



ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BAZI ALG TÜRLERİNİN (*Cystoseira barbata*, *Ulva rigida*
ve *Gracilaria verrucosa*) TATLARINDA ETKİLİ OLAN
AMİNOASİTLERİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ**

Gözde OVA KAYKAÇ

Danışman
Prof. Dr. Şükran CİRİK

Eylül, 2007
ÇANAKKALE

**BAZI ALG TÜRLERİNİN (*Cystoseira barbata*, *Ulya rigida*
ve *Gracilaria verrucosa*) TATLARINDA ETKİLİ OLAN
AMİNOASİTLERİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ**

**Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
Su Ürünleri Anabilim Dalı**

Gözde OVA KAYKAÇ

**Danışman
Prof. Dr. Şükran CİRİK**

**Eylül, 2007
ÇANAKKALE**

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Gözde OVA KAYKAÇ tarafından **Prof.Dr. Şükran CİRİK** yönetiminde hazırlanan “**BAZI ALG TÜRLERİNİN (*Cystoseira barbata*, *Ulva rigida* ve *Gracilaria verrucosa*) TATLARINDA ETKİLİ OLAN AMİNOASİTLERİN MEVSİMSSEL DEĞİŞİMİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Şükran CİRİK

Yönetici

.....
Prof. Dr. Semra CİRİK

Jüri Üyesi

.....
Doç. Dr. A. Adem TEKİNAY

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Mehmet Emin ÖZEL

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Öncelikle tezimin düzenlenmesinde emeği ve katkısı olan danışman hocam Prof. Dr. Şükran Cirik'e, tez çalışmamın deneme kısmında bana yol gösteren, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen hocam Sayın Doç. Dr. A. Adem Tekinay'a, örnekleme çalışmalarım sırasındaki yardımlarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Hakan Kayka'a, istatistik analizlerindeki katkılarından dolayı Arş. Gör. Derya Güroy'a ve tüm eğitim hayatım boyunca bana maddi ve manevi her türlü destek olan aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Gözde OVA KAYKAÇ

SİMGELER VE KISALTMALAR

AOAC	: Association of Official Analytical Chemist
FAO	: Food and Agriculture Organization
HPLC	: Yüksek Performanslı Likit Kromotografi
H ₂ SO ₄	: Sülfirik asit
NaOH	: Sodyum hidroksit
HCl	: Hidroklorik asit
N	: Azot
mg	: miligram
µl	: mikrolitre
gr	: gram

Aminoasitler

ARG	: Arginin
ALA	: Alanin
ASP	: Aspartik asit
CYS	: Sistin
GLY	: Glisin
GLU	: Glutamik asit
HIS	: Histidin
ILE	: İzolösin
LEU	: Lösin
LYS	: Lisin
MET	: Metiyonin
PHE	: Fenilalanin
PRO	: Prolin
SER	: Serin
TYR	: Tirozin
THR	: Teronin
TRP	: Triptofan
VAL	: Valin

BAZI ALG TÜRLERİNİN (*Cystoseira barbata*, *Ulva rigida* ve *Gracilaria verrucosa*) TATLARINDA ETKİLİ OLAN AMİNOASİTLERİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

ÖZET

Dünyadaki alglerin tüketimi, besinsel içeriklerinin (protein, yağ asidi, aminoasit, vitamin vb.) ve insan sağlığına (kalp hastalığı, obezite, kanser gibi kronik hastalıklar vb.) olan faydalarının bilinmesine paralel olarak her geçen gün artmaktadır. Bu çalışmada Türkiye kıyılarında bulunan üç farklı alg türünün mevsimsel olarak besin kompozisyonunun ve spesifik tatlarında etkili olan aminoasit içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, Çanakkale Dardanos sahili boyunca yayılım gösteren kahverengi alg *Cystoseira barbata* (Stackhouse C. Agardh) ve yeşil alg *Ulva rigida* (C. Agardh) ile İzmir Karşıyaka (Bostanlı) sahili boyunca yayılım gösteren kırmızı alg *Gracilaria verrucosa* (Hudson Papenfuss) materyal olarak kullanılmıştır. Analizler mevsimsel olarak (ilkbahar, yaz, sonbahar, kış) ve üç tekrarlı yürütülmüştür. Çalışmada alglerin protein içeriklerinde mevsimsel olarak önemli farklılıklar saptanmıştır. En yüksek protein miktarları kış mevsiminde bulunmuş olup, *Cystoseira barbata* için % $18,73 \pm 0,77$, *Ulva rigida* için; % $21,20 \pm 0,19$ ve *Gracilaria verrucosa* için; % $27,38 \pm 0,71$ protein olarak tespit edilmiştir.

Çalışmada ayrıca esansiyel aminoasitlerinde içinde bulunduğu 18 aminoasit türü protein hidrolizi sonucu tespit edilmiştir. Aminoasitlerden triptofan ise asit hidrolizi sonucu yıkıma uğradığından dolayı saptanamamıştır. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre gerek türler gerekse mevsimler arasında aminoasit kompozisyonu bakımından önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Ayrıca alglerin tat ve aromalarının oluşumunda önemli rol oynayan aspartik asit ve glutamik asit miktarları diğer aminoasitlere oranla tüm türlerde her mevsim yüksek oranda tespit edilmiştir. En yüksek aminoasit miktarı, *Cystoseira barbata*'da kış mevsiminde glutamik asit iken ($36,83 \pm 0,24$ mg/g), *Ulva rigida*'da yaz mevsiminde aspartik asit ($20,53 \pm 0,81$ mg/g), *Gracilaria verrucosa*'da ise ilkbahar mevsiminde yine aspartik asit ($26,20 \pm 0,79$ mg/g) olarak saptanmıştır.

Anahtar sözcükler: Aminoasit, besin kompozisyonu, deniz algleri, *Ulva rigida*, *Cystoseira barbata*, *Gracilaria verrucosa*,

SEASONAL VARIATION OF TASTE ACTIVE COMPONENTS IN SOME SEaweEDS (*Cystoseira barbata*, *Ulva rigida* and *Gracilaria verrucosa*)

ABSTRACT

Together with known their high nutrition values (protein, fatty acid, amino acid, vitamin etc.) and contribution human health (heart disease, obesity, cancer and so on) consumption of seaweed is increase nowadays in the world. In this study, seasonal variation of proximate composition and taste active aminoacids of three different seaweeds were investigated. As a sample, green seaweed *Ulva rigida* and brown seaweed *Cystoseira barbata* were collected along the coasts of the Çanakkale (Dardanos). Also the red seaweed *Gracilaria verrucosa* was collected from İzmir Karşıyaka (Bostanlı). All analyses were executed in triplicate. The trial revealed that protein contents of three algae were different levels as seasonal. Results show that, protein levels were found highest value in winter season all species of seaweeds. *Cystoseira barbata* was $18,73 \pm 0,77$ %, *Ulva rigida* was $21,20 \pm 0,19$ % and *Gracilaria verrucosa* was $27,38 \pm 0,71$ % protein in winter season.

Eighteen of common amino acids including almost all essential amino acids have been determined in protein hydrolysate of three species of seaweeds. Tryptophan was not detected because of acid hydrolysate. According to statistic results, significant variations were observed in amino acid composition among different species and season. Also, aspartic acid and glutamic acid which is the responsible of seaweed taste were found major component all season in three seaweeds. Amount of highest amino acid composition in *Cystoseira barbata* was determined glutamic acid ($36,83 \pm 0,24$ mg/g) during the winter season, whereas in *Ulva rigida* ($20,53 \pm 0,81$ mg/g) was aspartic acid in the summer season, and in *Gracilaria verucosa* was determined also aspartic acid ($26,20 \pm 0,79$ mg/g) in the same season.

Key words: amino acid, proximate composition, seaweeds, *Ulva rigida*, *Cystoseira barbata*, *Gracilaria verrucosa*

İÇERİK	Sayfa
TEZ SINAVI SONUÇ BELGESİ	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
BÖLÜM 1 – GİRİŞ	1
1. Alglerin Kullanımının Tarihi Gelişimi.....	3
1.1. Alglerin Çeşitli Endüstrilerde Kullanım Alanları	5
1.1.1. Agar-agar	5
1.1.2. Karragen	6
1.1.3. Aljinat	7
1.1.4. Balık Yemlerinde Kullanımı	7
1.1.5. Gıda Endüstrisi.....	8
1.2. Aminoasitlerin Genel Özellikleri	9
1.3. Aminoasitlerin Duyusal Özellikleri Ve Su Ürünlerindeki Önemi	10
BÖLÜM 2 – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	13
BÖLÜM 3 – MATERYAL VE METOD	16
3.1. Materyal	
3.1.1. Araştırmada Kullanılan Makro Algler	16
3.1.1.1. <i>Cystoseira barbata</i> 'nın Sistematikteki Yeri, Ekolojisi ve Kullanım Alanları	16
3.1.1.2. <i>Ulva rigida</i> 'nın Sistematikteki Yeri, Ekolojisi ve Kullanım Alanları.....	17
3.1.1.3. <i>Gracilaria verrucosa</i> 'nın Sistematikteki Yeri, Ekolojisi ve Kullanım Alanları.....	18
3.1.2. Örneklerin Toplanması.....	19
3.1.3. Kimyasal Analizlerde Kullanılan Ekipman ve Kimyasal Malzemeler .	21

3.1.4 Aminoasit Analizlerinde Kullanılan Ekipman ve Kimyasal Malzemeler. 21

3.2. Metod

3.2.1 Besin Kompozisyonu Analizleri

3.2.1.1. Nem Tayini	22
3.2.1.2. Ham Kül İçeriklerinin Saptanması.....	22
3.2.1.3. Ham Protein İçeriklerinin Saptanması	23
3.2.1.4. Ham Yağ İçeriklerinin Saptanması	24
3.2.1.5. Nitrojensiz Öz Madde Miktarı.....	25

3.2.2. Aminoasit Miktarlarının Tespit Edilmesi.....

3.2.2.1. Hidroliz	25
3.2.2.2. Analiz	26
3.2.2.3. Aminoasit Analizatör Koşulları	26
3.2.2.4. İstatistiki Analiz	26

BÖLÜM 4 – BULGULAR

4.1. *Cystoseira barbata*, *Ulva rigida* ve *Gracilaria verrucosa*'nın Besin Kompozisyonu İçeriklerinin Mevsimsel Değişimine Ait Bulgular 27

4.2 *Cystoseira barbata*, *Ulva rigida*, *Gracilaria verrucosa*'nın Aminoasit Kompozisyonun Mevsimsel Değişimine Ait Bulgular. 31

4.2.1. *Cystoseira barbata*'nın Aminoasit Kompozisyonun Mevsimsel Değişimine Ait Bulgular

4.2.2. *Ulva rigida*'nın Aminoasit Kompozisyonun Mevsimsel Değişimine Ait Bulgular.....

4.2.3. *Gracilaria verrucosa*'nın Aminoasit Kompozisyonun Mevsimsel Değişimine Ait Bulgular

BÖLÜM 5- TARTIŞMA VE SONUÇ	41
KAYNAKLAR	50
Tablolar	56
Şekiller	57
Özgeçmiş	58
Ekler	60

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Dünyanın artan nüfusunun ortaya çıkardığı hammadde gereksinimi, beslenme sorunları ve kirlenme problemleri, ülkeleri iç su ve denizlerin canlı kaynaklarına yöneltmiş bulunmaktadır (Çetingül, 2001). Ayrıca Dünya’da bugün için tarımsal ve endüstriyel kaynaklar, hızla artan dünya nüfusunun gereksinimini karşılayamaz hale gelmiş, özellikle tarımsal üretimin yetersiz olduğu ülkeler deniz ürünlerinden çeşitli amaçlarla kullanım alanları geliştirmişlerdir (Drum, 2003). Bu sebeplerden dolayı denizlerin önemli zenginliklerinden biri olan alglerle ilgili çalışmalar ve bunların kullanım alanları ile ilgili araştırmalar uzun yıllardan beri devam etmektedir.

Deniz ortamının bitkisel canlı türleri farklı biyolojik özellikleri olan, deniz bitkileri olarak da adlandırılan alglerdir. Çiçeksiz bitkiler (Kriptogam) grubu içerisinde yer alan algler biyolojik ve ekolojik özellikleri ile deniz ekosisteminin en önemli canlı topluluklarıdır. Ayrıca ekosistemde biyolojik ve ekolojik rollerinin yanı sıra çeşitli etkin maddeler içerdiklerinden dolayı son zamanlarda üzerinde yoğun araştırmalar yapılan organizmalardır.

Çiçeksiz bitkiler sınıfına giren deniz yosunları kırmızı (*Rhodophyta*), yeşil (*Chlorophyta*) ve kahverengi (*Phaeophyta*) olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır. Yeşil algler (*Chlorophyta*) yüksek miktarda protein, vitamin ve mineral içermeleri nedeniyle daha çok gıda olarak kullanılmaktadırlar. Kahverengi algler (*Phaeophyta*) aljinik asit (aljinat) kaynağı olarak, Kırmızı alg (*Rhodophyta*) türleri ise daha çok agar-agar ve karragen üretiminde kullanılmaktadırlar (Pal ve ark., 1998 ; Cirik ve Cirik, 1999). Antik çağlardan bu yana deniz bitkileri ve onların ürünleri (agar, karragen, aljinik asit vs.) Japonya, Kore ve Çin gibi Doğu Asya ülkelerinde, günümüzde ise Avrupa ülkelerinde de, ilaç ve kozmetik sanayinde, yetiştiricilik sektöründe ve gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Atay, 1978; Güner ve Aysel, 1999).

Dünyadaki alg üretimi, alglerin çeşitli endüstrilerde ve son yıllarda da gıda sektöründe kullanımının yaygınlaşmasına paralel olarak her geçen gün artmaktadır.

Alglerin insan beslenmesindeki öneminin yüksek olması sağlıklı beslenme açısından gerekli maddeleri istenilen düzeyde bulundurmasından kaynaklanmaktadır. Özellikle yapısındaki yüksek protein, vitamin, aminoasit ve mineral maddeler ile düşük yağ miktarı sağlıklı beslenme için balıktan sonra alglerin tüketilmesini cazip gıdalar arasına sokmaktadır. Tüm bu besinsel özelliklerinin yanında düzenli olarak alg tüketimi insan sağlığı açısından da bazı hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde önemli bir yere sahiptir (Southgate, 1990). 2005 yılı verilerine göre dünyadaki deniz bitkilerinin yetiştiricilik yoluyla üretimi 14,8 milyon tona, toplam üretim miktarı ise (yaş ağırlık olarak) 16,9 milyon tona ulaşmıştır. 2001 yılında bu miktar 10,6 milyon ton (5,7 milyar dolar) iken, 2002 yılında ise 11,6 milyon tona (6,2 milyar dolar) yükselmiştir. Sucul bitkilerin üretiminde diğer ülkelerle karşılaştırıldığında Çin 8,8 milyon ton ile ilk sırada yer almaktadır ve toplam üretimin % 71,1'lik kısmını oluşturmaktadır (FAO, 2005).

Alglerin endüstriyel kullanımı çok eski yıllarda soda ve iyot üretiminden başlayarak alginat, karragen ve agar gibi ekstrakte edilen organik maddeler eldesine kadar değişmiştir (Santelices, 1989). Bugün toplanan deniz yosunlarının çoğu gıda maddesi olarak kullanılmaktadır. Deniz bitkilerinin kimyasal bileşimi karasal bitkilerden farklı olup mevsimlerden, iklim koşullarından ve bulunduğu suyun fiziko-kimyasal bileşiminden etkilenmektedir. Bu nedenle alglerin kullanım alanını belirleyebilmek için önce onun kimyasal kompozisyonu hakkında bilgi sahibi olmak gerekmektedir. Deniz alglerinin kimyasal yapısı aynı zamanda içinde yaşadığı suyun kimyasal özelliklerini mevsimsel olarak da bize yansıtır. Dünyada ekonomik amaçla toplanan ve kültürü yapılan alglerin % 50'si gıda sanayinde, % 40'ı ilaç ve kozmetik sanayinde, % 10'u ise diğer alanlarda kullanılmaktadır (Chapman ve Chapman, 1980; Güner ve Aysel, 1999).

Batı ülkelerinde alglerin insan gıdası olarak doğrudan tüketimi yaygın olmadığından dolayı pek çok kişi alglerin lezzetsiz olduğunu düşünmektedir. Oysa Uzak Doğu ülkelerinde özellikle Çin, Japonya ve Kore'de denizkestanesi ve bambu filizlerinin yanında tüm deniz yosunları nutrient içeriklerinin fazla olması nedeniyle tıpkı bir sebze gibi tüketime sunulmaktadır (Lahaye, 1991). Uzakdoğu'nun kıyısız toplumları M.Ö 900'lü yıllardan beri yemeklerinde sürekli olarak deniz yosunlarına

yer vermişlerdir. Örneğin Japonya’da yılda kişi başı 1,6 kg.dan fazla alg tüketimi söz konusudur (Fleurence, 1999).

Dünya çapında ise yaklaşık 160 tür deniz yosunu insanlar tarafından tüketilmektedir. Bunların 54 türünü esmer algler (Phaeophyta), 81 türünü kırmızı algler (Rhodophyta) ve 5 türünü yeşil algler (Chlorophyta) oluşturmaktadır. Özellikle Japonya, Çin ve Kore gibi Asya ülkelerinde alglerin gıdasal tüketimi yüksek seviyelerde olup, tüketim açısından yeşil algler % 5, esmer algler % 66,5 ve kırmızı algler % 33’lük bir orana sahiptirler (Dawes, 1998). Bu tür deniz bitkilerinin bir kısmı çiğ olarak tüketilirken, diğer bir kısmı tuz ile muamele edildikten sonra kurutulup tüketilmekte veya çorba, salata gibi gıdalarda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. En yaygın tüketim şekli ise kurutulmuş olan yosuna pirincin sarılarak hazır yiyecek haline getirilmesidir.

1. Alglerin Kullanımlarının Tarihi Gelişimi

Deniz algleri ile ilgili araştırmalar ve alglerin kullanımı üzerindeki çalışmalar çok uzun yıllardan beri devam etmektedir. M.Ö 2700 yıllarında Kral Shen Nung’un yosunları ilk kullanan kişi olduğu bildirilmiştir. Milattan sonraları ise tıpta ve gıda maddesi olarak Çin, Japonya ve Kore’de deniz yosunları ekonomik öneme sahip olmuşlardır (Güner ve Aysel, 1999).

Alglerden ilk olarak kozmetik sanayinde renk maddesi olarak Roma imparatorluğunda Virjil ve Horas zamanında yararlanılmıştır. Algler en yaygın olarak uzak doğu ülkelerinde ve 21.yy da ise Fransa, İrlanda ve İngiltere gibi kıyı kesimleri geniş olan ülkelerde gübre olarak kullanılmaktaydı. Fransa halkı, deniz alglerini ilk olarak 17. yüzyılda kullanmaya başlamıştır ve yosunların kuru talluslarını yakarak küllerinden sodyum ve kalsiyum tuzlarının karışımını elde etmişler ve bu karışımları cam yapımında kullanmaya çalışmışlardır (Chapman, 1970).

İngiltere’de 1720 yılından itibaren alg hasadı yapılmaya başlamış ve bu yüzyılın sonunda İskoçya’da yıllık yosun üretimi 400.000 ton yaş ağırlığa ulaşmıştır. İlk yıllarda algler, iyot eldesi amacıyla kullanıldığı halde günümüzde daha çok alglerden Agar-agar, Karragen, Aljinat ve benzeri maddeler elde edilerek kullanılmaktadır. Bu maddeler içerisinde Agar-agar Uzakdoğu ülkelerinde üretilen ilk kırmızı alg ürünüdür. Avrupa’da ise daha sonraları üretilmeye başlamıştır. Agar-agar ilkel olarak önceleri Çin’de üretilmiş, ilk olarak ise 1662 yılından itibaren Japonya’da “kanten” adıyla üretilmeye başlanmıştır (Smith, 1955).

