

**ANADOLU ADAÇAYI (*SALVIA FRUTICOSA* MİLL.)  
BİTKİSİNDE DENİZYOSUNU UYGULAMALARININ  
MEYDANA GETİRDİĞİ METABOLİK ETKİLERİN  
BELİRLENMESİ**

**RUVEYDE NUR YILMAZ**



T.C.  
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANADOLU ADAÇAYI (*SALVIA FRUTICOSA* MİLL.) BİTKİSİNDE  
DENİZYOSUNU UYGULAMALARININ MEYDANA GETİRDİĞİ  
METABOLİK ETKİLERİN BELİRLENMESİ**

RUVEYDE NUR YILMAZ

Doç. Dr. Asuman CANSEV  
(Danışman)  
Dr. Öğretim Üyesi Ayşegül AKPINAR  
(İkinci Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BURSA– 2022  
**Her Hakkı Saklıdır**

## TEZ ONAYI

Rüveyde Nur Yılmaz tarafından hazırlanan “ANADOLU ADAÇAYI (*SALVIA FRUTICOSA* MİLL.) BİTKİSİNDE DENİZYOSUNU UYGULAMALARININ MEYDANA GETİRDİĞİ METABOLİK ETKİLERİN BELİRLENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Doç. Dr. Asuman CANSEV

**İkinci Danışman:** Dr. Öğretim Üyesi Ayşegül AKPINAR

<b>Başkan:</b>	Doç. Dr. Asuman CANSEV 0000-0002-3353-846X Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı	İmza
<b>Üye:</b>	Dr. Öğretim Üyesi Ayşegül AKPINAR 0000-0002-4606-0645 Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Park ve Bahçe Bitkileri	İmza
<b>Üye:</b>	Prof. Dr. Cevriye MERT 0000 0003 3092 5023 Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı	İmza
<b>Üye:</b>	Prof. Dr. Yasemin ŞAHAN 0000-0003-3457-151X Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği	İmza
<b>Üye:</b>	Dr. Öğretim Üyesi Sergül ERGİN 0000-0002-7720-5536 Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji	İmza

**Yukarıdaki sonucu onaylarım**

**Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN**

**Enstitü Müdürü**

.././....

**U.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

**27/01/2022**

**Rüveyde Nur YILMAZ**

## TEZ YAYINLANMA FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Doç.Dr.Asuman CANSEV  
Tarih

Rüveyde Nur Yılmaz  
Tarih

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### ANADOLU ADAÇAYI (*SALVIA FRUTICOSA* MİLL.) BİTKİSİNDE DENİZ YOSUNU UYGULAMALARININ MEYDANA GETİRDİĞİ METABOLİK ETKİLERİN BELİRLENMESİ

**RUVEYDE NUR YILMAZ**

Bursa Uludağ Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

**Danışman:** Doç. Dr. Asuman CANSEV

**İkinci Danışman:** Dr. Öğretim Üyesi Ayşegül AKPINAR  
(Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi)

Biyolojik çeşitliliği zengin bir ülke olan Türkiye’ de tıbbi ve aromatik bitkiler önemli bir yere sahiptir. Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) ülkemizin kuzeybatısından güneybatısına kadar uzanan bölgede farklı lokasyonlarda yayılış gösteren ve ticari önemi olan bir türdür. İçerdiği etken maddelerden dolayı sağlık alanında kullanımının artması ve bitkinin yapraklarının çay olarak tüketilmesi Anadolu adaçayı bitkisinin popüleritesini gün geçtikçe arttırmaktadır.

Deniz yosunları deniz çevrelerinde yetişen makro alglerdir. Deniz yosunu bünyesinde bulunan organik asitler ile makro ve mikro elementlerin ve çeşitli bitki büyüme düzenleyicilerinin varlığı nedeniyle, bitki destekleyici bir ürün olarak kullanım potansiyeline sahiptir. Bu nedenle son yıllarda deniz yosunu özütlerinin tarım ürünlerinin yetiştiriciliğinde kullanılması önem kazanmıştır fakat uygulama şekilleri ve dozlarının hangi bitkide hangi etkiyi yaratacağı henüz tam olarak belirlenmemiştir. Anadolu adaçayı türünde deniz yosunu uygulamasına ait literatürde herhangi bir çalışma mevcut değildir.

Bu çalışmada Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkisinde farklı dozlarda (0.25 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L ve 2 g/L) deniz yosunu uygulamalarına bağlı olarak toplam fenolik madde içeriği, antioksidan kapasite (CUPRAC ve DPPH) ve antioksidatif enzim (SOD ve CAT) aktiviteleri ve glutatyon içeriğindeki değişimler incelenmiştir. Çalışmada, Anadolu adaçayı bitkilerindeki oksidatif yanıtlar ve toplam fenolik madde içeriği, antioksidan kapasite bakımından sonuçlar değerlendirildiğinde 1 g/L deniz yosunu özütünün uygulama dozu olarak uygun olabileceği belirlenmiştir. Bundan sonraki çalışmalarda, Anadolu adaçayı bitki türünde farklı deniz yosunu içeriklerinin etkileri, çeşitli dozlar ve uygulama şekilleri bakımından değerlendirilerek yeni çalışmalarla detaylandırılması önerilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Salvia fruticosa*, Anadolu adaçayı, deniz yosunu uygulamaları, stres enzimleri

**2022, vii +50 sayfa.**

## ABSTRACT

MSc Thesis

### DETERMINATION OF METABOLIC EFFECTS OF SEAWEED APPLICATIONS ON ANATOLIAN SAGE (*SALVIA FRUTICOSA* MILL.)

**RUVEYDE NUR YILMAZ**

Bursa Uludağ University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Horticulture Department

**Supervisor:** Assoc. Dr. Asuman CANSEV

**Second Supervisor:** Asist. Dr. Ayşegül AKPINAR  
(Bilecik Şeyh Edebali University)

Medicinal and aromatic plants have an important place in Turkey with rich biological diversity. Anatolian sage (*Salvia fruticosa* Mill.) is a commercially important species with a cultivation region that extends from the northwest to the southwest of our country. Due to the active ingredients of Anatolian sage, the increase in its use in health and the consumption of its leaves as tea enhance the popularity of this species day by day.

Seaweeds are macro algae that grow in marine environments. Due to the presence of organic acids, macro and micro elements and various plant growth regulators in seaweed, it has the potential to be used as a plant support product. For this reason, the use of seaweed extracts in the cultivation of agricultural products has gained importance in recent years, but the application methods and doses have not yet been fully determined. There is no study in the literature on the application of seaweed on Anatolian sage species.

In this study, some metabolic responses [total phenolic content, antioxidant capacity (CUPRAC and DPPH), antioxidant enzymes (SOD and CAT) activities and glutathione content] in Anatolian sage plants exposed to various doses (0.25 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L, and 2 g/L) of seaweed, were investigated. When the results were evaluated in terms of oxidative responses, total phenolic substance content and antioxidant capacity of Anatolian sage (*Salvia fruticosa*) plants, it was determined that 1 g/L seaweed extract may be appropriate as an application dose. Detailed studies are recommended for evaluating the effects of different seaweed contents on Anatolian sage plant species in terms of various doses and application methods.

**Keywords:** *Salvia fruticosa*, Anatolian Sage, seaweed applications, stress enzymes  
**2022, vii +48 pages**

## TEŐEKKÖR

Yüksek lisans eğitiminin her alanında desteğini, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen maddi ve manevi her konuda yanımda olan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Asuman CANSEV'e teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen ikinci danışman hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Ayşegöl AKPINAR 'a teşekkürü borç bilirim.

Eğitim hayatım boyunca bana maddi ve manevi desteği sunan, yanımda olan sevgili meslektaşım ve babam Selahattin Yılmaz'a ve annem Nuran Yılmaz'a teşekkür ederim.

**Ruveyde Nur YILMAZ**



## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI .....	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	20
3.1. Materyal .....	20
3.2. Yöntem.....	23
3.2.1. Toplam Fenolik Madde İçeriği ve Antioksidan Kapasite (CUPRAC ve DPPH) Tayini.....	23
3.2.2. Antioksidatif Enzim (SOD ve CAT) Aktivitesi Tayini.....	27
3.2.3. Total Protein İçeriği .....	30
3.2.4. Glutasyon Tayini .....	30
3.2.5. İstatistik Analizler .....	31
4. BULGULAR.....	32
5. TARTIŞMA VE SONUÇ .....	39
KAYNAKLAR .....	44
ÖZGEÇMİŞ .....	52

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Kisaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
CAT	Katalaz
cc	Santimetreküp
Cm	Santimetre
Da	Dekar
dk	Dakika
g	Gram
kg	Kilogram
L	Litre
m	metre
mL	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimolar
nmol	Nanomol
SOD	Süperoksit Dismutaz
SW	Deniz yosunu
vb	Ve benzeri
v/v	Hacim yüzdesi
µm	Mikrometre
%	Yüzde
€	Euro Para Brimi

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Anadolu Adaçayı ( <i>Salvia fruticosa</i> Mill.) bitkisinin genel görünüşü.....	20
Şekil 3.2. Denemede kullanılan Anadolu adaçayı fideleri .....	21
Şekil 3.3. Deniz yosunu uygulaması yapılmış Anadolu adaçayı fidelerinin genel görünüşü.....	23
Şekil 3.4. Toplam fenolik içeriğin belirlenmesinde hazırlanan standart eğri grafiği ve denklemi.....	25
Şekil 3.5. CUPPRAC yöntemiyle antioksidan kapasite tayininde elde edilen standart eğri grafiği ve denklemi.....	26
Şekil 3.6. DPPH yöntemiyle antioksidan kapasite tayininde elde edilen standart eğri grafiği ve denklemi .....	27
Şekil 3.7. SOD aktivite tayininde elde edilen standart eğri grafiği ve denklemi.....	29
Şekil 3.8. Glutatyon analizi standart eğri grafiği ve denklemi.....	31
Şekil 4.1. Farklı dozlarda (0.25 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L ve 2 g/L) deniz yosunu özütü uygulanmış Anadolu adaçayı ( <i>Salvia fruticosa</i> Mill.) bitkilerinde toplam fenolik madde içeriği (n=5).....	32
Şekil 4.2. Farklı dozlarda (0.25 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L ve 2 g/L) deniz yosunu özütü uygulanmış Anadolu Adaçayı ( <i>Salvia fruticosa</i> Mill.) bitkilerinde CUPPRAC yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasite değerleri (n=5).....	33
Şekil 4.3. Farklı dozlarda (0.25 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L ve 2 g/L) deniz yosunu özütü uygulanan Anadolu adaçayı ( <i>Salvia fruticosa</i> Mill.) bitkisinde DPPH yöntemine göre belirlenen ortalama antioksidan kapasite değerleri (n=5).....	34
Şekil 4.4. Farklı dozlarda (0.25 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L ve 2 g/L) deniz yosunu özütü uygulanmış Anadolu adaçayı ( <i>Salvia fruticosa</i> Mill.) bitkilerinde SOD aktivite değerleri (n=5) .....	35
Şekil 4.5. Farklı dozlarda (0.25 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L ve 2 g/L) deniz yosunu özütü uygulanmış Anadolu adaçayı ( <i>Salvia fruticosa</i> Mill.) bitkilerinde CAT aktivite değerleri (n=5).....	36
Şekil 4.6. Farklı dozlarda (0.25 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L ve 2 g/L) deniz yosunu özütü uygulanmış Anadolu adaçayı ( <i>Salvia fruticosa</i> Mill.) bitkilerinde glutatyon içeriği (n=5).....	37
Şekil 4.7. Farklı dozlarda (0.25 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L ve 2 g/L) deniz yosunu özütü uygulanmış Anadolu adaçayı ( <i>Salvia fruticosa</i> Mill.) bitkilerinde toplam protein içeriğindeki değişim (n=5).....	37

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan deniz yosunu içeriği (Leili Alga600 toz deniz yosunu).....	22
--	----

## 1. GİRİŞ

Tıbbi ve aromatik bitkiler ülkemizde ve dünyada gerek kullanım alanları, üretimi ve gerekse de piyasadaki hacmiyle gün geçtikçe önem kazanmaktadır. İçerdiği etken maddeler nedeniyle insan sağlığı için fayda sağlayan fonksiyonel gıdalar olarak kullanılmaktadır (Acıbuca ve Budak, 2018). Tıbbi ve aromatik bitkilerin yapısında bulunan biyoaktif bileşikler, özellikle fenolik maddeler nedeniyle doğal antioksidan kaynağı olarak kabul edilmektedirler (Sindhi ve ark. 2013). Bu sayede fenolik maddeler içeren tıbbi ve aromatik bitkilerin serbest radikal süpürücü olarak fonksiyona sahip olduğu ifade edilmektedir (Tusevski ve ark. 2014). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) 2001 yılında tıbbi bitkiler için yeni bir tanım getirerek “bitki materyallerinin ekstraksiyon, konsantrasyon, fraksiyonasyon, saflaştırma veya diğer fiziksel veya biyolojik süreçlere tabi tutarak üretilen bitkisel preparatlar” olarak tıbbi ve aromatik bitkileri yeniden nitelendirmiştir (Okigbo ve ark. 2009).

Türkiye, mevcut coğrafi konumu ve tarımsal potansiyeli dolayısıyla tıbbi ve aromatik bitkilerin yetiştiriciliğinde önemli ayrıcalığa sahip bir ülkedir. Ülkemizin İran-Turan, Avrupa-Sibirya ve Akdeniz olmak üzere üç gen merkezinin kesişme noktasında bulunması nedeniyle geniş bir tür ve çeşit zenginliğine sahip olması büyük bir avantajı da beraberinde getirmektedir. Tıbbi ve aromatik bitkiler bu potansiyelde ülkemiz için önemli bir ihracat hacmi oluşturmaktadır. Türkiye florasında 10.000 den fazla tıbbi ve aromatik bitkinin bulunduğu bilinmektedir (Bağdat 2006). Ancak bu türlerin sadece 347 tanesi Türkiye’de iç ve dış ticareti yapılan tıbbi ve aromatik bitkileri oluşturmaktadır (İpek ve Gürbüz, 2010).

Lamiaceae familyasının yaygın bir cinsi olan *Salvia*, tıbbi ve aromatik bitkiler içinde katma değeri yüksek ve geniş kullanım alanına sahip bir bitkidir. *Salvia*’nın bazı türleri eski zamanlardan beri farklı hastalıkların tedavisinde kullanılmış, bu nedenle Adaçayı türlerine Latince “kurtarmak, iyileştirmek” anlamına gelen SALVEO kelimesinden türeyen *Salvia* ismi verilmiştir (Nakiboğlu 1993). Adaçayı eski zamanlardan beri önemli tıbbi bir bitki olmuştur. Antik Mısır’da ve daha sonrasında yılan ısırması, kötü ruhlardan korunmak ve kadınların üreme isteklerini artırmak için kullanılmıştır (Uçar ve Gürbüz, 2014).

Salvia cinsi tıbbi ve aromatik bitkiler, dünyada tropik ve subtropik bölgeler ile Akdeniz bölgelerinde doğal olarak yetişmektedir. Dünya’da Salvia cinsine ait yaklaşık 900 tür bulunmakta olup, bunlar çoğunlukla Amerika ve Güney-Batı Asya kıtalarında yayılış göstermektedir. Salvia cinsi Avrupa kıtasında 36 tür, İran civarında 70 tür içerdiği belirtilmektedir. Salvia cinsinin gen merkezi Anadolu’dur. Türkiye’de 97 tür, 4 alttür ve 8 varyete bulunmaktadır. Ülkemizin zengin florasında 51 tanesi endemiktir. Bu türlerden 11 tanesi nesli tükenmek üzere olup tehlikeli endemik türler arasında yer almaktadır. Türkiye’de yetişen 97 türün 58 tanesi İran-Turan, 27 tanesi Akdeniz, 5 tanesi Avrupa-Sibirya, diğer kalan 7 tanesi ise diğer bölgelerde yayılış göstermektedir. Dünya’da en çok *Salvia fruticosa*, *S. cryptantha*, *S. multicaulis*, *S. sclarea* ve *S. tomentosa* türleri ticari öneme sahiptir (İpek ve Gürbüz 2010).

Son verilere göre ülkemizde 6.655 dekada 1271 ton adaçayı üretimi yapılmıştır. Ülkemizde Antalya ili adaçayı üretiminde ilk sırada yer almaktadır. 2020 yılında Antalya 669 ton ile toplam üretimin %53’ünü, Denizli 207 ton ile %16’sini ve Burdur 142 ton ile %11’ini oluşturmaktadır (TÜİK, 2020). Ülkemizdeki adaçayı üretimi artan talep doğrultusunda yeterli gelmemektedir. 2020 yılında *Salvia officinalis* dışındaki diğer adaçayı türleri için ithalat miktarı yaklaşık 1.2 ton’dur. Adaçayı türlerinin yüksek oranda içerdiği terpenoidler, fenolikler ve çok sayıda sekonder metabolitler içermesi nedeniyle tıbbi ve aromatik değerleri yüksektir. Adaçayı tıbbi ve aromatik değerinin dışında park ve bahçelerde hoş görünümü ve kokusuyla süs bitkisi olarak da kullanılabilir. Adaçayı drog herba ve uçucu yağ olarak tüketilebilmektedir. Farmakoloji, parfümeri gibi alanlarda büyük öneme sahiptir. Her geçen yıl payını artırarak devam eden adaçayı yağı ihracatı son beş yılda yaklaşık 11.3 tondur (Elmas ve Elmas, 2021). İhracatı yapılan ülkeler arasında ilk sıralarda Bulgaristan, ABD ve Kanada gelmektedir (TÜİK, 2021).

İhracata sunulan adaçayının 2012 yılında %95’i doğadan toplanarak, %5’i tarla üretiminden elde edilmekte iken bu rakamlar 2019 yılında üretimin %17’si doğadan toplanmış ve %83’ü tarla üretiminden elde edilmek üzere tıbbi ve aromatik bitkilerin üretiminde tercih edilen ürün haline gelmiştir (Anonim, 2020).

Halk dilinde ‘‘Anadolu adaçayı’’ olarak adlandırdığımız ‘‘*Salvia fruticosa*’’ ve ‘‘Tıbbı adaçayı’’ olarak isimlendirilen ‘‘*Salvia officinalis*’’ kùltùre alınarak üretimi yapılan ve ekonomik öneme sahip *Salvia* türlerindedir. *Salvia* cinsinin önemli bir türü olan *Salvia fruticosa* Mill. Halk dilinde ‘Elma çalbası, Anadolu adaçayı, boz şalba, elma çalısı, almiya çalbası, elma otu’ gibi farklı isimlerle anılmaktadır. Dünyada ise ‘‘Greek adaçayı’’ ve ‘‘Akdeniz yabani adaçayı’’ olarak bilinmektedir (Elmas ve ark. 2019).

