

T.C
EGE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**“*ULVA LACTUCA* BİTKİSİ’NİN MORFOLOJİSİ VE FENOLİK BİLEŞİKLERİNİN
STABİLİTESİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR”**

Farmasötik Botanik Anabilim Dalı Programı

Yüksek Lisans Tezi

Biy. Selin AKTAR

DANIŞMAN

Doç. Dr. Gözde ELGİN CEBE

İZMİR

(2012)

T.C

EGE ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**“*ULVA LACTUCA* BİTKİSİ’NİN MORFOLOJİSİ VE FENOLİK BİLEŞİKLERİNİN
STABİLİTESİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR”**

Farmasötik Botanik Anabilim Dalı Programı

Yüksek Lisans Tezi

Biy. Selin AKTAR

DANIŞMAN

Doç. Dr. Güzde ELGİN CEBE

İZMİR

(2012)

DEĞERLENDİRME KURULU ÜYELERİ

(Adı Soyadı)

(İmza)

Başkan : Prof. Dr. A. Ulvi Zeybek

Üye : Doç. Dr. Güzde ELGİN CEBE

(Danışman)

Üye :Yrd. Doç. Dr. Tuğçe FAFAL

ERDOĞAN

Yüksek Lisans Tezinin kabul edildiği tarih:

ÖNSÖZ

Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Botanik Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Ulvi ZEYBEK hocama teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu yüksek lisans tez çalışmamda sonsuz desteği ile her zaman yanımda olan, ilgi ve yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım Doç. Dr. Gözde ELGİN CEBE'ye sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmalarım sırasında yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. M. Zeki HAZNEDAROĞLU'na teşekkür ediyorum.

Değerli katkılarından dolayı Prof. Dr. Berrin DURAL'a, Prof. Dr. Semra CİRİK'e, Arş. Gör. Gamze TURAN'a, Arş. Gör. Ayhan ŞENKARDEŞLER'e, Arş. Gör. Güneş ÇOBAN'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Yakın ilgi ve yardımlarıyla çalışmalarım sırasında daima yanımda olan Yük. Kim. Müh. Çiğdem YENGİN'e ve Arş. Gör. Serdar DEMİR'e sonsuz teşekkürler.

Çalışmalarım boyunca ilgisini ve desteğini benden hiç esirgemeyen, bana her zaman destek olan İsmail YILDIRIM'a ve Işıl Özlem GÜRSOY'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Öğrenim hayatım boyunca bana hep destek olup her zaman bana güvenen, beni motive eden, sonsuz sevgi ve ilgisi ile hep yanımda olan babam Sezai AKTAR'a, annem Saadet AKTAR'a ve ablam Sezer ÖZTEKİN'e sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2.GENEL BİLGİLER	4
2.1. ALGLERİN SINIFLANDIRILMASI VE GENEL ÖZELLİKLERİ	4
2.1.1. ALGLERİN SİTOLOJİK ÖZELLİKLERİ.....	6
<i>Hücre Çeperi</i>	6
<i>Sitoplazma</i>	7
<i>Çekirdek</i>	7
<i>Hareket organelleri</i>	7
<i>Plastidler</i>	8
<i>Pirenoid</i>	8
<i>Vakuol</i>	9
2.1.2. ALGLERİN BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ	10
Pigment maddeleri	10
<i>Klorofil</i>	10
<i>Sarı-kahverenkli karotenoit maddeler</i>	10
<i>Mavi, kırmızı renkli ve suda eriyebilen fikobilinler</i>	10
Depo maddeleri.....	10
2.1.3. ALGLERİN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ	12
2.2. ALGLERİN EKOLOJİSİ.....	12

2.2.1. ALGLERİN DAĞILIMINA ETKİ EDEN EKOLOJİK FAKTÖRLER	14
2.2.1.1. FİZİKSEL FAKTÖRLER.....	14
a) Substrat.....	14
b) Sıcaklık.....	14
c) Işık	15
<i>Işığı Seven (Fotofil) Alglar.....</i>	<i>15</i>
<i>Karanlığı Seven (Siyafil) Alglar.....</i>	<i>15</i>
d) Turbidite	16
2.2.1.2. KİMYASAL FAKTÖRLER.....	16
a) Tuzluluk	16
b) pH.....	18
c) Deniz Suyunda Çözünmüş Halde Bulunan Gazlar	18
<i>Oksijen</i>	<i>18</i>
<i>Karbondioksit.....</i>	<i>19</i>
d) Besleyici tuzlar, oligoelementler ve vitaminler.....	19
2.2.1.3. DİNAMİK FAKTÖRLER	20
a) Deniz Çalkantısı (Ajitasyon)	20
b) Deniz Seviyesi Değişimi ve Su Dışında Kalma (Emersiyon)	21
c) Su Hareketleri (Akıntılar, Dalgalar)	21
d) Basınç	22

2.2.1.4. BİYOTİK FAKTÖRLER	22
Besin ve Beslenme İlişkileri	22
2.3. ALGLERİN KULLANIM ALANLARI	23
2.3.1. ALGLERİN BESLENMEDE KULLANIMI	24
2.3.2. ALGLERİN TARIMDA KULLANIMI	26
2.3.3. ALGLERİN ENDÜSTRİDE KULLANIMI.....	26
<i>Agar-agar.....</i>	<i>26</i>
<i>Karragen</i>	<i>26</i>
<i>Funori</i>	<i>27</i>
<i>Fukoidan.....</i>	<i>27</i>
<i>Laminaran</i>	<i>27</i>
<i>Mannitol.....</i>	<i>27</i>
<i>Mineral Kaynağı Olarak</i>	<i>27</i>
<i>Atıkların Arıtılmasında</i>	<i>27</i>
<i>Aljinat.....</i>	<i>27</i>
<i>İyot elde edilmesi</i>	<i>28</i>
2.3.4. ALGLERİN TIPTA KULLANIMI	28
2.3.5. ALGLERİN BALIKÇILIKTA Kİ ÖNEMİ.....	30
2.3.6. ALGLERİN ECZACILIK AÇISINDAN ÖNEMİ	30

2.4. ALGLERİN ANTİMİKROBİYAL VE	
ANTİTÜMÖRAL AKTİVİTELERİ	31
2.4.1. ANTİMİKROBİYAL MADDELER VE ÖNEMİ	31
2.4.2. MAKROALGLERİN ANTİBİYOTİK AKTİVİTESİ.....	32
2.4.3. ALGLERİN SİTOTOKSİK, ANTİMİTOJENİK, ANTİKANSER VE ANTİTÜMÖR	
AKTİVİTESİ	34
2.5. CHLOROPHYTA’NIN BOTANİK ÖZELLİKLERİ.....	37
<i>Sistemik.....</i>	<i>37</i>
<i>Genus 1: Monostroma Wittr.</i>	<i>38</i>
<i>Genus 2: Ulva L.....</i>	<i>38</i>
<i>Teşhis</i>	<i>38</i>
<i>Genus 3: Enteromorpha Harv.</i>	<i>39</i>
<i>Botanik özellikleri.....</i>	<i>39</i>
2.6. ULVA CİNSİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ.....	40
<i>Sistemik.....</i>	<i>42</i>
<i>Türkiye’deki Yayılışı.....</i>	<i>42</i>
<i>Dünyadaki Yayılışı.....</i>	<i>42</i>
2.6.1. ULVA CİNSİNE AİT TÜRLER	43
2.7. ALGLERİN ve ULVA LACTUCA L.’NİN KİMYASAL İÇERİĞİ.....	47
<i>1.Basit Fenoller ve Fenolik Asitler</i>	<i>48</i>

2. Kinonlar	49
3. Tanenler	50
4.Kumarinler	50
5. Flavon, Flavonoit veFlavonoller	51
2.8. ALGLERİN SUDAN KARAYA GEÇİŞİ	52
3. GEREÇ VE YÖNTEM	55
3.1. KULLANILAN GEREÇLER	55
3.2. KULLANILAN KİMYASAL MADDELER	55
3.3. BİTKİSEL MATERYAL	56
3.4. BİTKİNİN BOTANİK YÖNDEN İNCELENMESİ	56
3.5. BİTKİNİN KİMYASAL YAPISININ İNCELENMESİ	56
3.5.1. ÇALIŞILAN DEĞİŞKENLER	56
3.5.2. BİTKİ ÖRNEKLERİNİN EKSTRAKSİYONU	60
<i>Soxhlet Ekstraksiyonu</i>	60
<i>Ultrasonik Ekstraksiyon (Ultrasonik Su Banyosu)</i>	60
<i>HPLC Analiz metodu</i>	60
4. BULGULAR	62
4.1. Morfolojik-Anatomik İnceleme	62
4.2. HPLC Analizleri	64
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	84
ÖZET	91

ABSTRACT 92

KAYNAKLAR..... 93

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1: Agar-agar'ın kullanım alanları.....	29
Tablo 2: Kladoqram.....	54
Tablo 3: Saklama koşullarına ait kısaltmalar	58
Tablo 4: Kuru ağırlıklar ve kayıp miktarları	59
Tablo 5: Standartlar	83

ŐEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: klorofil a	11
Şekil 2: klorofil b	11
Şekil 3: beta-karoten	11
Şekil 4: ksantofil	11
Şekil 5: <i>Ulva</i> sp. Hayat dōngüsü.....	40
Şekil 6: p-kumarik asit.....	48
Şekil 7: ferulik asit.....	48
Şekil 8: protokateşuik asit.....	48
Şekil 9: gallik asit	49
Şekil 10: p-kinon.....	49
Şekil 11: hiperisin	49
Şekil 12: Tanenlerin genel yapısı.....	50

Şekil 13: Kumarin yapısı ve türevleri	50
Şekil 14: kateşin.....	51
Şekil 15: rutin.....	51
Şekil 16: kersetin	51
Şekil 17: luteolin.....	52
Şekil 18: DDG	64
Şekil 19: DSG	65
Şekil 20: DSL.....	66
Şekil 21: SBE.....	67
Şekil 22: SBG	68
Şekil 23: SNE.....	69
Şekil 24: SNG	70
Şekil 25: SOG	71
Şekil 26: SOL.....	72
Şekil 27: SOE.....	73
Şekil 28: SBL.....	74
Şekil 29: SNL.....	75
Şekil 30: DSE.....	76
Şekil 31: DDE.....	77

Şekil 32: DDL..... 78

Şekil 33: Kalibrasyon eğrisi..... 79

Şekil 34: Kalibrasyon eğrisi 2 80

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1: *U. reticulata* 'nın genel görünüşü 43

Resim 2: *U. lactuca* 'nın genel görünüşü 43

Resim 3: *U. japonica* 'nın genel görünüşü..... 43

Resim 4: *U. pertusa* 'nın genel görünüşü..... 44

Resim 5: *U. rigida* 'nın genel görünüşü 44

Resim 6: *U. clathrata* 'nın genel görünüşü 44

Resim 7: *U. compressa* 'nın genel görünüşü 45

Resim 8: *U. fasciata* 'nın genel görünüşü 45

Resim 9: *U. flexuosa* 'nın genel görünüşü 45

Resim 10: *U. intestinalis* 'nın genel görünüşü 46

Resim 11: *U. linza* 'nın genel görünüşü 46

Resim 12: *U. prolifera* 'nın genel görünüşü..... 46

Resim 13: *Ulva lactuca* genel görünüş (herbaryum) 62

Resim 14: *Ulva lactuca* genel görünüş (herbaryum) 63

Resim 15: *Ulva lactuca* genel görünüş (herbaryum) 63

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Dünya’da alglerin kullanımı ilk kez M.Ö. 2700 yıllarında Uzakdoğu ülkelerinde başlamıştır. Ancak gerçek anlamda bilimsel ağırlıklı araştırmalara geçinceye kadar gerek Uzakdoğu, gerekse birkaç Avrupa ülkesi alglerin daha çok pratikte insan yaşamının gereksinimlerini karşılayacak özellikteki çalışmalarına ağırlık vermişlerdir (3).

Dünya nüfusunun hızla artışı karşısında her geçen gün gittikçe artan gıda yetersizliği günümüzün en önemli sorunu olmuştur. Artan nüfusa bağılı olarak endüstriyel gereksinimler de 13.yy’dan 17.yy’a kadar belirli oranda farklılık ve artış göstermiştir (3). Bu sorunun çözümlenmesinde karasal organizmalardan elde edilen gıdaların yanı sıra sucul organizmalardan elde edilen gıdaların da oldukça önemli bir yeri olduğu kabul edilmektedir. Yapılmış olan birçok araştırmada, sucul organizmalardan elde edilen protein kaynaklarının karasal organizmalardan elde edilenlere eşdeğer olduğu ortaya konmuştur (51).

Özellikle bu tarihten sonra, çeşitli ihtiyaçlara karşılık verecek değişik yönde algolojik çalışmalara yönelme zorunluluğu doğmuş ve böylece taksonomik, biyolojik, fizyolojik, kimyasal hatta sosyolojik çalışmaların ilk adımları atılmıştır (51).

Dünyada algler üzerinde 1750 yıllarında Linnaeus ile başlayan bilimsel çalışmalar Agardh, Kützing, Ardisson, Reinke ve Hauck’ un araştırmaları ile devam etmiş olup, genel olarak tüm algleri inceledikleri eserlerine kaynak olmuştur (1, 46).

Alglerden yararlanmanın sadece besin maddesi olarak değil, gübre ve hayvan yemi olarak ve ayrıca tıbbi amaçla kullanım olanakları açılardan da dikkate alınması gerektiği çeşitli araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir (28, 30, 31, 56).

Güner ve Atay, Batı Avrupa’da alglerden kimyasal madde üretiminin 17. yy’ da başladığını rapor etmişlerdir (26).

Güner ve Aysel'in Ege Denizi kıyılarında yapılan çalışmalarına baktığımızda, 1978'den 1984 yılına kadar nitel ve nicel araştırmalarını *Ulva lactuca* türüyle devam ettirdikleri görülmektedir (15, 26).

Dünyada alglerin doğrudan besin, endüstriyel ve farmasötik amaçlı olmak üzere çok geniş kullanım alanları vardır. Özellikle yeni farmasötik ajanların geliştirilmesinde önem taşıyan yüksek biyolojik aktiviteli sekonder metabolitlere sahiptirler (39).

Algal endüstrinin önemli bir bölümünü yenilebilir türlerin yetiştirilmesi ve tüketimi oluştururken; katılaştırıcı, gıda katkı maddesi ve eczacılıkta yardımcı madde olarak kullanılan agar, karragen ve aljinat üretimi de diğer yanını oluşturmaktadır (39). Son yıllarda özellikle makroalglerde antiviral, antimikrobiyal, antikoagülan ve hücre büyümesini inhibe eden bazı metabolitlerin bulunması yeni bir endüstriyel alanın doğmasına neden olmuştur. Böylesine biyolojik etkilere sahip bu bileşikler yoğun araştırmalar sonucunda ortaya çıkarılmakta ve bunlardan bir kısmı ürün olarak tanımlanmakta ya da geliştirilmektedir (28, 41, 70, 75).

Mtolera ve Semesi, algal bileşenler arasında aminoasitler, terpenoitler, florotanenler, steroidler, fenolik bileşikler, halojene edilmiş ketonlar ve alkanlar ile siklik polisülfidler, yağ asitleri gibi bilinen bileşenlerin yanı sıra özellikle alglerde görülen antimikrobiyal aktiviteden büyük ölçüde sorumlu tutulan akrilik asiti tespit etmişlerdir (65).

İlaç geliştirmede, algal bileşenler arasında en fazla ilgiyi antiviral etkili sülfatlanmış polisakkaritler, akciğer ve prostat kanseri ile AIDS'in olası tedavisinde ise kahalalid E gibi peptidler çekmektedir (71).

Tüpsü ya da şeritsi talluslardan oluşan yeşil alg (Chlorophyceae) *Ulva lactuca* (Ulvaceae) ülkemizde “deniz marulu” adıyla bilinmektedir. Denizlerde geniş yayılış gösteren *Ulva lactuca* İzmir civarında başlıca Çeşme, Ilıca, Çandarlı, Dikili, Urla ve İnciraltı kıyılarında bulunmaktadır (15).

Eczacılıkta etkin ve yardımcı madde olarak kullanılan fikokolloidler deniz alglerinden elde edilmektedir (91). Son yıllarda özellikle makroalglerden elde edilen ve antiviral, antimikrobiyal, antioksidan gibi etkilerle kullanılan fenolik bileşiklerle ilgili çalışmalar olduğu gözlenmiştir (45, 71, 75).

Ulva lactuca bitkisinin fenolik bileşikleri analiz edilmiş, kafeik asit, ferulik asit, klorojenik asit, salisilik asit, kumarik asit, protokateşuik asit gibi maddelerin varlığı belirlenmiştir (53).

Bu yüksek lisans tez çalışmasında *Ulva lactuca* bitkisinin morfolojisi ve fenolik bileşiklerinin stabilitesi üzerine araştırmalar yapılmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. ALGLERİN SINIFLANDIRILMASI VE GENEL ÖZELLİKLERİ

Sınıflandırma:

Divisio 1: Cyanophyta

Divisio 2: Euglenophyta

Divisio 3: Chrysophyta

Divisio 4: Chlorophyta

Divisio 5: Phaeophyta

Divisio 6: Rhodophyta

Algler basit yapılı, klorofil içeren organizmalardır. Tek hücreli veya çok hücreli olabilirler, gruplar halinde koloni oluşturabilirler. Boyutları 3-10 μ ' dan 70cm uzunluğa kadar çıkabilir. Günde 50cm'e kadar uzayabildikleri bilinmektedir. Her canlı gibi algler de nesillerini devam ettirebilmek için çoğalmak zorundadırlar. Vejetatif üreme, eşeyli ve eşeysiz üreme olarak üç farklı üreme sistemine sahiptirler. Bunların içinde en yaygın olanı vejetatif üremedir. Bazı türlerde ise hücreler büyüyerek koloni oluşturur ve bunlar da daha sonra normal büyüme sonucu bölünürler. Bazı türlerde ise vejetatif üreme tallusun büyümesi veya ana bitkinin büyümesiyle gerçekleşir (15).

Algler her ne kadar morfolojik, sitolojik ve üreme varyasyonları açısından diğer bitkilerle farklılık gösterse de basit biyokimyasal mekanizmaları benzerdir. Örneğin klorofil a ve b yapıları, pigmentler yoluyla çalışan fotosentez yolları, besin ihtiyaçları ve özümleme ürünleri olan karbonhidrat ve proteinler yüksek bitkilerle benzerlik gösterir (12).

Ekolojik olarak algler yeryüzünün her yerinde bulunabilirler. Fakat %70'nin asıl yayılım alanı sulardır. Gövde ya da benzer işlevlere sahip yapıları ile deniz, göl ve nehirlerde, karada ise toprak, ağaç ve kayalara tutunarak yaşayabilirler (32). Hayvan ve bitkilerle simbiyotik yaşam kurabilirler. Buzla kaplı alanlarda, 70°C veya daha yüksek sıcaklıktaki kaynak sularında, çok tuzlu su ortamlarında, düşük ışık yoğunluğu ve yüksek basınç altındaki göl ve deniz ortamlarında kısaca fotosentez yapmak için ışık bulabildikleri her yerde yaşayabilirler (12, 32).

Algler su ortamında primer üretici canlılardır, pigmentleri ile karbondioksit ve suyu güneş ışığı etkisiyle karbonhidratlara çevirirler ve besin zincirinin önemli bir parçasını oluştururlar (12).

Algler içerdikleri pigment maddeleri (klorofil, karotenoid) türlerine göre çeşitli gruplar altında sınıflandırılmıştır. Farklı alg grupları birbirleriyle karşılaştırıldığında sitolojik, morfolojik, biyokimyasal özellikleri, üreme şekli ve hayat devirleri yönünden aralarında farklılıkların olduğu görülür (7, 12).

Sınıflandırmanın temelini sitolojik kriterler oluşturur. Yüksek bitkiler ile algler arasında üreme organlarının oluşumu yönünden temel bir farklılık vardır. Arkegoniat grubu altında nitelendirilen yüksek bitkilerde üreme organları “Sporanj (spor kesesi) ve Gametanj (erkek ve dişi gametleri içeren bitkisel organ) ” olarak adlandırılır (3). Buna karşın alglerde ana hücrenin tamamı gamet veya spora dönüşür. Üreme organları “Sporosit ve Gametosit” olarak adlandırılır. Morfolojik yönden algler “Thallophyta” olarak adlandırılır. Thallophyta grubunda gerçek anlamda kök, gövde, yaprak farklılaşması görülmediğinden bu grupta tallus yapısından bahsedilir (12).

Yeşil alglerde (Chlorophyta) fotosentetik pigment maddeleri yalnızca klorofil a ve b'den oluşur. Diğer alglerde başka pigmentler de vardır. Ayrıca klorofil maskeleyen

karotenoidler de bulunur. Yeşil alglerde karotenoid düşük oranda bulunduğu için, klorofili maskeleyemez (7, 26). Alglar yapısal olarak ökaryotik (makroalg) ve prokaryotik (mikroalg) olmak üzere iki büyük gruba ayrılırlar. Mikroalgler “mavi-yeşil alglar” olarak bilinirler. Makroalgler ise pigmentasyon baz alınarak, şu şekilde sınıflandırılır: Kahverengi alglar (Phaeophyta), Kırmızı alglar (Rhodophyta) ve Yeşil alglar (Chlorophyta) (20).

2.1.1. ALGLERİN SİTOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Hücre Çeperi: İpliksi şekilli kırmızı veya yeşil alglar mikroskop altında incelendiğinde her hücrenin özgün bir çeperle çevrili olduğu görülür (20, 26). Hücreler arasında dolgu maddesinin bulunduğu, en dışta ise zar gibi bir kütikulanın varlığı dikkat çeker. Bazı tek hücreli alglerde sadece kütikula hücreyi çevreler. Bir kısım Euglenophyceae ve Dinophyceae üyelerinde çeper üzerinde spiral veya ağ şeklinde yapılar görülür. Bazı ameboid formlarda ise çepere rastlanmaz. Alglarda çeperde yüksek bitkilerde olduğu gibi kitin ve lignin bulunmaz. Farklı oranlarda selüloz vardır ve iyotlu solüsyonlar ile maviye boyanır. Hücreler arası dolgu maddesi yeşil alglerde genellikle ksilan ve mannan, esmer alglerde aljinik asit, kırmızı alglerde ise agar-agar ve karragendir. Belirtilen maddeler nedeniyle esmer ve kırmızı alglerin ekonomik değeri yüksektir (7, 12, 20, 26).

Hücreler arası iletişim çeperde oluşan yapılarla sağlanır. Yeşil ve kahverengi alglerde köprücük şeklindeki bu yapılar “plazmodezma” olarak adlandırılır (26). Kırmızı alglerin Floridae alt sınıfında ise birbirini takip eden hücreler arasında hücre bölünmesi esnasında bir perforasyon oluşur. Bunun sayesinde hücreler arası iletişim sağlanır. Bu perforasyon dışbükey şekilli lipoproteik yapıda iki disk tarafından tıkanmıştır. “Sinaps” olarak adlandırılan bu yapının sitoplazmik membranın farklılaşması sonucu oluştuğu bazı araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (12, 26).

Hücre çeperinde bazı mineral maddeler birikim gösterebilir. Örneğin; bazı yeşil ve kırmızı alg gruplarında kalsiyum karbonat depolanmıştır (2).

Sitoplazma: Homojen görüntüde olmayıp, endoplazmik retikulumdan oluşmuştur ve plazmalemma adı verilen bir membran ile çevrilidir. Hücrenin diğer organellerine yataklık eden sitoplazma, viskoz yapıda olup bileşiminde lipid ve protein bulunmaktadır (12).

Çekirdek: Cyanophyceae dışında bütün ökaryotik alg gruplarında hücre çekirdeği bulunmaktadır. Son yıllarda Cyanophyceae'de de çekirdek materyalinin sitoplazma içinde tipik ve belirgin bir şekilde olmasa da mevcut olduğu saptanmıştır (4). Çekirdek daima sitoplazma ile çevrelenmiş haldedir. Çekirdeğin hücre içinde değişmez ve sabit bir yeri yoktur. Bulunduğu yer hücrenin genel durumu ve metabolizması ile ilgili olarak değişmektedir. Şekilleri değişkenlik göstermekte; yuvarlak, yumurtamsı, mercimek şekilli, şeritsi veya amip şeklinde olabilmektedir (12). Büyüklüğü farklı türlere göre değişmekle birlikte çekirdek hacmi ile arasında bir ilişki olduğu bilinmektedir. Hücredeki çekirdek sayıları da değişkendir. Genellikle tek olduğu halde iki veya daha çok sayıda da olabilmektedir. Örneğin; kırmızı alglerden *Griffithsia* türlerinde onlarca sayıda hücre çekirdeği bulunmaktadır (4, 12).

Çekirdek, özellikle kalıtımda rol oynayan kromozomları taşıdığı için önemlidir. Çekirdeğin kısımları çekirdek zarı, çekirdek sıvısı ve çekirdekçiktir. Alglerde kromozom sayıları da farklılık göstermektedir. Örneğin; *Porphyra* n=4, *Fucus* n=32 (12).

Hareket Organelleri: Çeşitli gruplarda yer alan planktonik alglerin vejetatif hücreleri ile zoospor veya zoogamet şeklindeki üreme hücreleri, kamçı (flajel) şeklinde gelişen hareket organelleri taşımaktadır. Kamçının hücredeki yerleşimi ve morfolojisi alg gruplarına göre çok değişken olup her grup için karakteristik özellikler göstermektedir. Kamçılar morfolojik olarak aynı şekilde ve eşit uzunlukta ise "izokonte" olarak adlandırılmaktadır (12, 26). Bu tip

kamçılara daha çok Chlorophyceae’de rastlanmaktadır. Eğer kamçılar eşit uzunlukta olmazsa “heterokonte” olarak adlandırılmaktadır. Chlorophyceae’den *Derbesia* cinsinde ise çok sayıda kamçı hücrenin tepe noktasında bir taç şeklinde çıkmakta ve “stefanokonte” olarak adlandırılmaktadır. Kamçılar çıplak ve düz olabildikleri gibi iki tarafı tüylü de olabilmektedir. Bu tüyler “mastigonem” olarak adlandırılmaktadır (4, 23).

Plastidler: Fotosentez olayında rol oynayan en önemli yapılardır. Sadece ökaryotik bitki hücrelerinde olan klorofil ve diğer pigment maddelerini bulunduran sitoplazmik organellerdir. Embriyonik hücrelerdeki proplastidlerden oluşan plastidler renkli (kromatofor) veya renksiz (lökoplast) olabilirler. Kromatofor içinde yer alan kloroplastlarda klorofil diğer pigmentlerin rengini örttüğünden bu yapılar yeşil renklidir (12). Alglerde genel olarak sadece renkli plastidler vardır (homoplasti). Mitokondriumlara benzeyen proplastidler lamelli bir yapı göstermeyen lökoplastlara dönüşebildikleri gibi, lamelli bir yapı kazanarak kloroplastlara ya da kromoplastlara dönüşebilirler (4, 23).

Kloroplastların kimyasal yapılarında protein, lipid, renk maddesi ve inorganik maddeler içerdikleri görülmüştür. Proteinler kuru ağırlığın %35-55’ni, lipidler %20-30’nu, klorofil ise %9’nu oluşturmaktadır (57). Klorofilin %75’i klorofil a, %25’i ise klorofil b’dir. Kırmızı alglerde klorofil a ve d, esmer alglerde ise klorofil a ve c bulunmaktadır. Kloroplastlarda bulunan diğer renk maddeleri karotenoitlerdir ve kloroplastın kuru ağırlığının %4’nü oluşturmaktadır. Karotenoitlerin %75’i karotendir (7, 12).

Pirenoid: Kloroplastlarda değişik şekillerde bağlı bulunan, renksiz ve granüler yapıli organellerdir. Genelde stromanın farklılaşmış bir bölgesidir. Topak bir görünüşe sahip olup etrafı farklı şekillerde amidon (nişasta deposu) tanecikleriyle çevrilidir (12).

Pirenoidler şekerlerin polimerizasyonunda ve amidon oluşumunda etkilidir. Pirenoidler yeşil alglerde olduğu gibi kloroplastın içinde yer alırsa “intraplastidial”, esmer alglerde olduğu gibi plastın dışında yer alırlarsa “ekstraplastidial” olarak tanımlanırlar (12).

Gerçekte pirenoidler, nişastadan oluşan bir kabuk ile kaplı bulunan ve “pirenosom” adı verilen taneciklerin bileşiminden oluşmaktadır. Bu pirenosomların değişik konumlarda bulunması yüzünden pirenoidler değişik tiplerde sınıflandırılmışlardır. Örneğin; pirenoidler piramidal, ombilik, mercimek şeklinde ve katlı olmak üzere 4 tipe ayrılmıştır (12, 26).

Vakuol: Hücrede protoplazmanın oluşturduğu bir boşluk olup içi su ve suda çözülmüş maddelerle doludur. Plazmalemmaya benzer ince bir membran ile sitoplazmadan ayrılmıştır. Cyanophyceae üyelerinde psödovakuoller mevcutken, ökaryotik alg gruplarının hepsinde gerçek ve farklı şekillerde vakuollere rastlanmaktadır. Bu vakuoller turgor olayında, ozmotik basıncın düzenlenmesinde, aşırı suyun ve atıkların hücreden uzaklaştırılmasında rol oynar (4, 23).

Vakuol sıvısı çeşitli maddeler yönünden zengindir. Örneğin esmer alglerden Laminariales üyeleri vakuollerinde potasyum tuzları ve iyodu bol miktarda taşımaktadır. Kırmızı alglerden Rhodomelaceae üyeleri ise sarı pigmentli bromlu fenolik maddeler yönünden zengindir (37).

Vakuolün sayısı, şekli ve hücrede bulunduğu yerler alg gruplarına göre farklılık göstermektedir. Örneğin birçok esmer alg türünde hücrede sabun köpüğü gibi çok sayıda vakuol bulunur. Bu vakuol ağı birbirlerinden ince sitoplazma köprücükleriyle ayrılmıştır. Sifonlu yeşil alglerde ise vakuol hücrenin merkezi kısmını olduğu gibi kaplamaktadır (2, 12).

