

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

CAULERPA RACEMOSA VAR.
CYLINDRACEA'DEN SIVI ALG GÜBRE ELDESİ
VE BAZI TİCARİ ÖNEME SAHİP TOHUMLAR
ÜZERİNE BİYOKİMYASAL ETKİLERİ

Deniz ÇAPARKAYA

Ekim, 2009

İZMİR

**CAULERPA RACEMOSA VAR.
CYLINDRACEA'DEN SIVI ALG GÜBRE ELDESİ
VE BAZI TİCARİ ÖNEME SAHİP TOHUMLAR
ÜZERİNE BİYOKİMYASAL ETKİLERİ**

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Kimya Anabilim Dalı

Deniz ÇAPARKAYA

Ekim, 2009

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

DENİZ ÇAPARKAYA, tarafından **DOÇ. DR. LEVENT ÇAVAŞ** yönetiminde hazırlanan “**CAULERPA RACEMOSA VAR. CYLINDRACEA’DEN SIVI ALG GÜBRE ELDESİ VE BAZI TİCARİ ÖNEME SAHİP TOHUMLAR ÜZERİNE BİYOKİMYASAL ETKİLERİ**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

DOÇ. DR. LEVENT ÇAVAŞ

Yönetici

.....

Jüri Üyesi

.....

Jüri Üyesi

.....
Prof.Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca bilgi ve deneyimleriyle bana yol gösteren her konuda beni destekleyen tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Levent ÇAVAŞ'a teşekkürü borç bilirim.

Eğitim ve tez çalışmama bilgi birikimleri ve görüşleriyle katkıda bulunan Dokuz Eylül Üniversitesi, Kimya Bölümü öğretim üyelerine, asistanlarına, arkadaşlarıma ve bölüm çalışanlarına teşekkür ederim.

Yüksek lisans tezimi finansal olarak 1080234 nolu 1001 projesi kapsamında destekleyen Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca sabır ve desteğini esirgemeyen aileme ve arkadaşlarıma şükranlarımı sunarım.

Deniz ÇAPARKAYA

**CAULERPA RACEMOSA VAR. CYLINDRACEA'DEN SIVI ALG GÜBRE
ELDESİ VE BAZI TİCARİ ÖNEME SAHİP TOHURLAR ÜZERİNE
BİYOKİMYASAL ETKİLERİ**

ÖZ

Bu çalışma, Eylül ve Mart aylarında toplanan *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den (Sonder) Verlaque, Huisman, et Boudouresque (*Caulerpales*, Chlorophyta) elde edilen sıvı alg gübresinin, farklı konsantrasyonlarında yetiştirilen börülce, fasulye, mısır ve pirinç tohumlarının büyüme parametrelerine ve antioksidan enzim aktivitelerine olan etkisini içermektedir.

1991'den bu yana Akdeniz'de yayılımcı özelliğini sürdürmesinden dolayı *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* biyolojik kirliliğe neden olmaktadır. Bu çalışma, Ege kıyılarında yayılım etkisi gösteren *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* biyokütlesinden elde edilen özütlerin alg gübresi olarak değerlendirilerek organik tarımda alternatif bir yöntem sağlamayı amaçlamıştır.

Eylül ayında toplanarak elde edilen sıvı alg gübresinin farklı konsantrasyonlarda yetiştirilmiş börülce tohumlarının kök ve gövde uzunluğunda artış gözlenmiştir. Özütte bekletilerek yetiştirilen börülce tohumlarında artan katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX), alfa amilaz aktiviteleri ve klorofil-a,b düzeyleri gözlenmiştir. Buna karşın mart ayında toplanarak elde edilen sıvı alg gübresi börülce tohumlarında olumsuz etki göstermiştir. Mart ayı deney grubuyla karşılaştırıldığında, mısır tohumlarının suda bekletilip eylül ayı sıvı gübresiyle yetiştirilmesi daha pozitif sonuçlar göstermiştir. Eylül dönemi sıvı alg gübresinin fasulye gövdelerinde antioksidan enzim aktivitelerinin artmasına ve bununla beraber malondialdehid (MDA) değerlerinin azalmasına neden olduğu gözlenmiştir. Bu olumlu sonuçların ışığı altında, *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg gübresinin organik tarımda alternatif bir ürün olarak kullanılabilirliği önerilmektedir.

Anahtar sözcükler: antioksidanlar, *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*, organik tarım, alg gübresi.

PRODUCTION OF LIQUID SEAWEED FERTILISER FROM CAULERPA RACEMOSA VAR. CYLINDRACEA AND ITS BIOCHEMICAL EFFECTS ON THE COMMERCIAL SEEDS

ABSTRACT

In this work, the effect of the different diluted *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* extract as a seaweed fertiliser which collected September and March on the growth and antioxidant system of cowpea, bean, corn and rice seedlings were studied.

Caulerpa racemosa var. *cylindracea* is a biological pollution in the Mediterranean Sea because of its invasive character since 1991. The present study proposes an alternative evaluation of invader biomass of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* in Aegean Sea as seaweed fertiliser in organic agriculture.

Root and shoot lengths of *V. sinensis* (in September season) were observed higher than control group when applied seaweed extracts. Raising positive responses including catalase (CAT), ascorbate peroxidase (APX), alpha amylase activities and chlorophyll-a, b levels were observed at extract soaked-water treated *V. sinensis* seedlings. In contrast, the negative effect was observed in March season seaweed fertiliser on *V. sinensis* seedlings. When compared to the March with September season seaweed fertiliser, better effect was observed on *Z. mays* seedlings on September season. In September season, seaweed fertiliser induced to increase in antioxidant enzyme activities, on the other hand, malondialdehyde levels decreased in the shoots of *P. vulgaris*. Under these positive results, *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* extract might be used as an antioxidant supplement for seedlings as an alternative product in organic agriculture.

Keywords: antioxidants, *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*, organic agriculture, seaweed fertiliser.

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa |
|---|----------|
| YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU..... | ii |
| TEŞEKKÜR | iii |
| ÖZ..... | iv |
| ABSTRACT | vi |
| BÖLÜM BİR-GİRİŞ..... | 1 |
| 1.1 Alglerin genel tanımı ve kullanım alanları..... | 1 |
| 1.2 Türkiye’de <i>Caulerpa</i> Cinsine Ait Türler | 2 |
| 1.2.1 <i>Caulerpa taxifolia</i> | 3 |
| 1.2.2 <i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>cylindracea</i> (Sonder) Verlaque, Huisman, et Boudouresque (<i>Caulerpales</i> , <i>Chlorophyta</i>) | 5 |
| 1.2.3 <i>Caulerpa prolifera</i> | 7 |
| 1.3 <i>Caulerpa</i> türlerinin yayılımını önleme çalışmaları..... | 8 |
| 1.4 Serbest radikaller ve antioksidanlar | 8 |
| 1.4.1 Serbest radikaller | 8 |
| 1.4.1.1 Serbest radikal türleri..... | 9 |
| 1.4.1.1.1 Süperoksit anyon radikali | 10 |
| 1.4.1.1.2 Hidrojen peroksit | 11 |
| 1.4.1.1.3 Hidroksil radikali | 12 |
| 1.4.2 Serbest radikallerin lipidlere olan etkileri..... | 12 |
| 1.4.3 Antioksidanlar | 14 |
| 1.4.3.1 Enzimatik antioksidanlar | 14 |
| 1.4.3.1.1 Süperoksit dismutaz enzimi..... | 14 |
| 1.4.3.1.2 Katalaz enzimi | 15 |
| 1.4.3.2 Enzimatik olmayan antioksidanlar | 16 |

| | |
|--|-----------|
| 1.4.3.2.1 Askorbik asit (C Vitamini) | 16 |
| 1.4.3.2.2 Karotenoidler | 16 |
| BÖLÜM İKİ-MATERYAL VE METOT | 18 |
| 2.1 Materyal..... | 18 |
| 2.1.1 Alglerin toplanması | 18 |
| 2.1.2 Kullanılan kimyasallar..... | 18 |
| 2.2 Metot | 19 |
| 2.2.1 Sıvı alg gübresinin hazırlanması | 19 |
| 2.2.2 Tohumların çimlendirilmesi..... | 19 |
| 2.3 Biyokimyasal analizler | 20 |
| 2.3.1 Protein tayini | 20 |
| 2.3.2 Katalaz (CAT) tayini | 20 |
| 2.3.3 Süperoksit dizmutaz (SOD) tayini..... | 21 |
| 2.3.4 α -amilaz tayini..... | 21 |
| 2.3.5 Askorbat peroksidaz (APX) tayini | 22 |
| 2.3.6 Lipid peroksidasyon (LPO) tayini | 22 |
| 2.3.7 Askorbik asit tayini | 22 |
| 2.3.8 Klorofil-a, klorofil-b ve toplam karotenoid tayinleri..... | 23 |
| 2.4 İstatiksel analiz | 23 |
| BÖLÜM ÜÇ-SONUÇLAR | 24 |
| BÖLÜM DÖRT-TARTIŞMA..... | 86 |
| BÖLÜM BEŞ-ÖNERİLER..... | 92 |
| KAYNAKLAR..... | 97 |

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1. 1 Alglerin genel tanımı ve kullanım alanları

Algler, basit yapılı klorofil içeren organizmalardır. Mikroskobik tek hücreli canlılardan, kompleks çok hücreli, metrelerce uzunluğa erişen deniz alglerini içermektedir (Sze, 1998). Algler su ortamında birinci derece üretici canlılardır. Yapılarındaki pigmentleri ile karbondioksit ve suyu ışığın etkisi ile karbonhidratlara çevirirerek su ortamındaki besin değerini ve çözülmüş oksijen oranını artırırlar. Bu şekilde bir çok sucul canlının besin kaynağını oluştururlar (Güner ve Aysel, 1999).

Algler sanayinin hemen hemen her alanında kullanılmaktadır. Özellikle Uzakdoğu ve Güney Asya ülkelerinde besin maddesi olarak, tıp, eczacılık ile kozmetik sanayiinde, tarımda gübre yapımında geniş bir kullanım alanına sahiptir. Algler, doğal olarak toplanmalarının yanı sıra, kültürleri de yapılmaktadır. Algler yapısında brom, iyot, organik asitler, polisakkaritler, agar, alginik asit, steroller, proteinler ve vitaminler içermektedirler (Atay, 1984).

Çoğu denize kıyısı olan ülkelerde deniz algleri besin kaynağı, gübre olarak ve çeşitli endüstriyel alanlarda değerlendirilmektedir. Endüstriyel olarak alg yetiştiriciliği yapılan Asya'da özellikle Japonya, Kore ve Çin'de besin maddesi olarak deniz algleri tüketilmektedir (Guiry, 2009).

Ekonomik öneme sahip deniz alglerini üç grup altında toplayabiliriz: Yeşil algler (Chlorophyceae), Kahverengi algler (Phaeophyceae), Kırmızı algler (Rhodophyceae). Agar, Uzak doğuda üretilen ilk kırmızı alg ürünüdür ve Avrupa'da son zamanlarda tanınmıştır. Agar gibi kırmızı alglerden elde edilen bir ürün olan karragenan, Avrupa sahillerinde çok eski yıllardan beri marmelatlarında kıvam arttırıcı ve benzeri işlerde kullanılmıştır. Fakat son yıllarda ekstraksiyon yolu ile elde edilen

karragenanın kullanılma sahaları ve önemi çok artmıştır (Jensen, 1966, Kaba ve Çağlak 2006).

Kırmızı alglerin yanında, kahverengi alglerin de büyük değeri bulunmaktadır. Kahverengi alglerden elde edilen, önemli ürünlerin başında alginik asit ve alginatlar gelmektedir. Bu madde mayalama, kozmetik, tekstil, boya endüstrilerinde ve tıp alanında kan pıhtılayıcısı olarak kullanılmaktadır (Güner, 1991).

Spirulina platensis, Grinstead ve ark. (2000) tarafından besin katkı maddesi olarak kullanarak domuzların büyümesinde kullanılmıştır. Dünyanın birçok sahil yöresindeki algler, fosfor, potasyum ve bazı iz elementlerin varlığından dolayı gübre olarak kullanılmaktadır. Bilinen ticari sıvı alg gübreleri İngiltere’de Maxicrop, Güney Afrika’da Kelpak 66, Norveç’te Algifert, Yeni Zelanda’da Seasol ve Tazmanya’da Seagro’dur (Sivasankari ve ark., 2006).

1.2 Türkiye’de *Caulerpa* Cinsine Ait Türler

Adını latince "Yatay Gelişen Gövde" anlamına gelen sözcükten alan Ulvophyceae sınıfına ait *Caulerpa* cinsi deniz alglerinin dünyada 75’e yakın türü bulunmaktadır (Fama ve ark., 2002).

Caulerpa türlerinde bitkilerdeki gibi kök, gövde ve yaprağa benzer kısımlar gözlenir. Tallusun silindirik ve yatay gelişen bölümü uç kısmından uzar. Aşağıya doğru renksiz, çatallı kökçük şeklindeki uzantılar algin zemine tutunmasını sağlar (Cirik, 2001).

Caulerpa türleri genelde sıcak ve tropikal denizleri tercih etmektedirler.

Ülkemiz kıyılarında *Caulerpa* genusuna ait 7 takson belirtilmiştir; *C. ollivieri* Dostál (Akdeniz); *C. prolifera* (Forsskål) J.V. Lamouroux (Akdeniz ve Ege Denizi); *C. racemosa* (Forsskål) J. Agardh var. *racemosa* (Akdeniz ve Ege Denizi); *C. racemosa* var. *lamourouxii* f. *requienii* (Montagne) Weber-van Bosse (Akdeniz); *C.*

scalpelliformis (Brown ex Turner) C. Agardh (Akdeniz); *C. sertularioides* (S.G. Gmelin) M. Howe (Marmara Denizi), *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman, et Boudouresque (*Caulerpales*, *Chlorophyta*) (Ege Denizi ve Akdeniz) (Aysel ve ark., 2001, Klein ve Verlaque, 2008). Bu taksonlar dışında Akdeniz’de iki tür daha bulunmaktadır; *C. mexicana* Sonder ex Kützing ve *C. taxifolia* (Vahl) C. Agardh (Cirik ve Akçalı 2002; Çevik ve ark., 2007; Gallardo ve ark., 1993).

Caulerpa türlerinin tanınmasında Akdeniz’de 7 ülkenin kıyılarını istila eden “Katil Alg” olarak bilinen *Caulerpa taxifolia* ve “Terörist Yosun” olarak bilinen *Caulerpa racemosa* önemli bir yere sahiptir. Günümüze kadar *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 13 Akdeniz ülkesinin (Arnavutluk, Cezayir, Hırvatistan, Kıbrıs, Fransa, Yunanistan, İtalya, Libya, Malta, Monako, İspanya, Tunus ve Türkiye) kıyılarını istila etmiş durumdadır (Caparkaya ve Cavas, 2009; Klein ve Verlaque, 2008).

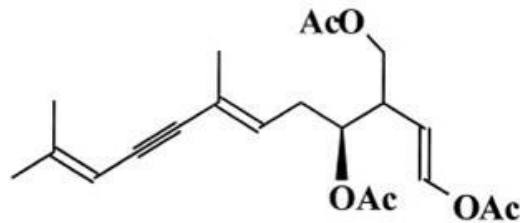
1.2.1 *Caulerpa taxifolia*

Caulerpa taxifolia, ilk olarak 1980’li yılların ortalarında Monako Deniz Akvaryumundan kazara Akdeniz’e salınmıştır (Meinesz ve Hesse, 1991; Meinesz ve ark., 2001). Düşük ışık ve sıcaklığa karşı yüksek toleransa sahip olan bu türün, bünyesindeki *caulerpenyne* isimli sitotoksik terpenoid yapısındaki salgısı sayesinde yerel Akdeniz türlerine karşı çok iyi bir savunma oluşturduğu, böylece kısa bir sürede yayılım gösterdiği düşünülmektedir (Boudouresque ve ark., 1996; Cavas ve Yurdakoc, 2005a; Cavas ve Yurdakoc, 2005b; McConnell ve ark., 1982; Paul ve Fenical, 1986; Pesando ve ark., 1996;). Türün global bir tehlike olduğu Amerika ve Avustralya kıtalarında da görülmesiyle açıkça ortaya çıkmıştır (Şekil 1.1).