Anadolu adaçayı tıbbi ve aromatik olarak ùlkemizin kuzeybatısından güneybatısına kadar uzanan bölgede farklı lokasyonlarda yayılış gösteren ve ticari önemi son yıllarda hızla artan bir türdür. İçerdiği etken maddelerden dolayı sağlık alanında kullanımının artması ve bitkinin yapraklarının çay olarak tüketilmesi Anadolu adaçayı bitkisinin popùlaritesini gün geçtikçe arttırmaktadır. *Lamiaceae* (Ballıbabagiller) familyasına ait bu bitki içerdiği hoş, keskin kokusundan dolayı farmakoloji ve parfümeri sanayisinde de büyük öneme sahiptir. Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa*) Trakya’da, Batı ve Güneybatı Anadolu’da yetişen, yumuşak sık tüylü ve grimsi renkte yapraklar taşıyan bir çalıdır. Yapraklardan elde edilen uçucu yağ %60 kadar 1,8-cineole taşır ve bu bakımdan tıbbi adaçayımdan (*Salvia officinalis* L.) daha değerlidir (Baytop 1996).

Anadolu adaçayı çalı formunda olup 120 cm’ e kadar boylanabilirler. Çok yıllık bir bitkidir. Akdeniz bitkisi olarak geçmesine rağmen karasal iklime çok çabuk uyum sağlayabilir aynı zamanda kireççe zengin kumlu-tınlı ve tınlı-kumlu topraklarda yetiştiriciliği kolaylıkla yapılabilir. Anadolu adaçayının esas yapraklarla birlikte 2 yan kulakçık şeklinde yaprakları bulunur. Yapraklar yeşilimsi-sarımsı, hoş ve keskin bir kokuya sahiptir. 2. yılda drog yaprak ve herba verimi en yüksek seviyededir. Çiçekler leylak, nadiren beyaz, meyve rengi açık veya koyu kahverenginde olup boğumlarında 2-6 çiçek birlikte bulunurlar.

Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) Kuzey Libya, Sicilya ve Güney İtalya’dan Balkan Yarımadasının güney kısmına, Batı Anadolu’dan Batı Suriye’ye geniş bir alanda yayılış göstermektedir. Ülkemizde şu an 1 adet 2464/Karık adıyla *Salvia fruticosa* Mill. çeşidi bulunmaktadır (Anonim, 2021).

Anadolu adaçayı uçucu yağ bakımından da parfümeri ve farmakoloji açısından önemli bir yere sahiptir. Antalya ve çevre yörelerde halk arasında elma yağı olarak da anılabilir. Uçucu yağı çevresel koşullara ve hasat şartlarına bağlı olmakla birlikte ortalama %0,9-5 arasında değişmektedir. Uçucu yağın ana bileşenlerini 1.8 – cineol, camphor, lineol, thujon ve borneol maddeleri oluşturur. Türkiye’de *Salvia L.* türleri uçucu yağlarındaki ana bileşenlerine göre sınıflandırmıştır. Buna göre *Salvia fruticosa Mill.* 1.8-cineole/camphor grubunda yer almaktadır (Karayel ve Akçura 2016, Karık ve ark. 2018).

*Salvia fruticosa*’nın baş ağrısı, romatizma, epilepsi, hepatit, uykusuzluk, ishal, apse, öksürük, gastrit, gut, obezite, ses kısıklığı, herpes, solunum hastalıkları, akciğer hastalıkları, dalak hastalıkları, sinir hastalıkları, ağız hastalıkları, cilt hastalıkları, kas-iskelet hastalıkları, kardiyovasküler hastalıkların tedavisinde; kolesterol düşürücü, diüretik, karminatif, antispazmodik, iştah açıcı ve yara iyileştirici olarak kullanımının olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda parfüm ve kozmetikte, doğal haşere kovucu, gıdalarda koruyucu ve aroma verici olarak da kullanılabilir (Elmas 2021).

Anadolu adaçayı ülkemiz için pazar açığı ve talebini karşılamak için büyük potansiyele sahiptir. Anadolu adaçayı ile ilgili dünyada artan talebe karşılık verebilmek için ülkemiz ihracat ve ithalat faaliyetleri gerçekleştirmektedir (Anonim, 2020). Bu gibi nedenlerden dolayı ekonomik değeri yüksek olan *Salvia fruticosa*’nın kültüre alınarak yüksek verim ve kalite standartlarında üretim yapılması ve katma değeri yüksek ürünlere dönüştürülerek ekonomik hacmin genişletilmesi gerekmektedir. Genellikle doğadan toplanan bu ürünler bilinçsiz toplanmaktadır. Ancak bilinçsiz toplamanın uzun ve kısa vadedeki sonuçlarında doğal flora bozulmakta, standart ürün elde edilememekte ve katma değeri düşük nihai ürün elde edilmektedir. Gıda, ilaç gibi pek çok sektörde kullanılan bu etken maddeler nedeniyle tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliğinde standart ürün elde edilmesi ve bu konuda sürdürülebilir tarımın yaygınlaştırılması gerekmektedir (Karık, 2013). Bu nedenle günümüzde tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliğinde organik gübre kullanımı önemli bir yere sahiptir. Dolayısıyla hem çevre için hem doğru ürün ve doğru tarım için *Salvia fruticosa Mill.*’in kültürel anlamda yetiştiricilikte organik gübreler önemli bir hale gelmiştir. Son yıllarda giderek artan bir popüleriteye sahip olan deniz yosunu özütleri, bitkisel ürünün kalitesini artırma, bitki büyümesini ve gelişmesini



teşvik etme gibi olumlu fizyolojik etkilere sahip olması nedeniyle tıbbi ve aromatik bitki yetiştiriciliğinde önem kazanmıştır (Kumar ve ark 2011).

Deniz yosunu özütleri, bitki büyüme ve gelişmesini destekleyici olarak Antik Roma döneminden beri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Avustralya’da yüzyıllar önce deniz yosunu endüstrisi sahilden toplanan yosunların kompostlaştırılması ile tarımda kullanılmaya başlanmıştır. Deniz yosunu biyokütlesinin sıvılaştırılması ile deniz yosununun tarımda kullanımına olanak sağlanmıştır ve 1950’lerde İngiltere’de kullanım kolaylığı sağlamak için sıvı deniz yosunu özütü endüstrisi oluşturulmuştur. Bu durum deniz yosununun tarımda kullanım alanını genişletmiştir (Arioli ve ark. 2015). Deniz yosunu biyolojik olarak sürdürülebilir bir ürün olup, çevre ve canlılar için bir tehlike oluşturmamaktadır.

Deniz yosunu, "Besin içeriğine bakılmaksızın beslenme verimliliğini, abiyotik stres toleransını ve/veya ürün kalitesini artırmak amacıyla bitkilere uygulanan herhangi bir madde veya mikroorganizma" olarak tanımlanmaktadır. (El Boukhari ve ark. 2020). Deniz yosunu özütleri, aynı zamanda toprağın nem tutma kapasitesini artırmakta, bitki büyüme ve gelişmesi için gerekli olan iz elementleri toprağa geri kazandırmaktadır. Organik bir bileşik olduğu için topraktaki organik madde miktarını artırmaya yardımcı olmaktadır (Dhargalkar ve ark. 2005). Deniz yosunu özütleri, organik gübreler içerisinde etkinliği kanıtlanmış bir ürün olarak verimliliği artırmak için kullanılmaktadır. Organik gübre olarak kullanılan deniz yosunu özütlerinin, makro element olan N,P,K ve mikro besin elementleri olan Fe, Cu, Zn, Mo, Mn içerdiği aynı zamanda bünyesinde hormon (oksin ve sitokinin), vitamin ve amino asitleri içerdiği bilinmektedir (Elumalai 2012, Shukla ve ark. 2019). Bu sayede bitki büyümesini desteklediği ve aynı zamanda büyüme düzenleyici içeriğinden dolayı tohumlarda çimlendirmeyi artırıcı etkiye sahip olduğu, toprak uygulamalarında toprağa yararlı mikroorganizmalar kazandırdığı ve bitkide çevresel strese karşı tolerans oluşturduğu yapılan çalışmalarla bildirilmiştir (Engin ve ark. 2019). Ayrıca bitkilerde deniz yosunu polisakkaritlerinin depolimerizasyonu ile elde edilen oligosakkaritler viral, bakteriyel enfeksiyon ve fungal hastalıklara karşı koruma sağlamaktadır (Pérez ve ark. 2016).

Günümüzde deniz yosunu özütlerinin tarımda organik gübre olarak kullanımını giderek yaygınlaşmakta olup dünya çapındaki toplam pazarın %33'ünden fazlasını oluşturmaktadır ve 2022'de 894 milyon €' -luk bir değere ulaşacağı tahmin edilmektedir (El Boukhari ve ark. 2020).

Deniz yosununu elde etmek için günümüzde birçok ekstraksiyon yöntemi bulunmakta olup bunlar kabaca, geleneksel ve yenilikçi ekstraksiyon yöntemi olarak ayrılabilir. Geleneksel yöntemler Soxhlet cihazında ekstraksiyon, katı-sıvı ekstraksiyon ve sıvı-sıvı ekstraksiyonunu içermektedir. Klasik ekstraksiyon yöntemlerinde ise organik çözücüler (genelde petrol eter, hekzan, siklohekzan, izooktan, toluen, benzen, di-etil eter, diklorometan, izopropanol, kloroform, aseton, metanol, etanol, vb.) kullanılmaktadır. Burada önemli olan çözücünün ucuz ve toksik olmamasıdır. Teknolojinin gelişmesi ve deniz yosunu kullanımına olan talebin artmasından dolayı, verimlilik, zaman tasarrufu, düşük maliyet ve sürdürülebilirlik açısından deniz yosunu özütlerinin üretiminde geleneksel yöntemin yerini yenilikçi yöntemler almıştır. Yenilikçi yöntemler, süper kritik sıvı ekstraksiyonu, mikrodalga destekli ekstraksiyon, ultrason destekli ekstraksiyon, enzim destekli ekstraksiyon, basınçlı sıvı ekstraksiyonu yöntemlerini kapsamaktadır (El Boukhari ve ark. 2020). Bu yöntemler gıda, ilaç ve tarım endüstrisinde uygulanabilen aktif bileşiklerin elde edilebilmesinde önemli bir yere sahiptir.

*Ascophyllum nodosum* tarımda ve araştırmalarda kullanılan en yaygın deniz yosunu türüdür. Aynı zamanda *Fucus* spp., *Laminaria* spp., *Sargassum* spp. ve *Turbinaria* spp. türleri de tarımda biyogübre (organik gübre) olarak kullanılmaktadır (Khan ve ark. 2009). Böylece günümüzde deniz yosununun sıvı, granül, toz gibi farklı formülasyonlarda piyasada kullanımı mevcuttur. Günümüzde Maxicrop (İngiltere), Kelpak 66 (Güney Afrika), Seagrow (Yeni Zelanda), Algifert (Norveç), Plantozyme, Shaktizyme (Hindistan) gibi birçok marka mevcuttur. Bu sayede deniz yosunu özütleri yaprakdan spreyleme yoluyla veya topraktan uygulama gibi alternatif yaklaşımlarla kullanılabilir. Son dönemlerde uygulama kolaylığı sağlayan püskürtme yönteminin kullanımını artmıştır. Deniz yosunu gübresini püskürtme yoluyla lentisel, hidatod ve stoma gibi yaprak açıklıkları yoluyla bitkiye uygulayarak bitkilerde besin emilim etkinliği artırılmaktadır. Böylelikle uygulamadan yaklaşık 10-15 dakika sonra bitkiler yaprak yoluyla deniz yosunu gübresini

bünyesine almaktadır (Dhargalkar ve ark. 2005). Fakat bu konuda yapılan araştırmalar, hali hazırda tarımı yapılan tıbbi ve aromatik bitki çeşitlerini tam olarak karşılamamakta olup deniz yosunu özütlerinin uygulama şekilleri ve dozlarının hangi bitkide hangi etkiyi yaratacağı henüz belirlenmemiştir. Tıbbi ve aromatik bitkilerde organik üretime artan talep doğrusunda bu uygulamaların yaygınlaştırılması ve araştırılması gerekmektedir.

Anadolu adaçayı bitkisinde deniz yosunu uygulamasına ait literatürde geçen bir çalışma mevcut değildir, bunun üzerine adaçayı bitkisinin yetiştirilmesinde deniz yosunu özütlerinin yapraklara uygulanmasına yönelik araştırma sorusu oluşmuştur. Dolayısıyla, bu çalışmanın amacı farklı dozlarda (0.25 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L ve 2 g/L) deniz yosunu uygulamalarının Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkisindeki çeşitli biyokimyasal parametrelerdeki (toplam fenolik madde içeriği, antioksidan kapasite (CUPRAC ve DPPH), toplam protein içeriği) değişimlerin belirlenmesidir. Çalışmamızda ayrıca bitkinin superoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) enzim aktiviteleri ile enzimatik ve enzimatik olmayan (glutatyon) antioksidatif yanıtları takip edilmiştir.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Tıbbi ve aromatik bitkiler içerisinde önemli bir yere sahip olan *Salvia* cinsine ait türler arasında Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) nın potansiyeli ve yetiştiriciliği son yıllarda önem kazanmıştır. Anadolu adaçayının yetiştiriciliğinde bitki besin takviyesi olarak farklı azot konsantrasyonlarını içeren çeşitli çalışmaların varlığına rastlandığı gibi, deniz yosunu uygulamalarına ait verilerin yer almadığı gözlenmiştir. Örneğin, Katar ve ark. (2019) nın Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.)'da azotlu gübrelemenin verim üzerine etkisini belirlemek için yaptığı çalışmada 6 farklı doz (0, 5, 10, 15, 20 ve 25 N/da) kullanarak bitki boyu (cm), bitki dal sayısı, taze herba verimi (kg/da), taze yaprak verimi (kg/da) ve uçucu yağ oranlarının arasındaki fark incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda en yüksek kuru yaprak verimi 15 kg/da azot dozunda, en yüksek uçucu yağ oranı ise 10 kg/da azot dozlarında elde edilmiştir. Yapılan çalışmada uygulanan azot dozları bitki boyu (cm) ve kuru yaprak/taze bitki oranında (%) bir farklılık yaratmamıştır. Ayrıca 10 kg/da azot uygulamasından daha yüksek doz içeren uygulamalarda kuru yaprak ve uçucu yağ verimi istatistiki olarak değişmemiştir.

Yılmaz (2019)'ın yapmış olduğu çalışmada farklı azot dozlarının (0, 5, 10 ve 15 kg/da) ve hasat zamanlarının (çiçeklenme öncesi, tam çiçeklenme ve çiçeklenme sonrası) Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Denemede bitki boyu (cm), yaprak boyu (cm), yaprak eni (cm), yeşil herba verimi (kg/da), yeşil yaprak oranı (%), yeşil yaprak verimi (kg/da), drog herba verimi (kg/da), drog yaprak oranı (%), drog yaprak verimi (kg/da), uçucu yağ oranı (%) ve uçucu yağ verimi (L/da) incelenmiştir. Farklı azotlu gübre uygulamasına göre yeşil herba verimindeki değişim 1146,86- 2880,71 kg/da, yeşil yaprak verimindeki değişim 704,03- 1513,20 kg/da, drog herba verimindeki değişim 422,28-1068,71 kg/da, drog yaprak verimindeki değişim 243,66-516,09 kg/da ve hasat zamanlarına göre uçucu yağ oranındaki değişim %2,17-3.22 değerleri arasında bulunmuştur. Anadolu adaçayındaki en yüksek uçucu yağ oranı, 10 kg/da azot dozu ve çiçeklenme öncesi hasat döneminde 15 kg/da azot doz uygulamasında elde edilmiştir.

Turhan (2020), 2015 ve 2017 yılları arasında kuru ve sulu tarımda farklı azot dozları ve hasat zamanının Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) üzerine etkilerini araştırmıştır. Söz konusu çalışma, 4 azot dozu (0, 6, 12 ve 18 N kg/da) ve 4 farklı hasat zamanını (çiçeklenme öncesi, çiçeklenme başlangıcı, tam çiçeklenme ve tohum oluşumu dönemi) içermektedir. Araştırmada, bitki boyu (cm), habitus çapı (cm), dal sayısı (adet), gövde kalınlığı (mm), yaprak boyu (mm), yaprak eni (mm), yeşil herba verimi (kg/da), kuru herba verimi (kg/da), yeşil yaprak verimi (kg/da), kuru yaprak verimi (kg/da), uçucu yağ oranı (%) ve uçucu yağ verimi (l/da) incelenmiştir. Elde edilen sonuçlarda toplam kuru yaprak verimi sulu koşullarda ilk yıl 351,10-486,05 kg/da ve ikinci yıl 318,31-598,39 kg/da arasında değişirken, kuru koşullarda ise sırasıyla ilk yıl 99,90-251,64 kg/da ve ikinci yıl ise 484,10-858,43 kg/da arasında değişmiştir. Uçucu yağ oranının ise; sulu koşullarda birinci yıl %2,18-2,78 ve ikinci yıl %1,71-2,85 arasında değiştiği bulunmuştur. Kuru koşullarda ise yine uçucu yağ oranında sırasıyla %2,16-2,66 ve %1,78-2,78 arasında değişim olduğu tespit edilmiştir.

Literatürde Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) nin yetiştiriciliğinde deniz yosunu uygulamalarına dair herhangi bir veriye rastlanmamış olup, deniz yosunu uygulamalarının bitkiler üzerindeki fizyolojik, morfolojik ve biyokimyasal değişimleri farklı bitki türlerinde çalışılmıştır.

Whapham ve ark., (1993) *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol çeşidi deniz yosunu özütü uygulanan domates bitkisinde klorofile olan etkileri incelenmiştir. Uygulanan deniz yosunu özütü Glisinebetain,  $\gamma$ -aminobütirik asit betain ve  $\delta$ -aminovalerik asit betain, kotiledonlarda önemli ölçüde arttırarak klorofil miktarını artırdığı bildirilmiştir.

Van staden ve ark (1995), Okalıptus bitkisinin *Eucalyptus nitens*, *Eucalyptus Macarthurii*, *Eucalyptus grandis* türlerine yapraktan püskürtme yoluyla farklı dozlarda deniz yosunu uygulaması (%0,2, %1, %10) gerçekleştirmiştir. Elde edilen sonuçlarda bütün deniz yosunu uygulamalarında ve okalıptüs türlerinde kök gelişimin ve toprak üstü aksamın büyümesinde benzer oranda bir artış meydana geldiği belirlenmiştir. Glisinbetain için  $10^{-6}$  ve  $10^{-4}$  arasında ve  $10^1$  mg  $10^{-1}$   $\gamma$ -aminobütirik asit betain için,  $10^{-6}$  arasında  $10^{-4}$  ve  $10^{-1}$  ve  $10^1$  mg  $1^{-1}$  ve 10 arasında  $\delta$ -aminovalerik asit betain  $10^{-5}$  ve

10 mg l<sup>-1</sup> arasında pik dozları görülmüştür. Söz konusu deniz yosunu uygulamalarının klorofil miktarında artış meydana getirdiği bu artışların kısmen deniz yosunundan kaynaklı betainler tarafından gerçekleştirildiğini tespit etmişlerdir.

Sivasankari ve ark (2006) yapmış olduğu çalışmada börülce (*Vigna sinensis*) bitkisinin büyüme ve gelişmesinde iki farklı sıvı deniz yosunu özütünün (*Sargassum wightii* ve *Caulerpa chemnitzia*) etkisini incelemiştir. Elde edilen sonuçlar her iki tür deniz yosunu özütünün de fide büyümesi ve gelişmesini desteklediğini göstermektedir. *Vigna sinensis* türüne ait deniz yosunu uygulamasında börülce bitkilerinin sürgün protein içeriğinde 3,956 ve 3,474 mg/g taze ağırlık, kök protein içeriğinde 2,926 ve 2,890 mg/g taze ağırlık olarak artış meydana geldiği belirtilmiştir.