2.1.2. ALGLERİN BİYOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

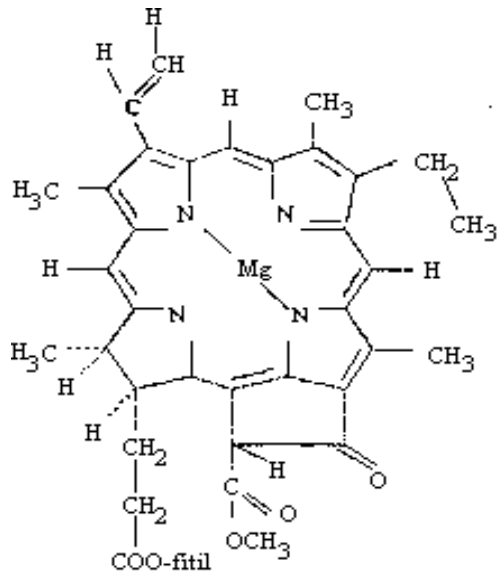
Pigment Maddeleri: Bütün bitkiler gibi algler de klorofil ve çeşitli pigment maddelerini içerirler. Bu maddeler 3 grupta sınıflandırılabilir (40):

Klorofil: Klorofil a bütün alg gruplarında bulunur. Klorofil b yeşil alglerde, klorofil c esmer alglerde, klorofil d kırmızı alglerde vardır (2-23) (Şekil 1,2).

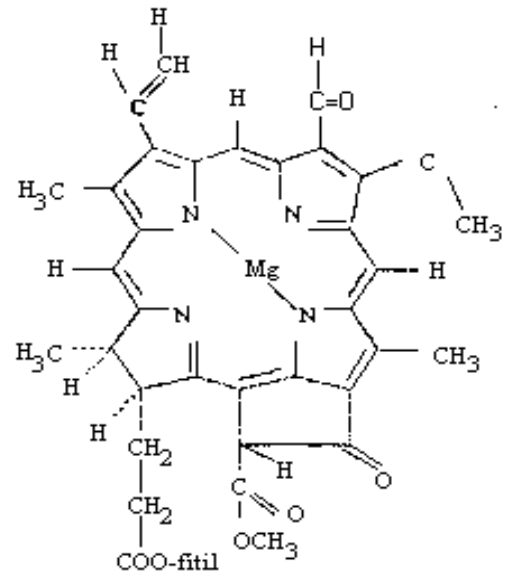
Sarı-kahverenkli karotenoit maddeler: Karoten bazı alg gruplarında, karoten türevi ksantofil ise Chromophycophyta (=Chromophyta) 'da bulunur (3) (Şekil 3, 4).

Mavi, kırmızı renkli ve suda eriyebilen fikobilinler: Mavi renkli fikosiyenin ve kırmızı renkli fikoeritrin, Cyanophyceae ve Rhodophyceae'de bulunur (2, 4, 20, 23).

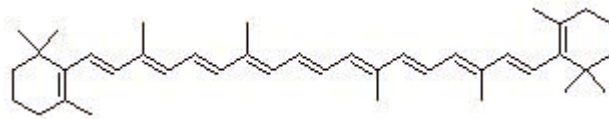
Depo maddeleri: Alglerde Fotosentetik faaliyetlere göre çeşitli depo maddeleri biriktirilir. Nişasta tipik depo maddesidir. Lügol ile boyandığında mavi-kahverengini alır. Plastitlerin içinde yer alır (12). Rhodamilon, Rhodophyceae grubunda tipik olarak rastlanır. Plastidlerin dışında yer alır. Lügol solüsyonu ile boyandığında kahverengi- kırmızı rengi alır. Glikojen, Cyanophyceae grubunda bulunur. Granül halinde rastlanır ve lügol ile kahverengi-kırmızıya boyanır. Laminarin, kahverengi algler tarafından vakuolde oluşturulur. Yağlar bütün alg grupları tarafından ama özellikle Chromophyta grubundakilerce üretilir (2, 12, 40).



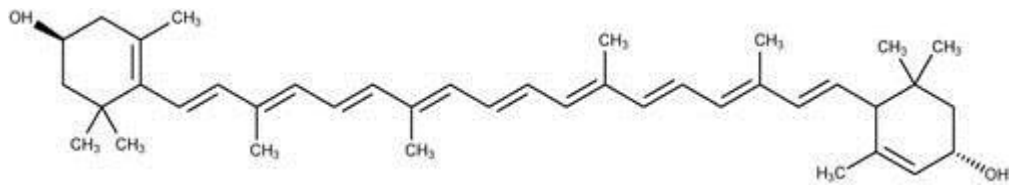
Şekil 1: Klorofil a



Şekil 2: Klorofil b



Şekil 3: Beta-karoten



Şekil 4: Ksantofil

2.1.3. ALGLERİN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Alglerde boyutları mikroskobik olan türler olduğu gibi boyları 70-80m'ye varan ve morfolojik olarak yüksek bitkilere benzeyen gelişmiş örneklere de rastlanmaktadır (3, 26).

En basit şekilli türlerde vejetatif hücreler birbirine benzerlik gösterir. Her hücre bireysel olarak ikiye bölünme suretiyle çoğalabilir veya sporosist ve gametosiste dönüşerek spor ve gamet verirler. Alglerdeki bu yapı “arketallus” veya “ilkel tallus” olarak adlandırılır (12).

Bölünmeden sonra oluşan hücrelerin bir arada kalması sonucu tipik arketallus oluşur. Şayet yeni oluşan hücreler birbirinden ayrılırsa “ayrışmış arketallus” oluşumu gözlenir. Bölünme sonucu oluşan hücreler bir jel ile çevrili ise “yığın (palmelloid) tipli arketallus” olarak adlandırılır. Hücre bölünmeleri çok yönlü olma yerine aynı yönde gerçekleşirse tek bir hücre sırasından oluşmuş “ipliksi tallus” meydana gelir. Bu tipe “trikoid” denir. Şayet oluşan hücrelerin her biri kamçı ile hareket edebiliyorsa bu tipe “monadoid” denir. Monadoid tip ayrı ayrı hücrelerden oluştuğu gibi koloniden de oluşabilir (12, 26).

Bazı algler vejetatif olarak bölünemezler. Her hücre sporosiste veya gametosiste dönüşür. Spor veya gamet kökenli bu ayrı ayrı hücreler “kokkoid tipli arketallus” oluşturur. Şayet sporlar oluşuktan sonra grup halinde kalıp koloni oluşturlarsa hareketli olabildiği gibi hareketsiz de olabilir (3, 26).

2.2. ALGLERİN EKOLOJİSİ

Deniz bitkileri biyolojik çeşitliliklerinin zenginliği ve farklı ekolojik koşullarda gelişmeleri nedeniyle dünya denizlerinde çeşitli bitkisel topluluklar oluştururlar. Fotosentez ile ilk üretimi gerçekleştiren deniz bitkileri, gıda zincirinin ilk halkasını oluşturdukları için deniz ekosisteminde çok önemli rolleri bulunmaktadır (16).

Algler ile ilgili ekolojik çalışmaların ana hedefleri şunlardır:

Alglerin yaşadığı habitatların sınıflandırılması, her bir habitat içindeki flora kompozisyonunun tanımlanması, floralar arasındaki ilişkiler ve habitattaki biyolojik, fiziksel ve kimyasal faktörlerin doğrudan ya da dolaylı etkileri, populasyon içindeki türlerin incelenmesi ve onların üremelerini kontrol eden faktörler (3, 16, 26).

Tüm bu özellikler, çevrenin fiziksel ve kimyasal değişimlerine bağlı olarak coğrafik bir dağılım göstermektedir (73). İnsan faaliyetleri, evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklar son yıllarda ötrofikasyona (besin maddelerinin büyük oranda çoğalması sonucu bitki varlığının aşırı şekilde artması) doğrudan etkide bulunmaktadır. Bunun yanı sıra atmosferden difüzyon ile suya karışan azot, yağmur sularının taşıdığı besin maddeleri, drenaj yoluyla ortama taşınan maddeler kirlenme sürecini hızlandıran doğal gelişimlerdir (63, 73).

Ötrofikasyonun sonuçlarından birisi de aşırı alg patlamalarının görülmesidir. Bunun anlamı, fitoplankton (alglerin serbest yüzen formları) populasyonlarının suyun rengini, kokusunu ve ekolojik dengesini bozacak yeterli yoğunluğa ulaşmasıdır (18).

Bunun yanı sıra alglerin aşırı gelişmesi, sucul ortamdaki birçok canlı için toksik etkilere neden olduğundan ölümler görülebilmektedir. Örneğin, Dinoflagellatlardan *Gymnodinium* ve *Gonyaulax*'a ait türler aşırı çoğalma sonucu, hayvanların sinir sistemlerini etkileyen, yüksek oranda suda çözünebilen toksik maddeler üretirler (18).

Diğer patlamalara ise Mavi-Yeşil alglerden *Microcystis*, *Anabaena*, *Nostoc*, *Aphanizomenon*, *Gloeotrichia* ve *Oscillatoria* ile *Chrysophyte*'den *Prymnesium parvum* neden olmaktadır (18).

2.2.1. ALGLERİN DAĞILIMINA ETKİ EDEN EKOLOJİK FAKTÖRLER

Alglerin dağılımına etki eden faktörler dört grup altında toplanmaktadır (1, 46):

2.2.1.1. FİZİKSEL FAKTÖRLER

a) **Substrat:** Deniz ekosisteminde organizmaların üzerinde yaşadıkları ortam “substrat” olarak adlandırılır (85). Bu ortamın kimyasal yapısı özellikle deniz algleri için önemli değildir. Zira algler gelişimleri için üzerinde yaşadıkları ortamdan besleyici elementler almaz (12). Substrat sadece bitkilerin tutunması için gereklidir. O nedenle kimyasal yapısından çok fiziksel yapının, bitkinin sporlarının tutunup gelişmesinde önemi vardır. Substrat içinde yaşayan bitkiler “endolitik algler”, substrat üzerinde yaşayan bitkiler ise “epifitik algler” olarak adlandırılırlar (12).

b) **Sıcaklık:** Sıcaklık, suların biyolojik yapısı ve fiziko-kimyasal evolüsyonunda rol oynayan önemli bir fiziksel faktördür. Su sıcaklığı mevsimlere, coğrafik konuma, akıntı rejimine, derinliğe, sudaki madensel tuzlara ve absorblanan güneş ışınlarına göre değişmektedir (12, 26, 85).

Tropikal denizlerde yüzey suyu sıcaklığı 25°C'nin üstündedir ve yıllık sıcaklık farkı 2-3°C'yi geçmez. Bu fark ılıman denizlerde daha büyüktür. Örneğin Akdeniz'de kışın 12-13°C yazın ise 24°C'dir. Kutupsal denizlerde ise bu fark çok az olup sıcaklık genellikle 0°C civarındadır. Mevsimsel sıcaklık farkı derinlik arttıkça azalmaktadır. O nedenle derinlerde daha çok sıcaklık değişimine dayanıksız canlılar bulunur (12).

Buna karşın mediolittoral zonda (periyodik olarak suya girip çıkan bölge) yer alan su birikintilerinde sıcaklık değişimleri çok yüksek olduğu için bu bölgede yalnızca sıcaklık değişimine dayanıklı canlılara rastlanır. Örneğin, yeşil alglerden *Ulva* ve *Enteromorpha* (12).

Sıcaklık canlıların fizyolojik faaliyetlerinde, şekillenmelerinde ve yeryüzündeki dağılışlarında etkin bir role sahiptir. Ancak belirli sıcaklık derecelerinde yaşayabilen canlılar “stenoterm formlar”, geniş sıcaklık değişimlerinde yaşayanlar ise “örterm formlar” olarak gruplandırılır (12).

c) Işık: Işık yaşam için gerekli bir faktör olduğu gibi, yaşamı sınırlayıcı bir çevre koşulu olarak da rol oynar. Işığın dalga boyu ve miktarı alglerin derinlere doğru dağılımında önemlidir. Deniz suyundaki cansız partikül maddeler ve canlı planktonik organizmalar deniz suyunun ışık geçirgenliğinin azalmasına neden olur ve ışık nicel ve nitel yönden değişime uğrar. Mavi ve mor ışık en fazla derine ulaşabilen ışıklardır (12, 39, 90).

Farklı nitelikteki ışık dalgaları deniz alglerindeki çeşitli fotosentetik pigment maddeleri tarafından değerlendirilir. Işık, suların primer üretkenliğinde gerekli olan en önemli faktörlerden birini oluşturur (12, 26).

Deniz algleri ışığa olan toleranslarına göre iki grupta incelenir (32). Bunlar:

Işığı Seven (Fotofil) Algler: Yaşantıları için fazla ışığa gereksinme gösteren alglerdir. Örneğin: *Padina pavonia*, *Dictyota dichotoma*, *Jania rubens* (32).

Karanlığı Seven (Siyafil) Algler: Az ışıklı ortamlarda gelişebilen alglerdir. Örneğin: *Udea petiolata*, *Peyssonnelia squamaria* (32).

Bentik alglerin büyüklüğünün ve morfolojik özelliklerinin ışık faktörüne bağlı olarak değiştiği bilinmektedir. Laboratuvar şartlarında yapılan deneylerde *Skelestonema costatum*'un ışık şiddetine bağlı olarak büyüdüğü gözlenmiştir. Işığın alglerin iç ve dış yapısında da etkin olduğu görülmüştür. *Acetebulari* genusuna ait türler üzerinde yapılan gözlemlerde bu algin şapka kısmı ile iç yapısının ışığa bağlı olarak değiştiği anlaşılmıştır. Epifitik algler, üzerinde

geliştikleri alg üzerinde koruyucu bir örtü oluştururlar. Örneğin: *Digenea simplex* (2, 12, 26, 32).

d) Turbidite: Sular içindeki askı yükler suyun berraklığının kaybolmasına neden olur. Buna “suların turbiditesi” denilir. Turbidite suyun optik özelliğini değiştirir. Işık şiddetini ve ışığın yayılışını sınırlayıp azaltır. Bu olaylara bağlı olarak birincil üretim verimi düşer. Fotofil organizmaların ortamdaki uzaklaşmasına veya kaybolmasına neden olur (32).

Bu etkiler askı yükün %4’den fazla olmasıyla kendini göstermeye başlar. Turbiditenin görüldüğü ortamlarda canlıların çeşitli mekanizmalarla bu olaya uyum göstermeye çalıştıkları gözlenmiştir (32).

2.2.1.2. KİMYASAL FAKTÖRLER

a) Tuzluluk: 1kg deniz suyundaki erimiş tuz miktarıdır. Salinometre ile iletkenlik yöntemine dayanılarak ölçülür. Deniz suyundaki tuzlar içinde NaCl baskındır. Okyanus ve denizlerin genellikle %35 olarak bilinen yüzey tuzluluğu, bu miktarı azaltan ve artıran karşıt iki faktörün etkisi altındadır (12, 15, 16).

Suların tuzluluk miktarını artıran etmenlerin başında buharlaşma, daha tuzlu sularla olan vertikal karışımlar ve buzların çözülmesi gösterilebilir. Yüzeiden tabana doğru tuzluluk derecelerinde farklılaşmalar görülür. Sıcaklık ve tuzluluk farklılaşmaları T-S diyagramları (Rankine çevrimi) ile gösterilir. Bu diyagramlar kıyısal sularda akarsu ağızlarına yakın ortamlarda önemli değişimler gösterir. Başta sıcaklık ve tuzluluk olmak üzere ortamsal parametrelerin ölçülmesi ve dinamiklerinin belirlenmesi oşinografi, balıkçılık, çevre bilimleri, ve algoloji araştırmalarında çok önemlidir. Bu parametrelerin ölçümünde son yıllarda çok gelişmiş ekipmanlar kullanılmaya başlanmıştır (12, 15, 16, 90).

Tuzluluk derecesine göre; “Yüzeysel Tabaka”, “Haloklin” ve “Derin Su Tabakası” olmak üzere üç tabaka ayırt edilebilir. Su hareketlerinin etkisi altında kalan yüzey tabakası, tıpkı sıcaklıkta olduğu gibi tuzluluk derecesi yönünden de tekdüze bir özelliğe sahiptir ve kalınlığı bölgelere göre değişir (15). Tuzluluk derecesi deniz organizmalarının dağılışında başrolü oynar. Tuzluluk organizmaların ozmotik konsantrasyonlarını değiştirebileceği gibi yine organizmalar üzerinde etken olabilen ortamdaki çözünmüş gazların absorpsiyon ve doygunluk katsayılarını, eriyiklerin çözünebilme oranını, ortamın yoğunluğunu ve viskozitesini değiştirmekle de organizmalar üzerinde etkili olabilir (12, 15).

Lagünler, dalyanlar ve nehir ağızlarındaki ekosistemlerde bulunan sular acı sudur. Bu sular deniz suyu ile tatlı suyun karışımı sonucu oluşur. Az miktarda tuzlu su olmakla beraber tuz oranı yıl içinde değişkendir. Sular tuzluluk derecelerine göre çok tuzlu sulardan (hiperhalin) tatlı sulara (limnik) kadar derecelendirilmiştir. Acı sularda olduğu gibi geniş tuzluluk derecelerinde yaşayabilen canlılar “örihalin”, (Örneğin *Ulva* ve *Enteromorpha* cinsi yeşil algler) yalnızca belirli tuzluluk derecelerinde yaşayanlar ise “stenohalin” (Örneğin *Ceramium* türleri) olarak adlandırılır (10, 21, 25, 36, 49, 68).

Deniz suyundaki erimiş maddelerden NaCl canlılarda ozmotik basıncı düzenler. Diğer oligoelementler de (N, P, S, K, Ca, Mg, Si) canlıların fizyolojik faaliyetlerinde önemlidir. I, Br gibi diğer bazı elementler de *Laminaria* gibi çeşitli alg türlerinde büyük miktarda birikime uğrayarak bu bitkilerin ekonomik değerini artırır. Ortamın tuzluluk derecesi türlerin şekline, yaşamsal faaliyetlerine, üremelerine ve dağılışlarına etki eder. Genel olarak kıyının üst seviyelerinde dağılım gösteren algler tuzluluk değişimlerine dayanıklı türlerden oluşur (12, 68).

b) pH: Logaritmik olarak iyon haldeki hidrojen konsantrasyonunun tanımıdır. Suyun asitlik özelliğini tanımlamada yararlanır. Deniz suyu genellikle bazik olup pH'ı 8,1- 8,3 arasında değişir. Suyun bu bazikliği genellikle bol miktarda bulunan karbonat ve bikarbonattan kaynaklanır. Supralittoral (genellikle su dışında kalan bölge) ve mediolittoral zonda bulunan ve denizle ilişkisi az olan küvetlerde örihalin, öriterm ve öriyonik olan yeşil alglerden *Ulva* ve *Enteromorpha*'nın bol miktarda geliştiği görülür (10, 23).

Bu alglerin fotosentez faaliyeti ile CO₂'i fazla kullanması sonucu ortamdaki bikarbonat (NaHCO₃) ayrışarak nötr karbonata (Na₂CO₃) dönüşür. Bu olay ortamdaki bazikliğin artmasına, pH'ın 10'a ulaşmasına sebep olur. Bu nedenle bu tip küvetlerde stenoionik algler, örneğin kırmızı algler gelişemezler (25, 39).

pH değişimleri canlıların biyokimyasal aktiviteleri üzerinde önemli etkiler gösterir. Örneğin asiditenin artması ile solunum hızlanır. Sıcaklık ve ışık faktöründe olduğu gibi pH değişimlerinden bazı organizmalar etkilenmedikleri halde (öriyonik), bazıları çok etkilenirler (stenoionik). Genellikle derin deniz formları pH değişimlerine karşı fazla toleranslı değildir (12, 25, 39).

c) Deniz Suyunda Çözünmüş Halde Bulunan Gazlar:

Oksijen: Deniz canlılarının solunumu için gerekli olan bir faktördür. Genellikle yüzey sularında doygunluk noktası civarında çözünmüş oksijen bulunur. Deniz canlılarının dağılımında besleyici ve sınırlayıcı etkiye sahiptir (42).

Bentik algler üzerinde yapılan gözlemlerde tallus boyunun su hareketiyle ilgili olduğu bulunmuştur. Su hareketlerinin fazla olduğu bölgelerde talluslar çok kısa ve sağlam, buna karşın sakin sularda daha uzun ve yumuşak olmaktadır. Deniz suyunda çözünmüş olarak bulunan oksijen miktarı, bu miktarı azaltan ve artıran iki zıt faktörün etkisi altındadır. Oksijen

miktarını artıran faktörlerin başında fotosentez, oksijence fakir yüzey sularının atmosfer ile ilişkide olması, akıntı ve rüzgarların etkisi gelmektedir (12, 32, 42, 90).

Oksijen miktarını azaltan faktörlerin başında ise bitki ve hayvanların solunumu, oksidasyon içeren çeşitli kimyasal ve biyolojik olaylar (organik madde çürümesi gibi), atmosfer ile ilişkide olan ve oksijence daha zengin yüzey sularından oksijen kaybı söylenebilir. Oksijensiz zonlarda deniz bitkileri bulunmaz (44, 77).

Karbondioksit: Bitki ve hayvanların solunumu sırasında üretilen bir gazdır. Atmosferde çok düşük miktarda bulunduğu halde, sudaki yüksek çözünürlüğü nedeniyle deniz suyundaki miktarı çok daha fazladır (12).

Diğer ekolojik faktörlerin aksine CO₂ miktarı derinliğe paralel olarak önemli artışlar göstermektedir. Hemen hemen 50m derinliğe kadar sabit olan CO₂ miktarı bu derinlikten sonra biyolojik solunumlar nedeniyle aniden artmaya başlar ve bu artış dibe doğru devam eder. Çözünmüş CO₂, organizmaların çoğunun dağılımını sınırladığı halde bitkiler fotosentez için kesinlikle CO₂'e ihtiyaç duyar. Yapılarında CaCO₃ içeren planktonik ve bentik alglerin morfoloji ve anatomilerinin CO₂'e bağlı olarak değiştiği yapılan gözlemlerle saptanmıştır (44, 77).

d) Besleyici tuzlar, oligoelementler ve vitaminler: Bitkilerin üretimi için gerekli elementler, “besleyici elementler” olarak tanımlanırlar. Bu elementlerin başında gelen azot ve fosfor doğada tuz halinde bulduklarından “besleyici tuzlar” olarak adlandırılırlar. Nitrat ve fosfatın yoğunluğu bölgelere ve mevsimlere göre farklılık gösterir. Nitrat ve fosfatın eksikliği fitoplankton gelişimini sınırlar, fazlalığı ise nitrofil alglerin çoğalmasına neden olur. Örneğin; *Ulva* ve *Enteromorpha* (12, 38, 68).

Canlılardaki biyokimyasal olaylarda katalizör rolü oynayan elementler (Fe, Si, Zn, Rb, Cu, Mn, Br, I, Al, Pl) “oligoelement” olarak adlandırılır, vitamin ve enzimlerin yapısını

oluştururlar. Bitkiler ve hayvanlar tarafından salgılanan maddelerin bazıları alglerin gelişimlerini destekledikleri halde bazıları hayvanlar için toksik etkilidir. Deniz suyunda bakteri faaliyetleri sonucu başta B₁₂ olmak üzere çeşitli vitaminler meydana gelir. Bazı algler gelişimleri için vitamene ihtiyaç göstermedikleri halde (fotoototrof) bazıları için B₁₂ biyotin, tiyamin gibi vitaminler gereklidir (oksotrof-çoğalabilmesi için gerekli olan maddeleri çevreden alma zorunluluğu olan). Bazı kalkerli algler CaCO₃, bazıları ise silis depolamaktadır. Örneğin; *Corallina*, *Halimeda*, *Lagora* ve *Diatomae* (10, 12, 21, 25, 36, 38, 49, 68).

2.2.1.3. DİNAMİK FAKTÖRLER

Dinamik faktörleri; deniz çalkantısı (ajitasyon), deniz seviye değişimi, akıntılar ve basınç oluşturur (12).

a) Deniz Çalkantısı (Ajitasyon): Denizin sakin veya çalkantılı oluşu vertikal dağılıma ve kıyı üstü katmanlarının oluşumuna etki eder (12). Denizin sakin olduğu kıyılarda bu katmanlar daha dar olup, bitkisel organizmalar daha gelişmiş ve dallanmış yapı göstermektedir. Çırpıntılı kıyılarda ise bu katmanlar geniş alanlar işgal etmekte olup, bitkisel organizmalar yoğun ve bodur bir yapılaşma göstermekte ve tutunma organları iyi gelişmektedir (12, 15, 16).

Su hareketlerinin fazla olduğu ortamlardaki algler örneğin, *Cytoseira fimbriata*, küt yapılı olduğu halde, sakin sulardaki alglerin daha çok dallandıkları gözlenmiştir. Suyun çalkantısı sıcaklık, besin tuzları, oksijen gibi bir çok ekolojik faktörün homojen hale gelmesi için önemlidir. Algler üzerinde yapılan gözlemlerde su hareketlerine bağlı olarak fotosentez ve solunum şiddetinin değiştiği gözlenmiştir (16).

b) Deniz Seviyesi Değişimi ve Su Dışında Kalma (Emersiyon): Ayın çekim gücü, rüzgarların etkisi, hava basıncı ve kıyının konumuna bağlı olarak deniz seviyesinde periyodik değişimler görülür. Bu değişimler okyanuslarda çok önemli boyutlarda olduğu halde Akdeniz’de birkaç bölgenin (Örneğin, Tunus’taki Gabes Körfezi gibi) dışında önemli büyüklükte olmayıp 25- 30cm civarındadır (12).

Bazı deniz algleri için su dışında kalma, bir gereklilik olduğu halde (Örneğin, *Fucus*, *Pelvetia*, *Ascophyllum*) büyük bir çoğunluğu uzun süre su dışında kalmaz. Su seviyesi dışında yerleşen deniz canlıları, deniz seviyesi değişimleri nedeniyle çeşitli ekolojik faktörlerde oluşan farklılıklara karşı dayanıklı olup, öriterm ve öriyonik canlılardır (2, 12, 16, 38).

c) Su Hareketleri (Akıntılar, Dalgalar): Su hareketini sağlayan en önemli faktörler rüzgar, dünyanın dönüş hızı, su yoğunluğu ve basınçtır. Su hareketleri ritmik veya ritmik olmayan hareketlerdir. Ritmik hareketlere örnek olarak dalgalar verilebilir. Suyun üst kısmında gözlenen dalgaların oluşumunda topoğrafya, rüzgar ve katmanlaşma etkilidir (12).

Ritmik olmayan hareketler sınıfına giren akıntılar yatay ve dikey yönde gelişir ve canlıların dağılımında önemli role sahiptir (12). Akıntılar primer ve sekonder kuvvet olmak üzere iki kuvvet etkisinde oluşur. Primer kuvvet, akıntıları yaratan ve besleyen kuvvettir. Bunların başında rüzgar etkisi, yoğunluk değişimleri ve seviye değişimleri gibi faktörler gelir. Sekonder kuvvetler ise dünyanın dönmesi sonucu oluşan yöresel akıntılar, med-cezir akıntıları ve türbidite akıntılarıdır (12).

Bentik algler üzerinde yapılan gözlemlerde tallus boyunun su hareketiyle ilgili olduğu bulunmuştur. Alglerin ve hayvanların üreyip gelişmesi üzerinde su hareketleri iki şekilde etkili olabilir. Bunlardan birincisi üreme hücrelerinin (spor, gamet, yumurta ve sperm) su hareketleriyle çeşitli yerlere taşınması ve döllenmelerinin kolaylaştırılması, ikincisi ise genç

bireylerin yerleşme anında oluşan negatif veya pozitif etkilerdir. Planktonik alglerin biyocoğrafik dağılımlarının akıntılarla ilgili olduğu kabul edilmektedir (12, 90).

d) Basınç: Hidrostatik basınç tıpkı atmosferik basınç gibi birim yüzeye bir su sütunu tarafından yapılan basınç olarak tanımlanır. Bu faktör canlıların vertikal dağılımında önemlidir. Hidrostatik basıncın genel olarak deniz bitkilerinin dağılımına etkisi pek belirlenmemiş olmakla birlikte; *Codium bursa* adlı yeşil alg türünün yüzeysel formları birkaç cm çapında olduğu halde, 40-50m derinlerde yaşayan formlarının yaklaşık 1m çapında olduğu gözlenmiştir (2,12, 23).

2.2.1.4. BİYOTİK FAKTÖRLER

Besin ve Beslenme İlişkileri: Canlıların besinleri bitkisel veya hayvansal kökenlidir. Ortamdaki besin dengesinin canlıların davranışlarında çok önemli bir yeri vardır. Kendi besinlerini fotosentez veya kemosentez yoluyla kendileri sentezleyen bitkisel kökenli canlılar beslenme rejimi yönünden “ototrof” olarak gruplandırılır (12).

Hayvanlar, mantarlar ve bazı bakterilerse ototrof organizmaları veya çürüyen maddeleri gıda olarak alarak beslenirler. Bu tip canlılar ise “heterotrof” olarak adlandırılır. Bu canlılar beslenme şekillerine göre “parazitik” ve “saprofitik” gibi gruplar altında toplanabilirler (12).

Bitkisel veya hayvansal kökenli olabilen parazitik canlılar, konakçı canlılar üzerinde yaşarlar ve gıdalarını bu canlıdan alırlar. Bitkisel kökenli parazitler, bir başka bitki üzerinde gelişebildiği gibi; süngerler, *Hydrozoa* ve *Bryozoa* gibi çeşitli hayvan gruplarındaki canlılar üzerinde de gelişebilirler. İki canlının ilişkisi bazen karşılıklı yararlanmaya dönüşebilir. Bu durumda “simbiyotik ilişki” söz konusudur (Örneğin mavi-yeşil alg türleri ile sünger ilişkisi). Algler ile mantarlar arasındaki simbiyotik ilişki liken şeklinde kendini gösterir (32).