Agar gibi kırmızı alglerden elde edilen diğer bir ürün Karragen olup Avrupa’da çok eski yıllardan beri marmelât, puding vs. gibi gıdaları katılaştırıcı olarak kullanılmış, son yıllarda ise ekstraksiyon yoluyla elde edilip daha geniş çapta kullanılmaya başlamıştır.

Kırmızı alglerin yanı sıra kahverengi algler de çeşitli endüstrilerde büyük öneme sahiptirler. Kahverengi alglerden daha çok aljinat elde edilmektedir. Aljinat ilk olarak 1939 yılında Hirst ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Daha sonra aljinat üretimi sırasıyla Amerika, İngiltere, Fransa, Norveç ve Almanya’da hızla artmış ve birçok yerde alginat fabrikaları kurulmuştur (Round, 1962).

Mevcut algleri değerlendirmek için yukarıda bahsedilen çalışmaların dışında, deniz kıyısı geniş ve alg miktarı yoğun olan ülkelerde (Fransa, Norveç, Amerika, İrlanda vs.) alglerden farklı şekillerde yararlanma yolları aranmış ve gübrece fakir toprakların zenginleşmesi için kullanılmıştır, dolayısıyla gübre sanayi de gelişmeye başlamıştır.

Alglerin diğer bir değerlendirme yolu da içerdikleri zengin protein miktarı sebebiyle besin olarak kullanılmalarıdır. Ancak o yıllarda alglerin besin olarak tüketimi sadece yiyecek sıkıntısı çeken ülkeler tarafından tercih edilmekle kalmıştır. Daha sonraları çağımız imkânları içerisinde alglerin besin olarak değerlendirilmesine ağırlık verilmiş ve geniş alanlarda kültürlerinin yapılmasına geçilmiştir (Chapman, 1970).

1.1. Alglerin Çeşitli Endüstrilerde Kullanım Alanları

Makroskobik deniz alglerinden elde edilen ürünlerin çeşitli endüstrilerde önemli bir yeri vardır. Gıda olarak tüketimleri ve yem sanayinde kullanımlarının yanı sıra alglerden farklı endüstrilerde kullanılmak üzere birçok hammadde elde edilmektedir. Elde edilen ekstraksiyon maddelerinin başında Agar-agar, Karragen ve Alginat gelmektedir. (Jime'nez-Escrig, Sa'nchez-Muniz, 2000).

1.1.1. Agar-agar

Agar, kırmızı alg (Rhodophyceae) türlerinin hücre duvarlarında bulunan ve jelimsi özelliğe sahip olan bir polisakkarit olup, kokusuz, sarımsı beyaz renkli, yassı şeritler halindedir. Soğuk suda şişer, ancak tamamen çözünmez. Kaynatılarak hazırlanan % 1'lik çözeltisi soğutulurken sert ve jölemsi bir madde ayrılır. % 0,2'lik çözeltisi sulu tanik asit çözeltisi ile kaynamaya yakın ısıtılırsa çökelti vermez. Bu özelliğiyle jelâtinin ayırt edilmektedir. Ayrıca jelâtin gibi N (azot) taşımadığından dolayı NaOH (sodyum hidroksit) ile ısıtılırsa amonyak açığa çıkarmaz (Vaphe, 1984).

Agar-agar ilkel olarak önceleri Çin'de üretilmiş, ilk olarak ise 1662 yılından itibaren Japonya'da 'kanten' adıyla üretilmeye başlanmıştır. Çok sayıda kullanım alanı olan agar, çeşitli endüstri dallarında yapıştırıcı, parlaklık verici ve sıcaklığa dayanıklılığı sağlayıcı gibi alanlarda, en çokta bakteriyolojide bakteri, mantar, maya vb. organizmaların laboratuvar koşullarında üretilmesinde, kültür vasatı hazırlanmasında, ayrıca gıda sanayinde ve dişçilikte protez tekniğinde kullanılmaktadır.

Japonya'da *Gelidium amansii*'den, Java'da *Euchema spinosum*'dan, Seylan ve Avustralya'da *Gracilaria* türlerinden elde edilir. Ayrıca İspanya'da, Güney Afrika'da, Amerika'nın Doğu ve Batı sahillerinde de üretilmektedir. Ruslar ise agar eldesi için Karadeniz'de bulunan *Phyllophora rubens* türünü kullanmaktadırlar. Ülkemizde ise *Gracilaria*, *Gelidium*, *Pterocladia*, *Phyllophora* ve *Hypnea* türlerinin agar yapımı için uygun türler olduğu tespit edilmiştir.(Cirik ve Cirik, 1999).

Agar-agarın birçok hazırlanış tipi olmakla birlikte en yaygın olarak aşağıdaki 2 tip kullanılmaktadır.

A) Japon usulü: Toplanan algler güneşte kurutulur, döverek ve silkeleyerek kum ve deniz kabuklarından temizlenir, güneşte yıkayarak beyazlatılır. 1 kg alg 60 kg hafifçe asitlendirilmiş suda birkaç saat kaynatılır. Meydana gelen musilajımsı sıvı sıcakken bezden süzülür. Süzüntü soğutularak dondurulur, kesilir, metal eleklerden baskıyla geçirilerek şerit haline getirilir ve kurutulur.

Baharda toplanan algler yazın kurutulur, kış aylarında ise (Kasım-Şubat) işlenir.

B) Amerikan usulü: Kurutulmuş algler büyük kazanlarda basınç altında suyla kaynatılır. Süzülür, süzüntü dondurulur, yıkanır, aktif kömürle veya % 1 hipoklorit çözeltisiyle beyazlatılır ve vakumda kurutulur.

1.1.2. Karragen

Kimyasal yapısı agara benzeyen karragen, *Chondrus* ve *Gigartina* gibi kırmızı alglerin hücre duvarlarında bulunan, jelimsi bir polisakkarit olup, beyazımsı, kırmızımsı veya sarımsı renkte, 5–15 cm uzunlukta dikotomik parçalar halinde bulunan bir maddedir. Hafif kokulu, tuzludur. Soğuk suda şişer. Soğuk suda % 47'si, sıcak suda % 75'i çözünür. Karragenin sıcaklığı düştüğünde jel haline dönüşmekte, ısıtıldığında ise jelleşme ortadan kalkmaktadır. %5'lik çözeltisi suyu pelteleştirir. Daha çok sos, salça, kozmetik, şurup ve ilaç yapımında yapışkanlık ve yayılma özelliğini arttırıcı olarak ayrıca diş macunu, pasta vb. sütlü ürünler ile deterjanların yapımında kullanılmaktadır. Gıda sanayinde ise, ekmekten, dondurma ve konserveleere kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir. (Atay, 1978).

1.1.3. Aljinat

Aljinat ve aljinik asit, kahverengi alglerin hücre duvarlarından ekstrakte edilen bir karbonhidrattır. 1880'de Stanford tarafından bulunmuştur. Aljinat tuzlarının ve liflerinin üretiminde geniş ölçüde kullanılmaktadır. Bileşiminde Na^+ , K^+ ve Mg^{++} tuzları bulunmaktadır. Isıtıldığında yumuşak soğutulduğunda ise sert bir yapıdadır. Agar-agar gibi dışçilikte önemli bir maddedir. Aljinat ayrıca vizkoziteyi düzenleyici özelliğinden dolayı kozmetikte bazı krem ve şampuanların hazırlanmasında kullanılır (Teramoto, 1992).

Denizlerimizde bulunan *Cystoseira* ve *Sargassum* türü alglerin aljinat eldesi için ideal türler olduğu tespit edilmiştir (Atay, 1978)).

1.1.4. Balık Yemleri

Kontrollü koşullar altında yapılan balık yetiştiriciliğinde, balıkların ihtiyacını karşılayacak temel besin maddelerini bulunduran çeşitli yem rasyonları hazırlanmaktadır. Balık yemlerinde kullanılan en önemli hammadde balık unu olup, yemlere balık türü ve büyüklüğüne bağlı olarak % 30 ile 60 arasında ilave edilmektedir (Olomola, 1990). Balık unu yerine yeme alternatif olarak belirli oranlarda katılan hammaddelerde aranan başlıca özellikler, yüksek proteine sahip olması, balık büyüme ve yem değerlendirme performansına olumsuz etki yapmaması ve her hangi bir şekilde anti besleyici madde taşıması olarak sayılabilir.

Balık yemlerinde katkı maddesi olarak kullanılan alglerin, büyümede, protein sindiriminde, yağ metabolizmasının düzenlenmesinde, karaciğer fonksiyonları, strese yanıt, hastalıklara dayanıklılık, yetiştirilen balıkların vücut bileşenleri ve et kalitesinin de dâhil olduğu fizyolojik koşullar üzerinde geliştirici etkileri olduğu bildirilmiştir (Mustafa ve ark., 1995).

Bunların dışında balık yemlerine az miktarda alg unu ilavesi lipid sentezini etkileyerek, yağın aktif hale gelmesini sağladığı ve büyüme performansı üzerinde önemli bir etki meydana getirdiği saptanmıştır (Nakagawa, 1997). Örneğin *Spirulina maxima*, *Oreochromis* türlerinin yemlerinde değerlendirilmiş ve balıkların gelişimini olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Olvera-Novoa ve ark., 1990). Ayrıca, *Pagrus major* türünde *Ulva* sp. (Nakagawa, 1997), kefal türlerinde *Ulva* sp. (Wassef, 2001) ile *Porphyra purpurea* (Davies ve ark., 1997) ve sazan türlerinde *Spirulina platensis* (Nandeeshia ve ark., 1998) kullanımının büyüme performansı ve yem değerlendirme kriterlerini desteklediği sonucuna varılmıştır.

1.1.5. Gıda Endüstrisi

Başta Uzakdoğu ülkeleri (Japonya, Çin, Kore, Tayland vs.) olmak üzere günümüzde doğal ortamdan toplanan alglerin büyük bölümü insan gıdası olarak tüketilmektedir. Geçmişten günümüze kadar bu amaca uygun ve en fazla tercih edilen yosunlar, *Chondrus* spp., *Gelidium* spp., *Laminaria* spp., *Gracilaria* spp., *Gigartina* spp., *Palmaria* spp., *Porphyra* spp., *Acanthopeltis* spp., *Euclima* spp.'dir. Bu yosun türleri gıda olarak tüketimde daha çok pişirilmeden, sadece kurutulmuş ve tatlandırılmış biçimde veya pişirilerek salata ve çorbalarda kullanılmaktadırlar (McLachlan ve diğ., 1972).

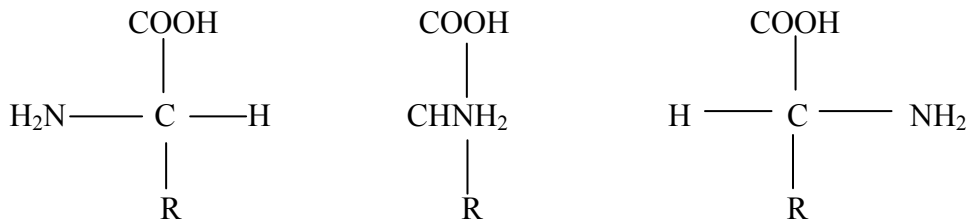
Deniz alglerinin protein içeriği karasal bitkilere oranla oldukça fazladır. Genel olarak kırmızı, yeşil ve esmer alg grupları arasında, Rhodophyta (kırmızı) üyeleri Phaeophyta (esmer) üyeleri ile karşılaştırıldığında daha yüksek oranlarda protein içermelerinden dolayı, bir çok türü buldukları bölgede gıda olarak tüketilmektedirler (Dawes, 1998; Fleurence, 1999). Örneğin kahverengi alglerden *Laminaria japonica* ve *Undaria pinnatifida*'nın protein miktarı düşüktür (7–16 g/100 g) (Stocchi, 1999 ve Kolb, 2004). Bunun aksine kırmızı alg türlerinden *Palmaria palmata* ve *Porphyra tenera*'nın protein içerikleri (21–47 g/100 g) ise oldukça yüksektir (Fleurence, 1999; Rupe' rez, 2001).

Hayvansal proteine oranla daha az olmasına rağmen algler, bünyelerinde sodyum, iyot, kalsiyum, magnezyum, potasyum, mangan, demir, fosfor, kükürt, silisyum ve arsenik gibi iz elementleri ve A, B, C vitaminlerini bulundurduklarından dolayı insan gıdası olarak faydalı bir besin maddesidir (Norziah ve Ching, 1999). Öyle ki günlük 100 gr. alg tüketimi A, B₂ ve B₁₂ vitamini gereksiminin tamamını, C vitamininin ise 2/3'ünü karşılamaktadır (Chapman ve Chapman, 1980). Tüm bu besinsel özelliklerinin yanında düzenli olarak alg tüketimi insan sağlığı açısından da bazı hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde önemli bir yere sahiptir. Alglerin her gün düzenli olarak tüketimi diyabet, kalp hastalığı, obezite ve kanser gibi birçok kronik hastalığın vücutta oluşum oranını düşürmektedir (Southgate, 1990).

1.2. Aminoasitlerin Genel Özellikleri

Proteinler; canlı organizmalarda en yaygın olarak fonksiyon gösteren makro moleküllerdir ve yaşamla ilgili olan her bir proseste görev alırlar. Çok büyük polimerler halinde bulunan bu karmaşık moleküllerin en küçük birimlerini aminoasitler oluşturmaktadır. Kısacası proteinler aminoasitlerin peptid bağları ile birleşmesinden meydana gelmektedirler. Bu nedenle aminoasitlere protein molekülünün “yapı taşları” adı verilir. Peptid bağları, bir aminoasidin karboksil grubu ile ikinci bir aminoasidin amino grubundan H₂O ayrılması ile birleşmektedir. (Keskin, 1981).

İsminden de anlaşılacağı gibi aminoasitlerde; (α) – karbon atomuna bağlanmış bir amino grubu, bir karboksil ve değişken bir R- grubu bulunur. Buna göre bir aminoasidin genel formülü şöyledir;



a) L- Amino asit

b) Genel Formül

c) D- Amino asit

Şekil 1. Genel bir aminoasidin kimyasal formülü (Sönmez, 1985)

L- ve D- serisine giren aminoasitlerden doğal proteinlerin yapısına giren aminoasitlerin hepsi L- serisine ait olup, 20 farklı aminoasitten oluşmaktadır. Aminoasitler biyolojik bakımdan esansiyel (temel, eksojen) ve esansiyel olmayan (endojen) aminoasitler olmak üzere 2 gruba ayrılırlar (Sönmez, 1985), (Tablo 1). Esansiyel olmayan aminoasitler vücut tarafından üretilirken, esansiyel aminoasitler vücut tarafından üretilemezler ve dışarıdan (gıdalardan) alınması zorunlu aminoasitlerdir.

1.3. Aminoasitlerin Duyusal Özellikleri Ve Su Ürünlerindeki Önemi

Su ürünleri etleri diğer besin maddeleri ile karşılaştırıldığında farklı bir tat kalitesine ve besleyici değere sahiptirler. Su ürünleri etlerinin farklı olan bu spesifik tadında içerdiği yağların, proteinlerin ve özellikle de belirli aminoasitler ile nükleotidlerin rolü bulunmaktadır.

Proteince zengin gıdalarda yer alan serbest aminoasitler taşıdıkları tat-koku özellikleri nedeniyle buldukları ortamda özgün bir tat ve koku oluştururlar. Tat kalitesi aminoasidin moleküler konfigürasyonundan etkilenmektedir. Tatlı tadı oluşturan aminoasitler genelde D-konfigürasyonunda, acı tadı meydana getiren aminoasitler ise L-konfigürasyonunda bulunurlar. Bunların içinde bulunduğu L- glutamik asidin farklı bir özelliği bulunmakta ve yüksek konsantrasyonda et suyu tadı, Japonların deyimiyle “umami” tadını vermekte, düşük konsantrasyonda ise içine ilave edildiği gıdanın karakteristik tadını pekiştirmektedir (Saldamlı, 1998).

Yukarıda da bahsedildiği gibi su ürünlerinde doğal olarak bulunan aminoasitlerin her biri normalde farklı bir tada sahip olduklarından, bulunuş miktarları ürünlerin spesifik tatlarının oluşumunda önemli etkiye sahiptir. Örneğin aminoasitlerden glisin, alanin, treonin, prolin ve serin ‘tatlı tat’, esansiyel aminoasitlerden fenilalanin, tirozin, izolösin, valin, lösin, metiyonin ve histidin, ‘hafif acı tat’, aspartik asit ise ürüne ‘ekşi tat’ vermektedir (Tablo 2). Bilinen bu tatların dışında (acı, tatlı, tuzlu ve ekşi) balık eti ve alglerin (özellikle kurutulmuş olanların) sahip olduğu ve bilimsel çalışmalarla 5. tat olarak kanıtlanmış “umami tadı”nı ise glutamik asit ve nükleotitlerden IMP (inosin mono fosfat) vermektedir (Yamanaka

ve Shimada, 1996). Doğada serbest formda da bulunabilen glutamik asit proteinin yapısında bulunan 20 aminoasitten bir tanesidir. Serbest formdaki glutamik asit bitkisel orijinli gıdalarda (algler vs.) hayvansal orijinli gıdalardan daha bol bulunur. Hayvansal gıdalar (balık vs.) daha çok inosin mono fosfatça (IMP) zengin umami tadına sahiptirler (Bellisle, 1998). Ancak bitkisel ve hayvansal gıdalar beraber pişirildiğinde veya aynı anda tüketildiğinde “umami tadı” farkedilir bir şekilde artar ve ürün kompozisyonu daha lezzetli hale gelir (Ninomiya, 2003).

Tablo 1. Esansiyel ve esansiyel olmayan aminoasitler (Sönmez, 1985)

Esansiyel Aminoasitler	Esansiyel Olmayan Aminoasitler
Valin	Histidin
Lisin	Alanin
İzolösin	Arginin
Lösin	Aspartik asit
Metiyonin	Glutamik Asit
Fenilalanin	Glisin
Teronin	Prolin
Triptofan	Serin
	Tirosin
	Sistin

Tablo 2. Aminoasitlerin tat duyuları (Yamanaka ve Shimada, 1996)

Tatlar	Aminoasitler
Tatlı Tat →	Glisin, Alanin, Prolin, Serin, Treonin
Acı - Tatlı Tat →	Valin, Arginin, Histidin, Metiyonin
Acı Tat →	Lösin, Fenilalanin, Triptofan, Lisin
Hafif Ekşi Tat →	Aspartik asit
Umami Tadı →	Glutamik asit

Bunların dışında, deniz bitkilerinde mevcut olan bazı aminoasitler sülfür içermektedirler. Glutamik asit ve aspartik aside ek olarak, sistin ve taurin gibi sülfür içerikli, İngilizce “meaty” adı verilen farklı etsi bir tada sahip olan aminoasitler özellikle deniz bitkilerinin karakteristik tadında rol oynamaktadırlar (Arasaki, 1983).

Bunlara ek olarak günümüzde, gelişmiş ülkelerde aminoasitler kullanılarak deniz ürünlerinin yapay tatları da üretilebilmektedir. Örneğin denizkestanenin tadını temel olarak glisin, alanin, valin, glutamik asit ve metiyonin gibi 5 adet aminoasit meydana getirmektedir. Eğer bu 5 aminoasit türü denizkestanesinde doğal olarak bulunan miktarlarda karıştırılıp hazırlanırsa denizkestanenin tadı mükemmel bir şekilde taklit edilmiş olur. Ancak tat oluşturma sırasında glutamik asit kullanılmazsa ürünün tadında hissedilir şekilde azalma meydana gelmektedir.