Demir ve ark., (2006), yeşil, kırmızı ve kahverengi alglerden oluşan deniz yosunu özütlerinin domates, biber ve patlıcan tohumlarında 15 ve 25°C'de çimlenme oranı üzerindeki etkisini incelemiştir. Elde edilen sonuçlar yeşil ve kahverengi algden oluşan deniz yosunu özütlerinin biber ve patlıcan tohumlarında her iki sıcaklıkta da çimlenmeyi artıracak bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir.

Yaman ve ark., (2009), deniz yosununun da içinde bulunduğu farklı organik gübreleri kullanarak MM 106 anacı üzerine aşılı elma (Granny Smith) ağaçları üzerindeki etkiyi incelemiştir. Çalışmada kullanılan deniz yosunu uygulama dozu 7 g/L olup, bir grup bitkiye sadece deniz yosunu uygulanmış diğer gruba ise koyun gübresi (13 kg/ağaç) ile deniz yosunu (7g/L) karıştırılarak verilmiştir. Elde edilen sonuçlarda elma ağaçlarının büyüme, gelişme ve meyve özellikleri üzerindeki değişimi incelenmiş olup çalışmada 2. yılda en yüksek toplam sürgün uzunluğu sadece deniz yosunu uygulamasına ait uygulama grubunda elde edilmiştir. 1. yılda deniz yosunu+koyun gübresi olarak uygulanan grupta ise diğer uygulamalara göre daha fazla yaprak sayısı belirlenmiştir.

Chouliaras ve ark. (2009)'nın yapmış olduğu çalışmada ise zeytin ağaçlarında (*Olea europa* L.) ağaç başına N ve boraks uygulamalarına ek olarak yapraklara püskürtme yoluyla deniz yosunu uygulaması gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarında deniz yosununun olduğu kombinasyonlarda verimde ve yağ içeriğinde artış olduğu, meyve

olgunlaşmasının hızlı gerçekleştiği, zeytin yağında kalite artışının meydana geldiği, meyve sertliği gibi kalite parametrelerinde artış olduğu gösterilmiştir.

Rathore ve ark. (2009), soya fasüyesinde (*Glycine max* L. Merr.) farklı deniz yosunu (*Kappaphycus alvarezii*) uygulamalarının etkisini araştırmıştır. Farklı konsantrasyonlarda (2,5; 5; 7,5; 10; 12,5 ve 15% v/v) hazırlanan deniz yosunu özütlerinin yapraktan püskürtme yoluyla 2 kez uygulanması sonucunda %15'lik deniz yosunu özütü dozunda en yüksek dane verimi (21,09 100 kg/ha) gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar da soya fasüyesi bitkilerinin dane verimi %15'lik deniz yosunu özütü uygulama dozunda kontrol gruplarına göre %57,49 oranında arttığı bulunmuştur. Aynı zamanda deniz yosunu özütü uygulamaları soya fasüyesi bitkilerinde sırasıyla %12,5 ve %15 deniz yosunu özütü uygulama dozlarında N, P, K ve S alımlarının maksimuma ulaştığı bildirmiştir.

Pise ve ark (2010) tarafından yapılan bir çalışmada ise 3 farklı deniz yosunu özütü (*Ulva fasciata*, *Sargassum ilicifolium* ve *Gracilaria corticata*) taze ve kurutulmuş, Çemen otu (*Trigonella foenum-graecum*) bitkisine uygulanmış ve araştırma sonuçları sadece Hoagland besin çözeltisiyle beslenen uygulama grubuyla karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar deniz yosunu özütü uygulamalarının çemen otu bitkisinde daha yüksek biyokütle, sürgün büyümesi, karbohidrat, proteinler, serbest amino asitler, polifenoller ve azot içeriğine sahip olduğunu göstermiştir.

Zodape ve ark. (2011), domates bitkilerine püskürtme yolu ile gerçekleştirilen farklı dozlardaki (%2,5, %5, %7,5 ve %10) deniz yosunu (*K. alvarezii* sap.) özütlerinin etkisi araştırılmış olup elde edilen sonuçlarda domates üzerindeki verim ve domates meyvesindeki kalite üzerinde deniz yosunu uygulamalarının olumlu sonuçlara neden olduğu gözlemlenmiştir. Yaptığı araştırmada %5'lik deniz yosunu uygulamasının verim kalitesini artırdığı aynı zamanda bitkilerin bütün deniz yosunu özütü uygulama gruplarında şeftali yaprak kıvrıkcık hastalığına ve bakteriyel solgunluk hastalıklarına karşı direnç gösterdiği ancak meyvede meyve kurduna karşı %5 ve üzeri deniz yosunu özütü dozlarında direnç gösterdiği sonucuna varmıştır.

Kumar ve Sahoo (2011), deniz yosunu (*Sargassum wightii*) özünün ekmeçlik buğday bitkisinde (*Triticum aestivum* var. Pusa Gold) büyüme ve verim ve tohum çimlenmesi üzerine etkilerini araştırdığı bir çalışma gerçekteşirmiştir. Elde edilen sonuçlarda buğday bitkisine uygulanan %20'lik deniz yosunu özütlerinin uygulama grubu kontrol grubu bitkileri ile karşılaştırıldığında en yüksek büyüme ve dane verimi tespit edilmiştir. Aynı zamanda %20'lik deniz yosunu özütü uygulama dozundaki buğday bitkileri kontrol grubu bitkilerine göre %11 daha fazla tohum çimlenmesi gerçekteşirdiğini bildirmişlerdir.

Fan ve ark (2013) *Ascophyllum nodosum* (ANE) deniz yosunu çeşidinin farklı dozlarının (0,1 g/L, 0,5 g/L) ıspanak bitkisinin (*Spinacia oleracea* L.) büyüme, biyokimyasal ve moleküler değişimlerini araştırmıştır. Elde edilen sonuçlarda 0,1 g/L deniz yosunu uygulamasının ıspanak bitkilerinin biyokütlesinde, klorofil ve antioksidan aktivitesinde artışa neden olduğu ayrıca, taze sürgün ağırlığında, kuru madde içeriğinde ve toplam protein oranında artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda ıspanak bitkisinin toplam antioksidan kapasitesini, fenolik içerik ve flavonoid içeriğinde en az % 33 oranında artış tespit edildiğini bildirmektedirler.

Ayrıca Mattner ve ark. (2013) nın çalışmasında da brokolide (*Brassica oleracea* var. *Italica*) 2 farklı deniz yosunu türünün (*Durvillaea potatorum* ve *Ascophyllum nodosum*) yaprak alanı, gövde çapı, biyokütle değerleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlarda sırasıyla yaprak alanı, gövde çapı, biyokütle değerlerinde %70, %65, %145'e kadar önemli artışlar gözlenmiştir.

Deniz yosunu özütlerinin büyüme, gelişme ve verimi artırdığına dair bir diğer kanıt ise Alam ve ark. (2013) nın gerçekteşirdiği çalışmada gösterilmiştir. Tarla ve sera koşullarında olmak üzere 4 farklı çilek çeşidinin (Albion, Camarosa, Chandler, Festival) 3 farklı dozda (1, 2, 4 g/L) deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) özütü uygulamasının köklenme, gelişim ve meyvedeki verim değerimlerini araştırmışlardır. Deniz yosunu özütü uygulama gruplarında bitki başına düşen meyve sayısı Albion çeşidi için hiçbir etkisi olmamıştır, ancak bitki başına meyve sayısı artarak Camarosa, Chandler, Festival çeşitleri 1 g/L deniz yosunu özütü uygulama gruplarında 164, 213, 85 g/bitki'dir.



Cihangir (2013), GSS-8388 çeşidi cin mısırı (*Zea mays* L. Everta) ve Ant-Cin-98 çeşidi tatlı mısır (*Zea mays* L. Saccharata) bitkilerinde deniz yosununda aralarında bulunduğu 16 farklı organik gübrenin büyüme, gelişme ve koçan verimi etkilerini 2 yıl boyunca incelemiştir. 2 yıl sonunda elde edilen sonuçlarda tatlı mısır bitkisinde en yüksek taze koçan verimi (1346,02 kg/da) ve cin mısır bitkisinde en yüksek tane verimi (526,54 kg/da) deniz yosunu + sığır gübresi uygulama gruplarında yer alan bitkilerde tespit edilmiştir.

Kok ve ark (2016) yapraktan püskürtme yoluyla uygulanan deniz yosunu ve hümik asit uygulamasının şaraplık Riesling üzüm çeşidindeki etkilerini (ben düşme döneminden başlayarak hasat zamanına kadar) incelemiştir. Deniz yosunu ve hümik asit uygulamalarını 1000 ve 2000 ppm dozlarında gerçekleştirilmiş olup asmalara 3 farklı fenolojik gelişme döneminde uygulanmıştır. Söz konusu deniz yosunu uygulamaları bitkilerin biyokimyasal özelliklerini değiştirmiş olup, en yüksek serbest uçucu terpen bileşik (0,880 ve 0,804 mg/L) içeriği ile potansiyel uçucu terpen bileşiklerin (2,153 ve 2,084 mg/L) 1000 ppm dozundan elde edilmiştir.

Elansary ve ark. (2016) Nane (*Mentha × piperita* L. “chocolate”) ve fesleğen (*Ocimum basilicum* L. “purple ruffle”) bitkilerinde püskürtme yoluyla 12 hafta boyunca uygulanan 5 ve 7 ml/L deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) özütünün uçucu yağ bileşimi ve antibakteriyel aktivitesi üzerine morfolojik ve fizyolojik etkilerini incelemişlerdir. Her iki bitkide de deniz yosunu uygulamalarının her iki dozu da yaprak sayısı ve alanı, kuru ağırlıkları, bitki boyu, uçucu yağ içeriğini arttırmıştır. Nane bitkisinin de en yüksek l-menton (%32,4) ve l-mentol (%32,6) içeriği ve fesleğen bitkisinde de yüksek chavicol metil eter bileşimini (%38,7) 7 ml/L deniz yosunu uygulama dozunda görülmüştür. Ayrıca bu deniz yosunu uygulama dozunda bitkilerde kontrol gruplarına göre daha yüksek antibakteriyel aktivite gözlenmiştir.

Özenç ve Şen (2016), aşılı ve aşısız domates (*Lycopersicon esculentum* L.) fidelerine sera koşullarında yapmış olduğu farklı konsantrasyonlarda (2 ml/L ve 4 ml/L) deniz yosunu uygulamalarının bitki büyüme ve gelişmesi üzerindeki yanıtlarını araştırmıştır. Araştırma sonuçlarında deniz yosunu uygulamalarının aşılı ve aşısız domates fidelerinin gelişimini artırdığı bulunmuştur. Uygulamalarının her iki domates çeşidinde de bitkinin gelişimini ve besin element içeriğinin artırdığı, meyve ağırlığında ise % 62-83 oranında

artışa neden olduğu tespit edilmiştir.

Frioni ve ark. (2018) nın soğuk iklim olan Michigan (ABD)'da farklı şaraplık üzüm çeşitlerinde bir sezon boyunca püskürtme yoluyla uyguladığı deniz yosunu özütlerinin tüm çeşitlerde antiyosiyanin birikimini ve fenolik içeriği artırdığı belirtilmiştir. Böylece üzüm kalitesinin artırdığı ve deniz yosununun bağcılıkta kullanımının soğuk iklim bağcılığına uygun ve yararlı olacağı belirtilmiştir.

Trejo Valencia ve ark. (2018) farklı tür deniz yosunu özütlerinin (*Macrocystis pyrifera*, *Bryothamni ontriquetrum*, *Ascophyllum nodosum*, *Grammatophora spp.*, *Macrocystis integrifolia*) kullanarak hıyar bitkisinde (*Cucumis sativus*) meyve verimine olan etkisini ve fitokimyasal değişimleri incelemiştir. Elde edilen sonuçlarda en yüksek verim (6,07 kg/m) *Bryothamnion triquetrum* deniz yosunu özütü uygulama gruplarındaki hıyar bitkilerinde olduğu bildirilmiştir. Aynı zamanda *Macrocystis pyrifera* ve *Macrocystis integrifolia* deniz yosunu özütü türlerinde en yüksek fenolik içerikleri 47,37 ve 43,73 mg bulunmuştur. ABTS<sup>+</sup> ve DPPH yöntemi ile elde edilen en yüksek antioksidan kapasitesi *Macrocystis pyrifera* türü deniz yosunu özütünde 149,4 ve 454,1 µM eşdeğer Trolox/100 g bulunmuştur.

Vasantharaja ve ark (2019), iki farklı çeşit deniz yosunu özütünün [*Sargassum swartzii* (kahverengi deniz yosunu) ve *Kappaphycus alvarezii* (kırmızı deniz yosunu)] *Vigna unguiculata* bitkisinin fitokimyasal içeriği ve antioksidan kapasitesi üzerindeki etkisini incelemiştir. *Sargassum swartzii* türüne ait deniz yosunu özütünün uygulandığı bitkilerde sürgün uzunluğu (33 cm), yaprak sayısı (28), verimi (40 g/saksı), toplam fenolik içeriği (36,64 µg GAE/g FW), toplam protein içeriği (0,42 mg) ve flavonoid içeriği (7,36 µg QCE/g FW) kontrole kıyasla önemli ölçüde artmıştır. En yüksek DPPH (1,1-Difenil-2-pikrilhidrazil radikali; C<sub>18</sub>H<sub>12</sub>N<sub>5</sub>O<sub>6</sub>) seviyesi %3 *Sargassum swartzii* ekstraksiyon dozunda görülmüştür.

Dündar (2019) 'ın yapmış olduğu başka bir çalışmada organik tarım uygulamaları (OTU) kapsamında "Yaman sarısı" çeşidi olan zeytin (*Olea europaea*) yetiştiriciliğinde deniz yosununu da içeren farklı toprak iyileştiricilerin zeytin ağaçlarındaki etkisi incelenmiştir. Deniz yosunu özütleri 2 defa (ocak sonu ve mart ayı ortası) toprağa karıştırılarak uygulanmıştır. Deniz yosunu özütü uygulamaları meyve kuru madde oranı (%22,60),

meyve eni değeri (20,57 mm), meyve boyu değeri (26,99 mm) parametreleri diğer uygulama gruplarından daha yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda zeytin ağaçlarında deniz yosunu özütü uygulama grubunda ilk çiçeklenme tespit edilmiştir.

Rezaei ve ark (2020) sater (*Satureja hortensis* L.) bitkisinde farklı deniz yosunu uygulamalarının (2,5, 5 ve 10 ml/litre) bitki büyümesi ve uçucu yağ verimindeki değişimleri incelemiştir. Elde edilen sonuçlar 10 ml/L deniz yosunu uygulamasının dal sayısı (35,44), sürgün kuru ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı (15,17 ve 6,42 g), yaprak uzunluğu ve genişliği (43,22 ve 8,07 mm) ile SPAD değerinde (48,13) istatistiksel olarak önemli bir artışa sebep olduğunu göstermiştir. Ancak 5 ml/L deniz yosunu özütü uygulamasının diğer uygulama gruplarına göre uçucu yağ veriminde (%2,51 ve 6,28 g/m<sup>2</sup>) önemli bir artışa neden olduğu gösterilmiştir.

Alimaleki ve ark (2020) tıbbi olarak kullanımı olan ve ülkemizde “ejder otu” olarak anılan *Dracocephalum kotschy* Boiss. bitkisine püskürtme yöntemiyle farklı dozlarda (Wuxal Ascofol, 1, 2, ve 3 g/L) deniz yosunu ekstraktı ve amino asit (Algaton, 1, 2 ve 3 g/L) uygulamış ve klorofil içeriği, karotenoid, flavonoid, toplam fenol, antioksidan aktivite ve yaprak yeşilliği gibi farklı bitki biyokimyasal özelliklerini incelemiştir. Araştırma sonuçlarında deniz yosunu uygulamalarının antioksidan aktiviteyi artırdığı tespit edilmiştir. Ejder otu bitkisinde 3 g/L deniz yosunu uygulamasında kontrole göre %77,167 ile en yüksek antioksidan aktivite, 2 g/L deniz yosunu uygulaması ise 39,933 SPAD değeri ile en yüksek klorofil miktarı değerleri elde edilmiştir.

Ashour ve ark. (2020) *Corchorus olitorius* L. bitkisinde 2 sezon boyunca farklı konsantrasyonlardaki su ekstraksiyonu ve ultrason destekli su ekstraksiyon yöntemleri ile elde edilmiş deniz yosunu özütlerinin (*Pterocladia capillacea* S.G. Gmelin) sonuçlarını, NPK ile gübrelenen kontrol grubuna göre karşılaştırarak vermiştir. Elde edilen sonuçlarda, su ekstraksiyonu ile elde edilmiş deniz yosunu uygulamasının ilk yıl bitki boyu, yaprak sayısı ve taze ağırlığını artış gösterdiği ve sırasıyla 59,67 cm, 10,67 ve 2,41 kg/m ve 57,33 cm, 11 ve 2,32 kg/m değerleri elde edildiği sonucuna varılmıştır. Ayrıca su ekstraksiyonundan elde edilen deniz yosunu uygulama grubunda her 2 dönem boyunca %41,2 oranında su kullanım kapasitesinin arttığını tespit etmiştir. En yüksek klorofil, toplam fenolik içerik ve toplam flavonoid seviyeleri %10'luk su ekstraksiyonundan elde

edilen deniz yosunu ekstraksiyonunda belirlenmiştir. Aynı zamanda söz konusu konsantrasyonun bitkinin büyümesini, verimini, mineral içeriğini ve antioksidan miktarını artırdığı sonucuna varılmıştır.

Demirsoy ve ark. (2020) nın organik domates (*Lycopersicum esculentum*) fide büyüme ve gelişiminde farklı dozlarda (1, 2, 3 ml/L) deniz yosunu uygulamalarının ve sıvı vermikompostun (1, 2, 3 ml/L) ayrı ayrı ve birlikte uygulandıkları kombinasyonlarına ait bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada deniz yosununun doz artışına bağlı olarak domates bitkisinin kök, gövde ve yaprak kuru ağırlığı arttığı gösterilmiştir. Ayrıca deniz yosunu uygulamalarının sıvı vermikompost uygulamalarına göre domates bitkilerinin büyüme ve gelişmesinde daha iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre fide kalitesi göz önüne alındığında 3 ml/L deniz yosunu uygulamasının fide gelişiminde kullanımının önerildiği belirtilmiştir.

Ashour ve ark. (2021), biber (*Capsicum annum*) bitkisinde sıvı deniz yosunu gübresini püskürtme yöntemi ile 3 farklı konsantrasyonda (%0,25, 0,5 ve 1) 2 sezon boyunca incelemiştir. %0,5'lik deniz yosunu konsantrasyonunda bitkilerde maksimum verim 4,23 kg/m olarak bulunmuştur. Aynı zamanda klorofil miktarı, fenolik içerik ve total azot miktarı da artış göstermiştir. Yine aynı uygulama grubunda toplam antioksidanaktivitesi 162,16 – 190,95 mg/g değerleri olarak bulunmuştur.