2.3. ALGLERİN KULLANIM ALANLARI

Denizin en önemli canlı kaynaklarından biri alglerdir. Alglerden gıda, tarım, kozmetik, tıp, eczacılık ve endüstri dallarında faydalanılmaktadır. Nüfusun hızla çoğaldığı, beslenme sorununun giderek büyüdüğü günümüzde, alglerden yararlanma çalışmaları da artmaktadır (39, 90).

Toprağın az, nüfusun fazla olduğu Uzakdoğu ülkelerinde bu bitkilerin 17.yy'dan bu yana insanların önemli gıdalarını oluşturduğu bilinmektedir. Bugüne değin zengin Batı Avrupa ülkeleri ile Amerika Birleşik Devletleri'nde zorunlu dönemler dışında, algler doğrudan gıda olarak tüketilmemiş, buna karşın biyokimyasal ve teknolojik araştırmaların yarattığı yeni olanaklarla pek çok alanda kullanılmıştır. Bunun sonucunda pek çok ülkede alglere dayalı bir endüstri gelişmiştir (63).

Alg endüstrisinin kaynak sorunu ile karşılaşmaması için denizde doğal olarak üreyen alglerden faydalanmanın yanında bu alglerin kültürlerinden de yararlanma yoluna gidilmiştir. Bugün kültür teknolojisi geliştikçe alglerin en çok faydalanılan bölümlerinin geliştirilmesine çalışılmaktadır (12, 63).

Deniz kıyılarının uzunluğu yönünden Türkiye, Akdeniz ülkeleri arasında en üst sırada yer almaktadır. Buna karşın algler üzerinde yapılan çalışmalar Batı Akdeniz ülkelerine oranla daha azdır (28, 46, 75). Çeşitli türler yönünden oldukça zengin olan denizlerimizdeki algler üzerinde bugüne kadar yapılan araştırmalarda deniz florasının 1000'e yakın türden oluştuğu saptanmıştır. Araştırmalar fazlaştıkça bu sayı günden güne artmaktadır (3.).

Denizlerimizde dağılım gösteren, bileşimleri yönünden ekonomik önem taşıyan türler üzerinde yapılan biyokimyasal araştırmalarda alglerden aljinik asit, agar, karragen, vitamin B₁₂, bazı organik asitler ve selüloz elde edilmiştir (26, 28, 30, 31). Ayrıca hayvan yemi elde

edilebilecek, gübre olarak kullanılabilir, kozmetikte faydalanılabilecek türlerin kıyılarımızda varlığı saptanmıştır (2).

Ancak kıyılarımızdaki algere dayalı sanayi henüz gelişmemiştir. Doğal stoklardan sadece ham ürün olarak yararlanılmakta ve birkaç türün ihracatı yapılmaktadır. Alglerin çeşitli yetiştiricilik yöntemleriyle üretilmesi konusunda henüz büyük bir gelişme görülmemektedir. Ülkemiz kıyılarında saptanan alg türlerinin stok miktarlarını belirlemek için, konu ile ilgili yöntem ve teknoloji ülkemizde giderek gelişmeye başlamıştır (uzaktan algılama, sonar gibi). Su ürünleri sektörünün gelişimine paralel olarak önümüzdeki yıllarda alg yetiştiriciliği ve bu algere yönelik sanayi gelişip yaygınlaşacaktır (63).

Son yıllarda algler güzellik enstitüleri tarafından “thalassoterapi” uygulamaları amacıyla Türkiye’de de oldukça yaygın olarak kullanılmakta, alg içeren kozmetik ürünlerin çeşitliliği artmaktadır (19).

2.3.1. ALGLERİN BESLENMEDE KULLANIMI

Makroskobik alglerin büyük çoğunluğu gıda olarak tüketilebilir türlerdir. Uzakdoğu ülkelerinde salata şeklinde tüketildiği gibi pişirilerek çorbası, yemeği ve sosu yapılmaktadır. Kırmızı deniz alglerinin besinsel analizleri yapıldığında içeriklerini karbonhidratların, proteinlerin ve yağ asitlerinin oluşturduğu saptanmıştır (57, 90). Tam bir protein kaynağı olarak algler, canlılar için gerekli birçok aminoasit çeşidini de içermektedir (57).

Japonya’da hazır gıda maddesi olarak “Asaksanori, Suschi, Amanori, Tjintiow, Kanten, Kombu” gibi isimler altında satılmakta, ayrıca çay olarak içilmektedir. Ülkemiz denizlerinde bu amaç için kullanılabilir *Ulva*, *Porphyra*, *Gelidium*, *Rhodymedia*, *Laurencia*, *Polysiphonia* adlı alg cinsleri yayılış göstermektedir (10).

Batıda algler doğrudan insan gıdasının çok sınırlı bir bölümünü oluşturmakla birlikte son yıllarda alglere ilgi giderek artmaya başlamıştır. Bu ülkelerin mutfaklarında daha çok alglerden elde edilen, “jelatan” olarak da isimlendirilen agar-agar, karragen, aljinat gibi maddeler daha çok kullanım alanı bulmuştur. Bu maddeler jelleştirici, yoğunlaştırıcı, süspansiyon haline getirici özellikleri ile pasta, reçel, marmelat yapımında jöle oluşturucu, dondurmacılıkta ise kristal oluşumunu engelleyici olarak kullanılırlar (90). Endüstride ise sucuk ve sosis kılıflarının hazırlanmasında, balıkçılığın geliştiği Avrupa ülkelerinde ise uskumru gibi yağlı balıkların saklanmasında faydalanılır (63).

Bugün dünyanın birçok ülkesinde algler hayvan yemine karıştırılarak çok iyi sonuçlar alınmıştır. Örneğin Hollanda’da süt üretimi ve sütteki A vitamini oranı alg unu karıştırılmış yemlerle çoğaltılmış, kuzuların yün ve et miktarı da %20 oranında arttırılmıştır. Kanada’da inek sütündeki yağ miktarı ve Norveç’te yumurta sarısı yine alg içeren yemlerle büyük ölçüde fazlalaştırılmıştır (90).

Bunun nedeni alglerin besin değerlerinin yüksek olması ve mineral tuzlar, oligoelementler ve vitaminler taşımasıdır. Bu maddelerin oranı her ne kadar türe ve ortama göre farklılık gösterse de, bu algler genel olarak kuru ağırlıklarının %20’si kadar proteine sahiptirler (63). Bir yeşil alg olan *Ulva lactuca*, A vitamini yönünden zengindir. C vitamini yönünden zengin alg türleri olduğu gibi, B, D, E, G vitaminleri yönünden zengin olanlarına da rastlanmıştır (35).

Bütün bu özellikleri ile deniz algleri hem hayvanların iyi beslenmesini sağlamakta hem de guatr gibi bazı hastalıklara karşı dirençlerini arttırmaktadır. Bu nedenle yardımcı gıda olarak alglerin yem sanayinde iyi bir yeri vardır. *Cystoseira* türleri denizlerimizde bulunan ve yem sanayiinde kullanılacak algler arasında başta gelir (26, 66).

2.3.2. ALGLERİN TARIMDA KULLANIMI

Toprağı havalandırıcı ve nem tutucu olması, azot yönünden çiftlik gübresi kadar zenginlik göstermesi, ayrıca değişik oranlarda iz elementleri bünyelerinde bulundurması ile algler gübre olarak birçok ülkede değerlendirilmektedir. Özellikle patates üretilen, potas bakımından fakir topraklarda süperfosfat ile karıştırılan alg gübresi iyi sonuçlar vermektedir. *Cystoseira*, *Enteromorpha*, *Ulva* türleri bu amaçla kullanılabilir (32).

2.3.3. ALGLERİN ENDÜSTRİDE KULLANIMI

Bazı kırmızı ve esmer alglerden elde edilen aljinat, agar-agar ve karragen maddelerinden endüstrinin birçok alanında faydalanılmaktadır (32, 63, 64, 67, 76, 81,84).

Agar-agar: Bazı kırmızı alglerden elde edilen agar-agar kuru, şekilsiz kaynatma ile akıcı hale geçen, soğutulunca jel haline gelen bir karbonhidrattır. Çok sayıda kullanım alanı olan bu madde özellikle mobilyacılıkta yapıştırıcı, dericilikte parlaklık ve sağlamlık verici, film endüstrisinde jelatini inceltici ve sıcaklığa dayanıklılığı arttırıcı olarak kullanılır (20, 32, 63) .

Denizlerimizdeki, *Gelidium*, *Gracilaria*, *Hypnea*, *Pterocladia*, *Phylloplora* adlı alglerden bu maddeler elde edilebilir (90) (Tablo 1).

Karragen: Kimyasal yapısı agar-agar'a çok benzeyen bu madde, kırmızı alglerden elde edilir. Elde edildiği alg tallusunun sıcak özütünün filtrasyonu, ağartılması ve kurutulması suretiyle olur. Karragen bir polisakkarit olup D galaktozun zincirlerinden oluşur.

Dondurma, pasta, diş macunu ve deterjanların hazırlanmasında kullanılır. Ayrıca bira endüstrisinde renk açıcı olarak etkindir. Bu maddenin elde edildiği *Gigartina* türleri ülkemiz denizlerinde bulunmaktadır (30, 32, 39).

Funori: Kırmızı alglerden elde edilir. Kağıt ve elbiseler için yapıştırıcı olarak kullanılır. Kimyasal olarak sülfat ester grubu içermesi dışında agar-agar'a benzemektedir (32).

Fukoidan: Kahverengi alglerden elde edilir. Esas olarak fukoz ve sülfatlardan meydana gelir. Suda çözünür ancak organik çözücülerle çözülmez (27).

Laminaran: Kahverengi alglerin stok karbonhidrat maddesidir. Glikozun zincirlerinden oluşmuştur. Diğer gliko kolloidlerinden ayrılarak, viskoz ya da jel halinde eriyik oluşturur (27).

Mannitol: Kahverengi alglerin hücre öz suyunda bulunan karbonhidratlardır (27).

Mineral Kaynağı Olarak: Bazı yosunlar demir, bakır, manganez, çinko bakımından zengin kaynaklardır (32).

Atıkların Arıtılmasında: Evsel ve endüstriyel kaynaklardan gelen atıklar, çözülmüş ya da askıdaki organik ve inorganik bileşikler içerir. Bu atıkların temizlenme prosesleri oksijenli bir ortamda gerçekleşir ve bu oksijenlendirme bazı algler tarafından sağlanır. Ayrıca, temizlenmesi güç olan azot ve fosfor gibi bileşikler alglerin bulunduğu tanklara alınarak, algler tarafından besin kaynağı olarak kullanılmaları suretiyle ortamdan uzaklaştırılabilmektedir (32).

Aljinat: Esmer yosunlardan elde edilen ilaç sanayi ve endüstride çok önemli olan bu madde, bileşimindeki Na^+ , K^+ ve Mg^{++} tuzları ve suda erimeyen ağır metaller nedeniyle de plastik madde oluşturucu karakterdedir. Isıtıldığında yumuşak, kurutulduğunda sertleşen aljinat sıcakta koagülasyona uğramaz; soğukta ise jöle haline gelmez (27). Tadı ve kokusu yoktur. Bu özellikleriyle boya, tekstil, kağıt, plastik, metalürji ve deri endüstrisinde apre edici, emülsiyon sağlayıcı olarak kullanılır (32,90).

Endüstride fosilleşmiş alglerden de yararlanır. Örneğin esmer alg grubuna giren fosil diyatomelelerin silisli kabukları öğütülerek toz hale getirilir. "Kieselguhr" adıyla anılan bu toz,

kromatografide, dinamit yapımında, gürültüye karşı yapılan materyallerin hazırlanmasında, metallerin parlatılmasında, termik izolatörlerde kullanılır (12, 27, 63).

İyot elde edilmesi: Kırmızı alglerden *Phyllophora nervosa* külünde %1.2 iyot bulunmaktadır. Rusya'da bu alg iyot elde edilmesinde kullanılmaktadır. Japonya dünya iyot üretiminin %7'sini bu algden karşılamaktadır (90).

2.3.4. ALGLERİN TIPTA KULLANIMI

Alglerin tıpta pek çok kullanım alanı vardır. Tedaviye destek amacıyla *Spirulina* ve *Chlorella* tabletleri vücut direncini arttırıcı olarak kullanılmaktadır (32, 64, 67, 76, 81, 84).

Yapılan araştırmalar sonucu 30 alg türünün bağışıklık sistemini düzenleyici etkisi saptanmıştır. Bu araştırmaların en etkileyici unsuru; her türün birçok patojene karşı olan antiviral özelliğidir. Araştırmacıların görüşüne göre; bu algler bakteri, mantar ve viral patojeniteye karşı direnç sağlamaktadır (41, 56, 71) .

Algler; vücut direncinin düşük olduğu dönemlerde, yaralanmalarda, vücut için gerekli besinlerin sağlanmasında, ağır metal zehirlenmelerinde ve tedavisinde, bağışıklık sisteminin dengelenmesinde, yüksek ateşi düşürmede, kan dolaşımının düzenlenmesinde, deri yenilenmesinde, damar tıkanıklıklarının giderilmesinde ve kolesterolü düşürmede kullanılırlar (64, 67, 76, 81, 84).

Bazı toplumlarda zengin lif, mineral, protein, düşük yağ ve sindirilebilir karbonhidrat içeriği sebebiyle *Ulva* türleri, düşük kalorili bir diyet olarak kilo verme amacıyla kullanılmaktadır (32). Özellikle kıyısı olan ülkelerde alglerin guatr tedavisinde, çeşitli böbrek rahatsızlıklarının tedavisinde ve antihelmintik olarak yaygın şekilde kullanıldığına dair bilgiler mevcuttur. Örneğin Güney Amerika'da *Ulva lactuca*, vitamin A yönünden zengin olduğu için guatra karşı direnci arttırmak amacıyla kullanılmaktadır (20, 78, 80).

Tablo 1: Agar-agar'ın besin sanayinde kullanım alanları

Fonksiyon	Kullanım
Stabilizatör	Turta dolguları, süsleme jelleri, bezeler, pasta kaplama şekerleri, lokumlar, karameller, marşmalovlar, jelibonlar, kurabiyeler, donut jölesi
	Şerbetler, buzlar
	Krem peynirler, dondurmalar, mayalanmış süt ürünleri, yoğurt, çikolatalı süt (Maliyet düşürücü bir stabilizatördür).
Yoğunlaştırıcı, jelleştirici	Konserve etler, diyet reçeller, diyet marmelatlar, enerji gıdaları, ileri işlem et ürünleri, hazır çorbalar.
Durultma ajanı	Agar agar, pekmez, şarap ve bira üretiminde durultmayı hızlandıran ve kalitesini arttıran bir ajan olarak kullanılır.
Pektin muadili (Şeker seviyesini düşürmek için)	Fıstık ezmesi, reçel, tereyağı, bal.
Şeffaflığı arttırıcı	Yumuşak şekerler (%0.8 -1.5).
Raf ömrünü uzatıcı	Yüksek su tutma kapasitesi ile unlu mamüllerde (ekmeklerde ve keklerde) rengi ve tadı düzeltirken, raf ömrünü de uzatır.
Ürünleri birleştirici	İleri işlem et ürünleri, jambonlar.

2.3.5. ALGLERİN BALIKÇILIKTAKİ ÖNEMİ

Önemli besin kaynaklarından birini oluşturan balıkların azlığı ve çokluğu doğrudan suda bulunan bitkisel plankton organizmalar ile alg populasyonlarına bağlıdır. Son yıllarda yapılan araştırmalar fitoplankton ve alglerde cins ve türlere göre yüksek besin değeri olan yağlar, B₂ vitamini, nikotinik asit, lökovorin ve benzeri maddeler olduğunu ortaya koymuştur. Alglerin diğer bir önemi de fotosentez sonucu suyun karbondioksit miktarını azaltması, oksijen miktarını yükseltmesidir. Böylece suda yaşayan hayvanların ihtiyacı olan oksijen daima zengin halde bulunur (90).

2.3.6. ALGLERİN ECZACILIK AÇISINDAN ÖNEMİ

Alglerin eczacılıktaki önemli kullanım alanları başlıca fikokolloidleri sebebiyledir (8). Fikokolloidler emülsifiye edici, jelleştirici, stabilize edici, süspande edici ve kalınlaştırıcı özellik gösterirler (92). Fikokolloidlerin kolloid yapıcı özelliklerinden dolayı vücutta ilaç absorpsiyonunu etkiledikleri ve bu özellikleriyle değerlendirilmeleri gerektiği belirtilmiştir (9).

İlaç sanayinde aljinatlar hammadde veya yardımcı madde olarak kullanılır. Bu amaçla; yağ ve mumların sulu çözeltilerinde, tabletlerde dolgu maddesi olarak, yağlı kremlerin homojenizasyon ve stabilitesinin sağlanmasında, emülsiyon, süspansiyon, losyon pomat, sabun, şampuan, tampon, diş macunu ve pastil yapımında, bağırsakta çözünen ilaç formlarının kaplanmasında, kullanımları mevcuttur. Haricen; dermatolojik vakalarda kullanılan flaster, sargı ve bandajların ana maddesini oluşturan aljinatlar, dahilen bazı etken maddelerin (insülin, antibiyotik, hormon, vitamin gibi) enjektabl ve oral ilaç formlarında yardımcı madde olarak yer almaktadır (27, 32).

2.4. ALGLERİN ANTİMİKROBİYAL VE ANTİTÜMÖRAL AKTİVİTELERİ

Son yıllarda özellikle makroalglerden antiviral, antimikrobiyal, antikoagülan ve hücre büyümesini inhibe eden bazı metabolitlerin elde edilmesi yeni bir endüstriyel alanın doğmasına neden olmuştur. Böylesine biyolojik etkilere sahip bu bileşiklerin belirlenmesi yoğun araştırmalar sonucunda ortaya çıkarılabilmektedir (86).

2.4.1. ANTİMİKROBİYAL MADDELER VE ÖNEMİ

Antimikrobiyal maddeler, çok az yoğunlukta dahi mikroorganizma gelişimini engelleyen, biyolojik kökenli, ikincil metabolitlerdir. Bunlar mikroorganizmanın çoğalmasını engelleyici yani “bakteriyostatik” veya “fungustatik” olabildikleri gibi, mikroorganizmanın ölümüne neden olan yani “bakterisit” veya “fungusit” etkili maddeler olabilirler. Mikroorganizmalar tarafından üretilen, düşük moleküler ağırlıklı, organik doğal ürünler olan antimikrobiyal maddeler, seçici toksisiteye sahip olduklarından, çok düşük konsantrasyonlarda bile mikroorganizmaya zararlı olup, makroorganizmaya zarar vermezler (86, 87, 88).

Bitkilerle tedavi yöntemlerinin geçmişi çok eski yıllara dayanmaktadır. Son yıllarda sentetik kökenli maddelerin yan etkilerinin daha fazla olması, özellikle antimikrobiyal olarak kullanılan sentetik ilaçlara karşı organizmaların direnç oluşturmaları gibi nedenler, doğal kaynakların ve bu maddeleri taşıyan tıbbi bitkilerin önemini daha çok arttırmıştır. Belirgin bir antibiyotik direncinin, ciddi küresel bir sorun olduğu düşünülmektedir. Tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi, Türkiye’de de tıbbi açıdan önemli olan bitkiler, yüzyıllardan beri çeşitli hastalıkların tedavisi amacıyla kullanılmaktadır (86-88).

2.4.2. MAKROALGLERİN ANTİBİYOTİK AKTİVİTESİ

Antibiyotik aktiviteden sorumlu kimyasallar makroalglerde yaygın olarak bulunmaktadır. Bunlar arasında özellikle ilgi çekenler halojenlenmiş bileşikler, alkoller, aldehitler, hidrokinonlar ve ketonlardır (67). Antibiyotik özellikli terpenoitler de uzun bir listeye sahiptir ve bunların da birçoğu halojenlenmiştir. Steroller, heterosiklik ve fenolik bileşikler de zaman zaman antibiyotik özellik göstermektedir. Ancak bunların birçoğu için antibiyotik aktivite toksik konsantrasyonlarda sağlanabilmektedir. 1974 ve 1981 yılları arasında Roche Research Institute of Marine Pharmacology (RRIMP, Sydney, Avustralya) terapötik uygulamalar için kullanışlı yeni bileşikler bulma amacıyla, deniz flora ve faunası üzerine yoğun araştırmalar gerçekleştirmiştir (72, 79).

4 önemli alg grubundan (Chlorophyta 26 tür, Phaeophyceae 61 tür, Rhodophyta 58 tür, Cyanopyhta 7 tür) örneklerle yapılan bu çalışmada *in vitro* aktivitelerin büyük bir kısmının kahverengi alglerden elde edildiği ve *in vivo* aktivitelerin neredeyse tamamının kahverengi alg olan *Cystophora* türlerinden elde edildiği bildirilmiştir (7, 72, 79, 88). Bu bileşikler; *C. Torulosa* türünden rezorsinol, *C. scalaris* türünden floroglusinol ve *C. expansa* türünden δ -tokotrienol'dür (79).

Kırmızı alglerden elde edilen aktif bileşikler, genellikle halojenlenmiş ve yağda çözünür özellikte olup, *Ptilonia australasica* türünden pentabromopiron, *Delisea hypnoides* türünden tribromo bileşiği ve *D. fimbriata* türünden izole edilmiş fimbrolitlerdir. *Bryopsis* türlerinden elde edilen depsipeptid kahalalid A ve F *in vitro* olarak *Mycobacterium tuberculosis* türüne karşı etkisi ile dikkat çekicidir (79).

Kahverengi alglerden *Dictyopteris polypodioides* ilaç yapımında ve aljinik asit eldesinde kullanılmaktadır. *Dictyota divaricata* türü antibiyotik aktiviteye sahiptir (58). *Fucus vesiculosus* türü laminaran, mannitol, aljinik asit, giberellin ve değişik tuzların elde

edilmesinde, ilaç yapımında ve gübre olarak kullanılır. *Fucus serratus* türü de yine laminarin, aljinik asit ve antimikrobiyal etkili maddelerin elde edilmesinde kullanılır (86, 90). İyot bakımından zengindir, guatr hastalığına ve buna bağlı gelişen şişmanlığa karşı kullanılmaktadır (47).

Sargassum natans türü Kuzey Amerika'da emülsiyon formunda ilaçların hazırlanmasında, *Sargassum thunbergii* türü ise ilaç, yem ve gübre olarak kullanılır (39). Ülkemizde de bulunan *Sargassum* türlerinden olan *S. vulgare* yapısında antilipidemik madde içermektedir. Diğer *Sargassum* türleri de antilkoagülan ve ağrı kesici özelliği olan alglerdendir. *Cyrtoseria barbata* da yapısında antilipidemik madde bulunan ve denizlerimizde yayılış gösteren türlerdendir (39).

Macrocystis pyrifera türü B₁₂ vitamini yönünden zengindir ve anemide kullanılmaktadır. *Ascophyllum nodosum* özütlerinden gram negatif ve gram pozitif bakterilere karşı antibiyotik madde elde edilmektedir (14).

Kırmızı alglerden *Acanthopeltis japonica* türü besin olarak kullanıldığı gibi kolesterol oranını düşürdüğü de belirtilmektedir. *Porphyra atropurpurea* gibi bazı kırmızı algler “yara lapası” olarak kullanılır. *Sphaerococcus cartilagineus* ise Çin tıbbında kullanılan türlerdendir (39).

Karadeniz'de bulunan *Phyllophora nervosa* tıp ve eczacılıkta fikokolloid kaynağı olarak kullanılmaktadır (81). *Chondrus crispus* türü uzun süre Avrupa'da ilaç ve besin olarak kullanılmıştır (17). *Gloiopeltis lichenoides* 'in de Çin tıbbında kullanımını bulmaktadır (86, 87).

2.4.3. ALGLERİN SİTOTOKSİK, ANTİMİTOJENİK, ANTİKANSER VE ANTİTÜMÖR AKTİVİTESİ

Deniz alglerinin antitümöral aktivitesi ilk kez Nakazawa (1974) tarafından sulu ekstrelerde incelenmiştir (86). Sulu ekstrelerin polisakkarit içeriğinin antitümör aktivite ile ilişkili olduğu belirtilmiştir.

Noda ve arkadaşları; kırmızı, yeşil ve kahverengi alglerden oluşan 24 türün polisakkarit ve lipid fraksiyonlarının antitümör aktivitesini Ehrlich Karsinoma'ya karşı incelemişler ve *Scytosiphon lomentaria*, *Lessonia nigricans* ve *Laminaria japonica* 'nın kayda değer etki gösterdiğini belirtmişlerdir (48, 50, 55, 82). Bu inhibisyon etkisinin fukoidan preparasyonlarından, karregen ve porfirandan kaynaklandığı, kahverengi alglerden elde edilen çeşitli glikolipit ve fosfolipit fraksiyonlarının da Meth-A. fibrosarkomaya karşı etkili olduğu bildirilmiştir (48, 50, 55, 82).

Alglerden elde edilen sitotoksik ve antitümör etkili daha spesifik bileşikler de araştırılmakta ve bildirilmektedir. *Bryopsis* türlerinden elde edilen Kahalalid F antikanser ve antitümör özelliklere sahiptir (87). Bu madde akciğer, kolon ve prostat kanserinin kontrolünde etkili bulunmuş ve insan akciğer karsinomasında kullanılan terapötikler arasında olası etken bileşen olarak patentlenmiştir. Karaciğer karsinomasının sağültimında da Faz II klinik çalışmalarına geçilmiştir (9, 86, 87).

Çeşitli sülfatlanmış makroalgal polisakkaritlerin de sitotoksik aktiviteleri bilinmektedir (72). Fukoidanların farelerde antitümör, antikanser, antimetastatik ve fibrinolitik özelliklerde olduğu ve ayrıca hücre proliferasyonunu azalttığı bilinmektedir. Laminaran'ın (laminarin) enzimatik etkisi ile üretilen Translam (1→3:1→ 6-β-D- glukanlar) da antitümör etkilidir (86).

Ulva'nın normal ya da kanserleşmiş kolonik epitelyum hücrelerine sitotoksik ve sitostatik etkisi bildirilmiştir (34, 59).

Chondria atropurpurea türünden izole edilen Kondriamid A, insan nazofaringeal ve kolorektal kanser hücrelerine karşı sitotoksik etkilidir (79).

Terpenler, sitotoksik ve antitümör aktivitelerde son derece geniş bir aralığa sahiptir. Örneğin *Caulerpa taxifolia* türünden elde edilen kaulerpenin, birçok insan hücre hattına karşı sitotoksik, antikanser, antitümör ve antiproliferatif özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir (5).

Cystoseira mediterranea türünden elde edilen hidrokinon diterpen olan mediterraneol, mitotik hücre bölünmesinin inhibitörüdür (22).

Cystophora usneoides türünden elde edilen terpenler usneoidin E ve Z de, antitümör özelliklere sahiptir (83).

Özellikle son yıllarda deniz alglerinin antimikrobiyal (antibakteriyel ve antifungal) ve antitümöral aktiviteleri üzerine birçok araştırma gerçekleştirilmiştir (5, 29, 52, 60, 80).

Türkiye'de de deniz alglerinden elde edilen maddelerin antimikrobiyal etkileri üzerinde araştırmalar devam etmektedir (20, 33, 37, 43, 54, 74).

Türkiye deniz alglerinin antimikrobiyal aktivitelerini belirlemek amacıyla yapılan araştırmalarda; kahverengi alg (Phaeophyceae), kırmızı alg (Rhodophyta) ve yeşil alglerden (Chlorophyta) *Dictyopteris membranaceae*, *Cystoseira barbata*, *Cystoseira compressa*, *Cystoseira mediterranea*, *Halopteris scoparia*, *Halopteris filicina*, *Cladostephus spongiosus*, *Dictyota dichotoma*, *Colpomenia sinuosa*, *Ectocarpus siliculosus*, *Padina pavonica*, *Dictyota linearis*, *Corallina officinalis*, *Jania rubens*, *Acanthophora najadiformis*, *Laurencia*

papillosa, *Hypnea musciformis*, *Gracilaria gracilis*, *Ceramium rubrum*, *Enteromorpha linza*, *Ulva rigida* ve *Codium fragile* gibi birçok tür üzerinde çalışılmıştır (6, 31, 71, 74).

Haliki ve arkadaşları, Foça ve Karaburun'dan topladıkları 9 kahverengi ve kırmızı alg türünde kayda değer bir antifungal aktiviteye rastlanmadığını belirtmişlerdir (43).

Karabay-Yavaşoğlu ve arkadaşları, *Jania rubens* (Corallinales, Rhodophyceae)'in metanolik ve kloroform ekstralarının önemli bir inhibitör etkiye sahip olduğunu, buna karşın uçucu yağları açısından test organizmalarına karşı önemli bir etkiye rastlanmadığını belirtmişlerdir (54).

Ayrıca Özdemir ve arkadaşları, *Dictyopteris membranacea* ve *Cystoseira barbata*'nın uçucu yağları açısından test organizmalarına karşı önemli bir etkiye sahip olmadığını, bunun yanı sıra her iki alg türünün metanolik ekstralarının hekzan ekstralarından daha fazla bir inhibitör etkiye sahip olduğunu rapor etmişlerdir (33).

Tüney ve arkadaşları, *Ulva rigida*'nın kuru örneklerinde *S. aureus*'a karşı aktivite saptanamazken taze örnek ekstresinin bu mikroorganizmaya karşı belirgin bir inhibitör aktiviteye sahip olduğunu belirtmişlerdir (24, 87).

Taşkın ve arkadaşları ise, Türkiye'nin Kuzey Ege kıyılarından topladıkları algler üzerine yaptıkları çalışmada özellikle *Corallina officinalis* türünün kayda değer bir antibakteriyel aktiviteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu türden elde edilen ekstraların *Enterobacter aerogenes* türüne karşı 34mm'lik bir inhibisyon zonu oluşturduğu rapor edilmiştir (69).