Sonuç olarak, bu kadar geniş bir kıyı şeridinde sahip ülkemizde algler üzerinde yapılan araştırmalar ve alglerin insan gıdası olarak tüketimi ile ilgili girişimler diğer ülkelerle kıyaslandığında oldukça azdır. Besleyici değeri oldukça yüksek olan ve insan vücuduna olan faydaları saymakla bitmeyen alglerin insan gıdası olarak tüketiminin yararları ortaya kondukça, alglerin tüketimin giderek artacağı şüphesizdir.

Bu amaçla bu çalışmada, Türkiye kıyılarında bol miktarda doğal olarak yayılım gösteren yeşil alglerden *Ulva rigida*, kırmızı alglerden *Gracilaria verrucosa* ve esmer alglerden *Cystoseira barbata*'nın mevsimsel olarak besin kompozisyonu (protein, yağ, kül ve nem) içeriklerinin karşılaştırılması ve özellikle de tatlarında etkili olan aminoasitlerin mevsimsel değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylelikle alglerin spesifik tatlarında etkili olan aminoasitler ve bunların türler arasında mevsimsel değişimleri belirlenmiş ve tüketim açısından en uygun olan tür ve mevsim tespit edilmiş olacaktır.

BÖLÜM 2.

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Deniz yosunlarının besin kompozisyonu ve aminoasit içerikleriyle ilgili olarak literatürlerde değişik düşünce ve yorumlar bulunmaktadır. Örneğin; Tsekos ve diğ. (1975), Yunanistan sahillerinden topladıkları 10 yeşil, 10 kahverengi ve 17 kırmızı alg türünün içerdiği 17 serbest aminoasidi nitel ve nicel olarak tayin etmişlerdir. Aminoasit dağılımının çalışıldığı türlerde altı tür dışında glutamik asitin tüm türlerde ana bileşen olarak bulunduğu ve bunu aspartik asit, alanin, treonin ve serinin izlediğini göstermişlerdir. Ayrıca kahverengi alglerin, yeşil ve kırmızı alglere oranla daha fazla alanin içerdiğini bulmuşlardır.

Munda ve Gubensek (1976) İzlanda sahillerinde doğal olarak yayılım gösteren 10 kırmızı, 4 yeşil ve 10 esmer deniz alginde yapmış oldukları çalışmada 17 aminoasidin kırmızı, yeşil ve esmer alglerdeki dağılımının büyük farklılıklar gösterdiğini bulmuşlardır. Temel aminoasitlerin kırmızı alglerde kahverengi alglere oranla 2–3 kez daha fazla olduğunu, *Ulva lactuca*'da glutamik asit ve aspartik asidin birinci sırada alaninin ise ikinci sırada yüksek oranda bulunduğunu saptamışlardır.

Qasim, (1991), *Ulva lactuca*'nında içerisinde bulunduğu 18 alg türünde protein hidrolizi yöntemiyle 17 aminoasidin miktarını tespit etmiştir. Yapılan çalışmada farklı alg türleri arasında aminoasit kompozisyonlarının önemli derecede farklılık gösterdi tespit edilmiştir. Özellikle asit karakterli aminoasitler yeşil alg türlerinde diğer türlere oranla yüksek miktarda bulunmuştur.

Çetingül ve diğ. (1996) İzmir Körfezi Narlıdere sahilinden sonbahar mevsiminde topladıkları *Cystoseira barbata*'nın aminoasit kompozisyonunu incelemişler ve türün en yüksek aminoasitlerini glutamik asit (% 32,5) ve aspartik asit (% 11,74) olarak tespit etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar doğrultusunda bu algin protein kaynağı olarak gıda ve yem sanayinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Çetingül, (2001) İzmir Körfezi Narlıdere sahilinden Nisan ayında temin etmiş olduğu kahverengi alg türlerinden ekonomik değere sahip *Petania fascia*'nın protein

ve aminoasit kompozisyonunu araştırmıştır. Trn protein miktarı yüksek bulunmuş olup (% 23,87) aminoasitlerden glutamik asit, prolin, aspartik asit ve alanin esas öğeler olarak tespit edilmiştir.

Wong ve Cheung, (2001), iki kırmızı alg türü (*Hypnea sp.*) ve bir yeşil alg (*Ulva lactuca*) türünde yaptıkları çalışmada, örneklerin protein sindirilebilirliğine ve aminoasit seviyelerine bakmışlardır. Yapılan alışma sonucu bu iki alg türünde glutamik asit, aspartik asit başta olmak üzere alanin ve arjinin miktarları yüksek seviyelerde tespit edilmiştir.

Lourenço ve diğ. (2002), 3 farklı gruptan (yeşil, kırmızı ve esmer) Haziran ve Eylül aylarında olmak üzere toplam 19 algin protein ve aminoasit miktarlarının karşılaştırmasını yapmışlardır. Elde ettikleri sonuçlarda glutamik asit miktarı tüm türlerde bol miktarda tespit edilmiştir. Yeşil alg türlerinde diğer türlere oranla aspartik asit ve glutamik asit seviyesi düşük bulunmasına karşın, kahverengi alg türlerinde glutamik asit ve metiyonin yüksek miktarda tespit edilmiş. Kırmızı alg türlerinde ise lisin ve arjinin yoğun seviyede bulunmuşlardır.

Sanchez-Machado ve diğ. (2003), kurutulmuş (2 tür) ve konserve (5 tür) olarak işlenmiş farklı alg türleri için HPLC'de yaptıkları aminoasit analizlerinde aspartik asit ve glutamik asit gibi alglerin tat ve aromalarının oluşumunda önemli rol oynayan aminoasitleri yüksek miktarlarda tespit etmişler ve özellikle kırmızı alg türlerinde ürüne tatlı tadı veren alanin ve glisinini temel amino asitler olarak bulmuşlardır.

Ortiz ve diğ. (2005), yaptıkları çalışmada ise kullanılabilir alglerden *Ulva lactuca* ve *Durvillaea antarctica*'nin besinsel kompozisyonunu araştırmışlar. Örneklerde protein yağ, kül ve nem değerleri dışında aminoasit ve yağ asidi parametrelerine de bakmışlar. Örneklerden *Ulva lactuca*'nın protein içeriğini, *D. antarctica*'nin ise yağ, kül ve nem içeriği yüksek olarak tespit edilmişlerdir. Aminoasitlerden ise *Ulva lactuca*'da sırasıyla glutamik asit, aspartik asit, alanin, lösin ve izolösin yoğun miktarda saptanmıştır.

Tablo 3. Bazı Alg Türlerinin Mevsimsel Protein ve Aminoasit İçerikleri

Türler	Mevsim	Protein %	Temel Aminoasitler (mg/g)					Esansiyel Aminoasitler (mg/g)		
			Glutamik asit	Aspartik asit	Alanin	Glisin	Arginin	Lösin	Fenilalanin	Lisin
1. <i>Cystoseira barbata</i>	sonbahar	16,12	32,50	11,74	17,85	12,66	12,78	9,26	4,94	10,48
2. <i>Palmaria palmata</i>	ilkbahar	16,22	20,70	15,70	12,20	9,30	eser miktar	9,40	eser miktar	eser miktar
3. <i>Ulva lactuca</i>	kış	27,20	15,08	14,87	10,96	8,15	4,86	10,34	12,45	7,23
4. <i>Gracilaria verrucosa</i>	ilkbahar	14,82	18,26	16,56	10,14	9,12	eser miktar	11,96	6,77	32,06
5. <i>Gracilaria domingensis</i>	sonbahar	18,52	12,60	12,20	8,10	6,60	4,70	8,80	5,70	5,70
5. <i>Ulva fasciata</i>	sonbahar	12,78	12,60	13,00	8,50	6,50	5,60	7,60	5,10	5,10
6. <i>Cystoseira barbata</i>	yaz	8,64	9,83	6,08	4,35	3,30	3,28	4,39	3,25	3,32
7. <i>Ulva lactuca</i>	kış	7,06	87,30	98,70	73,90	67,40	84,40	65,80	35,00	67,10
8. <i>Wakame (Undaria)</i>	yaz	16,30	10,65	10,18	27,20	8,76	8,41	13,70	7,80	11,12
8. <i>Konbu (Laminaria)</i>	yaz	6,20	3,86	4,69	4,51	3,31	2,96	4,45	2,82	4,77
9. <i>Ulva rigida</i> (protein %)										
	ilkbahar: 11,30	yaz :16,20	sonbahar:21,90	kış : 23,60						

1. Çetingül ve ark. (1996)
2. Fleurence ve ark. (1999)
3. Ortiz ve ark. (2005)
4. İlyas (1989)
5. Lourenço ve ark. (2002)
6. Özsöz (1984)
7. Wong ve ark. (2001)
8. Kolb ve ark. (2004)
9. Rouxel ve ark. (2001)

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırmada Kullanılan Makro Algler

3.1.1.1. *Cystoseira barbata*'nın Sistematikteki Yeri, Ekolojisi ve Kullanım Alanları

Phylum: Phaeophyta

Classis: Phaeophyceae

Ordo: Fucales

Familia: Cystoseiraceae

Genus: Cystoseira

Species: barbata (Stackhouse) C. Agardh



Şekil 2. *Cystoseira barbata*

Ülkemizde bazı bölgelerde deniz sakalı olarak da adlandırılan *Cystoseira barbata* kahverengi deniz yosunlarından bir tanesidir. Kahverengi algler çoğunlukla soğuk sularda infralittoralin üst kesimlerinde kayalık kıyılarda zemine tutunarak gelişebilen bentik canlılardır. Hücreleri tek çekirdeklidir ve kromatoforları klorofil A, C, karoten ve ksantofil içermektedir (Hamel, 1939; Güner ve Aysel, 1999; Cirik, 2001).

Cystoseira barbata genellikle basit yapıda bir alg türü olup, ağaçsı, yapraksı yapıdadır. Ayrıca bazı bölgelerde büyük talluslara sahip formları da görülebilmektedir. Tallus boyları 50-60 cm hatta bazen 150 cm gibi daha fazla da olabilmektedir (Ribera ve ark.,1992). 0,5-1 cm kalınlığında yuvarlak, basit veya belirgin dallı; alt kısımları dallarının kırılmasından arta kalan parçaların oluşturduğu yumru görünümündedir. Her yönlü dallanma gösterebilirler. Dallar, yaklaşık 1 mm kalınlığında esas dalcıklarla örtülü konumdadır (Hamel, 1939; Güner, 1970).

Cystoseira cinsinin Akdeniz’de yaklaşık 24 kadar türü bulunmaktadır. Bunlardan yalnız 8 tanesi Türkiye’de İzmir Körfezi’nde bulunmuştur. Bünyelerinde % 30 kadar aljinat içerdiklerinden dolayı son yıllarda Türkiye’de aljinat elde etmek amacıyla denizlerden toplanarak değerlendirilmektedirler (Güner ve Aysel, 1999).

3.1.1.2. *Ulva rigida*’nın Sistematikteki Yeri, Ekolojisi ve Kullanım Alanları

Phylum: Chlorophyta

Classis: Chlorophyceae

Ordo: Ulvales

Familia: Ulvaceae

Genus: *Ulva*

Species: *rigida* C. Agardh



Şekil 3. *Ulva rigida*

Yeşil algler grubunda yer alan *Ulva* türleri farklı ortam şartlarına adapte olabilmeye özelliğine sahiptirler. *Ulva rigida* kıyılarımızda özellikle sığ ve kayalık bölgelerde azot ve fosfor gibi besleyici elementlerin bol olduğu kısımlarda doğal olarak yayılım gösteren kozmopolit bir türdür (Cirik ve Cirik, 1999; Cirik, 2001). Yaygın olarak nütrient miktarının bol, dalga şiddetinin ise düşük olduğu yerlerde bulunur. Stresli koşullara oldukça toleranslıdır. Sap şeklindeki kısa bir ayakla zemine tutunan algin üst kısmı oldukça geniş olup, kalınlığı iki hücre tabakasından ibarettir. Tuzluluğa dayanıklı bir tür olup, hem tuzlu hem de acı sularda bulunabilir.

Ulva türlerinin dünyada toplanan yeşil alglerin % 25’ini oluşturduğu saptanmıştır (Padua ve diğ. 2004). Özellikle B vitamini bakımından çok zengin türlerdir ve denizden toplanmış tallusları tatlı suyla yıkanıp kurutularak veya taze olarak salatalarda ve çorbalarda tüketilebilmektedir. Ayrıca, gübre olarak tarımda, yem sanayinde, cilt bakım ürünleri olarak

kozmetikte ve jel olarak kâğıt yapımında kullanılmaktadır (Cirik ve Cirik 1999; Güroy ve ark, 2007).

3.1.1.3. *Gracilaria verrucosa*'nın Sistematikteki Yeri, Ekolojisi ve Kullanım Alanları

Phylum: Rhodophyta

Classis: Rhodophyceae

Ordo: Gigartinales

Familia: Gigartinaceae

Genus: Gracilaria

Species: verrucosa (Hudson) Papenfuss



Şekil 4. *Gracilaria verrucosa*

Kırmızı algler (Rhodophyta) filumuna dahil olan *Gracilaria verrucosa* türü, İzmir ve İzmit körfezlerinde yoğun olmak üzere kıyılarımızın çeşitli kesimlerinde doğal yayılış göstermektedir (Cirik ve Cirik 1999; Cirik, 2001). Alg, hücre çeperlerinde polisakkarit olan agar-agar içermesi nedeniyle ticari öneme sahiptir. Öyle ki algin ham materyalinden % 70'e varan oranlarda agar elde edilebilmektedir (McHugh, 2002). *Gracilaria* türleri agar üretimine en uygun alg türleri olup, agar verimi ve kalitesi yetiştirme oranına, mevsimsel farklılıklara ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir.

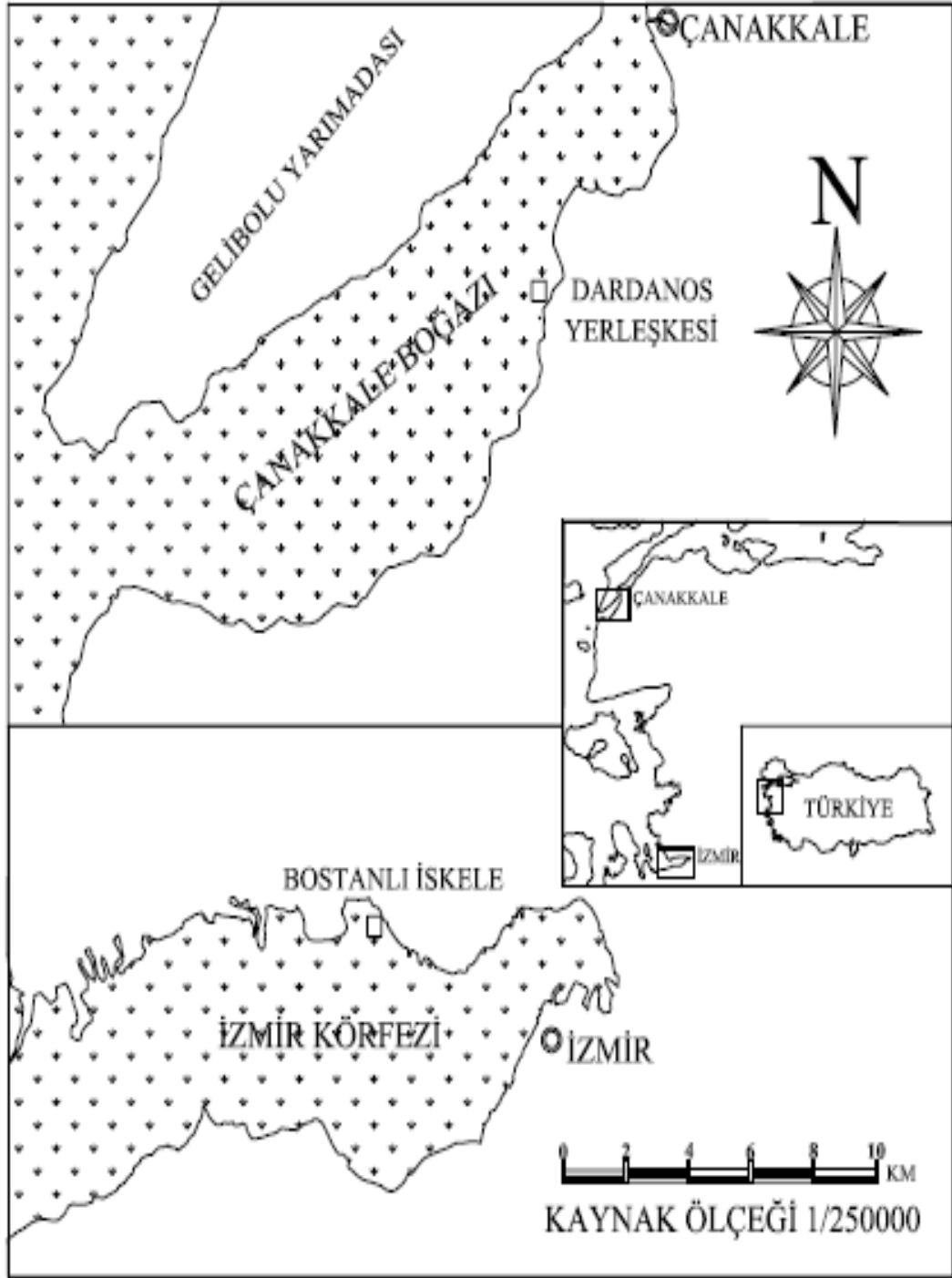
Gracilaria yosunlar arasında en büyük cins olup *G.verrucosa* ile birlikte 100'den fazla türe sahiptir. İnce dallı, koyu kırmızı renkli bir alg türü olup kadayıf otu olarak da adlandırılmaktadır. Kumlu, çamurlu ve akıntının bol olduğu ortamlarda iyi gelişir ve uygun koşullarda boyu 60–80 cm'ye kadar ulaşabilmektedir. Optimum yaşayabileceği tuzluluk % 20 - % 25, ışık şiddeti 100 mikromol m⁻²s⁻¹, sıcaklık ise 20-28° C arasındadır. *Gracilaria* yılın her mevsiminde büyüme gösterebilen bir algdir. Suyun derinliğinin artışına bağlı olarak gelişiminin yavaşladığı saptanmıştır. Bunun yanı sıra ışık algin renk pigmentleri açısından

önemlidir. Yeterli güneş ışığının bulunmadığı ortamlarda *Gracilaria* kırmızı renkte olduğu halde, ışığın bol olduğu ortamlarda doğal kahve-yeşil renktedir (Chapman ve Chapman, 1980; Perez, 1995).

3.1.2. Örneklerin Toplanması

Çalışmanın başında araştırmada kullanılacak alglerin bölgesel tespiti amacıyla Çanakkale sahili boyunca genel bir inceleme yapılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda *Ulva lactuca* ve *Cystoseira barbata* türleri Dardanos mevkiinde doğal olarak yayılım gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak çalışmada kullanılan diğer bir tür olan ve özellikle agar üretiminde yaygın olarak kullanılan *Gracilaria verrucosa* türü Çanakkale kıyılarında her mevsim tespit edilememiştir. Bu nedenle bu tür, daha önce yapılmış olan çalışmalar da dikkate alınarak İzmir-Karşıyaka (Bostanlı) iskelesinden) her mevsim düzenli olarak toplanmıştır.