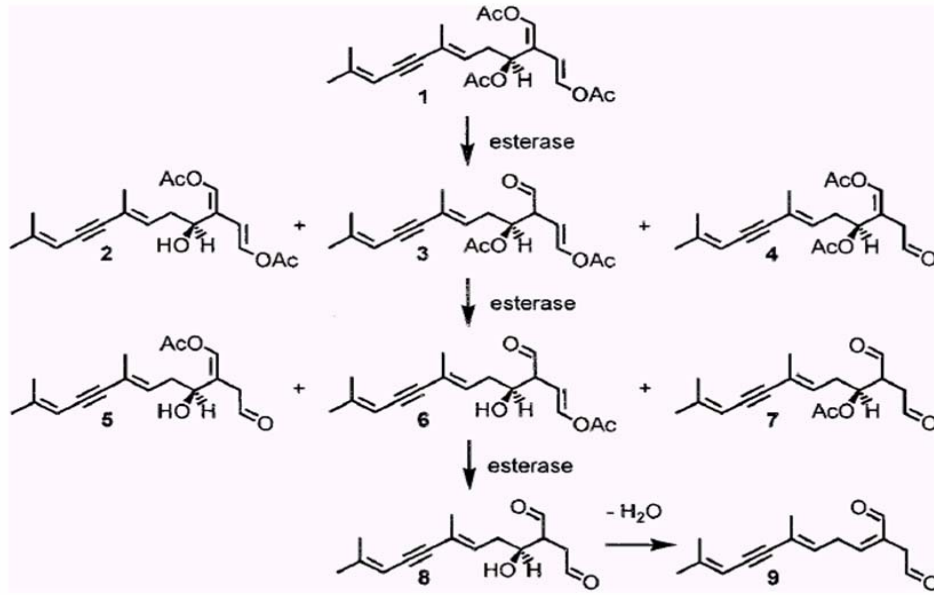
Şekil 1.1 *C. taxifolia* (Foto: L. Cavas ©)

Caulerpa cinsine ait alglerce üretilen birçok sekonder metabolit madde bulunmaktadır. Ancak bu maddeler arasında en önemlisi seskiterpenoid yapısında olan ve hücre üzerine zehirli etkisi olan (sitotoksik) *caulerpenyne* isimli salgıdır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 *Caulerpenyne*

Caulerpenyne yapısında bulunan üç asetil grubunun, alg hücrelerinin koparılma, yaralanma gibi mekanik bir etki sonucunda hasar görmesi karşısında, esteraz enzimi tarafından parçalanmasıyla 2, 3 ve 4 nolu moleküller gibi üzerinde iki tane asetil grubu taşıyan 3 farklı olası ara ürünler meydana gelebilmektedir.



Şekil 1.3 Esteraz aktivitesi sonucu Caulerpenin'in daha toksik yapılara dönüşmesi

1: Caulerpenyne, 4: Oksitoksin-1, 9: Oksitoksin-2

Esterazlar bu yapı üzerindeki 2 asetil grubundan birini daha kopararak tek asetil grubuna sahip 8 nolu molekülü oluşturabilmekte, daha sonra bu yapı dehidrate olarak 9 nolu hale gelmektedir. 4 ve 9 nolu yapılar 1 nolu yapıdan çok daha fazla toksik özellik taşımaktadır (Jung ve ark., 2002).

Ülkemizin İskenderun ve Yumurtalık kıyılarında *Caulerpa taxifolia* tespit edilmiş, ancak bu türün genetik açıdan Fransa kıyılarında yer alan yayılımcı *Caulerpa taxifolia* ile benzerlik taşımadığı ortaya koyulmuştur (Çevik, Yokeş, Cavas ve ark., 2007). Ancak bu yeni giriş yapan türün yayılımcı özelliğine yönelik herhangi bir araştırma bulunmamakta olup, bu tür de kıyılarımız için potansiyel bir tehdit unsuru olabilecek niteliktedir.

1.2.2 *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman, et Boudouresque (*Caulerpales*, *Chlorophyta*)

Caulerpa taxifolia'ya ya benzer şekilde ancak yayılımını sinsice sürdüren bir diğer *Caulerpa* türü ise *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'dir (Şekil 1.4).



Şekil 1.4 *C. racemosa* var. *cylindracea*

(Foto: L.Cavas ©)

Tallusun yukarı doğru uzanan kısmı *Caulerpa racemosa*'da üzüm salkımı şeklindedir (Cirik, 2001).

Caulerpa racemosa Akdeniz'de ilk defa Tunus'un Sousse limanında 1926 yılında gözlenmiştir (Hamel, 1926). Ancak o yıllarda bu türün "Leşepsiyen Göçmen" bir tür olduğu düşünülüyordu. 1990'lı yıllara kadar önemli ölçüde yayılımcı özellik göstermeyen bu tür 1991'li yıllardan itibaren günümüze kadar ülkemizin de yer aldığı 13 Akdeniz ülkesi kıyılarını tehdit eder hale gelmiştir (Klein ve Verlaque, 2008). Yapılan genetik analizler sonucunda bu türün Avustralya orijinli bir tür ile yapmış olduğu melez bir alt tür olduğu ortaya konmuş ve *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman, et Boudouresque (*Caulerpales*, *Chlorophyta*) olarak isimlendirilmiştir (Verlaque ve ark., 2003). 1990 yılından beri bu türün Akdeniz ve Kanarya adalarında (Akdeniz dışına taşmış olduğunun göstergesidir) yayılış göstermesiyle ekolojik problemlere sebep olmakta ve pek çok canlı türünü yok ederek biyolojik çeşitliliği olumsuz yönde etkilemektedir (Klein ve Verlaque, 2008). Bu yayılım, Akdeniz'in tarihinde görülen en ciddi ekolojik sorunlardan biri olarak kabul edilmektedir.

Akdeniz’de *Caulerpa racemosa*’ nın dağılma nedenleri

- Balıkçılar tarafından trol ağlarının çekilmesi,
- Gemi balast suları,
- Teknelerin çapaları,
- Balıkçı ağları,
- Deniz tavşanlarından *Lobiger serradifalci* (Cavas ve ark., 2005),
- Deniz akıntıları olarak gösterilmektedir.

1.2.3 *Caulerpa prolifera*

Akdeniz florası içinde bulunan ve yayılımcı özellik göstermeyen *Caulerpa prolifera* ise yatay gelişen tallus üzerinde basit yaprak şeklinde gelişmiş kısımlarıyla tanınan bir algdır (Şekil 1.5). Yapraksız uzantılar genelde oval ya da uzun çizgisel görünümündedir.



Şekil 1.5 *Caulerpa prolifera* (Luglio, 2002)

1.3 *Caulerpa* türlerinin yayılımını önleme çalışmaları:

Özellikle bu türlere karşı biyolojik savaşta kullanılması düşünülen *Lobiger serradifalci* (Şekil 1.6) isimli deniz tavşanının; *Caulerpa* türlerini küçük, kendini rejenerere edebilecek parçalara ayırmak suretiyle yediği ve böylece bu türlerin yayılımını arttırıcı bir etki gösterdiği ortaya koyulmuştur (Zuljevic ve ark., 2001). *Oxynoe olivacea* (Şekil 1.7) isimli deniz tavşanının da *Caulerpa* türlerini delerek çıkan hücre materyalini emdiği, ancak tüketimin yeterince hızlı olmadığı laboratuvarımızda gözlemlenmiştir.



Şekil 1.6 *Lobiger serradifalci*



Şekil 1.7 *Oxynoe olivacea*

Öte yandan, deniz tavşanlarının neden toksin içeren bir deniz algini yediği araştırıldığında, deniz tavşanlarının kendilerini balıklardan korumak için bu algii yiyerek, bünyelerine aldıkları toksini (*caulerpenyne*) kendi metabolizmalarında daha zehirli bileşiklere dönüştürdükleri ve böylece balıklara karşı kimyasal bir silah ürettikleri ortaya koyulmuştur (Cavas ve ark., 2005; Cavas ve Yurdakoc, 2005b; Thibaut ve ark, 2001).

1.4 Serbest radikaller ve Antioksidanlar

1.4.1 Serbest radikaller

Serbest radikaller, hücrede endojen ve ekzogen kaynaklı etmenlere bağlı olarak oluşan, dış orbitalinde eşleşmemiş elektron bulunan, kısa ömürlü ve kararsız atom

veya moleküllerdir. Başka moleküllerle kolayca elektron alışverişine girip onların yapısını bozan bu moleküllere “Serbest radikaller”, “oksidan moleküller” ya da “reaktif oksijen türleri” denir (Tüzmen 2001, Tekeli 2008).

Serbest radikaller 3 şekilde oluşmaktadır.

- **Kovalent Bağların Homolitik Kırılması;** Yüksek enerjili elektromanyetik dalgalar ve yüksek sıcaklık kimyasal bağların kırılmasına neden olur. Bağ yapısındaki iki elektronun her biri ayrı ayrı atomlar üzerinde kalır, bu tür kırılmaya homolitik kırılma olarak adlandırılır. Bölünme sonucunda iki atom üzerinde de paylaşılmamış elektron kalır.
- **Normal Bir Molekülün Elektron Kaybetmesi;** Normal bir molekülden elektron kaybı sırasında dış orbitalinde paylaşılmamış elektron kalıyorsa radikal formu oluşur. Örneğin askorbik asit, glutatyon gibi hücresel antioksidanlar, radikal türlere tek elektron verip radikalleri indirgerken, kendilerinin radikal formu oluşur.
- **Normal Bir Moleküle Elektron Transferi;** Normal bir moleküle tek elektron transferi ile dış orbitalin de paylaşılmamış elektron oluşumuna sebep olur ve bu tür indirgenme radikal oluşturabilir. Örneğin moleküler oksijenin tek elektron ile indirgenmesi, süperoksit radikalının oluşumuna neden olur (Bozdemir, 2005).

1.4.1.1 Serbest radikal türleri

Biyolojik sistemlerdeki en önemli serbest radikaller, oksijenden oluşan radikallerdir. Moleküler oksijenin toksik etkisi olmamasına rağmen aerobik hücre metabolizması sırasında serbest oksijen radikallerine dönüşmektedir. Moleküler oksijenin kısmi indirgenmesinden reaktif oksijen türlerinden (ROT) olan hidroksil (OH[•]) radikali ve süperoksit radikali (O₂^{•-}) oluşmaktadır. Radikal olmayan reaktif oksijen türevleri singlet oksijen (¹O₂) ve hidrojen peroksit (H₂O₂) tir. Oksijen kaynaklı olmayan diğer serbest radikaller arasında nitrik oksit (NO), peroksinitrit (ONOO) ve lipidlerin peroksidasyonu sırasında oluşan peroksi (ROO) radikalleri sayılabilir (Turna, 2008).

1.4.1.1.1 Süperoksit anyon radikali. Moleküler oksijenin indirgeyici bir ajandan bir elektron alması sonucu süperoksit radikali (O_2^-) oluşmaktadır. Süperoksit nötral çözeltilerde negatif yüklü olup çok reaktif bir serbest radikal değildir. Biyomembranları sadece anyon kanalları yoluyla aşabildiğinden üretildiği kompartmanda kalmaktadır (Evans, 1990; Halliwell ve Gutteridge, 1996; Nordberg ve Arner, 2001).

Başlıca şu mekanizmalarla üretilmektedir:

(a) İndirgeyici özellikteki biyomoleküler oksijene tek elektron verip kendileri oksitlenirken süperoksit radikali oluşur. Hidrokinonlar, flavinler, tiyoller, ferrodoksinler, indirgenmiş nükleotitler gibi yüzlerce biyolojik molekül aerobik ortamda oksitlenirken süperoksit yapımına neden olurlar...

(b) Başta çeşitli dehidrogenazlar ve oksidazlar olmak üzere, yüzlerce enzimin katalitik etkisi sırasında süperoksit radikali bir ürün olarak oluşabilir...

(c) Mitokondrideki enerji metabolizması sırasında oksijen kullanılırken, tüketilen oksijenin % 1-5 kadarı süperoksit yapımı ile sonlanır. Buradaki radikal yapımının nedeni NADH-dehidrogenaz ve koenzim-Q gibi elektron taşıyıcılardan oksijene elektron kaçağının olmasıdır...

(d) Aktive edilen fagositik lökositler, bol miktarda süperoksit üreterek fagozom içine ve buldukları ortama verirler... (Bozdemir, 2005, s.3).

Süperoksit radikali çözelti ortamına göre farklılıklar göstermektedir. Süperoksit sulu çözeltide askorbik asit, tiyol gibi molekülleri oksitleyebilen zayıf bir oksitleyici ajan olarak davranır. Ayrıca süperoksit güçlü bir indirgeyici ajan olup sitokrom c ve ferrik-EDTA gibi çeşitli demir komplekslerini indirgeyebilir (Halliwell ve Gutteridge, 2003).

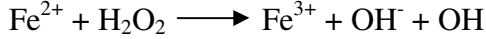
Süperoksit, hidrojen peroksit ve moleküler oksijenin oluştuğu dismutasyon tepkimesinden dolayı sulu ortamda hızlıca kaybolur. Diğer taraftan SOD enzimiyle

katalizlenen dismutasyon tepkimesi ise spontan dismutasyondan 10^9 kat daha hızlıdır (Hinder ve Stein, 1991).

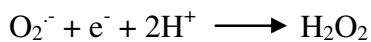
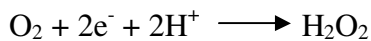


1.4.1.1.2 Hidrojen peroksit. Hidrojen peroksit, oksijenin enzimatik olarak iki elektron indirgenmesiyle ya da süperoksitlerin enzimatik veya non-enzimatik dismutasyonu tepkimeleri sonucu oluşur. Yapısında eşlenmemiş elektron içermediğinden radikal özellik taşımaz. H_2O_2 'in oksitleyici özelliği demir, bakır gibi geçiş metal iyonlarının varlığı ile hidroksil radikali oluşturmasıdır (Halliwell ve Gutteridge, 2003).

H_2O_2 özellikle proteinlerdeki hem grubunda bulunan demir ile tepkimeye girerek reaktif demir formlarını oluşturmaktadır. Bu formdaki demir yüksek oksitleyici özelliğe sahip olarak hücre zarlarında lipid peroksidasyonu gibi radikal tepkimeleri başlatabilmektedir (Bozdemir, 2005).



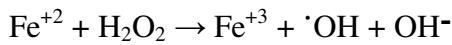
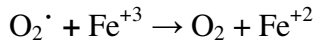
H_2O_2 serbest radikal değildir fakat biyolojik zarlara nüfuz edebilmesi ve daha ROT'nin yapım aşamasında aldığı rolden dolayı önem taşımaktadır (Nordberg ve Arner, 2001). H_2O_2 , süperoksitle reaksiyona girerek en reaktif ve zarar verici radikal olan hidroksil radikali oluşturmak üzere kolaylıkla yıkılabilir (Cherubini ve ark., 2005). H_2O_2 , üretildiği bölgede kalan süperoksitin aksine membranları geçen, sitozole diffüze olan ve uzun ömürlü bir oksidan olarak bilinir. Bu nedenle süperoksitin ulaşamadığı membranla korunan yapılara kolaylıkla ulaşabilir. Ayrıca ksantin oksidaz, urat oksidaz ve D-amino oksidaz gibi çeşitli enzimlerde hidrojen peroksit üretmektedir (Halliwell ve Gutteridge, 1996).



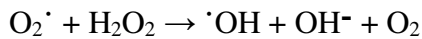
H₂O₂'in redoks özelliği ve geçiş metalleri varlığında yüksek reaktif serbest radikalleri oluşturmasına karşı vücut, savunma sistemi geliştirmiştir. İstenmeyen H₂O₂ katalaz, glutatyon peroksidaz ve diğer oksidazlar ile hücreden uzaklaştırılır (Gutteridge, 1995).

1.4.1.1.3 Hidroksil radikali. Oksijen radikalleri içerisinde en toksik ve en reaktif olanı hidroksil radikalidir ([•]OH). Biyolojik sistemlerde hidroksil radikali birçok reaksiyonla oluşmaktadır. Fe⁺³'ün süperoksitle indirgenip Fe⁺² olması ve Fe⁺²'nin H₂O₂ ile reaksiyona girerek hidroksil radikalini oluşturmasıyla oluşan Fenton reaksiyonuna ve süperoksit ve H₂O₂ ortamda bulunan Fe⁺³ veya Cu⁺² katalizörlüğünde Haber-Weiss reaksiyonu sonucu OH[•] molekülünü oluşturur (Cheesemann ve Slater 1993; McCord ve Day, 1978).

Fenton reaksiyonu



Haber-Weiss reaksiyonu



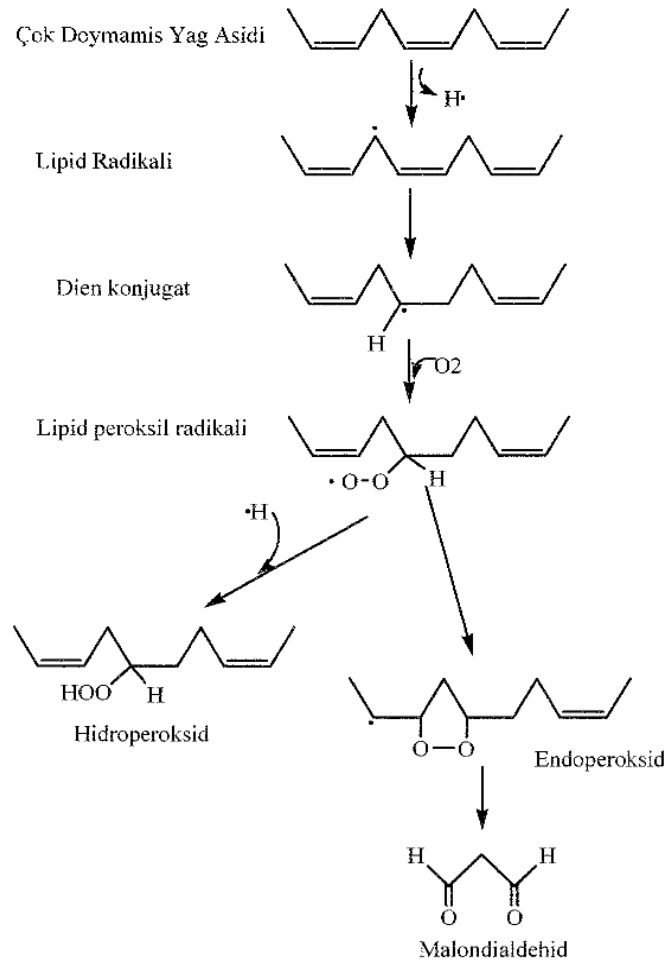
Katalizörlü tepkimede demir önce ferrik formdan (Fe⁺³) süperoksit ile ferröz forma (Fe⁺²) indirgenir. Ferröz form Fenton tepkimesi ile ferrik forma tekrar yükseltgenirken [•]OH ve OH⁻ üretilir (Akkuş, 1995, Gutteridge, 1995).