2.5. CHLOROPHYTA 'NIN SİSTEMATİĞİ VE BOTANİK ÖZELLİKLERİ

Sistematik:

Classis 1: Chlorophyceae

Classis 2: Conjugatophyceae

Classis 3: Charophyceae

CLASSIS : Chlorophyceae

Yeşil alglerin en büyük sınıfını oluşturan bu grup 7 ordaya ayrılır (27):

Ordo 1: Tetrasporales

Ordo 2: Volvocales

Ordo 3: Chlorococcales

Ordo 4: Ulotrichales

Ordo 5: Chaetophorales

Ordo 6: Cladophorales

Ordo 7: Siphonales

ORDO: Ulotrichales

İpliksi ya da geniş talluslu yapılara sahip alglerdir. Hücrelerinde çoğunlukla tek çekirdek ve tek kloroplast bulunur. Tallusları suda serbest yüzer ya da rizoide benzer bir kısım ile zemine tutunarak sabit yaşarlar. Belli başlı 3 familyası vardır (27).

Familya 1: Ulotrichaceae

Familya 2: Ulvaceae

Familya 3: Oedogoniaceae

FAMILYA: Ulvaceae

Tüpsü ya da şeritsi talluslardan oluşmuş oldukça büyük ve çoğunluğu denizde yaşayan alglerdir. Tallusları tek ya da 2 hücre tabakasından oluşmuştur. 3 cinsi bulunmaktadır (27):

Genus 1: *Monostroma* Wittr.:

Tallusu yapraksı ve çok incedir, tek sıralı hücre tabakasından oluşmuştur. Japonya'da denizde üretilerek "Aonori" adı altında besin olarak satılmaktadır (27).

Genus 2: *Ulva* L.:

"Deniz marulu" olarak da isimlendirilen bu alg denizlerde, özellikle kirli ortamlarda kozmopolit olarak gelişmektedir. Sap şeklinde kısa bir ayakla zemine tutunan algin üst kısmı oldukça geniş ve kalınlığı 2 hücre tabakasından ibarettir (27).

Teşhis:

Tallus oval, kenarlar düz, pirenoid 1 (-2), apikalde membran kalınlığı 50 μ 'dan az
.....→ *Ulva lactuca* L.
(15).

Ulva lactuca'nın kenarlarının düz oluşu ya da ender olarak çıkıntılı olması ve orta kısmının enine kesitindeki hücre biçimi *Ulva lactuca*'yı, *Ulva rigida*'dan ayırmaktadır (5).

Morfolojik olarak benzerlikler gösteren *Ulva* ile *Enteromorpha* türleri karşılaştırılacak olursa; *Ulva* türlerinde enine kesitte iki sıra hücre birbirine adeta yapışırken *Enteromorpha* türlerinde boşluklara rastlanmaktadır (12).

Genus 3: *Enteromorpha* Harv.:

Ulva'ya benzer renkte olan bitkinin tallusu tüpsü yapıdadır. 10-50cm boyundadır. *Ulva* türlerinin yaşadığı yerlerde görülebilir. Çeşitli türleri vardır. *E. intestinalis* Grev. *E. linza*, ve *E. compressa* Grev. Ege, Akdeniz ve Karadeniz'de sık görülen türlerinden bir kaçıdır (27).

Botanik özellikleri:

Yeşil algler diğer alg gruplarına göre kloroplastları ve içerdikleri pigment maddeleri yönünden oldukça büyük farklılıklar göstermektedir. Bunlarda klorofil a ve b bulunmaktadır. Ayrıca yüksek bitkilerdeki gibi β -karoten, ksantofil (lutein, neoksantin, zeoksantin, astaksantin) gibi pigment maddeleri de içermektedir (90).

300'den fazla genus ve 10.000 kadar türle temsil edilen yeşil algler su florasının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. %90'ı tatlı sularda, %10'luk bölümü denizlerin sığ bölgelerinde yayılış gösterir (Charophytes). Bazıları karasaldır (Chlorophytes). Ayrıca ağaç ve kayalarda yetişenleri bulunmaktadır (Trebuxiophytes). Bazı türler mantarlarla bir araya gelerek likenleri oluştururlar. Bazıları hayvanlarla (örneğin tatlı su selenterleri) simbiyotik yaşam kurarken, *Chlorella*'nın bir türü *Paramecium bursoria* ile birlikte yaşar. Yüksek bitkiler üzerinde epifit olarak yaşayanları ve planktonik olanları bulunmaktadır (12, 25, 90).

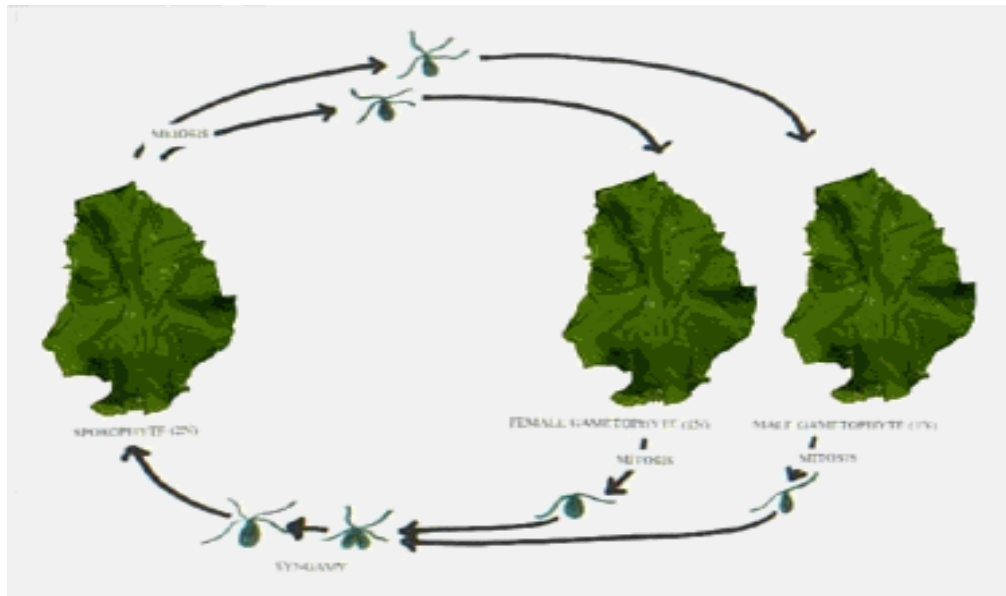
Yeşil alglerin yüksek bitkilerin atası olduğu düşüncesi zaman içinde hep tartışılmıştır ancak bu konuda kesin kanıtlar bulunmamaktadır. Chlorophyta, yeşil alglerden çok yüksek bitkilere yakın bir alg grubu olarak bilinmektedir (25).

Yeşil algler tek hücreli, çok hücreli; hücreleri ise tek veya çok çekirdekli olabilir. Kloroplastları ve çekirdekleri membrana bağlı konumlanmıştır. Karakteristik olan yeşil renk temelde klorofil a ve b varlığına bağlıdır (32, 85, 90).

Üremeleri eşeyli ve eşeysizdir. Eşeysiz üreme, zoospor ya da aplanosporla olur. Armut görünüşünde olan zoosporlar eşit uzunlukta 2 ya da 4 kamçılıdır. Eşeyli üreme; izogami, anizogami ve oogami ile olur (12, 26).

2.6. *ULVA* CİNSİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ

“Deniz marulu” olarak isimlendirilir. Kirliliğe toleransları yüksektir (32). Gelişimlerinde mutlaka ışığa gereksinim gösterirler, bu yüzden genelde su yüzeyinin üst tarafında yayılış gösterirler. Üremelerinde izomorf döl almaşı görülür. Burada morfolojik yönden benzer gametler birleştiği için, izogametogami görülür. Eşeyli ve eşeysiz ürerler. Eşeysiz üremeleri zoosporla, eşeyli üremeleri izogami ile olur (12, 32). Hayat devrelerinde biri diploid, diğeri haploid olmak üzere iki nesil vardır. Bu yüzden haplodiploid bir döl almışı görülür. Haploid evre gametofit, diploid evre sporofit olarak isimlendirilir (27).



Şekil 5: *Ulva* sp. hayat döngüsü

Gametofit (haploid) nesilde tallus hücre içeriği, mitoz ile iki kamçılı gamet verir. Bu gametler, farklı hücrelerden gelenlerle birleşerek zigotu oluşturur. Buradaki zigot diploittir. Zigot çimlenerek diploid bitkiyi oluşturur. Sporofit adını alan bu bitkinin tallusu gametofitinkine benzer. Bu mayoz geçirerek zoosporları verir. Hücrenin erimesiyle serbest hale geçerler, haploid gametofiti verir. Bu şekilde hayat döngüsü devam eder. Gametofit ve sporofit evre *Ulva*'da eşittir yani haploid evre diploid evreden daha uzun değildir (12, 27, 32).

Nehir ağzı dibinde çamurlu substrat hakim olduğundan, makroalglerin gelişimi için uygun değildir. Bu nedenle nehir ağzı su içi makroflorası sınırlı sayıda yeşil alglerden oluşmuştur. Bunlardan birisi de *Ulva*'dır. Bentik bitkiler yaşadıkları ortamda oluşacak pH değişimlerine karşı toleranslıdır. Örneğin *Ulva* genusunun 9.4'lük pH ortamında fotosenteze devam ettiği gözlenmiştir (12, 32).

Tallusları 15-20cm kadar büyüklükte, şerit şeklinde olan bu algler, denizlerde ve acı sularda 30 kadar tür ile temsil edilmektedir. Kirli denizlerde yayılış gösteren *Ulva* türleri üzerinde yapılan gözlemlerde oksijen konsantrasyonlarındaki artışa paralel olarak hücre boylarının, dolayısıyla tallus boyunun küçüldüğü görülmüştür (32, 73). Ayrıca *Ulva lactuca* azot yönünden çok zengin ortamlarda daha iyi gelişme göstermektedir. Bu yüzden "nitrofil formlar" olarak da adlandırılır. Bu grup yeşil algler genelde sahillerde yayılış gösterirler (15).

Bu türlerin genel olarak dış görünüşleri ve taşıdığı özellikler benzerdir. *Ulva* tallusundan enine kesit alındığında iki sıra halinde dizilmiş hücreler görülür. Bu hücrelerin içinde at nalı şeklinde kromatofor bulunur. *Ulva* türlerindeki bütün hücreler fotosentez pigmenti (kloroplast) içerirler (15). Hücrelerarası bağlantı bölgeleri yani plasmodezmler içermediği için karışık bir koloni görünümündedir (15).

Sistematik:

Divisio: Chlorophyta Pascher, 1914.

Classis: Chlorophyceae Kützing, 1985.

Ordo: Ulvales Blackmann et Tansley, 1902.

Familia: Ulvaceae Lamouroux orth mut Dumortier, 1823.

Genus: *Ulva* Linnaeus emend Thuret, 1854.

Species: *Ulva lactuca* Linnaeus 1753.

Dünyadaki Yayılışı:

Dünyada; Lübnan, Fransa, İtalya, Adriyatik, Libya, Kızıldeniz, Suriye, Bermuda, Florida, Venezuela, Panama, Alaska, Kaliforniya kıyıları, Kuzey Denizi ve Baltık Denizi'nde yayılış göstermektedir. Dünya denizlerinde 30 kadar türü bulunmaktadır (15, 90).

Türkiye'deki Yayılışı:

Ülkemizde; Ege Denizi (Çandarlı Körfezi sahil boyunca 0 - 4m derinliklere kadar, İzmir Körfezi, Midilli Adası). Marmara Denizi ve Karadeniz'de yayılış göstermektedir. Türkiye denizlerinde pek çok türü bulunmaktadır: *U. reticulata*, *U. lactuca*, *U. japonica*, *U. pertusa*, *U. rigida*, *U. clathrata*, *U. compressa*, *U. fasciata*, *U. flexiosa*, *U. intestinalis*, *U. klynii*, *U. linza*, *U. procera*, *U. prolifera*, *U. radiata* (10, 43) (Resim 1-12).

2.6.1. *ULVA* CİNSİNE AİT TÜRLER



Resim 1: *U. reticulata*'nın genel görünüşü



Resim 2: *U. lactuca*'nın genel görünüşü



Resim 3: *U. japonica*'nın genel görünüşü



Resim 4: *U. pertusa*'nın genel görünüşü



Resim 5: *U. rigida*'nın genel görünüşü



Resim 6: *U. clathrata*'nın genel görünüşü



Resim 7: *U. compressa* 'nın genel görünüşü



Resim 8: *U. fasciata* 'nın genel görünüşü



Resim 9: *U. flexuosa* 'nın genel görünüşü



Resim 10: *U. intestinalis*'in genel görünüşü



Resim 11: *U. linza*'nın genel görünüşü



Resim 12: *U. prolifera*'nın genel görünüşü

2.7. ALGLERİN ve *ULVA LACTUCA* 'NİN KİMYASAL İÇERİĞİ

Algler deniz ekosisteminde primer üretici canlılar olarak; içerdikleri asit, alkoloit, amin, selüloz, enzim, glikozit, iz elementler (Ga, Zn, Ni, Co, Fe, Mn, Ca, Cr, B, Na, Mg, Al, F, K) ve inorganik mineraller, lipidler, steroller, steroitler, yağ asitleri, fenolik bileşenler, fitohormonlar (auxin, giberellin), pigmentler, protein, peptit, aminoasit, vitamin (C, B₁₂, H, folik asit, nikotinik asit, pantotenik asit, B₂, B₁, E, K) ve uçucu bileşenler (asetik, akrilik, butirik, formik, miristik, palmitik asit, aldehit, alkol, terpen ve fenoller) ile oldukça önemli bir yere sahiptirler (8, 11, 52, 62, 78, 80, 81, 92).

Alglerle yapılan toksikolojik bir çalışmada kimyasal ve biyolojik analizler sonucu örneklerde herhangi bir fitotoksin, mikotoksin veya bakteriyel toksine rastlanmamıştır (80).

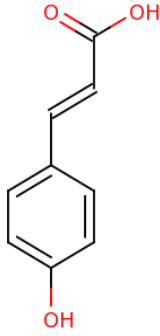
Fenolik yapılı bileşikler insan metabolizmasında önemli görevler üstlenen sekonder metabolitlerdir (14). Oksidatif hasar, reaktif oksijen türlerinin nükleik asit, lipit, protein ve diğer hücre bileşenlerine zarar vermesi ile meydana gelir (29, 52, 57). Bu durum ileride kanser, koroner kalp rahatsızlıkları, katarakt ve nörodejeneratif hastalıklara zemin oluşturacak bir tablodur (29, 52). Fenolik bileşenler enzim inhibisyonu ve protein denatürasyonu yaparak antioksidan aktivite gösterirler. Pek çok araştırma fenolik yapıdaki maddelerin antioksidan aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir (45, 53, 64, 77).

Alglerde fenol, flavonoit ve tanen gibi fenolik yapıdaki bileşenlerin bulunması antioksidan aktivitenin ve serbest radikal kovucu etkinin bulunduğuna işarettir (45, 53, 58, 64). Alg ekstreleri ile yapılan çalışmalarda ekstrede bulunan polifenollerin antioksidan etki gösterdiği belirtilmiştir (64, 58). Sıçanlarla yapılan bir çalışmada kırmızı ve yeşil alglerin cilt, göğüs ve barsak kanserine karşı koruyucu etki gösterdiği; bu etkinin alg ekstrelerinde yer alan fenolik bileşenlerin, sıçan karaciğerindeki antioksidan enzimlerin aktivitesini arttırıp lipit oksidasyonunu azaltmasıyla gerçekleştiği tespit edilmiştir (58).

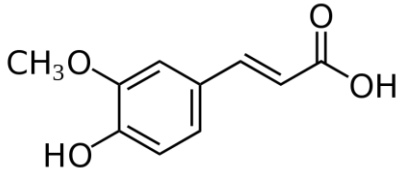
Alglerden elde edilen çok sayıda fenolik yapılı bileşen vardır. Bunların başlıcaları; şikimik asit, şikimat, fenilpropanoit, fenolik asit, kumarin, lignan, flavonoid, antosiyanin, tanen ve kinondur (80).

Tüm fenolik bileşikler ve polifenoller beş ana grupta toplanmıştır (91):

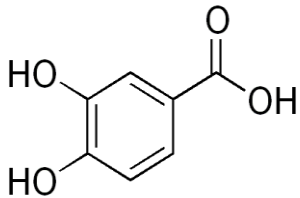
1.Basit Fenoller ve Fenolik Asitler



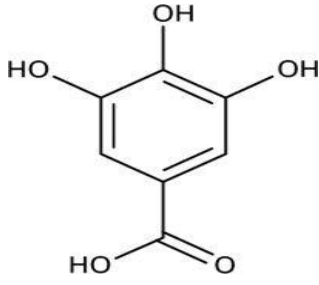
Şekil 6: p-kumarik asit



Şekil 7: ferulik asit



Şekil 8: protokateşuik asit

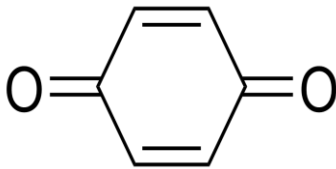


Şekil 9: gallik asit

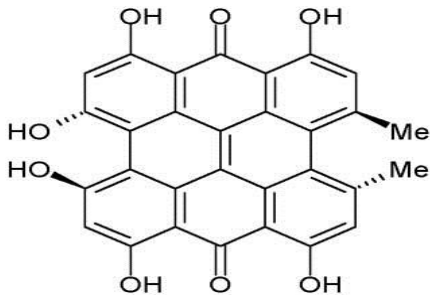
Bunlar, en az bir serbest veya kapalı hidroksil grubu taşıyan, en az bir aromatik halkadan oluşan, substitüe fenolik zincir içeren basit biyoaktif fitokimyasallardır (91) (Şekil 6-9).

2. Kinonlar

Tipik bir kinon molekülü, iki adet keton substitüenti taşıyan aromatik halka yapısındadır (91). Kinonlar oldukça aktif bileşiklerdir, bitkilerdeki renk ve pigmentasyondan sorumludurlar. İnsandaki melanin biyosentez yolağının ara basamağında görev alırlar (58, 91) (Şekil 10, 11).

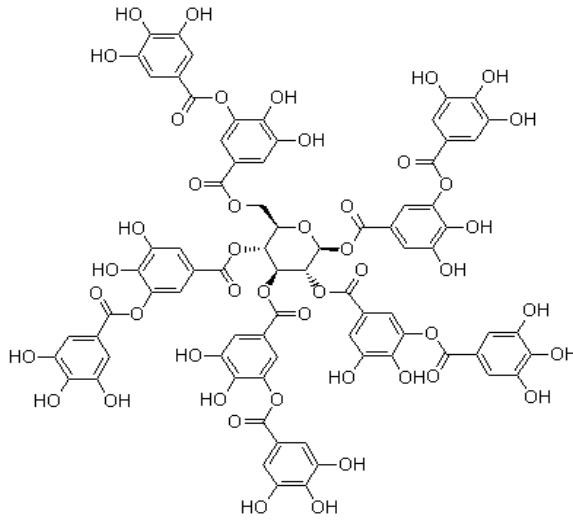


Şekil 10: p-kinon



Şekil 11: hiperisin

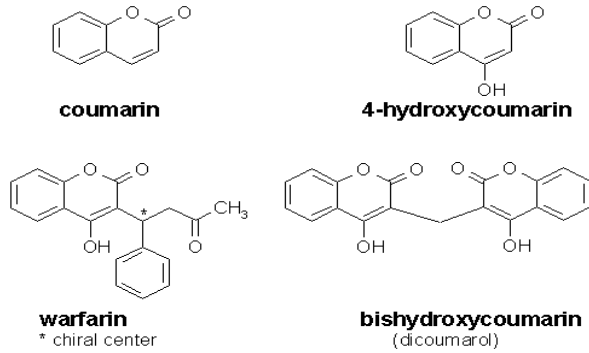
3. Tanenler



Şekil 12: Tanenlerin genel yapısı

Astrenjan özelliği olan bir grup polimerik fenolik bileşiktir. Tanenler kinon monomerleri veya flavonoid türevleridir (80) (Şekil 12).

4. Kumarinler

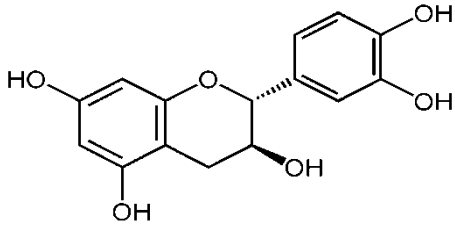


Şekil 13: Kumarin yapısı ve türevleri

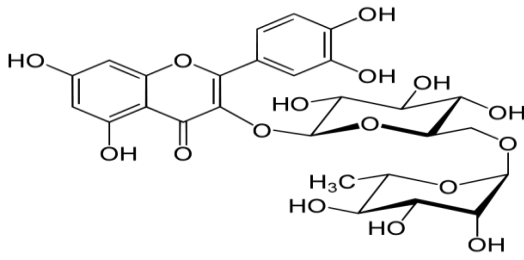
Benzen ve α -piron halkası temelli fenolik bileşiklerdir. Antitrombotik, antiinflamatuvar ve vazodilatör etkilidirler (58, 80, 91) (Şekil 13).

5. Flavon, Flavonoit ve Flavonoller

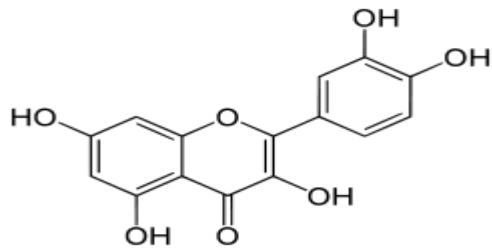
Flavonoitler, kromon türevi maddelerdir. Fenilkromon çekirdeğinin hidroksilli türevleri olan flavonoitler, bitkiler aleminde yaygın olarak bulunan sarı pigmentlerdir. Çeşitli flavonoitler arasında flavon, flavanon, dihidroflavonol, kalkon, dihidrokalkon ve auron'lar sayılabilir (85) (Şekil 14-17).



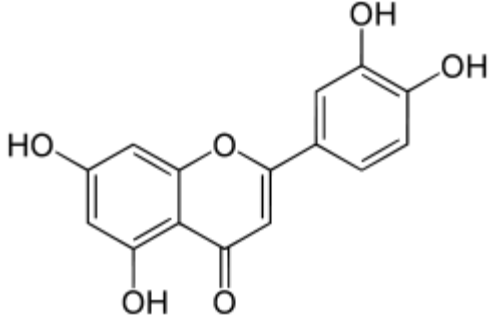
Şekil 14: kateşin



Şekil 15: rutin



Şekil 16: kersetin



Şekil 17: luteolin

2.8. ALGLERİN SUDAN KARAYA GEÇİŞİ

Yeşil algler ve karasal bitkiler arasındaki bağlantı biyologlar için evrimsel filogeninin henüz ortaya çıkmadığı zamanlardan, yüzyıllar öncesinden beri bilinmektedir. 1950 yılından itibaren Chlorophyta ve karasal bitkilerin monofiletik bir grup olduğu yani ortak kökenden türedikleri bilinmektedir (11, 62).

Günümüzde ise fosil verileri ve morfolojik verilerle birlikte, yapılmış olan moleküler çalışmalarla elde edilen veriler kullanılmaktadır. Bu veriler, tüm alglerin (sucul ve karasal) ve sucul yeşil alglerden köken almış olan karasal bitkilerin evrimsel bağlantılarını gösteren kladogramlarla ortaya konmuştur (11).

“Kladogramlar” moleküler ve morfolojik verilerin sonucunda canlı gruplarının birbirleriyle olan evrimsel ilişkilerini zaman ve yakınlık bakımından ortaya koyan şemalara verilen addır. Bu şemalar genellikle eldeki verilerle yapılan maksimum benzerlik analizleri sonucunda ortaya çıkarılırlar. “Klad” ise bu haritalar üzerindeki herhangi bir monofiletik gruba verilen genel addır (62) (Tablo 2).

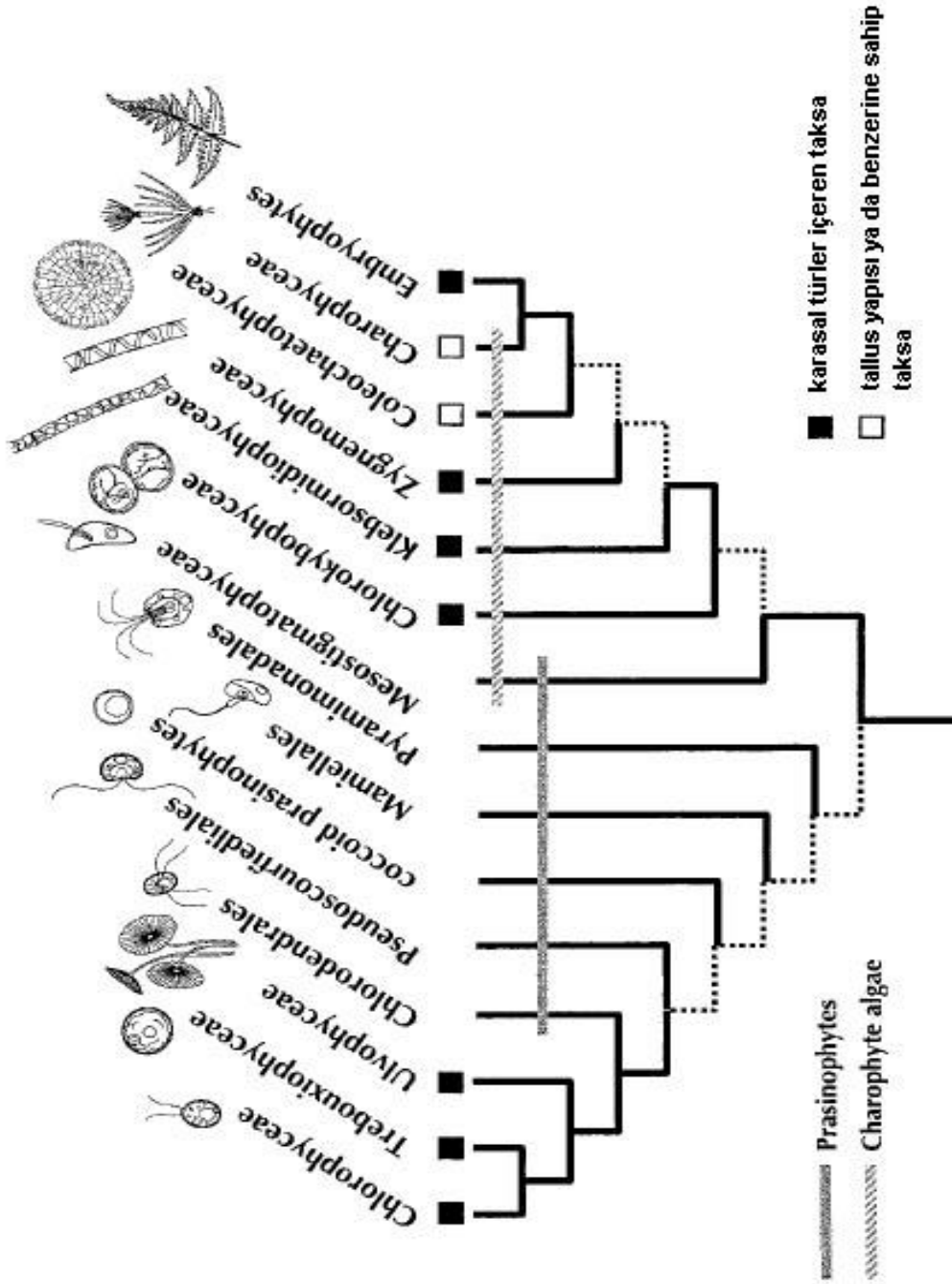
Yapılan çalışmalara göre yeşil alg soyu bir buçuk milyar yıl öncesinde ortaya çıkmıştır ve karasal bitkilerin bu soydan ayrılması 425–490 milyon yıl önce meydana gelmiştir (11, 62).

Bu tip evrimsel dallanmaların büyük ekolojik değişimlerle eşzamanlı olarak gerçekleştiği jeolojik ve paleontolojik kayıtlarla da ortaya konmuştur. Çevresel baskıların şiddetlendiği dönemlerde meydana gelen yoğun seçilim baskıları canlıların çeşitlenmesinde itici bir güç olmuştur (11).

Karada yaşayan en eski iletim demetli bitki fosili *Cooksonia*'ya Silüriyen çağında rastlanmıştır. Bu çağ, suların gelgitlerle çekildiği bir dönemdir. Suların bu şekilde çekilmesi kıyılarda alglerin kuruluğa ve diğer uç koşullara (aşırı sıcak, aşırı tuzluluk gibi koşullarda yaşayabilen alg türleri günümüzde de yaşamlarını sürdürmektedirler) dayanabilecek şekilde seçilmesine neden olurken, çeşitli lagünlerin ve bataklıkların da yeni habitatlar oluşturmasına izin vermiştir (62).

Bu seçilim baskıları bitkisel evrimin yeni bir yola girmesine yol açmıştır. Silüriyen çağından itibaren karasal bitkiler, karasal hayvanların da ortaya çıkışıyla birlikte yeni tozlaşma yöntemlerine adapte olarak hızla çeşitlenmeye başlamıştır (11, 62).

Tablo 2: Kladogram



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. KULLANILAN GEREÇLER

- Hassas terazi (Bot Chyo MK – 500 C, HGB2WT)
- Mekanik öğütücü (Bot Waring, Commercial Blender)
- Rotavapor (Heidolph, Hei – VAP - Value)
- Buzdolabı (+4 °C White Westinghouse MRAD17V9 GS, -20 °C White Westinghouse MUFD17V9, -80°C Nuair NU- 94835, NU- 9668 E)
- Ultrasonik su banyosu (Elma, D 78224)
- Liyofilizatör (Labconco, 091218815 C)
- Etüv (NÜVE, BM02)
- UHPLC (Ultra Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi) sistemi
Pompa (Accela 925 182)
Otomatik örnekleyici (Accela 75 0653)
Detektör (Accela PDA 80 Hz 94018)
- UHPLC kolon (Hypersil Gold Dim. , 50*2,1mm)
- Enjektör filtresi (Chromafil Xtra PTFE 20125 ‘0 ppm, 25mm)
- Vorteks (IKA M53 Digital)

3.2. KULLANILAN KİMYASAL MADDELER

- Metanol (Analitik saflık, Merck)
- Metanol (HPLC saflık, Sigma Aldrich)
- Etanol (Analitik saflık, Merck)
- Aseton (Analitik saflık, Merck)
- ACN (Analitik saflık, Merck)

- Asetik asit (Analitik saflık, Merck)
- UP water

3.3. BİTKİSEL MATERYAL

Bu çalışmada incelenen *Ulva lactuca* L. bitkisi doğal yayılış alanı olan İzmir-İnciraltı kıyıları Taş Köprü yakınlarındaki Pelikan Feneri (14 m derinlik) lokalitesinden 13.12.2011 tarihinde toplanmıştır. Herbaryum örnekleri İZEF Herbaryumu'nda kayıtlıdır (İZEF 5918).

