrition*, 6(7), 1933–1939.
- Akgönüllü, S. (2013). L-FenilalaninIn Tanınmasına Yönelik Afinite Kartuşlarının Hazırlanması.
- Al-Ramamneh, D., Riek, A., & Gerken, M. (2012). Effect of water restriction on drinking behaviour and water intake in German black-head mutton sheep and Boer goats. *Animal*, 6(1): 173–178.
- Alanine: Uses, Interactions, Mechanism of Action / *DrugBank Online*. (n.d.). DrugBank. Retrieved December 26, 2021.
- Allen, C. C., Albert, F. G., Combie, J., Banin, A., Yablekovitch, Y., Kan, I., . . . Symes, S. J. (1999). Effects of sterilizing doses of gamma radiation on Mars analog rocks and minerals. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 104(E11), 27043–27066.
- Alves, A., Bassot, A., Bulteau, A. L., Pirola, L., & Morio, B. (2019). Glycine Metabolism and Its Alterations in Obesity and Metabolic Diseases. *Nutrients*, 11(6): 1356.
- An, Z., Shi, C., Li, P., & Liu, L. (2021). Stability of amino acids and related amines in human serum under different preprocessing and pre-storage conditions based on iTRAQ®-LC-MS/MS. *Biology open*, 10(2): bio055020.

- Aydoğdu, 2019 G. Glutamin taşınması ve metabolizmasının insülin direnci ve endoplazmik retikulum stresi üzerindeki rolü.
- Baker, D. H. (2005). Tolerance for branched-chain amino acids in experimental animals and humans. *The Journal of nutrition*, 135(6): 1585S-1590S.
- Bardakcı, H. F. (2019). *Sporcular ve vücut geliştiriciler tarafından tüketilen protein tozlarının kalitesinin amino asit profili ve sindirilebilirlik yönünden incelenmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, İstanbul.
- Beaven, G., & Holiday, E. (1952). Ultraviolet Absorption Spectra of Proteins and Amino Acids. *Advances in Protein Chemistry*, 319–386.
- Behre, J., Voigt, R., Althöfer, I., & Schuster, S. (2012). On the evolutionary significance of the size and planarity of the proline ring. *Naturwissenschaften*, 99(10): 789–799.
- Bellmaine, S., Schnellbaecher, A., & Zimmer, A. (2020). Reactivity and degradation products of tryptophan in solution and proteins. *Free Radical Biology and Medicine*, 160, 696–718.
- Bila, W. C., Mariano, R. M. D. S., Silva, V. R., dos Santos, M. E. S. M., Lamounier, J. A., Ferriolli, E., & Galdino, A. S. (2017). Applications of deuterium oxide in human health. *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 53(4): 327–343.
- Blanco, Y., de Diego-Castilla, G., Viúdez-Moreiras, D., Cavalcante-Silva, E., Rodríguez-Manfredi, J. A., Davila, A. F., . . . Parro, V. (2018). Effects of Gamma and Electron Radiation on the Structural Integrity of Organic Molecules and Macromolecular Biomarkers Measured by Microarray Immunoassays and Their Astrobiological Implications. *Astrobiology*, 18(12), 1497–1516.
- Bommarius, A. S., & Paye, M. F. (2013). Stabilizing biocatalysts. *Chemical Society Reviews*, 42(15): 6534-6565.
- Bonn, S. E., Trolle Lagerros, Y., Christensen, S. E., Möller, E., Wright, A., Sjölander, A., & Bälter, K. (2012). Active-Q: Validation of the Web-Based Physical Activity

Questionnaire Using Doubly Labeled Water. *Journal of Medical Internet Research*, 14(1): e29.

Boulet-Audet, M., Byrne, B., & Kazarian, S. G. (2014). High-throughput thermal stability analysis of a monoclonal antibody by attenuated total reflection FT-IR spectroscopic imaging. *Analytical chemistry*, 86(19): 9786-9793.

Brook, M. S., Wilkinson, D. J., Atherton, P. J., & Smith, K. (2017). Recent developments in deuterium oxide tracer approaches to measure rates of substrate turnover. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 20(5): 375–381.

Briguglio, M., Dell’Osso, B., Panzica, G., Malgaroli, A., Banfi, G., Zanaboni Dina, C., Galentino, R., & Porta, M. (2018). Dietary Neurotransmitters: A Narrative Review on Current Knowledge. *Nutrients*, 10(5): 591.

Budak, N. (2002) Folik Asitin Kadın Ve Çocuk Sağlığında Önemi.

Burchi, F., & de Muro, P. (2016). From food availability to nutritional capabilities: Advancing food security analysis. *Food Policy*, 60, 10–19.

Burke, M., & Augenstein, L. (1969). A comparison of the effects of ultraviolet and ionizing radiations on trypsin activity and on its constituent amino acids. *Biochemical Journal*, 114(3), 535–545.

Bürücü, D. K. (2019). Asparajın içeren bazı bileşiklerin sentezlenmesi, spektroskopik özelliklerinin teorik ve deneysel olarak incelenmesi.

Campbell, L., Raikos, V., & Euston, S. R. (2003). Modification of functional properties of egg-white proteins. *Nahrung/Food*, 47(6): 369–376.

Chan, F. L., & Johnson, G. G. (1971). Some X-Ray Diffraction Spectra and Characteristic Properties of Deuterium Oxide Inorganic Compounds. *In Developments in Applied Spectroscopy* (pp. 319-341). Springer, Boston, MA.

Chandler, P. G., Broendum, S. S., Riley, B. T., Spence, M. A., Jackson, C. J., McGowan, S., & Buckle, A. M. (2020). Strategies for increasing protein stability. *In Protein Nanotechnology* (pp. 163-181). Humana, New York, NY.

- Chauhan, P. S. (2020, January 31). Heavy Water: Alternative applications in biology, medicine and industry, Department of Atomic Energy.
- Cho, I. J., Ahn, J. Y., Kim, S., Choi, M. S., & Ha, T. Y. (2008). Resveratrol attenuates the expression of HMG-CoA reductase mRNA in hamsters. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 367(1), 190–194.
- Cioni, P., & Strambini, G. B. (2002). Effect of heavy water on protein flexibility. *Biophysical journal*, 82(6): 3246–3253.
- Clark, T., Heske, J., & Kühne, T. D. (2019). Opposing electronic and nuclear quantum effects on hydrogen bonds in H<sub>2</sub>O and D<sub>2</sub>O. *ChemPhysChem*, 20(19): 2461.
- Çalapkörür, S. E. M. A., & Akbulut, G. (2019). İmmünönütrisyon ve kanser. *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6(1): 93-101.
- Damodaran, S. (2019). Food Proteins and Their Applications, *Food Science and Technology* (1st ed.).
- D'Andrea, G., D'Amico, D., Bussone, G., Bolner, A., Aguggia, M., Saracco, M. G., Galloni, E., de Riva, V., Colavito, D., Leon, A., Rosteghin, V., & Perini, F. (2013). The role of tyrosine metabolism in the pathogenesis of chronic migraine. *Cephalalgia*, 33(11): 932–937.
- Dartnell, L.R., Desorgher, L., Ward, J.M., & Coates A.J. (2007). Martian sub-surface ionising radiation: biosignatures and geology. *Biogeosciences*, 4, 545–558.
- de Carli, G. J., Contiliani, D. F., Giuliatti, S., & Pereira, T. C. (2021). An animal able to tolerate D<sub>2</sub>O. *ChemBioChem*, 22(6): 988-991.
- de Diego-Castilla, G., Cruz-Gil, P., Mateo-Martí, E., Fernández-Calvo, P., Rivas, L. A., & Parro, V. (2011). Assessing Antibody Microarrays for Space Missions: Effect of Long-Term Storage, Gamma Radiation, and Temperature Shifts on Printed and Fluorescently Labeled Antibodies. *Astrobiology*, 11(8), 759–773.
- Develioğlu Aslan, A. (2016). *Un ve unlu mamullerde L-sistein tespitine yönelik kromotografik ve spektroskopik metotların geliştirilmesi* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

- Douglas, G. L., Zwart, S. R., & Smith, S. M. (2020). Space Food for Thought: Challenges and Considerations for Food and Nutrition on Exploration Missions. *The Journal of Nutrition*, 150(9): 2242–2244.
- Eggers, D. K. (2001). Molecular confinement influences protein structure and enhances thermal protein stability. *Protein Science*, 10(2), 250–261.
- Ehrenfreund, P., Bernstein, M. P., Dworkin, J. P., Sandford, S. A., & Allamandola, L. J. (2001). The Photostability of Amino Acids in Space. *The Astrophysical Journal*, 550(1), L95–L99.
- Elert, G. (2021). Radiobiology, *The Physics Hypertextbook*. Retrieved December 23, 2021
- El-Tarabany, M. S., Ahmed-Farid, O. A., Nassan, M. A., & Salah, A. S. (2021). Oxidative Stability, Carcass Traits, and Muscle Fatty Acid and Amino Acid Profiles in Heat-Stressed Broiler Chickens. *Antioxidants*, 10(11): 1725.
- Fernandes, C. S., Teixeira, G. D., Iranzo, O., & Roque, A. C. (2018). Engineered Protein Variants for Bioconjugation. *Biomedical Applications of Functionalized Nanomaterials*, 105–138.
- Fidanbaş, Z. U. C., Bilgin, E., & Ertan, M. O. (2016). Bazi Deniz Balıklarının Aminoasit-Yağ Asiti İçerikleri Ve Beslenme Açısından Önemi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 11(2), 45.
- Filali-Mouhim, M., Audette, M., St-Lo, A. (1997). Lysozyme fragmentation induced by gamma-radiolysis. *International Journal of Radiation Biology*, 72(1), 63–70. <https://doi.org/10.1080/095530097143545>
- Friedman, M. (2018). Analysis, Nutrition, and Health Benefits of Tryptophan. *International Journal of Tryptophan Research*, 11: 117864691880228.
- Fulczyk, A., Łata, E., Talik, E., Kowalska, T., & Sajewicz, M. (2019). Impact of D<sub>2</sub>O on the peptidization of l-methionine. *Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis*, 126(2): 939-949.
- Ghorab, M. M., Alqahtani, A. S., Soliman, A. M., & Askar, A. A. (2020). Novel N-(Substituted) Thioacetamide Quinazolinone Benzenesulfonamides as

Antimicrobial Agents. *International Journal of Nanomedicine*, Volume 15, 3161–3180.

Godziek, A., Łagiewka, A., Kowalska, T., & Sajewicz, M. (2018). The influence of heavy water as a solvent on the spontaneous oscillatory reactions of  $\alpha$ -amino acids. *Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis*, 123(1): 141-153.

Golovanov, A. P., Hautbergue, G. M., Wilson, S. A., & Lian, L. Y. (2004). A simple method for improving protein solubility and long-term stability. *Journal of the American Chemical Society*, 126(29): 8933-8939.

Gupta, M. N. (1991). Thermostabilization of proteins. Biotechnology and applied biochemistry, USA.

Gürsoy, R., Aktaş, Ö., Dane, Ş. (2010). Beslenme ve Besinsel Ergojenikler I: Karbonhidrat, Yag Ve Proteinler. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1 (2): 0-0 .

Harrell, C. R., Djonov, V., Fellabaum, C., & Volarevic, V. (2018). Risks of Using Sterilization by Gamma Radiation: The Other Side of the Coin. *International Journal of Medical Sciences*, 15(3), 274–279.

Hayman, M., Smith, K., Cameron, N., & Przyborski, S. (2005). Growth of human stem cell-derived neurons on solid three-dimensional polymers. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*, 62(3), 231–240.

Holeček, M., & Vodeničarovová, M. (2019). Effects of histidine load on ammonia, amino acid, and adenine nucleotide concentrations in rats. *Amino Acids*, 51(10–12): 1667–1680.

Ilardo, M., Meringer, M., Freeland, S., Rasulev, B., & Cleaves II, H. J. (2015). Extraordinarily Adaptive Properties of the Genetically Encoded Amino Acids. *Scientific Reports*, 5(1).

Jaenicke R. (1991). Protein stability and molecular adaptation to extreme conditions. *European journal of biochemistry*, 202(3): 715–728.

Kapalka, G. M. (2010). Anxiety Disorders. *Nutritional and Herbal Therapies for Children and Adolescents*, 219–258.

- Karakozak, E., Ayaşan, T. (2010). Ruminant Beslemede Korunmuş Metionin Kullanımı. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1): 58-66.
- Keskin, C.S., Keskin, S., ve Özdemir, A., (2011, Haziran). Histidin Amino Asidinin Gümüş Nanoparçacıkları ile Tayini. 25. *Ulusal Kimya Kongresi*, Erzurum
- Khan, R. A., Beck, S., Dussault, D., Salmieri, S., Bouchard, J., & Lacroix, M. (2013). Mechanical and barrier properties of nanocrystalline cellulose reinforced poly(caprolactone) composites: Effect of gamma radiation. *Journal of Applied Polymer Science*, 129(5), 3038–3046.
- Kim, J., Kim, M. J., & Lee, J. (2013). Effects of Deuterium Oxide on the Oxidative Stability and Change of Headspace Volatiles of Corn Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 91(4), 623–628.
- Kleemann, J., Reichenbach, G., Zöller, N., Jäger, M., Kaufmann, R., Meissner, M., & Kippenberger, S. (2020). Heavy Water Affects Vital Parameters of Human Melanoma Cells in vitro. *Cancer management and research*, 12: 1199–1209.
- Krall, A. S., Xu, S., Graeber, T. G., Braas, D., & Christofk, H. R. (2016). Asparagine promotes cancer cell proliferation through use as an amino acid exchange factor. *Nature Communications*, 7(1).
- Krishnamurthy, R., Cil, T., Bedard, P., Forbes, R., Li, M., Liu, Z. A., & Croke, J. (2021). Abstract PD12-09: Patient-reported outcomes of adolescents and young adults with breast cancer treated with curative intent. Poster Spotlight Session Abstracts.
- Krumbiegel, P. (2011). Large deuterium isotope effects and their use: a historical review. *Isotopes in Environmental and Health Studies*, 47(1): 1–17.
- Kselíková, V., Vítová, M., & Bišová, K. (2019). Deuterium and its impact on living organisms. *Folia microbiologica*, 64(5): 673-681.
- Kuan, Y. H., Bhat, R., Patras, A., & Karim, A. A. (2013). Radiation processing of food proteins – A review on the recent developments. *Trends in Food Science & Technology*, 30(2): 105–120.

- Kushner, D. J., Baker, A., & Dunstall, T. G. (1999). Pharmacological uses and perspectives of heavy water and deuterated compounds. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 77(2): 79–88.
- Lalande, M., Schwob, L., Vizcaino, V., Chirof, F., Dugourd, P., Schlathölter, T., & Pouilly, J. (2019). Direct Radiation Effects on the Structure and Stability of Collagen and Other Proteins. *ChemBioChem*, 20(24): 2972–2980.
- Lee, C. K., Yi, B. R., Kim, S. H., Choi, H. S., Kim, M. J., & Lee, J. H. (2018). Volatile profiles and involvement step of moisture in bulk oils during oxidation by action of deuterium oxide (D<sub>2</sub>O). *Food science and biotechnology*, 27(5): 1327-1332.
- Lee, J. H., & Paik, H. D. (2019). Anticancer and immunomodulatory activity of egg proteins and peptides: A review. *Poultry science*, 98(12): 6505-6516.
- Lepock, J. R. (2005). Measurement of protein stability and protein denaturation in cells using differential scanning calorimetry. *Methods*, 35(2): 117–125.
- Libretexts. (2021). 18.1: Reactions of Amino Acids. Chemistry LibreTexts.
- Li-Chan, E., & Lacroix, I. (2018). Properties of proteins in food systems: An introduction. *Proteins in Food Processing*, 1–25.
- Liu, D., & Kounaves, S. P. (2021). Degradation of Amino Acids on Mars by UV Irradiation in the Presence of Chloride and Oxochlorine Salts. *Astrobiology*, 21(7), 793–801.
- Luo, X., Wang, Q., Wu, Y., Duan, W., Zhang, Y., Geng, F., . . . An, F. (2022). Mechanism of effect of heating temperature on functional characteristics of thick egg white. *LWT*, 154, 112807.
- Ma, B., Zhang, L., Li, J., Xing, T., Jiang, Y., & Gao, F. (2021). Heat stress alters muscle protein and amino acid metabolism and accelerates liver gluconeogenesis for energy supply in broilers. *Poultry Science*, 100(1): 215–223.
- Mallamace, F., Mallamace, D., Chen, S. H., Lanzafame, P., & Papanikolaou, G. (2021). Water Thermodynamics and Its Effects on the Protein Stability and Activity. *Biophysica*, 1(4), 413–428.