1.4.2 Serbest radikallerin lipitlere olan etkileri

Serbest radikallerin biyolojik dokulardaki doymamış yağ asitlerine etkileri lipit peroksidasyonu olarak bilinir. Biyolojik zarların yapısı lipit ve proteinden oluşmaktadır, lipit peroksidasyonu lipitlere olduğu kadar zar proteinlerine de zarar vermektedir (Halliwell ve Gutteridge, 2003).

Lipit peroksidasyonu, çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) reaktif oksijen türleri tarafından peroksitler, alkoller, malondialdehit, etan ve pentan gibi ürünlere yıkılma tepkimelerine denilmektedir.

Hücre membranındaki çoklu doymamış yağ asitlerinden bir hidrojen atomunun uzaklaşmasıyla yağ asidi zinciri radikal niteliği kazanır ve lipid peroksidasyon başlar. Lipid radikalının moleküler oksijen ile reaksiyona gimesi sonucu lipid peroksil radikalleri (LOO[•]) oluşur. Lipid peroksil radikalleri, membran yapısındaki diğer çoklu doymamış yağ asitlerini etkileyerek yeni lipid radikallerinin oluşumuna yol açar ve açığa çıkan hidrojen atomlarını alarak lipid hidroperoksitlerine (LOOH) dönüşürler ve böylece reaksiyon kendi kendini katalizleyerek devam eder (Halliwell ve Gutteridge, 2003). Mekanizma aşağıdaki gibidir (Turna, 2008).



Şekil 1.8 Lipit peroksidasyon oluşum basamakları

Lipit peroksidasyonunun son bileşeni olan malondialdehit (MDA) peroksidasyona uğramış çoklu doymamış yağ asitlerinin bölünmesiyle oluşan üç karbonlu bir dialdehidtir. Biyolojik sistemlerde MDA ölçümü oksidatif durumun göstergesi olarak kullanılmaktadır (Kurutaş ve ark., 2004).

1.4.3 Antioksidanlar

Aerobik hücrelerde ROT'nin oluşumu ve oluşturduğu hasarlar antioksidan savunma sistemleri veya antioksidanlar tarafından önlenmektedir. Antioksidanlar, peroksidasyon zincir reaksiyonunu engelleyerek ve/veya reaktif oksijen türlerini toplayarak lipid peroksidasyonunu inhibe ederler. (Bozdemir, 2005; Tüzmen, 2001).

Antioksidanlar dört farklı mekanizma ile oksidanları etkisizleştirirler:

1. Scavenging (temizleme) etkisi: ROT'nin zayıf bir moleküle çevirme
2. Quencher (baskılama) etkisi: ROT'ne bir hidrojen aktararak etkisiz hale getirme ve aktivitesini azaltma
3. Onarma etkisi
4. Zincir koparma etkisi: ROT'ni bağlayarak zincirlerini kırarak fonksiyonlarını engelleme şeklinde yapılmaktadır (Cherubini ve ark., 2005; Turna, 2008).

Antioksidanlar, enzimatik ve enzimatik olmayanlar şeklinde ikiye ayrılır.

1.4.3.1 Enzimatik antioksidanlar

1.4.3.1.1 Süperoksit dismutaz enzimi. Süperoksit dismutaz (SOD, E.C. 1.15.1.1) enzimi süperoksit radikalının hidrojen peroksite ve moleküler oksijene dönüşümünü katalizler. Katalitik aktivitesi için Fe, Cu veya Mn gibi metallere gereksinim duyan bir metaloproteindir. Prokaryotlarda Fe ve Mn-SOD bulunurken, ökaryotlarda Mn, Cu, Zn ve ekstrasellüler SOD (EC-SOD) bulunur (Oberley, 1982, Tüzmen 2001).

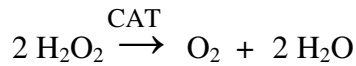
Cu-Zn SOD: Genellikle ökaryotik hücrelerin sitozolünde, kloroplastlarında ve lizozomal fraksiyonlarında bulunur (Kelee ve ark., 1971). Cu-Zn SOD enzimi 32

kDa molekül ağırlığındadır. Tek disülfid bağıyla bağlı aynı iki alt birimden oluşmuştur. Tüm alt birimler aktif bölgelerinde metal kümesi içerir. Cu ve Zn atomları arasındaki köprü histaminle sağlanır. Cu-Zn SOD'un antioksidan savunmada ilk sırada yer aldığına inanılır (Halliwell ve Gutteridge, 2003; Mates ve ark., 1999).

Mn-SOD (Mitokondrial SOD): Prokaryotlarda ve mitokondri matriksinde bulunur. Kofaktörü mangandır. Yüksek yapılı organizmalardan elde edilen tüm Mn-SOD lar tetramerdir ve her alt üniteye bir Mn^{+2} iyonu içerirler. Mn-SOD 96 kDa molekül ağırlığındadır (Bozdemir, 2005; Mates ve ark., 1999).

Ekstrasellüler SOD (EC-SOD): Tetramerik bir proteindir, ekstrasellüler bölümlere salgılanır. EC-SOD enziminin kofaktörleri çinko ve bakırdır (Sandstrom ve ark., 1992).

1.4.3.1.2 Katalaz enzimi. Katalaz (EC 1.11.1.6) bitki, hayvan ve aerobik bakterilerde bulunan H_2O_2 'in su ve moleküler oksijene dönüşümünü katalizleyen bir enzimdir (Mates ve ark., 1999).



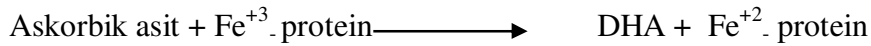
Peroksizomlarda bulunur. Her biri bir prostetik grup olan ve yapısında Fe^{+3} bulunduran dört hem grubundan oluşmuş bir hemoproteindir (Halliwell ve Gutteridge, 2003).

Katalaz hücreyi respiratuvar patlamalara karşı da koruyucu olarak görev yapmaktadır. İndirgeyici aktivitesi hidrojen peroksin yanı sıra metil-, etil-hidroksiperoksitler gibi küçük moleküllü lipit hidroproksitleri de içine almaktadır (Rencüzoğulları, 2006).

1.4.3.2 Enzimatik olmayan antioksidanlar

1.4.3.2.1 *Askorbik asit (C vitamini)*. Askorbik asit, moleküler oksijen, nitrat, sitokrom a ve c bileşiklerinin indirgenmesine neden olduğundan indirgeyici bir ajandır. Suda çözünebilir ve düşük molekül ağırlığındadır. Özellikle yeşil taze meyve ve sebzeler ile turunçgiller de bol miktarda bulunur. Yüksek sıcaklıklarda bozabilen ve dondurulmaya karşı dayanıklı bir vitamindir (Akkuş, 1995; Turna, 2008).

Askorbik asit antioksidan etkisinin yanında oksidan etki de göstermektedir. Fenton reaksiyonu ile ferri demiri ferro demire indirgeyerek hidrojen peroksitle etkileşmeye uygun olan süperoksit radikalının üretimine neden olur (Akkuş, 1995).



Bunların dışında, C vitamininin yükseltgenmesiyle doğrudan H_2O_2 meydana gelebilmektedir.



Böylece C vitamini, hem H_2O_2 oluşumuyla hem de Fenton reaksiyonu yoluyla radikal oluşumuna katkıda bulunur. Bu olumsuz etkisi sadece düşük konsantrasyonlarda geçerlidir (Tüzmen, 2001).

1.4.3.2.2 *Karotenoidler*. Karotenoidler, fitoplankton, algler, bitkiler, sınırlı sayıdaki mantar ve bakteriler tarafından üretilebilen, yağda çözünebilir ve hücreleri korumada önemli görevleri olan pigmentlerdir. Karotenoidler genel olarak havuç, domates, greyfurt, portakal, ıspanak gibi sebze ve meyvelerin kırmızı, turuncu, sarı ve yeşil renklerinden sorumludur. Karotenoidler insanda ince barsakta %5-50 oranında pasif diffüzyon ile emilir. Bu emilim oranı diyetdeki yağ miktarıyla ilişkilidir. İnsan ve hayvanlarda, özellikle likopen ve β -karoten olmak üzere karotenoidlerden β -karotenin, singlet oksijeni bastırabildiği, süperoksit radikalini

temizlediği ve peroksi radikalleri ile direkt olarak etkileşerek antioksidan özellik gösterdiği ispat edilmiştir (Akkuş, 1995; Frei, 1994; Di Mascio ve ark., 1991; Yanbeyi, 1999).

BÖLÜM İKİ

MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

2.1.1 Alglerin toplanması

Caulerpa racemosa var. *cylindracea* SCUBA dalışları ile elle 0-5 metre derinlikler arasında Eylül ve Mart aylarında Gümüldür'den (38⁰ 07' 58.61'' N, 26⁰ 50' 07.71'' E) toplanmıştır. Bölgedeki alg yoğunluğunu bulabilmek için dalış bölgesinde 5X5 m²'lik alan belirlenmiş ve bu alandan toplanan algin yaş ağırlığının 3,5 kg olduğu saptanmıştır. Metre karedeki alg miktarı ise 0,14 kg olarak hesaplanmıştır. Algler toplandıktan sonra bölgeden alınmış deniz suyu içeren 70L'lik plastik bidonlarda laboratuara getirilmiştir. Laboratuara getirilen algler tuzlu sudan ve safsızlıklardan arındırılmak üzere önce çeşme suyu ile daha sonra saf su ile yıkanmıştır.

2.1.2 Kullanılan Kimyasallar

Araştırmada kullanılan kimyasallar şunlardır:

K₂HPO₄ (Sigma), KH₂PO₄ (Sigma), Sığır Serum Albumin (Sigma), Coomassie Brilliant Blue G-250 (Merck), H₃PO₄ (Merck), Ethanol (Sigma), H₂O₂ (Sigma), EDTA (Sigma), Askorbik asit (Sigma), SOD kiti (Ransod SD 125), 3,5- dinitro salisilik asit (Sigma), NaCl (Sigma), Maltoz (Merck), NaOH (Sigma), Sodyum potasyum tartarat tetrahidrat (Carlo Erba), Nişasta (Merck), KCl (Merck), TBA (Sigma), TCA (Sigma), Asetik asit (Riedel-de Haën), Aseton (Merck), Metafosforik asit (Merck), 2,6 diklorofenol indofenol (Sigma), tiyüre (Sigma), H₂SO₄ (Carlo Erba), dinitro fenil hidrazin (Sigma).

2.2 Metot

2.2.1 Sıvı Alg Gübresinin Hazırlanması

Sıvı alg gübreleri Sivasankari ve ark. (2006)'nın uyguladığı metoda göre hazırlanmıştır. 1 kg alg örneği havanda homojenize edilmiş ve ardından homojenizatör yardımıyla küçük parçalara ayrılmış ve bu homojenata 1L saf su ilave edilerek 1 saat boyunca kaynatılmıştır. 1 saat sonunda soğutulup süzümüştür. Süzülen kısım (stok) % 100 konsantrasyondaki alg özütü olarak adlandırılmıştır. Stok alg özütünün kullanılmasıyla, farklı konsantrasyonlarda (%5, %10, %15 ve %20) alg özütleri hazırlanmıştır. Hazırlanan %100 konsantrasyondaki alg özütünün pH'sı 5,5 olarak ölçümüştür. Tüm özütler buzdolabında 0 ile 4°C arasında saklanmıştır.

2.2.2 Tohumların Çimlendirilmesi

Bu çalışmada model olarak Türkiye'de yüksek oranda tüketimi nedeniyle fasulye, mısır, pirinç ve börülce tohumları seçilmiştir. Çalışmalarda kullanılan tohumlar Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsünden alınmıştır. Seçilen tohumların boyutuna ve rengine dikkat edilmiştir. Tüm çimlendirme çalışmaları iklimlendirme (ID NÜVE 501) dolabında yapılmıştır. Tohumlar çimlendirilmeden önce sterilizasyon amaçlı olarak %1'lik H₂O₂ çözeltisinde 5 dakika bekletilmiş, bu süre sonunda önce çeşme suyuyla daha sonra saf su ile yıkanmışlardır. Suda bekletilen tohumlar için, tohumların şişirilmesi steril falkon tüpleri içerisinde 20°C sıcaklıkta 24 saat süreyle iklimlendirme dolabında karanlık ortamda gerçekleştirilmiştir. Şişme sonucu tohumda oluşan etkiler göz önüne alınarak benzer özellikler göstermiş tohumlar seçilmiştir. Bu çıkarılan tohumlar, içerisine filtre kâğıdı konmuş petri kaplarına kontrol grubu ve deney grubu olarak alınmıştır. Her bir petri kabına 15 tohum konmuştur. Her 24 saatte bir kez, kontrol grubuna 10 mL saf su, deney gruplarına 10 mL 5%, 10%, 15% ve 20%' lik olarak hazırlanan alg özütü çözeltileri uygulanmıştır. Alg özütünde bekletilecek tohumlar için tohumlar konsantrasyonları %5, %10, %15 ve %20 olan *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* özütlerinde 20°C

sıcaklık ve 24 saat süreyle iklimlendirme dolabında karanlık ortamda şişmeye bırakılmıştır. Şişme sonunda çıkarılan tohumlar içerisine filtre kâğıdı konmuş petri kaplarına her bir petri kabına 15 adet tohum gelecek şekilde hazırlanmıştır. Deney grubu olarak ayrılan petri kapları içerisindeki tohumlara her 24 saatte bir 10 mL su verilmiştir. Suda bekletilen tohumlar ise kontrol grubu olarak kullanılmıştır. Tohumların büyüme koşulları 25°C, %55 nem ve çimlenme sonrasında foto periyot 16 saat ışık, 8 saat karanlık olacak şekilde düzenlenmiştir. Büyüme süreci 15 gün olarak belirlenmiştir. Farklı konsantrasyonlar eklenmiş ve farklı konsantrasyonlarda beklemiş olan tohumların 15 gün sonucunda büyüme parametreleri (çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, gövde uzunluğu) ölçülmüştür. Biyokimyasal analizler için farklı konsantrasyonlardaki alg özütlerinin çimlenen tohumların kök, gövde ve yapraklarındaki protein miktarları, antioksidan enzimleri (süperoksit dismutaz, katalaz, askorbat peroksidaz, α -amilaz), MDA düzeyleri ve yapraklarında da klorofil a, klorofil b ve toplam karotenoid miktarlarına olan etkileri ölçülmüştür.

2.3 Biyokimyasal analizler

2.3.1 Protein Tayini

Süpernatantlardaki protein miktarları Bradford (1976) metoduna göre yapılmıştır. 50 mM pH:7,0 tamponunda hazırlanan süpernatantlardan 50 µl alınarak üzerine 950 µl Coomassie brilliant blue G-250 çözeltisi (100 mg Coomassie brilliant blue G-250, 50 mL %95'lik etanolde çözülmüş üzerine %85'lik (w/v) 100 mL fosforik asit eklenerek hazırlanmıştır) eklenir ve 2 dakika sonunda 595 nm'de absorbans ölçümü yapılmıştır. Sığır serum albumin kullanılarak çizilen standart grafik yardımıyla her bir örnek için protein miktarları hesaplanmıştır.

2.3.2 Katalaz (CAT) Tayini

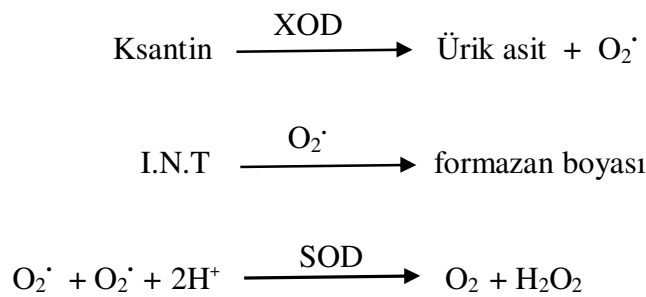
Katalaz tayini, kinetik ölçüme dayalı Aebi metoduna dayanmaktadır (Aebi, 1974). Katalaz, hidrojen peroksitin (H_2O_2), su ve moleküler oksijen vermek üzere bozunmasını katalizler.