3.4. BİTKİNİN BOTANİK YÖNDEN İNCELENMESİ

Bitki örnekleri morfolojik açıdan detaylı olarak incelenmiştir. Çalışmalar anatomik verilerle de desteklenmiştir. Hazırlanan herbaryum örnekleri fotoğraflanmıştır.

3.5. BİTKİNİN KİMYASAL YAPISININ İNCELENMESİ

3.5.1. ÇALIŞILAN DEĞİŞKENLER

Farklı saklama koşullarında *Ulva lactuca*'daki fenolik bileşiklerin incelenmesi işlemi, aşağıda belirtilen sistem ile ekstraksiyona hazırlanmıştır:

Toplanan *Ulva lactuca* örnekleri 2 ana gruba ayrılmıştır: 1.grup süzölmüş (S), 2.grup deniz suyunda bırakılmıştır (D).

Süzölen örnekler kendi aralarında 3 gruba ayrılmıştır: 1.grup alüminyum folyoya sarılıp sıvı azot tankına konmuş (SN) ve -180°C de saklanmıştır. 2.grup kuru buza konmuş (SB) 0°C'de saklanmış, son grup ise hiçbir müdahalede bulunulmadan laboratuvara getirilip oda sıcaklığında bırakılmıştır (SO).

Laboratuvara deniz suyunda getirilen örnekler de kendi aralarında 2 gruba ayrılmıştır: 1.grup süzölmüş (DS), diğer grup ise önce distile su ile yıkanıp daha sonra süzölmüştür (DD).

Kurutma işlemi için bütün gruplar kendi aralarında 3'er gruba daha ayrılmıştır: Örnekleri kurutma yöntemi olarak liyofilizasyon (L), etüv (E) ve gölgede-oda sıcaklığında bekletme seçilmiştir (G).

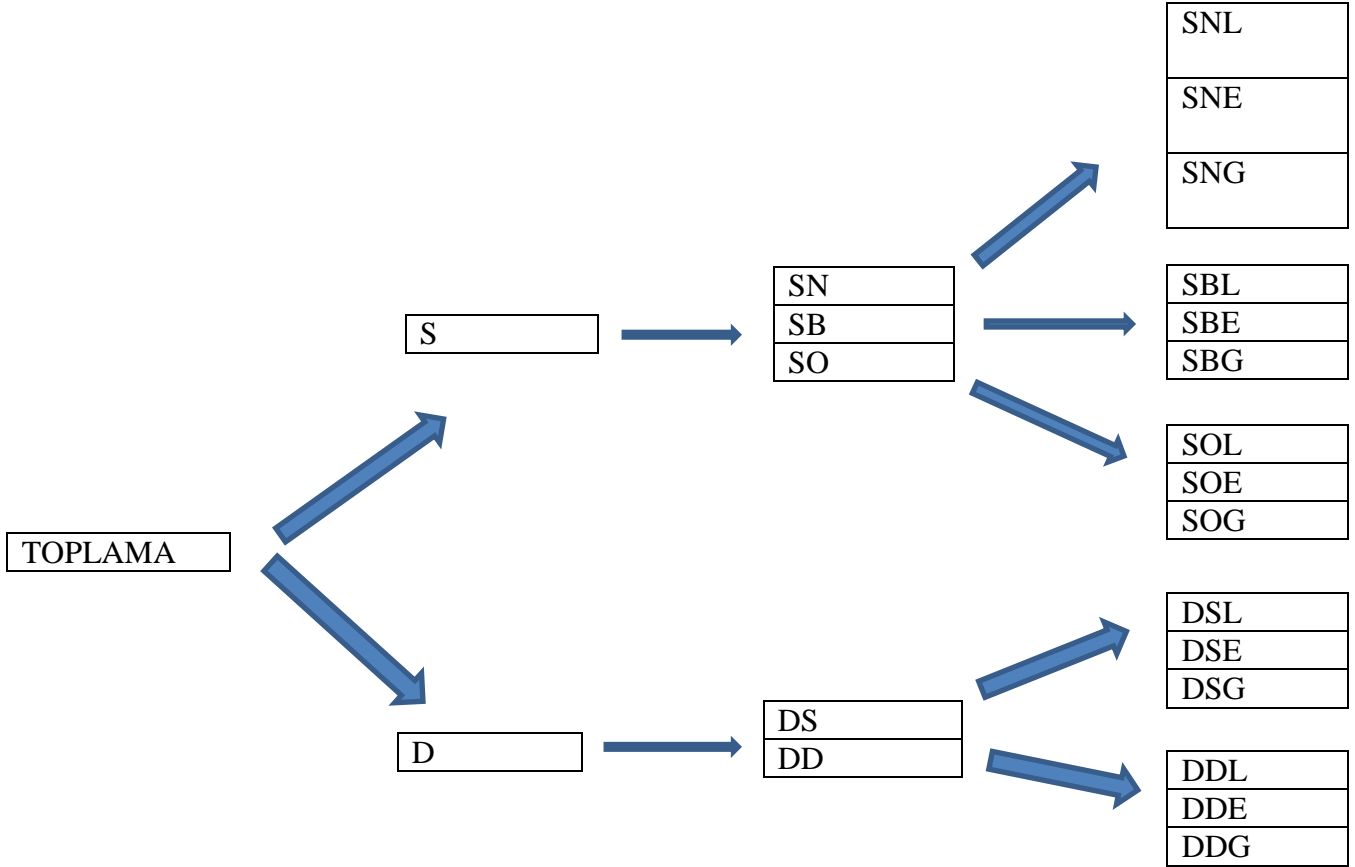
Liyofilizatörde kurutulacak olan örnekler (SNL, SBL, SOL, DSL, DDL) 48 saat süreyle -80°C'de bekletilmiştir. Daha sonra liyofilizatörde vakum ile suyundan arındırılmış ve desikatöre alınmıştır.

Etüv için süzgeç kağıtlarına konulup hazırlanan örnekler (SNE, SBE, SOE, DSE, DDE) 4 gün süreyle 40°C'de kalmış, kuruduktan sonra desikatöre alınmıştır.

Son örnekler ise 2 hafta süreyle gölgede oda sıcaklığında kurumaya bırakılmış (SNG, SBG, SOG, DSG, DDG), kuruma işlemi tamamlandıktan sonra desikatöre alınmıştır (Tablo 3).

Stabilize edilen tüm örnekler değirmen ile toz haline getirilip homojenize edilmiş ve ekstraksiyon işlemine hazırlanmıştır. Kuru ağırlıklar ve kayıp miktarları da hesaplanmıştır (Tablo 4).

Tablo 3: Saklama koşullarına ait kısaltmalar



Tablo 4: Kuru ağırlıklar ve kayıp miktarları

Örnek	Kuru Ağırlık (g)	Homojenize edildikten sonraki ağırlık (g)
SOE	24,7	23,37
DDG	9,30	8,77
DDE	8,67	8,10
SBE	37,21	35,54
SBL	49,54	45,25
SOL	34,46	31,38
DSE	25,06	24,26
DDL	8,91	8,57
DSL	31,05	29,78
SNE	16,95	16,22
SBG	52,57	44,13
SNL	24,14	22,40
SOG	20,87	19,42
DSG	25,57	23,98
SNG	26,78	24,78
TOPLAM	KURU	TOZ
	395,68	365,95
		KAYIP= 29,73

3.5.2. BİTKİ ÖRNEKLERİNİN EKSTRAKSİYONU

Ulva lactuca bitkisinin ekstraksiyon metotlarının fenolik kompozisyonuna etkisinin araştırılması amacıyla;

Soxhlet ekstraksiyonu (Aseton) ve Ultrasonik ekstraksiyon (Metanol) gerçekleştirilmiştir.

Soxhlet Ekstraksiyonu: 4'er gram tartılan örnekler cam balona konup 870 ml çözücü (aseton) içerisinde 40°C' da 10 saat süreyle soxhlet ekstraksiyonuna tabi tutulmuşlardır. Çalışmanın daha hızlı yürütülebilmesi için aynı anda paralel iki soxhlet ekstraksiyonu yapılmıştır. Ekstraksiyon tamamlandıktan sonra kuru ekstre elde etmek için çözücüler basınç kontrollü rotavaporda uçurulmuştur (38). Ekstreler, HPLC analizine kadar – 80 °C'de saklanmıştır.

Ultrasonik Ekstraksiyon (Ultrasonik Su Banyosu): 4'er gram tartılan örnekler 29/32 şilifli cam balona konup 100ml çözücü (metanol) içerisinde 45 dakika süreyle ultrasonik banyoda bekletilmiştir (13). Sıcaklık 30°C'de kontrol altında tutulmuştur. Ekstraksiyon işlemi tamamlandıktan sonra ekstreler filtre kağıdından süzülmüştür. Kalan örneklerin üzerine 100ml metanol eklenerek, artık işlemini uygulamak için tekrar 45 dakika süreyle ultrasonik ekstraksiyon yapılmıştır. Bu işlemlerin sonucunda çözücü, basınç kontrollü rotavaporda uçurulmuştur (13). Kuru ekstreler HPLC analizine kadar – 80 °C'de saklanmıştır.

HPLC Analiz Metodu:

HPLC analizlerinde kullanılmak üzere; çalışma bitkilerinden elde edilen toz ekstrelerden 1'er mg tartılmış, 200µl metanol ilavesinden sonra ultrasonik banyoda 5 dakika bekletilerek örnek çözeltileri hazırlanmıştır.

Kalibrasyon eğrisi iin;

4-OH-benzoik asit standartından 0.125ppm, 0.25ppm, 0.5ppm, 0.75ppm, 1ppm, 1.25ppm, 1.5ppm'lik konsantrasyonlarda metanol özelteleri hazırlanmıştır. Kalibrasyon eğrisi bu standart özeltelerin analiz sonuçlarına dayanılarak izilmiştir (şekil 33, şekil 34).

Mobil faz: Su:Asetik asit (98:2) v/v

Analiz süresi: 15 dakika

Akış hızı: 660µl/dak.

Enjeksiyon hacmi: 5µl.

4. BULGULAR

4. 1. Morfolojik-Anatomik İnceleme:

Sap şeklinde kısa bir ayakla zemine tutunan algin üst kısmı oldukça geniştir. Tallusları 10-20cm kadar büyüklükte olup, şerit şeklindedir ve marul yaprağını andırmaktadır (Resim 6-8).

Tallustan enine kesit alındığında iki sıra halinde dizilmiş hücreler görülmektedir. Bu hücre tabakalarının arasında ve dışa bakan çeperleri üzerinde müsilaj tabakaları mevcuttur. Hücrelerin içinde ise at nalı şeklinde kromatofor bulunmaktadır. Bütün hücreler kloroplast içermektedir. Hücrelerarası bağlantı bölgeleri yani plasmodezmler içermediği için karışık bir koloni görünümündedir.



Resim 13: *Ulva lactuca* genel görünüş (herbaryum örneği)

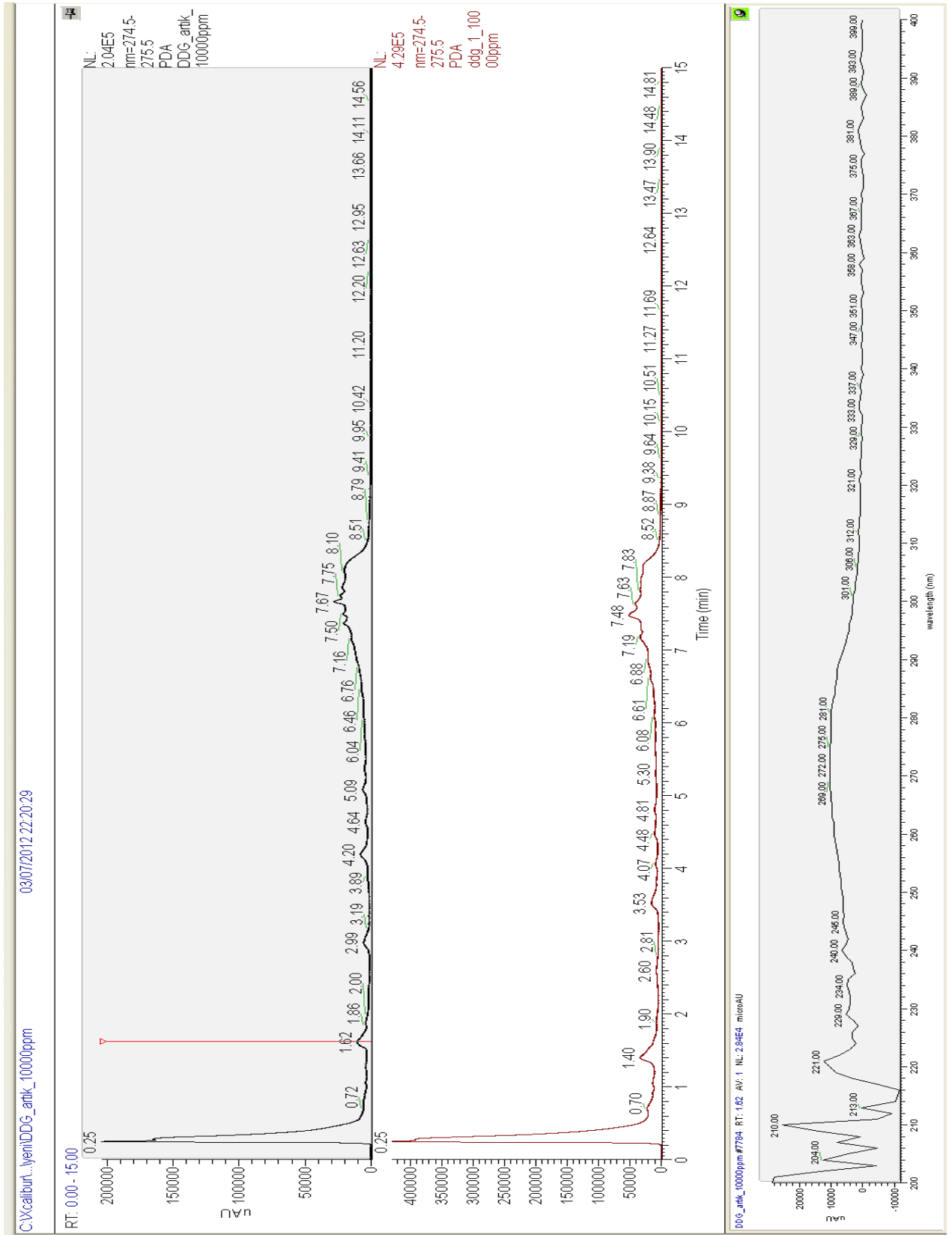


Resim 14: *Ulva lactuca* genel görünüş (herbaryum örneği).

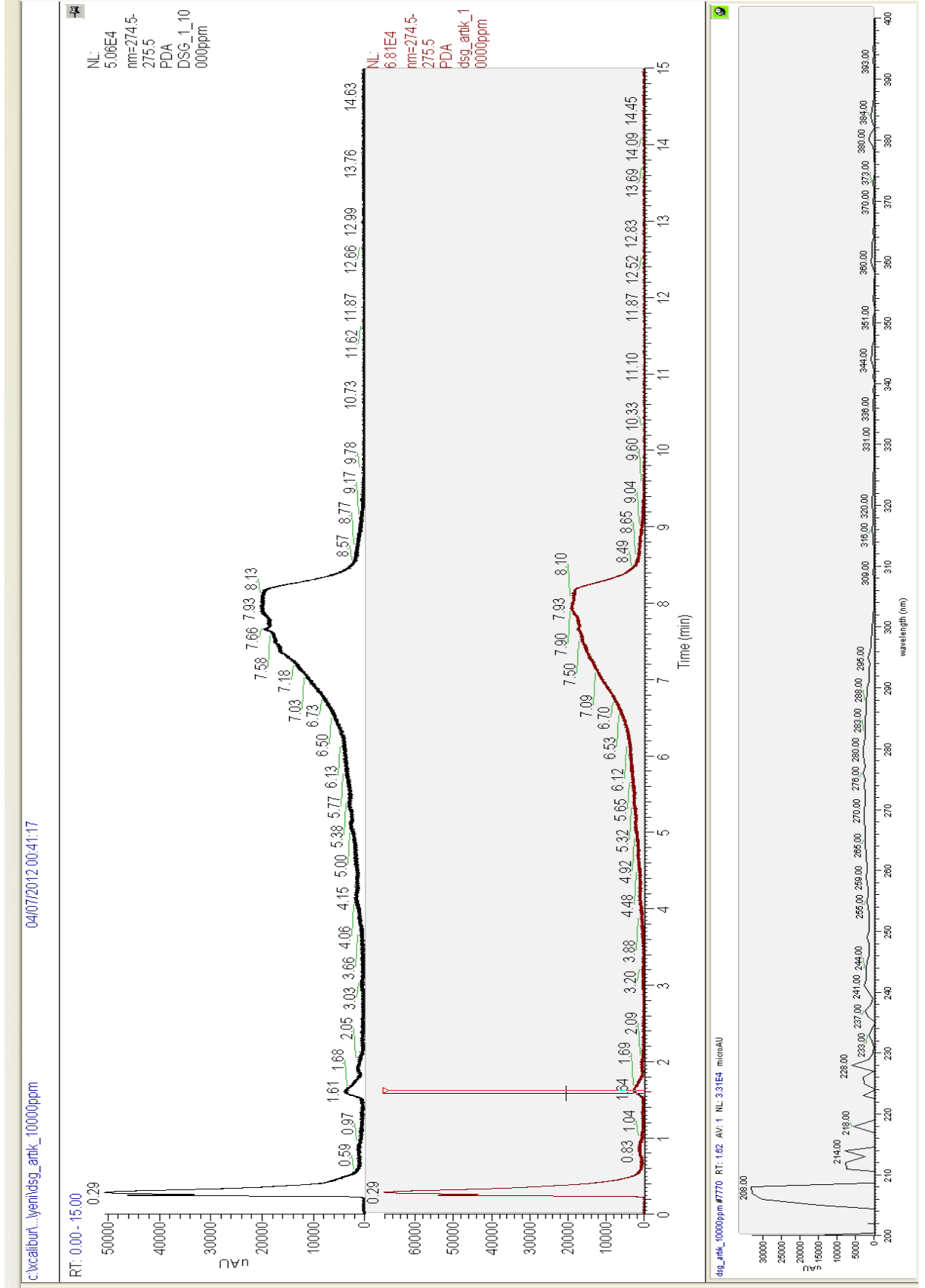


Resim 15: *Ulva lactuca* genel görünüş(herbaryum örneği).