Denizyosunu uygulamalarının farklı bitki türlerinde stres fizyolojisi ile ilgili yanıtlarını içeren çalışmalar ise şu şekildedir;

Hegazi ve ark. (2015), farklı dozlarda (320, 3200, 4800 ppm sodyum klorür) tuz stresi altında olan patlıcan bitkilerinin farklı dozlarda deniz yosunu ekstraksiyonunun (2,5 ve 5 cm<sup>3</sup> /L) spreyleme olarak kullanılmasını içeren çalışmada deniz yosunu uygulamalarının tuz stresinin bitkilere vermiş olduğu olumsuz etkileri hafiflettiği belirtilmiştir. Genel olarak tüm konsantrasyon dozlarının SOD ve APX aktivitelerini ve K içeriğini artırdığını bildirmişlerdir.

Elansary ve ark. (2016) kısıntılı su uygulamalarını altında *Spiraea nipponica* "Snowmound" ve *Pittosporum eugenoides* "Variegatum" bitkilerinin püskürtme olarak farklı konsantrasyondaki deniz yosunu uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Su

stresi altında olan her iki bitkide, deniz yosunu uygulamalarının fenolik madde miktarı ve flavonoid içeriği antioksidan kapasitesi ve lipid peroksidasyonunu artırdığı bildirilmiştir.

Mansori ve ark. (2016), *Salvia officinalis* (tıbbi adaçayı) bitkisinin deniz yosunu özütünün (*Ulva rigida*) kuraklık stresine karşı etkilerini incelemiştir. Yapraftan spreyleme olarak uyguladıkları deniz yosunu uygulamalarında kontrol bitkilerine göre stres koşullarında stres etkisinin azaltarak bitkiyi desteklediği görülmüştür. Çalışmada SOD, APX ve CAT aktivitelerini artırarak antioksidan sistem aktivitesini ve enzim aktivitesinin iyileştirmesine neden olduğu belirtilmiştir. Aynı zamanda fenolik içeriği artırarak su stresine bağlı lipid peroksidasyonuna karşı korumada katkı sağlamıştır. Bu sonuçlar bize deniz yosunun ekstraktının bileşenlerinde sitokinin, betain ve olisagaritlerinin bitkinin sinerjik aktivite ile kuraklık stresine karşı toleransının artırdığını göstermektedir.

Yıldıztekin ve ark (2018), yapmış olduğu çalışmada tuzlu koşullar altında biber (*Capsicum annum*) fidelerinde deniz yosunu ve hümitik asitin etkisini meyve verimi, kuru ağırlık (% DW), protein, lipid peroksidasyonu ve antioksidan enzim aktivitesi değişim parametreleri üzerinde incelemiştir. Uygulamaya tabi tutulan tuzluluk stresinde olan bitkiler kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında yaprak yaş ve kuru ağırlık artışı ve süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), peroksidaz (POD) aktiviteleri antioksidan aktiviteleri önemli bulunmuştur.

Alya (2019), farklı deniz yosunu özütü uygulama dozlarının (2, 4 ve 6 cc/L) 150 mM dozunda farklı tuz kaynaklarının (NaCl, KCl ve CaCl) ekinezya (*Echinacea purpurea* L.) bitkisinde yarattığı stresin büyüme parametrelerinin ve biyokimyasal değişikliklerinin araştırmıştır. Araştırmada ekinezya bitkisinin kök uzunluğu, gövde uzunluğu, kök yaş ağırlığı, gövde yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, yaprak alanı, klorofil miktarı, yaprak dokularında iyon sızıntısı, lipid peroksidasyon düzeyi (MDA), yaprak dokularında bağıl su içeriği, membran dayanıklılık indeksi, toplam antioksidan ve toplam fenolik miktarları parametreleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlarda 6 cc/L 'lik deniz yosunu özütü uygulamalarının tuz stresi uygulanan ekinezya bitkilerinde kontrol grubu bitkileri ile karşılaştırıldığında en düşük lipid peroksidasyon düzeyi (MDA) 0,55 nmol/g T.A, en yüksek toplam fenolik bileşik içeriği 425,66 mg/100g olarak gösterilmiştir.

Bat ve ark (2019)'nın yapmış olduğu çalışmada *Echinacea purpurea* L. bitkisinde farklı ozmotik basınç altında kuraklık stresi ile deniz yosunu uygulamalarının (1, 2, 4 ve 6 cc/L) büyüme parametreleri ve biyokimyasal değişimleri incelenmiştir. Kontrollü iklimlendirme odasında yürütülen denemede kök uzunluğu, gövde uzunluğu, kök yaş ağırlığı, gövde yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, yaprak alanı, klorofil miktarı, yaprak dokularında iyon sızıntısı, lipid peroksidasyon düzeyi (MDA), yaprak dokularında bağıl su içeriği, membran dayanıklılık indeksi, toplam antioksidan ve toplam fenolik miktarları incelenmiştir. Yapılan çalışmada deniz yosununun kuraklık stresinin bitki üzerindeki olumsuz etkilerini azaltarak MDA, iyon sızıntısı kök uzunluğu, gövde uzunluğu, kök yaş ağırlığı, gövde yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, gövde kuru ağırlığı, klorofil oranı ve membrane dayanıklılık indeksi üzerinde olumlu etkisi olmuştur. Deniz yosunu uygulamaları aynı zamanda yapraklardaki bağıl su içeriğini, yaprak alanını, toplam antioksidan ve fenolik madde miktarını da etkilemiştir.

Kara (2019)'nın yapmış olduğu çalışmada *Ekinezya* bitkisinde (*Echinacea purpurea* L.) tuz stresi altında (kontrol, 2, 4 ve 6 cc/L) yapılan deniz yosunu uygulamasında tuz stresinin bitkinin yaprak alanını, yaprak dokularında bağıl su içeriğini, membran dayanıklılık indeksi, klorofil miktarını ve aynı zamanda büyüme parametreleri, toplam fenolik ve antioksidan madde oranını azalttığı bulunmuştur. Deniz yosunu uygulamaları bu parametreleri önemli seviyede artırarak tuz stresine daha dirençli hale getirmiş ve büyümeyi desteklemiştir. 6 cc/L deniz yosunu uygulama gruplarında MDA seviyesi ile yaprak dokularında iyon sızıntısını arttırdığı belirlenmiştir. Yine aynı bitkide kuraklık stresi incelendiğinde kuraklığın aynı parametrelere etki ettiği ancak deniz yosunu uygulamaları gerçekleşen bitkilerde ise bu parametreler yükselerek kuraklık stresinin olumsuz etkilerini azaltmıştır.

Shafie ve ark. (2021) tarla ve sera koşullarında yaprakdan püskürtme olarak uygulanan farklı dozlarda (1, 2, 3 ml/L) deniz yosunu özütü ve farklı dozlarda (1,5 ve 3 ml/L) amino asit uygulamalarının Civanperçemi (*Achillea millefolium* L.) bitkisinde gelişim ve büyüme üzerine değişimleri incelenmiştir. Sera koşullarında 3 ml/L deniz yosunu özütü uygulama grubundaki ekinezya bitkilerinin tarla koşullarında ise bütün uygulama gruplarındaki bitkilerin kontrole grubuna ait bitkilere göre sürgün taze ağırlığında %53-54 değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Toplam klorofil içeriği, karotenoid miktarı, fenol ve flavonoid, antioksidan aktivitesinde artış olduğu, aynı zamanda deniz yosununun bitkide

besin alımını artırarak yaprakta toplam N, P, K miktarlarında da olumlu artış olduğu gözlemlenmiştir.

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1.MATERYAL

Çalışmada Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) fideleri materyal olarak kullanılmıştır (Şekil 3.1). Anadolu Adaçayı'na ait taksonomik veriler şu şekildedir;

**ALEM:** Plantae

**SINIF:** Magnoliopsida

**TAKIM:** Lamiales

**FAMİLYA:** Lamiaceae (Ballıbabagiller)

**CİNS:** Salvia

**TÜR:** fruticosa



**Şekil 3.1.** Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkisinin genel görünüşü

*Salvia fruticosa*, çalı görünümlü çok yıllık bir bitki türüdür. Akdeniz iklimine hâkim ülkelerde sıklıkla yayılış gösteren bu tür, ülkemizde Batı Ege, Kuzeybatı ve Batı Akdeniz bölgelerinde doğal yayılış göstermektedir (Elmas ve Elmas, 2021). Anadolu adaçayı bitkisi doğal koşullarda 0-1350 m rakımlar arasında yetişebilen, maki veya frigana ekosistemlerinde ve adalarda yayılış göstermektedir. Bitkilerin boyu 160 cm yüksekliğe



erişebilmektedir. Anadolu adaçayı yaprakları, bitkinin genç gelişme devresinde beyazımsı griden, gümüş rengine kadar değişen renklere sahiptir ve tüylüdür. Esas yaprakların yanında bir veya iki tarafı az veya çok gelişmiş yan yaprakçık bulunmaktadır (Bayram ve Sönmez, 2006). Kromozom sayısı  $2n=14$  olarak belirlenmiştir (Martin ve ark., 2015). Anadolu adaçayı, Mart-Mayıs aylarında çiçeklenen bir bitki türüdür.

Yapılan çalışmada çelikten üretilen ve Uludağ Agro firmasından alınan Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) fideleri kullanılmıştır (Şekil 3.2.). Deney düzeneği, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Deneme ve Araştırma Parseli'nde kurulmuş olup analizler Bahçe Bitkileri Bölümü Biyoteknoloji Laboratuvarı'nda yapılmıştır.



**Şekil 3.2.** Denemede kullanılan Anadolu adaçayı fideleri

Anadolu adaçayı fideleri 1:1 oranında perlit: torf karışımı içeren 14 x 12 cm lik saksılara dikilmiş ve yaklaşık olarak 2 hafta süresince saksılara Actagro (7-7-7) besin solüsyonu verilmiştir. Fidelere düzenli sulama uygulanmış olup iki hafta sonra deniz yosunu uygulamaları yapraklara spreyleme yoluyla yapılmıştır. 15 Temmuz- 15 Ağustos 2020 tarihleri arasında bir ay süreyle iki gün aralıklarla yapraklara spreyleme yoluyla farklı dozlarda (SW-1: 0.25 g/L, SW-2: 0.5 g/L, SW-3: 1 g/L ve SW-4: 2 g/L) deniz yosunu uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Çalışmada kullanılan deniz yosununun içeriği Çizelge 3.1’de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Çalışmada kullanılan deniz yosunu içeriği (Leili Alga600 toz deniz yosunu)

<b>Organik madde</b>	% 35-45
<b>K<sub>2</sub>O</b>	% 18
<b>Yoğunluk</b>	0.5-0.55 g/cm <sup>3</sup>
<b>Doğal bitki hormonları (PGR)</b>	600 ppm
<b>Alginik asit</b>	% 12-15
<b>pH</b>	9-11

Uygulama sonunda Anadolu adaçayı bitkileri (Şekil 3.3) hasat edilerek saf su (ddH<sub>2</sub>O) ile yıkanmıştır. Kurutma kağıtları üzerinde suyu alınarak, aşağıda belirtilen analizler yapıncaya kadar -80 °C de saklanmıştır.



**Şekil 3.3.** Deniz yosunu uygulaması yapılmış Anadolu adaçayı fidelerinin genel görünüşü

## **3.2. YÖNTEM**

### **3.2.1. Toplam Fenolik Madde İçeriği ve Antioksidan Kapasite (CUPRAC ve DPPH) Tayini**

Bitki materyalinin ekstraksiyon işleminde kullanılan method Milella ve ark., (2011) na göre Anadolu adaçayı bitkileri için modifiye edilerek kullanılmıştır. Bunun için, 2 g bitki örneği 1/80/10 oranında HCl/metanol/su içinde homojen hale getirilmiştir Ardından su banyosunda 2 saat inkübasyona bırakılmış ve 3500 rpm de 10 dk santrifüj edilmiştir. Toplam fenol içeriği, DPPH süpürme aktivitesi ve CUPRAC analizlerinde kullanılıncaya kadar süpernatantlar -80°C'de saklanmıştır.

## Toplam Fenolik Madde İçeriğinin Tayini

Toplam fenolik madde içeriğinin belirlenmesinde, Grzeszczuk ve ark. (2018) tarafından açıklanan bir yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde, ekstre edilen bitki örneklerinden 100 µl alınarak 2000 µl ye saf su (dd H<sub>2</sub>O) ile tamamlanmıştır. Ardından üzerine Lowry C eklenerek 10 dk beklenmiştir.

- **Lowry A çözeltilisi:**

0.1 mol/L NaOH

%2 lik Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

- **Lowry B çözeltilisi:**

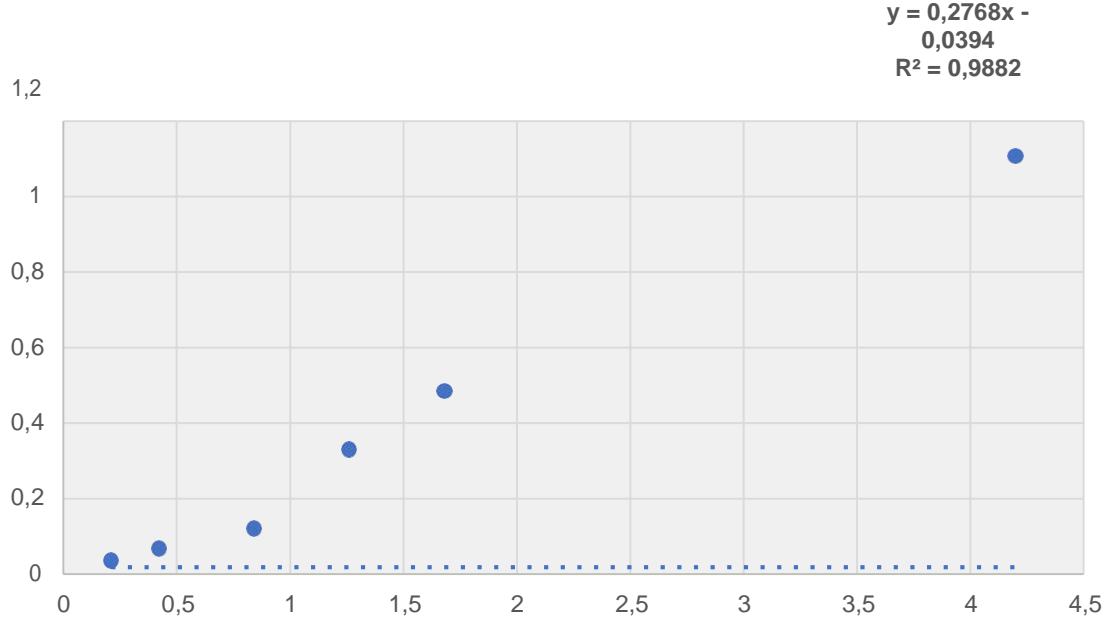
% 1 lik NaKC<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>6</sub>

%0.5 lik CuSO<sub>4</sub>

- **Lowry C çözeltilisi:**

50:1 (v/v) oranında Lowry A: Lowry B çözeltilisi karıştırılmasıyla oluşturulmuştur.

Sonrasında örnek içeren karışım, 250 µl Folin-Ciocalteu reaktifi ile reaksiyona sokulmuştur. Ardından örnekler karıştırılarak 30 dakika inkübasyona bırakılmış ve 750 nm'de absorbans ölçümü yapılmıştır. Gallik asit standart olarak kullanılarak kalibrasyon eğrisi hazırlanmış (Şekil 3.4) ve bu eğriye ( $y = 0,2768x - 0,0394$   $R^2 = 0,9882$ ) göre örneklerin toplam fenol içeriği mg gallik asit eşdeğerleri (GAE)/g taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.



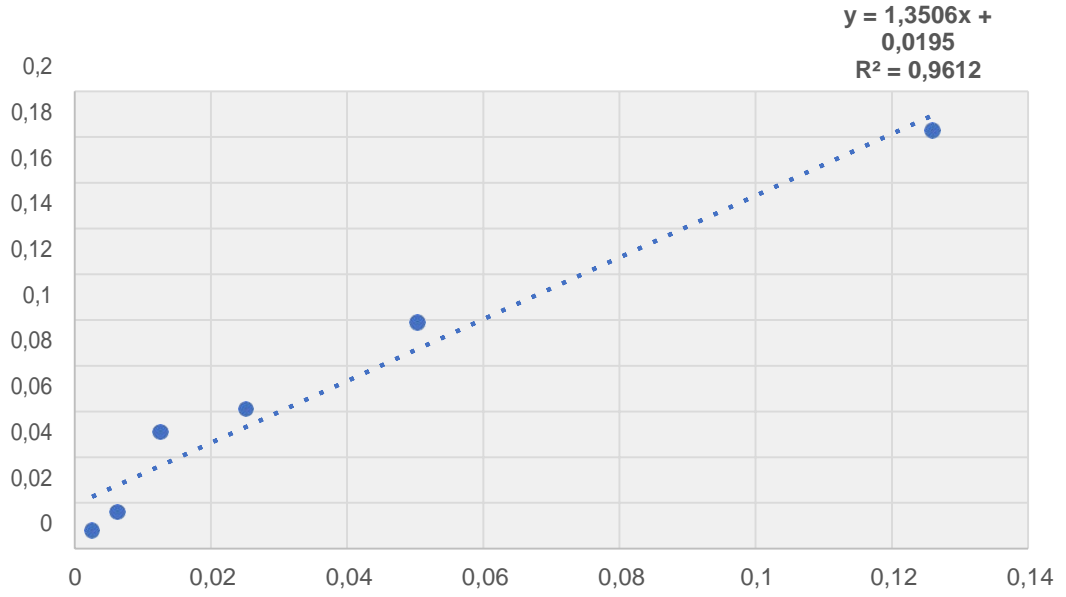
**Şekil 3.4.** Toplam fenolik içeriğin belirlenmesinde hazırlanan standart eğri grafiği ve denklemi

### Antioksidan Kapasite Tayini

Bu çalışmada antioksidan kapasitesinin (AC) belirlenmesinde CUPRAC ve DPPH yöntemleri kullanılmıştır.