Katalaz aktivitesinin tayini amacıyla önceden hazırlanan süpernatantlardan 50 µl alınarak üzerine 950 µl H₂O₂ çözeltisi (10 mM) ilave edilip homojenleştirildikten sonra 240 nm'deki absorbans değişimleri 1 dakika arayla kaydedilmiştir.

Aktivite değerleri protein miktarına bölünmesiyle IU/mg protein cinsinden ifade edilmiştir.

2.3.3 Süperoksit Dismutaz (SOD) Tayini

SOD aktivitesinin tayininde Ransod marka ticari kit kullanılmıştır. Bu metotta, ksantin ve ksantin oksidaz (XOD) varlığında oluşturulan süperoksit radikalleri; 2-(4-iyodofenil)-3-(4-nitrofenol)-5-feniltetrazolium klorid ile reaksiyona girerek kırmızı renkli formazan boyasını oluştururlar. Ortamda SOD enziminin varlığında süperoksit radikalleri ortamdaki uzaklaştırılacağı için formazan boyasının oluşumu inhibe edilir ve renk oluşumu gözlenmez. SOD aktivitesi bu reaksiyonun inhibisyon düzeyinin ölçülmesi ile belirlenmiştir.



2.3.4 α-amilaz Tayini

Niştastadan serbest hale geçen gruplar 3,5- dinitro salisilik asit ile türevlendirilerek ölçülmüştür. Hazırlanan süpernatantlar içine içerisinde 0,006 M NaCl bulunan (pH:6,9) 0,02 M fosfat tamponunda hazırlanmış %1' lik nişasta çözeltisi konulmuş ve inkübasyona bırakılmıştır. Reaksiyon 3,5-dinitrosalisilik asit eklenerek sonlandırılmış ve kaynar su banyosunda bekletilmiştir. Karışımın 540 nm'de absorbansı okunmuştur (Bernfeld, 1951). Enzim aktivitesi dakikada ortama verilen

maltozun mikromol miktarı olarak ifade edilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda ölçülmüş maltoz standart eğrisi yardımıyla örneklerdeki maltoz miktarı mikromol olarak hesaplanmıştır.

2.3.5 Askorbat Peroksidaz (APX) Tayini

Bu enzim aktivitesini ölçmek için Nakano ve Asada (1981) yöntemi kullanılmıştır. Bu metoda göre örnekler sıvı azot yardımıyla havanda parçalandıktan sonra pH 7,0, 50 mM fosfat tamponu içeren cam homojenizatörde homojenize edilmiştir. Askorbatın oksidasyonu 50µl supernatant üzerine 950µl fosfat tamponu (pH.7, 50 mM; 0,1mM EDTA, 0,5mM askorbat ve 0,1 mM H₂O₂ içermektedir) eklenmesiyle başlatılmıştır. Enzim aktivitesi 290 nm'de absorbans düşüşünden faydalanılarak hesaplanmıştır.

2.3.6 Lipid Peroksidasyon (LPO) Tayini

Bitkilerin membranlarındaki oksidatif hasarları ölçmek için LPO düzeyleri kısmı modifikasyonlarla Zhu ve ark. (2004) metoduna göre yapılmıştır. Bu deneyde, supernatant üzerine %2 TBA içeren %20 TCA çözeltisi eklenmiştir. 95°C de 30 dakika kaynatıldıktan sonra santrifüj edilen örneklerin 532 ve 600 nm'de absorbansları ölçülmüştür. Lipid peroksidasyon miktarı µmol MDA/g yaş ağırlık olarak ekstinksiyon katsayısı yardımıyla hesaplanmıştır.

2.3.7 Askorbik Asit Tayini

Toplam askorbik asit miktarı dinitrofenilhidrazin (DNPH) metoduna göre yapılmıştır. (Terada ve ark., 1978). 5 g kök, gövde ve yaprak örneği 100 ml'lik 2M asetik asit içerisinde %6'lık metafosforik asit bulunan çözelti ile homojenize edilmiştir. Karışım 17,600×g'de 15 dakika 4 °C'de santrifüj edilmiştir. Supernatant filtre kağıdı yardımıyla süzölmüş ve süzölen örnekten 1 mL alınarak 0,05mL 0,2%'lik 2,6 diklororfenolindofenol içerisinde karıştırılmıştır. Oda sıcaklığında 1 saat inkübe edildikten sonra 1mL %5'lik metafosforik asit içerisinde bulunan %2'lik

tiyoüre çözeltisi ve 0,5 mL 4,5M sülfürik asitte çözünmüş %2'lik DNPH eklenmiştir. 60°C'de 3 saat inkübe edildikten sonra reaksiyonun durması için soğuk banyoya konmuş ve içerisine 2,5 mL soğuk %90 sülfürik asit eklenmiştir. 540nm'de absorbansların okunmasının ardından toplam askorbat miktarı, standart grafik yardımıyla bulunmuştur. Konsantrasyon yaş ağırlıkta bulunan askorbik asit miktarı olarak hesaplanmıştır (mg kg^{-1}).

2.3.8 Klorofil-a, Klorofil-b ve Toplam Karotenoid Tayinleri

1 cm^2 'lik yaprak örnekleri %100 aseton içerisinde cam homojenizatörde homojenize edilmiştir. Homojenatlar 2500 rpm'de santrifüj edilmiştir. Klorofil-a, Klorofil-b ve Toplam Karotenoid ile ilişkilendirilen 470, 645 ve 662 nm'deki dalga boyları ölçülmüştür (Lichtenthaler ve Wellburn, 1985, Dere ve ark., 1998).

$$\text{Klorofil a} = 11,75 A_{662} - 2,350 A_{645}$$

$$\text{Klorofil b} = 18,61 A_{645} - 3,960 A_{662}$$

$$\text{Total Karotenoidler} = ((1000 A_{470} - 2,270 \text{Klorofil a} - 81,4 \text{Klorofil b})) / 227$$

2.4 İstatiksel Analiz

Yapılan analizler sonucunda elde edilen bilimsel verilerin değerlendirilmesinde Minitab 13.0 paket programı kullanılmıştır. Veri setleri arasında farklılığı ortaya koymak için ANOVA testi uygulanırken, anlamlı farklılıkların belirlenmesinde Tukey testi uygulanmıştır. $p < 0.05$ değeri anlamlı sayılmıştır.

BÖLÜM ÜÇ

SONUÇLAR

Eylül 2008 ve Mart 2009 aylarında toplanan *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütünün farklı konsantrasyonlar eklenmiş ve beklemiş tohumlara 15 gün boyunca olan etkisine yönelik deneysel sonuçlar aşağıda gösterilmiştir (Tablo 3.1).

Seferihisar-Gümüldür bölgesinden Eylül 2008 ve Mart 2009 aylarında toplanan alglerin analiz sonuçları Tablo 3.1' de sunulmuştur.

Tablo 3.1 Eylül 2008 ve Mart 2009 aylarında toplanan alglerin Refik Saydam Hıfzısıhha Enstitüsünden alınan analiz sonuçları.

| ANALİZ | EYLÜL 2008 | MART 2009 |
|-----------------|-------------|--------------|
| Cu | 0,06 mg/kg | 0,07 mg/kg |
| Zn | 0,4 mg/kg | 0,8 mg/kg |
| Fe | 4,9 mg/kg | 34,1 mg/kg |
| P | 16,12 mg/kg | 27,3 mg/kg |
| K | 57,71 mg/kg | 101,3 mg/kg |
| Si | 43,28 mg/kg | 41,9 mg/kg |
| Na | 856,7 ppm | 95,9 mg/kg |
| Mg | 26,03 ppm | 95 mg/kg |
| SO ₄ | 41,74 mg/kg | 120,4 mg/kg |
| NO ₃ | 7,7 mg/kg | Saptanamadı |
| Cl | 1300 mg/kg | 1970,5 mg/kg |
| PO ₄ | 30,4 mg/kg | 64,1 mg/kg |

Tablo 3.2 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütü eklenmiş bürülce tohumlarının çimlenme yüzdesi ve büyüme parametreleri (\pm standart sapma).

* Kök ve gövde uzunluğu çimlenmiş tohumlar üzerinden ölçülmüştür.

** Farklı harfler istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ($p<0.05$).

| Özüt konsantrasyonu | Çimlenme yüzdesi | Kök uzunluğu* (cm/tohum) | Gövde uzunluğu* (cm/tohum) |
|---------------------|------------------|--------------------------|----------------------------|
| Kontrol | 73 | 1,1 ± 0,7 ^{a**} | 1,4 ± 1,0 ^a |
| % 5 | 100 | 1,4 ± 0,9 ^a | 2,5 ± 2,1 ^a |
| % 10 | 80 | 2,9 ± 1,8 ^a | 3,5 ± 2,0 ^a |
| % 15 | 67 | 1,0 ± 0,5 ^b | 1,8 ± 1,0 ^a |
| % 20 | 80 | 0,7 ± 1,1 ^a | 0,9 ± 0,7 ^a |

Tablo 3.2’de % 10’luk sıvı alg gübresi eklenmiş börülce tohumlarının çimlenme yüzdesi kontrol grubuna göre daha fazla, kök ve gövde uzunluğunun ise maksimum olduğu gözlenmiştir. % 5 özüt eklenmiş börülce tohumlarının çimlenme yüzdesinin %100 olduğu gözlenmiştir. İstatistiksel sonuçlara göre kontrol grubu ve %15 özüt eklenmiş börülce tohumlarının kök uzunluğu arasında istatistiksel olarak farklılık gözlenmiştir ($p<0,05$).

Tablo 3.3 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*’ den elde edilen sıvı alg özütünde beklemiş börülce tohumlarının çimlenme yüzdesi ve büyüme parametreleri (\pm standart sapma).

* Kök ve gövde uzunluğu çimlenmiş tohumlar üzerinden ölçülmüştür.

** Farklı harfler istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ($p<0,05$).

| Özüt konsantrasyonu | Çimlenme yüzdesi | Kök uzunluğu* (cm/tohum) | Gövde uzunluğu* (cm/tohum) |
|---------------------|------------------|--------------------------|----------------------------|
| Kontrol | 73 | 1,1 ± 0,7 ^{a**} | 1,4 ± 1,0 ^a |
| % 5 | 100 | 1,4 ± 0,9 ^a | 2,5 ± 2,0 ^a |
| % 10 | 80 | 2,9 ± 1,7 ^a | 3,7 ± 2,0 ^a |
| % 15 | 67 | 1,0 ± 0,5 ^b | 1,8 ± 1,0 ^a |
| % 20 | 80 | 0,9 ± 0,3 ^a | 1,1 ± 0,4 ^a |

Tablo 3.3’te de görüldüğü gibi maksimum kök ve gövde uzunluğu % 10 özütte beklemiş börülce tohumlarında gözlenmiştir. Tablo 3.2 ve 3.3’ü karşılaştıracak olursak özüt eklenmiş ve beklemiş börülce tohumları üzerinde kısmen aynı etkiler gözlenmiştir. Mart 2009 ayında börülce tohumlarından verim alınamamıştır.

Tablo 3.4 Eylül 2008 ve Mart 2009 aylarında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özüttü eklenmiş fasulye tohumlarının çimlenme yüzdesi ve büyüme parametreleri (\pm standart sapma).

* Kök ve gövde uzunluğu çimlenmiş tohumlar üzerinden ölçülmüştür.

** Farklı harfler istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ($p < 0,05$).

| Özüt konsantrasyonu | Çimlenme yüzdesi EYLÜL | Çimlenme yüzdesi MART | Kök uzunluğu* (cm/tohum) EYLÜL | Kök uzunluğu* (cm/tohum) MART | Gövde uzunluğu* (cm/tohum) EYLÜL | Gövde uzunluğu* (cm/tohum) MART |
|---------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Kontrol | 93 | 20 | 1,5 \pm 1,0 ^{a**} | 0,8 \pm 0,2 ^{a**} | 1,7 \pm 1,3 ^a | 1,2 \pm 0,3 ^a |
| % 5 | 100 | 100 | 3,4 \pm 1,6 ^b | 2,2 \pm 1,3 ^a | 3,0 \pm 2,2 ^b | 4,6 \pm 3,0 ^a |
| % 10 | 53 | 87 | 2,0 \pm 1,4 ^a | 2,0 \pm 1,1 ^a | 2,8 \pm 2,3 ^a | 3,1 \pm 1,9 ^a |
| % 15 | 100 | 87 | 2,5 \pm 2,0 ^a | 3,8 \pm 1,2 ^a | 3,7 \pm 2,8 ^a | 6,0 \pm 2,1 ^a |
| % 20 | 100 | 73 | 2,6 \pm 1,8 ^a | 2,7 \pm 1,2 ^a | 2,6 \pm 1,9 ^a | 4,7 \pm 2,4 ^a |

Tablo 3.4, sıvı alg gübresi eklenen fasulye tohumlarının büyüme parametreleri üzerine etkilerini göstermektedir. Kök uzunluğu en fazla eylül ayında % 5'lik sıvı alg gübresi pozitif etki etmiştir. Buna karşın mart ayında %15 özüt eklenmesi maksimum etki göstermiştir. Gövde uzunluğu ise en fazla mart ayında % 15 özüt eklenmiş fasulye tohumlarında gözlenmiştir.

Tablo 3.5 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özüttüde beklemiş fasulye tohumlarının çimlenme yüzdesi ve büyüme parametreleri (\pm standart sapma).

* Kök ve gövde uzunluğu çimlenmiş tohumlar üzerinden ölçülmüştür.

** Farklı harfler istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ($p < 0,05$).

| Özüt Konsantrasyonu | Çimlenme yüzdesi | Kök uzunluğu* (cm/tohum) | Gövde uzunluğu* (cm/tohum) |
|---------------------|------------------|------------------------------|----------------------------|
| Kontrol | 93 | 1,5 \pm 1,0 ^{a**} | 1,7 \pm 1,3 ^a |
| % 5 | 93 | 1,6 \pm 1,4 ^a | 1,4 \pm 0,9 ^a |
| % 10 | 67 | 1,3 \pm 0,7 ^a | 2,0 \pm 1,0 ^a |
| % 15 | 73 | 1,4 \pm 0,7 ^a | 1,9 \pm 1,0 ^a |
| % 20 | 60 | 0,9 \pm 0,5 ^a | 1,3 \pm 0,5 ^a |

Tablo 3.4 ile karşılaştırıldığında özüt eklenmiş fasulye tohumlarının büyüme parametrelerinin beklemiş tohumlara göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu sonuçtan, sıvı alg gübresinin eklenmesi fasulye tohumlarının büyüme hızlarını

arttırdığı söylenebilir (Tablo 3.5). Mart 2009 ayında özütte bekletilerek yetiştirilen fasulye tohumlarından verim alınmamıştır.

Tablo 3.6 Eylül 2008 ve Mart 2009 aylarında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütü eklenmiş pirinç tohumlarının çimlenme yüzdesi ve büyüme parametreleri (\pm standart sapma).

* Kök ve gövde uzunluğu çimlenmiş tohumlar üzerinden ölçülmüştür.

** Farklı harfler istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ($p < 0.05$).

| Özüt konsantrasyonu | Çimlenme yüzdesi EYLÜL | Çimlenme yüzdesi MART | Kök uzunluğu* (cm/tohum) EYLÜL | Kök uzunluğu* (cm/tohum) MART | Gövde uzunluğu* (cm/tohum) EYLÜL | Gövde uzunluğu* (cm/tohum) MART |
|---------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Kontrol | 100 | 100 | 1,7 \pm 1,1 ^{a**} | 1,46 \pm 0,97 ^{a**} | 2,7 \pm 1,1 ^a | 1,76 \pm 0,53 ^a |
| % 5 | 100 | 100 | 2,1 \pm 0,7 ^a | 2,93 \pm 0,62 ^a | 4,7 \pm 0,6 ^a | 3,93 \pm 0,86 ^a |
| % 10 | 100 | 100 | 4,2 \pm 1,3 ^b | 3,13 \pm 1,18 ^a | 6,3 \pm 1,4 ^b | 2,6 \pm 0,82 ^a |
| % 15 | 100 | 87 | 1,9 \pm 1,1 ^a | 2,3 \pm 0,96 ^a | 3,6 \pm 0,7 ^a | 2,19 \pm 1,07 ^a |
| % 20 | 100 | 0 | 1,8 \pm 0,5 ^a | 0 | 4,8 \pm 0,7 ^b | 0 |

Eylül ayında özüt eklenmiş pirinç tohumlarında çimlenme %100 gözlenmiştir ve farklı konsantrasyonlar eklenmiş tüm pirinç tohumlarında kök ve gövde uzunluğu kontrol grubuna göre daha yüksek gözlenmiştir. Maksimum kök ve gövde uzunluğu % 10 özüt eklenmiş pirinç tohumlarında gözlenmiştir ($p < 0,05$). Mart ayında ise, % 10'luk sıvı alg gübresi pirinç tohumlarının kök uzunluğuna en fazla, gövde uzunluğuna ise %5'lik sıvı alg gübresi pozitif etki etmiştir. En düşük büyüme parametreleri kontrol grubunda gözlenmiştir (Tablo 3.6).

Tablo 3.7. Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütünde beklenmiş pirinç tohumlarının çimlenme yüzdesi ve büyüme parametreleri (\pm standart sapma).