4.2. HPLC analizleri:

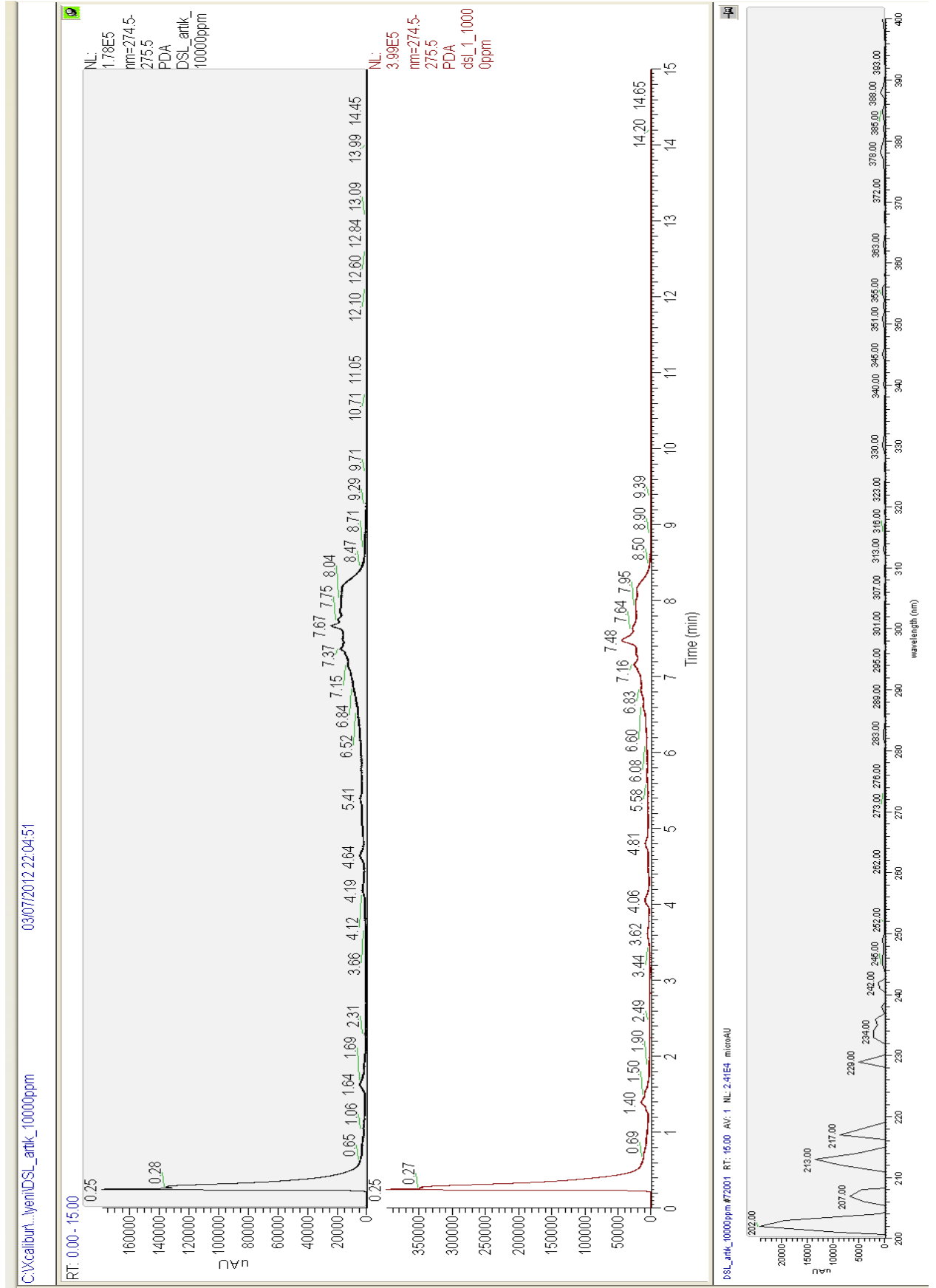


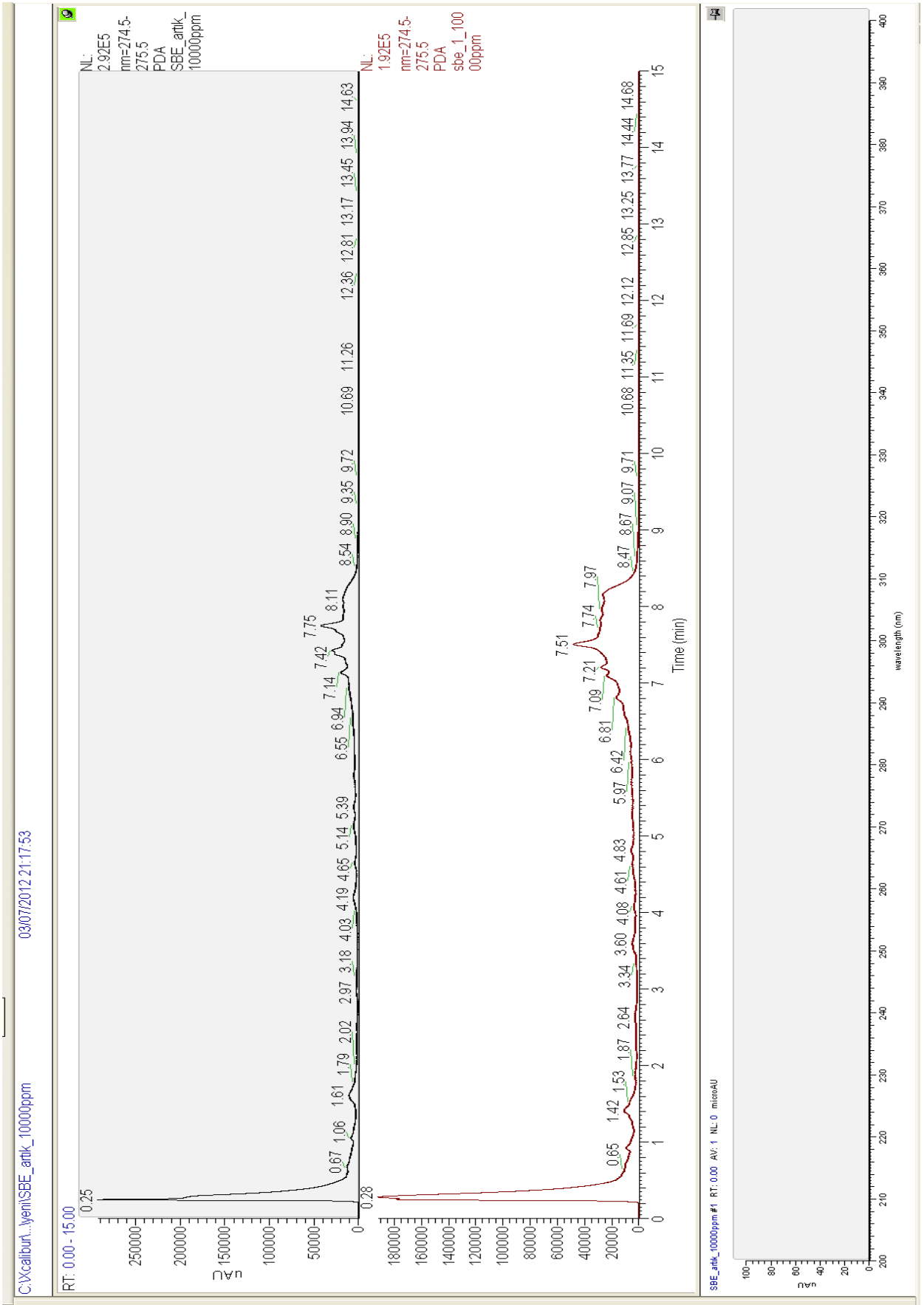
Şekil 18: DDG



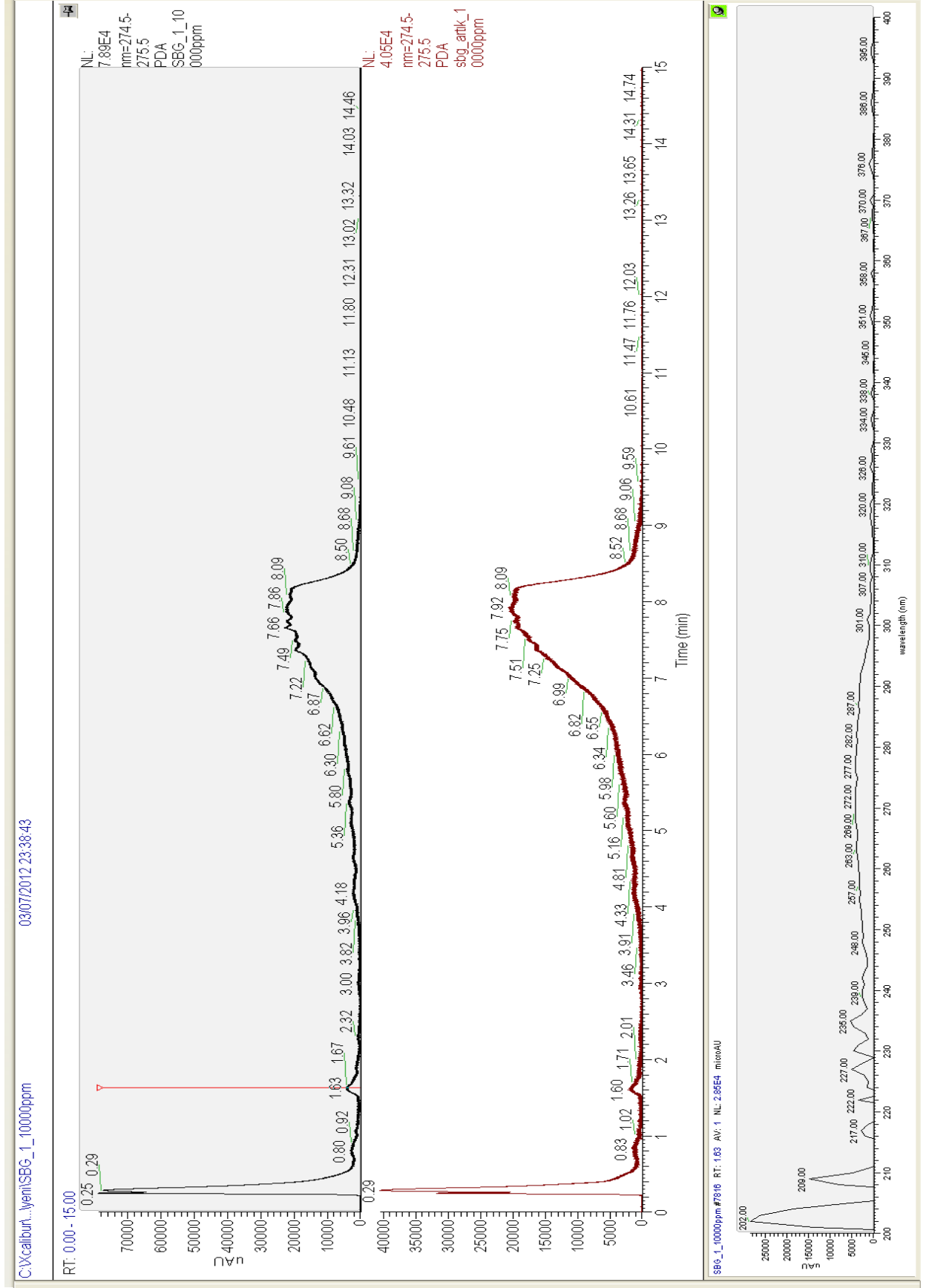
Şekil 19: DSG

Şekil 20: DSL

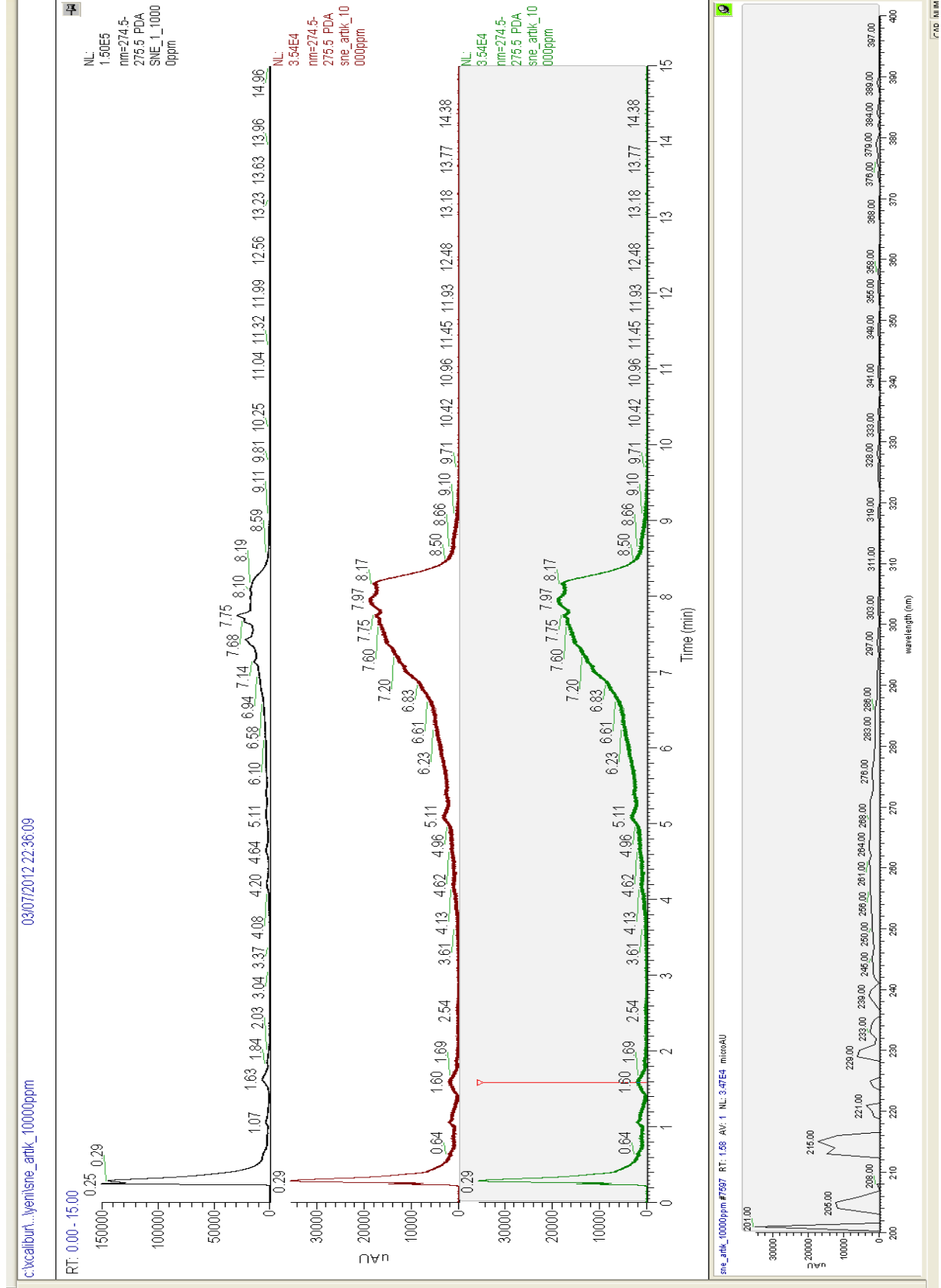




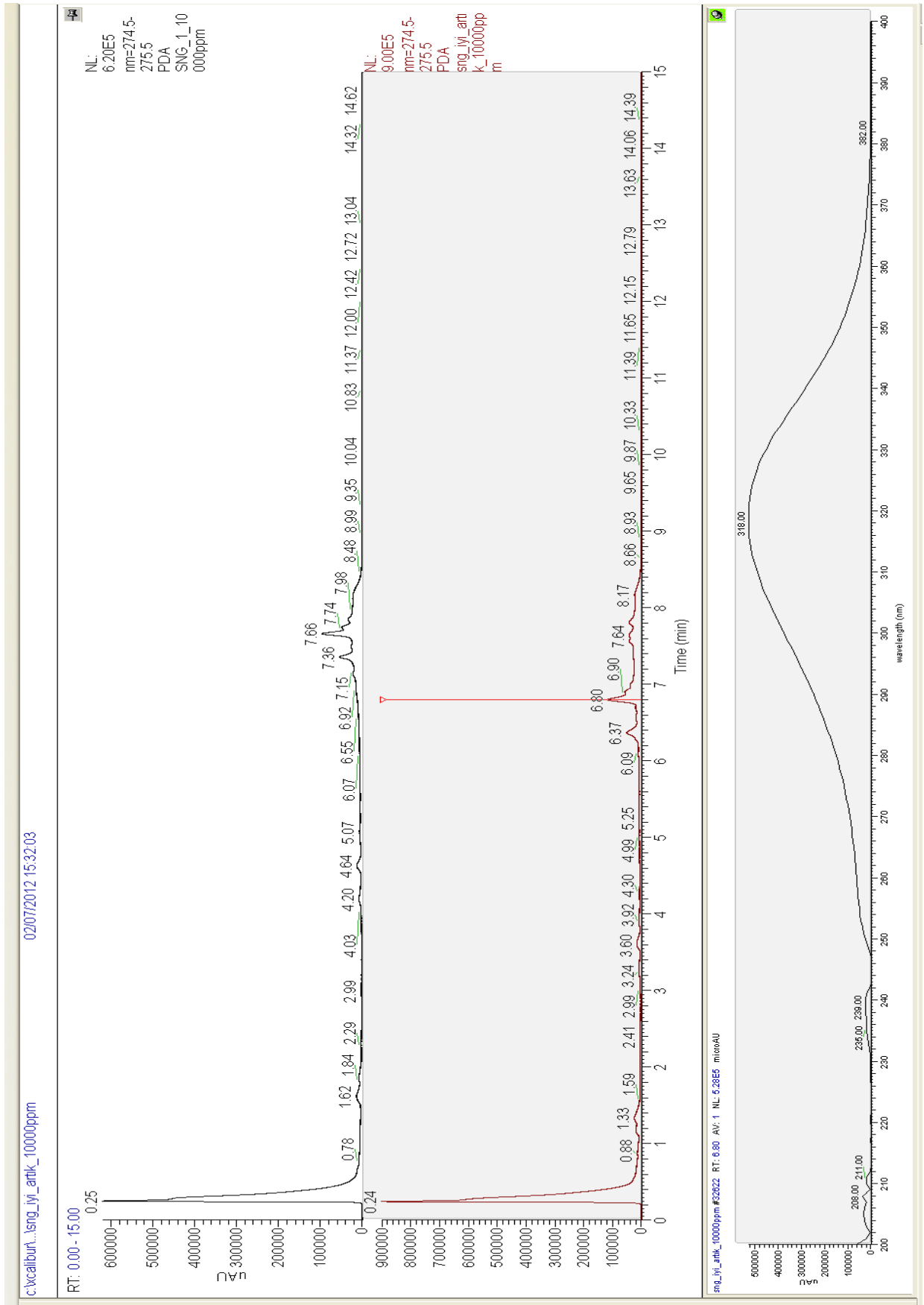
Şekil 21: SBE



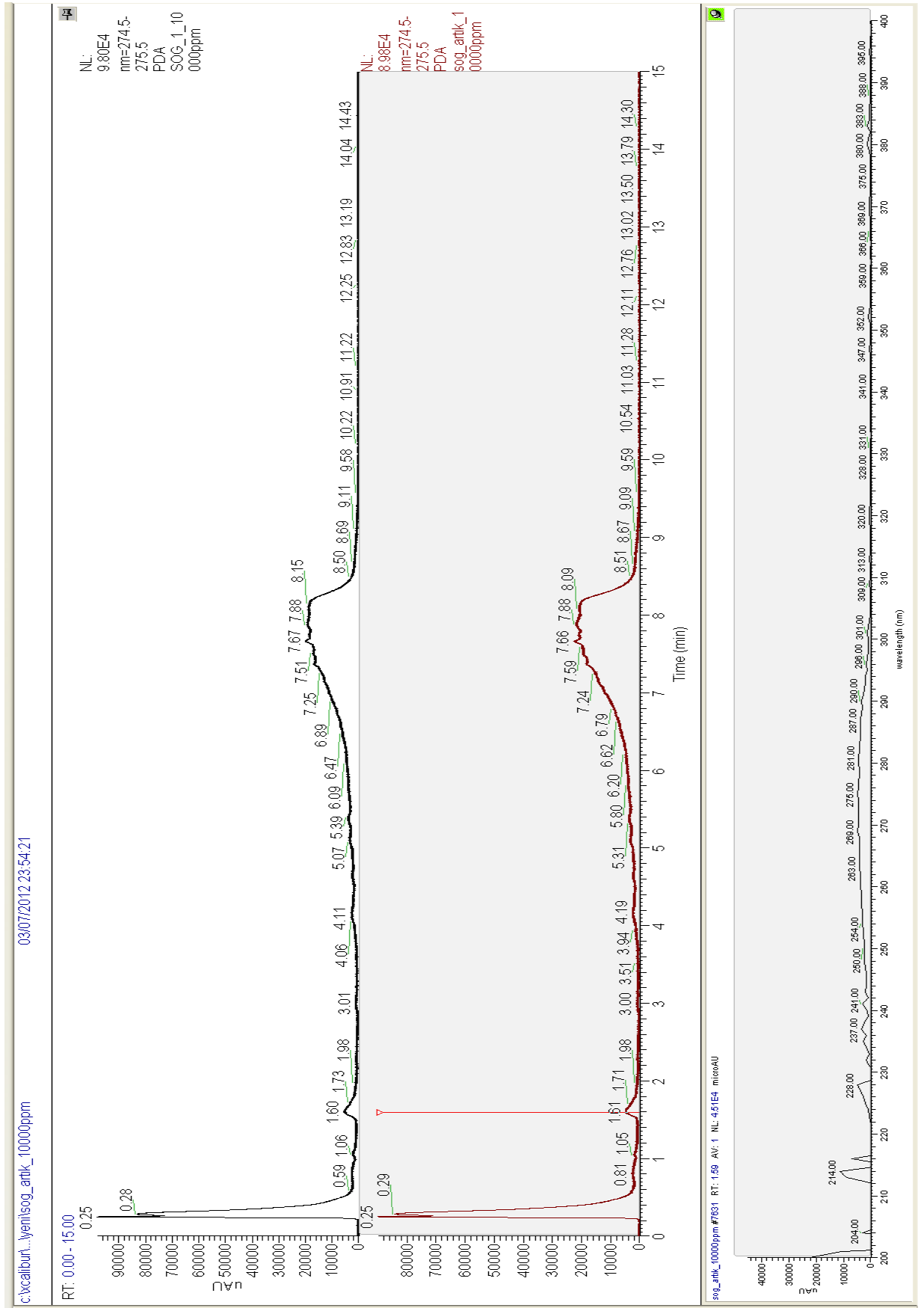
Şekil 22: SBG



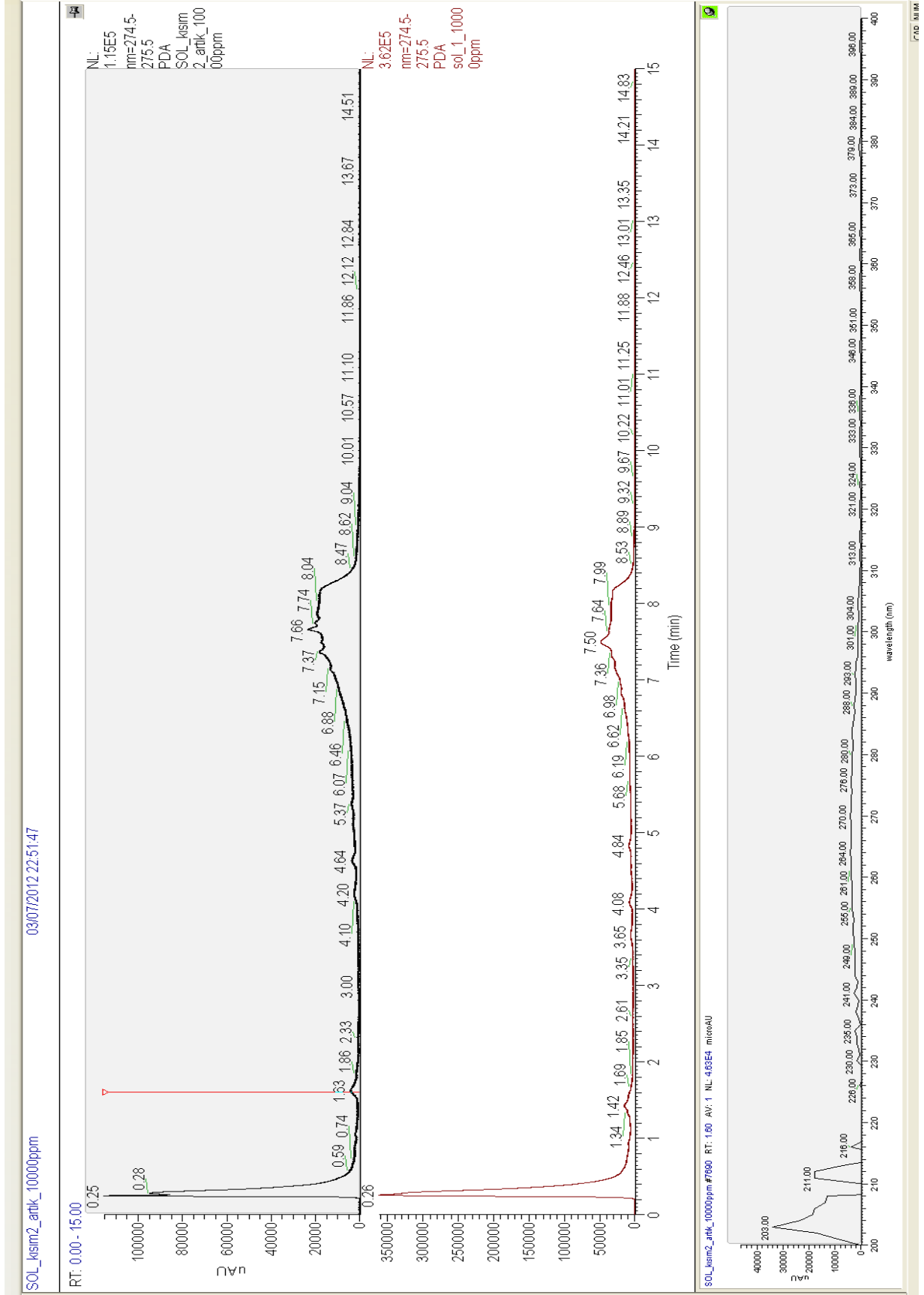
Şekil 23: SNE



Şekil 24: SNG

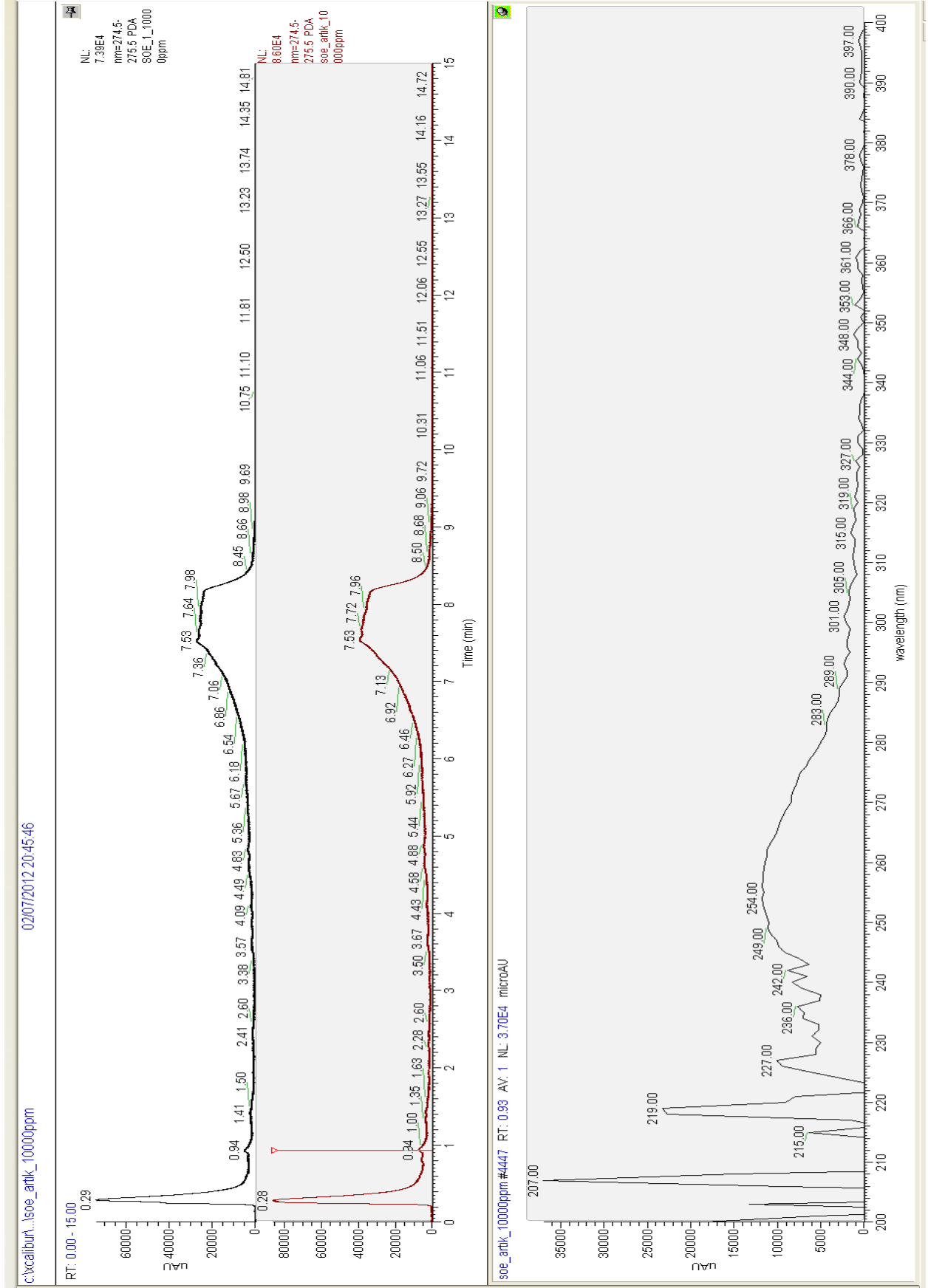


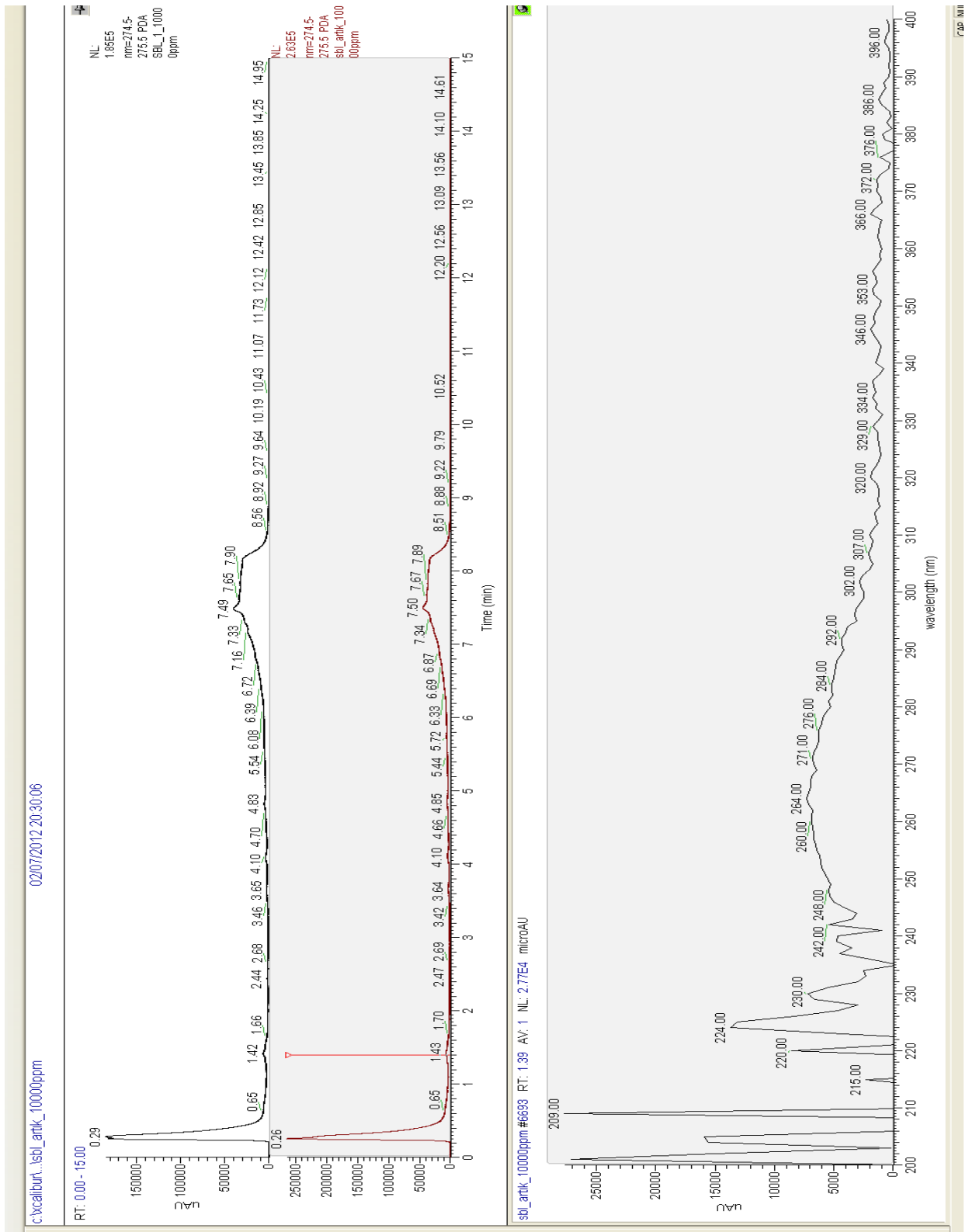
Şekil 25: SOG



Şekil 26: SOL

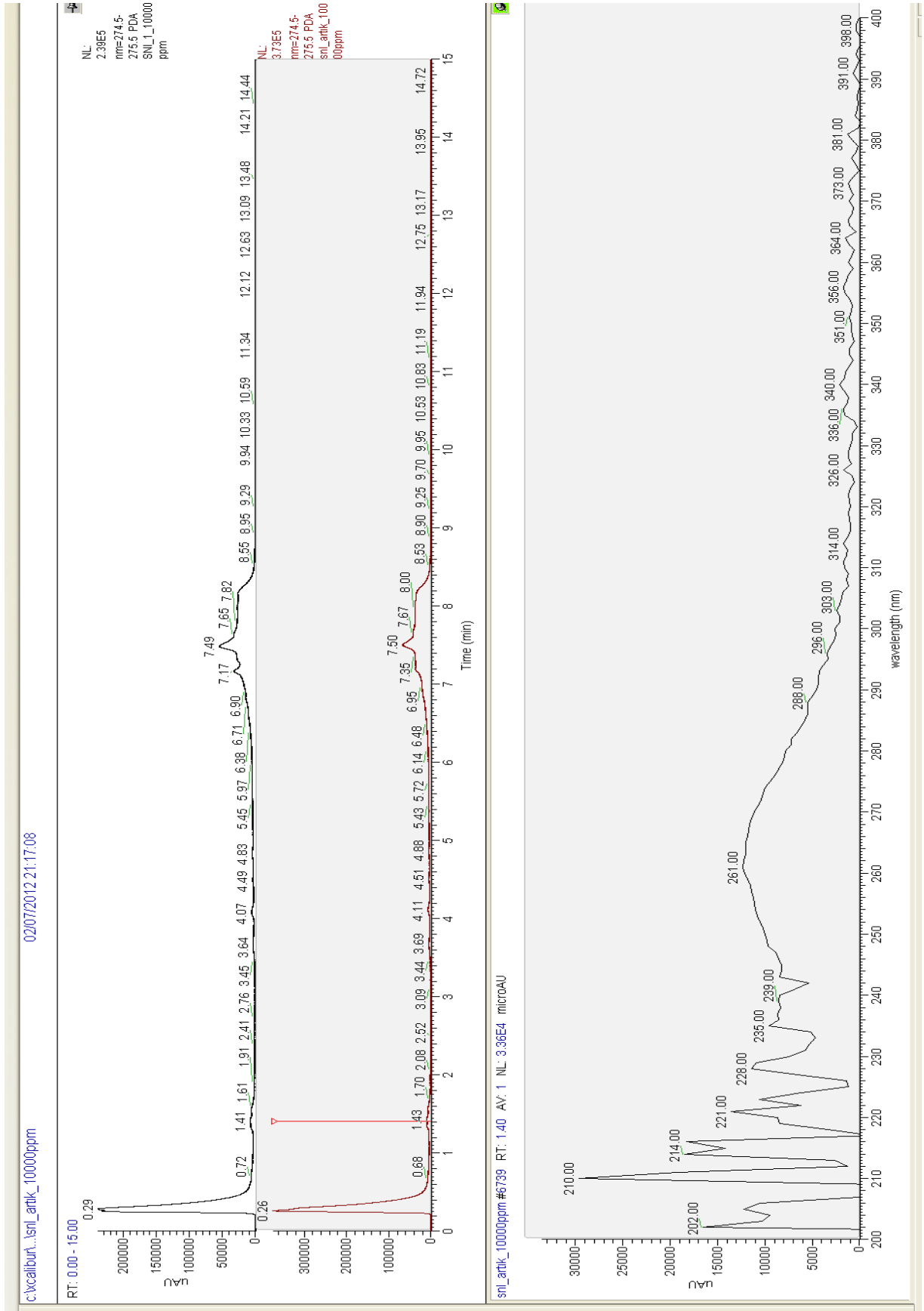
Şekil 27: SOE



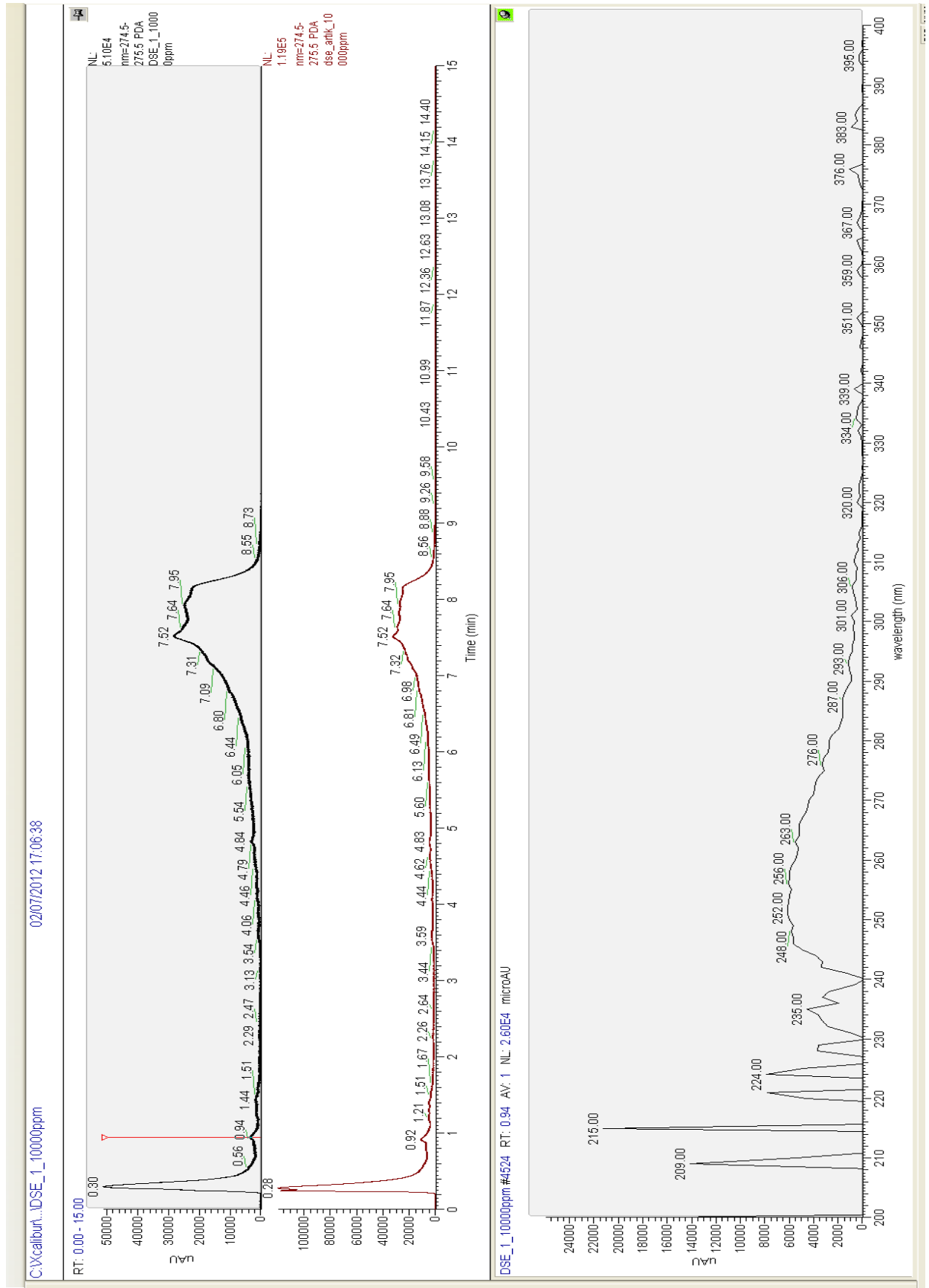


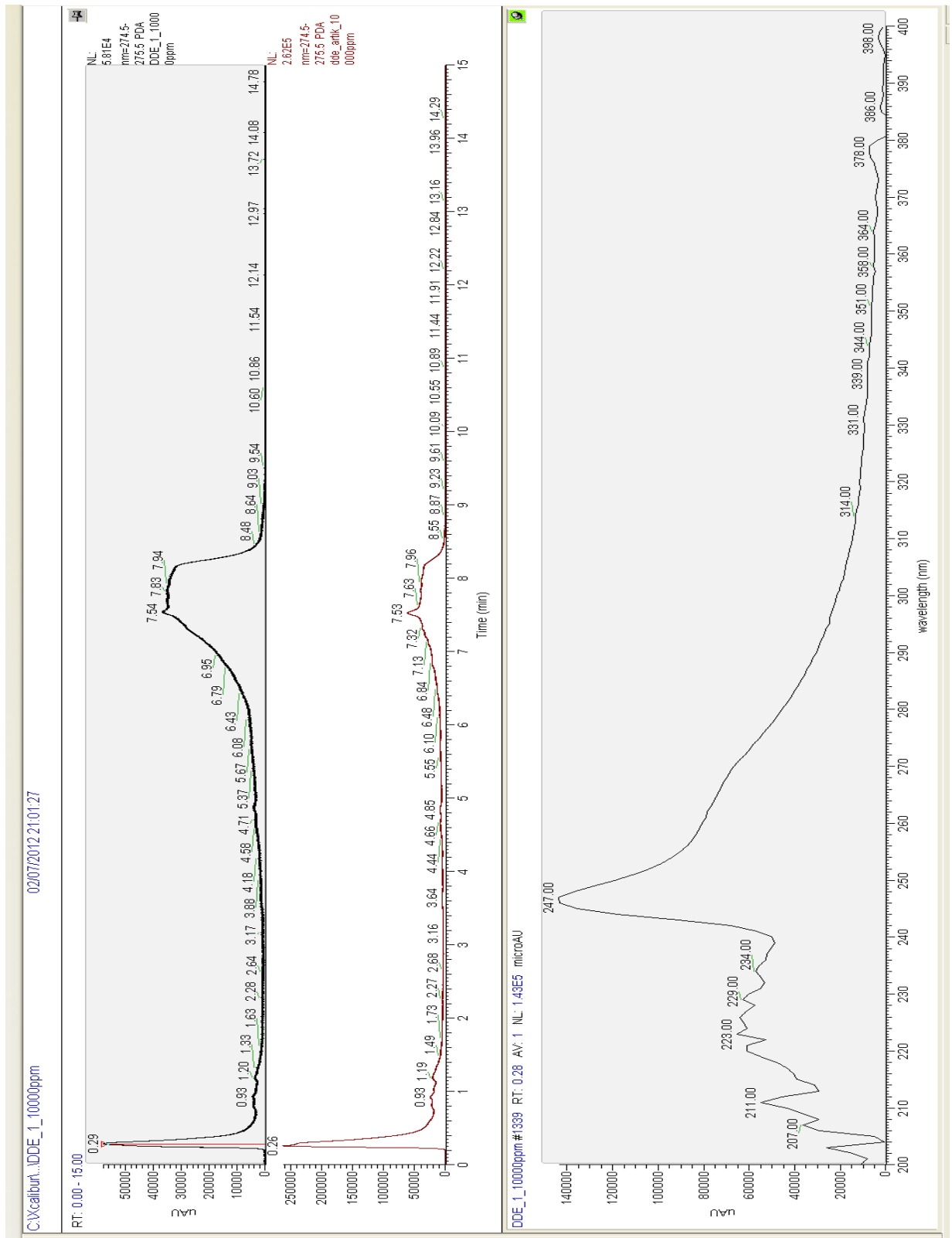
Şekil 28: SBL

Şekil 29: SNL



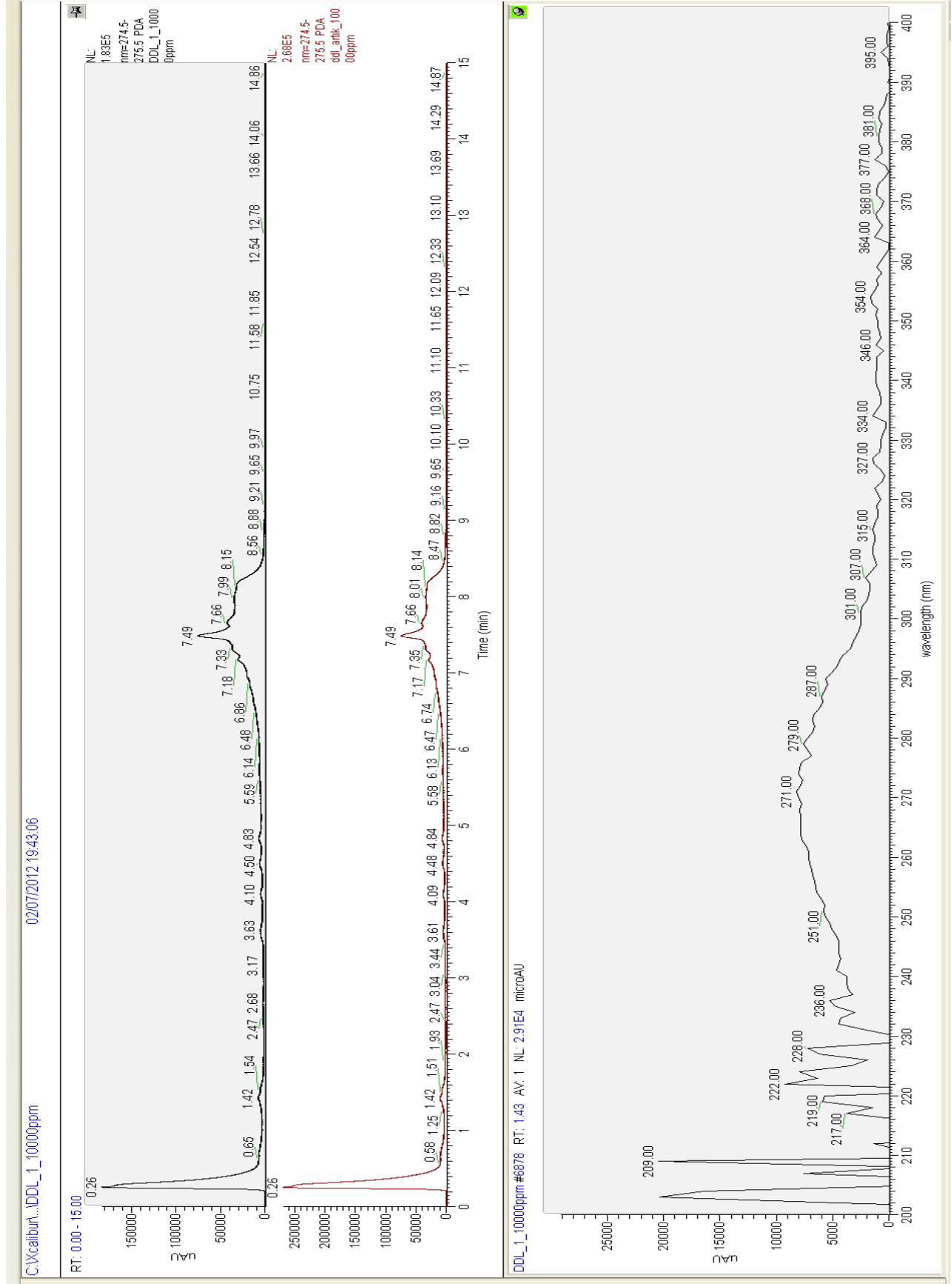
Şekil 30: DSE



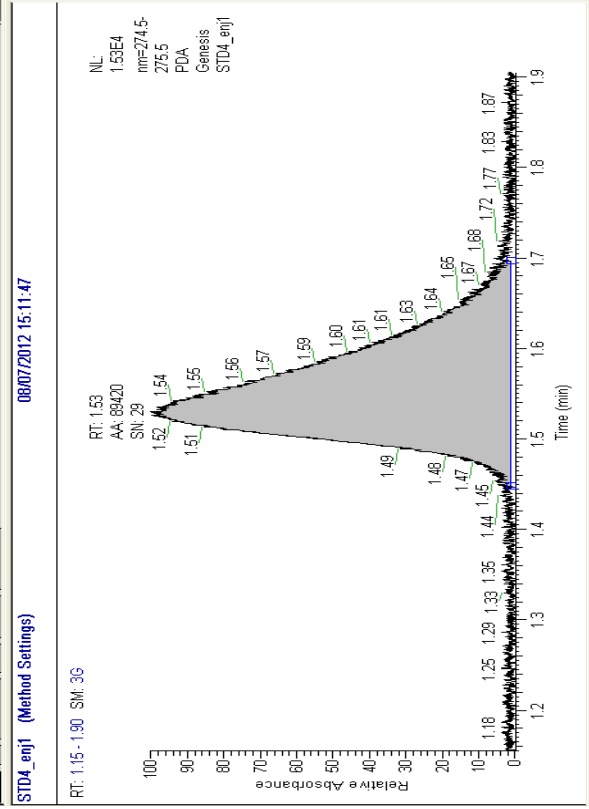
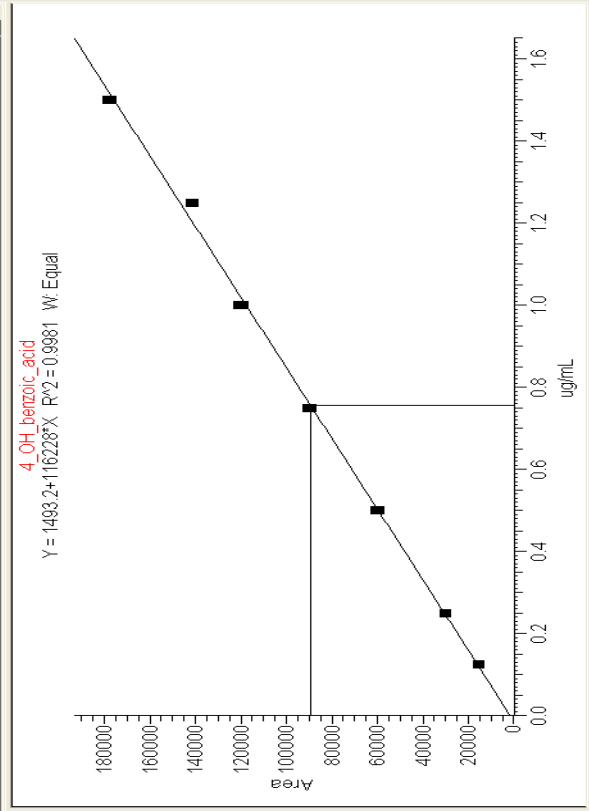


Şekil 31: DDE

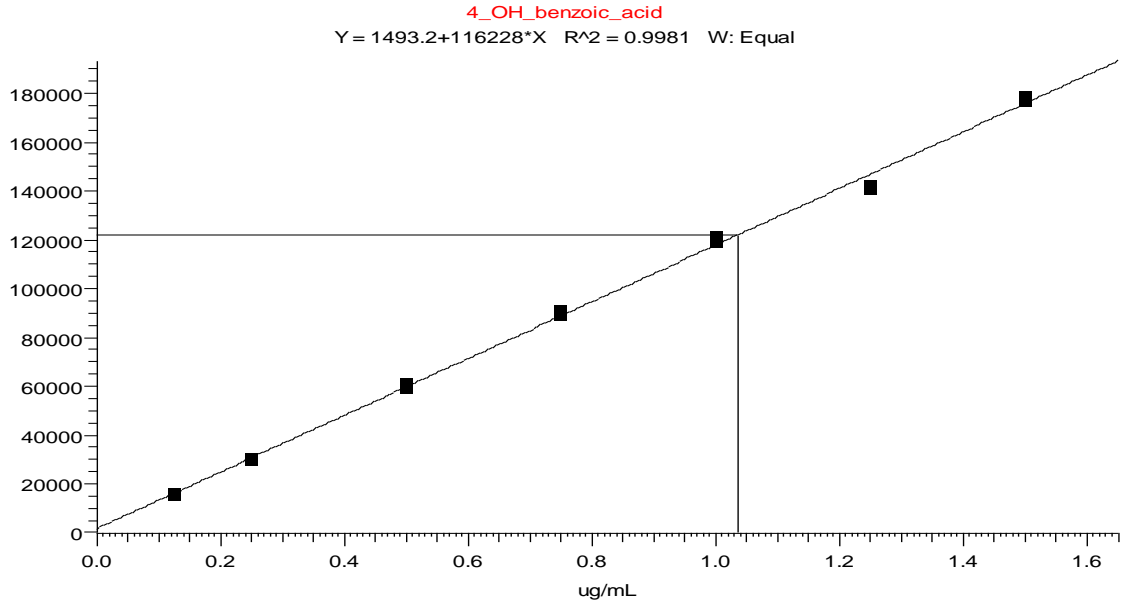
Şekil 32: DDL



File Name	Sample Type	Sample Name	Integration Type	Area	ISTD Area	Area Ratio	Specified Amount	Calculated Amount	% Diff	%RSD-Amt	Peak Status	Level	Units	RT	Sample ID	Exclude
1 STD1_enj1	Standard		Method Settings	15891	NA	NA	0.125	0.122	-2.28	1.01	Response Low 1		ug/mL	1.55	STD1: 0.125 ug/mL	
2 STD1_enj2	Standard		Method Settings	15445	NA	NA	0.125	0.120	-3.97	1.01	Response Low 1		ug/mL	1.54	STD1: 0.125 ug/mL	
3 STD1_enj3	Standard		Method Settings	15891	NA	NA	0.125	0.122	-2.28	1.01	Response Low 1		ug/mL	1.54	STD1: 0.125 ug/mL	
4 STD2_enj1	Standard		Method Settings	30254	NA	NA	0.250	0.247	-1.02	0.66		Calibration / QC Level	ug/mL	1.54	STD2: 0.250 ug/mL	
5 STD2_enj2	Standard		Method Settings	29878	NA	NA	0.250	0.244	-3.31	0.66			ug/mL	1.54	STD2: 0.250 ug/mL	
6 STD2_enj3	Standard		Method Settings	30942	NA	NA	0.250	0.246	-1.75	0.66			ug/mL	1.53	STD2: 0.250 ug/mL	
7 STD3_enj1	Standard		Method Settings	59481	NA	NA	0.500	0.499	-0.22	0.80			ug/mL	1.53	STD3: 0.500 ug/mL	
8 STD3_enj2	Standard		Method Settings	60353	NA	NA	0.500	0.506	1.28	0.80			ug/mL	1.53	STD3: 0.500 ug/mL	
9 STD3_enj3	Standard		Method Settings	59625	NA	NA	0.500	0.500	0.03	0.80			ug/mL	1.53	STD3: 0.500 ug/mL	
10 STD4_enj1	Standard		Method Settings	88420	NA	NA	0.750	0.757	0.87	0.73			ug/mL	1.53	STD4: 0.750 ug/mL	
11 STD4_enj2	Standard		Method Settings	90536	NA	NA	0.750	0.766	2.15	0.73			ug/mL	1.53	STD4: 0.750 ug/mL	
12 STD4_enj3	Standard		Method Settings	90545	NA	NA	0.750	0.766	2.16	0.73			ug/mL	1.53	STD4: 0.750 ug/mL	
13 STD5_enj1	Standard		Method Settings	119416	NA	NA	1.000	1.015	1.46	0.59			ug/mL	1.53	STD5: 1.000 ug/mL	
14 STD5_enj2	Standard		Method Settings	120762	NA	NA	1.000	1.026	2.63	0.59			ug/mL	1.53	STD5: 1.000 ug/mL	
15 STD5_enj3	Standard		Method Settings	119803	NA	NA	1.000	1.018	1.79	0.59			ug/mL	1.53	STD5: 1.000 ug/mL	
16 STD6_enj1	Standard		Method Settings	141311	NA	NA	1.250	1.203	-3.76	0.20			ug/mL	1.53	STD6: 1.250 ug/mL	
17 STD6_enj2	Standard		Method Settings	141595	NA	NA	1.250	1.205	-3.57	0.20			ug/mL	1.53	STD6: 1.250 ug/mL	
18 STD6_enj3	Standard		Method Settings	141877	NA	NA	1.250	1.208	-3.37	0.20			ug/mL	1.53	STD6: 1.250 ug/mL	
19 STD7_enj1	Standard		Method Settings	178355	NA	NA	1.500	1.522	1.45	0.26	Response High 7		ug/mL	1.52	STD7: 1.500 ug/mL	
20 STD7_enj2	Standard		Method Settings	177993	NA	NA	1.500	1.519	1.24	0.26	Response High 7		ug/mL	1.52	STD7: 1.500 ug/mL	
21 STD7_enj3	Standard		Method Settings	177448	NA	NA	1.500	1.514	0.93	0.26	Response High 7		ug/mL	1.52	STD7: 1.500 ug/mL	



Şekil 33: Kalibrasyon eğrisi



Şekil 34: Kalibrasyon eğrisi 2

Component Name	Curve Index	Weighting Index	Origin Index	Equation	Duration	Exp Method	Proc Method	Inj Vol		
4_OH_benzoic_acid	Linear	Equal	Ignore	Y = 1493.2+116228*X R^2 = 0.9981	15,00	C:\Xcalibur\methods\2011\methods 20110708\zeki\fenolikUHPLC_MeOH+	C:\Xcalibur\methods\2012\fenolik+STD+	5,00		
Filename	Sample ID	Exp Amt	Calc Amt	Units	%Diff	%RSD-AMT	Area	Height	RT	S/N
STD1_enj1	STD1: 0.125 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj1	0,125	0,122	ug/mL	-2%	1,0%	15690,53	3022,62	1,55	5,58
STD1_enj2	STD1: 0.125 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj2	0,125	0,120	ug/mL	-4%	1,0%	15444,83	2915,18	1,54	5,48
STD1_enj3	STD1: 0.125 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj3	0,125	0,122	ug/mL	-2%	1,0%	15691,02	2924,15	1,54	5,59
STD2_enj1	STD2: 0.250 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj1	0,250	0,247	ug/mL	-1%	0,7%	30254,45	5273,33	1,54	9,97
STD2_enj2	STD2: 0.250 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj2	0,250	0,244	ug/mL	-2%	0,7%	29877,73	5227,06	1,54	9,69
STD2_enj3	STD2: 0.250 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj3	0,250	0,246	ug/mL	-2%	0,7%	30042,01	5351,39	1,53	10,35
STD3_enj1	STD3: 0.500 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj1	0,500	0,499	ug/mL	0%	0,8%	59481,34	10024,10	1,53	18,14
STD3_enj2	STD3: 0.500 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj2	0,500	0,506	ug/mL	1%	0,8%	60353,24	10170,32	1,53	19,20
STD3_enj3	STD3: 0.500 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj3	0,500	0,500	ug/mL	0%	0,8%	59624,71	9849,78	1,53	18,55
STD4_enj1	STD4: 0.750 ug/mL 4-OH Benzoik Asit	0,750	0,757	ug/mL	1%	0,7%	89420,26	15125,23	1,53	28,51

	enj1													
STD4_enj2	STD4: 0.750 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj2	0,750	0,766	ug/mL	2%	0,7%	90535,60	15121,78	1,53		28,00			
STD4_enj3	STD4: 0.750 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj3	0,750	0,766	ug/mL	2%	0,7%	90545,19	15240,71	1,53		29,25			
STD5_enj1	STD5: 1.000 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj1	1,000	1,015	ug/mL	1%	0,6%	119416,09	19678,14	1,53		37,19			
STD5_enj2	STD5: 1.000 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj2	1,000	1,026	ug/mL	3%	0,6%	120782,45	19765,65	1,53		36,51			
STD5_enj3	STD5: 1.000 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj3	1,000	1,018	ug/mL	2%	0,6%	119803,43	19922,13	1,53		37,77			
STD6_enj1	STD6: 1.250 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj1	1,250	1,203	ug/mL	-4%	0,2%	141311,24	23401,11	1,53		44,08			
STD6_enj2	STD6: 1.250 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj2	1,250	1,205	ug/mL	-4%	0,2%	141585,24	23565,78	1,53		44,94			
STD6_enj3	STD6: 1.250 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj3	1,250	1,208	ug/mL	-3%	0,2%	141876,77	23100,09	1,53		43,88			
STD7_enj1	STD7: 1.500 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj1	1,500	1,522	ug/mL	1%	0,3%	178354,54	29431,08	1,52		54,66			
STD7_enj2	STD7: 1.500 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj2	1,500	1,519	ug/mL	1%	0,3%	177993,07	28955,16	1,52		52,10			