Nisan 2006, Ocak 2007 tarihleri arasında ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsiminde belirlenen aylarda (Nisan-Temmuz-Ekim-Ocak) yeşil alg *Ulva rigida* ve kahverengi alg *Cystoseira barbata* Çanakkale Dardanos yerleşkesinden, kırmızı alg türü *Gracilaria verrucosa* ise İzmir Karşıyaka (Bostanlı) sahilinden toplanmıştır (Şekil 5). Örnekler toplandıktan sonra buz ile kaplanmış straforlarla laboratuara transfer edilmiş, üzerindeki yabancı maddeler akan çeşme suyu altında dikkatli bir şekilde yıkanmıştır. Toplanan ve temizlenen örneklerin bir kısmı nem miktarı tayini için kullanılmış diğer kısmı ise kurutma dolabında 40°C'de 24 saat süresince kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan örnekler yüksek devirli rondoda öğütüldükten sonra 475 mikron delikli elekten geçirilmiştir. Elde edilen yosun unları tüm analizlerde kullanılmıştır.



Şekil 5. Örneklem alanları (Çanakkale-Dardanos sahili ve İzmir Karşıyaka (Bostanlı sahili))

3.1.3. Kimyasal Analizlerde Kullanılan Ekipman ve Kimyasal Malzemeler

Araştırmada besin kompozisyonu analizlerinde; kjeldahl distilasyon ünitesi (Gerhardt, WD20), yaş yakma ünitesi (InKjelM), Etüv (P Selecta), hassas terazi (0.1 mg.), evaporatör (Heidolph), kül fırını (Nüve, MF120) kullanılmıştır.

Besin kompozisyonu analizlerinde kullanılan kimyasal malzemeler ise; Kjeldahl tableti (Merck), 0,1N HCl, (Merck), borik asit (H_3BO_3 , Merck), metilen kırmızısı-bromokserol green (Merck), sülfürik asit (H_2SO_4 , Merck), metanol ve kloroform' dur.

3.1.4. Aminoasit Analizlerinde Kullanılan Ekipman ve Kimyasal Malzemeler

Aminoasit analizleri Shimadzu marka aminoasit analizatöründe yapılmış olup kullanılan kimyasal malzemeler hidroliz aşamasında 6 N HCl (Merk), sodyum sitrat tampon çözeltisi (Merck)'dir. Analiz aşamasında aminoasit analizatöründe kullanılan kimyasallar ise; Aminoasit standartı, Na-type Aminoasit mobil faz kitleri (AA-MA(Na), AA-MB(Na), AA-MC(Na)) ve Aminoasit Reaksiyon Reagent Kitleri (AA-RA, AA-RB)'dir.

3.2. Metod

3.2.1. Besin Kompozisyonu Analizleri

Kurutulmuş ve un haline getirilmiş örneklerdeki besin kompozisyonu analizleri (nem, kül, protein, yağ) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dardanos Yerleşkesi laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada protein, nem ve kül analizleri 3 tekrarlı olarak AOAC (2000)'e göre yağ analizleri ise Folch ve diğ. (1957)'e göre yapılmıştır.

3.2.1.1. Nem Tayini

Kurutma ve un haline getirme işleminden önce yaş materyal, etüvde 105°C’de kurutulmuş ve darası alınmış nem kabına iki gram örnek olacak şekilde tartılmıştır. 103°C’deki etüvde 18 saat süre ile (numune sabit ağırlığa ulaşınca kadar) kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra sabit ağırlığa ulaşmış örnekler etüvden alınarak desikatörde soğutulmuş ve hassas terazide tartılmıştır. Böylelikle yaş ve kuru ağırlık arasındaki farkın bulunmasıyla alglerin nem miktarları % olarak saptanmıştır (AOAC, 2000).

Örneklerdeki nem miktarının tespitinde hesaplama işlemi aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$\text{Nem Miktarı (\%)} = (T_1 - T_0) / m \times 100$$

T₁: Son tartım

T₀: İlk tartım

m: Örnek ağırlığı

3.2.1.2. Ham Kül İçeriklerinin Saptanması

Kurutulan materyallerin kül miktarları ise standart yöntemle uygun olarak yapılmış, kullanılan porselen krezeler 550°C’de 1 saat bekletildikten sonra desikatörde soğutulmuş ve hassas terazide daraları alınmıştır. Analiz için porselen krezeler içerisine her bir örnek 3 gr. tartılmış, 550°C’deki kül yakma fırınında 4–5 saat sürede kül haline getirilmiştir. Daha sonra örnekler desikatöre alınmış, soğutulmuş ve hassas terazide tartımları yapılmıştır. Örneklerdeki kül miktarı % olarak verilmiştir (AOAC, 2000).

Hesaplama işlemi aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$\text{Kül Miktarı (\%)} = (T_1 - T_0) / m \times 100$$

T₁: Son tartım

T₀: İlk tartım

m: Örnek ağırlığı

3.2.1.3. Ham Protein İçeriklerinin Saptanması (Kjeldahl Metodu)

Örneklerdeki ham protein içeriği 3 aşamalı olarak (Yaş yakma, distilasyon, titrasyon) Kjeldahl metoduna göre gerçekleştirilmiştir (AOAC, 2000).

a) Yaş Yakma

Kurutulmuş ve un haline getirilmiş örneklerden hassas terazide kartuş içerisine 0,5 g örnek tartılmış ve Kjeldahl tüpüne aktarılmıştır. Her bir tüp içerisine 1 adet katalizör Kjeldahl tableti eklenmiştir. Daha sonra karışım üzerine dikkatlice % 96'lık 15 ml H₂SO₄ eklenip, tüpler yaş yakma ünitesine yerleştirilmiştir. Numuneler renksiz veya açık yeşil ya da sarı renkli berrak bir çözelti elde edilinceye kadar ısıtılmıştır. Distilasyon sırasında ortamda bulunan azotu ölçmek için ise bir kör örnek hazırlanmıştır. Yaş yakması tamamlanmış olan örnekler soğutulularak üzerine 20 ml saf su yavaş yavaş eklenmiş ve soğuması için bir süre bekletilmiştir.

b) Distilasyon

Distilasyon işlemi için 25 ml. doymuş borik asit çözeltisi bulunan erlene 3–4 damla indikatör damlatılarak distilasyon ünitesinin çıkışına yerleştirilmiş ve NaOH ile distilasyona tabi tutulmuştur. Bu işleme yaklaşık 100 ml destilat toplanıncaya kadar devam edilmiştir.

c) Titrasyon

Distilasyon ünitesinden alınan toplama erleninde biriken destilat, 0,1 N HCl ile rengi pembe renge dönüşüncüye kadar titre edilerek sarfiyat belirlenmiştir.

Protein oranı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ham Protein(\%)} = \frac{(T_t - T_b) \times 14,007 \times 6,25}{m} \times 100$$

T_t: Titrasyonda harcanan miktar

T_b: Kör örneğin titrasyonunda harcanan miktar

m: Örnek ağırlığı

Kjeldahl metodu ile yapılan protein analizi sonunda bulunan değer aslında azot miktarıdır. Bu nedenle protein miktarları toplam azot değerinin 6,25 ile çarpılmasıyla bulunmuştur.

3.2.1.4. Ham Yağ İçeriklerinin Saptanması (Folch Metodu)

Önceden darası alınmış örnek tartma kaplarının her birinin içerisine 0,5 g. örnek tartıldıktan sonra örnekler balon jodelere aktarılmış üzerlerine 1: 2 oranında hazırlanmış metanol:kloroform karışımından 10 ml eklenmiştir. Hazırlanan örneklerin ağzı kapatılıp bir gece oda sıcaklığında bekletildikten sonra membran filtreden geçirilmiştir. Daha sonra süzülen örnekler önceden darası alınmış balon jodelere aktarılmış ve her bir örnek içerisindeki metanol:kloroform çözücüsü evaporatörde 60°C’de kuruyana kadar uçurulmuştur.

Ekstraksiyon balonu 103 ± 2°C’ye ayarlı etüvde bekletildikten sonra desikatörde oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve 0,001 g hassasiyetle tartılmıştır (Folch ve diğ., 1957).

Numunelerdeki yağ miktarı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır:

$$\text{Toplam Yağ Miktarı (\%)} = (T_1 - T_0) \times 100 / m$$

m= numunenin ağırlığı, g

T₀= sokshelet cihazı balonun ilk ağırlığı ,g

T₁= İşlemden sonra balonun ve örnek yağın son ağırlığı.

3.2.1.5. Nitrojensiz Öz Madde Miktarı

Nitrojensiz Öz Madde miktarı her bir tür için selüloz + karbonhidrat içeriği olarak dikkate alınmış ve aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır; analizler kuru madde üzerinden yapıldığı için nem miktarı dikkate alınmamıştır.

$$\text{Nitrojensiz Öz Madde (\%)} = 100 - (\text{Protein} + \text{Yağ} + \text{Kül})$$

3.2.2. Aminoasit Miktarlarının Tespit Edilmesi

3.2.2.1. Hidroliz

Alglerin hidroliz aşaması AOAC (2000)'e göre aminoasit analizatörünün hidroliz usulüne göre yapılmıştır.

Kjeldahl yöntemiyle saptanan protein miktarına göre, alg örneğinde 30 mg protein olacak şekilde tartım yapılmış ve örnek hidroliz tüpüne aktarılmıştır. Üzerine 10 ml 6 N HCl ilave edilmiş ve tüp içerisinde oluşabilecek oksijen, azot gazı geçirilerek uzaklaştırılmıştır. Havası alındıktan sonra ağzı kapatılan hidroliz vialleri etüvde 110°C'de 24 saat hidroliz edilmiş ve hidroliz sonucunda oluşan hidrolizatta tortu varsa santrifüjlenerek ortamdan uzaklaştırılmıştır. Süzülen örnekten HCl, evaporatörde yüksek vakum altında 60°C'de uçurulmuş geriye kalan kalıntı pH'ı 2,2 olan sodyum sitrat tampon çözeltisiyle istenilen hacme kadar seyreltilerek analize hazır hale getirilmiştir.

3.2.2.2. Analiz

Hidrolizatta bulunan aminoasitlerin analizi Shimadzu RF-10AXL iyon-değiştirici aminoasit analizatöründe yapılmıştır. Alg örneklerinin protein hidrolizati, pH'ı 2,2 olan sodyum sitrat tampon çözeltisinde çözülmüş ve bu karışımdan aminoasit analizatörünün kolonuna 10 µl verilmiştir. Dedektör olarak UV dedektör kullanılmış aminoasitler 350- 450 nm'de ölçölmüştür. Nicel analiz sonuçlarının değerlendirilmesi için örneklerin analizine başlamadan önce, standart aminoasit karışımının nicel analizi yapılmıştır.

3.2.2.3. Aminoasit Analizatör Koşulları

Aminoasit Analiz Cihazı: Shimadzu RF-10AXL iyon-değiştirici aminoasit analizatörü (Resim 7)

Dedektör: RF dedektör

Kolon: Shim-pack ISC-30/SO504 Na-Type

Uyarı dalga boyu (Excitation wavelength): 350 nm

Okuma dalga boyu (Emission wavelength): 450 nm

Enjeksiyon Hacmi: 10 µl

Fırın Sıcaklığı: 60°C

Analiz Süresi: 45 dakika

3.2.2.4. İstatistik Analiz

Ulva rigida, *Gracilaria verrucosa* ve *Cystoseira barbata* türlerinin besin kompozisyonu (protein, yağ, kül, nem) ve aminoasit içerikleri arasındaki mevsimler değişimler Statgraphics Plus 4.0 (Manugistics Incorporated, Rockville MD, USA) istatistik paket programı kullanılarak önce varyans analizine (Varyans Analizi= ANOVA) sonra da Tukey HSD'nin "Multiple Range Testine" tabii tutulmuştur (Steel ve Torrie, 1960). Verilerin karşılaştırılmasında güven aralığı % 95 (P=0,05) olarak esas alınmıştır.

BÖLÜM 4

BULGULAR

4.1. *Cystoseira barbata*, *Ulva rigida* ve *Gracilaria verrucosa*'nın Besin Kompozisyonu İçeriklerinin Mevsimsel Değişimine Ait Bulgular

Kahverengi alg türü *Cystoseira barbata*, yeşil alg *Ulva rigida* ve kırmızı alg *Gracilaria verrucosa*'nın besin kompozisyonu (nem, protein, yağ ve kül) analiz bulguları Tablo 4.'de verilmiştir.

Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre alglerin nem içeriği, türler ve mevsimler dikkate alındığında belirgin farklılıklar göstermemiştir ($p > 0,05$). Analizler sonucunda en düşük nem içeriği yaz mevsiminde *Ulva rigida*'da ($10,57 \pm 0,43$), en yüksek nem içeriği ise yine yaz mevsiminde *Cystoseira barbata*'da ($11,90 \pm 0,79$) tespit edilmiştir (Tablo 4).

Türler arasındaki protein miktarları ise mevsimsel olarak önemli farklılıklar göstermiştir ($p < 0,05$). Kış döneminde belirlenen protein değerlerinde diğer mevsimlere oranla belirgin bir artış tespit edilmiştir. Yaz mevsimi protein içerikleri *Cystoseira barbata* için $7,44 \pm 0,25$, *Ulva rigida* için $11,87 \pm 0,56$ ve *Gracilaria verrucosa* için $16,79 \pm 0,06$ iken, kış mevsiminde bariz bir artış göstererek sırasıyla; $18,73 \pm 0,77$, $21,20 \pm 0,19$ ve $27,38 \pm 0,71$ değerlerine ulaşmıştır. *C. barbata*'nın protein miktarları mevsimsel olarak her mevsim farklılık gösterirken, *U. rigida*'nın kış mevsimi, *G. verrucosa*'nın ise sonbahar ve kış mevsimi protein yüzdelerinde artış gözlemlenmiştir (Tablo 4).

Üç farklı alg türünün yağ yüzdelerinin mevsimsel değişimine bakıldığında *Cystoseira barbata* ($0,46 \pm 0,11$) ve *Ulva rigida*'da ($0,78 \pm 0,19$) en düşük yağ içeriğinin sonbahar mevsiminde, *Gracilaria verrucosa*'da ($0,37 \pm 0,05$) ise yaz mevsiminde olduğu saptanmıştır. En yüksek yağ değerleri ise *Cystoseira barbata* ($1,75 \pm 0,18$) ve *Gracilaria verrucosa*'da ($1,04 \pm 0,44$) ilkbahar mevsiminde *Ulva rigida*'da ise kış mevsiminde ($1,25 \pm 0,19$) tespit edilmiştir (Tablo 4).

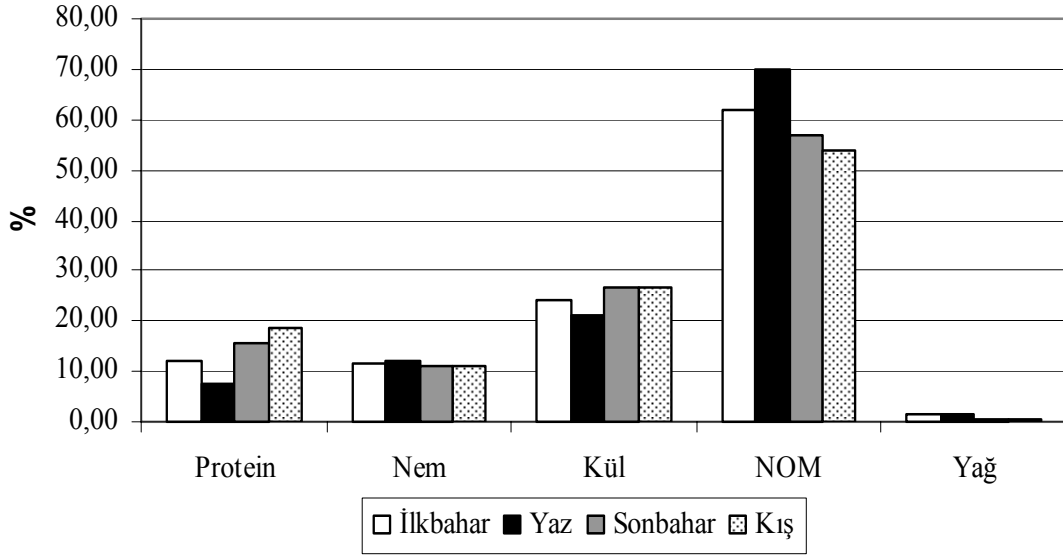
Alg türleri arasında kül oranı mevsimsel olarak % 15,84±0,16 ile % 28,71±0,71 arasında saptanmış, en yüksek kül miktarı kış mevsiminde *Gracilaria verrucosa*'da (%28,71 ± 0,71) en düşük ise yine kış mevsiminde *Ulva rigida*'da (%15,84± 0,16) tespit edilmiştir.

Tespit edilen besin bileşenleri toplamının yüzde diliminden çıkarılması ile Nitrojensiz Öz Madde miktarı elde edilmiştir. Nitrojensiz Öz Madde miktarı *Cystoseira barbata*'da (% 53,76 ile % 69,85) aralığında, *Ulva rigida*'da (% 61,71 ile % 69,61) arasında, *Gracilaria verrucosa*'da ise (% 43,53 ile % 63,71) aralığında hesaplanmıştır.