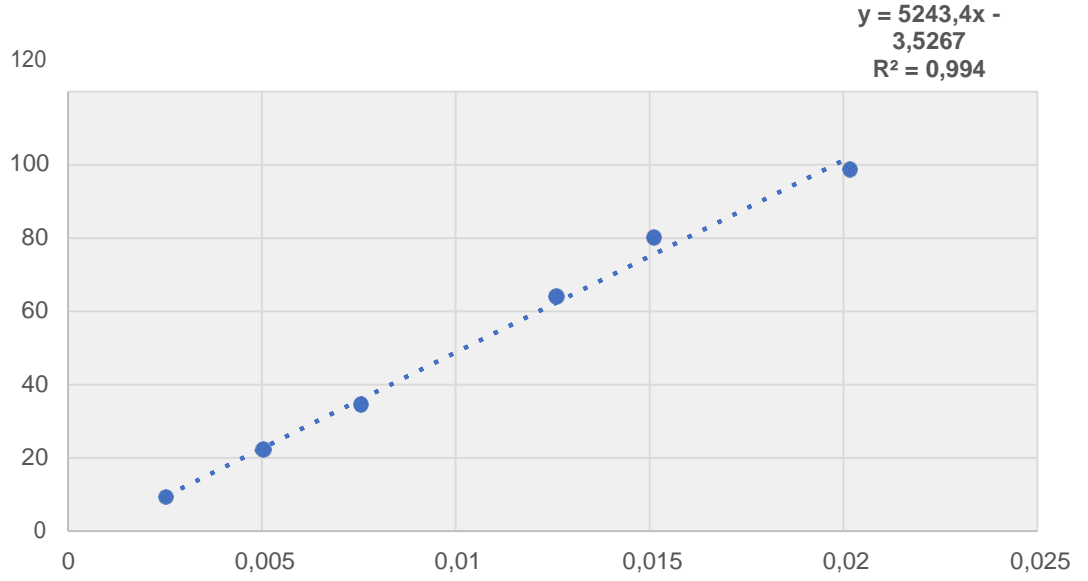
CUPRAC yönteminde (Cu(II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite), Apak ve ark. (2008)'na göre yapılmıştır. Bu yöntemde 2,9-dimetil-1, 10- fenantrolin (Neokuproin-Nc)'in Cu (II) ile meydana getirdiği Cu (II)-neokuproin kompleksinin 450 nm'de Cu (I)-neokuproin şelatına indirgenme kapasitesinden faydalanmaktadır.

Ekstre edilen örnekler saf su (dd H<sub>2</sub>O) ile 1mL ye tamamlanmış ve üzerine 10<sup>-2</sup> M CuCl<sub>2</sub> ve 7.5x10<sup>-3</sup> M neokuproin ve 1 M NH<sub>4</sub>Ac ilave edilerek örnekler 30 dk karanlıkta bekletilmiştir. Ardından 450 nm'de nihai absorbansı ölçümü yapılarak µmol Trolox eşdeğeri (TE)/g taze ağırlık olarak ifade edilmiştir. Standart olarak trolox kullanılmıştır. Elde edilen eğim grafiği (Şekil 3.5.) ve denkleme göre hesaplama yapılmıştır (y = 1,3506x + 0,0195 R<sup>2</sup> = 0,9612).



**Şekil 3.5.** CUPPRAC yöntemiyle antioksidan kapasite tayininde elde edilen standart eğri grafiği ve denklemi

Numunelerin DPPH serbest radikal süpürme aktivitesi, Boskou ve ark., (2006) tarafından ifade edilen yöntemle yapılmıştır. Bu yöntemde ekstre edilen bitki örnekleri,  $6 \times 10^{-5}$  M DPPH radikalinin metanolik çözeltisi ile karıştırılmıştır. Daha sonra reaksiyonun 30 dakika boyunca karanlıkta gerçekleşmesine izin verilmiştir ve 515 nm'de absorbans ölçülmüştür. Farklı Trolox konsantrasyonları kullanılarak standart eğri grafiği çizilmiştir (Şekil 3.6.) ve elde edilen denkleme göre hesaplama yapılmıştır ( $y = 5243,4x - 3,5267$   $R^2 = 0,994$ ). Sonuçlar  $\mu\text{mol Trolox eşdeğeri (TE)}/\text{g}$  taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.



**Şekil 3.6.** DPPH yöntemiyle antioksidan kapasite tayininde elde edilen standart eğri grafiği ve denklemi

### 3.2.2. Antioksidatif Enzim (SOD ve CAT) Aktivitesi Tayini

#### 3.2.2.1. Bitki Materyalinin Ekstraksiyonu

Ardıç ve ark. (2009) tarafından uygulanan yöntemle göre bitki materyalinin ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. 3ml tampon çözeltisi [ 1 mM EDTA ve % 2 PVP içeren 50 mM Na-fosfat tamponu (pH: 7.8) ] içerisine 1 gr dondurulmuş bitki parçası konularak buzlu havanda homojenize edildikten sonra 4°C de 14.000 g de 40 dk kadar santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatantlar temiz başka epondorf tüplerine alınmıştır. Elde edilen süpernatantlar enzim aktivitesi ölçüleceği güne kadar -80°C de muhafaza edilmiştir. Örneklerden elde edilen süpernatantlar superoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) enzim aktivitesinin belirlenmesinde kullanılmıştır.

#### 3.2.2.2. Superoksit dismutaz (SOD) Aktivite Tayini

Süperoksitdismutaz (SOD) aktivitesinin tayininde Beuchamp ve Fridovich (1971)'in belirlediği yöntem kullanılmıştır.

Kullanılan Tampon Çözelti:

0.1 mM EDTA

10 mM metiyonin

0.1 mM p-Nitro Blue Tetrazolium (NBT)

5 µM riboflavin

20 mM sodyum fosfat tamponu

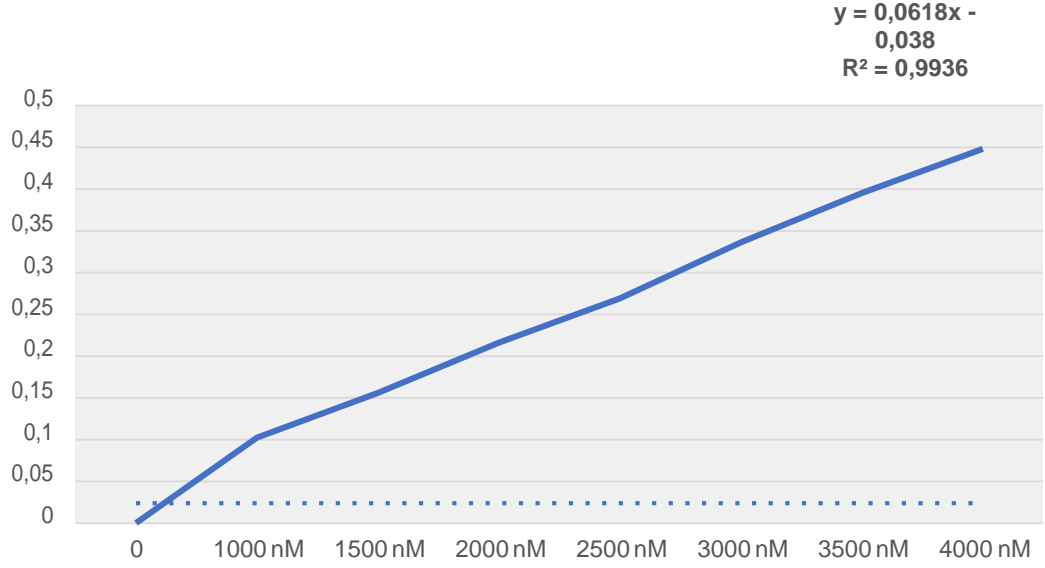
Analiz süreci, yukarıda içeriği verilen tampon çözeltisine 50 µM enzim ekstratı eklenerek tüplerin  $300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  ışık altında 15 dakika boyunca inkübasyona bırakılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Kontrol olarak enzim içermeyen kontrol test tüpü kullanılmıştır. Işık altından alınan örneklerin 560nm'de absorbans değerleri elde edilerek % inhibisyonu belirlenmiştir.

Hesaplama aşağıdaki formüle göre yapılmıştır;

$$\% \text{ inhibisyon} = (\text{Kontrolün Abs.} - \text{Örneğin Abs.}) \times 100 / \text{Kontrolün Abs.}$$

Bir SOD ünitesi ise %50 inhibisyon sağlayan enzim miktarı olarak tanımlandığı için konsantrasyon değerleri üniteye çevrilmiştir. Elde edilen ünite değerleri, toplam protein içeriğine oranlanmış ve enzim aktivitesi U/mg protein olarak belirlenmiştir. SOD standartı olarak sığır eritrositlerinden elde edilen bir SOD kiti (SOD S7446, Sigma-Aldrich, USA) kullanılmıştır. 0.01 mg/mL stoktan 1, 2, 4, 6, 8, 10 ve 20 µL alınarak bir standart grafiği oluşturulmuştur (Şekil 3.7.). Grafikten elde edilen formül kullanılarak SOD konsantrasyonları bilinmeyen uygulamaların enzim konsantrasyonları belirlenmiştir. Formülde y değeri % inhibisyonu, x ise SOD konsantrasyonunu ng/mL cinsinden belirtmektedir. Bir SOD ünitesi ise % 50 inhibisyon sağlayan enzim miktarı olarak tanımlandığı için konsantrasyon değerleri üniteye çevrilmiştir. Elde edilen ünite değerleri, total protein içeriğine oranlanmış ve enzim aktivitesi U/mg protein olarak belirlenmiştir.





**Şekil 3.7.** SOD aktivite tayininde elde edilen standart eğri grafiği ve denklemi

### 3.2.2.3. Katalaz (CAT) Aktivitesi Tayini

Katalaz (CAT) aktivite tayini, Lester ve ark. (2004)' nın yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Hidrojen peroksitin katalaz enziminin etkisi ile su ve oksijene parçalanması sonucu gerçekleşen bu yöntem 240 nm dalga boyundaki absorbans düşüşünün spektrometre de izlenmesi usulüne dayanır. 20 mM sodyum fosfat tamponu (pH 6.8) ve 15 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Fluka % 3'lük H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)'na 0.1 ml enzim ekstraktı konularak enzim aktivitesi başlatılmıştır. Ölçüm, 3dk içerisinde meydana gelen absorbans değerlerinin azalışın belirlenmesine yönelik yapılmıştır. Reaksiyonun başlangıç ve bitiş anındaki değerleri, 240 nm dalga boyunda absorbans ölçümü ile belirlenmiştir. Ardından, aşağıda verilen formüle göre U/mg protein olarak hesaplanmıştır; (Ekstriksiyon katsayısı,  $\epsilon$ , 40 mmol/L.cm). Toplam protein içeriğinin belirlenmesinde Bradford (1976) tarafından geliştirilen spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır.

$$\text{CAT Aktivitesi: } [(\Delta\text{Abs} \times V_{\text{toplaml}}) / \epsilon \times t \times V_{\text{enzim}} \times I] / \text{TP}$$

$\epsilon$  : 40 mmol/L.cm

$V_{\text{toplaml}}$ : Toplam hacim (3ml)

$V_{\text{enzim}}$ : Reaksiyona konulan enzim hacmi (0,1 ml)

$t$ : Reaksiyonun gerçekleştiği süre (3 dk)

**I:** Küvete ait ışık yolu (1 cm)

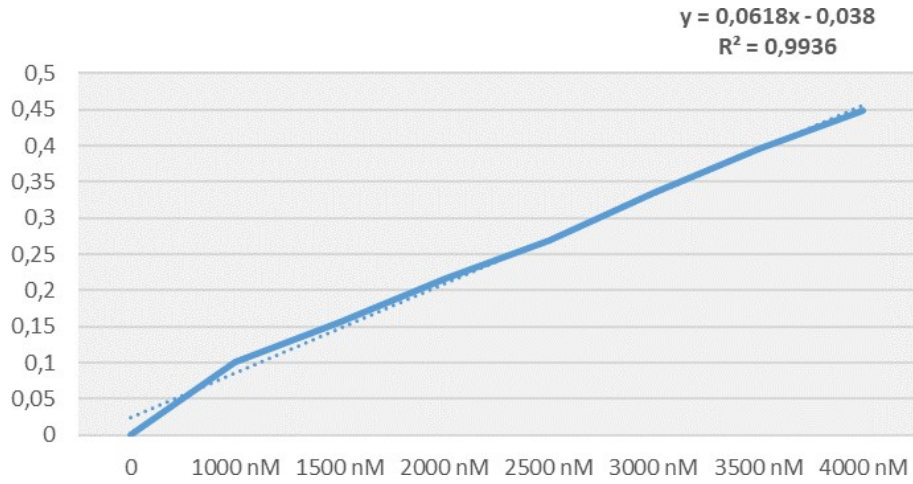
**TP:** Total protein miktarı (mg protein)

### **3.2.3. Total Protein İçeriği**

Toplam çözünebilir protein miktarı, Gülen (2000) tarafından belirtilen “Bradford Protein Assay” yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Protein standardı olarak kullanılan 5 mg/ml BSA (Bovine Serum Albumine), ekstraksiyon solüsyonu (PMSF hariç tutulmuştur) içerisinde çözündürülerek hazırlanmıştır. Renk değişimi için ise, boya maddesi olarak “Protein Assay Dye” (Bio-Rad, 500-0006) tüm örnekler ve standartlara eklenmiştir. Spektrofotometredeki (‘UVDU 530 model’ Beckman Coulter, Inc., Fullerton, Calif) absorbans okumaları örnek ve standartlara boya maddesi eklendikten sonra hızlı bir şekilde 595 nm dalga boyunda gerçekleştirilmiştir. Toplam protein miktarı standartlar esas alınarak mg/g taze ağırlık olarak hesaplanmıştır.

### **3.2.4. Glutasyon Tayini**

Ellman (1959) ile Cakmak ve Marschener (1992)’nin yöntemleri esas alınarak yapılmış olup, bazı kısımları modifiye edilerek kullanılmıştır. %5’lik 5 ml metafosforikasitle homojenize edilen 0,5gr bitki örnekleri 4°C’de 4000 g’de 30 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonunda elde edilen süpernatantlar yeni bir tüp içerisine alınarak, üzerine sodyum fosfat tamponu (pH:7,4) ilave edilmiştir. Bu karışıma 6 mM DTNB ilave edilip vortekslenerek oda sıcaklığında 20 dakika boyunca inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda 412 nm dalga boyunda spektrofotometre de absorbans değerleri belirlenerek kaydedilmiştir. Elde edilen değerler standart grafiğinden elde edilen denklemde yerine koyularak hesaplanmıştır (Şekil 3.8.).



**Şekil 3.8.** Glutasyon analizi standart eğri grafiği ve denklemleri

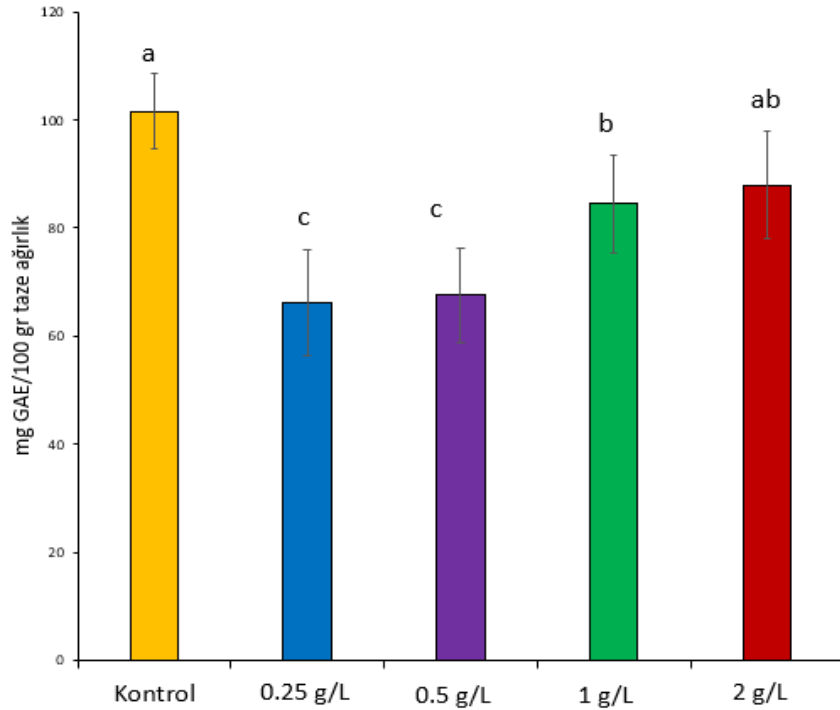
### 3.2.5. İstatistik Analizler

Bu çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarının varyans analizleri SPSS 22.0 paket programı (IBM Corp., Chicago, IL) kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar ise  $p < 0.05$  anlamlılık düzeyinde gerçekleştirilmiştir.

#### 4. BULGULAR

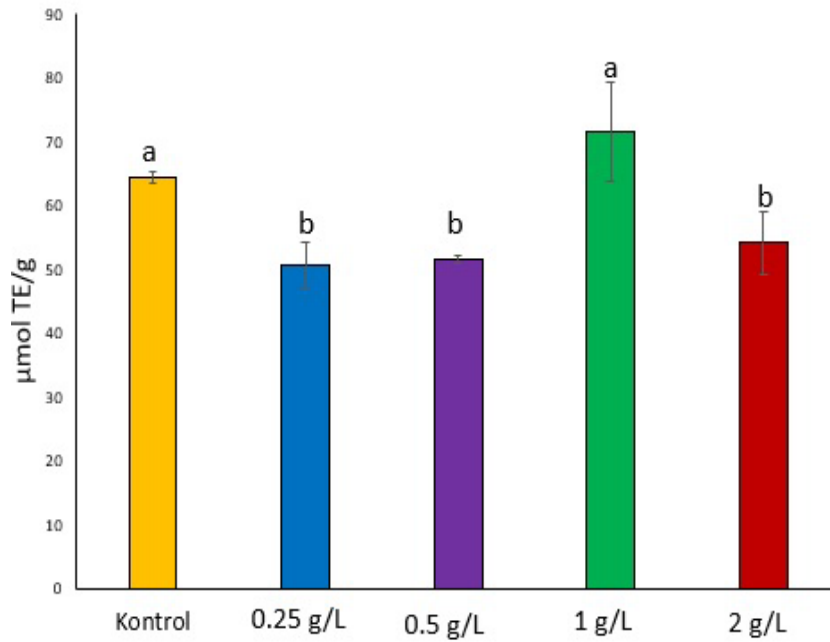
Farklı dozlarda (0,25, 0,50, 1, 2 g/L) deniz yosunu özütleri uygulanan Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkilerinin çeşitli biyokimyasal parametrelerindeki (toplam fenolik madde içeriği, antioksidan kapasite [bakır(II) iyonu indirgeyici antioksidan kapasite (CUPRAC) ve 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), toplam protein içeriği] değişimleri belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca deniz yosunu uygulaması yapılan bitkilerin superoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) antioksidatif enzim aktiviteleri ile enzimatik olmayan (glutatyon) antioksidatif yanıtları takip edilmiştir.

Şekil 4.1. de farklı konsantrasyonlarda deniz yosunu özütü uygulanmış Anadolu adaçayı bitkilerindeki fenolik madde içeriklerinin değişimleri verilmiştir. Deniz yosunu özütü uygulanmış bitkilerin fenolik madde içerikleri, genel olarak kontrol grubuna göre azalmıştır ( $p < 0.05$ ). Uygulama grupları arasında en yüksek toplam fenolik madde içeriği, 2 g/L deniz yosunu özütü uygulanmış adaçayı bitkilerinde elde edilmiştir. Ayrıca 1 g/L deniz yosunu özütü uygulanmış bitkilerin toplam fenolik içeriklerinin, 0,25 ve 0,50 g/L uygulamalarından daha yüksek bir değere sahip olduğu görülmüştür ( $p < 0.05$ ).



**Şekil 4.1.** Farklı dozlarda (0.25 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L ve 2 g/L) deniz yosunu özütü uygulanmış Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkilerinde toplam fenolik madde içeriği (n=5).