STD7_enj3	STD7: 1.500 ug/mL 4-OH Benzoik Asit enj3	1,500	1,514	ug/mL	1%	0,3%	177447,95	29310,76	1,52		54,70			
DDE_1_10000ppm		NA	NF	ug/mL	NF	NF	NF	NF	NF	NF	NF			
DDG_ARTIK	DDG_ARTIK	NA	0,447	ug/mL	NA	NA	53438,21	6037,39	1,50		3,89			

DDG_PAZAR	DDG_PAZAR	NA	NF	ug/mL	NF	NF	NF	NF	NF	NF			
DDL_ARTIK	DDL_ARTIK	NA	NF	ug/mL	NF	NF	NF	NF	NF	NF			
DDL_PAZAR	DDL_PAZAR	NA	NF	ug/mL	NF	NF	NF	NF	NF	NF			
DSE_1_1000ppm		NA	NF	ug/mL	NF	NF	NF	NF	NF	NF			
DSE_artik_1000ppm		NA	NF	ug/mL	NF	NF	NF	NF	NF	NF			
DSL_1_1000ppm		NA	1,035	ug/mL	NA	NA	121783,42	11046,51	1,40	12,02			
MF_01	mobil faz	NA	NF	ug/mL	NF	NF	NF	NF	NF	NF			
SBE_ARTIK	SBE_ARTIK	NA	NF	ug/mL	NF	NF	NF	NF	NF	NF			
SBE_PAZAR	SBE_PAZAR	NA	0,249	ug/mL	NA	NA	30421,74	4990,47	1,50	0,93			
SBL_PAZAR	SBL_PAZAR	NA	NF	ug/mL	NF	NF	NF	NF	NF	NF			
SE_SA	SE_SA	NA	0,516	ug/mL	NA	NA	61431,31	7006,95	1,49	0,74			
SNE_1_1000ppm		NA	0,489	ug/mL	NA	NA	58289,61	5809,76	1,63	3,25			
SNE_artik_1000ppm		NA	0,164	ug/mL	NA	NA	20549,66	2082,58	1,60	2,24			
SNG_1_1000ppm		NA	0,819	ug/mL	NA	NA	96723,38	10233,18	1,62	3,49			
SNL_ARTIK	SNL_ARTIK	NA	NF	ug/mL	NF	NF	NF	NF	NF	NF			
SNL_PAZAR	SNL_PAZAR	NA	NF	ug/mL	NF	NF	NF	NF	NF	NF			
SOE_1_1000ppm		NA	NF	ug/mL	NF	NF	NF	NF	NF	NF			
SOL_1_1000ppm		NA	0,390	ug/mL	NA	NA	46794,33	6897,75	1,42	1,45			
SOL_ARTIK	SOL_ARTIK	NA	NF	ug/mL	NF	NF	NF	NF	NF	NF			
SOL_PAZAR	SOL_PAZAR	NA	0,070	ug/mL	NA	NA	9669,31	1772,03	1,53	0,57			
User Name		Full Name		Date									
accela							09/07/2012	11:31:39					

Tablo 5: Standartlar

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tüpsü ya da şeritsi talluslardan oluşan ve ülkemizde “deniz marulu” adıyla bilinen yeşil alg *Ulva lactuca* denizlerde geniş yayılış göstermekte ve İzmir civarında başlıca Çeşme, Ilıca, Çandarlı, Dikili, Urla ve İnciraltı kıyılarında bulunmaktadır.

Araştırma sonuçlarına göre; yeşil algler 1,5 milyar yıl öncesinde ortaya çıkmış olup karasal bitkilerin bu soydan ayrılması 425–490 milyon yıl önceye dayanmaktadır (11, 62). Dünyada algler üzerindeki çalışmalar 1750 yıllarında Linnaeus ile başlamış ve Agardh, Kützing, Ardissonne, Reinke ve Hauck’ un araştırmaları ile devam etmiştir (70). 1950 yılından itibaren Chlorophyta ve karasal bitkilerin ortak kökenden türedikleri bilinmektedir (11, 62).

Algler basit yapılı, klorofil içeren organizmalardır. Tek hücreli veya çok hücreli olabilirler, gruplar halinde koloni oluşturabilirler. Boyutları 3-10 μ ’ dan 70 cm uzunluğa kadar çıkabilir. Vejetatif, eşeyli ve eşeysiz üreme olarak üç farklı üreme sistemine sahiptirler. Bunların içinde en yaygın olanı vejetatif üremedir (15, 26, 85).

Algler yapısal olarak ökaryotik (makroalg) ve prokaryotik (mikroalg) olmak üzere iki büyük gruba ayrılırlar. Mikroalgler “mavi-yeşil algler” olarak bilinirler. Makroalgler ise pigmentasyon baz alınarak, şu şekilde sınıflandırılır: Kahverengi algler (Phaeophyta), Kırmızı algler (Rhodophyta) ve Yeşil algler (Chlorophyta) (15, 20).

Yaptığımız morfolojik çalışmalarda; sap şeklinde kısa bir ayakla zemine tutunan algin üst kısmının oldukça geniş olduğu, 10-20cm kadar büyüklükte olan talluslarının şerit şeklinde olup, marul yaprağını andırdığı görülmüştür (Resim 6-8).

Yaptığımız anatomik çalışmalarda; tallustan enine kesit alındığında iki sıra halinde dizilmiş hücreler görülmüştür. Bu hücre tabakalarının arasında ve dışa bakan çeperleri

üzerinde müsilaj tabakaları mevcuttur. Hücrelerin içinde ise at nalı şeklinde kromatofor bulunmaktadır. Bütün hücreler kloroplast içermektedir. Hücrelerarası bağlantı bölgeleri yani plasmodezmler bulunmadığı için karışık bir koloni görünümündedir.

Ekolojik olarak yeryüzünün her yerinde bulunabilen alglerin asıl yayılış alanı sulardır (32). Hayvan ve bitkilerle simbiyotik yaşam kurabilirler. Fotosentez yapmak için ışık bulabildikleri her yerde yaşayabilirler. Su ortamında primer üretici canlılardır, pigmentleri ile karbondioksit ve suyu güneş ışığı etkisiyle karbonhidratlara çevirerek besin zincirinin önemli bir parçasını oluştururlar (12).

Alglerin dağılımına etki eden ekolojik faktörler; fiziksel (substrat, sıcaklık, ışık, turbidite), kimyasal (tuzluluk, pH, O₂ ve CO₂ miktarı, besleyici tuzlar, oligoelementler, vitaminler), dinamik (ajitasyon, deniz seviye değişimi, akıntılar, basınç) ve biyotik faktörler olarak sayılabilir (12).

Beslenme sorununun gittikçe büyüdüğü günümüzde, alglerden yararlanma çalışmaları da artmakta ve doğal olarak üreyen alglerden faydalanmanın yanında bu alglerin kültürlerinden de yararlanma yoluna gidilmektedir (12).

Deniz kıyılarının uzunluğu açısından Türkiye, Akdeniz ülkeleri arasında en üst sırada yer almakta fakat algler üzerinde yapılan çalışmaların Batı Akdeniz ülkelerine oranla daha az olduğu görülmektedir (12, 27, 28).

Denizlerimizde dağılım gösteren ve bileşimleri yönünden ekonomik önem taşıyan türler üzerinde yapılan çalışmalarda; alglerden aljinik asit, agar, karragen, vitamin B₁₂, bazı organik asitler ve selüloz elde edilmiştir. Alglerin besin değerleri yüksek olup, içeriklerinde mineral tuzlar, oligoelementler ve vitaminler bulunmaktadır. Bu maddelerin oranı türe ve ortama göre farklılık gösterse de genel olarak kuru ağırlıklarının %20'si kadar proteine sahiptirler. Bir yeşil alg olan *Ulva lactuca*, A vitamini yönünden zengindir. C vitamini

yönünden zengin alg türleri olduğu gibi, B, D, E, G vitaminleri yönünden zengin olanlarına da rastlanmıştır (35).

Beslenme, tarım, balıkçılık, endüstri, tıp, diş hekimliği ve eczacılıkta önen taşıyan algler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda antimikrobiyel, sitotoksik, antimitojenik, antikanser, antitümöral aktivitelerin varlığı ortaya konmuştur(59, 64, 76, 84, 90).

Algler, özellikle yeni farmasötik ajanların geliştirilmesinde önem taşıyan yüksek biyolojik aktiviteli sekonder metabolitlere sahiptirler (86). Eczacılıkta etkin ve yardımcı madde olarak kullanılan fikokolloitler deniz alglerinden elde edilmektedir (38).

Yapılan kimyasal çalışmalar sonucunda; alglerin asit, alkoloit, amin, selüloz, enzim, glikozit, iz elementler (Ga, Zn, Ni, Co, Fe, Mn, Ca, Cr, B, Na, Mg, Al, F, K) ve inorganik mineraller, lipitler, steroller, steroidler, yağ asitleri, fenolik bileşenler, fitohormonlar (auksin, giberellin), pigmentler, protein, peptit, aminoasit, vitamin (C, B₁₂, H, folik asit, nikotinik asit, pantotenik asit, B₂, B₁, E, K) ve uçucu bileşenler (asetik, akrilik, butirik, formik, miristik, palmitik asit, aldehit, alkol, terpen ve fenoller) taşıdığı ortaya konmuştur (8, 9, 14, 17, 47, 48, 50, 55, 57, 58, 72, 79, 82, 86-88, 92).