- Manzocco, L., Panozzo, A., & Nicoli, M. C. (2012). Effect of ultraviolet processing on selected properties of egg white. *Food Chemistry*, *135*(2): 522–527.
- Marx, M., Günter, R. H., Hucko, W., Radnikow, G., & Feldmeyer, D. (2012). Improved biocytin labeling and neuronal 3D reconstruction. *Nature Protocols*, *7*(2), 394–407.
- Mbarki, R., Sadok, S., & Barkallah, I. (2008). Influence of gamma irradiation on microbiological, biochemical, and textural properties of bonito (Sardasarda) during chilled storage. *Food Science and Technology*, **14**, 367–373.
- Matthews B. W. (1993). Structural and genetic analysis of protein stability. *Annual review of biochemistry*, *62*: 139–160. ,
- Møller, A. P., & Mousseau, T. A. (2012). The effects of natural variation in background radioactivity on humans, animals and other organisms. *Biological Reviews*, *88*(1), 226–254.
- Mori, H., Takaya, M., Nishimura, K., & Goto, T. (2020). Breed and feed affect amino acid contents of egg yolk and eggshell color in chickens. *Poultry Science*, *99*(1), 172–178.
- Munir, M. T., & Federighi, M. (2020). Control of Foodborne Biological Hazards by Ionizing Radiations. *Foods*, *9*(7), 878.
- Muñoz Caro, G., Meierhenrich, U., Schutte, W. *et al.* Amino acids from ultraviolet irradiation of interstellar ice analogues. *Nature* **416**, 403–406 (2002).
- Nasabi, M., Labbafi, M., Mousavi, M. E., & Madadlou, A. (2017). Effect of salts and nonionic surfactants on thermal characteristics of egg white proteins. *International Journal of Biological Macromolecules*, *102*: 970–976.
- Nassour, R., & Ayash, A. (2021). Effects of Ultraviolet-B Radiation in Plant Physiology. *Agriculture (Pol'nohospodárstvo)*, *67*(1), 1–15.
- National Center for Biotechnology Information (2021). PubChem Compound Summary for CID 6288, l-Threonine. Retrieved December 25, 2021

- NCBI - Springer Nature References. (2021). National Library of Medicine. Retrieved December 26, 2021
- Noaman, N. H. (2006). Ultraviolet-B Irradiation Alters Amino Acids, Proteins, Fatty Acids Contents and Enzyme Activities of *Synechococcus leopoliensis*. *International Journal of Botany*, 3(1), 109–113.
- Oh, S., Lee, C., Gim, S. Y., Kim, M. J., & Lee, J. (2016). Effects of  $\alpha$ -tocopherol on the oxidative stability and incorporation of deuterium in volatiles from a linoleic acid-deuterium model system. *Food science and biotechnology*, 25(3): 681-686.
- Oh, S., Lee, C., Kim, S., Choi, H., Kim, M. J., & Lee, J. (2017). Oxidative Stability and Volatile Formations in Linoleic Acid- D<sub>2</sub>O Models in the Presence of Deuteron or Electron Donors. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 94(11): 1385-1392.
- Oh, S., Yi, B., Kim, M. J., & Lee, J. (2015). Effects of deuterium oxide on formation of volatiles in linoleic acid model systems at different temperatures and oxygen limitation conditions. *Food Science and Biotechnology*, 24(1): 41-46.
- Özgül, F., ULUTAŞ, Z.H. Beslenmenin Futbol Performansi Üzerine Etkisi.
- Öztuna D., Elhan A. H., Kurşun N. (2008). Sağlık Araştırmalarında Kullanılan İlişki Katsayıları. *Turkiye Klinikleri J Med Sci.*, 28: 160-165.
- Palego, L., Betti, L., Rossi, A., & Giannaccini, G. (2016). Tryptophan Biochemistry: Structural, Nutritional, Metabolic, and Medical Aspects in Humans. *Journal of Amino Acids*, 2016, 1–13.
- Pankaj SK, Wan Z, Keener KM. Effects of Cold Plasma on Food Quality: A Review. *Foods*. 2018;7(1):4.
- Pant, I., & Shashidhar, R. (2020). Understanding the influence of heavy water stress on the physiology of *Salmonella Typhimurium*. *Applied Radiation and Isotopes*, 159, 108990.
- Paul, B. D., Sbdio, J. I., & Snyder, S. H. (2018). Cysteine Metabolism in Neuronal Redox Homeostasis. *Trends in Pharmacological Sciences*, 39(5): 513–524.

- Pavlov, A. A., Vasilyev, G., Ostryakov, V. M., Pavlov, A. K., & Mahaffy, P. (2012). Degradation of the organic molecules in the shallow subsurface of Mars due to irradiation by cosmic rays. *Geophysical Research Letters*, *39*(13), n/a.
- Pica, A., & Graziano, G. (2017). Effect of heavy water on the conformational stability of globular proteins. *Biopolymers*, *109*(10): e23076.
- Polleux, F., & Ghosh, A. (2002). The Slice Overlay Assay: A Versatile Tool to Study the Influence of Extracellular Signals on Neuronal Development. *Science's STKE*, *2002*(136).
- Prasad, S., Mandal, I., Singh, S., Paul, A., Mandal, B., Venkatramani, R., & Swaminathan, R. (2017). Near UV-Visible electronic absorption originating from charged amino acids in a monomeric protein. *Chemical Science*, *8*(8), 5416–5433.
- Prof. Dr. Fidancı - Proteinler. (2021). Ankara Üniversitesi. Retrieved December 26, 2021,
- Rama Rao, K. V., Reddy, P. V., Tong, X., & Norenberg, M. D. (2010). Brain Edema in Acute Liver Failure. *The American Journal of Pathology*, *176*(3), 1400–1408.
- Rockah-Shmuel, L., Tóth-Petróczy, Á., & Tawfik, D. S. (2015). Systematic mapping of protein mutational space by prolonged drift reveals the deleterious effects of seemingly neutral mutations. *PLoS computational biology*, *11*(8): e1004421.
- Rose. (2019). Amino Acid Nutrition and Metabolism in Health and Disease. *Nutrients*, *11*(11): 2623.
- Rowe, L., Peller, J., Mammoser, C., Davidson, K., Gunter, A., Brown, B., & Dhar, S. (2018). Stability of non-proteinogenic amino acids to UV and gamma irradiation. *International Journal of Astrobiology*, *18*(05): 426–435.
- Saber, H., El-Sheekh, M. M., Ibrahim, A., & Alwaleed, E. A. (2020). Effect of UV-B radiation on amino acids profile, antioxidant enzymes and lipid peroxidation of some cyanobacteria and green algae. *International Journal of Radiation Biology*, *96*(9), 1192–1206.
- Schnauß, J., Kunschmann, T., Grosser, S., Mollenkopf, P., Zech, T., Freitag, J. S., Prasevic, D., Stange, R., Röttger, L. S., Rönicke, S., Smith, D. M., Bayerl, T. M., & Käs,

- J. A. (2021). Cells in Slow Motion: Cells in Slow Motion: Apparent Undercooling Increases Glassy Behavior at Physiological Temperatures (Adv. Mater. 29/2021). *Advanced Materials*, 33(29): 2170230.
- Schöneich C. (2020). Photo-Degradation of Therapeutic Proteins: Mechanistic Aspects. *Pharmaceutical research*, 37(3), 45.
- Schweigert-Weisz, U., Eisner, P., Bader-Mittermaier, S., & Osen, R. (2020). Food proteins from plants and fungi. *Current Opinion in Food Science*. 23: 156-162.
- Sen, A., Balamurugan, V., Rajak, K. K., Chakravarti, S., Bhanuprakash, V., & Singh, R. K. (2009). Role of heavy water in biological sciences with an emphasis on thermostabilization of vaccines. *Expert Review of Vaccines*, 8(11): 1587–1602.
- Seracu, D. I. (1987). The Study of UV and VIS Absorption Spectra of the Complexes of Amino Acids with Ninhydrin. *Analytical Letters*, 20(9), 1417–1428.
- Seriner, Emin. Radyoaktif Atık Depolama Sistemlerinde Killerin Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye Korkut Ata Üviversitesi, 2016.
- Seven, B., Çavuşoğlu, K., Yalçın, E., & Çavuşoğlu, K. (2015). Allium Cepa L. (Amarylidaceae) Kök Ucu Hücreleri Üzerine Ultraviyole Radyasyonun Fizyolojik Ve Genotoksik Etkilerinin Araştırılması. *Cumhuriyet Science Journal*, 36(5), 24.
- Shindo, H., & Cohen, J. S. (1976). Observation of individual carboxyl groups in hen egg-white lysozyme by use of high field <sup>13</sup>C-nuclear magnetic resonance. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 73(6), 1979–1983.
- Singha, H., Goyal, S. K., Malik, P., & Singh, R. K. (2014). Use of Heavy Water (D<sub>2</sub>O) in Developing Thermostable Recombinant p26 Protein Based Enzyme-Linked Immunosorbent Assay for Serodiagnosis of Equine Infectious Anemia Virus Infection. *The Scientific World Journal*, 2014, 1–6.

- Smith, G. N. (2021). An alternative analysis of contrast-variation neutron scattering data of casein micelles in semi-deuterated milk. *The European Physical Journal E*, 44(1).
- Tang, D., Wang, R., He, X., Chen, X., Huo, X., Lü, X., & Shan, Y. (2021). Comparison of the edible quality of liquid egg with different cooking methods and their antioxidant activity after in vitro digestion. *Food Research International*, 140, 110013.
- Taşan, M. (2008). Tahıl kaynaklı ürünlerde akrilamid varlığı. *Türkiye*, 10, 395-398.
- Teresa, M., Petersen, S., & Prakash, G. (2012). UV Light Effects on Proteins: From Photochemistry to Nanomedicine. *Molecular Photochemistry - Various Aspects*.
- Tong, B. C., & Barbul, A. (2004). Cellular and physiological effects of arginine. *Mini reviews in medicinal chemistry*, 4(8): 823-832.
- Tualeka, A. R., Rahmawati, P., Ahsan, A., Pathak, Y., Russeng, S. S., Sukarmin, S., & Wahyu, A. (2019). Requirement Prediction for Toluene Detox with Foods Intake Rich in CYP2E1 Enzyme and Glycine to Prevent Nerve and Kidney Damage at Shoe Home Industry Workers in Romokalisari Surabaya. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 7(11): 1788–1793.
- Ulset, A. S. T., Mori, H., Dalheim, M., Hara, M., & Christensen, B. E. (2014). Influence of Amino Acids, Buffers, and pH on the  $\gamma$ -Irradiation-Induced Degradation of Alginates. *Biomacromolecules*, 15(12), 4590–4597.
- van Dijk, E., Hoogeveen, A., & Abeln, S. (2015). The Hydrophobic Temperature Dependence of Amino Acids Directly Calculated from Protein Structures. *PLOS Computational Biology*, 11(5), e1004277.
- Vasdev, S., Prabhakaran, V. M., Whelan, M., Ford, C. A., Longerich, L., & Parai, S. (1994). Fructose-induced hypertension, hypertriglyceridemia and elevated cytosolic calcium in rats: prevention by deuterium oxide. *Artery*, 21(3): 124-147.
- Vass, I., Kirilovsky, D., Perewoska, I., Máté, Z., Nagy, F., & Etienne, A. L. (2000). UV-B radiation induced exchange of the D1 reaction centre subunits produced from the

- psbA2 and psbA3 genes in the cyanobacterium *Synechocystis* sp. PCC 6803. *European Journal of Biochemistry*, 267(9): 2640–2648.
- Volpi, E., Kobayashi, H., Sheffield-Moore, M., Mittendorfer, B., & Wolfe, R. R. (2003). Essential amino acids are primarily responsible for the amino acid stimulation of muscle protein anabolism in healthy elderly adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78(2), 250–258.
- Wang, F. N., Peng, S. L., Lu, C. T., Peng, H. H., & Yeh, T. C. (2013). Water signal attenuation by D2O infusion as a novel contrast mechanism for 1H perfusion MRI. *NMR in Biomedicine*, n/a.
- Watford, M., & Wu, G. (2018). Protein. *Advances in Nutrition*, 9(5): 651–653.
- Weiss, I. M., Muth, C., Drumm, R., & Kirchner, H. O. K. (2018). Thermal decomposition of the amino acids glycine, cysteine, aspartic acid, asparagine, glutamic acid, glutamine, arginine and histidine. *BMC Biophysics*, 11(1).
- Wilkinson, D. J., Cegielski, J., Phillips, B. E., Boereboom, C., Lund, J. N., Atherton, P. J., & Smith, K. (2015). Internal comparison between deuterium oxide (D2O) and L-[ring-13C6] phenylalanine for acute measurement of muscle protein synthesis in humans. *Physiological Reports*, 3(7): e12433.
- Wilson, J. (2021). *Molecular Biology of the Cell*, -- 4th edition (Fourth Edition). Garland.
- Wolfenden, R., Lewis, C. A., Yuan, Y., & Carter, C. W. (2015). Temperature dependence of amino acid hydrophobicities. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(24), 7484–7488.
- Zhang, Q., Wu, K., Qian, H., Ramachandran, B., & Jiang, F. (2021). The advances of characterization and evaluation methods for the compatibility and assembly structure stability of food soft matter. *Trends in Food Science & Technology*, 112, 753–763.
- Zheng, J., Zheng, C., Song, B., Guo, Q., Zhong, Y., Zhang, S., Zhang, L., Duan, G., Li, F., & Duan, Y. (2021). HMB Improves Lipid Metabolism of Bama Xiang Mini-Pigs

via Modulating the Bacteroidetes-Acetic Acid-AMPK $\alpha$  Axis. *Frontiers in Microbiology*, 12.

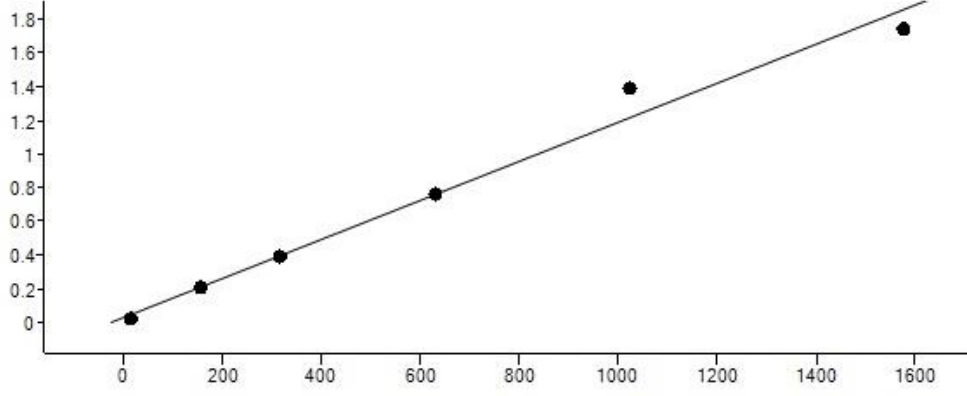
Zhu, C., Gao, Y., Li, H., Meng, S., Li, L., Francisco, J. S., & Zeng, X. C. (2016). Characterizing hydrophobicity of amino acid side chains in a protein environment via measuring contact angle of a water nanodroplet on planar peptide network. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(46), 12946–12951.