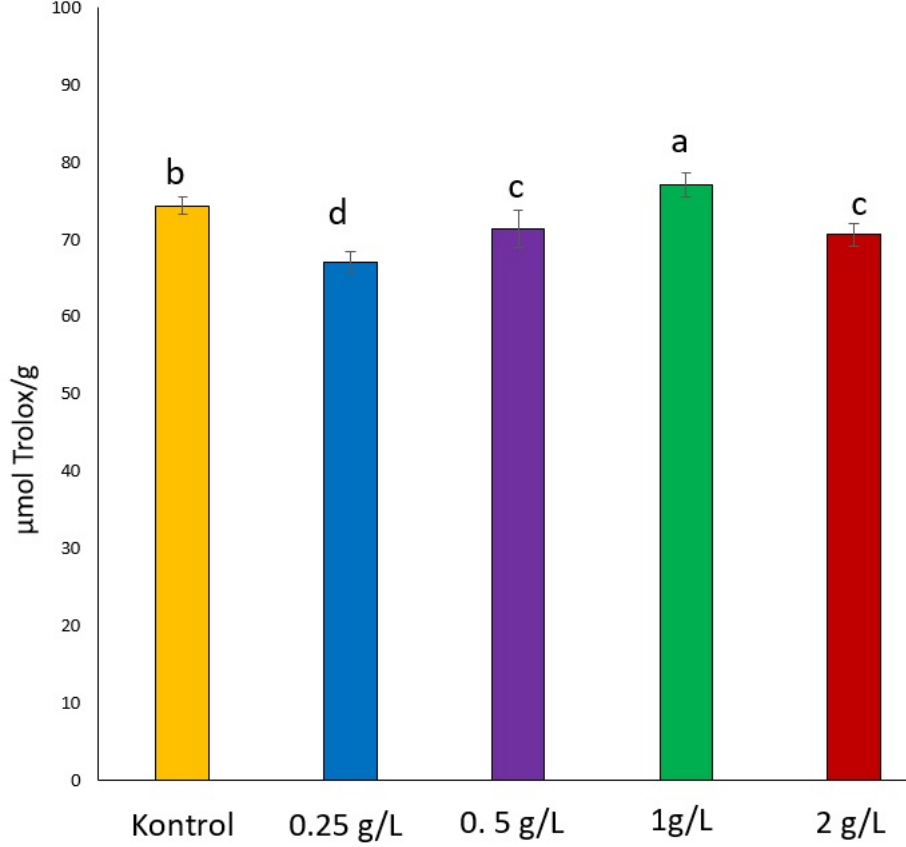
Farklı konsantrasyonlarda uygulanan deniz yosunu özütünün Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkilerinde CUPRAC yöntemiyle elde edilen antioksidan kapasite değerleri Şekil 4.2’de gösterilmiştir. Buna göre en yüksek CUPRAC değeri, kontrol ve 1 g/L deniz yosunu özütü uygulanmış adaçayı bitkilerinde elde edilmiştir ( $p<0.05$ ). Bu değer sırasıyla  $64,47 \pm 0,937$  ve  $71,61 \pm 7,854$   $\mu\text{mol TE/g}$  olarak bulunmuştur. Diğer üç uygulama grubunda elde edilen sonuçlar birbirine benzer olup, kontrol ve 1 g/L deniz yosunu özütü uygulamasına göre daha düşük düzeydedir ( $p<0.05$ ).



**Şekil 4.2.** Farklı dozlarda (0.25 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L ve 2 g/L) deniz yosunu özütü uygulanmış Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkilerinde CUPRAC yöntemine göre belirlenen antioksidan kapasite değerleri (n=5).

Yapmış oldunan çalışmada, püskürtme yoluyla uygulanmış farklı konsantrasyonlardaki deniz yosunu özütlerinin Anadolu adaçayı bitkilerinde DPPH yöntemiyle belirlenen antioksidan kapasite değerlerindeki değişim Şekil 4.3’ de gösterilmiştir. DPPH yöntemine göre en yüksek antioksidan kapasite CUPRAC yönteminde de olduğu gibi 1g/L deniz yosunu özütü uygulanmış Anadolu adaçayı bitkilerinde bulunmuştur ( $p<0.05$ ). 1 g/L deniz yosunu özütü uygulanmış örneklerde elde edilen değer  $76,995 \pm 1,587$   $\mu\text{mol Trolox eşdeğeri (TE)/g}$  taze ağırlık olarak

tespit edilmiştir. En düşük DPPH ortalama değeri ise 0,25 g/L konsantrasyonundaki deniz yosunu uygulama grubunda tespit edilmiş olup, elde edilen değer  $67,070 \pm 1,270$   $\mu\text{mol}$  Trolox/g olarak bulunmuştur. Sonuçlarımızda, 1 g/L konsantrasyonunda deniz yosunu özütü uygulanmış örnekler dışında diğer uygulama gruplarında kontrole göre bir azalma gerçekleşmiştir. 1g/L deniz yosunu konsantrasyonunda ise istatistiksel olarak kontrole göre artış belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ).

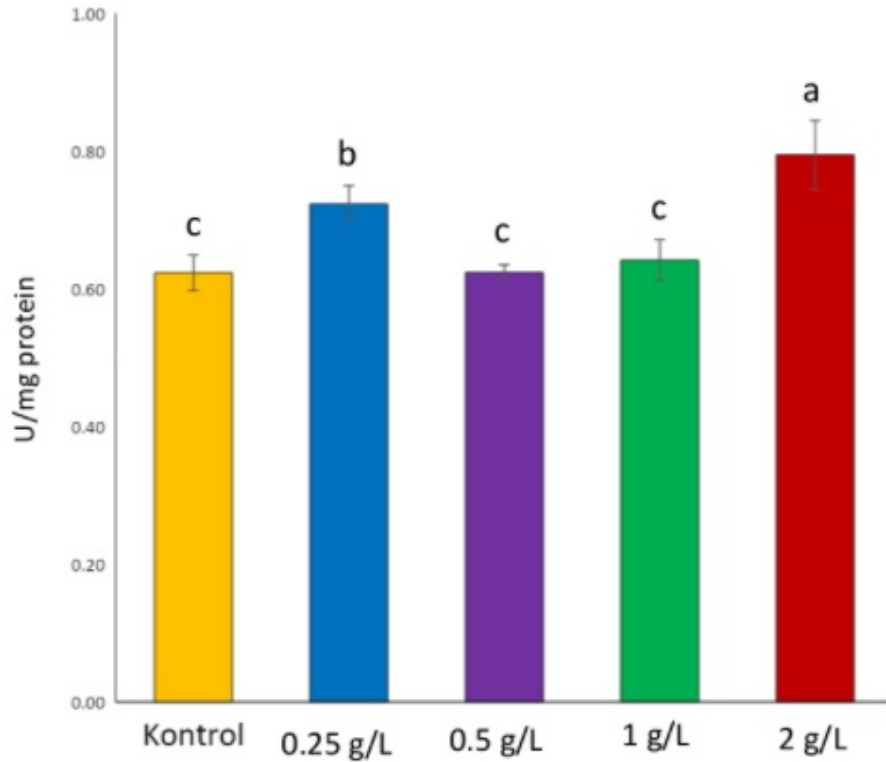


**Şekil 4.3.** Farklı dozlarda (0.25 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L ve 2 g/L) deniz yosunu özütü uygulanan Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkisinde DPPH yöntemine göre belirlenen ortalama antioksidan kapasite değerleri (n=5).

Çalışmada, farklı konsantrasyonlarda deniz yosunu uygulanmış Anadolu adaçayı bitkilerinin antioksidatif savunma sistemine ait enzimatik ve enzimatik olmayan yanıtlar belirlenmiştir. Enzimatik antioksidatif savunma sisteminde superoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) enzim aktivite tayini gerçekleştirilmiş olup, enzimatik olmayan sistemde glutatyon içeriği belirlenmiştir.

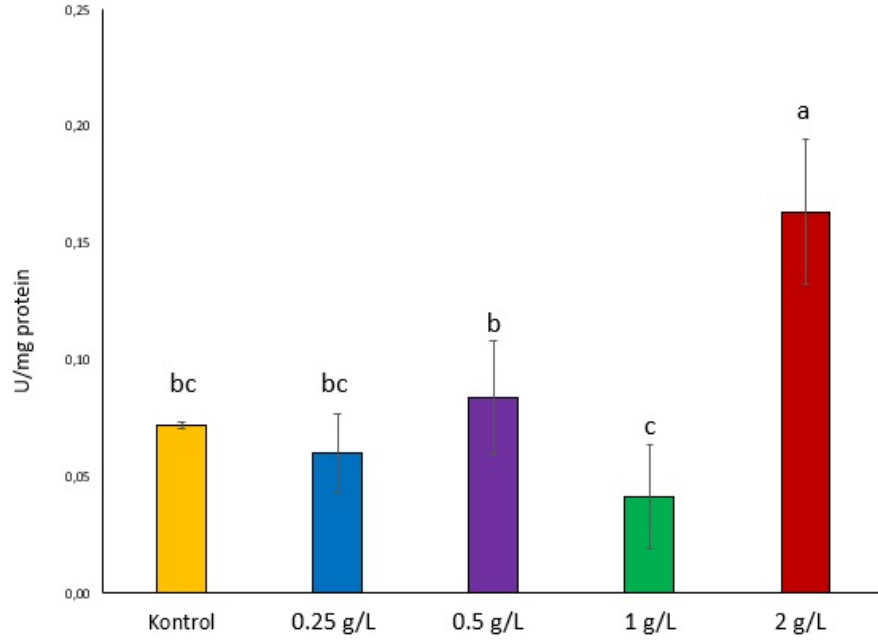
Şekil 4.4.' de farklı konsantrasyonlarda deniz yosunu özütü uygulanmış Anadolu adaçayı bitkilerinde SOD aktivitesindeki değişim görülmektedir. Buna göre farklı

konsantrasyonlarda deniz yosunu özütü uygulamalarına bağlı olarak Anadolu adaçayı bitkilerinde belirlenen en yüksek SOD aktivitesi  $0,79 \pm 0,050$  U/mg protein ile 2 g/L konsantrasyondaki deniz yosunu özütü uygulamasında belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). 0,25 g/L deniz yosunu uygulanmış Anadolu adaçayı bitkilerinde de kontrole göre anlamlı bir artış tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Diğer uygulama gruplarında elde edilen SOD aktivite değeri ise kontrol grubunda elde edilen değere benzerdir.



**Şekil 4.4.** Farklı dozlarda (0.25 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L ve 2 g/L) deniz yosunu özütü uygulanmış Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkilerinde SOD aktivite değerleri (n=5)

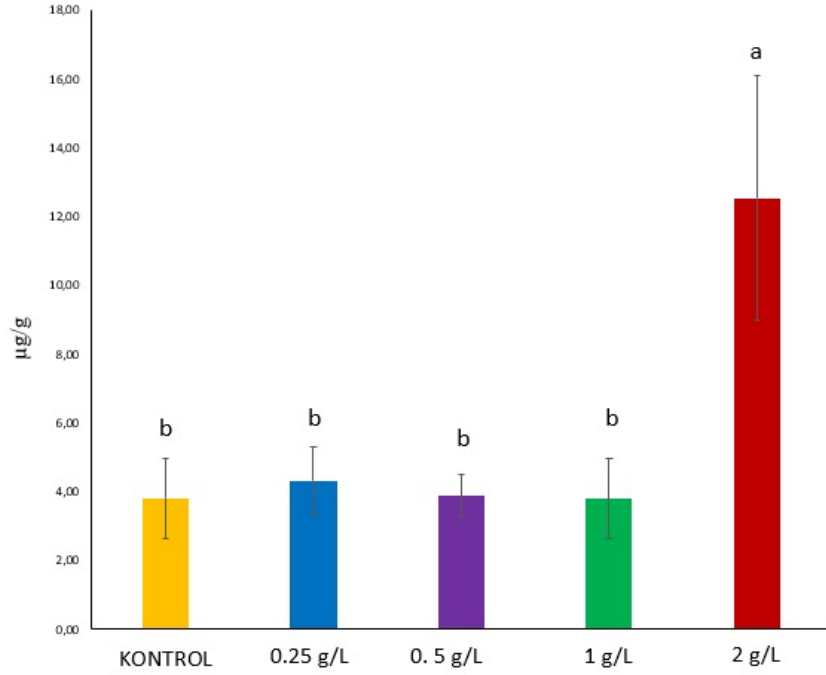
Çalışmada aynı zamanda Anadolu adaçayı bitkilerinin CAT enzim aktivite yanıtları da incelenmiştir. Şekil 4.5' de 0,25, 0,5, 1 ve 2 g/L konsantrasyonlarında deniz yosunu özütü uygulamalarına bağlı olarak Anadolu adaçaylarında belirlenmiş olan katalaz (CAT) aktivitesi değişimi yer almaktadır. Yapraklarda belirlenen en yüksek CAT aktivitesi 2g/L deniz yosunu konsantrasyonu uygulanmış örneklerde tespit edilmiştir. Bu değer  $0,163 \pm 0,031$  U/mg protein'dir. En düşük değer ise  $0,041 \pm 0,022$  U/mg protein değeri ile 1 g/L deniz yosunu uygulanmış Anadolu adaçayı bitkilerindedir. Bu değerler SOD aktivitesi ile paralel sonuçlar vermektedir.



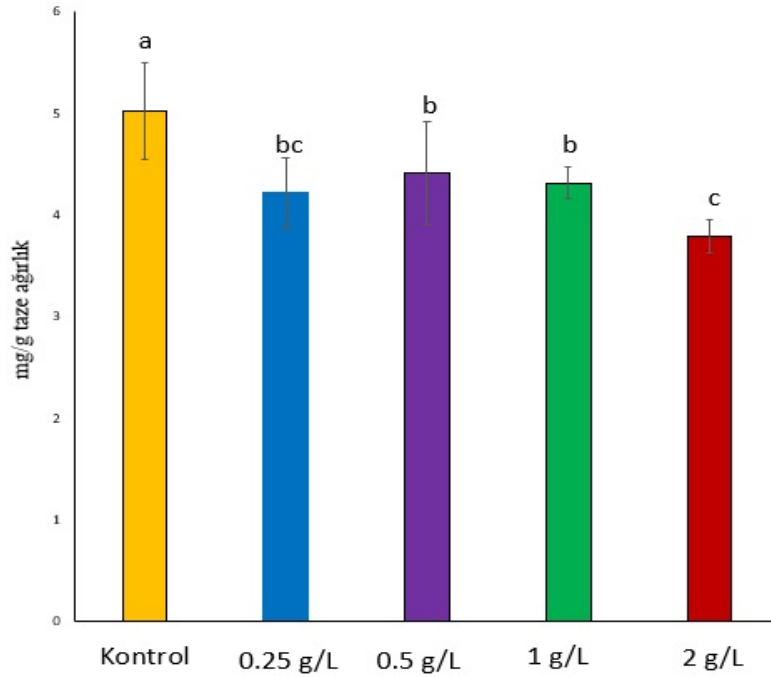
**Şekil 4.5.** Farklı dozlarda (0.25 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L ve 2 g/L) deniz yosunu özütü uygulanmış Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkilerinde CAT aktivite değerleri (n=5).

Şekil 4.6' da farklı konsantrasyonlarda deniz yosunu uygulanan Anadolu adaçayı bitkilerinde belirlenen glutatyon içeriği verilmiştir. Glutatyon içeriğindeki en yüksek değer 2 g/L deniz yosunu özütü uygulanmış adaçayı bitkilerinde elde edilmiştir. Bu değer  $12,53 \pm 3,57 \mu\text{g/g}$ 'dır. Diğer uygulama gruplarında elde edilen CAT aktivite değerleri, birbirine benzer olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.





**Şekil 4.6.** Farklı dozlarda (0.25 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L ve 2 g/L) deniz yosunu özütü uygulanmış Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkilerinde glutatyon içeriği (n=5).



**Şekil 4.7.** Farklı dozlarda (0.25 g/L, 0.5 g/L, 1 g/L ve 2 g/L) deniz yosunu özütü uygulanmış Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkilerinde toplam protein içeriğindeki değişim (n=5)

Şekil 4.7’de farklı konsantrasyonlarda deniz yosunu özütü uygulanmış Anadolu adaçayı bitkilerinde belirlenen ortalama toplam protein içeriğindeki değişim verilmiştir. Buna

göre en yüksek toplam protein içeriği kontrol örneklerinde  $5,01 \pm 0,47$  (mg/g yaş ağırlık) olarak bulunmuştur. Yapraklarda en düşük toplam protein içeriği ise  $3,79 \pm 0,17$  (mg/g yaş ağırlık) olarak 2 g/L deniz yosunu uygulanmış örneklerde belirlenmiştir ( $p < 0,05$ ). 0,5 ve 1 g/L deniz yosunu uygulanmış Anadolu adaçayı bitkilerinde elde edilen toplam protein içeriği sonuçları birbirine benzer bulunmuş olup kontrole göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalış tespit edilmiştir.

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Anadolu adaçayının içerdiği bileşikler ve kullanım alanlarının geniş olması nedeniyle hem global anlamda hem de yerel ölçekte üretimi ve kullanımını gün geçtikçe artmaktadır. *Salvia* türleri arasında Anadolu adaçayında yapılan araştırmalarda, *Salvia fruticosa* nın toplam fenolik madde içeriği ve yüksek antioksidan kapasitesi yönünden değerli olduğu kabul edilmektedir (Şenol ve ark. 2010; Elmas 2021). Bu nedenle çalışmada, farklı dozlarda (0,25; 0,50; 1; 2 g/L) deniz yosunu özütü uygulamasının Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.) bitkilerinin çeşitli biyokimyasal parametreleri (antioksidan kapasite (CUPRAC ve DPPH), toplam fenolik madde ve toplam protein içeriği) üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Aynı zamanda enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidatif savunma sisteminde yer alan süperoksit distumaz (SOD) ve katalaz (CAT) aktiviteleri ile glutasyon içeriğindeki değişimler ortaya konmuştur. Böylelikle deniz yosunu özütlerinin Anadolu adaçayı bitkilerinin biyokimyasal parametrelerinde meydana getirdiği değişim kapsamlı olarak belirlenmeye çalışılmıştır.