Yapılan literatür taramasında; kurutma ve laboratuvara getirme aşamasında olabilecek farklı parametrelerin fenolik içerik üzerine etkisinin incelenmediği görülmüştür (14, 58).

Deniz kıyılarının uzunluğu açısından ülkemiz, Akdeniz ülkeleri arasında en üst sırada yer almasına rağmen, algler üzerinde yapılan çalışmalar Batı Akdeniz ülkelerine oranla çok daha azdır. Yapılan çeşitli kimyasal çalışmalara bakıldığında; alglerin pek çok madde grubu taşıdığı ortaya konmuş fakat farklı kurutma ve laboratuvara getirme şartlarında, kimyasal içerikte olabilecek değişikliklerin incelenmediği görülmüştür. Çalışmamızda 15 adet değişken uygulanarak, alınan sonuçlar karşılaştırılmış ve en uygun kurutma ve getirme şartları araştırılmıştır.

Çalışmamızda incelenen *Ulva lactuca* L. bitkisi doğal yayılış alanı olan İzmir-İnciraltı kıyıları Taş Köprü yakınlarındaki Pelikan Feneri (14 m derinlik) lokalitesinden 13.12.2011 tarihinde toplanmıştır. Bitkinin herbaryum örneği hazırlanarak Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Herbaryumu'na (İZEF) kaydedilmiştir (IZEF 5918).

Toplanan *Ulva lactuca* örnekleri 2 ana gruba ayrılmıştır: 1.grup süzölmüş (S), 2.grup deniz suyunda bırakılmıştır (D). Süzölen örnekler kendi aralarında 3 gruba ayrılmıştır: 1.grup alüminyum folyoya sarılıp sıvı azot tankına konmuş (SN) ve -180°C de saklanmıştır. 2.grup kuru buza konarak (SB) 0°C'de saklanmış, son grup ise hiçbir müdahalede bulunulmadan laboratuvara getirilip oda sıcaklığında bırakılmıştır (SO).

Laboratuvara deniz suyunda getirilen örnekler de kendi aralarında 2 gruba ayrılmıştır: 1. grup süzölmüş (DS), diğere grup ise önce distile su ile yıkayıp daha sonra süzölmüştür (DD).

Kurutma işlemi için bütün gruplar kendi aralarında 3'er gruba daha ayrılmıştır: Kurutma yöntemi olarak liyofilizasyon (L), etüv (E) ve gölgede-oda sıcaklığında bekletme seçilmiştir (G). Liyofilizatörde kurutulacak olan örnekler (SNL, SBL, SOL, DSL, DDL) 48 saat süreyle -80°C'de bekletilmiştir. Daha sonra liyofilizatörde vakum ile suyundan arındırılmış ve desikatöre alınmıştır. Etüv için süzgeç kağıtlarına konulup hazırlanan örnekler (SNE, SBE, SOE, DSE, DDE) 4 gün süreyle 40°C'de kalmış, kuruduktan sonra desikatöre alınmıştır. Son örnekler ise 2 hafta süreyle gölgede oda sıcaklığında kurumaya bırakılmış (SNG, SBG, SOG, DSG, DDG) ve kuruma işlemi tamamlandıktan sonra desikatöre alınmıştır.

Stabilize edilen tüm örnekler değirmen ile toz haline getirilip homojenize edilmiş ve ekstraksiyon işlemine hazırlanmıştır. Asteon ile soxhlet, metanol ile ultrasonik banyoda ekstraksiyonlar gerçekleştirilmiştir.

Analiz çalışmalarımızda kullanılan standartlar şunlardır:

- ✓ 4-OH-benzoik asit
- ✓ 4-OH-benzaldehit
- ✓ 4-OH-asetofenon
- ✓ m-kumarik asit
- ✓ p-kumarik asit
- ✓ ferulik asit
- ✓ kafeik asit
- ✓ pirokateşol

Yapılan analizler sonucunda:

Deniz suyunda getirilip, süzülmezsizin gölgede kurutulan örneğin (DDG) metanolik ekstre analizinde alınan sonuçlar, artık analizi ve standartlarla karşılaştırıldığında; 4-OH-benzoik asit varlığı tespit edilmiştir.

Deniz suyunda getirilip, süzülmezsizin liyofilizatörde kurutulan örneğin (DDL) metanolik ekstre analizinde alınan sonuçlar, artık analizi ve standartlarla karşılaştırıldığında; 4-OH-benzoik asit varlığı tespit edilmiştir.

Deniz suyunda getirilip, süzülmezsizin etüvde kurutulan örneğin (DDE) metanolik ekstre analizinde alınan sonuçlar, artık analizi ve standartlarla karşılaştırıldığında araştırılan standartlara rastlanmamıştır.

Deniz suyunda getirilip, süzülükten sonra etüvde kurutulan örneğin (DSE) metanolik ekstre analizinde alınan sonuçlar, artık analizi ve standartlarla karşılaştırıldığında; araştırılan standartlara rastlanmamıştır.

Deniz suyunda getirilip, süzöldükten sonra liyofilizatörde kurutulan örneğin (DSL) metanolik ekstre analizinde alınan sonuçlar, artık analizi ve standartlarla karşılaştırıldığında; 4-OH-benzoik asit varlığı tespit edilmiştir.

Süzöldükten sonra azot tankında getirilip, etüvde kurutulan örneğin (SNE) metanolik ekstre analizinde alınan sonuçlar, artık analizi ve standartlarla karşılaştırıldığında; araştırılan standartlara rastlanmamıştır.

Süzöldükten sonra azot tankında getirilip, gölgede kurutulan örneğin (SNG) metanolik ekstre analizinde alınan sonuçlar, artık analizi ve standartlarla karşılaştırıldığında; araştırılan standartlara rastlanmamıştır.

Süzöldükten sonra azot tankında getirilip, liyofilizatörde kurutulan örneğin (SNL) metanolik ekstre analizinde alınan sonuçlar, artık analizi ve standartlarla karşılaştırıldığında; 4-OH-benzoik asit varlığı tespit edilmiştir.

Süzöldükten sonra kuru buzda getirilip, etüvde kurutulan örneğin (SBE) metanolik ekstre analizinde alınan sonuçlar, artık analizi ve standartlarla karşılaştırıldığında; 4-OH-benzoik asit varlığı tespit edilmiştir.

Süzöldükten sonra kuru buzda getirilip, liyofilizatörde kurutulan örneğin (SBL) metanolik ekstre analizinde alınan sonuçlar, artık analizi ve standartlarla karşılaştırıldığında; 4-OH-benzoik asit varlığı tespit edilmiştir.

Süzöldükten sonra hiçbir işlem yapılmaksızın getirilip, oda sıcaklığında bekletilen ve etüvde kurutulan örneğin (SOE) metanolik ekstre analizinde alınan sonuçlar, artık analizi ve standartlarla karşılaştırıldığında; araştırılan standartlara rastlanmamıştır.

Süzüldükten sonra hiçbir işlem yapılmaksızın getirilip, oda sıcaklığında bekletilen ve liyofilizatörde kurutulan örneğin (SOL) metanolik ekstre analizinde alınan sonuçlar, artık analizi ve standartlarla karşılaştırıldığında; 4-OH-benzoik asit varlığı tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; DDG, DDL, DSL, SNL, SBE, SBL, SOL kodlu örneklerde 4-OH-benzoik asit varlığı tespit edilmiştir (Şekil 18, 20, 21, 26, 28, 29, 32).

Bu veriler göz önüne alındığında; örneklerin toplandıktan sonra laboratuvara getirilmesi aşamasındaki değişkenlerin 4-OH-benzoik asit varlığı açısından bir farklılık yaratmadığı görülmüştür. Kuru buz ve azotta getirme şartlarında ise ancak örnekler liyofilize edilirse verimli sonuç alınabilmektedir.

Liyofilizasyon işleminin tüm şartlarda, etüvde ve gölgede kurutma işlemlerine kıyasla 4-OH-benzoik asit varlığı açısından daha avantajlı olduğu saptanmıştır.

Deniz suyu ile getirilip doğrudan kurutma işlemi uygulanan örneklerde ise; gölgede kurutma ve liyofilize etme işlemi daha iyi sonuçlar vermiştir. Etüvde kurumaya bırakılan örneklerde madde kaybı olduğu tespit edilmiştir. Deniz suyu ile getirilip, süzülen örneklerden sadece liyofilize olanlar avantajlı sonuç vermiştir.

Süzülerek azot tankına konulduktan sonra getirilen örneklerde, etüvde kurutma ve liyofilizasyon, gölgede kurutmaya nazaran daha iyi sonuç vermiştir. Süzülerek kuru buzda getirilen ve süzüldükten sonra oda sıcaklığında kurumaya bırakılan örneklerin her ikisinde de liyofilizasyon en etkili koşuldur.

Araştırmalarımızın, farklı mevsimlerde toplanacak örneklerin aynı değişkenler uygulanarak analiz edilmesiyle devam etmesi hedeflenmektedir.

ÖZET

Denizlerin en önemli canlı kaynaklarından biri alglerdir. Alglerden gıda, tarım, kozmetik, tıp, eczacılık ve endüstri dallarında faydalanılmaktadır. Nüfusun hızla çoğaldığı, beslenme sorununun giderek büyüdüğü günümüzde, alglerden yararlanma gereksinimleri de artmaktadır.

Algler, özellikle yeni farmasötik ajanların geliştirilmesinde önem taşıyan yüksek biyolojik aktiviteli sekonder metabolitlere sahiptirler. Eczacılıkta etkin ve yardımcı madde olarak kullanılan fikokolloidler deniz alglerinden elde edilmektedir.

Algler üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda antimikrobiyal, sitotoksik, antimitojenik, antikanser, antitümöral aktivitelerin varlığı ortaya konmuştur.

Ulva lactuca bitkisinin fenolik bileşikleri analiz edilmiş, kafeik asit, ferulik asit, klorojenik asit, salisilik asit, kumarik asit, protokateşuik asit gibi maddelerin varlığı belirlenmiştir. Bu yüksek lisans tez çalışmasında *Ulva lactuca* bitkisinin morfolojisi ve fenolik bileşiklerinin stabilitesi üzerine araştırmalar yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Ulva lactuca*, fenolik bileşikler, fikokolloitler, yeşil algler.

ABSTRACT

Algae is one of the most important living resources of the seas. Algae is being used; food, agriculture, cosmetics, medical, pharmaceutical and industrial areas. In recent days, the needs about using algae become large scales while the population growth and nutrition problem spreading rapidly. Algae is particularly important in the development of new pharmaceutical agents having a high biological activity of secondary metabolites. In pharmacy, phycocolloids, which are mainly used as an effective and auxiliary article, are obtained from sea algae. As a result of studies on the antimicrobial, antitumoral, cytotoxic, antimitogenic, anticancer activity revealed the presence of algae.

The phenolic compounds of *Ulva lactuca*'s were determined and it is found that, caffeic acid, ferulic acid, chlorogenic acid, salicylic acid, coumaric acid, protocatechuic acid are exists in *Ulva lactuca*.

In this Master Thesis, the investigations about morphology and stability of phenolic compounds of *Ulva lactuca* are studied.

Key words: *Ulva lactuca*, phenolic compounds, phycocolloids, green algae.

KAYNAKLAR

1. Agardh C. A. Species Algarum Cilt I. Gryphiae LXXVI. 1923.
2. Atay D. Deniz yosunları ve değerlendirme olanakları. Başbakanlık Basımevi. Ankara. 1978; 128.
3. Aysel V. , Erdoğan H. Check list of Black Sea Seaweeds, Turkey. Turk. J. Bot. 1995; 19: 545 – 54.
4. Aysel V. , Gezerler – Şipal U. Marian flora of Turkish Mediterranean coast, Cyanophyceae, Chlorophyceae, Charophyceae and Angiospermae. Aegean Univ. J. of Fisheries Fac. 1996; (13) (3 – 4): 247 – 57.
5. Barbier P. et al. Caulerpenyne from *Caulerpa taxifolia* has an antiproliferative activity on tumor cell line SK-N-SH and modifies the microtubule network. Life Sci. 2001; 70: 415 – 29.
6. Bhaskar N. , Miyashita K. Lipid composition of *Padina tetratomica* (Dictyotales), Phaeophyta), a Brown seaweed of the west coast of India. Indian J. Fish. 2005; 52: 263 – 8.
7. Bowen H. J. M. Trace element in biochemistry. Academic press, London and New York. 1966.
8. Brownlee I. A. et al. Alginate as a source of dietary fiber. Critical reviews in Food Science and Nutrition. 2005; 45: 497 – 510.
9. Bryce A. J. A research & development program to assess the technical and economic feasibility of methan production on a commercial scale from giant Brown kelp. J. Phycol. Suppl. 13. 1977.
10. Casat Garcia M. N. , Ramirez I. , Leets I. , Pereira A. C. , Quiroga M. F. Antioxidant capacity, polyphenol content and iron bioavailability from algae (*Ulva* sp. ,

- Sargassum sp and Porphyra sp.) in human subjects. British Journal of Nutrition. 2009; 101: 79 – 85.
11. Chapman R.L, Buchheim M.A. 1992. Green algae and the evolution of land plants; inferences from nuclear-encoded rRNA gene sequences-biosystems. 28; 127-137
 12. Cirik Ş. , Cirik S. Su bitkileri I Deniz bitkilerinin biyolojisi, ekolojisi ve yetiştirme teknikleri. Ege Üniv. Yayınları Su Ürünleri Fakültesi Yayınları. 2011; 58: 135 – 45.
 13. Constantine D. Stalikas Department of Chemistry, University of Ioannina, Ioannina, Greece Review Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids
 14. Devi K. et al. Bioprotective properties of seaweeds: in vitro evaluation of antioxidant activity and antimicrobial activity against food borne bacteria in relation to polyphenolic content. BMC Complement Altern Med. 2008; 8: 38.
 15. Dural B. , Guner H. , Aysel V. Taxonomical studies on Ulvales order in Çandarlı Bay II. Ulvaceae A. *Ulva* L. species. Turk J. Bot. 1989; (113): (3): 474 – 87.
 16. Dural B. Taxonomy and ecology of algae in between Eskifoça and Çeşme. 278 pp. PhD Thesis. Aegean Univ. Fac. of Science. 1990.
 17. El Baky H. H. A. , El Baz F. K. , El Baroty G. S. Evaluation of marine alga *Ulva lactuca* L. as a source of natural preservative ingredient. American – Euroasian J. Agric & Environ. Sci. 2008; 3: 434 – 44.
 18. Eliot W. , Stoching C.R. , Barbour M. G. , Rost T. L. Botany, an introduction to plant biology. 6nd. Ed. 1982.
 19. Evans S. M. , Cowan M. M. Cosmetic and Drug Microbiology. 2006; 398.
 20. Gamal A. A. Biological importance of marine algae. Saudi Pharmaceutical Journal. 2010; 18: 1 – 25.

21. Garcia Casoll M. M. et al. Antioxidant capacity, polyphenol content iron bioavailability from algae (*Ulva* sp., *Sargassum* sp. and *Porphyra* sp.) in human subjects. *British Journal of Nutrition*. 2009; 101: 79 – 85.
22. Glombitza K. W. Highly hydroxylated phenols from Phaeophyceae in Abstracts of the VII th International Seaweed Symposium, Bangor. 1974.
23. Guner H. , Aysel V. , Sukatar A. , Ozturk M. Check list of İzmir Bay Marine algae: II. Phaeophyceae, Chlorophyceae and Cyanophyceae. *Aegean Univ. J. Fac of Science*. 1984; (7) (1): 57 – 65.
24. Guner H. , Aysel V. , Sukatar A. , Ozturk M. The Aegean Sea flora, Turkey I. Cyanophyta, Chlorophyta and Phaeophyta. *Turk J. Bot*. 1985; (9) (2) : 277 – 82.
25. Guner H. , Aysel V. Some qualitative and quantitative studies on algal communities in Aegean and Marmara sea. 1. *Ulva lactuca* L. (Chlorophyta). *Aegean Univ. J. Fac. of Science*. 1978; (2) (1): 55 – 71.
26. Guner H. , Aysel V. Taxonomical studies on some *Ulva* (Chlorophyta) species in İzmir Bay. *Aegean Univ. J. Bot*. 1977; 3: 241 – 51.
27. Guner H., Aysel V., *I.Cilt*. 2006; 134-137
28. Guven K. C. , Aktin E. Studies on antilipidemic and anticoagulant properties of the algae collected from Turkish coasts. *Botanica Marina* VII. 1964; (1/4): 1 – 3.
29. Guven K. C. , Guler E. , Özdemir O. , Sunam G. , Hakyemez O. Pharmacological investigations on the protein fractions of *C. crinita* and *C. corniluta* . *Bot. Mar*. 1980; (23) (2):203 – 4.
30. Guven K. C. et al. About alkaloid content of Marine Algae. *Eczacılık Bülteni* XI. 1969; 177 – 84.
31. Guven K. C. et al. Anticoagulant – antithrombin and fibrinolytic actions of extract of marine alga *Corallina rubens* L. *Haemostasis*. 1973 / 4: (2); 260 – 8.

32. Gümüş G. Deniz marulunun kimyasal kompozisyonunun araştırılması. Yüksek lisans tezi. 2007; 4.
33. Haliki, A., Denizci, A. A. and Çetingül, V., 2005. An investigation on antifungal activities of some marine algae (Phaeophyta, Rhodophyta). EU J. Fish. Aquatic Sci. 22: 13–15.
34. Harada H. , Kamei Y. selective cytotoxicity of marine algae extracts to several human leukemia cell lines. Cytotechnology. 1997; 25: 213 – 9.
35. Haris R. S. Vitamins K in pyrrole pigments, isoprenoid compounds and phenolic plant constituents. eds. Florkin M. , Stotz E. (Elsevier, New York). 1963; 9: 192 – 8.
36. Harlin M. M. , Thorne - Miller B. , Thursby G. B. Amonium uptake by *Gracillaria* (Florideophyceae) sp. and *Ulva lactuca* (Chlorophyceae) in closed system fish culture. Proc. Int. Seaweed Symp. 1979; (9): 285 – 92.
37. Hartmann I. , Aufermann B. Formation and function of simple monoamines in red algae in Abstracts of the VIIIth International Seaweed Symposium, Bangar. 1974. Marine Science Laboratories, Anglesey, U.K
38. Hassan S. M. , Ghareib H. R. Bioactivity of *Ulva lactuca* L. acetone extract on germination and growth lettuce and tomato plants. African Journal of Biotechnology. 2009; 16: 3832 – 8.
39. Hoppe Heinz A. , Levring T. , Tanoka Y. Marine algae in pharmaceutical science. Berlin, New York. 1979.
40. Hoult J. R. S. , Paya M. Pharalological and biochemical actions of simple coumarins: natural products with therapeutic potential. Gen. Pharmacol. 1996; 27: 713 – 22.
41. Ivanova V. et al. Isolation of a polysaccharid with antiviral effect from *Ulva lactuca*. Preparative Biochemistry. 1994; 24: 83 – 97.

42. Kaneda T. , Ando H. Component lipids of purple laver and their antioxygenic activity in Proceedings of the VII th International Seaweed Symposium, Sapporo. University of Tokyo Press.
43. Karabay-Yavaşoğlu, N. U., Sukatar, A., Özdemir, G. and Horzum, Z., 2007. Antimicrobial activity of volatile components and various extracts of the red alga *Jania rubens*. *Phytother. Res.* 21: 153–156.
44. Karawita R. , Siriwardhana N. , Lee K. W. , Heo M. S. , Yeo I. K. , Lee Y. D. , Sean Y. J. Reactive oxygen species scavenging, metal chelation, reducing power and lipid peroxidation from *Hizikia fusiformis*. *Food Res. Technol.* 2005; 220: 363 – 71.
45. Kuda T. , Tsunekawa M. , Goto H. , Araki Y. Antioxidant properties of four edible algae harvested in the Noto Peninsula Japan. *J. Food Comp Anal.* 2005;18: 625 – 33.
46. Kuitzing F. T. *Species algarum. Lipsiae.* 1949.
47. Kumar K. S. , Rajagogol S. V. Radical scavenging activity of green algal species. *Journal of Pharmacy Research.* 2011; 4: 723 – 5
48. Kumira J. Studies on the substances of antibloodcoagulation activity in marine algae. IV. in *Laminaria japonica*. *Hokkaido Igaku Zasshi.* 1941; 19: 427 – 36.
49. Lahaye M. Gelling properties of water soluble polysaccharides from proliferating marine green seaweeds. (*Ulva* sp.). *Carbohydrate Polymers.* 1993; 22: 261 – 5.
50. Le Tutour B. , Benslimane F. , Gouleau M. , Gouygou J. , Saadan B. , Quemeneur F. Antioxidant and prooxidant activities of the Brown algae *Laminaria digitata*, *Limnathalia elangata*, *Fucus vesiculosus*, *Fucus serratus* and *Ascophyllum nodosum*. *J. Appl. Phycol.* 1998; 10: 121 – 9
51. Lee, R. C. T., Slagle, J. R., and Blum, H. (1977) A triangulation method for the sequential mapping of points from *N*-space to two-space. *IEEE Transactions on Computers*, 26:288-292.

52. Lewis E. J. , Gonzales E. A. The protein, peptid and free amino acid contents of some species of marine alga from Bombay. *Ann. Bot.* 1962; 261: 301 – 16.
53. Li A. H. , Cheng C. , Wang F. , King- Wai C. , Yue J. Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae. *Food Chem.* 2007; 102: 771 – 6.
54. Mamatha et al. Studies on use of *Enteromorpha* in snack food. *Food Chem.* 2007; 101: 1707 –
55. Manabe Y. *Laminaria tent* for gradual and safe ceruical dilatation. *Amer. J. Obstet, Gynec.* 1971; 110: 743.
56. Manial A. , Sujith S. , Selvin J. , Shakir C. , Kiran G. S. , Sephal G. Antibacterial activity of *Falkenbergla hillebrandii* (Born) from the Indian Coast against human pathogeny. *Phyton – International Journal of Experimental Botany.* 2009; 78: 161 – 6.
57. Mason C. P. Studies of marine algal proteins using acrylamide gel electrophoresis. Abstracts of the IX th International Seaweed Symposium, Santa Barbara, Cal. *Journal of Phycology.* 13. suppl. 1977.
58. Mason T. L. , Wasserman B. P. Inactivation of red beet beta – glucan synthase by native and oxidized phenolic compounds. *Phytochemistry.* 1987; 26: 2197 – 2202.
59. Mayer A. M. S. , Gustafson K. R. Marine pharmacology in 2001: antitumour and cytotoxic compounds. *European Journal of Cancer.* 2004; 40: 2676 – 2704.
60. Mayer A. M. S. , Hamann M. T. Marine pharmacology in 2001 – 2002: Marine compounds with antihelminthic, antibacterial, anticoagulant, antidiabetic, antifungal, antiinflammatory, antimalarial, antiplatelet, antiprotozoal, antituberculosis and antiviral activities. affecting the cardiovascular, immune and nervous systems and other miscellaneous mechanisms of action. *Comp. Biochem. Phsiol.* 2005; 140: 265 – 86.

61. Mayer A.M.S. , Lehmann V. K. Marine compounds with antibacterial, anticoagulant, antifungal, antiinflammatory, antihelminthic, antiplatelet, antiprotozoal and antiviral activities with actions on the cardiovascular, endocrine, immune and nervous systems and other miscellaneous mechanisms. *Pharmacologist*. 2000; 42: 62 – 9.
62. McCourt R.M. 1995 Green Algae Phylogeny *Trends in Ecology and Evolution*, 10; 159-163
63. Mchugh D. J. A guide to the seaweed industry. *FAO FISHERS*. 2003; 441.
64. Meenakshi S. , Umayaparvathi S. , Arumugam M. , Balasubramanian T. In vitro antioxidant properties and FTIR analysis of two seaweeds of Gulf of Mannar. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 2012; 66 – 70.
65. Mtolera M. S. P. , Semesi A. K. Antimicrobial activity of extracts from six green algae from Tanzania. *Cur Trends Mar. Bot. Res. East Afr. Reg*. 1996; 211–7.
66. Nwosu F. , Morris J. , Lundu A. , Stewart D. , Ross H. A. , McDougall G. J. Antiproliferative and potential antidiabetic effects of phenolic rich extracts from edible marine algae. *Food Chemistry*. 2011; 126: 1006 – 12.
67. Orhan B. S. , Atici T. , Brun R. Perozza R. , Tasdemir D. Turkish freshwater and marine macrophyte extracts in vitro anti protozoal activity and inhibit FabI, a key enzyme of Plasmodium falciparum fatty acid biosynthesis. *Phytomedicine*. 2006; 13: 388 – 93.
68. Oza R. M. , Sreenivasa Rao. P. Effects of different media on growth and sporulation of laboratory raised germlings of *Ulva fasciata* Delile. *Botanica Marina* XX. 1977; 7: 427 – 31.
69. Özdemir, G., Horzum, Z., Sukatar, A. and Karabay-Yavaşoğlu, N.U., 2006. Antimicrobial activities of volatile components and various extracts of *Dictyopteris*

- membranaceae* and *Cystoseira barbata* from the Coast of Izmir, Turkey. Pharmaceutical Biol. 44:183–188.
70. Padvá M. , Fontoura P. S. G. , Mathias A. L. M. Chemical composition of *Ulvaria oxysperma* (Kützinger) Bliding, *Ulva lactuca* (Linnaeus) and *Ulva fasciata* (Delile). Brazilian Archives of Biology and Technology. 2004; 47: 49 – 55.
71. Pereira H. S. , Lea-o-Ferreira L. R. , Moussatche N. , Teixeira V. L. , Cavalcanti D. N. , Costa L. J. , Diaz R. , Frugulhetti I. C. antiviral activity of diterpenes isolated from the Brazilian marine alga *Dictyota menstrualis* against human immunodeficiency virus type 1 (HIV-1). Antiviral Res. 2004; 64: 69 – 76.
72. Reichelt J. L. , Browitzka N. A. Antimicrobial activity from marine algae. Results of a large scale screening programme. Hydrobiologic. 1984; 158 – 68.
73. Round F. E. The Biology of Algae. 2 nd. Ed. 1973
74. Ruberto G. , Barata M. J. , Biondi D. M. , Amico V. Antioxidant activity of extracts of marine algal genus *Cystoseira* in a micellar model system. J. Appl. Phycol. 2001; 13: 403 – 7.
75. Salvador N. et al. Antimicrobial activity of Iberian macroalgae. Scientific Marina. 2007; 71: 101 – 13.
76. Schwimmer M. , Schwimmer D. The role of algae and plankton in medicine. New York, London. 1955.
77. Senevirathne M. , Kim S. K. , Siriwardhava N. , Ha J. H. , Lee K. W. , Jean Y. J. Antioxidant potential of *Ecklonia cava* on reactive oxygen species scavenging, metal chelating, reducing power and lipid peroxidation inhibition. Food Sci. Tech. Int. 2006; 12: 27 – 38.
78. Serrano A. et al. Arch. Biochem Biophys. 1998; 350: 49- 54.

79. Smit A. J. Medicinal and pharmaceutical uses of seaweed natural products. A review
Journal of Applied Phycology. 2004; 245 -62.
80. Stalikas C. D. Extraction, separation and detection methods for phenolic acids and
flavonoids. J. Sep. Sci. 2007; 30: 3268 -95.
81. Takagi M. Seaweeds as medicine in: Advance of Phycology in Japan, Tokida, Hirose,
ed. VEB Gustav Fischer Verlag Jena. 1975.
82. Takemoto T. , Daigo K. , Takagi N. Studies on the hypotensive constituents of marine
algae I. A new basic amino acid 'laminine' and the other basic constituents isolated
from *Laminaria angustata*. J. Pharm. Soc. Japan. 1964; 84: 1176 – 9.
83. Tang H. , Inoue M. , Uzawa Y. , Kawamura Y. Antitumorogenic components of a
seaweed *Enteromorpha clathrata*. Biofactors. 2004; 22: 107 – 10.
84. Tanka Y. Application of metal binding properties of marine algae in medicine. Proc.
Food – Drugs from the Sea Symp. Marine Technology Society. 1969; 351 – 7.
85. Tanker M. , Tanker N. Farmakognozi Cilt I. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi
Yayınları no: 58. Ankara, 1985.
86. Taskın E. , Cakı Z. , Ozturk M. , Taskın E. , Kurt O. Antimicrobial and antitumoral
activities of marine algae. Review of Hydrobiology. 2010; 3, 1,: 37 – 50.
87. Taskın E. , Ozturk M. , Taskın E. , Kurt O. Antibacterial activities of some marine
algae from the Aegean Sea (Turkey). African Journal of Biotechnology. 2007; 6: 24:
2746 – 51.
88. Tuney I. , Cadircı B. H. , Unal D. , Sukatar A. Antimicrobial activities of the extracts
of marine algae from the coast of Urla (İzmir, Turkey). Turk J. Biol. 30: 1 – 5.
89. Tuney I. , Cadircı B. H. , Unal D. , Sukatar A. In an antimicrobial activities of crude
extracts of marine algae from the coast of İzmir (Turkey). Fres. Environ. Bull. 2007;
16: 428 – 34.

90. Zeybek N., Zeybek U., Saygıner B., *Farmasötik Botanik*. Bornova-İzmir.2003; 102-103
91. Zhang J. et al. Antidiabetic properties of polysaccharide and polyphenolic enriched fractions from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum*. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. 2007; 85: 115 – 23.
92. Zhou J. et al. *Biochem. Nutr.* 1993;15: 119 -25.
93. Zubia M. , Robieo D. Antioxidant activities in tropical marine macroalgae from the Yucatan Peninsula, Mexico. *J. Appl. Phycol.* 2007; 19: 449 – 58.

ÖZGEÇMİŞ

26.06.1988 tarihinde Bandırma'da doğdum. 1994-2002 yıllarında Vecihbey İlköğretim Okulu, 2002-2006 yılları arasında Bandırma Anadolu Lisesi'nde öğrenim gördüm. 2006 yılında Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji bölümünü kazandım. Buradan 2010 yılında mezun oldum. Aynı sene Ege Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmasötik Botanik Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimime başladım.