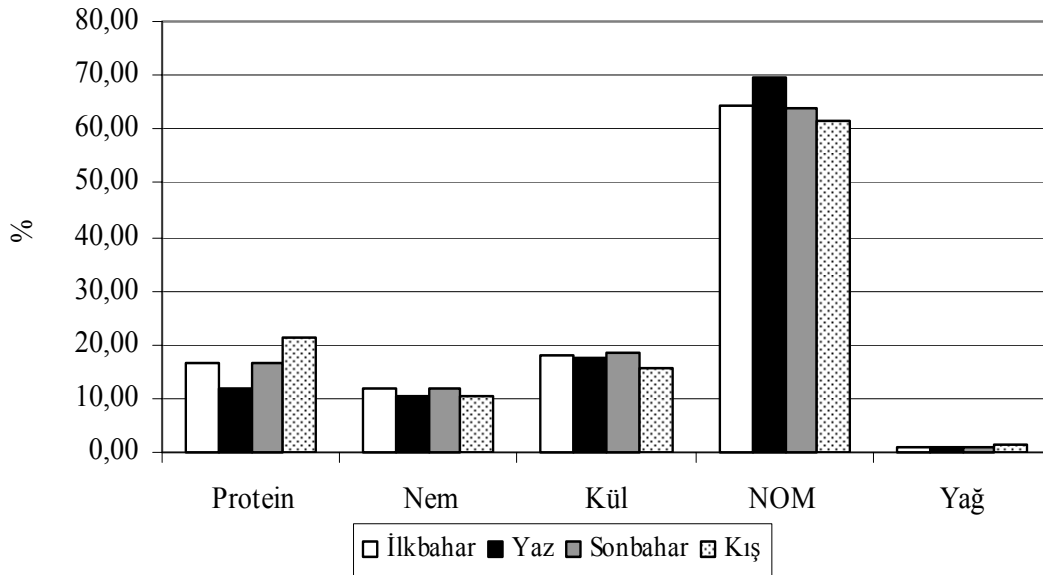
Tablo 4. *Cystoseira barbata*, *Ulva rigida* ve *Gracilaria verrucosa*'nın besin kompozisyonu içeriklerinin mevsimsel değişimi (%) (\pm standart hata)

Besin Kompozisyonu %	Alg Türleri	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Nem	<i>Cystoseira barbata</i>	11,61 \pm 0,53	11,90 \pm 0,79	10,96 \pm 0,53	11,25 \pm 0,64
	<i>Ulva rigida</i>	11,75 \pm 0,42	10,57 \pm 0,43	11,87 \pm 0,88	10,58 \pm 0,55
	<i>Gracilaria verrucosa</i>	10,94 \pm 0,08	11,73 \pm 0,62	10,67 \pm 1,65	11,12 \pm 0,67
Protein	<i>Cystoseira barbata</i>	12,09 \pm 0,50 ^b	7,44 \pm 0,25 ^a	15,77 \pm 0,10 ^c	18,73 \pm 0,77 ^d
	<i>Ulva rigida</i>	16,61 \pm 0,32 ^b	11,87 \pm 0,56 ^a	16,70 \pm 0,25 ^b	21,20 \pm 0,19 ^c
	<i>Gracilaria verrucosa</i>	14,71 \pm 0,16 ^a	16,79 \pm 0,06 ^a	23,73 \pm 0,71 ^b	27,38 \pm 0,71 ^c
Yağ	<i>Cystoseira barbata</i>	1,75 \pm 0,18 ^c	1,64 \pm 0,29 ^{bc}	0,46 \pm 0,11 ^a	0,65 \pm 0,11 ^{ab}
	<i>Ulva rigida</i>	1,02 \pm 0,09	1,09 \pm 0,23	0,78 \pm 0,19	1,25 \pm 0,19
	<i>Gracilaria verrucosa</i>	1,04 \pm 0,44	0,37 \pm 0,05	0,49 \pm 0,02	0,38 \pm 0,07
Kül	<i>Cystoseira barbata</i>	24,14 \pm 0,16 ^a	21,07 \pm 1,35 ^b	26,9 \pm 1,11 ^a	26,86 \pm 0,49 ^a
	<i>Ulva rigida</i>	18,05 \pm 0,60 ^b	17,43 \pm 0,08 ^{ab}	18,41 \pm 0,16 ^b	15,84 \pm 0,16 ^a
	<i>Gracilaria verrucosa</i>	28,28 \pm 0,51 ^a	19,13 \pm 0,23 ^b	25,75 \pm 0,36 ^a	28,71 \pm 0,71 ^a
Nitrojensiz Öz Madde	<i>Cystoseira barbata</i>	62,02	69,85	56,87	53,76
	<i>Ulva rigida</i>	64,32	69,61	64,11	61,71
	<i>Gracilaria verrucosa</i>	55,97	63,71	50,03	43,53

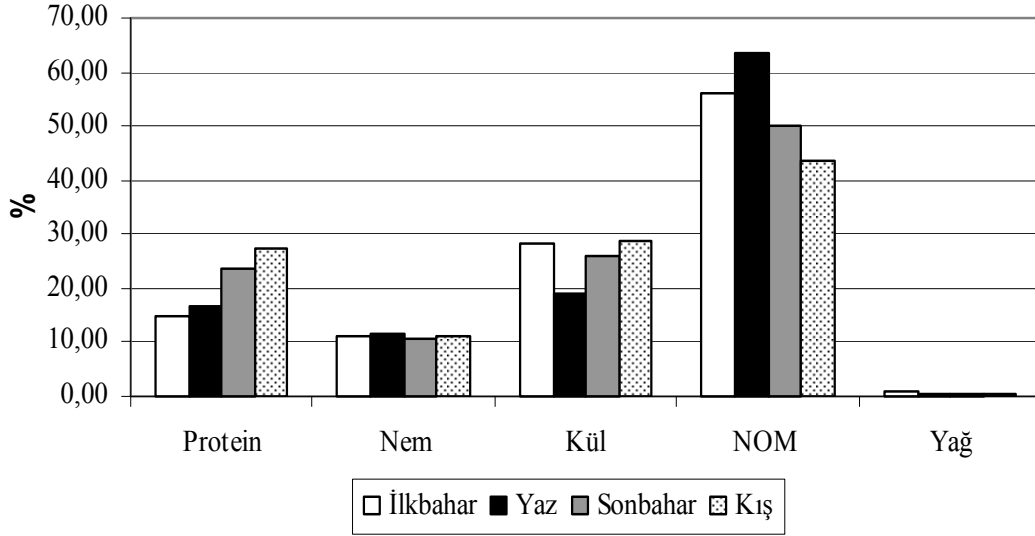
*a,b ve c harfleriyle sembolize edilen değerler istatistiksel olarak farklı olup ($p < 0,05$), her satır için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır ($p < 0,05$).



Şekil 6. *Cystoseira barbata*'nın besin kompozisyonu içeriklerinin mevsimsel değişim grafiği



Şekil 7. *Ulva rigida*'nın besin kompozisyonu içeriklerinin mevsimsel değişim grafiği



Şekil 8. *Gracilaria verrucosa*'nın besin kompozisyonu içeriklerinin mevsimsel değişim grafiği

4.2. *Cystoseira barbata*, *Ulva rigida*, *Gracilaria verrucosa*'nın Aminoasit Kompozisyonunun Mevsimsel Değişimine Ait Bulgular

Esansiyel aminoasitlerin de içinde bulunduğu 18 aminoasit türü 3 alg türünde protein hidrolizi sonucu tespit edilmiştir. Aminoasitlerden triptofan (Trp), örneklerin asit ile hidrolizi sırasında parçalandığından dolayı saptanamamıştır. Asparagin ve glutamin, aspartik asit ve glutamik asit olarak belirlenmiştir. Her üç örneğin analiz sonuçlarında görülen amonyak (ammonia) miktarı örneklerin hidrolizi sırasında asparagin ve glutamin gibi bazı aminoasitlerin yıkımı sonucu ortaya çıkmıştır (Mosse, 1990).

Türlerin aminoasit kompozisyonlarının mevsimsel değişimi (mg/g örnek olarak) Tablo 5, 6 ve 7'de mevsimsel değişim grafikleri ise Şekil 9, 10 ve 11'de verilmiştir. Alglerin tat ve aromalarının oluşumunda önemli rol oynayan aspartik asit ve glutamik asit miktarları diğer aminoasitlere oranla her üç türde de her mevsim yüksek seviyede bulunmuştur. Ayrıca üç tür arasında aminoasit kompozisyonu bakımından mevsimsel olarak da önemli farklılıklar görülmüştür ($p < 0,05$).

4.2.1. *Cystoseira barbata*'nın Aminoasit Kompozisyonunun Mevsimsel Değişimine Ait Bulgular

Kahverengi alg türlerinden biri olan *Cystoseira barbata*'nın aminoasitlerinin mevsimsel değişimi Tablo 5'de, mevsimsel değişim grafiği ise Şekil 9'da ayrıntılı olarak verilmiştir.

Algin aminoasitlerinin mevsimsel değişimine bakıldığında diğer türlere kıyasla aminoasit miktarları düşük oranlarda tespit edilmiştir. Ancak, kurutulmuş alglerin tat ve aromalarının oluşumunda önemli bir yere sahip olan aspartik asit ve glutamik asit miktarları *Cystoseira barbata*'da diğer aminoasitlere oranla her mevsim yüksek seviyede bulunmuştur. Aspartik asit ve glutamik asidi alge tatlı tadını veren alanin izlemiştir. Tadın oluşumunda katkısı olan bu iki aminoasidin miktarı mevsimsel olarak (özellikle kış ve yaz mevsiminde) önemli farklılıklar göstermiştir ($p < 0,05$). Aspartik asit miktarı yaz mevsiminde toplanmış örnekte en düşük seviyede iken ($4,96 \pm 0,44$ mg/g) kışın en yüksek seviyeye ulaşmıştır ($10,97 \pm 0,55$ mg/g). Glutamik asit miktarında yine en düşük yaz aylarında ($16,28 \pm 1,12$ mg/g), en yüksek ise kış mevsiminde ($36,83 \pm 0,24$ mg/g) tespit edilmiştir. Alanin miktarı yaz mevsiminde $4,11 \pm 0,35$ mg/g iken, kış mevsiminde $9,80 \pm 0,43$ mg/g değerine ulaşmıştır.

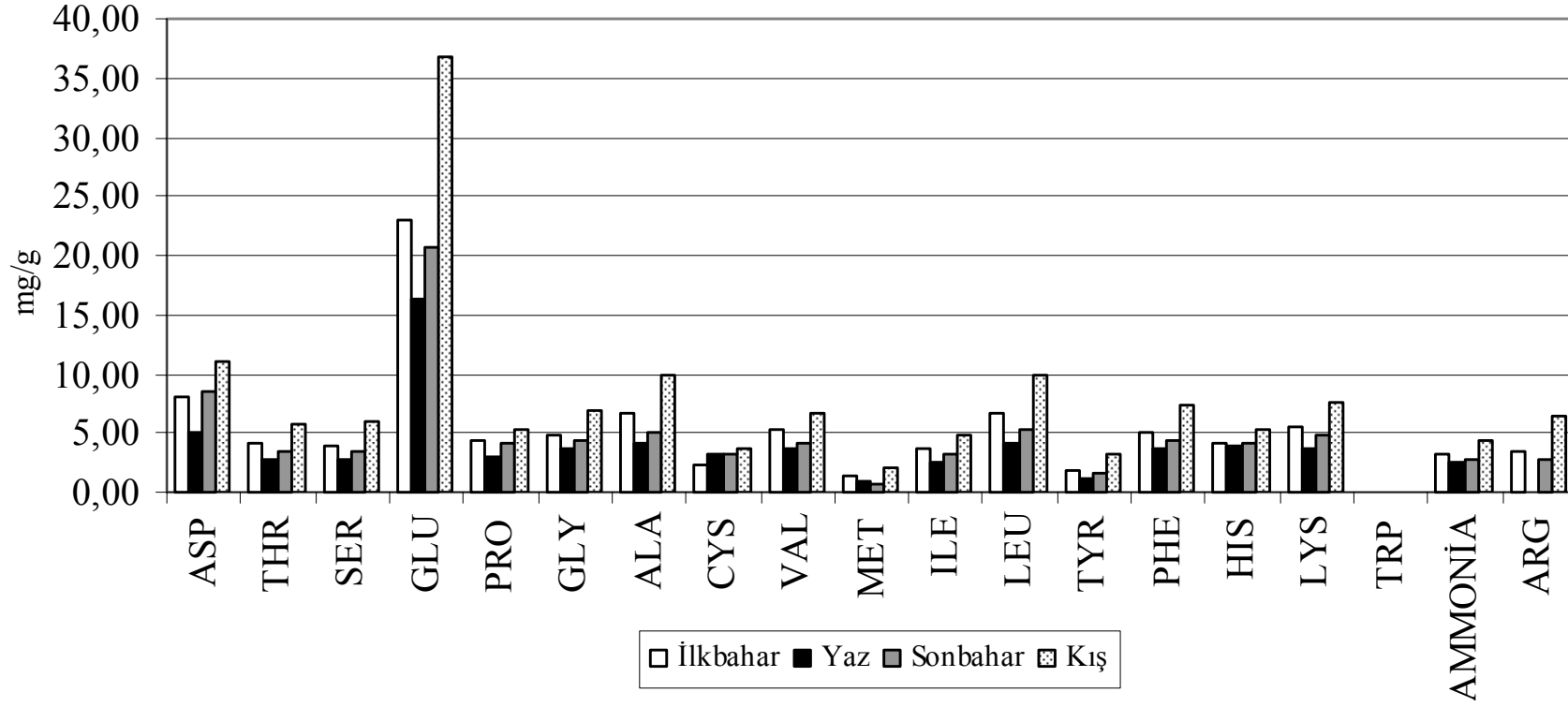
C. barbata'da esansiyel aminoasit miktarlarına bakıldığında, yaz mevsiminde miktarları en düşük seviyede iken, kış mevsiminde en yüksek değerlere ulaşmıştır. Bunlardan metiyonin ($0,75 \pm 0,25$ - $2,16 \pm 0,05$ mg/g), izolösin ($2,47 \pm 0,27$ - $4,79 \pm 0,06$ mg/g), lösin ($4,15 \pm 0,36$ - $9,93 \pm 0,05$ mg/g), fenilalanin ($3,67 \pm 0,33$ - $7,42 \pm 0,09$ mg/g) ve lisin ($3,67 \pm 0,21$ - $7,56 \pm 0,25$ mg/g) aralıklarında tespit edilmiştir.

Tablo 5. *Cystoseira barbata*'nin aminoasit kompozisyonunun mevsimsel değişimi (mg/g)

(± standart hata)

Aminoasitler	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
ASP	7,94±0,26 ^{ab}	4,96±0,44 ^a	8,47±1,10 ^{ab}	10,97±0,55 ^b
THR	4,07±0,25 ^a	2,75±0,23 ^a	3,54±0,32 ^a	5,84±0,20 ^b
SER	3,80±0,24 ^a	2,72±0,17 ^a	3,44±0,28 ^a	6,06±0,16 ^b
GLU	23,06±1,81 ^a	16,28±1,12 ^a	20,68±1,96 ^a	36,83±0,24 ^b
PRO	4,40±0,31 ^b	3,01±0,17 ^a	4,12±0,25 ^{ab}	5,31±0,13 ^b
GLY	4,93±0,41 ^{ab}	3,56±0,29 ^a	4,36±0,34 ^a	6,92±0,70 ^b
ALA	6,59±0,57 ^a	4,11±0,35 ^a	5,04±0,43 ^a	9,80±0,43 ^b
CYS	2,26±1,03	3,14±0,72	3,26±0,11	3,79±0,10
VAL	5,35±0,28 ^{ab}	3,67±0,59 ^a	4,15±0,38 ^a	6,73±0,19 ^b
MET	1,44±0,04	0,89±0,53	0,75±0,25	2,16±0,05
ILE	3,76±0,30 ^{ab}	2,47±0,27 ^a	3,12±0,25 ^a	4,79±0,06 ^b
LEU	6,70±0,49 ^b	4,15±0,36 ^a	5,36±0,41 ^{ab}	9,93±0,05 ^c
TYR	1,82±0,09 ^b	1,04±0,11 ^a	1,66±0,06 ^{ab}	3,18±0,15 ^c
PHE	5,01±0,23 ^a	3,67±0,33 ^a	4,43±0,24 ^a	7,42±0,09 ^b
HIS	4,18±0,12	4,00±0,33	4,13±0,09	5,39±0,06
LYS	5,49±0,43 ^a	3,67±0,21 ^a	4,79±0,35 ^a	7,56±0,25 ^b
TRP	-----	-----	-----	-----
AMMONİA	3,13±0,31	2,61±0,22	2,87±0,14	4,39±0,06
ARG	3,48±0,38 ^a	3,74±0,38 ^a	2,75±0,46 ^a	6,39±0,15 ^b

*a,b ve c harfleriyle sembolize edilen değerler istatistiksel olarak farklı olup,(p<0,05), her satır için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır (p<0,05).



Şekil 9. *Cystoseira barbata*'nin aminoasit kompozisyonunun mevsimsel değişim grafiği (mg/g)

4.2.2. *Ulva rigida*'nın Aminoasit Kompozisyonunun Mevsimsel Değişimine Ait Bulgular

Yeşil alglerden *Ulva rigida*'nın aminoasit kompozisyonunun mevsimsel değişimine ait veriler Tablo 6'da, aminoasitlerinin mevsimsel değişim grafiği ise Şekil 10'da özetlenmiştir.

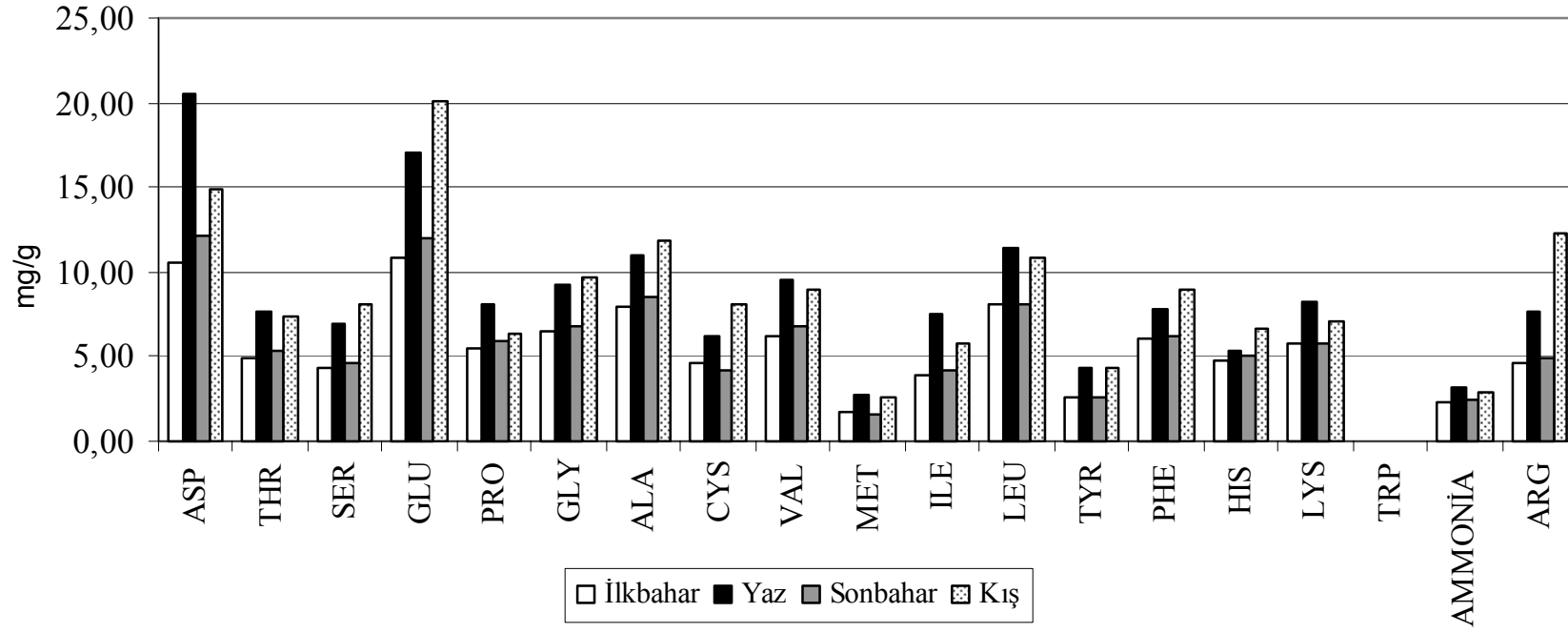
Genel olarak *Ulva rigida*'da tüm aminoasit değerlerine bakıldığında mevsimsel olarak değişmekle birlikte glutamik asit ve aspartik asidin ilk sırada yer aldığı tespit edilmiştir. Glutamik ve aspartik asidi hafif ekşi tadın oluşumunda etkili olan arginin, tatlı tattan sorumlu alanin ve esansiyel aminoasitlerden lösin takip etmiştir. Aminoasitler arasında aspartik asit, serin, glutamik asit, arginin, glisin, alanin, izolösin ve fenilalanin miktarlarında mevsimsel olarak farklılıklar saptanmıştır ($p<0,05$). Glutamik asit miktarı en yüksek kış mevsiminde ($20,07\pm 0,37$ mg/g) bulunurken, aspartik asit en yüksek yaz mevsiminde ($20,53\pm 0,81$ mg/g) tespit edilmiştir. Arginin miktarı mevsimsel olarak ($4,56\pm 0,44$ - $12,23\pm 0,81$ mg/g), alanin miktarı ise ($7,89\pm 0,74$ - $11,80\pm 0,16$ mg/g) değerleri arasında değişmiştir. *Ulva rigida*'da da sınırlayıcı aminoasit metiyonin olup ($1,57\pm 0,06$ - $2,71\pm 0,53$ mg/g) aralığında saptanmıştır.

Vücut tarafından üretilmeyen ve gıdalardan alınması zorunlu olan esansiyel aminoasitlerden dördünün (lösin, valin, lizin, ve teronin) miktarları en fazla yaz mevsiminde tespit edilmiş olup sırasıyla değerleri; $11,49\pm 1,41$ mg/g, $9,57\pm 1,03$ mg/g, $8,20\pm 0,88$ mg/g, $7,63\pm 0,78$ mg/g'dır. Esansiyel aminoasitlerden fenilalanin ise kış mevsiminde yüksek değerde ($8,90\pm 0,14$ mg/g) bulunmuştur.