Farklı dozlarda (0,25; 0,50; 1 ve 2 g/L) deniz yosunu uygulamaları Anadolu adaçayı bitkisindeki antioksidan kapasite ve toplam fenolik madde içeriğinde istatistiksel olarak anlamlı bir değişim meydana getirmiştir. Deniz yosunu, organik gübreler içerisinde birçok açıdan etkinliği kanıtlanmış uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır (Smith ve ark., 2004, Verkleij, 1992). Deniz yosunu uygulamasının fenolik ve flavonoid içeriğini arttırdığı, böylece soğan ve ıspanağın beslenme değerlerini arttırabileceği belirlenmiştir (Fan ve ark., 2011; Lola-Luz ve ark., 2014). Deniz yosunu uygulamalarının toplam fenolik madde içeriği üzerindeki etkileri literatürde genel olarak artış şeklinde belirlenmiş olup azalışa dair sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Lola-Luz ve ark. (2014) in üç farklı deniz yosunu uygulamasını gerçekleştirdiği çalışmasında total fenolik madde içeriğinin, uygulanan denizyosunun özelliğine göre ve yaz ya da kış dönemi uygulamasına göre değişiklik gösterebildiği ortaya konmuştur. Elde ettiği yaz dönemi uygulaması sonuçlarına göre, bir ticari deniz yosunu ekstraktının en düşük dozunun kontrole göre toplam fenolik madde içeriğini azalttığı belirlenmiştir. Nitekim bitkilerdeki fenolik madde içeriğinin sezonsal olarak değişiklik gösterebileceği çeşitli çalışmalarda da ifade edilmektedir (Abdala-Díaz ve ark. 2006). Tıbbi bitkilerde özellikle radyasyon ile ters orantılı olarak fenolik madde içeriği değişmektedir. Ancak deniz yosunu uygulamalarının yaz döneminde toplam fenolik madde içeriğini azalttığına dair literatürde oldukça sınırlı

bir bilgiye ulaşılmaktadır. Mansori ve ark. (2016) nın çalışmasında *Salvia officinalis* (Tıbbi adaçayı) bitkisinde *Ulvia rigida* makroalginden elde edilen deniz yosunu uygulamalarında 3 ay süresince 28°C/20°C gündüz/gece ortam koşullarında en düşük uygulama dozunun toplam fenolik madde içeriğini bir miktar azalttığı bulunmuştur. Sarrou ve ark. (2016) Anadolu adaçayının 2 farklı hasat dönemlerinde uçucu yağlar, fenolik bileşikler ve antioksidan seviyeleri üzerine bir araştırma yapmıştır. Araştırmada ilkbahar (Nisan-Ağustos) ve sonbahar (Eylül-ekim) dönemleri baz alınmıştır. Yapılan araştırmada Nisan ve Mayıs ayında en yüksek, Ekim ayında ise en düşük aktivite sonuçlarına ulaşılmıştır. Bu nedenle aynı türle ilgili yapılan çalışmalarda farklı dönemlerde farklı sonuçlar elde edilmesi beklenen bir durumdur (Maudu ve ark., 2010). Araştırma sonuçlarımızda da toplam fenolik madde içeriğe ait verilerde, uygulanan deniz yosunu dozlarının Anadolu adaçayı bitkilerinin fenolik madde içeriğini azalttığı tespit edilmiştir. Sonuçlarımız, yaz dönemine ait kısa süreli uygulama sonuçlarını içermektedir.

Şenol ve ark. (2010), *Salvia* cinsine ait 55 taksonda fenolik madde içeriğini tespit ettiği çalışmada *Salvia fruticosa* Mill. nın  $87,86 \pm 4,54$  mg GAE/g toplam fenolik madde içeriğine sahip olduğu ve *Salvia fruticosa*'nın diğer *Salvia* türlerine göre daha yüksek değerler içerdiği belirtilmektedir. Mevcut çalışmada da 1 ve 2 g/L deniz yosunu uygulamalarında elde ettiğimiz toplam fenolik madde içeriklerinin bu değerler ile uyumlu olduğu görülmektedir. Aynı zamanda Karık, (2013)'in Marmara bölgesindeki Anadolu adaçayı popülasyonları ile ilgili yapmış olduğu çalışmada popülasyonların toplam fenolik madde içeriklerinin 8,47-13,45 mg GAE/gKM arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Tıbbi ve aromatik bitkilerde deniz yosunu uygulamalarının olumlu yönden birçok kez etkisi kanıtlanmış ve son yıllarda sıklıkla araştırmalara konu olmaya başlamıştır. Ancak tıbbi ve aromatik bitkilerdeki sekonder bileşikler olan fenoller ve flavonoidlerin miktarı bitki türüne, bitkinin yetiştiği ekolojiye, iklimik faktörlere, stres koşullarına, yetiştirme dönemine, bitkinin farklı organlarına ve hatta gün içindeki farklı saatlere göre değişebilmektedir (Başyigit ve Baydar, 2017). Bu nedenle bu alanda yapılacak çalışmaların detaylandırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Elde edilen bulgular ileride yapılacak dönemsel uygulama çalışmalarıyla tekrardan değerlendirilerek yorumlanması gerekmektedir.

Antioksidan kapasiteyi belirlemek amacı ile çalışmada DPPH ve CUPRAC yöntemleri, bitkiler ve gıdaların antioksidan kapasitesini belirlemek için yaygın olarak kullanılan

yöntemlerdir (Scalzo ve ark., 2008; Floegel ve ark., 2011; Sethi ve ark., 2020). Bu yöntemler, elektron transferine dayanan yöntemlerden biri olup indirgenğinde renk değiştiren yükseltgenlerin indirgenmesi yardımıyla antioksidanların kapasitesini ölçmektedir (Apak ve ark. 2007). Bu değişim DPPH yönteminde absorbans azalışı, CUPRAC yönteminde ise absorbans artışı şeklinde olmaktadır. Renk değişiminin derecesi, başlangıç örneğindeki toplam antioksidan konsantrasyonu ile ilişkilidir. Deniz yosunu özütlerinin bitkilerde antioksidan kapasiteyi artırdığı bilinmektedir (Bergstrand 2022). Vasantharaja ve ark. (2019), *Vigna unguiculata* bitkisinde deniz yosunu uygulamalarının DPPH seviyesini önemli ölçüde arttırdığını bulmuştur. Araştırma sonuçlarında Anadolu adaçayı bitkisinde CUPRAC ve DPPH yöntemlerine göre belirlenen antioksidan kapasite içeriklerinin 1 g/L deniz yosunu uygulamasında en yüksek değere ulaştığı belirlenmiştir. Her iki parametreye ait analiz sonuçların birbirleriyle uyumlu olup, 1 g/L deniz yosunu uygulamasında DPPH yöntemiyle elde edilen antioksidan kapasitenin CUPRAC yöntemine göre daha yüksek bir aktivite değeri oluşturduğu görülmektedir. Sarıburun (2009) antioksidan kapasite tayininde ABTS, CUPRAC ve DPPH yöntemlerini kıyasladığı tez çalışmasında DPPH yöntemi ile daha yüksek aktivite değerinin ölçüldüğünü belirlemiştir. Anadolu adaçayı bitkisinde deniz yosunu uygulamaları sonucunda elde edilen verilerde de benzer bir durum tespit edilmiştir. Ayrıca Anadolu adaçayı bitkisinde 1 g/L deniz yosunu uygulamalarının antioksidan kapasiteyi arttırmış olması, tetikleyici bir deniz yosunu doz eşliğinin olabileceğini düşündürmektedir.

Fenolik bileşikler, bitkilerde önemli rollere sahip olan aynı zamanda ana antioksidan kaynağı olan başlıca bitki ikincil metabolitleridir (Elansary ve ark. 2016). Çalışmada *Salvia fruticosa* da fenolik madde ve antioksidan kapasite arasında bir pozitif korelasyon olduğu görülmektedir. Ancak bu korelasyon değerlerinin (CUPRAC: 0,327, DPPH: 0,424) yüksek olmaması, Anadolu adaçayı bitkisinde antioksidan kapasiteyi oluşturan farklı sekonder metabolitlerin varlığını göstermektedir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda deniz yosunu uygulamalarının Anadolu adaçayı bitkilerinde antioksidan kapasiteyi oluşturacak sekonder metabolit içerikleri üzerindeki etkilerinin ayrıntılı çalışılması önerilmektedir.

Çalışmada farklı deniz yosunu dozlarının Anadolu adaçayı bitkisi üzerindeki metabolik etkileri, antioksidatif savunma sistemi yönünden de incelenmiştir. Antioksidatif enzimatik yanıtlar, superoksit dismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) aktivite değerleriyle

belirlenmiştir. SOD, bitkilerde stres durumunda oluşan radikallerin  $H_2O_2$ 'e dönüşümünü sağlayan, antioksidatif enzimatik savunma sisteminin temel enzimidir. Aktif Oksijen Türleri (AOT) olarak da bilinen bu radikaller, normal koşullarda üretilen tüm aerobik organizmalarda oluşan yan ürünlerdir (Bose ve ark., 2014). Bitki hücrelerinde kloroplast, peroksizom, mitokondri, plazma membranı ve hücre dışı bölgelerde üretilebilirler. Büyüme, gelişme, abiyotik ve biyotik stres, hormonal düzenleyicilerin üretimi ve programlı hücre ölümü gibi pek çok süreçte uyarıcı/sinyal moleküller olarak iş görürler. Bitkilerde stres oluşması durumunda hücrelerdeki miktarı artmaktadır. Nitekim çalışmamızda da 2 g/L deniz yosunu uygulamasında SOD aktivitesinin oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir. Benzer şekilde 0,25 g/L deniz yosunu uygulaması da Anadolu adaçayı bitkilerinde SOD aktivitesini arttırmıştır. SOD aktivitesinin yüksek olması, oksidatif stresin ve hücrel toksisitenin bir göstergesidir (Seçkin ve ark., 2010).

Bitkilerin antioksidatif yanıtlarında SOD enzimiyle birlikte diğer antioksidan enzimlerin biri ya da birkaçı da aynı anda aktif olabilir (Xu ve ark. 2010). SOD aktivitesinin ürünü olan  $H_2O_2$ , hücrel toksisiteye neden olan radikallerden bir diğeridir ve miktarı hücre içerisinde sayısız enzim tarafından düzenlenmektedir. CAT enzimi,  $H_2O_2$ 'in su ve oksijene indirgenmesini sağlayarak oksidatif strese karşı bitkiyi korumada hayati bir rol oynar. Anadolu adaçayı bitkilerinde deniz yosunu uygulamalarının neden olduğu CAT aktivite değerlerine bakıldığında, elde edilen sonuçların SOD aktivite değerleri ile uyumlu olduğu görülmektedir. CAT aktivitesi, 2 g/L deniz yosunu uygulamasında en yüksek değere sahip olduğundan bu deniz yosunu dozunun Anadolu adaçayı bitkilerinde strese neden olduğu ifade edilebilir. Nitekim enzimatik olmayan antioksidatif yanıtlarda da (glutatyon; GSH) benzer sonuçlara rastlanmıştır. 2 g/L deniz yosunu uygulaması Anadolu adaçayı bitkilerinde glutatyon miktarını kontrol bitkilerine göre yaklaşık 4 kat arttırmıştır. Glutatyon bitkilerde oksidatif strese karşı en önemli metabolitlerden biridir ve neredeyse bitkinin hemen hemen her hücresinde bulunur (Jimenez ve ark. 1998). Bitkiler stres durumunda, askorbat, glutatyon ve tokoferol gibi düşük moleküler ağırlıklı antioksidan maddeleri ve superoksit dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX), katalaz (CAT) ve glutatyon redüktaz (GR) gibi enzimatik antioksidanları biriktirdiği için, bu antioksidanların ve enzimlerin hücre içerisindeki artışı stresin varlığını ifade eder (Mittler ve ark., 2004; Türkan ve Demiral, 2009). Aynı zamanda çalışmada toplam çözülebilir protein içeriği değerlendirildiğinde en yüksek deniz yosunu dozunun belirgin şekilde protein içeriğini azalttığı görülmektedir. Pek çok çalışmada farklı içeriği sahip deniz

yosunu uygulamalarının bitkilerin toplam protein içeriğinde değişime neden olduğu görölmektedir (Sridhar ve Rengasamy, 2010; Vijayakumar ve ark., 2019). Bu çalışmalarda genel kanı, protein içeriğinin artması yönünde olsa da örneğin Manaf (2016) deniz yosunu uygulamalarının (Algreen 600) nohut bitkisinde toplam protein içeriğini azalttığını saptamıştır. Bu çalışmada kullanılan deniz yosunu türünün, Anadolu adaçayında kullanılan ürün ile aynı olması dikkat çekicidir. Ayrıca Latique ve ark. (2017) nin çalışmasında (*Fucus spiralis*, kahverengi bir deniz yosunu türü) bitkinin toplam çözünebilir protein içeriğinin, yüksek uygulama dozunda azalma eğiliminde olduğu gösterilmiştir. Dolayısıyla da deniz yosunu uygulamalarında deniz yosunu türünün bitki türleri özelinde meydana getireceği bitkinin biyokimyasal içeriğindeki değişimlerine ait çalışmaların geniş bir perspektifte detaylandırılması gerekmektedir.

Sonuç olarak, tüm parametreler değerlendirildiğinde 1g/L deniz yosunu uygulamalarının Anadolu adaçayı bitkilerinde herhangi bir oksidatif strese neden olmadığı ve antioksidan kapasite yönünden en uygun sonuçları verdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle Anadolu adaçayı yaz dönemi deniz yosunu uygulamaları için uygun doz olarak 1 g/L önerilebilir. Öteyandan bu içerikteki deniz yosunu özütü uygulamalarının Anadolu adaçayı bitkisinin verimi ve kalitesi açısından da değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Bundan sonraki çalışmalarda deniz yosunu uygulamalarının Anadolu adaçayı gibi önemli tıbbı ve aromatik bitkiler üzerinde etkilerinin, çeşitli dozlar, uygulama şekilleri ve deniz yosunu türlerindeki farklılıklar dikkate alınarak yeni çalışmalarla detaylandırılması önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abdala-Díaz, R.T., Cabello-Pasini, A., Pérez-Rodríguez, E. ve diğerleri (2006). Daily and seasonal variations of optimum quantum yield and phenolic compounds in *Cystoseira tamariscifolia* (Phaeophyta). *Marine Biology* 148, 459–465
- Acıbuca, V. & Bostan Budak, D. (2018). Dünya’da ve Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin yeri ve önemi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 33 (1), 37-44.
- Alam, M. Z., Braun, G., Norrie, J. & Hodges, D. M. (2013). Effect of ascophyllum extract application on plant growth, fruit yield and soil microbial communities of strawberry. *Canadian Journal Of Plant Science*, 93(1), 23-36.
- Alimaleki, M., Asadi-Gharneh, H. A. (2020). The biochemical properties of zarrin- giah (*Dracocephalum kotschy* boiss) medicinal plant affected by seaweed extract and amino acid spraying. *Journal Of Medicinal Plants And By-Product*, 9(2), 215-225.
- Alya, K., Tunçtürk, M. & Tunçtürk, R. (2019). Ekinezya (*Echinaceae purpurea* L.) bitkisinde tuz stresi ve deniz yosunu uygulamalarının bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisinin araştırılması. *Derim*, 36(2), 199-206.
- Anonim (2020, Aralık). T.C tarım ve orman bakanlığı bitkisel üretim genel müdürlüğü, adaçayı fizibilite raporu ve yatırımcı rehberi, ankara. Erişim Adresi: <https://www.Tarimorman.Gov.Tr/SGB/TARYAT/Belgeler/Projeler/Ada%C3%A7ayı+Fizibilite+Raporu+Ve+Yatirimci+Rehberi.Pdf>
- Anonim (2021, Aralık). Tohumluk tescil ve sertifikasyon merkez müdürlüğü milli çeşit listesi. Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Menu/30/Kayit-Listeleri>
- Apak, R., K. Güçlü., B. Demdrata., M. Özyürek., S. E Çelik., B.K. Bektaşoğlu., I. Berker., & D. Özyurt. (2007). Comparative evaluation of total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds and the cuprac assay. *Molecules*, 12:1496-1547.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M. & Çelik, S.E. (2008). Mechanism of antioxidant capacity assays and the cuprac (cupric ion reducing antioxidant capacity) assay. *Microchim Acta*, 160: 413–419.
- Ardıç, M., Sekmen, A.H., Türkan, I., Tokur, S. & Ozdemir, F. (2009). The effects of boron toxicity on root antioxidant systems of two chickpea (*Cicer arietinum* l.) Cultivars. *Plant Soil*, 314: 99-108.
- Arioli, T., Mattner, S. W. & Winberg, P. C. (2015). Applications of seaweed extracts in australian agriculture: past, present and future. *Journal Of Applied Phycology*, 27(5), 2007-2015.
- Ashour, M., El-Shafei, A. A., Khairy, H. M., Abd-Elkader, D. Y., Mattar, M. A., Alataway, A., & Hassan, S. M. (2020). Effect of *pterocladia capillacea* seaweed extracts on growth parameters and biochemical constituents of jew’s mallow. *Agronomy*, 10(3), 420. Doi:10.3390/Agronomy10030420
- Ashour, M., Hassan, S. M., Elshobary, M. E., Ammar, G. A., Gaber, A., Alsanie, W. F., ... & El-Shenody, R. (2021). Impact of commercial seaweed liquid extract (tam®) biostimulant and its bioactive molecules on growth and antioxidant activities of hot pepper



(*Capsicum annuum*). *Plants*, 10(6), 1045.

Bağdat B. R. (2006). Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım alanları, tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ve ülkemizde kekik adıyla bilinen türlerin yetiştirme teknikleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 15 (1-2), 19-28.

Başıyigit, M., & Baydar, H., (2017). Tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.)’nda farklı hasat zamanlarının uçucu yağ ve fenolik bileşikler ile antioksidan aktivite üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21 (1): 131-137.

Başıyigit, B., Mustafa, Ç. A. M., & Akyurt, B. (2018). Phenolic compounds content, antioxidant and antidiabetic potentials of seven edible leaves. *Gıda*, 43(5), 876-885.

Bat, gül M., Tunçtürk, R. & Tunçtürk, M. (2019). Kuraklık stresi altındaki ekinezya (*Echinacea purpurea* L.)’da deniz yosununun büyüme parametreleri, toplam fenolik ve antioksidan madde üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(3), 496-505.

Bayram, E. & Sönmez, Ç. (2006) Adaçayı yetiştiriciliği. EÜ Tar. Uyg. ve Araş. Merkezi Yayın Bülteni, (48).

Baytop, Turhan. (1996) Türkiyede bitkiler ile tedavi (geçmişte ve bugün). Vol. 40. İstanbul Üniversitesi, 1984. I.U. Yayinlari No. 3255, Eczacilik Fak, Istanbul University, Istanbul. No. 40, 444.

Bergstrand, K. J. (2022). Organic fertilizers in greenhouse production systems—a review. *Scientia Horticulturae*, 295, 110855.

Beuchamp, C. & Fridovich, I. (1971). Superoxide dismutase; improved assays and an assay applicable to acrylamide gels, anal. *Biochem.*, 44: 276-287.

Bose J,Rodrigo-Moreno A, Shabala S. (2014). ROS homeostasis in halophytes in the context of salinity stress tolerance. *J Exp Bot*; 65:1241-1257

Boskou, G., Salta, F. N., Chrysostomou, S., Mylona, A., Chiou, A. & Andrikopoulos, N. K. (2006). Antioxidant capacity and phenolic profile of table olives from the greek market. *Food Chemistry*, 94: 558-564.

Cakmak, I., & Marschner, H. (1992). Magnesium deficiency and high light intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase, and glutathione reductase in bean leaves. *Plant Physiology*, 98(4), 1222-1227.

Chouliaras, V., Tasioula, M., Chatzissavvidis, C., Therios, I., & Tsabolatidou, E. (2009). The effects of a seaweed extract in addition to nitrogen and boron fertilization on productivity, fruit maturation, leaf nutritional status and oil quality of the olive (*Olea europaea* L.) cultivar koroneiki. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 89(6), 984-988.