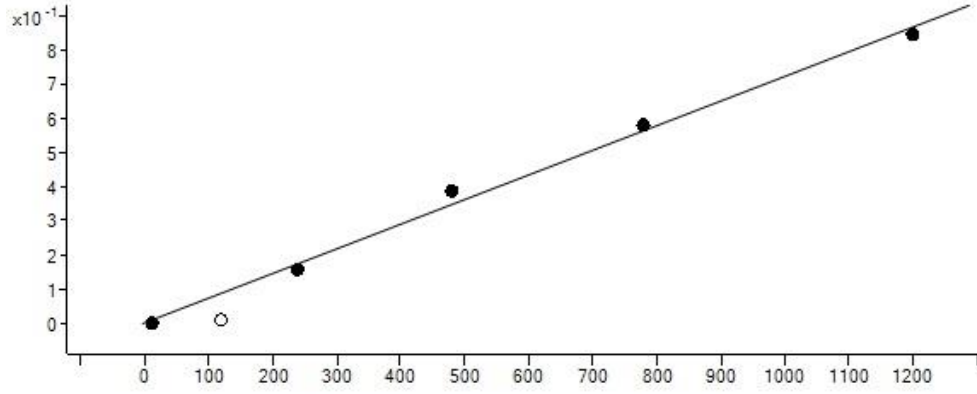
## EKLER

### EK-1 Kalibrasyon Eğrileri

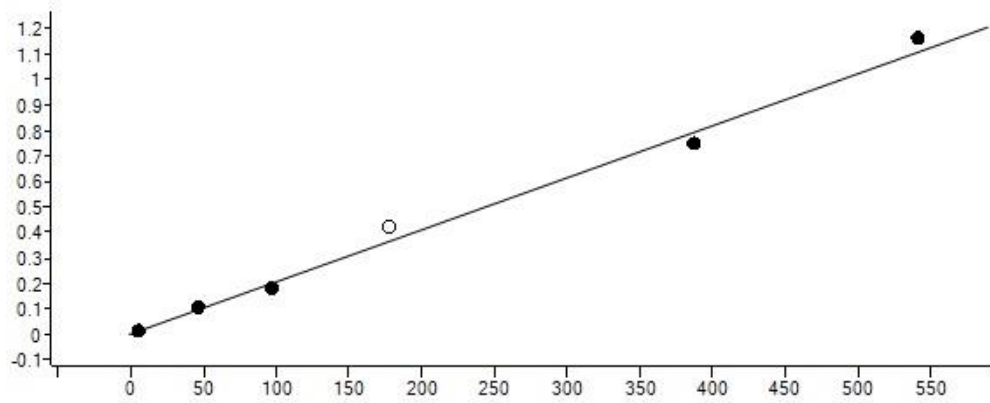
#### Glisin



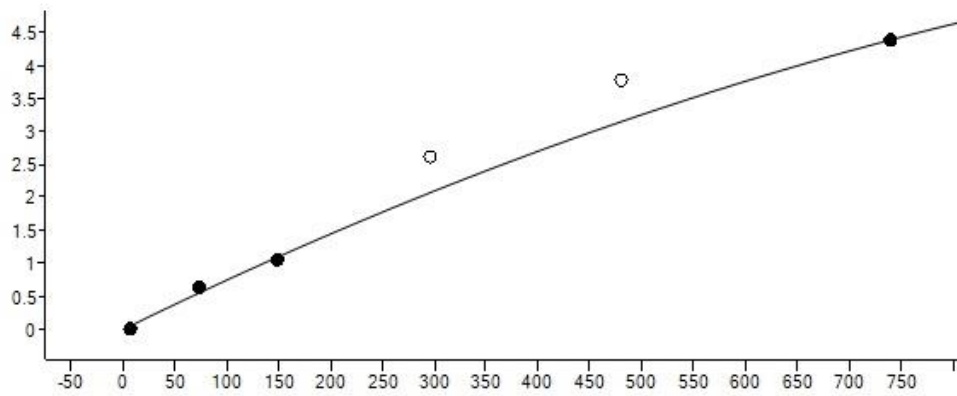
#### Alanin



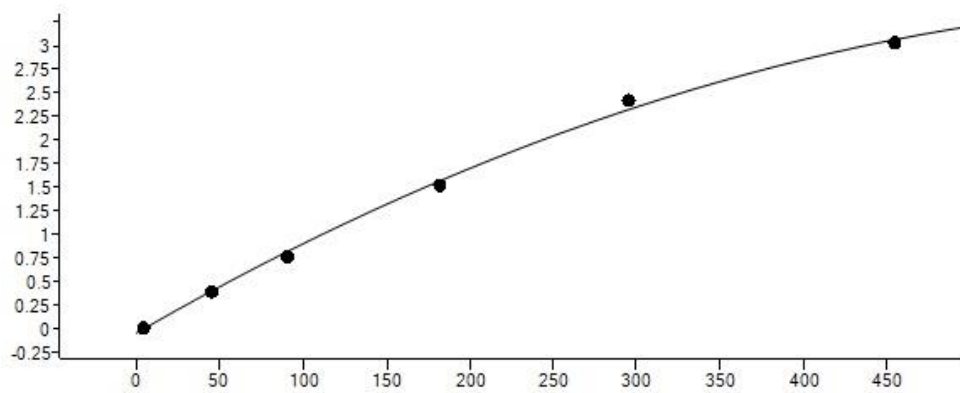
## Valin



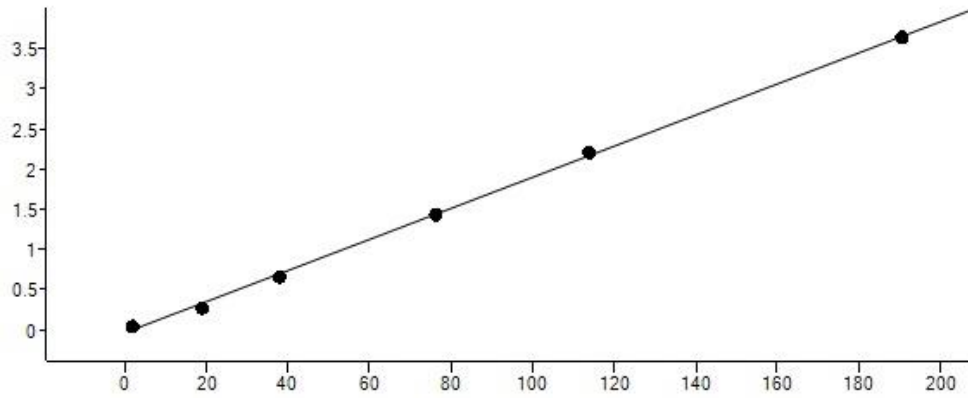
## Serin



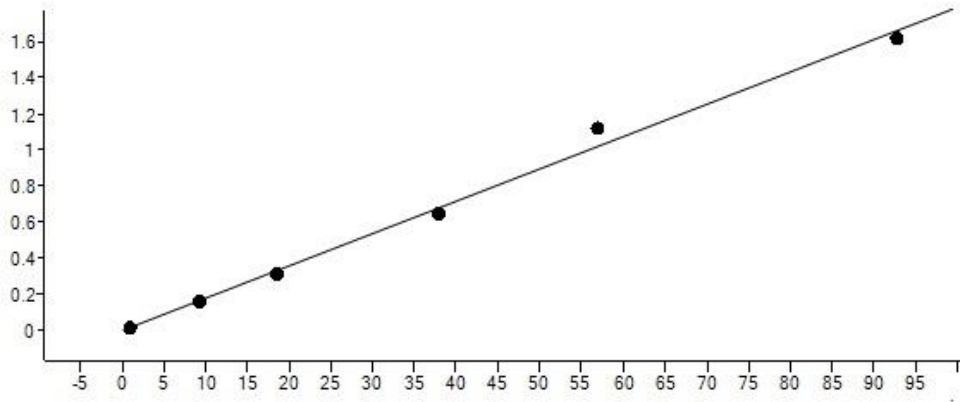
## Treonin



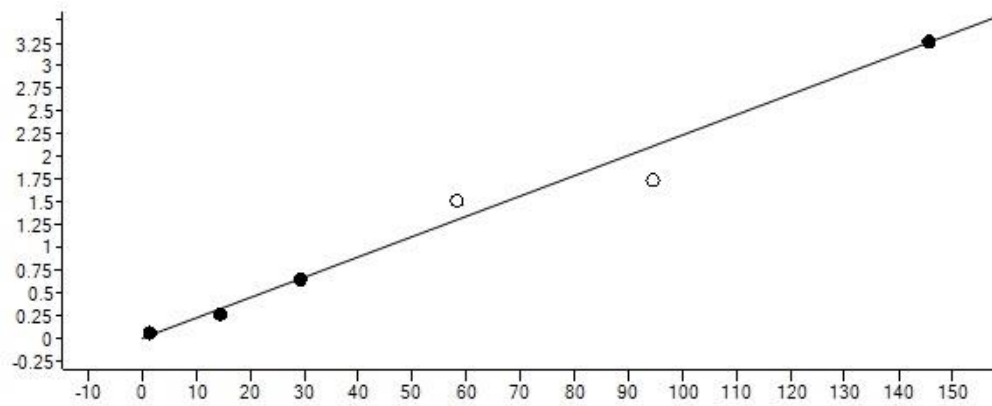
### Sistein



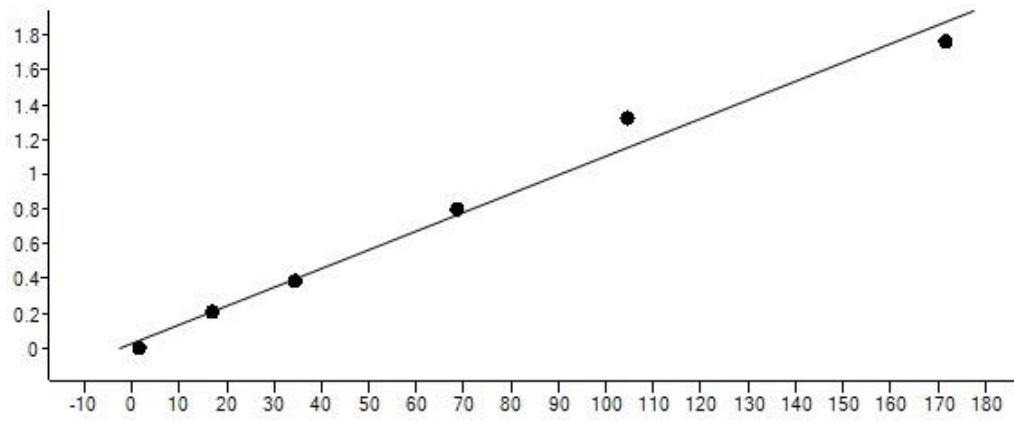
### Metiyonin



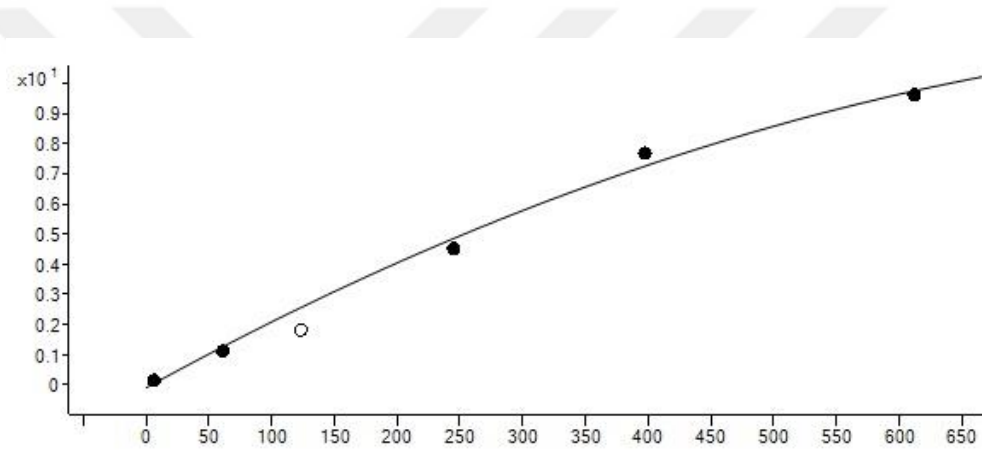
### Aspartik asit



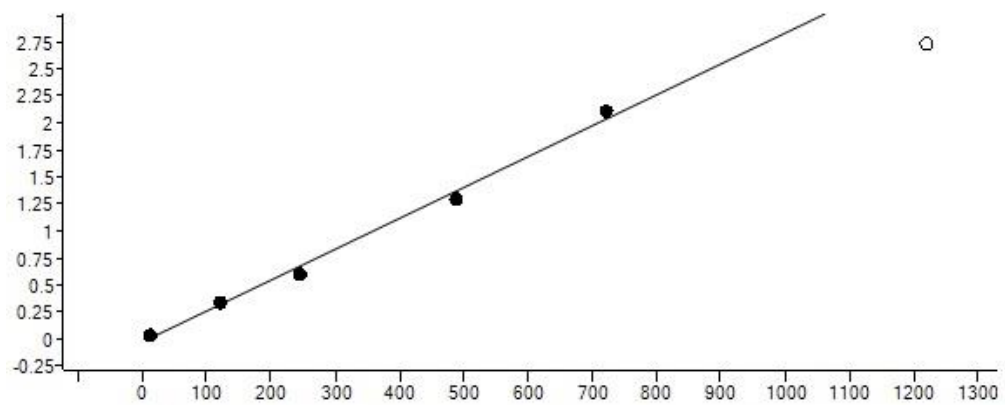
## Asparajin



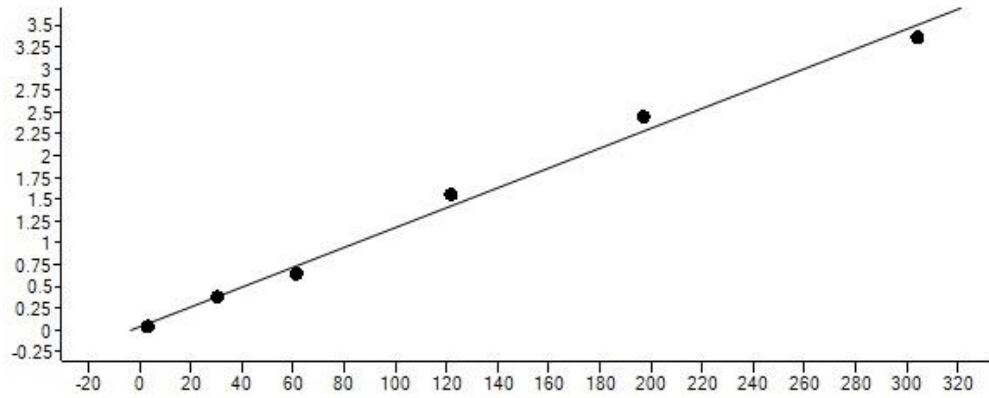
## Glutamik Asit



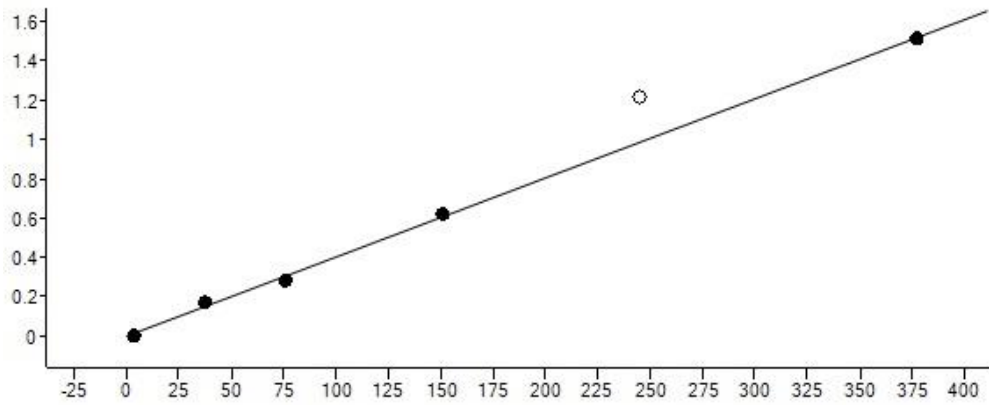
## Glutamin



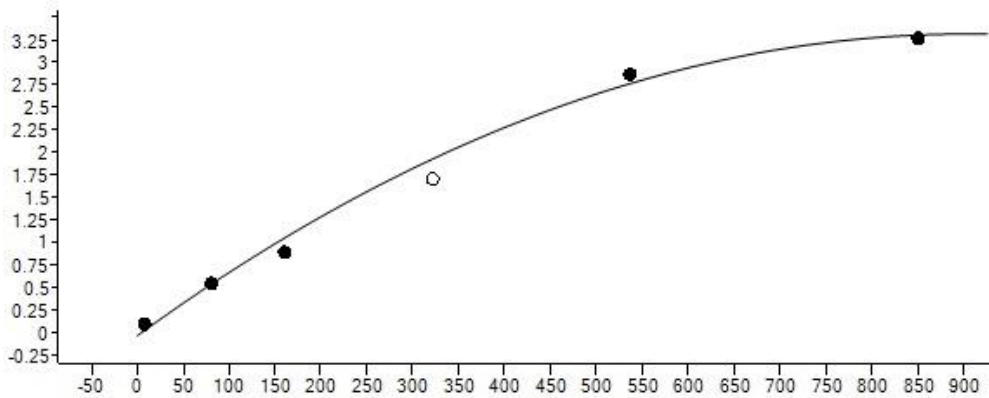
## Arjinin



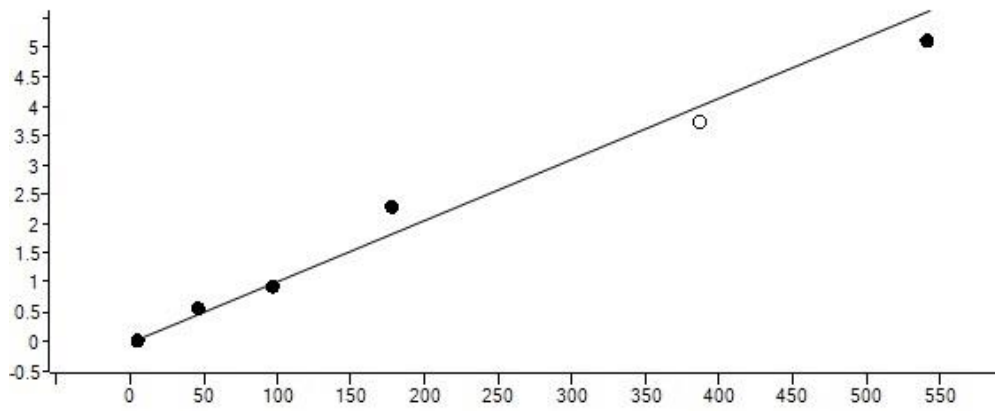
## Lizin



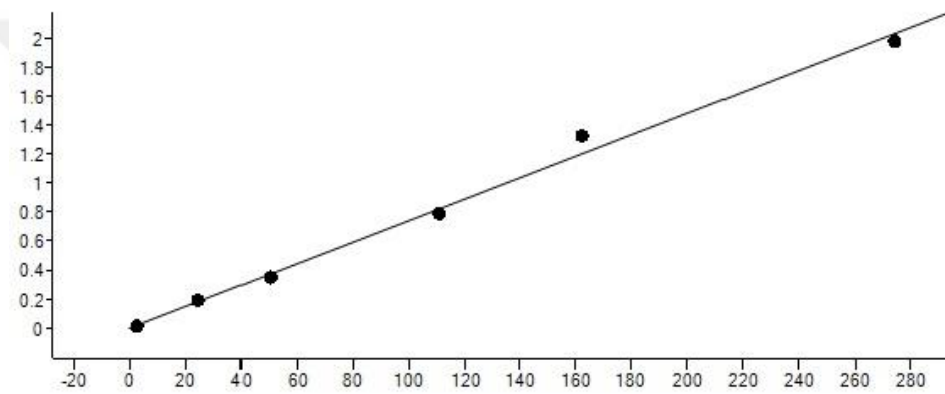