* Kök ve gövde uzunluğu çimlenmiş tohumlar üzerinden ölçülmüştür.

** Farklı harfler istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ($p < 0,05$).

| Özüt konsantrasyonu | Çimlenme yüzdesi | Kök uzunluğu* (cm/tohum) | Gövde uzunluğu* (cm/tohum) |
|---------------------|------------------|------------------------------|----------------------------|
| Kontrol (0) | 100 | 1,7 \pm 1,1 ^{a**} | 2,7 \pm 1,1 ^a |
| % 5 | 100 | 0,7 \pm 0,5 ^a | 0,9 \pm 0,3 ^b |
| % 10 | 100 | 1,1 \pm 1,8 ^a | 1,3 \pm 0,6 ^a |
| % 15 | 100 | 1,7 \pm 1,1 ^a | 1,7 \pm 0,8 ^a |
| % 20 | 100 | 0,7 \pm 0,6 ^a | 0,6 \pm 0,4 ^b |

Tablo 3.7’de maksimum kök ve gövde uzunluğu % 10 özüt eklenmiş pirinç tohumlarında gözlenmesine rağmen Tablo 3.8 incelendiğinde maksimum büyümenin kontrol grubunda olduğu gözlenmiştir. En az kök ve gövde uzunluğu %20 özütte beklenmiş deney grubunda gözlenmiştir. Mart 2009 ayında özütte bekletilerek yetiştirilen pirinç tohumlarından verim alınamamıştır.

Tablo 3.8 Eylül 2008 ve Mart 2009 aylarında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*’ den elde edilen sıvı alg özütü eklenmiş mısır tohumlarının çimlenme yüzdesi ve büyüme parametreleri (\pm standart sapma).

* Kök ve gövde uzunluğu çimlenmiş tohumlar üzerinden ölçülmüştür.

** Farklı harfler istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ($p < 0,05$).

| Özüt konsantrasyonu | Çimlenme yüzdesi EYLÜL | Çimlenme yüzdesi MART | Kök uzunluğu* (cm/tohum) EYLÜL | Kök uzunluğu* (cm/tohum) MART | Gövde uzunluğu* (cm/tohum) EYLÜL | Gövde uzunluğu* (cm/tohum) MART |
|---------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Kontrol | 73 | 27 | 1,8 \pm 1,3 ^{a**} | 1,25 \pm 0,86 ^{a**} | 1,2 \pm 0,8 ^a | 1,5 \pm 1,68 ^a |
| % 5 | 93 | 53 | 6,4 \pm 1,9 ^b | 1,62 \pm 1,24 ^a | 5,9 \pm 1,5 ^b | 2,38 \pm 1,82 ^a |
| % 10 | 100 | 80 | 8,2 \pm 2,3 ^b | 5,05 \pm 1,63 ^a | 6,2 \pm 2,9 ^b | 6,63 \pm 2,42 ^a |
| % 15 | 93 | 100 | 5,5 \pm 3,8 ^c | 3,83 \pm 1,27 ^a | 4,2 \pm 2,7 ^a | 4,60 \pm 2,22 ^a |
| % 20 | 93 | 67 | 6,7 \pm 2,4 ^b | 2,80 \pm 1,25 ^a | 7,2 \pm 3,3 ^b | 4,65 \pm 2,64 ^a |

Eylül ayında, kök uzunluğu en fazla % 10 özüt eklenmiş mısır tohumlarında, en az kontrol grubunda gözlenmiştir. Gövde uzunluğu en fazla %20 özüt eklenmiş grupta gözlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda kök uzunluğu ile kontrol grubu arasında tüm konsantrasyonlarda istatistiksel olarak farklılık olduğu görülmüştür ($p < 0,05$; Tablo 3.8). Mart ayında ise, kök uzunluğu ve gövde uzunluğu en fazla % 10 özüt eklenmiş mısır tohumlarında, en az kontrol grubunda gözlenmiştir. Çimlenme yüzdesi ise en fazla %15 özüt eklenmiş mısır tohumlarında gözlenmiştir. Fakat yapılan istatistiksel analizler sonucunda kontrol grubu ile farklı özüt konsantrasyonları eklenmiş gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık gözlenmemiştir (Tablo 3.8).

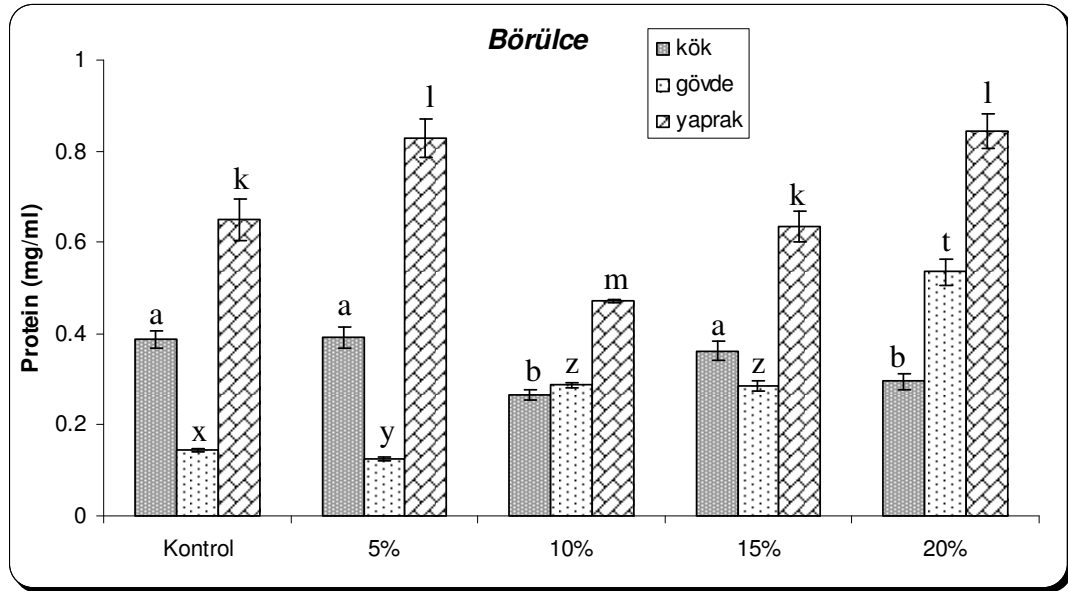
Tablo 3.9 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütünde beklemiş mısır tohumlarının çimlenme yüzdesi ve büyüme parametreleri (\pm standart sapma).

* Kök ve gövde uzunluğu çimlenmiş tohumlar üzerinden ölçülmüştür.

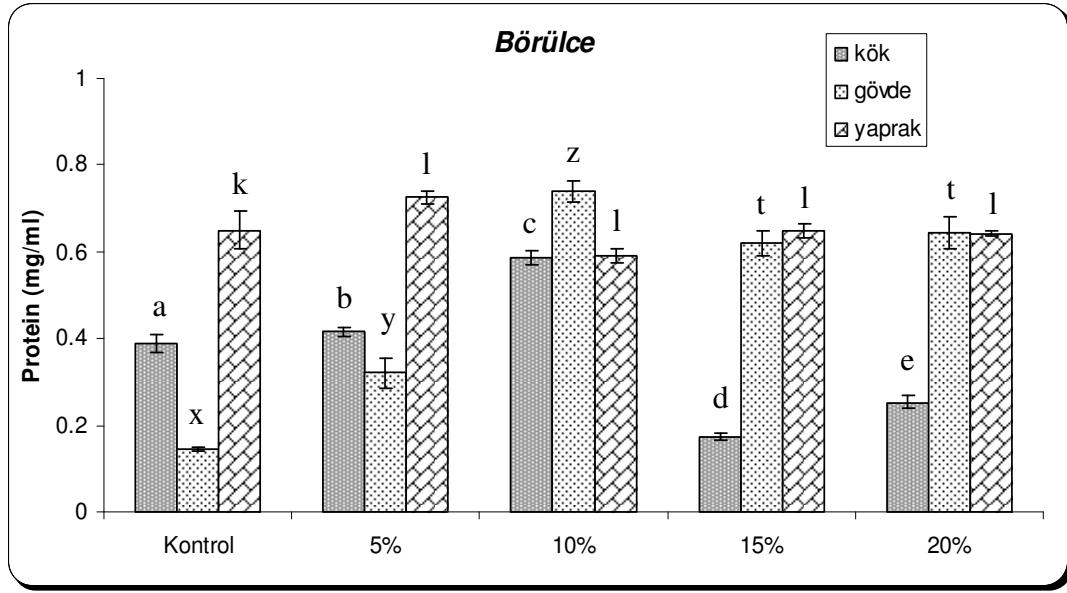
** Farklı harfler istatistiksel olarak farklılık göstermektedir ($p < 0,05$).

| Özüt konsantrasyonu | Çimlenme yüzdesi | Kök uzunluğu* (cm/tohum) | Gövde uzunluğu* (cm/tohum) |
|---------------------|------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Kontrol (0) | 73 | 1,8 \pm 1,3 ^{a**} | 1,2 \pm 0,8 ^a |
| % 5 | 100 | 3,0 \pm 1,1 ^a | 2,0 \pm 1,2 ^a |
| % 10 | 73 | 3,2 \pm 1,0 ^b | 1,7 \pm 0,8 ^a |
| % 15 | 100 | 2,0 \pm 1,1 ^a | 1,1 \pm 0,7 ^a |
| % 20 | 80 | 2,4 \pm 1,0 ^a | 1,2 \pm 0,8 ^a |

Tablo 3.9'dan da görüldüğü gibi, çimlenme yüzdesi en fazla %5 ve % 15 özütte beklemiş mısır tohumlarında gözlenmiştir. Kök uzunluğu kontrol grubuna göre en fazla % 10 özütte beklemiş mısır tohumlarında gözlenmiştir. Kontrol grubu ve % 10 özütte beklemiş mısır tohumlarının kök uzunluğu arasında istatistiksel farklılık gözlenmiştir ($p < 0,05$). Mart 2009 ayında özütte bekletilerek yetiştirilen mısır tohumlarından verim alınamamıştır.

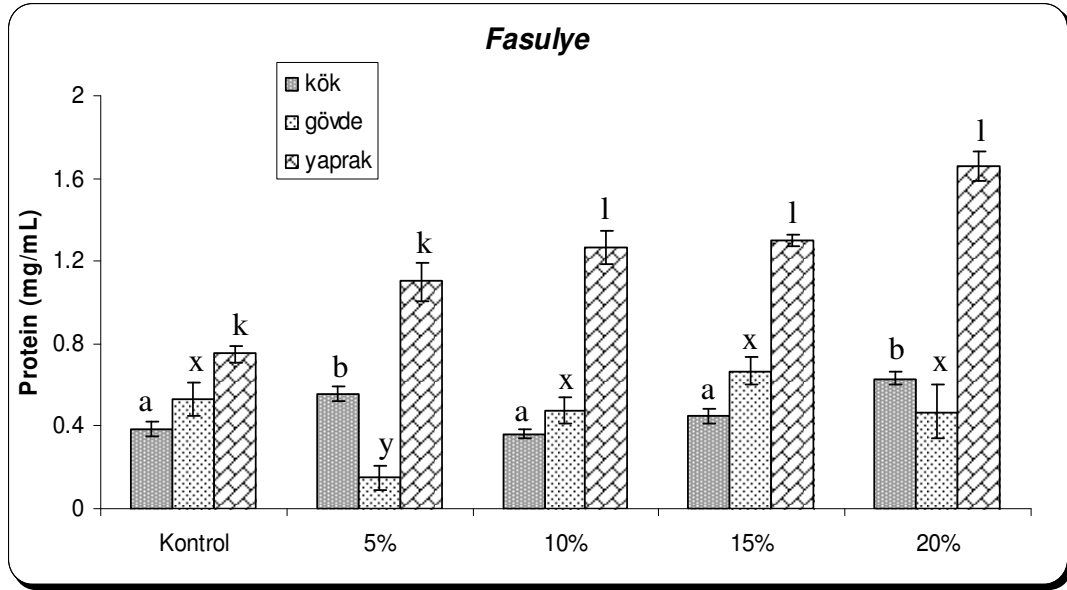


Şekil 3.1 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen börülce tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki protein miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

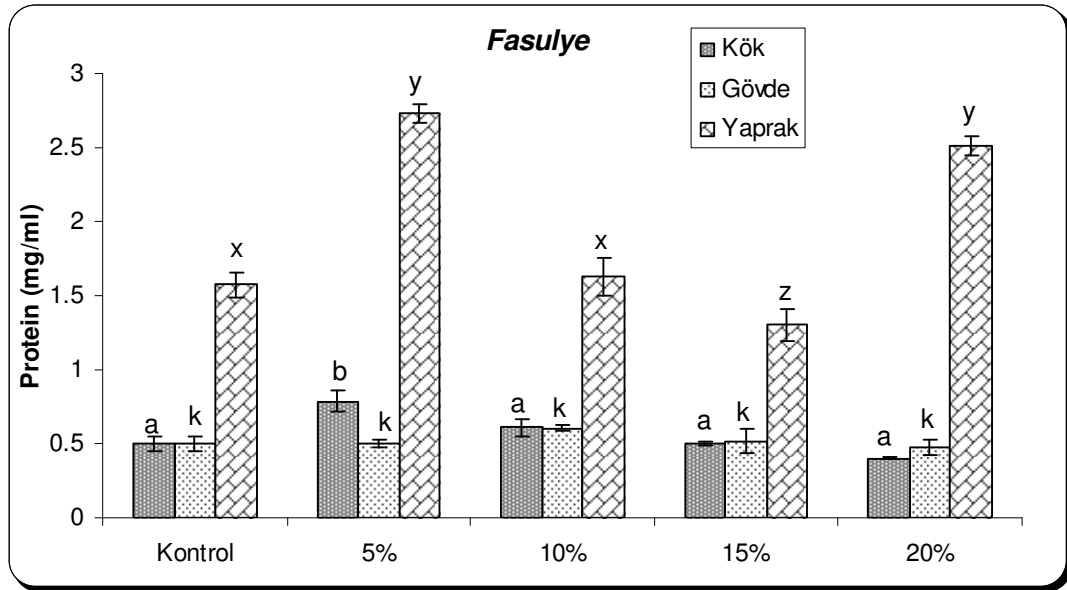


Şekil 3.2 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen börülce tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki protein miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

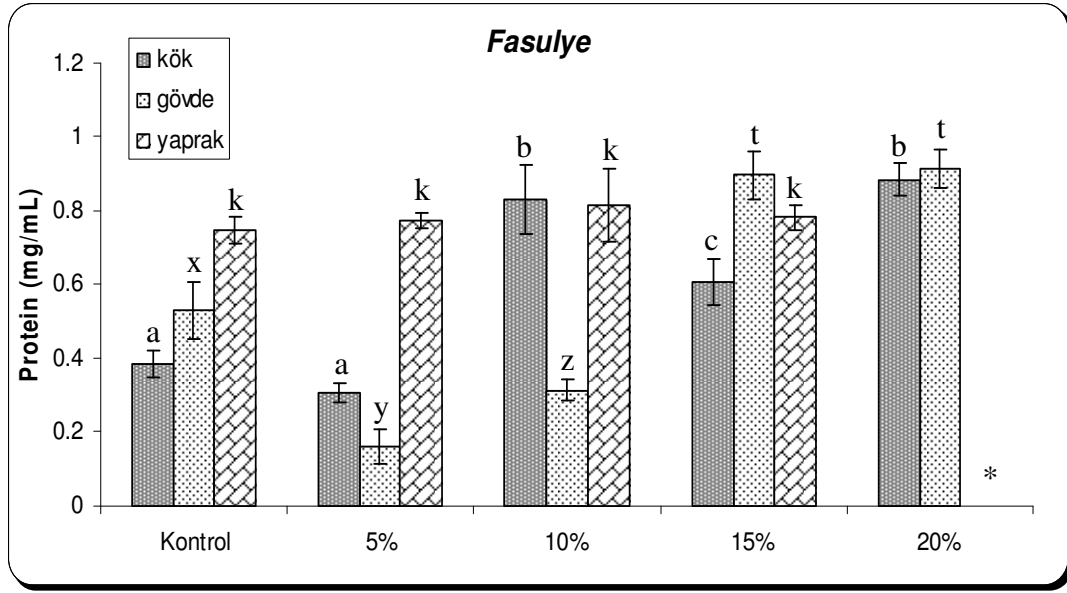
Eylül ayı sıvı alg özütüyle yetiştirilen börülcenin kök, gövde ve yapraklarındaki protein miktarları Şekil 3.1 ve 3.2'de gösterilmiştir. Maksimum protein miktarı %20 özüt eklenmiş börülce yapraklarında gözlenmiştir ($0,84 \pm 0,04$ mg/ml, $p < 0,05$, Şekil 3.1). Börülcenin köklerinde yapılan analiz sonucu maksimum protein miktarı % 10 özütte beklemiş börülce tohumlarında gözlenmiştir ($0,59 \pm 0,02$ mg/ml, $p < 0,05$, Şekil 3.2).



Şekil 3.3 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki protein miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).