Cihangir, H. (2013). Organik yetiştirilen cin mısırı (*Zea mays l. everta*) ve tatlı mısırdada (*Zea mays l. saccharata*) farklı besin kaynaklarının verim ve kalite üzerine etkisi. *Doktora tezi*, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Urfa.

Demir, N., Dural, B. & Yıldırım, K., (2006). Effect of seaweeds suspensions on seed germination of tomato, pepper and aubergine. *Journal of Biological Sciences*, 6: 1130-1133.

Demirsoy, M. & Aydın, M. (2020). The quantitative effects of liquid vermicompost and

seaweed practices on the seedling quality of organic tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *International Journal Of Environmental Trends (IJENT)*, 4(1), 17-27.

Dhargalkar, V.K. & Pereira, N., 2005. Seaweed: promising plant of the millenium. *Science and Culture*. 71(3-4):60-66.

Dünder, A. (2019). Organik zeytin yetiştiriciliğinde farklı toprak iyileştiricilerin ağaç gelişimi ile meyve verim ve kalitesi üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Aydın.

EL Boukhari, M. E., Barakate, M., Bouhia, Y. & Lyamlouli, K. (2020). Trends in seaweed extract based biostimulants: manufacturing process and beneficial effect on soil-plant systems. *Plants*, 9(3), 359.

Elansary, H. O., Skalicka-Woźniak, K. & King, I. W. (2016). Enhancing stress growth traits as well as phytochemical and antioxidant contents of spiraea and pittedosporum under seaweed extract treatments. *Plant Physiology and Biochemistry*, 105, 310-320.

Elansary, H. O., Yessoufou, K., Shokralla, S., Mahmoud, E. A. & Skalicka-Woźniak, K. (2016). Enhancing mint and basil oil composition and antibacterial activity using seaweed extracts. *Industrial Crops and Products*, 92, 50-56.

Ellman, G. (1959). Tissue sulphhydryl groups. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 82: 70-7.

Elmas, S. (2021) Türkiye’de adaçayı yetiştiriciliği ve ticari önemi. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 3(1), 298-332.

Elmas, S. E. & Elmas, O. (2021). *Salvia fruticosa*’nın (anadolu adaçayı) terapötik etkileri. *International Journal Of Life Sciences And Biotechnology*, 4(1), 114-137.

Elmas, S., Zeybek, A. & Arabacı, O. (2019). Muğla yöresindeki *Salvia fruticosa* mill. populasyonlarının bazı tarımsal özelliklerinin ve uçucu yağ oranlarının belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(2), 243-249.

Engin, Y. Ö., Yağmur, B., Cirik, S., Bülent, O. K. U. R., Eşiyok, D., & Gökpınar, Ş. (2019). *Ulva rigida* (c. agardh) makroalginin fasulye bitkisinin üretiminde organik madde kaynağı olarak kullanımının araştırılması. *Acta Aquatica Turcica*, 15(2), 151-162.

Elumalai, L. K. & Rengasamy, R. (2012). Synergistic effect of seaweed manure and *bacillus* sp. On growth and biochemical constituents of *Vigna radiata* l. *Journal of Biofertilizers & Biopesticides*, 3(3).

Fan, D., Hodges, D. M., Critchley, A. T. & Prithviraj, B. (2013). A commercial extract of brown macroalga (*Ascophyllum nodosum*) affects yield and the nutritional quality of spinach in vitro. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 44(12), 1873- 1884.

Fan, D., Hodges, D. M., Zhang, J., Kirby, C. W., Ji, X., Locke, S. J., ... & Prithviraj, B. (2011). Commercial extract of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* enhances phenolic antioxidant content of spinach (*Spinacia oleracea* L.) which protects *Caenorhabditis elegans* against oxidative and thermal stress. *Food Chemistry*, 124(1), 195-202.

Frioni, T., Sabbatini, P., Tombesi, S., Norrie, J., Poni, S., Gatti, M. & Palliotti, A. (2018). Effects of a biostimulant derived from the brown seaweed *ascophyllum nodosum* on ripening dynamics and fruit quality of grapevines. *Scientia Horticulturae*, 232, 97- 106.

Grzeszczuk, M., Salachna, P., & Meller, E. (2018). Changes in photosynthetic pigments, total phenolic content, and antioxidant activity of *salvia coccinea* buç'hoz ex etl. induced by exogenous salicylic acid and soil salinity. *Molecules*, 23, 1296.

Gülen, H. (2000). Ayva ve armutlarda anaç/kalem ilişkilerinin izoenzim analizleriyle araştırılması. *Doktora Tezi*. Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adana.

Hegazi, A. M., El-Shraiy, A. M. & Ghoname, A. A. (2015). Alleviation of salt stress adverse effect and enhancing phenolic anti-oxidant content of eggplant by seaweed extract. *Gesunde Pflanzen*, 67(1), 21-31.

İpek, A. & Gürbüz, B. (2010). Türkiye florasında bulunan *salvia* türleri ve tehlike durumları. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 19 (1-2), 30-35.

Jimenez, A., Hernandez, J.A., Pastori, G., Del Rio, L.A. & Sevilla, F. (1998). Role of the ascorbate glutathione cycle of mitochondria and peroxisomes in the senescence of pea leaves. *Plant Physiol.*, 118: 1327-1335.

Kara, A. (2019). Tuz stresi altındaki ekinezya (*Echinaceae purpurea* l.)' Da deniz yosununun büyüme parametreleri ile fizyolojik ve biyokimyasal değişimler üzerine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.

Karayel, H. B. & Akçura, M. (2016). Farklı lokasyonlarda yetiştirilen anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* mill.)'İN uçucu yağ bileşenlerindeki değişimlerin incelenmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, (13), 13-23.

Karık, M. (2013) Marmara bölgesindeki anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* mill.) populasyonlarının morfolojik ve kalite özelliklerinin belirlenmesi, kültüre alınma olanaklarının araştırılması. *Doktora Tezi*, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı.

Karik, U., Çınar, O., Tuncturk, M., Sekeroglu, N. & Gezici, S. (2018). Essential oil composition of some sage (*Salvia* spp.) species cultivated in İzmir (Turkey) ecological conditions. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 52(4), 102-107.

Katar, N., Katar, D. & Mustafa, C. A. N. (2019) Eskişehir ekolojik koşullarında ontogenetik varyabilitenin limon kekiğinde (*Thymus citriodorus* L.) uçucu yağ oranı ve kompozisyonu üzerine etkisi. Asos Yayınları 1. Baskı: Aralık 2019, 17.

Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., ... & Prithviraj, B. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28(4), 386-399.

Kok, D. & Bal, E. (2016). Effects of foliar seaweed and humic acid treatments on monoterpene profile and biochemical properties of cv. Riesling berry (*V. Vinifera* l.) Throughout the maturation period. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 13(2), 67.

Kumar, G. & Sahoo, D. (2011). Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *triticum aestivum* var. Pusa gold. *Journal of Applied Phycology*, 23(2), 251-255.

Latique, S., Aymen, E.M., Halima, C., Chérif, H., & Mimoun, El K., (2017) Alleviation of Salt Stress in Durum Wheat (*Triticum durum* L.) Seedlings Through the Application of Liquid Seaweed Extracts of *Fucus spiralis*. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48:21, 2582-2593.

Lester, C., Moller, N. & Hammerum, A. (2004). Conjugal transfer of aminoglycoside and

- macrolide resistance between enterococcus faecium isolates in the intestine of streptomycin-treated mice. *Feems Microbiol. Lett*, 235: 385-391.
- Lola-Luz, T., Hennequart, F. & Gaffney, M. (2014). Effect on health promoting phytochemicals following seaweed application, in potato and onion crops grown under a low input agricultural system. *Scientia Horticulturae*, 170, 224-227.
- Floegel, A., Kim, D. O., Chung, S. J., Koo, S. I., & Chun, O. K. (2011). Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidant capacity in popular antioxidant-rich US foods. *Journal of food composition and analysis*, 24(7), 1043-1048.
- Manaf, H.H. (2016). Beneficial effects of exogenous selenium, glycine betaine and seaweed extract on salt stressed cowpea plant. *Annals of Agricultural Science*, 61(1), 41-48
- Mansori, M., Chernane, H., Latique, S., Benaliat, A., Hsissou, D. & El Kaoua, M. (2016). Effect of seaweed extract (*Ulva rigida*) on the water deficit tolerance of *salvia officinalis* l.. *Journal of Applied Phycology*, 28(2), 1363-1370.
- Martin, E., Altınordu, F., Celep, F., Kahraman, A., & Doğan, M., (2015). Karyomorphological studies in seven taxa of the genus *Salvia* (Lamiaceae) in Turkey. *Caryologia*, 68 (1): 13-18
- Mattner, S. W., Wite, D., Riches, D. A., Porter, I. J. & Arioli, T. (2013). The Effect Of kelp extract on seedling establishment of broccoli on contrasting soil types in southern victoria, australia. *Biological Agriculture & Horticulture*, 29(4), 258-270.
- Maudu, M., Mudau, F. N. & Mariga, I. K. (2010). The effect of pruning on growth and chemical composition of cultivated bush tea (*Athrixia Phyllicoides* DC). *Journal Of Medicinal Plants Research*, 4(22), 2353-2358.
- Milella, L., Martelli, G., Salava, J. ... (2011). Total phenolic content, rapds, aflps and morphological traits for the analysis of variability in *Smallanthus sonchifolius*. *Genet Resour Crop Evol.* 58, 545–551
- Mittler R, Vanderauwera S, Gollery M, Van Breusegem F. (2004). The reactive oxygen gene network in plants. *Trends Plant Sci*; 9, 490-498.
- Nakiboğlu, M. (1993). Bazı adaçayı (*salvia* l.) türleri ve bu türlerin ekonomik önemi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir
- Okigbo, R. N., Anuagasi, C. L. & Amadi, J. E. (2009). Advances in selected medicinal and aromatic plants indigenous to africa. *Journal of Medicinal Plants Research*, 3(2), 086-095.
- Özenç, D.B. & Osman, Ş. (2017). Farklı gelişim dönemlerinde uygulanan deniz yosunu gübresinin domates bitkisinin gelişim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 235-242.
- Pérez, M. J., Falqué, E. & Domínguez, H. (2016). Antimicrobial action of compounds from marine seaweed. *Marine Drugs*, 14(3), 52.
- Pise, N. M. & Sabale, A. B. (2010). Effect of seaweed concentrates on the growth and biochemical constituents of *Trigonella Foenum-Graecum* L. *Journal Of Phytology*, 2(4), 50-56.
- Rathore, S. S., Chaudhary, D. R., Boricha, G. N., Ghosh, A., Bhatt, B. P., Zodape, S. T.

- & Patolia, J. S. (2009). Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. *South African Journal of Botany*, 75(2), 351-355.
- Rezaei, A. & Pirani, H. (2020). Effect of different levels of seaweed fertilizer on growth parameters, yield and essential oil content of summer savory (*Satureja Hortensis* L.). *Journal Of Horticultural Science*, 33(4), 685-696.
- Sariburun, E. (2009). Bursa'da yetiştirilen bazı ahududu (*Rubus idaeus* L.) ve böğürtlen (*Rubus fruticosus* L.) çeşitlerinin fenolik bileşiklerinin sıvı kromatografisi kütle spektrometresi (LC-MS) ile incelenmesi ve antioksidan aktivite tayinleri. *Yüksek Lisans Tezi*, Bursa Uludağ Üniversitesi Kimya Anabilim Dalı, Bursa.
- Sarrou, E., Martens, S. & Chatzopoulou, P. (2016). Metabolite profiling and antioxidative activity of sage (*Salvia fruticosa* mill.) Under the influence of genotype and harvesting period. *Industrial Crops And Products*, 94, 240-250.
- Scalzo, J., Capocasa, F., Mezzetti, B. & Battino, M. (2008). Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: the role of genotype. *Food Chemistry*, 111(4), 872-878.
- Seckin B, Türkan I, Sekmen AH, & Ozfidan C. (2010). The role of antioxidant defense system at differential salt tolerance of *Hordeum marinum* Huds. (Sea barleygrass) and *Hordeum vulgare* L. (cultivated barley). *Environ. Exp Bot*; 69:76-85.
- Sethi, S., Joshi, A., Arora, B. .. (2020). Significance of FRAP, DPPH, and CUPRAC assays for antioxidant activity determination in apple fruit extracts. *Eur Food Res Technol* 246, 591–598.
- Shafie, F., Bayat, H., Aminifard, M. H. & Daghighi, S. (2021). Biostimulant effects of seaweed extract and amino acids on growth, antioxidants, and nutrient content of Yarrow (*Achillea millefolium* L.) In the field and greenhouse conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 52(9), 964-975.
- Shukla, Bajpai, S., P. S., Asiedu, S., Pruski, K. & Prithiviraj, B. (2019). A biostimulant preparation of brown seaweed *ascophyllum nodosum* suppresses powdery mildew of strawberry. *The Plant Pathology Journal*, 35(5), 406.
- Sindhi, V., Gupta, V., Sharma, K., Bhatnagar, S., Kumari, R. & Dhaka, N. (2013). Potential applications of antioxidants—a review. *Journal of Pharmacy Research*, 7(9), 828-835.
- Sivasankari, S., Venkatesalu, V., Anantharaj, M. & Chandrasekaran, M. (2006). Effect of seaweed extracts on the growth and biochemical constituents of *Vigna sinensis*. *Bioresource Technology*, 97(14), 1745-1751.
- Smith, M. J., Stevens, C. L., & Hurd, C. L. (2004). An idealized model of interaction between fronds of the large seaweed *durvillaea antarctica*. *Journal of Marine Systems*, 49(1-4), 145-156.
- Sridhar, S. & Rengasamy R. (2010). Effect of seaweed liquid fertilizer on the growth, biochemical constituents and yield of *tagetes erecta*, under field trial. *Journal of Phytology*, 2(6), 61–68.
- Şenol, F.S., Orhan, I., Celep, F., Kahraman, A., Doğan, M., Yılmaz, G. & Şener, B. (2010). Survey of 55 turkish salvia taxa for their acetylcholinesterase inhibitory and

antioxidant activities. *Food Chemistry*, 120(1), 34-43

Trejo Valencia, R., Sánchez Acosta, L., Fortis Hernández, M., Preciado Rangel, P., Gallegos Robles, M. Á., Antonio Cruz, R. D. C. & Vázquez Vázquez, C. (2018). Effect of seaweed aqueous extracts and compost on vegetative growth, yield, and nutraceutical quality of cucumber (*Cucumis Sativus* L.) Fruit. *Agronomy*, 8(11), 264.

TÜİK (2020, Aralık). Erişim Adresi: <https://www.tuik.gov.tr/>

TÜİK (2021, Aralık). Erişim Adresi: <https://www.tuik.gov.tr/>

Turhan, P. (2020). Kuru ve sulu koşullarda yetiştirilen anadolu adaçayında (*Salvia fruticosa* mill.) farklı azot dozu ve hasat zamanlarının verim ve kalite üzerine etkileri. *Doktora Tezi*, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Üniversitesi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.

Turkan, Ş., Malyer, H., Aydın, S.Ö. & Tümen, G. (2006). Ordu ili ve çevresinde yetişen bazı bitkilerin etnobotanik özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10 (2), 162-166.

Turkan, I. & Demiral T. (2009). Recent developments in understanding salinity tolerance. *Environ. Exp. Bot.*, 67, 2-9.

Tusevski, O., Kostovska, A., Iloska, A., Trajkovska, L. & Simic, S. G. (2014). Phenolic production and antioxidant properties of some macedonian medicinal plants. *Central European Journal Of Biology*, 9(9), 888-900.

Uçar, Ş. & Gürbüz, Y. (2014). *Salvia* türlerinin alzheimer hastalığı üzerine etkileri. *Bitirme Ödevi*. Erciyes Üniversitesi Farmognozi Anabilim Dalı, Kayseri.

Van Staden, J., Beckett, R. P. & Rijkenberg, M. J. (1995). Effect of seaweed concentrate on the growth of the seedlings of three species of eucalyptus. *South African Journal of Botany*, 61(4), 169-172.

Van Staden., J. & Finnie, J. F. (1985). Effect of seaweed concentrate and applied hormones on in vitro cultured tomato roots. *Journal Of Plant Physiology*, 120(3), 215-222.

Vasantharaja, R., Abraham, L. S., Inbakandan, D., Thirugnanasambandam, R., Senthilvelan, T., Jabeen, S. A. & Prakash, P. (2019). Influence of seaweed extracts on growth, phytochemical contents and antioxidant capacity of cowpea (*Vigna Unguiculata* L. Walp). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 17, 589-594.

Verkleij, F. N. (1992). Seaweed extracts in agriculture and horticulture: a review. *Biological Agriculture & Horticulture*, 8(4), 309-324.

Vijayakumar, S., Durgadevi, S., Arulmozhi, P., Rajalakshmi, S., Gopalakrishnan, T. & Parameswari, N. (2019). Effect of seaweed liquid fertilizer on yield and quality of *Capsicum annum* L.. *Acta Ecologica Sinica*, 39(5), 406-410.

Whapham, C. A., Blunden, G., Jenkins, T. & Hankins, S. D. (1993). Significance of betaines in the increased chlorophyll content of plants treated with seaweed extract. *Journal Of Applied Phycology*, 5(2), 231-234.

Xu, X. M., Lin, H., Maple, J., Björkblom, B., Alves, G., Larsen, J. P. & Møller, S. G. (2010). The arabidopsis dj-1a protein confers stress protection through cytosolic sod activation. *Journal Of Cell Science*, 123(10), 1644-1651.

Yaman, F. & Özkan, Y. (2009). Farklı organik materyal uygulamalarının *granny smith* elma çeşidinin performansı ve yaprak besin maddesi içeriği üzerine etkileri. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 2(2), 123-132.

Yildiztekin, M., Tuna, A. L. & Kaya, C. (2018). Physiological effects of the brown seaweed (*Ascophyllum nodosum*) and humic substances on plant growth, enzyme activities of certain pepper plants grown under salt stress. *Acta Biologica Hungarica*, 69(3), 325-335.

Yılmaz, O. (2019). Anadolu adaçayı (*Salvia fruticosa* mill.)’nda azotlu gübrenin ve hasat zamanlarının agronomik ve teknolojik özellikler üzerine etkileri. *Yüksek Lisans Tezi*, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Aydın.

Zodape, S. T., Gupta, A., Bhandari, S. C., Rawat, U. S., Chaudhary, D. R., Eswaran, K. & Chikara, J. (2011). Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and quality of tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.).

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Rüveyde Nur YILMAZ

Doğum Yeri ve Tarihi: Amasya – 08.09.1995

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise: Yeniceabat Anadolu Lisesi

Lisans: Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri  
Bölümü

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : -

İletişim (e-posta): ruveydenuryilmaz16@gmail.com

Yayınları:

Yılmaz, R., Akpınar, A. & Cansev, A. (2022). Farklı Dozlarda Deniz Yosunu Uygulanmış Anadolu Adaçayı (*Salvia fruticosa* Mill.)’nda Fenolik Madde İçeriği, Antioksidan Kapasite ve Antioksidatif Yanıtlar. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 37 (1), 203-217.