Tablo 6. *Ulva rigida*'nın aminoasit kompozisyonunun mevsimsel değişimi (mg/g)
(\pm standart hata)

Aminoasitler	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
ASP	10,51 \pm 1,07 ^a	20,53 \pm 0,81 ^c	12,10 \pm 0,40 ^a	14,94 \pm 0,94 ^{ab}
THR	4,87 \pm 0,44	7,63 \pm 0,78	5,28 \pm 0,23	7,34 \pm 0,33
SER	4,33 \pm 0,31 ^a	6,96 \pm 0,80 ^{bc}	4,57 \pm 0,09 ^{ab}	8,13 \pm 0,13 ^c
GLU	10,84 \pm 0,98 ^a	17,04 \pm 1,59 ^{bc}	11,93 \pm 0,15 ^{ab}	20,07 \pm 0,37 ^c
PRO	5,54 \pm 0,46	8,10 \pm 0,74	5,90 \pm 0,22	6,40 \pm 0,19
GLY	6,53 \pm 0,60 ^a	9,19 \pm 0,52 ^{ab}	6,78 \pm 0,31 ^{ab}	9,63 \pm 0,59 ^b
ALA	7,89 \pm 0,74 ^a	11,03 \pm 0,69 ^{ab}	8,49 \pm 0,39 ^a	11,80 \pm 0,16 ^b
CYS	4,64 \pm 0,22 ^a	6,16 \pm 1,04 ^{ab}	4,17 \pm 0,39 ^a	8,09 \pm 0,15 ^b
VAL	6,27 \pm 0,61	9,57 \pm 1,03	6,76 \pm 0,33	9,03 \pm 0,76
MET	1,66 \pm 0,14	2,71 \pm 0,53	1,57 \pm 0,06	2,56 \pm 0,20
ILE	3,97 \pm 0,40 ^a	7,49 \pm 0,75 ^b	4,26 \pm 0,23 ^a	5,71 \pm 0,61 ^{ab}
LEU	8,15 \pm 0,23	11,49 \pm 1,41	8,06 \pm 0,36	10,91 \pm 0,23
TYR	2,54 \pm 0,24	4,30 \pm 0,69	2,55 \pm 0,04	4,31 \pm 0,26
PHE	6,09 \pm 0,46 ^a	7,84 \pm 0,46 ^{ab}	6,19 \pm 0,37 ^a	8,90 \pm 0,14 ^b
HIS	4,82 \pm 0,27 ^a	5,31 \pm 0,18 ^{ab}	5,06 \pm 0,22 ^{ab}	6,62 \pm 0,39 ^b
LYS	5,79 \pm 0,54	8,20 \pm 0,88	5,81 \pm 0,23	7,07 \pm 0,54
TRP	-----	-----	-----	-----
AMMONİA	2,26 \pm 0,16	3,12 \pm 0,10	2,45 \pm 0,10	2,87 \pm 0,24
ARG	4,56 \pm 0,44 ^a	7,62 \pm 0,84 ^a	4,85 \pm 0,17 ^a	12,23 \pm 0,81 ^b

*a,b ve c harfleriyle sembolize edilen değerler istatistiksel olarak farklı olup,(p<0,05), her satır için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır(p<0,05).



Şekil 10. *Ulva rigida*'nin aminoasit kompozisyonunun mevsimsel değişim grafiği (mg/g)

4.2.3. *Gracilaria verrucosa*'nın Aminoasit Kompozisyonun Mevsimsel Değişimine Ait Bulgular

Kırmızı algler grubunda yer alan *Gracilaria verrucosa*'nın aminoasit kompozisyonun mevsimsel değişimine ait veriler Tablo 7'de mevsimsel değişim grafiği ise Şekil 11'de verilmiştir.

Gracilaria verrucosa'nın aminoasit kompozisyonu diğer iki alg türüne nazaran önemli farklılıklar göstermektedir. Türün aminoasit oranlarına bakıldığında en yüksek değerde glutamik asit ve aspartik asit miktarları tespit edilmiştir. Bunları sırasıyla tatda etkili olan diğer aminoasitlerden alanin, glisin, arjinin ve esansiyel aminoasitlerden lösin, valin, lizin ve fenilalanin takip etmiştir. *G.verrucosa*'da glutamik asit, aspartik asit ve esansiyel aminoasitlerden izölösin değerlerinde mevsimsel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur ($p<0,05$).

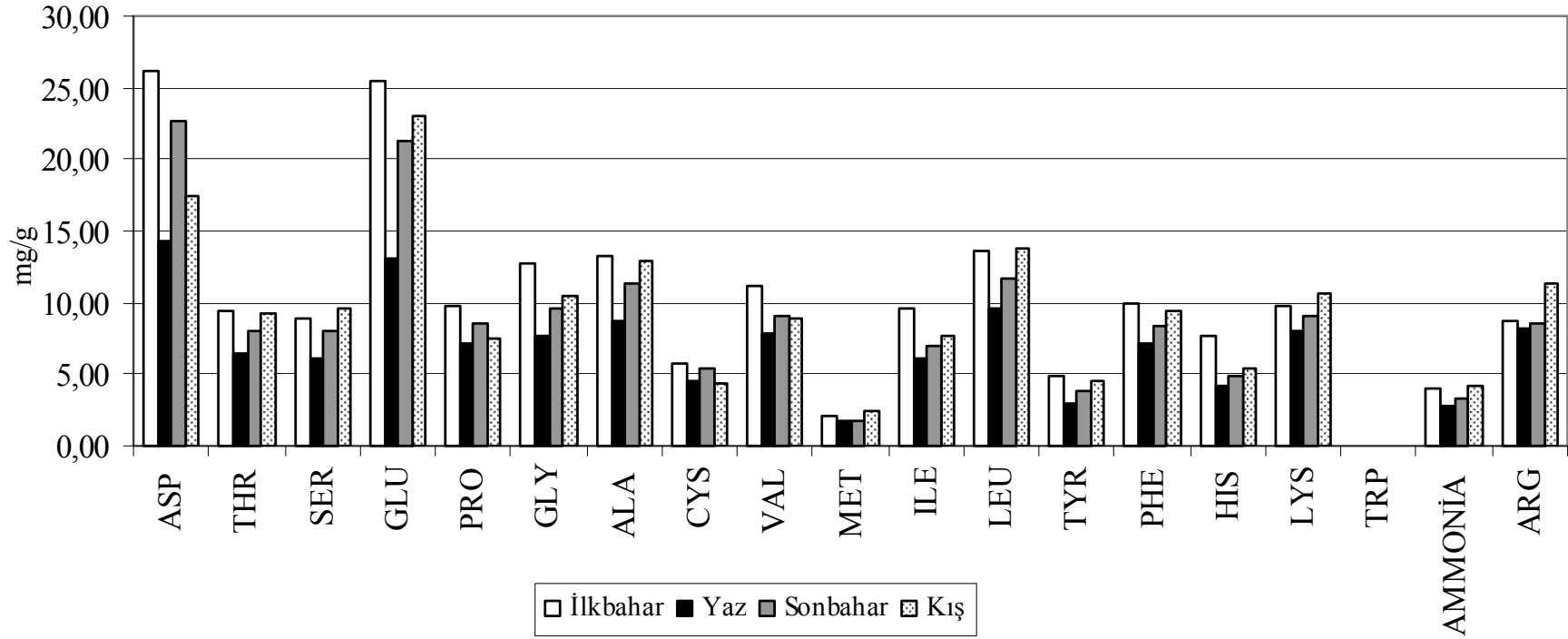
Türün en belirgin aminoasitlerinden aspartik asit ve glutamik asit değerleri oldukça yüksek olup sırasıyla en düşük yaz döneminde ($14,30\pm 0,64$ mg/g, $13,14\pm 0,53$ mg/g), en yüksek ise ilkbahar mevsiminde ($25,40\pm 1,38$ mg/g, $26,20\pm 0,79$ mg/g) tespit edilmiştir. Algde tatlı tadın oluşmasını sağlayan alanin ve glisin yaz mevsiminde sırasıyla ($8,64\pm 0,34$ mg/g, $7,60\pm 0,34$ mg/g) aralığında iken ilkbahar mevsiminde artış göstererek ($13,28\pm 1,02$ mg/g, $12,67\pm 0,90$ mg/g) değerine ulaşmıştır.

Esansiyel aminoasitler arasında lösin miktarı *U.rigida* ve *C.barbata* ile kıyaslandığında en fazla *G. verrucosa*'da saptanmıştır ($9,63\pm 0,39$ - $13,85\pm 0,67$ mg/g).

Tablo 7. *Gracilaria verrucosa*'nın aminoasit kompozisyonunun mevsimsel değişimi (mg/g) (\pm standart hata)

Aminoasitler	İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
ASP	26,20 \pm 0,79 ^c	14,30 \pm 0,64 ^a	22,72 \pm 1,82 ^{bc}	17,41 \pm 0,91 ^{ab}
THR	9,41 \pm 1,03	6,40 \pm 0,28	8,10 \pm 0,74	9,20 \pm 0,10
SER	8,90 \pm 0,92	6,05 \pm 0,20	7,99 \pm 0,89	9,67 \pm 0,50
GLU	25,40 \pm 1,38 ^b	13,14 \pm 0,53 ^a	21,29 \pm 1,24 ^b	23,02 \pm 0,85 ^b
PRO	9,76 \pm 0,86	7,16 \pm 0,35	8,61 \pm 0,91	7,55 \pm 0,51
GLY	12,67 \pm 0,90	7,60 \pm 0,34	9,60 \pm 1,08	10,46 \pm 1,13
ALA	13,28 \pm 1,02	8,64 \pm 0,34	11,38 \pm 1,07	12,89 \pm 0,81
CYS	5,72 \pm 0,61	4,46 \pm 0,54	5,48 \pm 0,29	4,30 \pm 0,20
VAL	11,23 \pm 1,04	7,91 \pm 0,37	9,00 \pm 0,58	8,83 \pm 0,30
MET	2,17 \pm 0,03	1,78 \pm 0,04	1,77 \pm 0,14	2,42 \pm 0,20
ILE	9,51 \pm 0,78 ^b	6,05 \pm 0,32 ^a	7,05 \pm 0,48 ^{ab}	7,61 \pm 0,52 ^{ab}
LEU	13,59 \pm 1,14	9,63 \pm 0,39	11,60 \pm 1,00	13,85 \pm 0,67
TYR	4,83 \pm 0,62	2,96 \pm 0,17	3,78 \pm 0,38	4,45 \pm 0,42
PHE	9,95 \pm 1,74	7,16 \pm 0,25	8,32 \pm 0,92	9,44 \pm 0,55
HIS	7,67 \pm 1,22	4,22 \pm 0,18	4,88 \pm 0,35	5,44 \pm 0,23
LYS	9,75 \pm 1,45	8,10 \pm 0,38	9,14 \pm 0,82	10,61 \pm 0,26
TRP	0,00	0,00	0,00	0,00
AMMONİA	4,05 \pm 0,38	2,73 \pm 0,10	3,26 \pm 0,15	4,15 \pm 0,30
ARG	8,74 \pm 0,87 ^a	8,14 \pm 0,41 ^a	8,54 \pm 0,74 ^a	11,29 \pm 0,71 ^b

*a,b ve c harfleriyle sembolize edilen değerler istatistiksel olarak farklı olup, ($p < 0,05$), her satır için farklı harflerle işaretlenen ortalamalar arasında fark vardır ($p < 0,05$).



Şekil 11. *Gracilaria verrucosa*'nin aminoasit kompozisyonunun mevsimsel değişim grafiği (mg/g)

BÖLÜM 5

TARTIŞMA VE SONUÇ

Alglerin kullanım alanlarını belirleyebilmek için önce türlerin kimyasal kompozisyonu hakkında bilgi sahibi olmak gerekmektedir. Alglerin biyokimyasal kompozisyonu nutrient (besin), su sıcaklığı, tuzluluk, ışık ve mevsim gibi birçok çevresel faktöre bağlı olarak dalgalanmalar göstermektedir (Dawes, 1998). Kırmızı, yeşil ve esmer alglerden birer örneğin besin kompozisyonu ve tatlarında etkili olan aminoasitlerin mevsimsel değişimlerinin araştırıldığı bu çalışmada, kıyılarımızda her mevsim doğal olarak yayılım gösterdiğinden dolayı *Cystoseira barbata*, *Ulva rigida* ve *Gracilaria verrucosa* araştırma materyali olarak seçilmiştir. Örneklerin mevsimsel olarak besin kompozisyonu ve aminoasit içeriklerine bakıldığında mevsimler arasında nem ve yağ değerleri bariz farklılıklar göstermezken, protein ve aminoasit kompozisyonlarında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir ($p < 0,05$).

Üç alg türünün nem içeriklerine bakıldığında türler arasında mevsimsel olarak farklılık bulunamamıştır ($p > 0,05$). En yüksek nem içeriği yaz mevsiminde *Cystoseira barbata*'da ($11,90 \pm 0,79$), en düşük nem içeriği ise kış mevsiminde *Ulva rigida*'da ($10,57 \pm 0,43$) saptanmıştır. Valente ve diğ. (2006) çalışmamıza benzer olarak kış aylarında balık yemine katkı maddesi olarak kullandıkları *Ulva rigida* ve *Gracilaria cornea* türlerinde nem içeriklerini sırasıyla % 11,9 ve % 10 olarak tespit etmişlerdir.

Deniz alglerinin protein miktarları türden türe ve mevsimden mevsime değişiklik göstermektedir. Bu çalışmada yapılan analizler sonucunda da alg türleri arasında, besin kompozisyonu açısından farklı sonuçlar tespit edilmiştir. Örneğin yaz mevsiminde *Cystoseira barbata*'nın protein içeriği % $7,44 \pm 0,25$, *Ulva rigida*'nın % $11,87 \pm 0,56$ ve *Gracilaria verrucosa*'nın % $16,79 \pm 0,06$ iken, kış mevsiminde belirgin bir artış göstererek sırasıyla; % $18,73 \pm 0,77$, % $21,20 \pm 0,19$, % $27,38 \pm 0,71$ değerlerine ulaşmıştır ($p < 0,05$). Bu sonuçlar kahverengi alg türlerinin protein içeriğinin (özellikle yaz aylarında) düşük olduğunu (7–16 gr / 100gr), bunun aksine kırmızı alglerin yüksek miktarda protein ihtiva ettiğini (21-40 gr/ 100 gr) göstermiştir (Ruperez ve Saura-Calixto, 2001). Bu çalışmaya paralel olarak Güroy ve diğ. (2007) *C.barbata* ve *U.rigida*'nın yemde kullanımının balıktaki büyüme performansı üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada yaz ayında (Temmuz) bu iki algdeki protein miktarını

sırasıyla (% 8,0 ve % 16,0) olarak bulmuşlardır. Benzer sonuçlar levrek balıkları ile yapılan besleme çalışmasında kullanılan *Gracilaria* ve *Ulva* türünden elde edilen unların balık yemlerinde kullanılmasıyla da elde edilmiştir (Valente ve diğ. 2006). Yeme alg ilavesi yemdeki besin kaynaklarının emilimini sağlayarak, protein kullanımını ve karbonhidrat kullanımı geliştirmektedir (Mustafa ve Nakagawa, 1995). Yapılan bir başka çalışmada ise Fransa sahillerinden toplanan *Ulva rigida*'nın ilkbahar mevsiminde (Nisan) protein yüzdesi % 11,3±1,3 değerinde bulunmuşken, kış mevsiminde (Aralık) % 23,6±1,0 olarak tespit edilmiştir (Rouxel ve diğ. 2001). Literatürlerde araştırılan algler, tez kapsamında tüm mevsimlerde toplanan alglerin biyokimyasal içerikleri ile benzer sonuçlar göstermiştir. Çalışmamız kış mevsiminde toplanan alglerin protein takviyesi açısından hem gıda olarak tüketiminde hem de balık yemlerinde kullanımında daha etkili bir büyüme performansı göstereceğini desteklemektedir.

Kırmızı algler ve bazı yeşil alg türleri diğer türlerle kıyaslandığında daha fazla protein içeriğine sahiptirler (Parekh *et al.* 1977). Genellikle kahverengi alglerde protein miktarı türe, çevresel faktörlere ve mevsimlere göre değişmekle birlikte kuru ağırlığı üzerinden % 3 ile % 18 arasındadır. Ancak yeşil alglerle (% 10–26) ve kırmızı alglerle (% 10–47) karşılaştırıldıkları zaman protein içeriğinin diğer gruplara göre daha düşük olduğu görülmektedir (Arasaki ve Arasaki, 1983; Darcy-Vrillon, 1993). Yapılan birçok çalışma özellikle kahverengi alglerin protein içeriklerinin tüm kış boyunca ve ilkbahara kadar olan vegetatif periyotta maksimuma ulaştığını ve ilkbahardan yaz aylarına geçişte minimum seviyeye düştüğünü belirtilmiştir. Bu çalışmada da kahverengi bir alg türü olan *C.barbata*'nın protein yüzdesi mevsimsel olarak farklılık göstermekle birlikte yaz mevsiminde en düşük (% 7,44± 0,25) kış mevsiminde en yüksek (%18,73± 0,77) değerlerde saptanmıştır. Özsöz (1984)'ün, doktora çalışması kapsamında *Cystoseira barbata*'nın da içerisinde bulunduğu çeşitli alg türlerinde yaptığı protein ve aminoasit analiz sonuçları, yaz mevsiminde (Temmuz-Ağustos) toplanan örneğin protein içeriğinin % 8,64 değeriyle bu çalışmaya benzerlik gösterdiği görülmektedir.

Ulva türlerinin protein içerikleri kuru ağırlık üzerinden % 15-20, *Gracilaria* türlerinin ise % 15-30 arasında değişmektedir (Burtin, 2003). Bu çalışmada *U.rigida*'nın proteini % 11,87±0,56 ile % 21,20±0,19 arasında, kırmızı alg *G.verrucosa*'nın ise % 14,71±0,16 ile %

27,38±0,71 arasında tespit edilmiştir. Sonuçlar doğrultusunda özellikle yeşil ve kırmızı alglerin protein kaynağı olarak gıda katkı maddesi açısından daha cazip tür olacağı düşünülmekte, bu sonuç birçok araştırmacı tarafından da desteklenmektedir (Arasaki ve Arasaki, 1983).

Çalışmadaki üç tür arasında kırmızı alglerden *G.verrucosa*'nın protein değerleri ilkbahardan (Nisan) kış mevsimine (Ocak) kadar sürekli artış göstermiş Ocak ayında en yüksek değere ulaşmış (% 27,38 ± 0,71), buna karşılık ilkbahar ve yaz mevsimine doğru en düşük seviyeye (14,71± 0,16) gelmiştir. Böylece, İlyas, (1989)'ın belirttiği gibi bu çalışmada da *G.verrucosa*'nın yüksek protein miktarının, sudaki azot miktarına bağlı olduğu bir kez daha görülmüştür. Aynı zamanda çalışmadaki diğer alg türleri ile kıyaslandığında *G.verrucosa*'nın proteince en zengin alg olduğu tespit edilmiştir.

Alglerin yağ içerikleri ise diğer deniz ürünlerine göre oldukça düşük olup, genellikle tüm alg türlerinde % 1-5 arasında değişir (Morales, 2005) Buna rağmen kapsadığı esansiyel yağ asitleri diğer kara bitkilerinden çok daha fazladır (Darcy-Vrillon, 1993). Bu çalışmada da alglerin yağ oranları *C.barbata*'da (% 0,46± 0,11-1,75± 0,18), *U.rigida*'da (% 0,78± 0,19-1,25± 0,19) ve *G.verrucosa*'da (% 0,37± 0,05-1,04± 0,44) aralıklarında literatür değerleriyle benzer saptanmış olup türler arasında sadece *C.barbata*'nın yağ yüzdelerinde mevsimsel değişim tespit edilmiştir (p<0,05).