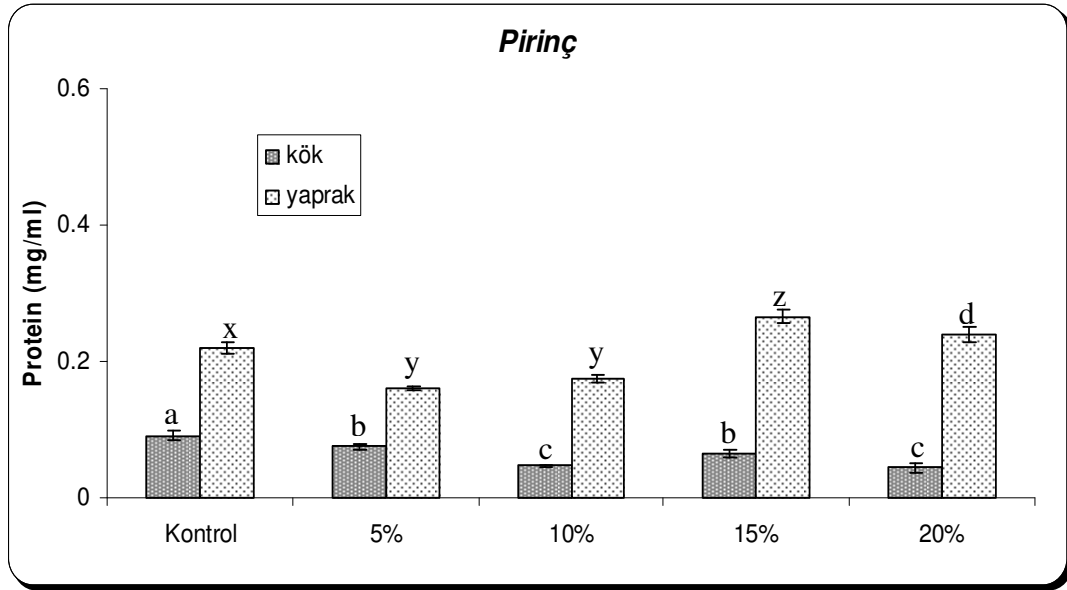
Şekil 3.4 Mart 2009 *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki protein miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).



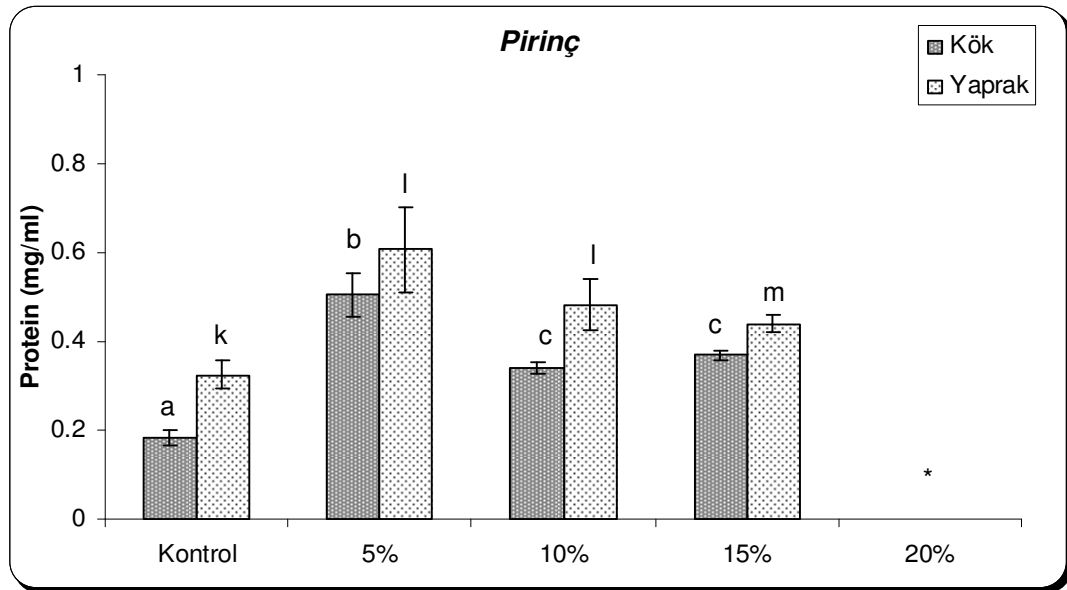
Şekil 3.5 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki protein miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

* Analiz yapılacak kadar % 20 özütte beklemiş yaprak yetişmemiştir.

Eylül ayı verilerine göre fasulyenin yapraklarında en fazla protein miktarı %20 özüt eklenmiş deney grubunda gözlenmiştir ($1,65 \pm 0,07$ mg/ml, $p < 0,05$, Şekil 3.3). Mart ayında ise, %5 özüt konsantrasyonu fasulye yapraklarında maksimum protein miktarının elde edilmesini sağlamıştır ($2,7 \pm 0,6$ mg /ml, $p < 0,05$, Şekil 3.4). Eylül ayında özütte bekletilerek yetiştirilen fasulye tohumların da en yüksek protein miktarı %20 özüt konsantrasyonunda yetişmiş fasulye gövdesinde gözlenmiştir ($0,92 \pm 0,05$ mg /ml, $p < 0,05$, Şekil 3.5).



Şekil 3.6 Eylül 2008 *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen alg özütü eklenerek yetiştirilen pirinç tohumlarının kök ve yapraklarındaki protein miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

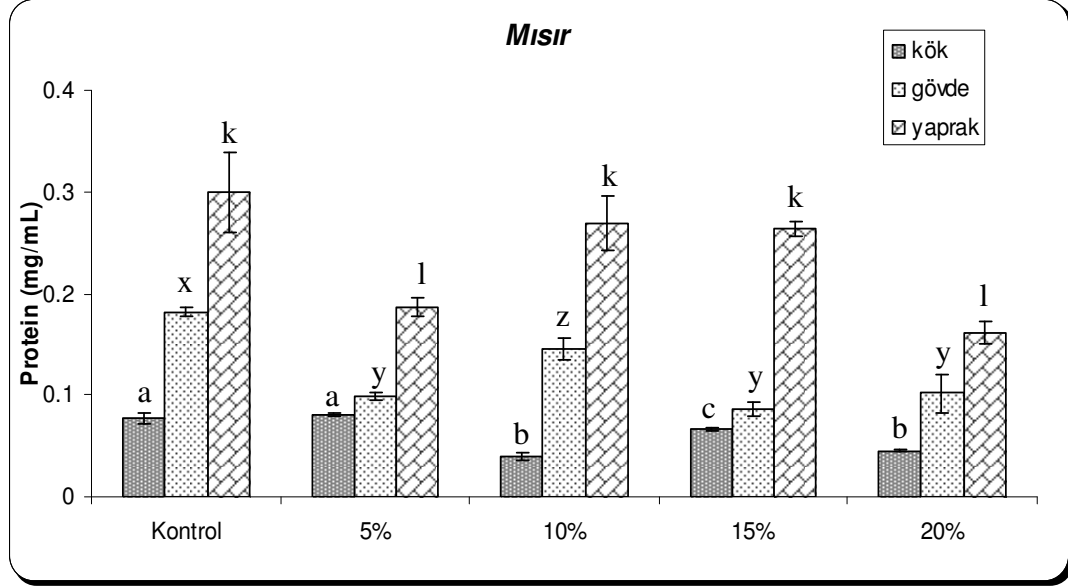


Şekil 3.7 Mart 2009 *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen pirinç tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki protein miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

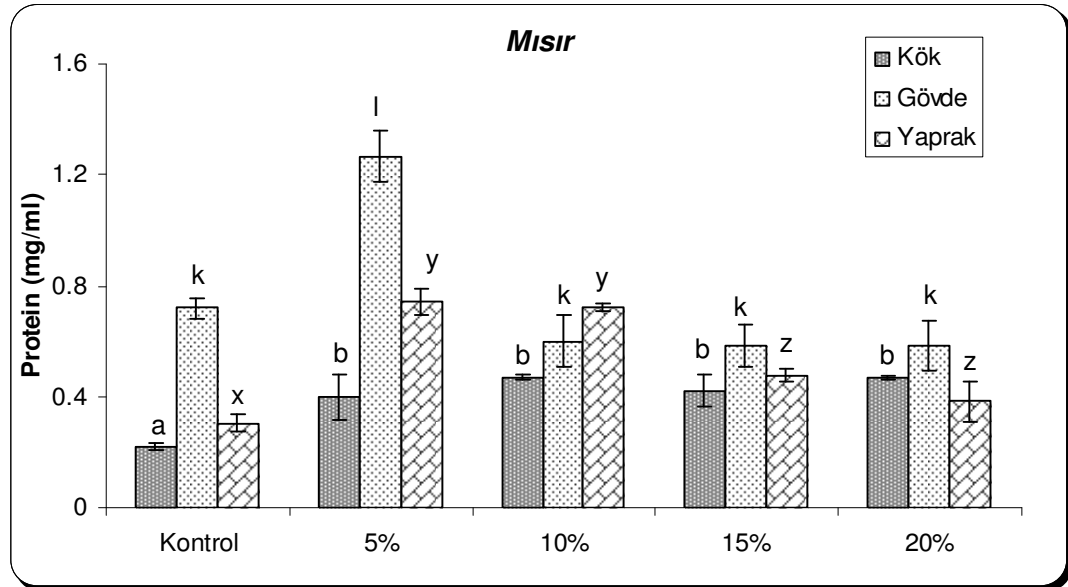
* Analiz yapılacak kadar pirinç yetiştirmemiştir.

%5'lik özüt eklenerek yetiştirilen pirinç tohumlarının yapraklarındaki protein miktarı eylül ayında $0,16 \pm 0,0$ mg/ml olarak gözlenirken mart ayı verilerine bakıldığında protein miktarı $0,44 \pm 0,0$ mg/ml olarak artış göstermiştir (Şekil 3.6-

3.7). Farklı konsantrasyonlarda özüt eklenmesi kontrol grubuyla kıyaslandığında pirinç yapraklarının protein miktarlarında artışa neden olmuştur ($p<0,05$, Şekil 3.7).

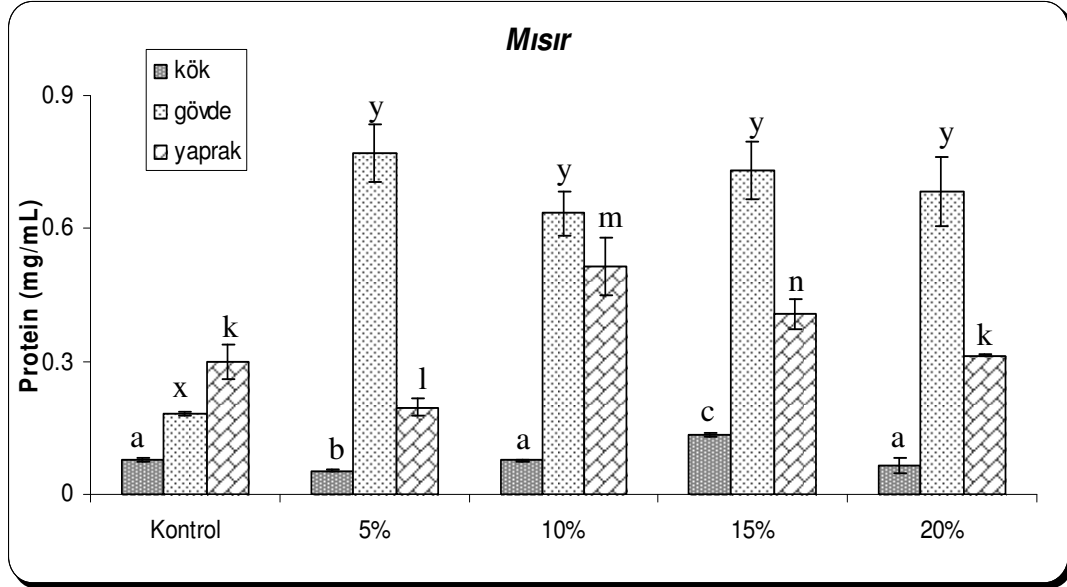


Şekil 3.8 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki protein miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p<0,05$).

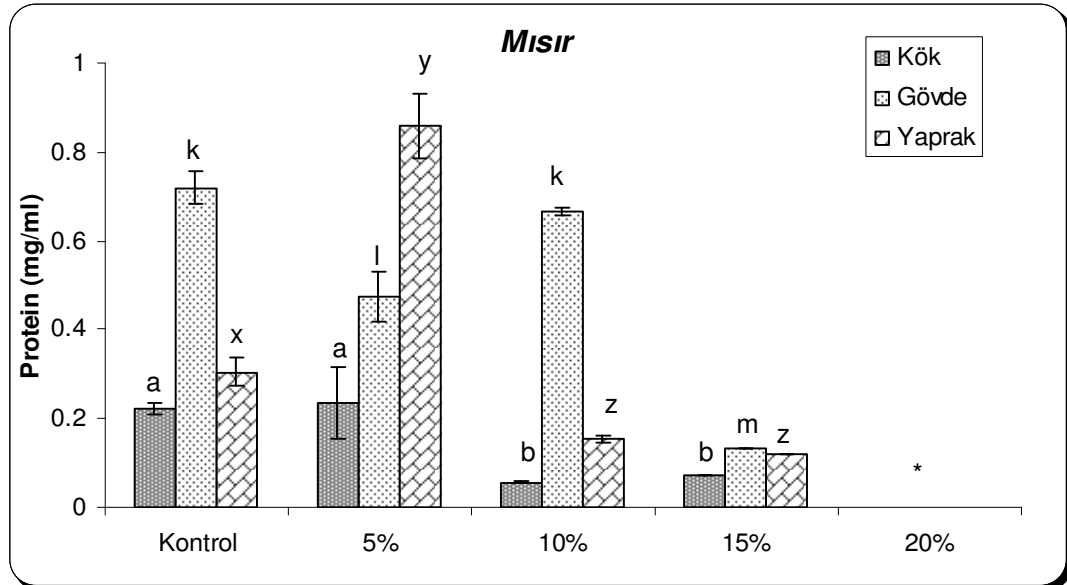


Şekil 3.9 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki protein miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p<0,05$).

Eylül ayında kontrol grubu gövde ve yapraklarında protein miktarları maksimum gözlenirken mart ayında %5'lik özüt eklenmesi protein miktarlarını arttırmıştır ($p<0,05$, Şekil 3.8-3.9).



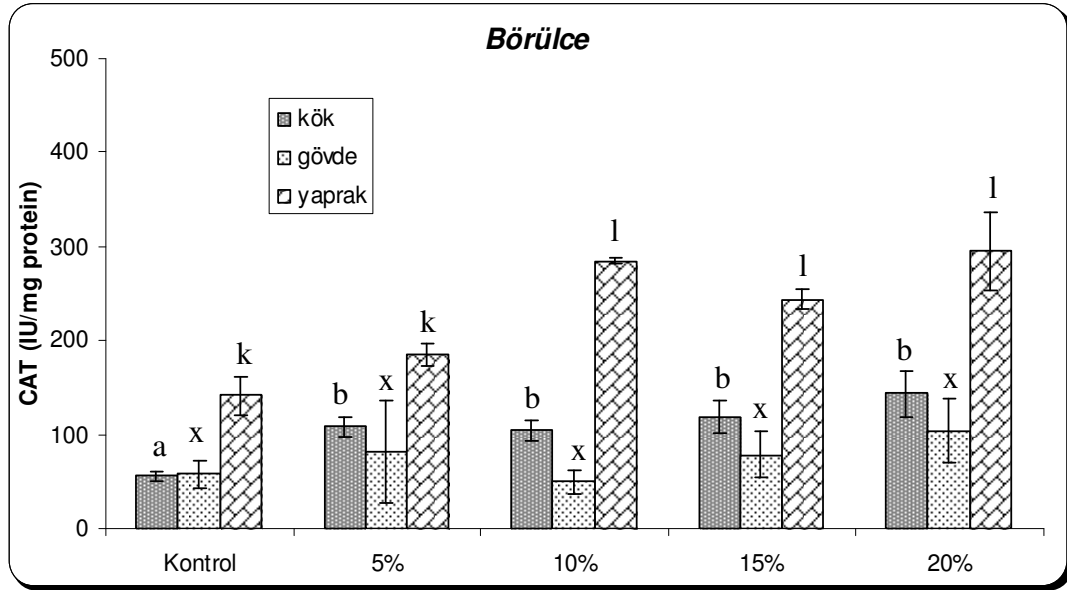
Şekil 3.10 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki protein miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p<0,05$).