## Histidine



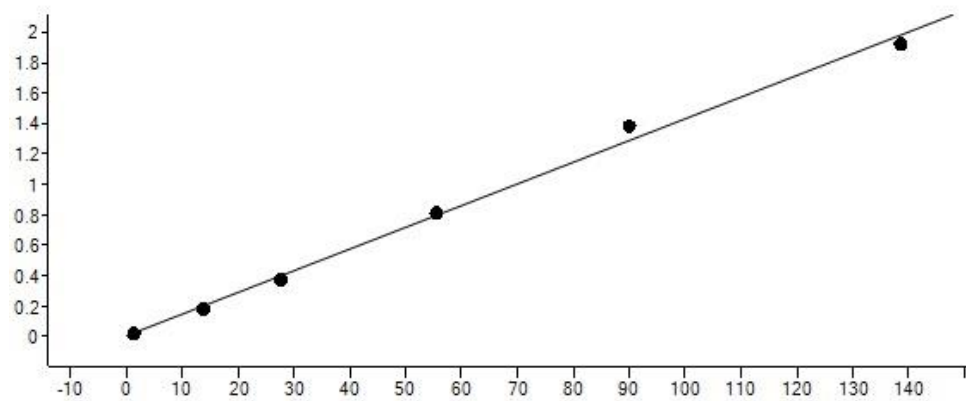
### Fenilalanin



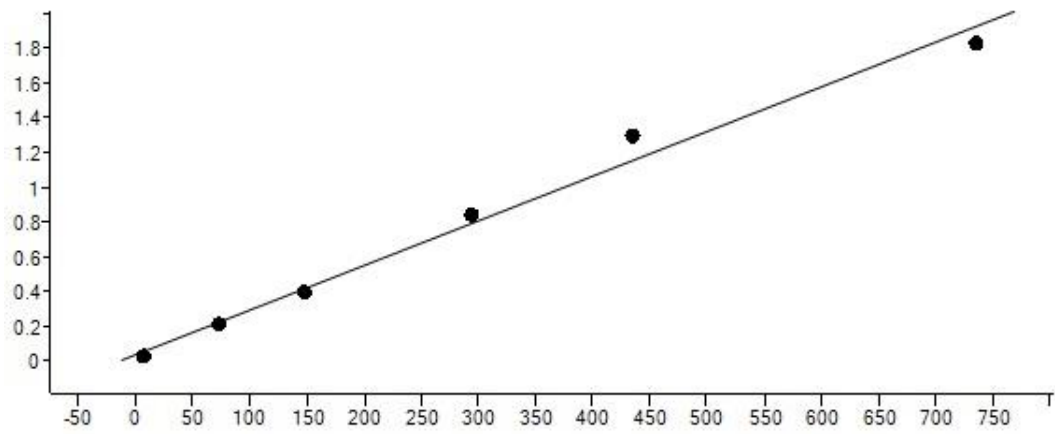
### Tirozin



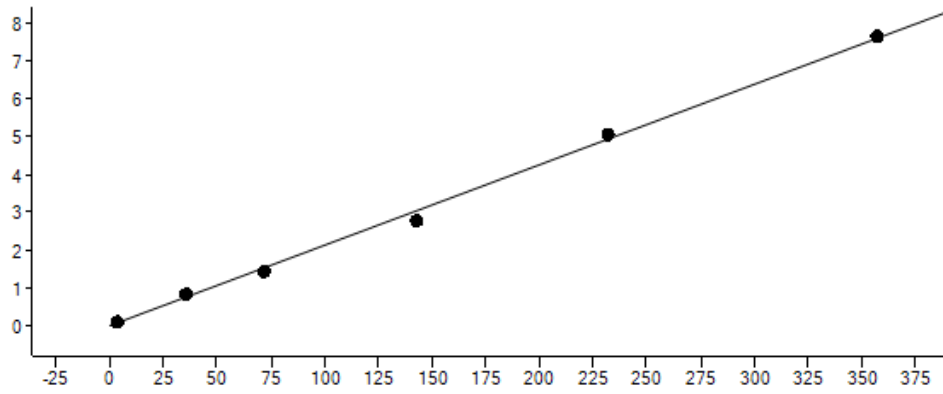
### Triptofan



## Prolin

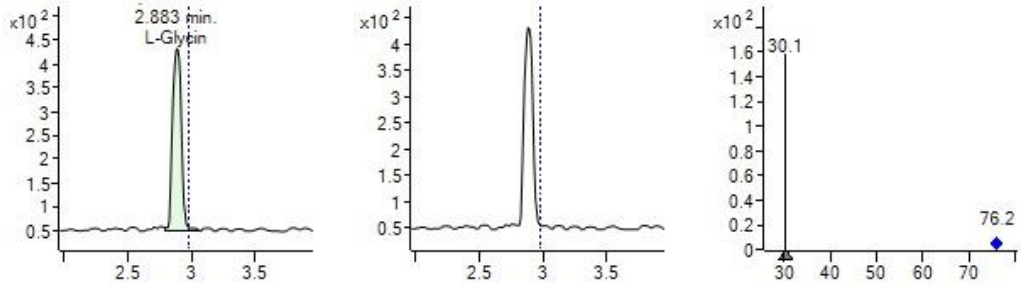


## Taurin

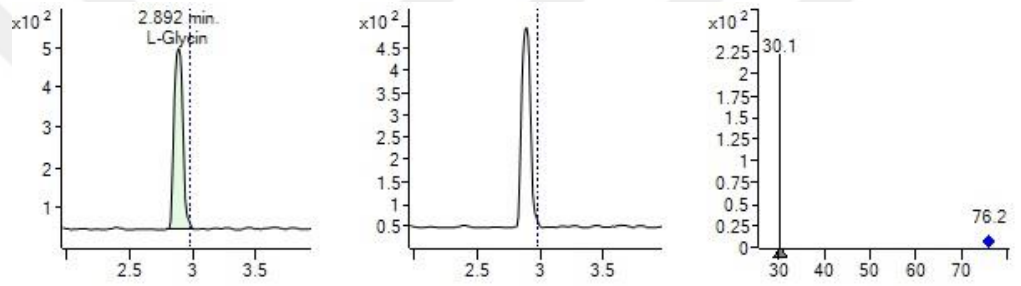


## EK-2 Kromotogramlar

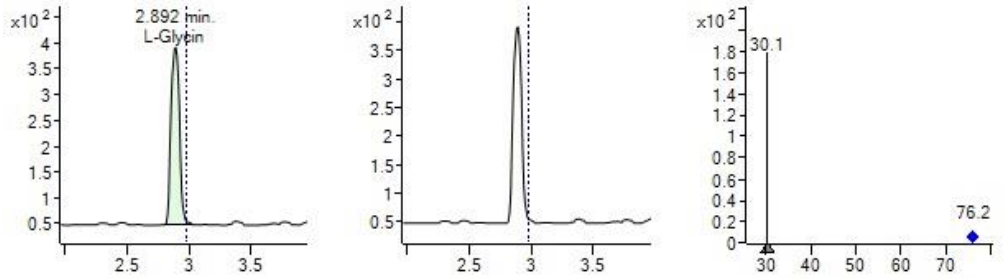
### Glisin



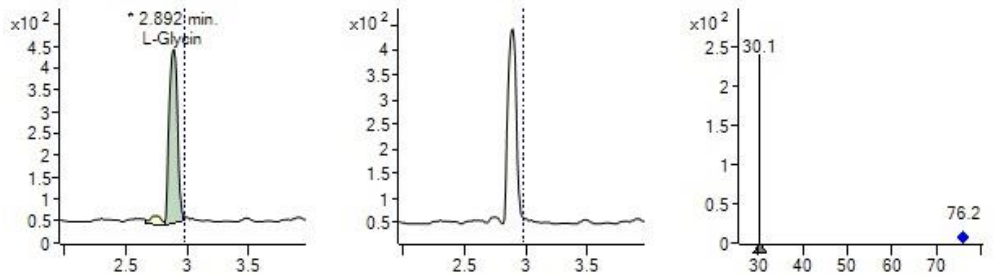
### İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı



### Gama Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

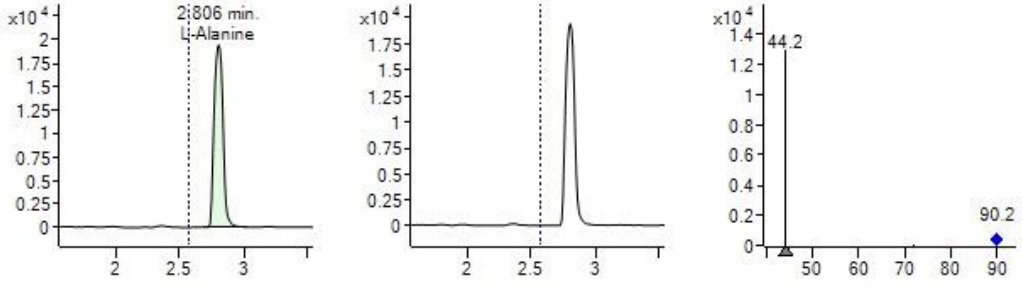


### UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

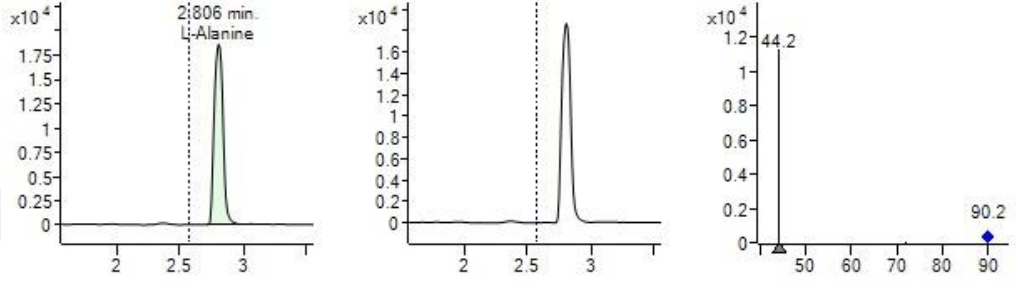


### Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

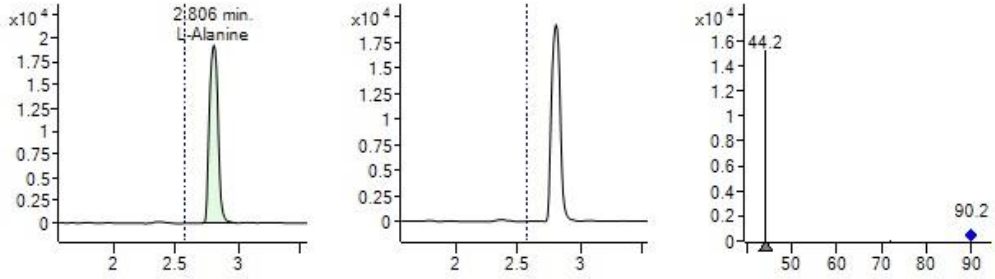
## Alanin



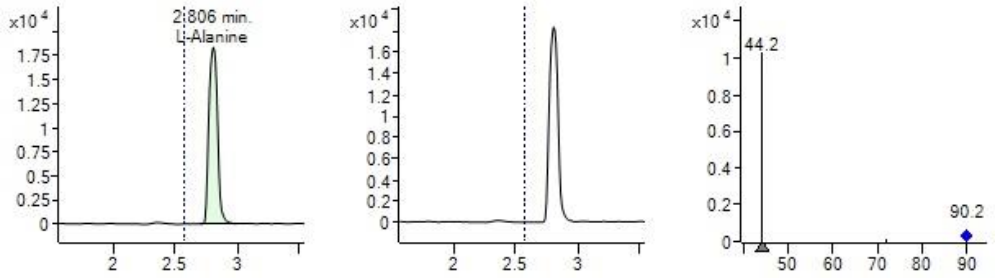
Şekil X: İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı



Gama Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

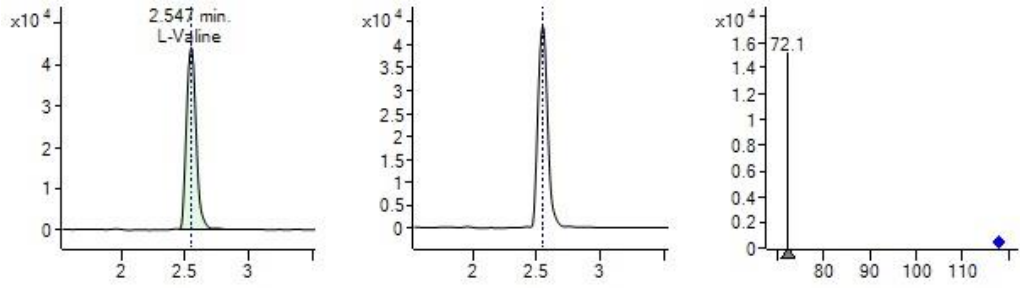


UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

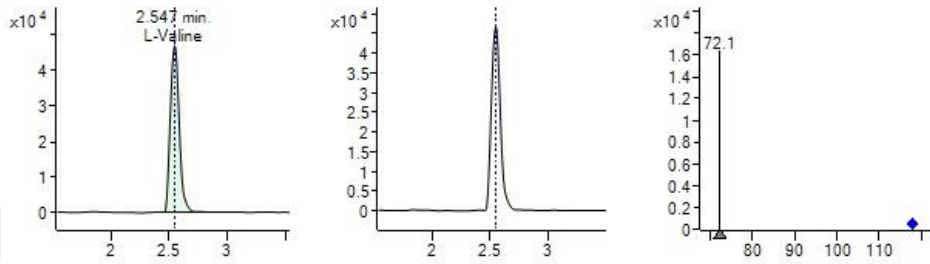


Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

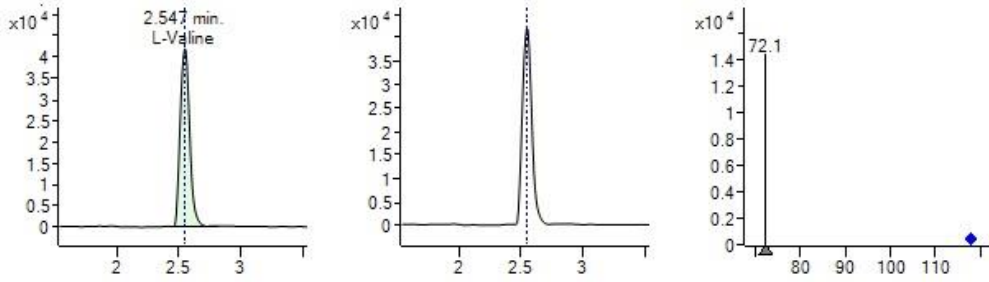
## Valin



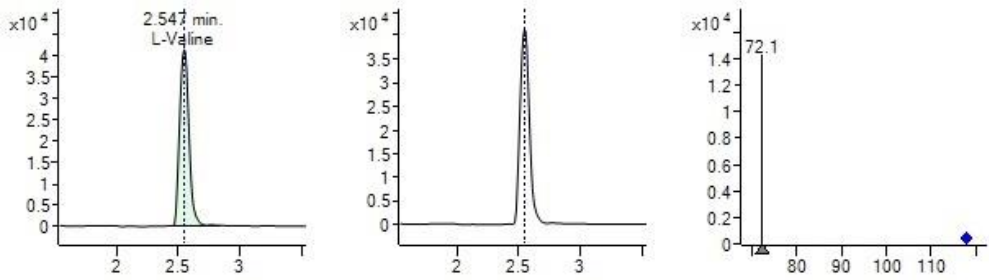
## İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı



## Gama Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

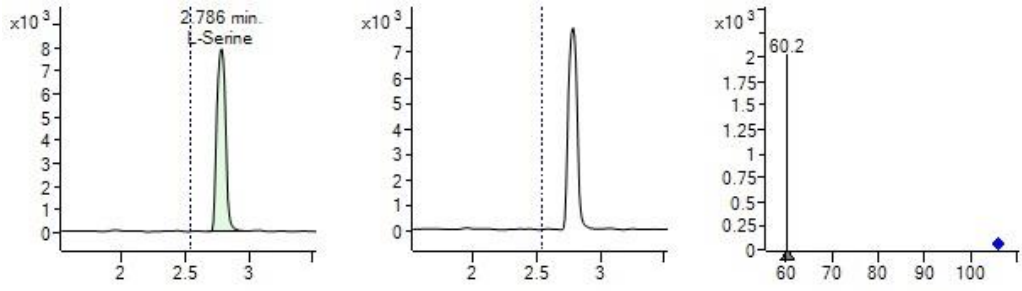


## UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

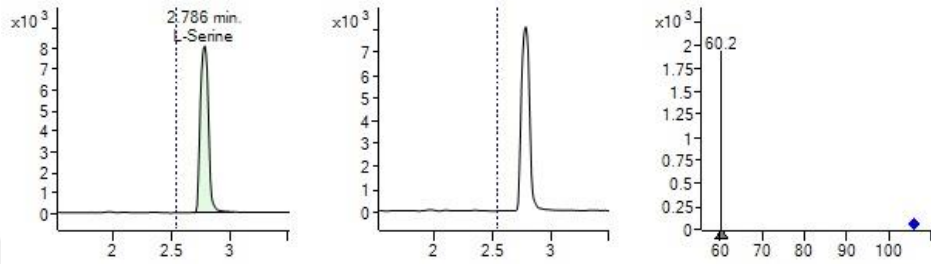


## Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

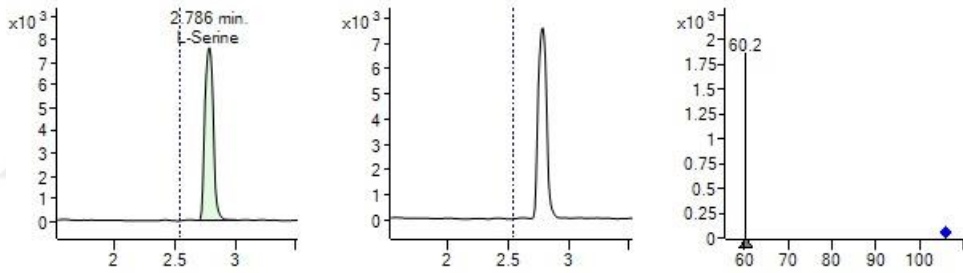
## Serin



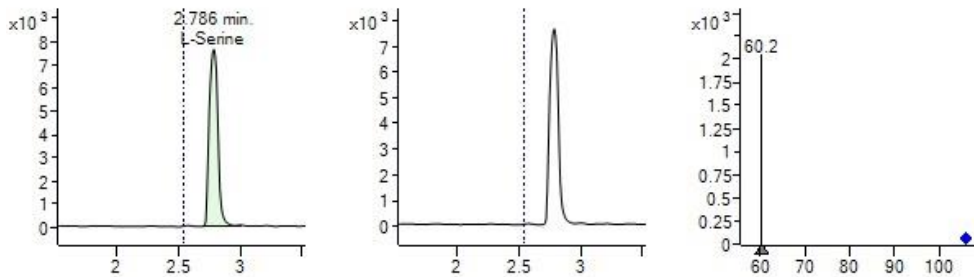
## İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı



## Gama Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

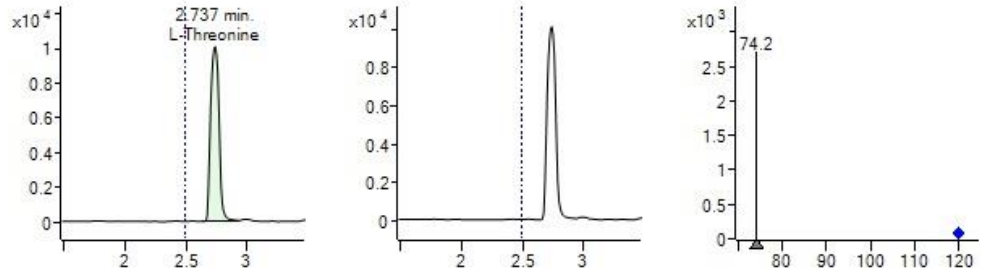


## UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

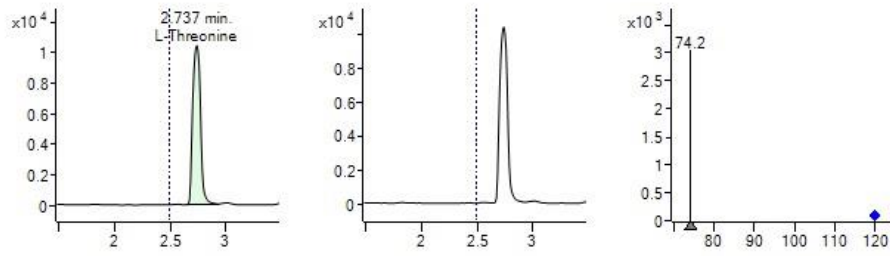


## Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

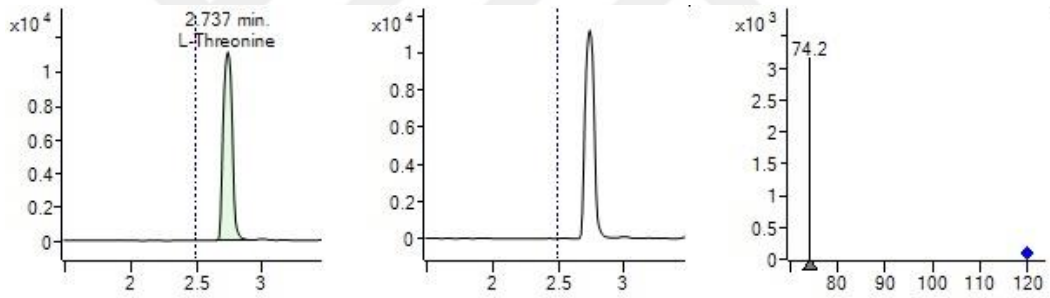
## Treonin



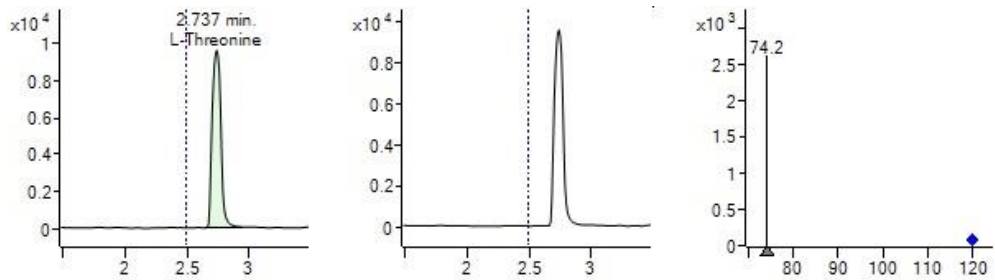
## İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı



## Gama Maruziyetine uğramış İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

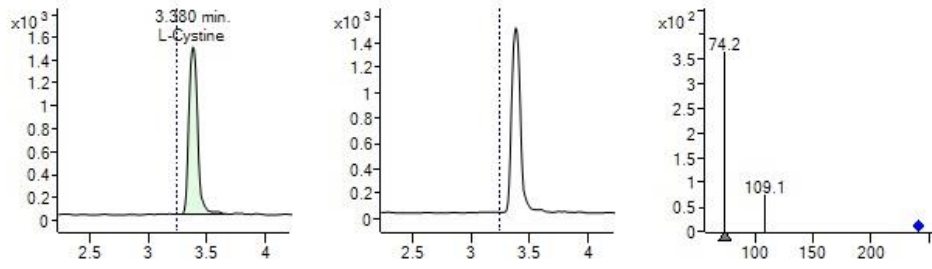


## UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

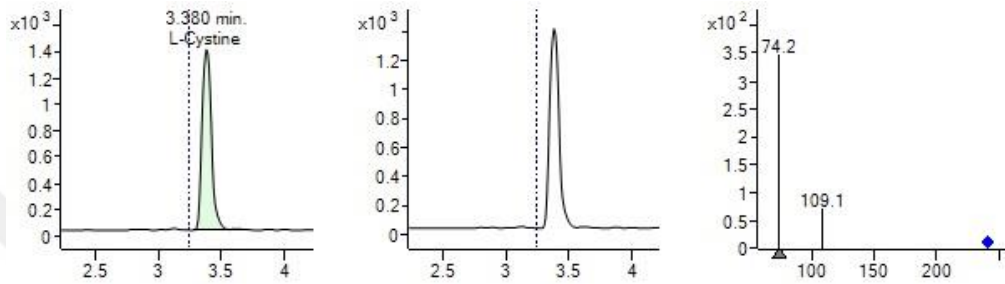


## Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

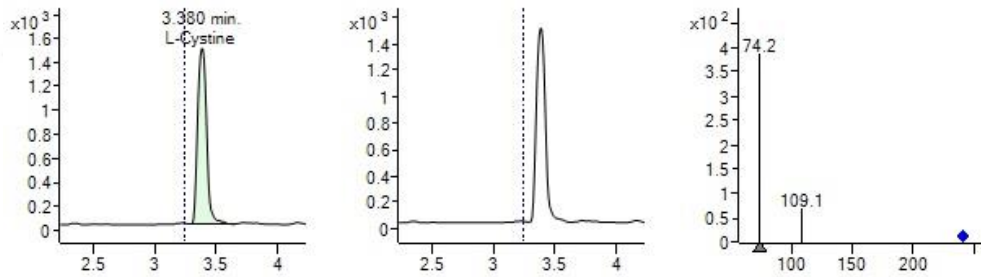
## Sistein



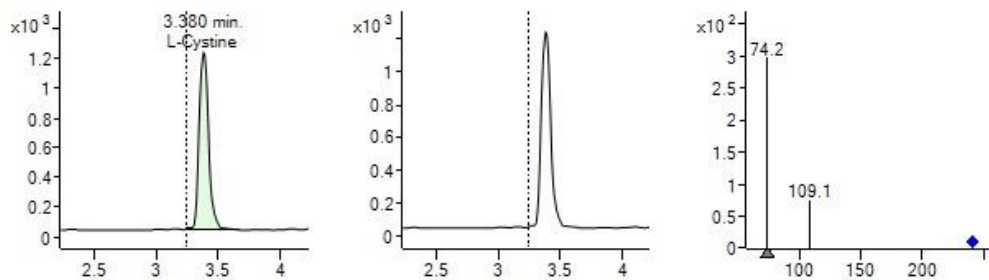
## İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı



## Gama Maruziyetine uğramış İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

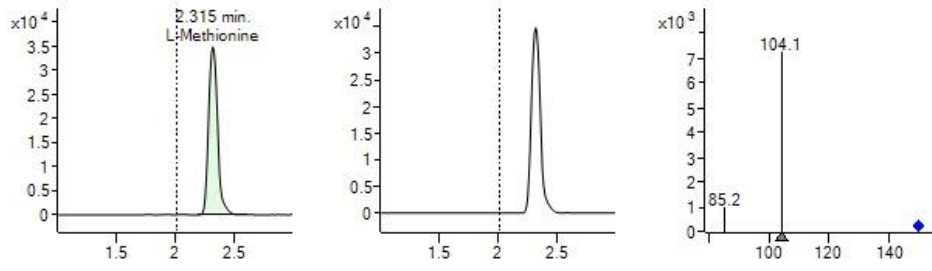


## UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

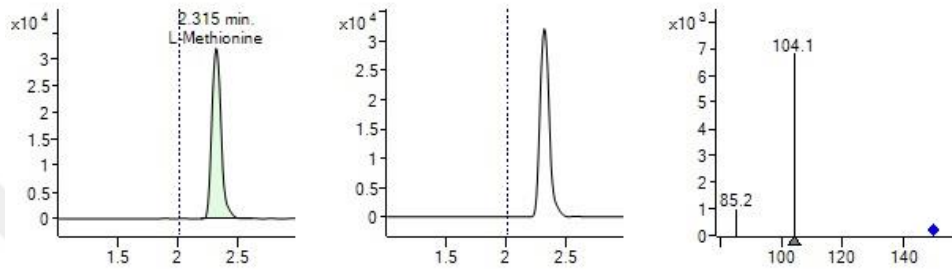


## Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

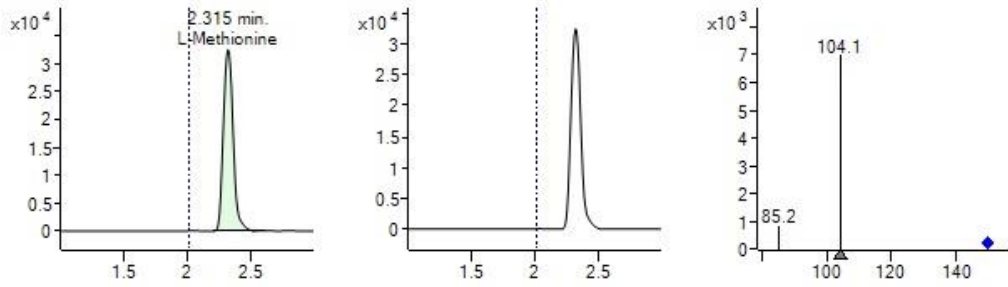
## Metiyonin



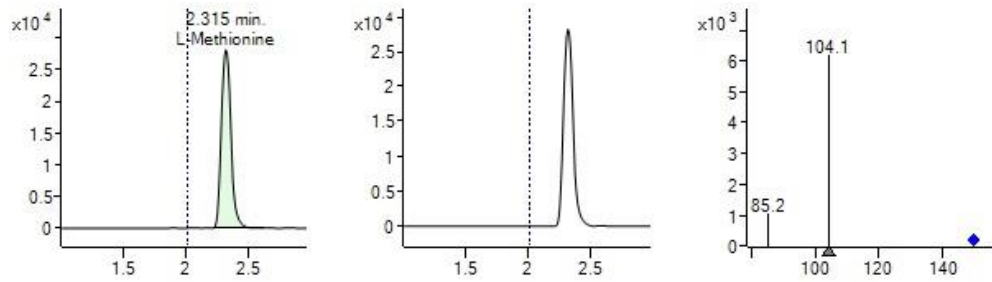
## İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyaz



## Gama Maruziyetine uğramış İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

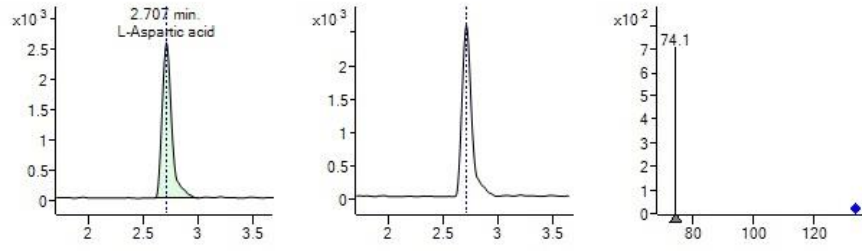


## UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

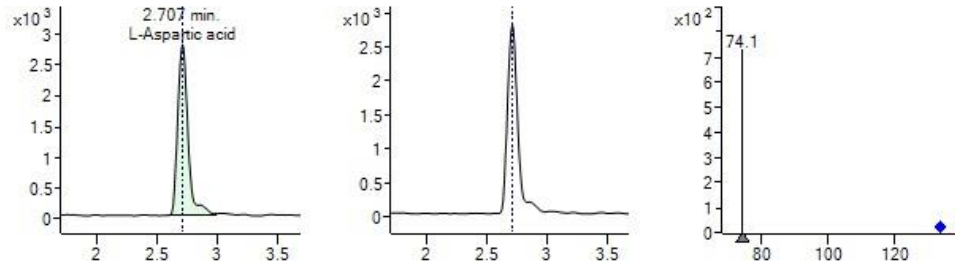


## Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

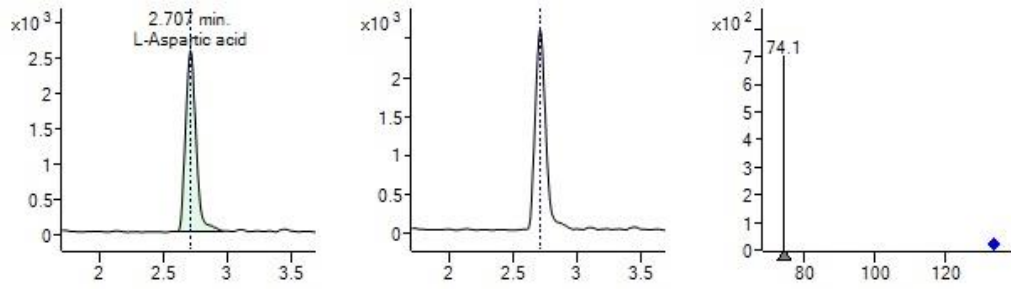
## Aspartik Asit



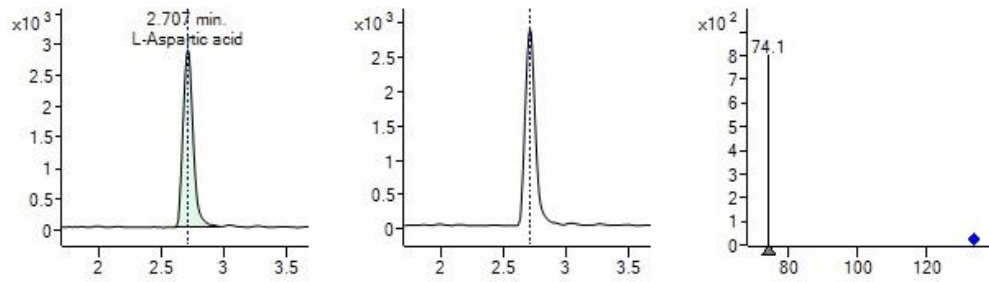
## İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyaz



## Gama Maruziyetine uğramış İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

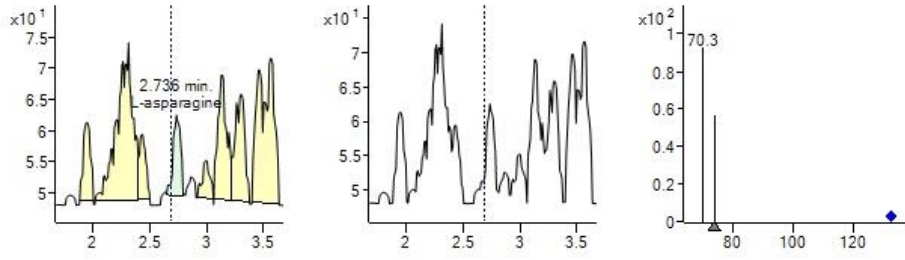


## UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

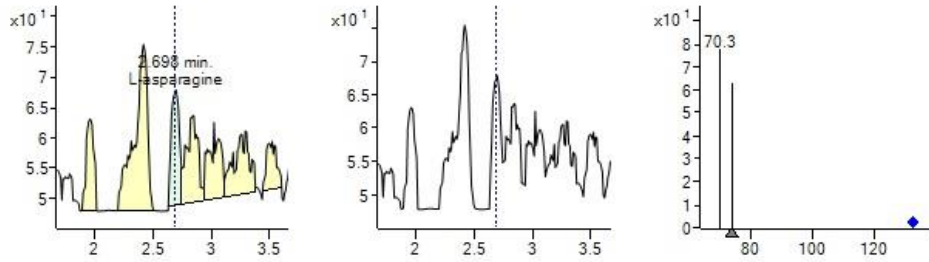


## Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

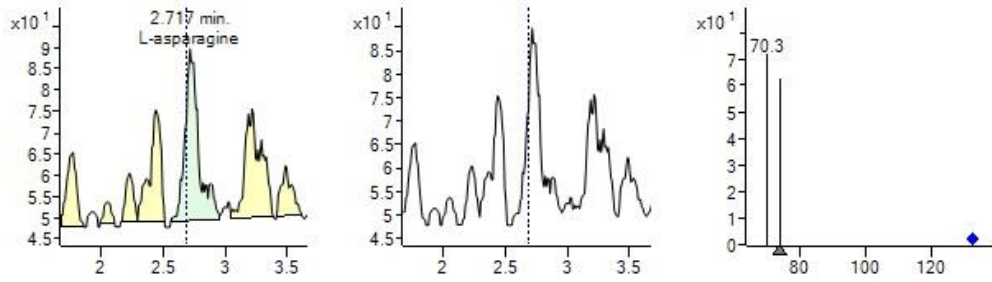
## Asparajin



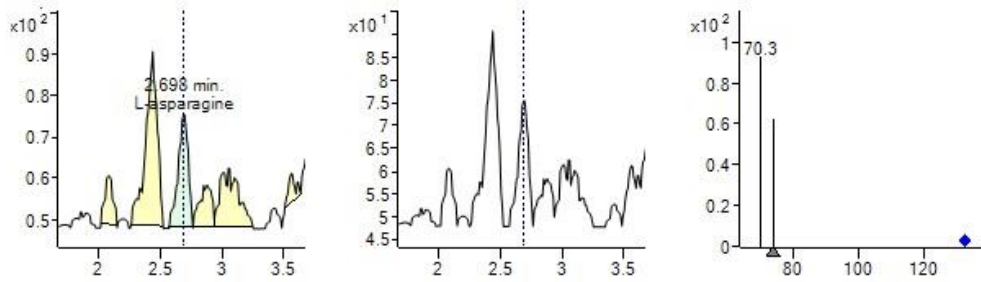
## İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyaz



## Gama Maruziyetine uğramış İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

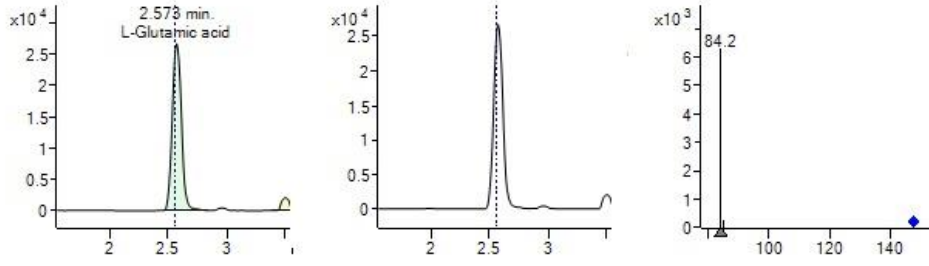


## UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

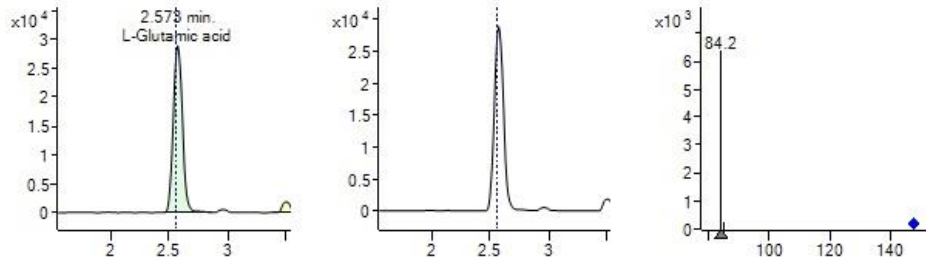


## Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

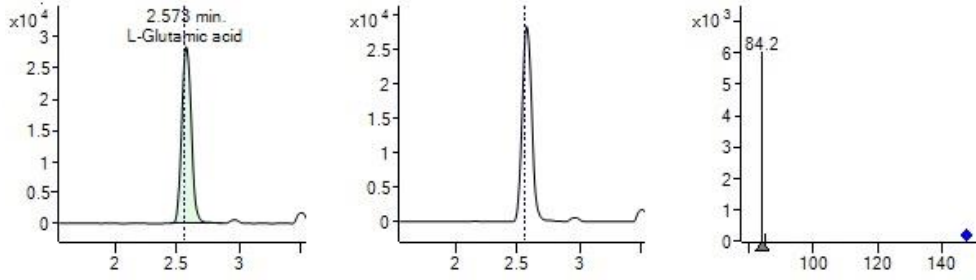
## Glutamik Asit



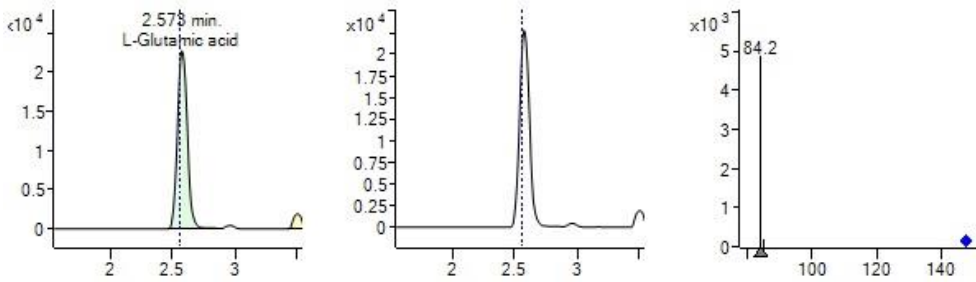
## İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyaz



## Gama Maruziyetine uğramış İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

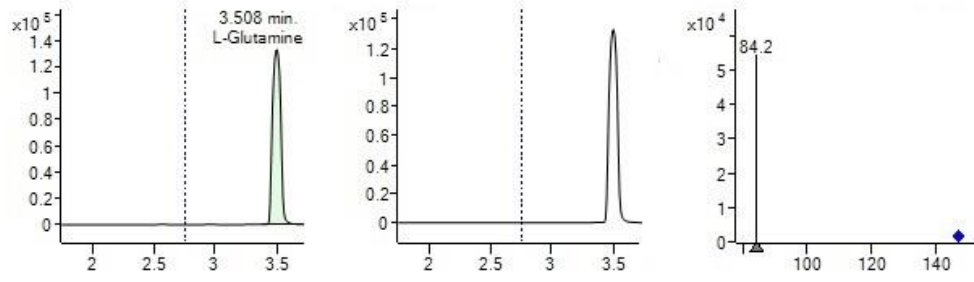


## UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

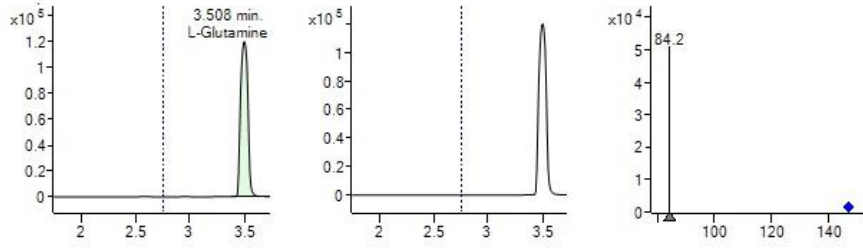


## Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

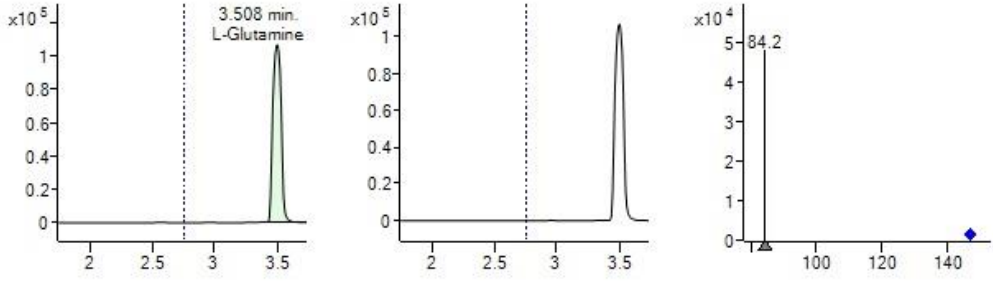
## Glutamin



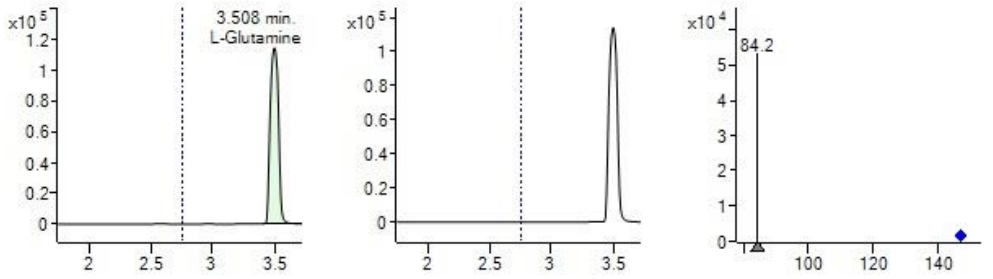
## İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı



**Şekil X: Gama Maruziyetine uğramış İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O**

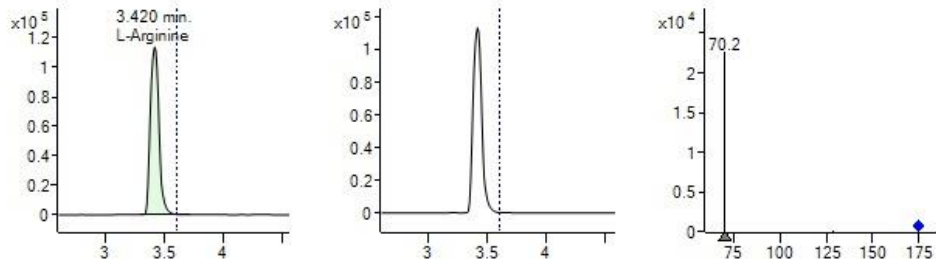


## UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

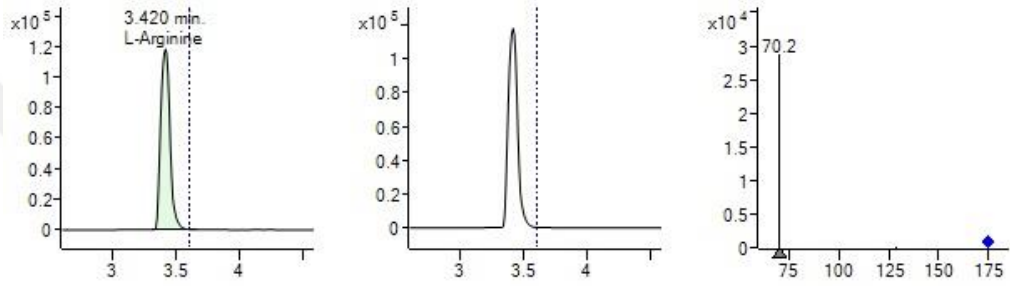


## Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

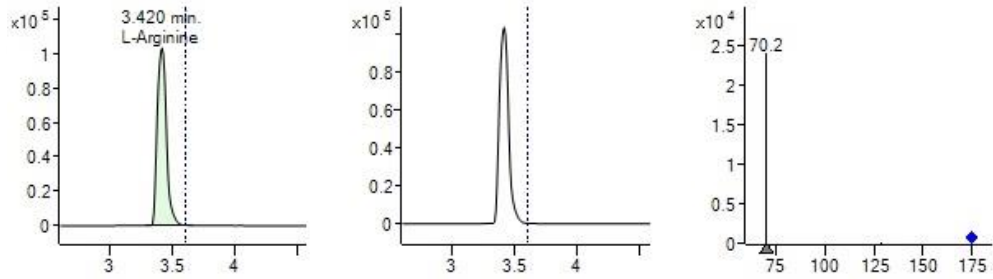
## Arjinin



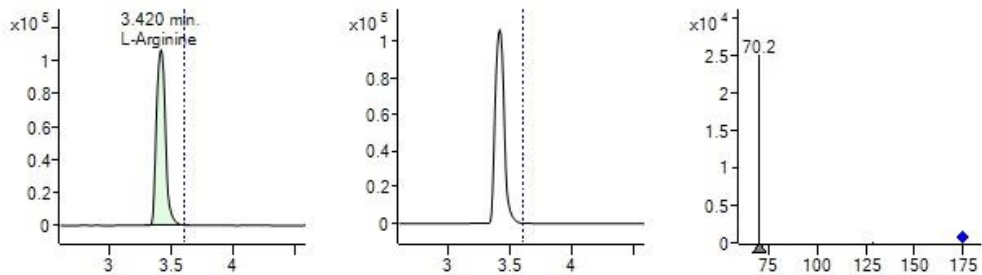
## İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyaz



## Gama Maruziyetine uğramış İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

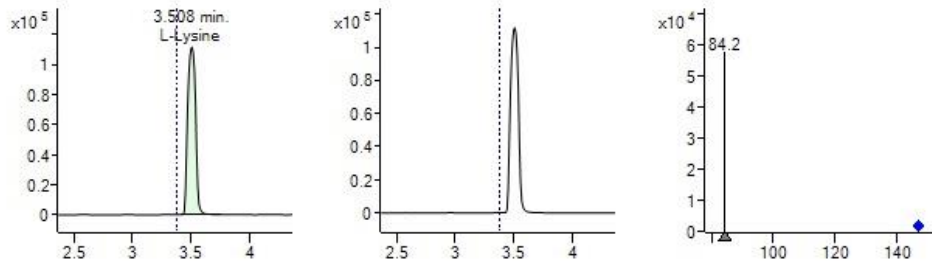


## UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

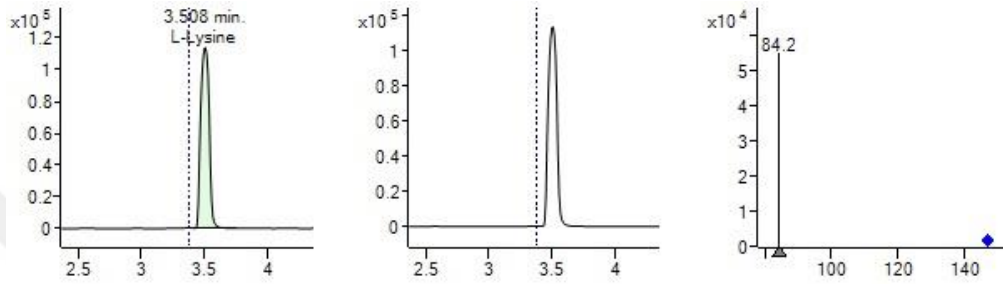


## Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

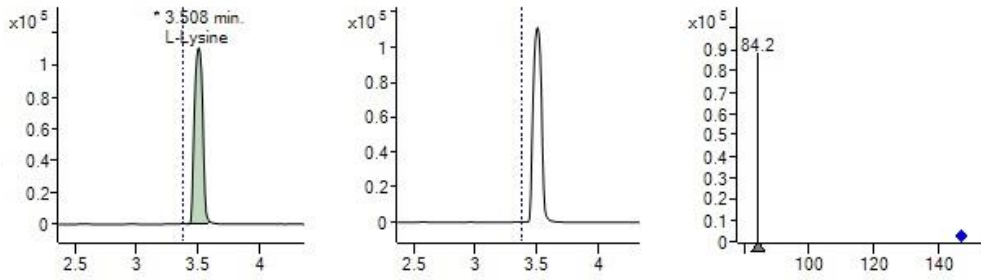
## Lizin



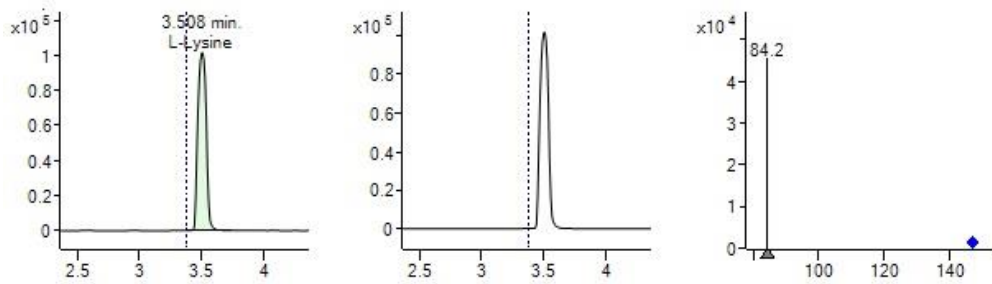
## İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyaz



## Gama Maruziyetine uğramış İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

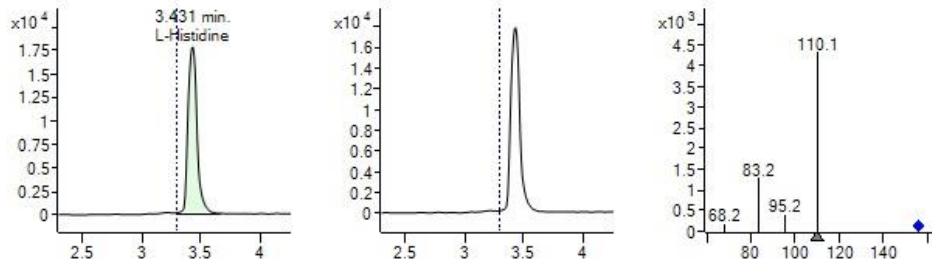


## UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

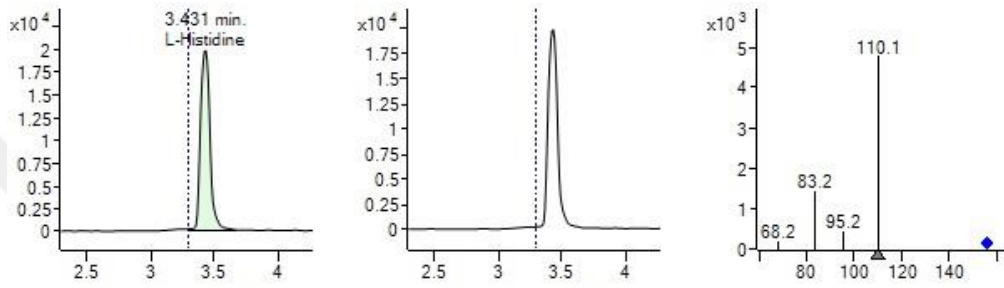


## Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

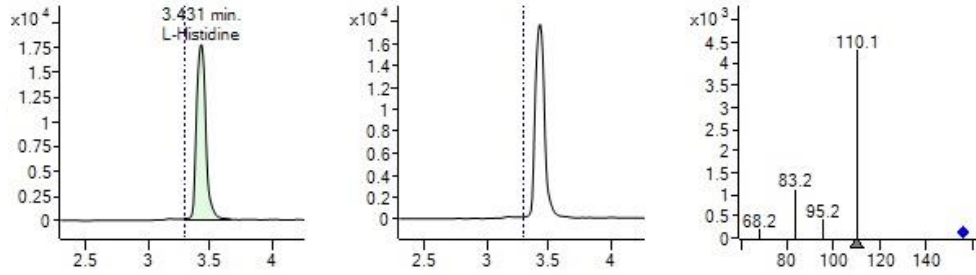
## Histidin



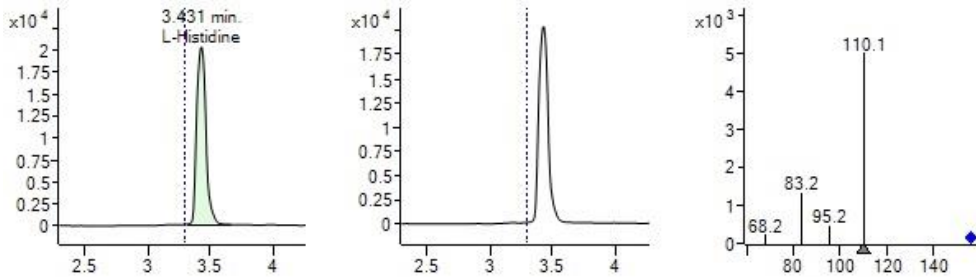
## İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyaz



## Gama Maruziyetine uğramış İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

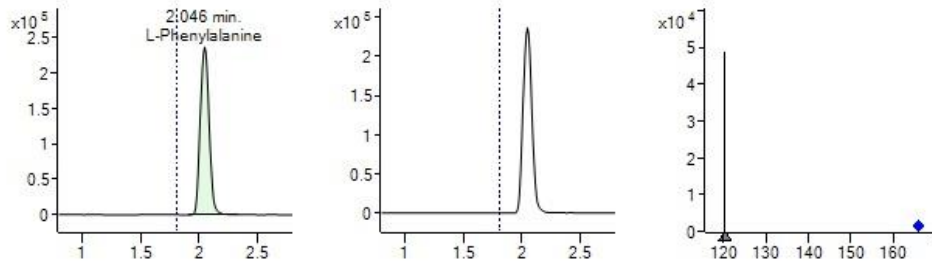


## UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

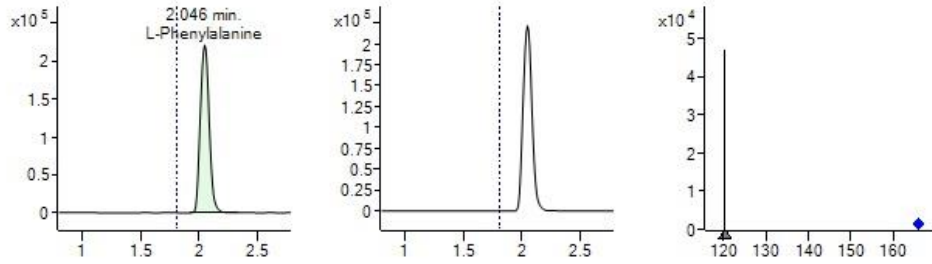


## Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

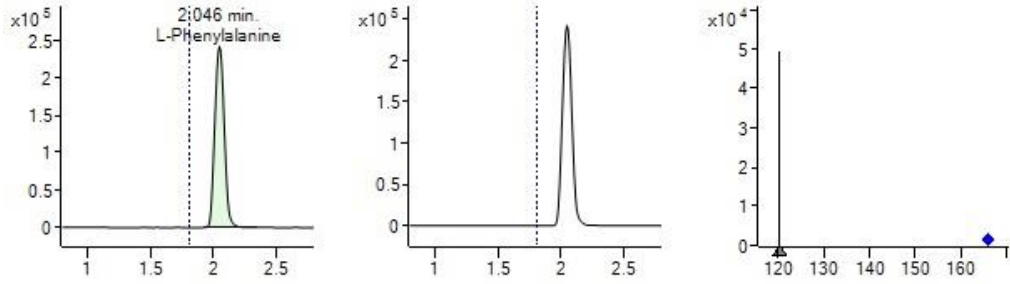
## Fenilalanin



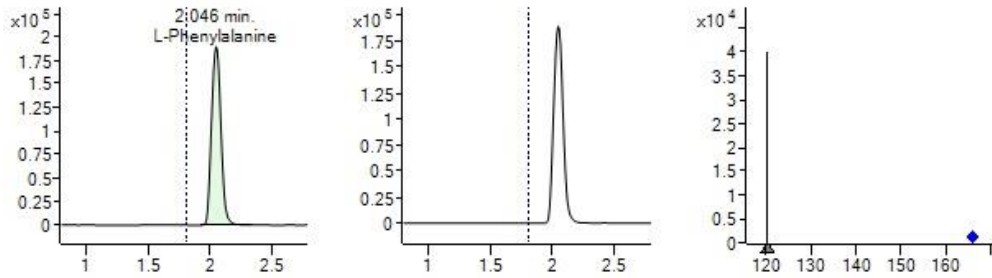
## İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyaz



## Gama Maruziyetine uğramış İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

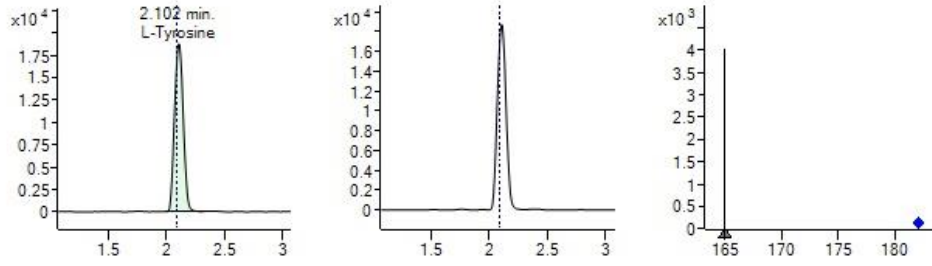


## UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

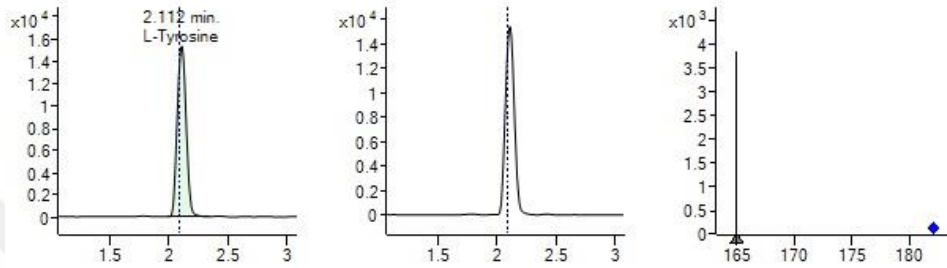


## Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

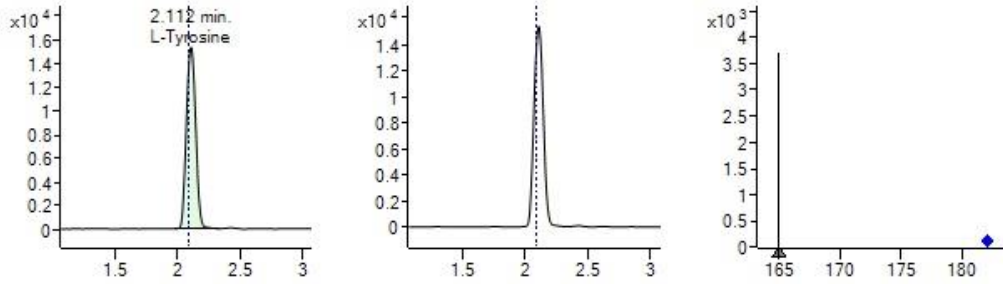
## Tirozin



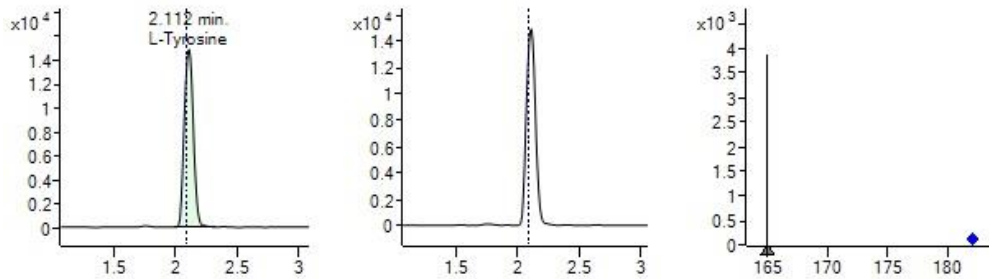
## İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyaz



## Gama Maruziyetine uğramış İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

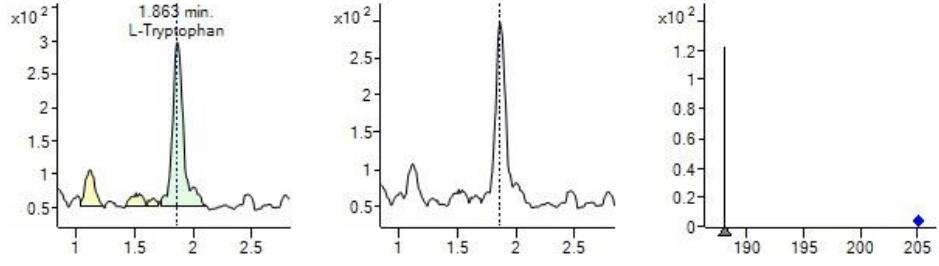


## UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

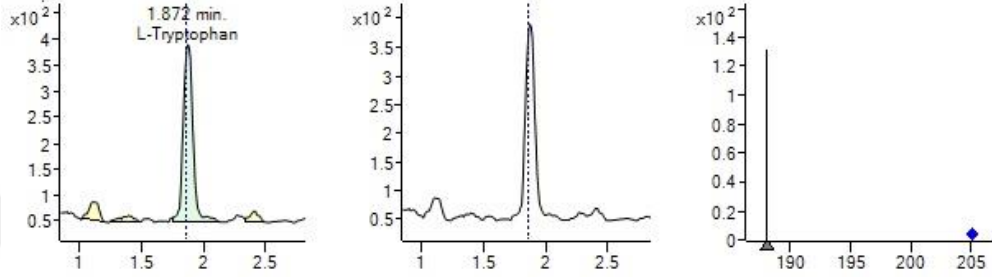


## Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

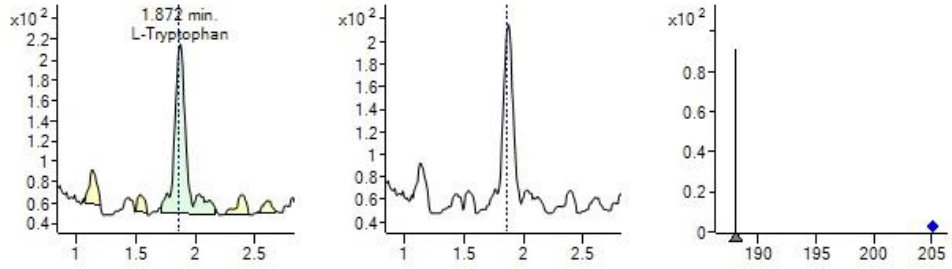
## Triptofan



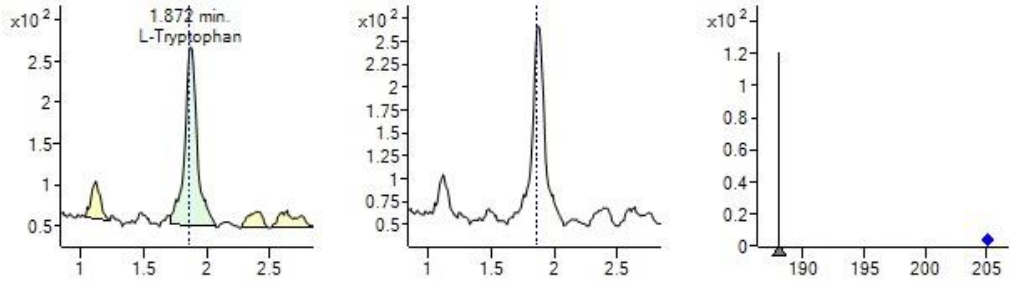
## İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyaz



## Gama Maruziyetine uğramış İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

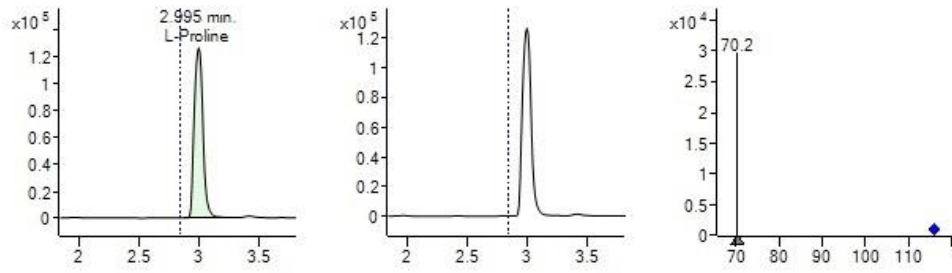


## UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

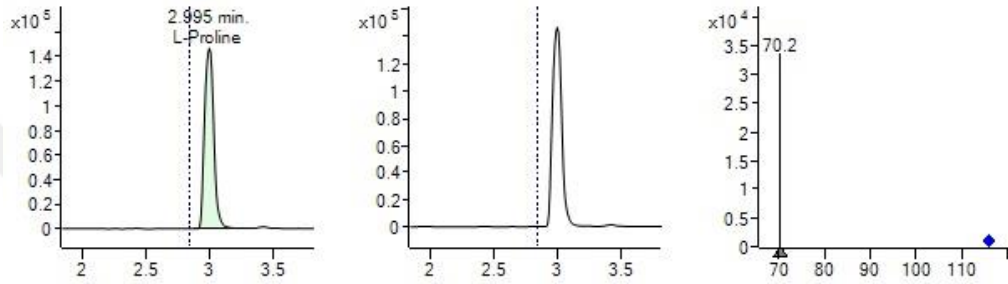


## Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

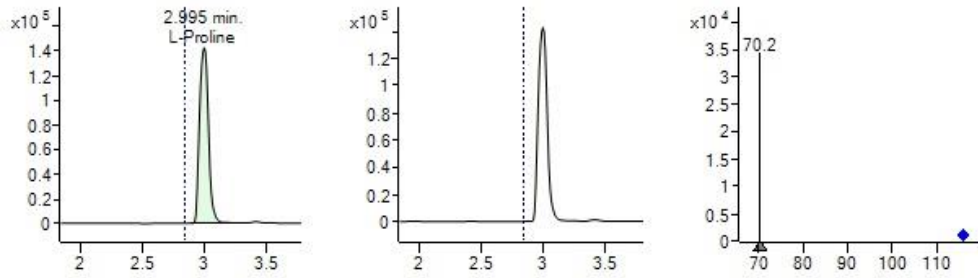
## Prolin



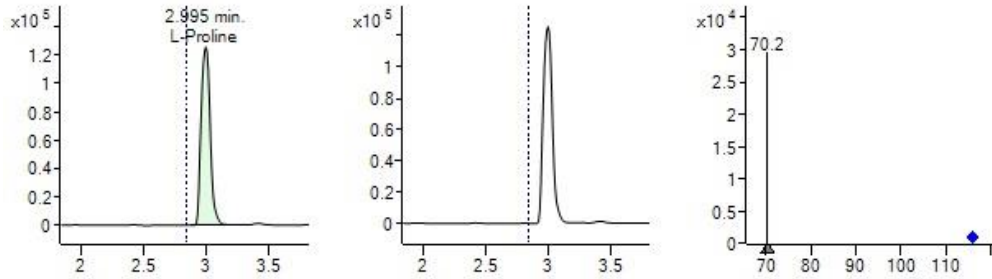
### : İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyaz



### Gama Maruziyetine uğramış İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

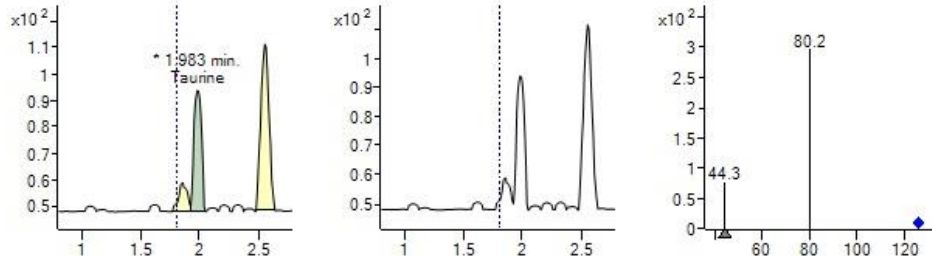


### UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

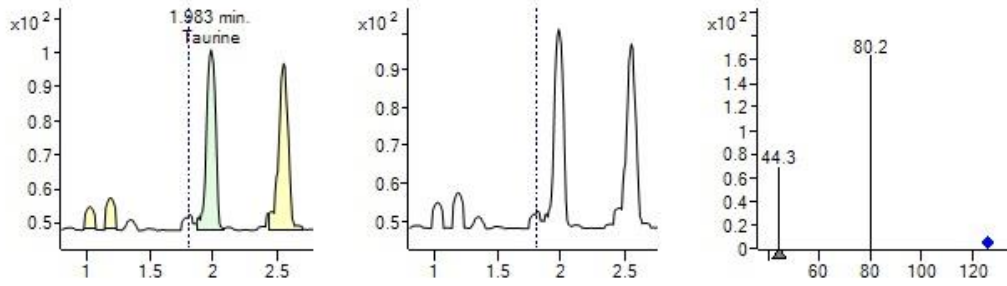


### Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

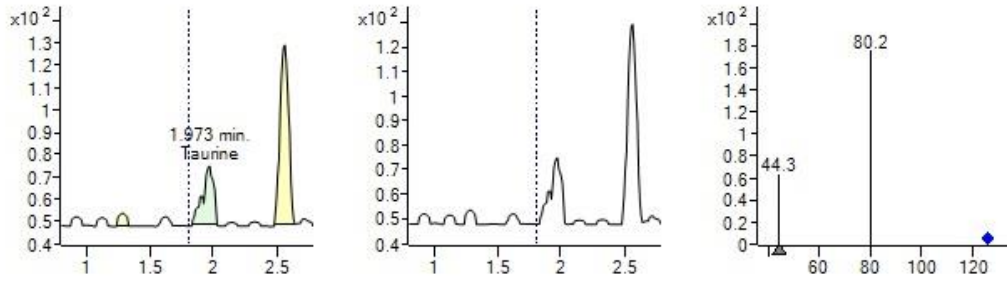
## Taurin



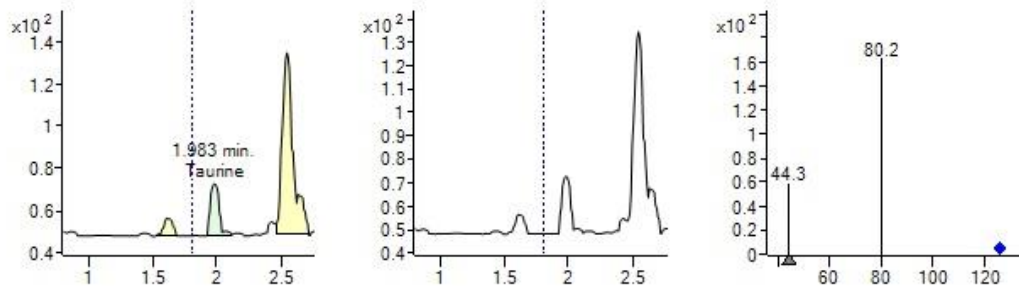
## İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyaz



## Gama Maruziyetine uğramış İPAY Kontrol Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O



## : UV Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O



## Sıcaklık Maruziyetine uğramış İPAY Pastörize Yumurta Beyazı ve D<sub>2</sub>O

**EK-3**

No	Amino Asit	Sınıfı	% $\bar{Y}$	% UV	% $\Delta$
1	Taurin	Amino sulfonik asit	90%	71%	61%
2	L-Valin	Alifatik R Gruplarına Sahip AA	89%	99%	81%
3	L-Alanin	Alifatik R Gruplarına Sahip AA	94%	95%	94%
4	L-Glisin	Alifatik R Gruplarına Sahip AA	91%	85%	84%
5	L-Fenilalanin	Aromatik Halkalara Sahip AA	99%	94%	90%
6	L-Triptofan	Aromatik Halkalara Sahip AA	82%	100%	51%
7	L-Tirozin	Aromatik Halkalara Sahip AA	91%	88%	92%
8	L-Glutamik asit	Asidik AA ve Amidler	95%	96%	90%
9	L-Aspartik asit	Asidik AA ve Amidler	99%	78%	95%
10	L-Treonin	Hidroksil R Gruplarına Sahip Aromatik Olmayan AA	95%	79%	88%
11	L-Serin	Hidroksil R Gruplarına Sahip Aromatik Olmayan AA	99%	95%	92%
12	L-Prolin	İmino Asit	92%	99%	100%
13	L-Metiyonin	Kükürt İçeren R Gruplarına Sahip AA	93%	95%	81%
14	L-Sistein	Kükürt İçeren R Gruplarına Sahip AA	86%	81%	93%
15	L-Histidin	Temel AA	91%	88%	90%
16	L-Lizin	Temel AA	99%	92%	97%
17	L-Arjinin	Temel AA	97%	97%	94%

# ÖZGEÇMİŞ

Nesibe Nur YALÇIN

## A. EĞİTİM

**Yüksek Lisans:** İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,  
Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, 2022, İstanbul

**Lisans:** Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Kimya Bölümü, 2016, Osmaniye

## B. YAYINLARI

**Yalçın, N.N.**, Çalık, B., Ekmekçi, K. ve Tekiner, İ. H. (2021). Sıcaklık Ve UV Stres Faktörleri Maruziyetlerine Karşı Döteryum Oksitin (D<sub>2</sub>O) Triptofanın Absorbans Davranışı Üzerine Etkilerinin Araştırılması. *3rd International Eurasian Conference on Science*, 15-17 Aralık 2021. Ankara, Türkiye.