Örneklerin kül değerleri ise % 15,84±0,16 ile % 28,71±0,71 arasında saptanmış olup mevsimsel olarak farklılıklar bulunmuştur (p<0,05). *Gracilaria verrucosa*'da (% 19,13±0,23 ile % 28,71±0,71) aralığında, *Cystoseira barbatada* (% 21,07± 1,35 ile % 26,86± 0,49) arasında, en düşük değerler ise *Ulva rigida*'da (% 15,84± 0,16 ile % 18,41± 0,16) arasında tespit edilmiştir. *Gracilaria* ve *Cystoseira* türleri birbirine karışmış saçak şeklinde olduklarından dolayı denizden çıkarıldıktan sonra türler ne kadar iyi yıkansa da içerisinde kum kalabilmektedir, bu nedenle kül değerleri yüksek çıkabilmekte bu da kumda çözünmeyen kül olarak adlandırılmaktadır (Wong ve Cheung 2000).

Yapılan besin kompozisyonu analizlerinde besin bileşenlerinin (protein, yağ, kül ve nem) yüzdesi % 50 den daha az bir dilimi kapladığı ve Nitrojensiz Öz Madde olarak anılan

karbonhidrat ve selüloz bileşiminin %50 den fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu verilere dayanılarak, her üç makroalg türünün yüksek miktarda selüloz ve karbonhidrat içerdiği sonucuna varılmıştır. Ancak yüzde dilimine göre protein değerlerinin oldukça baskın ve esansiyel aminoasit yönünden tespit edilen mevsimlerde zengin olması, bu değerli kaynağın gıda endüstrisinde kullanımını destekleyen önemli bir göstergesidir.

Genel olarak besin kompozisyonu analiz sonuçlarına bakıldığında yukarıda bahsedildiği gibi üç türünde protein içerikleri mevsimsel olarak farklılıklar göstermiştir. Özellikle kış mevsiminde toplanan örneklerin protein miktarlarında bahar ve yaz dönemlerine oranla bariz bir artış gözlemlenmiştir. Alglerin azot miktarı ve dolayısıyla da protein miktarları buldukları ortamın tuzluluğuna ve mevsimsel değişimlere bağlı olarak değişmektedir. Bu nedenle büyüme ve üreme sırasında azot miktarı azalmakta veya artmaktadır Ayrıca kışın azalan ışık şiddetiyle birlikte deniz alglerinin metabolizmalarında değişimler olmaktadır. Bu durum düşük molekül ağırlıklı peptidlerle taze aminoasitlerin birikmesine ve protein sentezinin azalmasına veya durdurulmasına neden olmaktadır. (Munda ve Gubensek, 1976). Tüm bunların yanı sıra *Ulva* ve *Gracilaria* türleri nitrofil (azot seven) alglerdir (Cirik ve Cirik, 1999). Kış aylarında sudaki nütrient seviyesinin maksimum olmasından dolayı bu türlerin bünyelerinde azot birikimi dolayısıyla protein miktarının artışı söz konusu olabilmektedir. Yaz aylarına doğru ise sular nütrientçe fakirleşmekte, alg patlamaları meydana gelmekte ve böylece sudaki nütrient miktarları azalmaktadır. Dolayısıyla bu aylarda toplanan alglerin protein miktarları düşük tespit edilmektedir. Tüm bu bilgilere paralel olarak çalışmadaki üç türünde azot ve protein miktarları kışın daha yüksek, yazın ve sonbaharda ise daha düşük oranlarda bulunmuştur.

Deniz algleri, özellikle Uzakdoğu ülkeleri ile karşılaştırıldığında kullanım ve tüketim açısından ülkemizde düşük oranlardadır. Bunun aksine Japonların günlük yiyecekleri arasında balık, kabuklu deniz ürünleri ve makro algler tüketim açısından ilk sırada gelmektedir. Bu nedenle su ürünlerinin kabul edilebilirliği onlar için çok önemlidir. Tat kalitesi ürünlerin tercih ve tüketiminde birinci sırada gelmektedir.

Alg türlerinin besin kompozisyonu ve tatlarında etkili aminoasit içeriklerinin mevsimsel olarak belirlenmesine yönelik araştırmalar sınırlıdır. Bu nedenle bu çalışmada elde

edilen sonuçların alglerin hangi mevsimlerde daha verimli değerlendirilebileceği hususunda belirleyici bir kriter olacağı düşünülmektedir. Çalışmada kullanılan alglerin temel aminoasit ve esansiyel aminoasitlerine bakıldığında temel aminoasitler her üç türde de yüksek oranlarda, esansiyel aminoasitler ise yeterli miktarlarda tespit edilmiştir. Ayrıca türlerin aminoasit kompozisyonları mevsimlere göre dalgalanmalar göstermiştir ($p < 0,05$). Mevsimler arasındaki bu dalgalanmanın sudaki sıcaklık, tuzluluk ve nutrient gibi çevresel faktörlerin değişkenliğine bağlı olarak değiştiği düşünülmektedir. Bu çalışmada bölgesel olarak su parametreleri incelenmemiştir. Ancak gelecekte planlanan çalışmalar kapsamında bu konuya önem verilecek bölgenin çevresel koşullarında tespit edilecektir.

Aminoasitlerden aspartik asit ve glutamik asit özellikle kurutulmuş alglerin kendine has spesifik tadından sorumlu olan aminoasitlerdir (Mabeau ve diğ. 1992, Fleurence, 1999). Bu çalışmada da her üç türde aspartik asit ve glutamik asit miktarları her mevsim diğer aminoasitlere oranla baskın bulunmuştur. Aspartik asit miktarı türler arasında en düşük *Cystoseira barbata*'da (yaz = $4,96 \pm 0,44$ mg/g, kış = $10,97 \pm 0,55$ mg/g) en yüksek ise *Gracilaria verrucosa*'da (yaz = $14,30 \pm 0,64$ mg/g, ilkbahar = $26,20 \pm 0,79$ mg/g) tespit edilmiştir. Glutamik asit miktarı ise en yüksek *C.barbata*'da (yaz = $16,28 \pm 1,12$ mg/g, kış = $36,83 \pm 0,24$ mg/g) en düşük *U. rigida*'da (ilkbahar = $10,84 \pm 0,98$ mg/g, kış = $20,07 \pm 0,37$ mg/g) saptanmıştır. Araştırma kapsamında kullanılan bu üç türün aminoasit analiz bulguları Uzakdoğu ülkelerinde ve özellikle Japonya'da günlük yiyecekler arasında sıklıkla tüketilen Wakame (*Undaria pinnatifida*) ve Konbu (*Laminaria japonica*) türlerinin aminoasit bileşenlerinden daha iyi sonuçlar vermiştir (Kolb ve ark., 2004). Bunun yanısıra Munda ve Gubensek (1976)'in 3 farklı gruptaki alg türlerinde yaptıkları aminoasit çalışmasında temel aminoasitlerin kırmızı alglerde kahverengi alglere oranla daha fazla olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada kırmızı alg *Gracilaria verrucosa*'dan ve kahverengi alg *Cystoseira barbata*'dan elde edilmiş olan aminoasit verileri bunu doğrulamaktadır.

Türlerin aminoasit kompozisyonu sonuçlarını ayrı ayrı ele alındığında *C.barbata*'da en baskın aminoasitlerin birinci sırada glutamik asit ($16,28 \pm 1,12$ - $36,83 \pm 0,24$ mg/g), ikinci sırada ise aspartik asit ($4,96 \pm 0,44$ - $10,97 \pm 0,55$ mg/g). olduğu saptanmıştır. Bu aminoasitleri alge tatlı tadını veren alanin izlemiştir. Alglerin özgün tadının oluşumunda katkısı olan bu iki aminoasidin miktarları mevsimsel olarak da (özellikle kış ve yaz mevsiminde) önemli

farklılıklar göstermiştir ($p < 0,05$). Alanin miktarı yaz mevsiminde $4,11 \pm 0,35$ mg/g iken kış mevsiminde $9,80 \pm 0,43$ mg/g değerine ulaşmıştır. Esansiyel aminoasitlerden metiyonin ($0,75 \pm 0,25 - 2,16 \pm 0,05$ mg/g), izolösin ($2,47 \pm 0,27 - 4,79 \pm 0,06$ mg/g), lösin ($4,15 \pm 0,36 - 9,93 \pm 0,05$ mg/g), fenilalanin ($3,67 \pm 0,33 - 7,42 \pm 0,09$ mg/g) ve lisin ($3,67 \pm 0,21 - 7,56 \pm 0,25$ mg/g) arasında tespit edilmiştir. Bu çalışmaya benzer olarak yaz aylarında İzmir Körfezinden toplanan *C.barbata*'nın aspartik asit oranı 6,08 mg/g olarak bulunmuştur. Ancak aynı türün glutamik asit miktarı bu çalışmadaki yaz mevsimi sonucundan daha düşük (9,83 mg/g) tespit edilmiştir (Özsöz, 1984). Munda ve Gubendek (1976, 1986)'in yaptıkları araştırmalarda bu bölüme ait birçok algin toplam azot ve aminoasit miktarlarında benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Protein ve aminoasit miktarları bakımından zengin sayılabilecek bu türün, insan yiyeceği ve hayvan yemi olarak kullanılabilmeğe uygun olabileceği kanısına varmışlardır. *C.barbata*'nın gıda olarak tüketimi göz önüne alındığında kış mevsiminde toplanan algin en lezzetli tada ve besleyici değere sahip olacağı sonucu ortaya çıkmakta, esansiyel aminoasit değerleri dikkate alındığında ise türün kış mevsiminde balık yemlerinde kullanımının büyüme performansını daha olumlu etkileyeceği düşünülmektedir.

Birçok ülkede gıda olarak değerlendirilen ve tüketimi gün geçtikçe artmakta olan *Ulva rigida*'nın aminoasit kompozisyonunda ise yine aspartik asit ($10,51 \pm 1,07 - 20,53 \pm 0,81$ mg/g) ve glutamik asit ($10,84 \pm 0,98 - 20,07 \pm 0,37$ mg/g) en baskın aminoasitler olarak saptanmıştır. Glutamik ve aspartik asidi alanin ve esansiyel aminoasitlerden lösin takip etmiştir. *U. rigida*'da her ne kadar bu iki aminoasidin miktarları yüksek bulunsa da kahverengi ve kırmızı alg grubuna dahil olan diğer iki örneğe göre değerleri düşük durumdadır. Lourenço ve diğ. (2002) Haziran ve Eylül ayları arasında 19 tropikal alg türünde yaptıkları çalışmada *Ulva fasciata*'da aspartik asit ($13,0 \pm 0,6$ mg/g) ve glutamik asit ($12,6 \pm 0,1$ mg/g) miktarını yüksek olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar buna ek olarak yeşil alglerde diğer alg türlerine göre bu iki aminoasidin miktarlarının her mevsim düşük olabileceğini de belirtmişlerdir. Ortiz ve diğ. (2005) iki farklı alg türünün aminoasitleri ile ilgili yaptıkları bir başka çalışmada bu türlerden *Ulva lactuca*'nın glutamik asitçe zengin olduğunu bunu aspartik asit, alanin, lösin ve fenilalanin miktarlarının takip ettiğini tespit etmişlerdir. Yapılmış olan diğer bir çalışmada ise bu iki aminoasidin toplam aminoasitlere oranı *Ulva rigida* ve *Ulva roundata*'da % 26 ve % 32 ile yüksek bir değerde iken bizim çalışmamızda ortalama % 11 civarında bulunmuştur. Bu sonuç, türün bulunduğu ortamın çevresel faktörlerine (sıcaklık, besin, ışık, tuzluluk vs.) göre

biyokimyasal kompozisyonunun değişiklik gösterebileceğinin bir göstergesi olabilir (Fleurence, 1999).

Gracilaria verrucosa'nın aminoasit kompozisyonu diğer iki alg türüne nazaran oldukça farklılık göstermektedir. Mevsimsel olarak aminoasit değerlerine bakıldığında en yoğun aminoasit miktarları diğer türlerde kış mevsiminde iken *G. verrucosa*'da ilkbahar mevsiminde tespit edilmiştir. Türün aminoasitlerinden birinci sırada glutamik asit (yaz =13,14±0,53; ilkbahar =25,40±1,38 mg/g) ve aspartik asit (yaz =14,30±0,64; ilkbahar =26,20±0,79 mg/g) gelirken, bunları sırasıyla tatda etkili olan diğer aminoasitler alanin, glisin, arjinin takip etmiştir. Esansiyel aminoasitler arasında ise lösin, valin, lisin ve fenilalanin değerleri yüksek bulunmuş ve mevsimsel olarak da önemli farklılıklar göstermiştir (p<0,05). Bu çalışmaya paralel olarak Mabeau ve diğ. (1992) ile Sanchez-Machado ve ark. (2003) kırmızı alg türlerinde yaptıkları çalışmada, tatlı tadın oluşumunda etkili olan alanin ve glisin aminoasitlerini diğer grup türlerine göre yüksek miktarda tespit etmişlerdir. Yine benzer bulgular, 1989 yılında Karşiyaka (Bostanlı) sahilinde toplanmış *Gracilaria verrucosa*'da saptanmıştır. Araştırmada türün bir yıllık periyottaki aminoasitleri her ay incelenmiştir. İlkbahar (Mart, Nisan) aminoasitlerine bakıldığında glutamik asit (18,26–16,14 mg/g) ve aspartik asit (16,56–14,38 mg/g) sonuçları diğer mevsimlere göre oldukça yüksek yaz aylarında (Temmuz, Ağustos) ise düşük bulunmuştur (İlyas, 1989). Fleurence ve ark. (1999) insan beslenmesinde potensiyel protein kaynağı olarak önemli bir yeri olan kırmızı alg türü *Palmaria palmata*'nın mevsimsel olarak protein ve aminoasit kompozisyonunu araştırdıkları çalışmasında çalışmamızdaki kırmızı alg *Gracilaria verrucosa*'nın bulgularına paralel olarak türün aminoasit kompozisyonunun kış aylarında arttığı yaz aylarına doğru ise minimum seviyeye düştüğü, glutamik asit ve aspartik asidin ise en baskın değerler olduğu tespit edilmiştir.

Türkiye'de alglerin endüstriyel kullanımına ve sürdürülebilir olarak değerlendirilmesine yeterince önem verilmemektedir. Oysaki Çin, Japonya, Kore, ABD, Güney Amerika, İrlanda, Kanada ve Fransa gibi ülkelerde alglerin üretimi, pazarı ve tüketimi önemli derecede artmıştır (McHugh, 2003). Hatta, bu talebin artmasına bağlı olarak, doğal stoklar bu pazarın gereksinimini karşılamaya yetersiz kalmış ve ticari olarak yetiştiriciliği yapılan alglerin pazar payı % 90'dan fazla bir yer kazanmıştır (Marsham ve diğ., 2007).

Türkiye ise, geniş bir kıyı şeridine sahip olmasına rağmen, ekonomik alglerin sürdürülebilir üretimine, insan ve hayvan gıdası olarak tüketimine sunulması ile ilgili girişimlerde, diğer ülkelerle kıyaslandığında oldukça geri kalmıştır. Hâlbuki alglerin besinsel yararları dikkate alındığında, günlük yaşamımızda sürekli olarak tükettiğimiz salatalık ve marul gibi sebzelerden çok daha fazla miktarda protein ve aminoasit kompozisyonuna, ayrıca enerji kaynağı olan karbonhidrat içeriğine sahip olduğu bilinmesi gereken önemli bir gerçektir. Bu nedenle alglerin üretimine ve kullanımına gerekli önem verilerek, özellikle gıda, yem ve tıp alanlarında değerlendirilmesi için bilimsel çalışmaların ve ticari girişimlerin sayısı arttırılmalıdır.

Gıda ve tıp alanlarında önemli bir yere sahip olan algler antibakteriyel, antiviral ve antifungal özellik gösteren biyoaktif ürünler içermektedir (Trono, 1999). Algler günlük A, C, B₂ ve B₁₂ vitamini gereksiniminin 2/3' sını (Chapman ve Chapman, 1980) sağlayabilir özellikte olmasının yanında, kolon kanseri, kalp hastalıkları, obezite ve kabızlık (Kritchevsky, 1988) gibi birçok hastalığı önlemede önemli rol oynayan değerli bir su ürünleri kaynağıdır. Bundan başka algler hayvan beslenmesinde yem ham maddesi, toprak düzenleyici madde ve gübre (Cirik,1999) olarak kullanılmaktadır. İnsan ve hayvan gıdası olarak değerlendirilebilen algler, düşük bir üretim maliyetine sahiptir ve yüksek besin değeri sayesinde alabalık, salmon, tilapia, istiridye gibi ticari öneme sahip değerli su ürünlerinin yetiştiriciliğinde büyümelerini hızlandırmaya yönelik önemli etkilerde bulunmaktadır (Ortiz ve diğ., 2005).