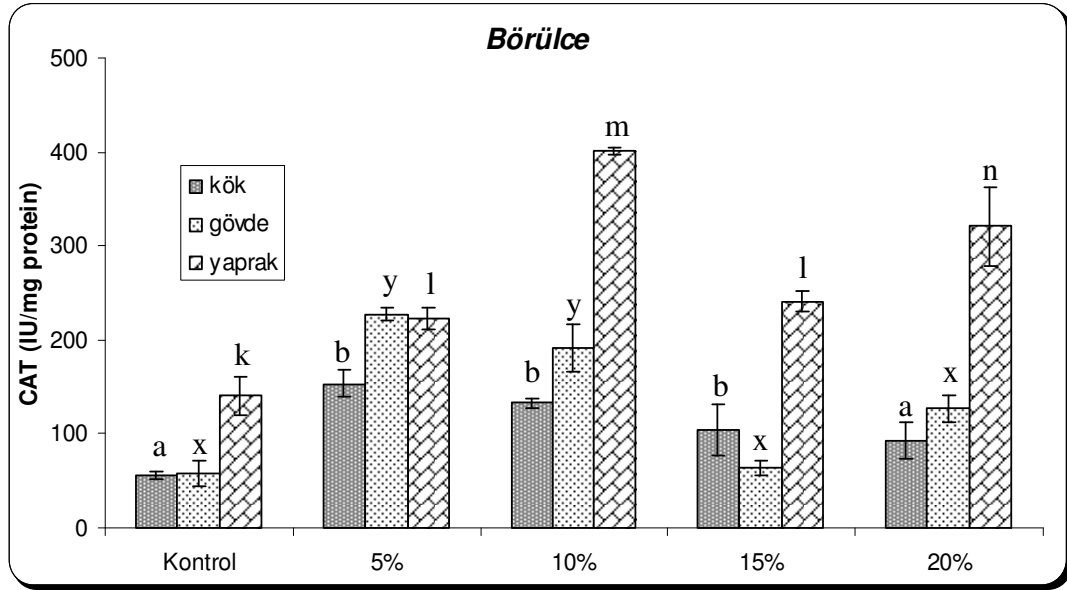
Şekil 3.11 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki protein miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p<0,05$).

* Analiz yapılacak kadar %20 özütte bekletilmiş mısır yetişmemiştir.

Özütte beklemiş deney grubu arasında en fazla protein miktarları %15 özüt konsantrasyonunda kökte $0,13 \pm 0,01$ mg /ml ve gövde de $0,77 \pm 0,06$ mg/ml olarak gözlenmiştir ($p < 0,05$, Şekil 3.10). Mart ayı verilerinde ise %15 özüt konsantrasyonu protein miktarlarında negatif etki sergilemiştir (Şekil 3.11).

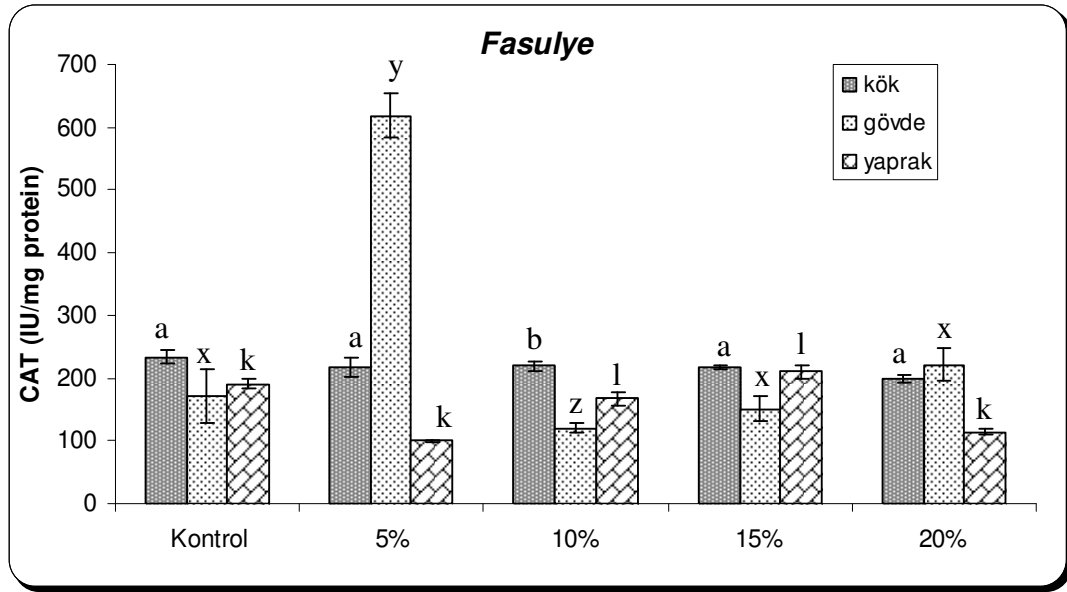


Şekil 3.12 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen börülce tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki katalaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

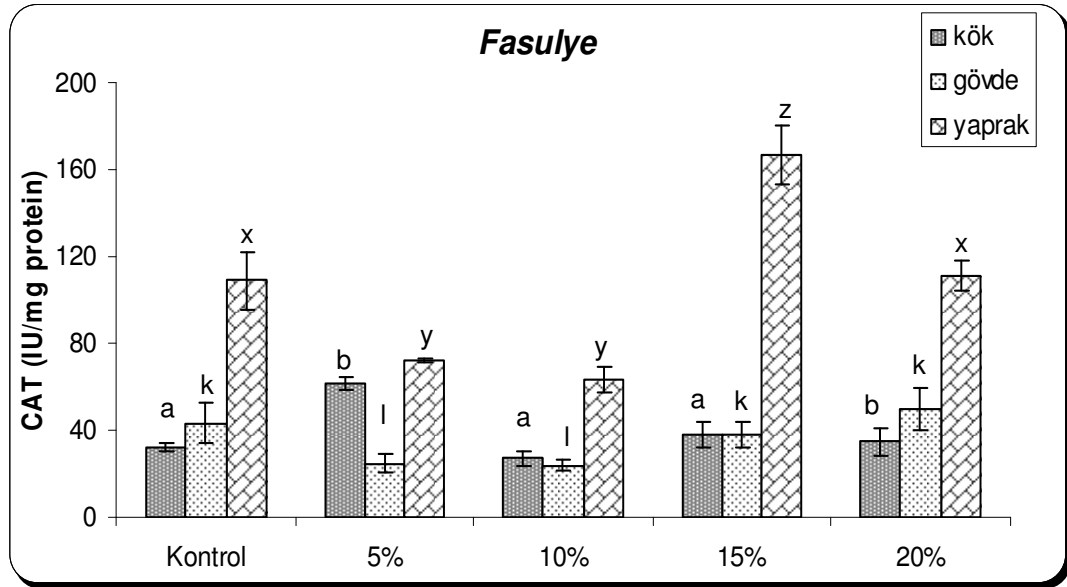


Şekil 3.13 *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen börülce tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki katalaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Şekil 3.12'de görüldüğü gibi katalaz aktivitesi özüt eklenmiş deney grupları arasında en fazla % 20 özüt eklenmiş börülce yapraklarında gözlenmiştir ($295 \pm 32,2$ IU/mg protein, $p < 0,05$). Katalaz aktivitesi % 5 özütte beklemiş börülce köklerinde $153,7 \pm 15,1$ IU/mg protein ve gövdelerinde $227,1 \pm 6,5$ IU/mg protein olarak hesaplanmıştır ($p < 0,05$). Maksimum katalaz aktivitesi %10 özütte beklemiş börülce yapraklarında gözlenmiştir ($400,9 \pm 3,5$ IU/mg protein, $p < 0,05$ Şekil 3.13).



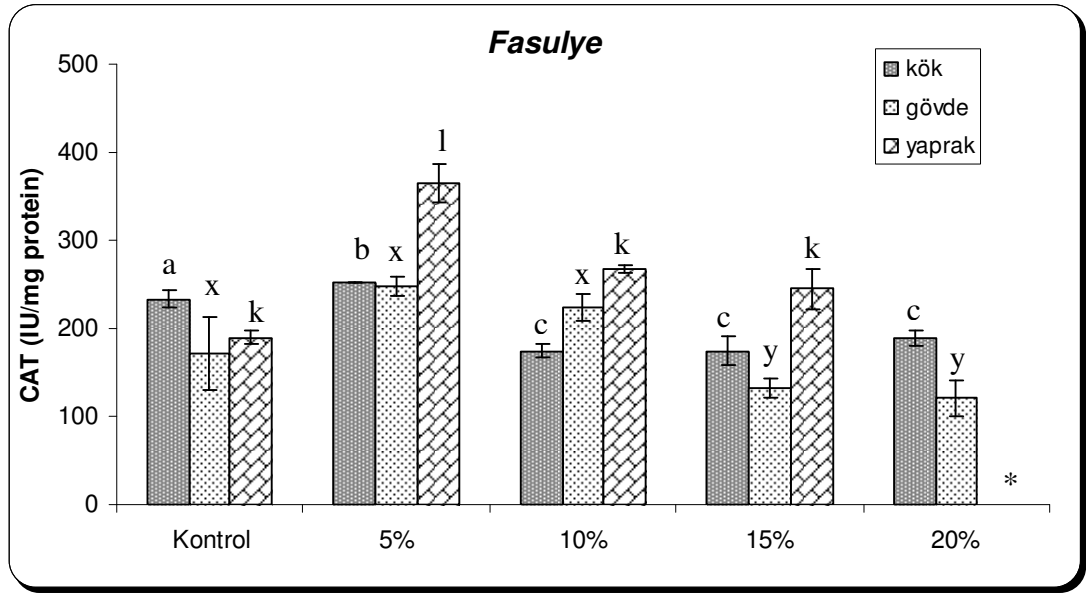
Şekil 3.14 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki katalaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).



Şekil 3.15 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki katalaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Eylül ayında en fazla katalaz aktivitesi $618,2 \pm 35,2$ IU/mg protein ile % 5 özüt eklenmiş fasulye gövdesinde gözlenmiştir. Buna karşılık mart ayında maksimum katalaz aktivitesi $167,1 \pm 13,1$ IU/mg protein ile %15 özüt eklenmiş fasulye

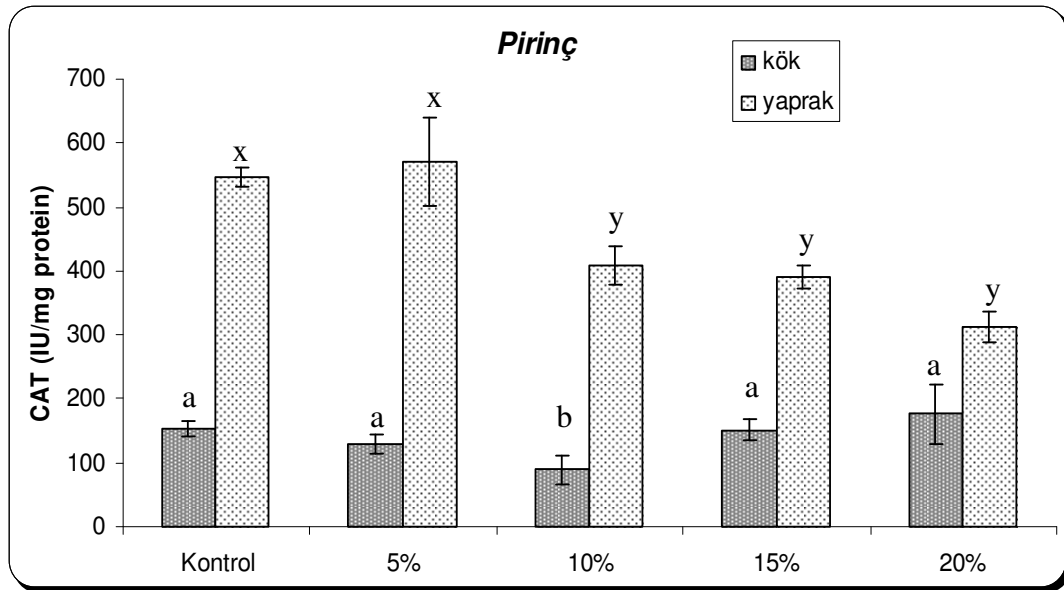
yapraklarında gözlenmiştir ($p < 0,05$, Şekil 3.14-3.15).



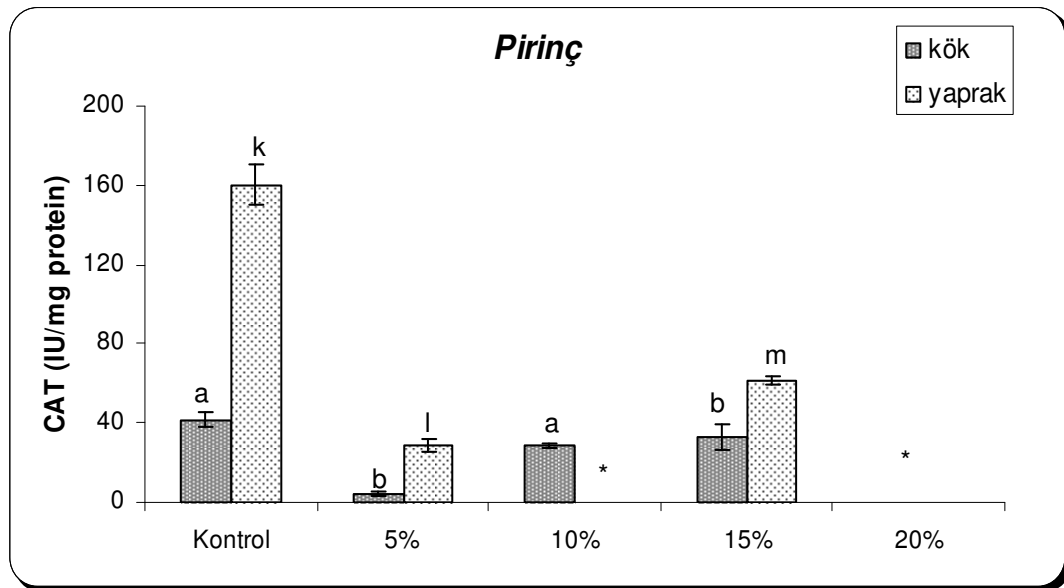
Şekil 3.16 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütün de bekletilerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki katalaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

* Analiz yapılacak kadar % 20 özütte beklemiş yaprak yetişmemiştir.

Özütte beklemiş deney grupları arasında maksimum katalaz aktivitesi %5 özütte beklemiş fasulye köklerinde ve gövdelerinde gözlenmiştir ($252 \pm 0,3$ IU/mg protein, $248,4 \pm 11,3$ IU/mg protein, $p < 0,05$, Şekil 3.16). Kontrol grubuna nazaran özütte beklemiş fasulye yapraklarında katalaz aktivitesi daha fazla gözlenmiştir (Şekil 3.16).



Şekil 3.17 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen alg özütü eklenerek yetiştirilen pirinç tohumlarının kök ve yapraklarındaki katalaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

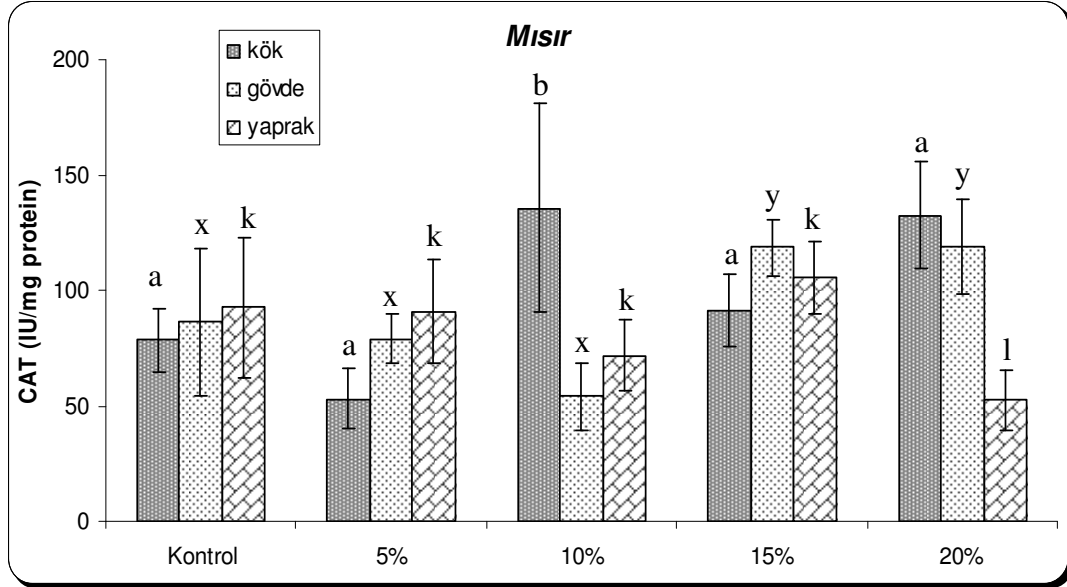


Şekil 3.18 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen pirinç tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki katalaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

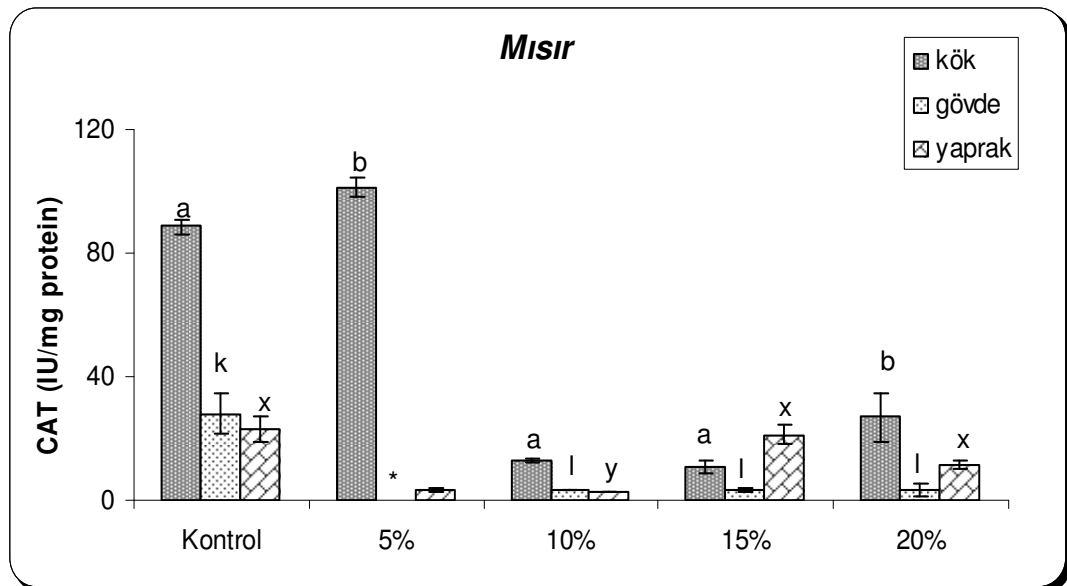
* Analiz yapılacak kadar pirinç yetişmemiştir.