Mevsimsel faktörler su sıcaklığı, tuzluluk, ışık ve ortamdaki nutrientler, alglerin besin kompozisyonu içeriklerinde büyük değişimlere neden olmaktadır. Çevresel parametrelerin çoğu mevsimlere bağlıdır ve ekolojik koşullardaki değişiklikler alglerin besin bileşenlerinin biyosentezini sınırlayabilir veya harekete geçirebilir. Endüstriyel alanda değerlendirilmekte olan alglerin, en verimli şekilde kullanılmasını sağlamak için besin bileşenlerinin en yüksek ve kullanışlı olduğu dönemlerin belirlenmesi büyük bir önem taşımaktadır. Ayrıca alglerin gıda olarak değerlendirilmesini cezbedici çalışmalar yapılmalı, alglerin besinsel yararları her yönden açığa çıkarılmalıdır. Bu nedenle bu tezde elde edilen verilerin özellikle gıda daha sonrada yem ve sağlık alanındaki boşlukları dolduracağına ve alglerin en kullanışlı dönemlerini tespit etmede önemli bir veri kaynağı olacağına inanılmaktadır. Sonuç olarak; bir gıda hammaddesinin besin kalitesini belirleyen önemli parametrelerden biri olan protein ve

aminoasit profili göz önünde tutulduğunda mevsimsel değişimlere göre, *Cystoseira barbata*'nın kış aylarında, *Ulva rigida*'nın yaz aylarında ve *Gracilaria verrucosa*'nın ise ilkbahar aylarında hem insan hem de hayvan beslenmesinde gıda maddesi olarak değerlendirilmesi önerilmektedir. Ayrıca protein takviyesi açısından günlük en fazla tükettiğimiz gıdalar içerisine (örneğin ekmek, bisküvi vs.) kurutulmuş alg unu ilave edilerek değişik lezzetlerde ürünler hazırlamanın alglerin ülkemizde tüketilebilirliğini arttıracığına ve sağlıklı beslenme açısından verimli sonuçlar alınacağına inanılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Arasaki, A. ve Arasaki, T. (1983). Vegetables from the Sea. *Japan Pub. Inc.* p. 39-42.
- Atay, D. (1978). Deniz Yosunları ve Değerlendirme Olanakları. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*.
- AOAC, (2000) : Official Methods of Analysis. 17 th Edition Vol II. Assoc. Off. Anal. Chem., Wash. D.C., USA.
- Bellisle, F. (1998). Nutritional effects of umami in the human diet. *Food reviews international* 14, 2&3, 309-320.
- Burtin, P. (2003). Nutritional Value Of Seaweeds. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*. 2 (4): 498-503.
- Chapman, V. J. *Seaweed and the Uses*. London: Methuen and Co. (1970). Chapter 5, pp. 89-123.
- Chapman, V. J., Chapman, D. J. (Eds.). (1980). Seaweeds and their uses (3rd ed., pp. 25–42). New York: Chapman & Hall.
- Cirik, Ş. ve Cirik, S. (1999). Su Bitkileri (Deniz Bitkilerinin Biyolojisi Ekolojisi Yetiştirme Teknikleri). *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, No:58.
- Cirik, Ş. (2001). Gökova Körfezi Deniz Bitkileri. D.E.U. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Piri Reis Yayınları No: 3 İzmir.
- Çetingül, V. (1996). *Cystoseira barbata* (Good et Woodw.) C.Ag., (Fucales, Fucophyceae)'nın Aminoasit İçeriklerinin Saptanması. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*. Cilt No:13, Sayı: 1-2, Sayfa:119-121.
- Çetingül, V. (2001). *Petalonia fascia* (O.F.Müll.) Kuntze'nin Biyokimyasal Kompozisyonunun Mevsimsel Değişimi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*. Cilt No:18,Sayı: 1-2, Sayfa:103-105.
- Darcy-Vrillon, B. (1993). Nutritional aspects of the developing use of marine macroalgae for the human food industry. *Int. J.Food Sci. Nutr.* 44, S23- S35.
- Dawes, C.J. (1998). Marine Botany. JohnWiley&Sons, Inc., New York, p.480.
- Drum,R. (2003). Sea Vegetables for Food and Medicine,
<http://www.partnerearteducationcenter.com/sexpan1.html>

- FAO, Vannuccini, S. (2005). Overview Of Fish Production, Utilization, Consumption and Trade. Fishery Information, Data and Statistics Unit.
- Fleurence, J. (1999). Seaweed proteins: Biochemical, nutritional aspects and potential uses. *Trends in Food Science and Technology*, 10, 25–28.
- Fleurence, J., Galland-Irmouli, A.V., Lamghari, R., Luçon, M., Rouxel, C., Barbaroux, O., Bronowicki, J.P., Villaume, C., Gueant, J.L. (1999). Nutritional value of proteins from edible seaweed *Palmira palmata* (Dulse). *Journal Nutr. Biochem.* 10:353-359.
- Folch, J., M. Lees, and G. H. S. Sloane-Stanley. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226:497–509.
- Güner, H. (1970). Ege Denizinin Sahil Algleri Üzerinde Taksonomik ve Ekolojik Araştırma. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi. İlmî.Rap.Ser., 76: 1-77.
- Güner, H. ve Aysel, V. (1999). Tohumuz Bitkiler Sistematığı. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No:108.
- Güroy, B. K., Cirik, Ş., Güroy, D., Sanver, F., Tekinay, A. A. (2007). Effect of *Ulva rigida* and *Cystoseira barbata* Meals as a Feed Additive on Growth Performance, Feed Utilization, and Body Composition of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 31(2): 91-97.
- Hamel, G. (1939). Pheophycees de France. Rev.Algol I-II. Fr.
- İlyas, M. (1989). Agar ve Protein Konsantresi Üretiminde Ham Madde Olarak Gracilaria verrucosa'nın (Hudson; Papenfuss) Kullanım Olanakları (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Jime'nez-Escrig, A., Sa'nchez-Muniz, F. J. (2000). Dietary fibre from edible Seaweeds: Chemical structure, physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism. *Nutrition Research*, 20, 585–598.
- Keskin, H. (1981). Besin Kimyası. İstanbul Üniversitesi Yayını, İstanbul.
- Kolb, N., Vallorani, L., Milanovic, N., Stocchi, V., (2004). Evaluation of Marine Algae Wakame (*Undaria pinnatifida*) and Kombu (*Laminaria digitata japonica*) as Food Supplement. *Food Technol.Biotechnol.* 42 (1) 57–61.
- Kritchevsky, D. (1988). Dietary fiber. *Annual Review Nutrition*, 8, 301-328.
- Lahaye, M. (1991). Marine algae as sources of fibers: Determination of soluble and insoluble dietary fiber contents in some, sea vegetables. *Journal of Science and Food Agriculture*, 54, 587–594.

- Lourenço, S.O., Barbarino, E., De-Paula, J. C., Pereira, S., Marquez, U.M.L. (2002). Amino acid composition, protein content and calculation of nitrogen-to-protein conversion factor for 19 tropical seaweeds. *Phycological Research*. 50: 233-241.
- Mabeau, S., Cavaloc, E., Fleurence, J., & Lahaye, M. (1992). New seaweed based ingredients for the food industry. *International Food Ingredients*, 3, 38-45.
- Marsham, S., Scott, W. G., Tobin, L. M., (2007). Comparison of Nutritive Chemistry of a Range of Temperate Seaweed. *Food Chemistry* 100: 1331- 1336.
- McHugh, D. J. (2002). Prospects for Seaweed Production in Developing Countries FAO Fisheries Circular No. 968 FIIU/C968 (En). Food and Agriculture Organization of the United Nations Publication Rome, pp. 2–6. Mechin, V., Balliau, T., Chateau-Joubert, S., Davanture, M., Langella,
- McHugh, D. J. (2003). A guide to seaweed industry, FAO (Fisheries Technical paper, No: 441. Rome, FAO, p. 105.
- McLachlan, J., Craigie, J. S., Chen, L. C. M., & Ogetze, E. (1972). *Porphyra linearis* Grev: an edible species of nori from Nova Scotia. *Proceedings of the International Seaweed Symposium*, 7, 473±476.
- Morales, M.A., Valdez, M.C., Dominguez, S.C., Acosta, B.G., Gil, F.P. (2005). Chemical composition and microbiological assays of marine algae *Enteromorpha* spp. as a potential food source. *Journal of Food Composition and Analysis*. 18:79-88.
- Moss'e J (1990) Nitrogen to protein conversion factor for ten cereals and six legumes or oilseeds. A reappraisal of its definition and determination. Variation according to species and to seed proteic content. *J. Agric. Food Chem.* 38: 18–24.
- Munda, M.I. & Gubensek, F. (1976). The aminoacid composition of some common marine algae from Iceland. *Botanica Mar.* 19,85-92.
- Munda, I., Gubensek, F. (1986). The amino acid content of some benthic algae from Northern Adriatic. *Bot. Mar.* 29, 367-372.
- Mustafa, G. M., Wakamatsu, S., Takeda, T., Umino, T. ve Nakagawa, H. (1995). Effect of Algae meal as a Feed Additive on Growth Performance, feed efficiency, and body composition in Red Sea Bream, (*Pagrus major*). *Fisheerie. Science.*, 61: 25-28.
- Nakagawa, H. (1997). Effect of Dietary Algae on Improvement of Lipid Metabolism in Fish. *Biomed and Pharmacother*: 51, p. 345-348.

- Nandeesh, M.C., Gangadha, T.J., Varghese ve Keshavanath, P. (1998). Effect of Feding *Spirulina platensis* on the Growth, Proximate Composition and Organoleptic Quality of Common carp, *Cyprinus carpio* L. *Aquaculture* 29, 305-312.
- Ninomiya, K.(2003), Umami:An Oriental or a Universal Taste? *Chemo Sense*,Vol : 5,(3), 4-8.
- Norziah, M. & Ching, C. (1999). Nutritional composition of edible seaweed *Gracilaria changgi*. *Food Chemistry.*, 68: 69-76.
- Ortiz, J., Romeo, N., Robert, P., Araya, J., Lopez-Hernandez, J., Bozzo, C., Navarrete, E., Osorio, A., Rios, A. (2005). Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol content of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*. *Food Chemistry.* 99: 98-104.
- Olomola, A. (1990). Capture Fisheries and Aquaculture in Nigeria. A Comparative Economic Analysis. *African Rural Social Science Report*, 13, pp. 32.
- Olvera-Novoa, M.A., Dominguez-Cen, L.J., Olvira-Castillo, L. ve Martinez Palacios, C.A. (1990). Effect of the Use of the Microalgae *Spirulina Maxima* as Fish Meal Replacement in Diets for Tilapia, (*Oreochromis mossambicus* P.) Fry. *Aquaculture Research*.
- Özsöz, M. E. Ş. (1984). Ege Bölgesindeki Bazı Alglerin Protein İçeriğinin Analitik Yöntemlerle Saptanması ve Mikroalglerde Sistinin Polarografik Olarak İncelenmesi (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Analitik Kimya Ana Bilim Dalı.
- Pal, D., Parakash, D., Amla, D.V. (1998). Chemical composition of the green algae *Botryococcus barunii*. *Cryptogamie, Algol.*, 19: (4), 311-317.
- Parekh, R.G., Maru, L.V., Dave, M.J. (1977). Chemical Composition of Green Seaweeds of Saurashtra Coast. *Botanica Marina.* 20:359-362.
- Perez, R., Kaas, R., Campillo, F., Arbault, F., Barbaroux, O. (1995). La culture des algues Marines dans le monde. Ed. Ifremer, 614 p. Fr.
- Qasim, R. (1991). Amino Acid Composition of Some Common Seaweeds. *Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences.*, 4: 49-54.
- Ribera, M.A., Garetta, A.G., Gallardo, T., Cormaci, M., Furnari, G., Giaccone, G. (1992). Check-list of Meditarrenean Seaweeds, I. Fucophyceae, *Bot. Marina* Vol.35, pp. 109-130.
- Round F.E. (1962). *The Biology of the Algae*. Edward Arnold Ltd.

- Rouxel, C., Bonnabeze, E., Marc Jérôme, A.D., , Etienne, M. & Fleurence, J. (2001). Identification by SDS PAGE of green seaweeds (*Ulva* and *Enteromorpha*) used in the food industry. *Journal of Applied Phycology* 13: 215–219.
- Ruperez, P., Saura-Calixto, F. (2001). Dietary fibre and physicochemical properties of edible Spanish seaweeds. *European Food Research Technology*, 212, 349–354.
- Saldamli, İ. (1998). Gıda Kimyası. Hacettepe Üniveriste Yayınları, 217.
- Sanchez-Machado, D.I., Lopez-Cervantes, J., Lopez-Hernandez, J., Paseiro-Losada, P., Simal-Lozano, J. (2003). High-Performance Liquid Chromatographic Analysis of Amino Acids in Edible Seaweeds after Derivatization with Phenyl Isothiocyanate. *Chromatographia.*, 58: 159-163.
- Santelices, B., Doty, M. (1989). A review of *Gracilaria* Farming. *Aquaculture* 78: 68-133.
- Smith, G.M. (1955). *Cryptogamic Botany. Volume 1. Algae and Fungi*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Southgate, D. A. T. (1990). Dietary fiber and health. In D. A. T. Southgate, K. Waldron, I. T. Johnson, & G. R. Fen-wick, Dietary fiber: Chemical and biological aspects (pp. 10±19). Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Sönmez, A. (1985). Çeşitli Pirinç Türlerinin Aminoasit İçeriğinin İncelenmesi. (Lisans Tezi). E.Ü. Müh. Fak. Gıda Müh. Böl. Bornova.
- Stocchi, V. Kolb, N., Vallorani, L. (1999). Chemical composition and evaluation of protein quality by amino acid score method of edible brown marine algae Arame (*Eisenia bicyclis*) and Hijiki (*Hijikia fusiforme*). *Acta Alimentaria*, 28, 213–222.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H. (1960). Principles and Procedures of Statistics: a Biometric Approach, 2nd edn. McGraw–Hill, New York, 633 pp.
- Teramoto, T. (1992). Seaweeds, Their Chemistry and Uses. *Sciense of Processing Marine Food Products* Vol:1 S:142-156.
- Tsekos, I., Margaris, N.S., Haritonidis, S. (1975). *Biochem. Physiol. Pflanzen* 165-167.
- Torono, J., G., (1999). Diversity of Seaweed Flora of a Philippines and its Utilization. *Hydrobiologia* 398/399, 1-6.
- Valente, L.M.P., Gouveia A., Rema P., Matos J., Gomes E.F., Pinto I.S. (2006). Evaluation of three seaweeds *Gracilaria bursa-pastoris*, *Ulva rigida* and *Gracilaria cornea* as dietary ingredients in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Aquaculture*, 252, 85–91.

- Vannuccini, S. (2005). Overview of Fish Production, Utilization, Consumption and Trade, FAO (Food and Aquaculture Organization Data).
- Vaphe, W. (1984). Properties of Gracilaria agars. *Hydrobiologia*. 116/117: 171-186.
- Wassef E.A., Masry-El M.H. ve Mikhail F.R. (2001). Growth Enhancement and Muscle Structure of Striped Mullet, *Mugil Cephalus* L., Fingerling by Feeding Algal Meal Based Diets. *Aquaculture Research*: 32, p. 315-322.
- Wong, K.H., Cheung, P.C.K. (2000). Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part I. Proximate composition, amino acid profiles and some physico-chemical properties. *Food Chemistry* 71: 475-482.
- Wong, K.H., Cheung, P.C.K. (2001). Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part II. In vitro protein digestibility and amino acid profiles of protein concentrates. *Food Chemistry* 72: 11-17.
- Yamanaka, H., Shimada. R. (1996). Post-mortem biochemical changes in the muscle of Japanese spiny lobster during storage. *Fisheries Science*, 62, 821-824.

Tablolar

Tablo 1. Esansiyel ve Esansiyel Olmayan Aminoasitler.....	11
Tablo 2. Aminoasitlerin Tat Duyuları.....	11
Tablo 3. Bazı Alg Türlerinin Mevsimsel Protein ve Aminoasit İçerikleri.....	12
Tablo 4. <i>Cystoseira barbata</i> , <i>Ulva rigida</i> ve <i>Gracilaria verrucosa</i> 'nın besin kompozisyonu içeriklerinin mevsimsel değişimi.....	28
Tablo 5. <i>Cystoseira barbata</i> 'nın Aminoasit Kompozisyonun Mevsimsel Değişimleri.....	32
Tablo 6. <i>Ulva rigida</i> 'nın Aminoasit Kompozisyonun Mevsimsel Değişimleri	35
Tablo 7. <i>Gracilaria verrucosa</i> 'nın Aminoasit Kompozisyonun Mevsimsel Değişimleri.....	38

Şekiller

Şekil 1. Genel bir aminoasidin kimyasal formülü.....	9
Şekil 2. <i>Cystoseira barbata</i>	15
Şekil 3. <i>Ulva rigida</i>	16
Şekil 4. <i>Gracilaria verrucosa</i>	17
Şekil 5. Örnekleme alanları (Çanakkale-Dardanos sahili/ İzmir Bostanlı sahili).....	19
Şekil 6. <i>Cystoseira barbata</i> 'nın besin kompozisyonu içeriklerinin mevsimsel değişimi.....	29
Şekil 7. <i>Ulva rigida</i> 'nın besin kompozisyonu içeriklerinin mevsimsel değişimi....	29
Şekil 8. <i>Gracilaria verrucosa</i> 'nın besin kompozisyonu içeriklerinin mevsimsel değişimi.....	30
Şekil 9. <i>Cystoseira barbata</i> 'nın aminoasit kompozisyonunun mevsimsel değişimleri	33
Şekil 10. <i>Ulva rigida</i> 'nın aminoasit kompozisyonunun mevsimsel değişimleri.....	36
Şekil 11. <i>Gracilaria verrucosa</i> 'nın aminoasit kompozisyonunun mevsimsel değişimleri.....	39

Mesleki Deneyim

(Ekim 2004- Eylül 2005) Yakamoz Midye Ürünleri İmalatı ve Pazarlama Sorumlu Müdür

(Eylül-Aralık 2005) Pelikan Su Ürünleri Gıda A.Ş. Su Ürünleri Mühendisi, Kalite yönetim temsilcisi, Kalite güvence sorumlusu

(Aralık 2005-) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Araştırma Görevlisi

Çalışma İlgili Alanları

Su Ürünleri İşleme Teknolojileri

Su Ürünleri (Balık ve makroalglerde) Besin Kompozisyonu, Nukleotit ve Aminoasitler

EKLER



Resim 1. *Gracilaria verrucosa*



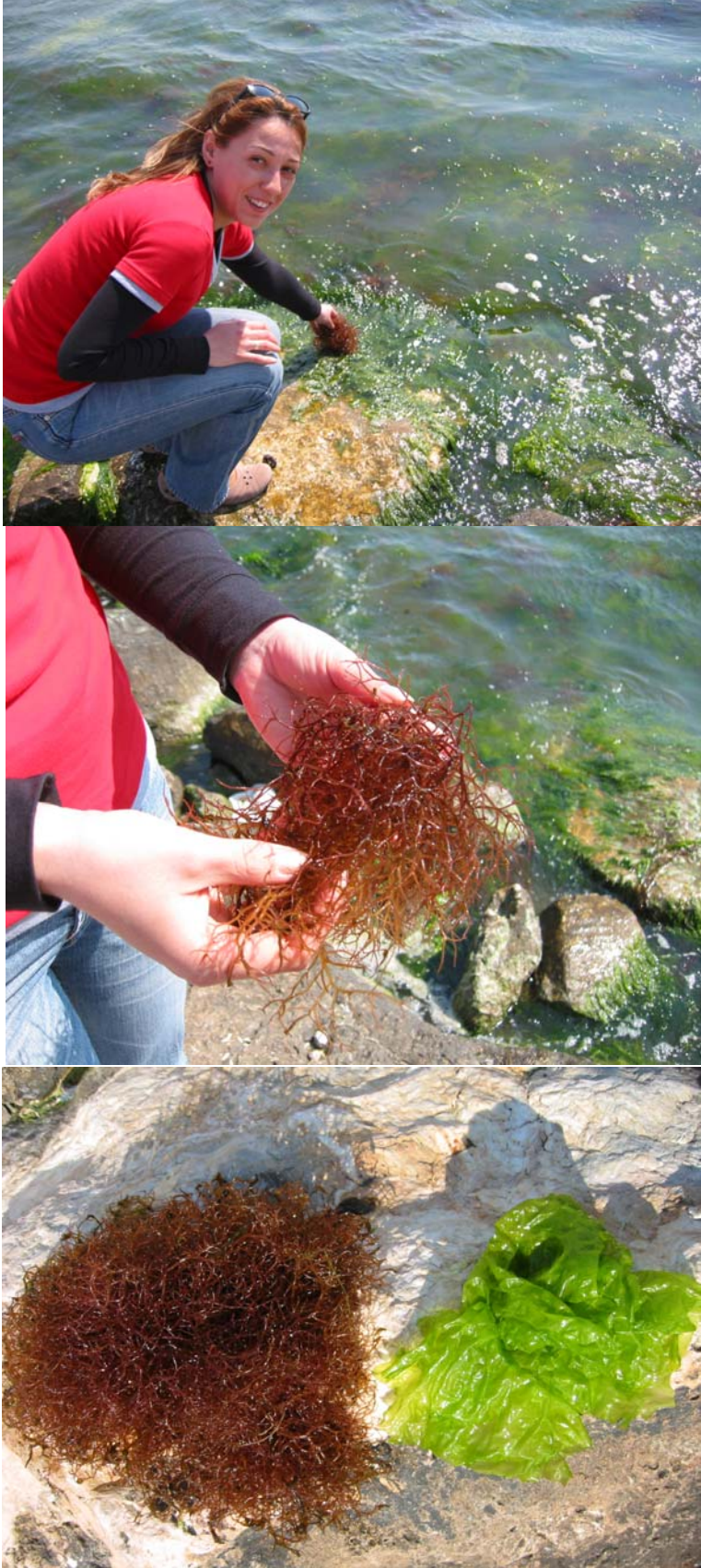
Resim 2. *Ulva rigida*



Resim 3. Kurutulmuş *Cystoseira barbata*



Resim 4. Kurutulmuş *Ulva rigida*



Resim 5. *Gracilaria verrucosa* ve *Ulva rigida* toplanırken



Resim 6. Aminoasit analizinde kullanılan mobil faz ve reagentler



Resim 7. Aminoasit analizatörü