Eylül ayında % 5 özüt eklenmiş pirinç yapraklarında maksimum katalaz aktivitesi gözlenmiştir ($569,4 \pm 69,1$ IU/mg protein). %20 özüt eklenmiş pirinç köklerinde katalaz aktivitesi kontrol grubuna göre daha fazla ve $176,4 \pm 47,0$ IU/mg protein

bulunmuştur (Şekil 3.17). Pirinç tohumlarında istenilen verim Mart döneminde gözlenememekle beraber maksimum katalaz aktivitesi kontrol grubunda gözlenmiştir (Şekil 3.18).



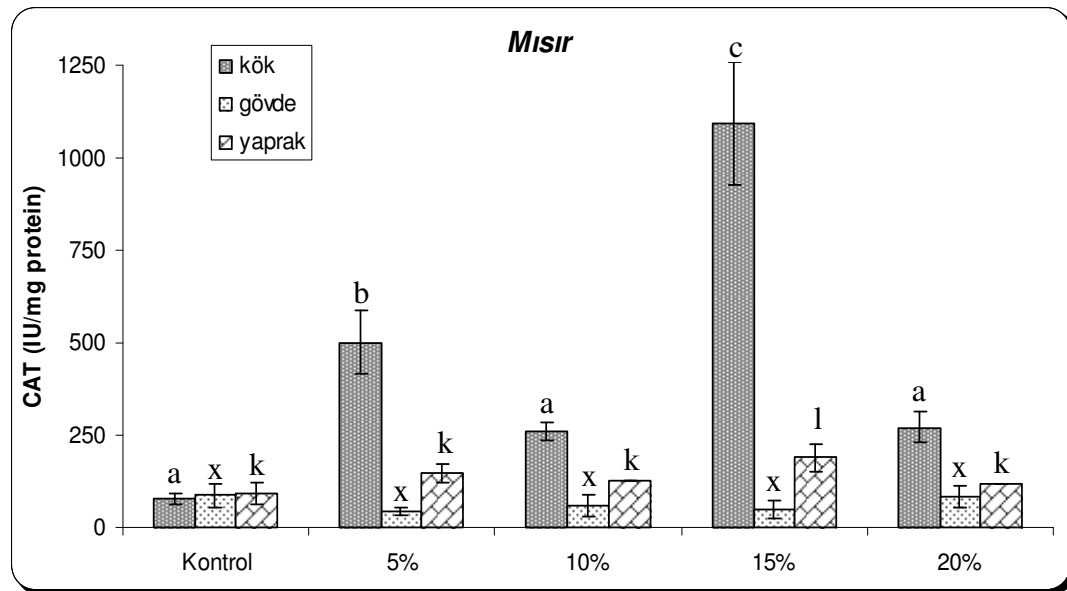
Şekil 3.19 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki katalaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).



Şekil 3.20 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki katalaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

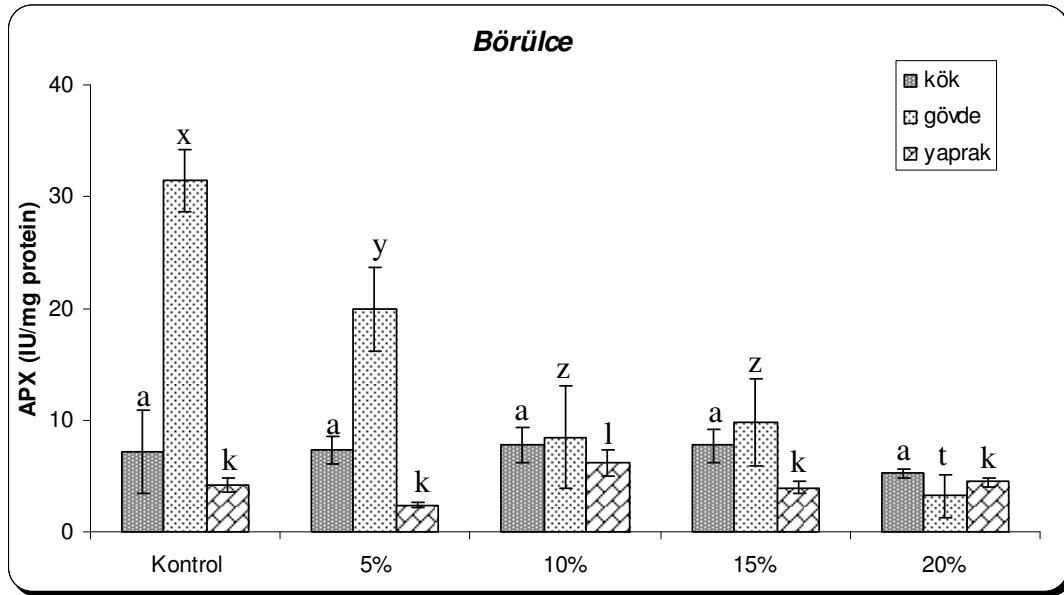
* Analiz yapılacak kadar mısır yetişmemiştir.

Eylül verilerine bakıldığında %10, %15 ve %20 özüt eklenmiş mısır köklerinde kontrol grubuna göre daha fazla katalaz aktivitesi gözlenmiştir. Özüt eklenen deney grubu arasında en fazla katalaz aktivitesi % 10 özüt eklenmiş mısır köklerinde görülmüştür ($135,7 \pm 45,2$ IU/mg protein, $p < 0,05$, Şekil 3.19). Mart ayında ise sadece %5 özüt eklenmiş mısır köklerinde kontrol grubuna göre daha yüksek katalaz aktivitesi görülmüştür ($101,3 \pm 3,1$ IU/mg protein, $p < 0,05$). Kontrol grubu gövde ve yapraklarında katalaz aktivitesi sırasıyla, $28,1 \pm 6,1$ IU/mg protein ve $23,1 \pm 3,8$ IU/mg protein olarak bulunmuştur (Şekil 3.20).

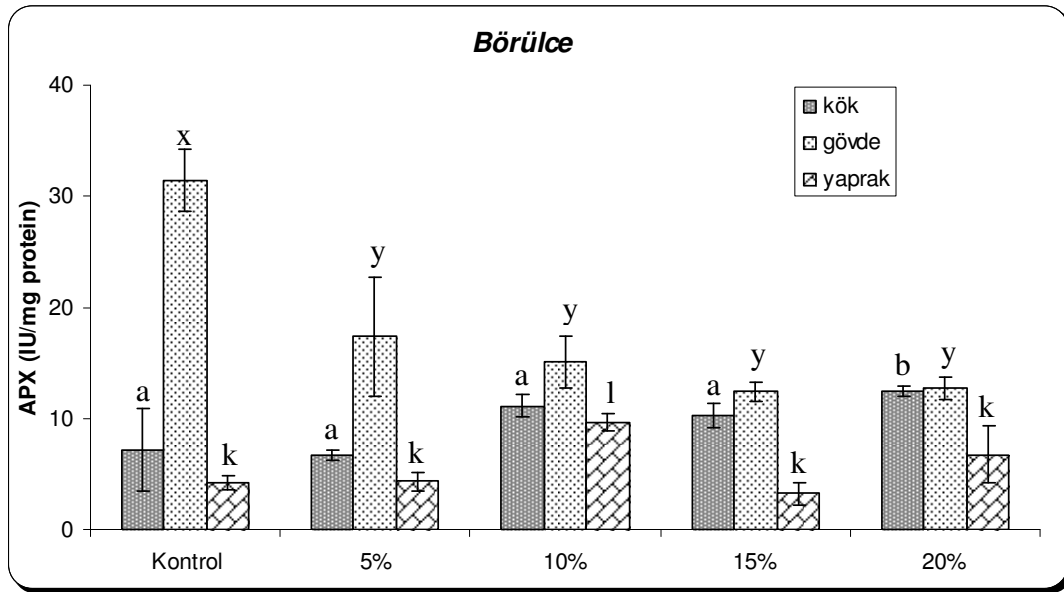


Şekil 3.21 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki katalaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

% 15 özütte beklemiş mısır köklerinde maksimum katalaz aktivitesi gözlenmiştir ($1092,7 \pm 165,9$ IU/mg protein, $p < 0,05$). Özütte beklemiş mısır gövdelerinde herhangi bir istatistiksel farklılık gözlenmemiştir ($p > 0,05$). %15 özütte beklemiş mısır yapraklarında ise kontrol grubuna göre daha fazla katalaz aktivitesi gözlenmiştir ($189,4 \pm 35,9$ IU/mg protein, $p < 0,05$, Şekil 3.21).



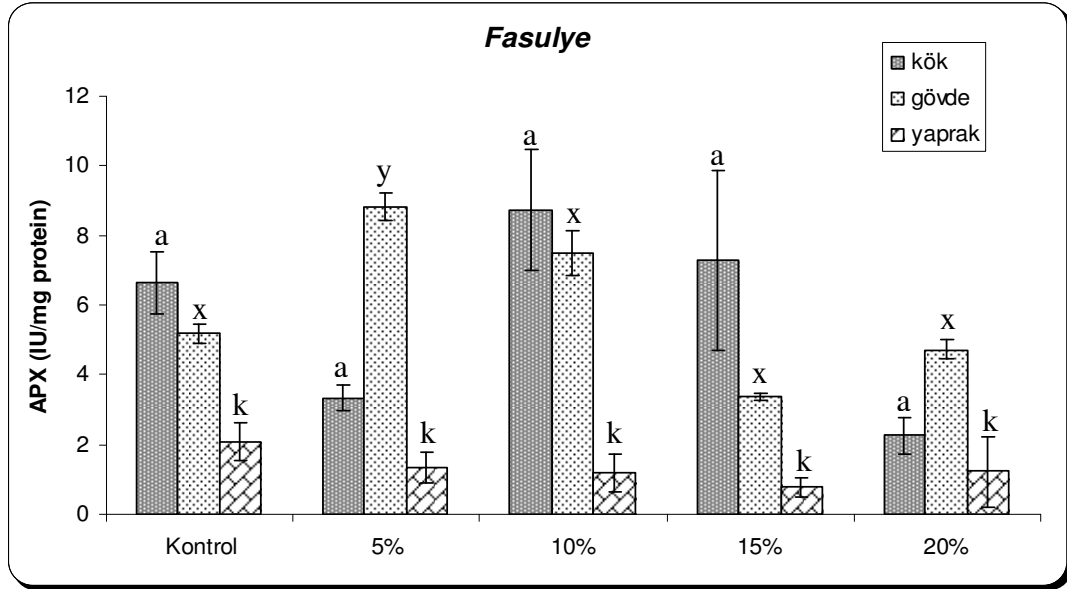
Şekil 3.22 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenecek yetiştirilen börülce tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki askorbat peroksidaz aktiviteyi. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).



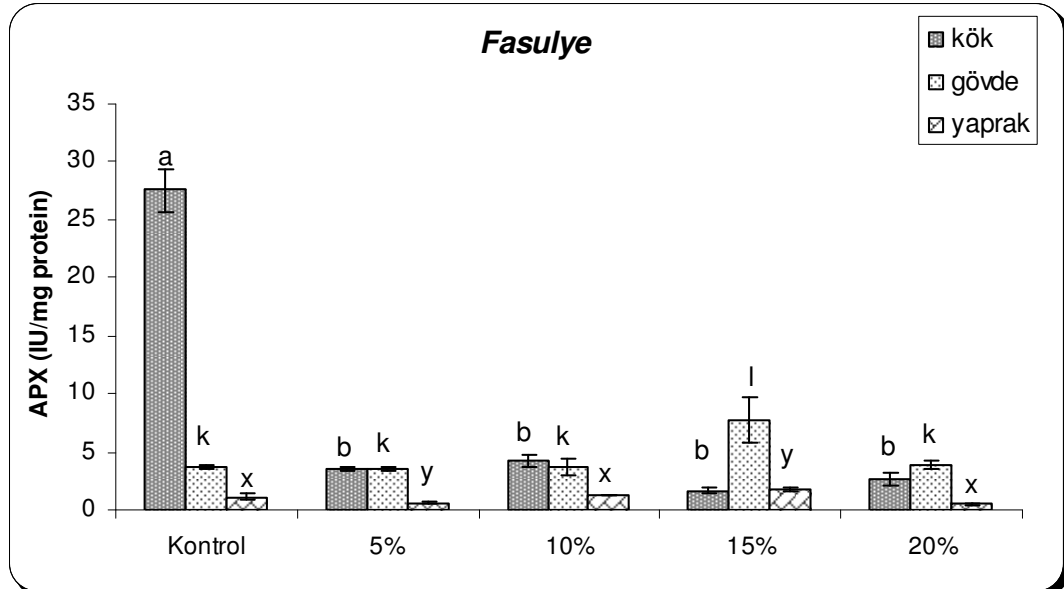
Şekil 3.23 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen börülce tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki askorbat peroksidaz aktiviteyi. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Şekil 3.22 ve 3.23'ten de görüldüğü gibi kontrol grubu börülce gövdesinde deney grubuna göre daha fazla askorbat peroksidaz aktivitesi gözlenmiştir. Özüt eklenmiş börülce köklerinde askorbat peroksidaz aktivitesi en çok %10 özüt eklenmiş deney grubunda gözlenmiştir ($7,9 \pm 1,5$ IU/mg protein, $p < 0,05$, Şekil 3.22). Kontrol

grubuna göre %10 özütte beklemiş börülce yapraklarında daha fazla askorbat peroksidaz aktivitesi olduğu gözlenmiştir ($9,7 \pm 0,8$ IU/mg protein, $p < 0,05$, Şekil 3.23).

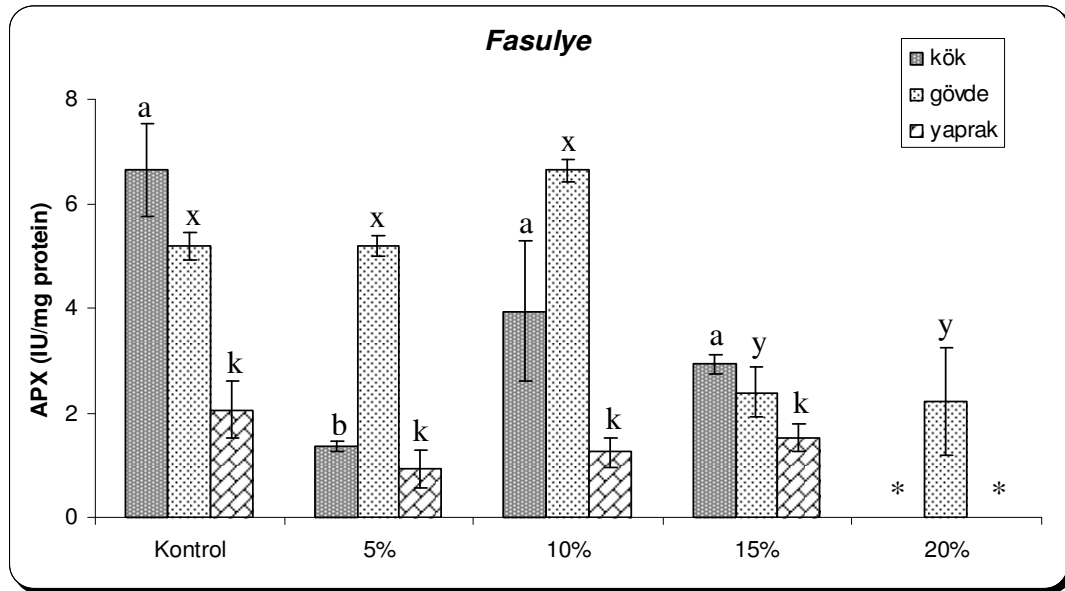


Şekil 3.24 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki askorbat peroksidaz aktivitei. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).



Şekil 3.25 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki askorbat peroksidaz aktivitei. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

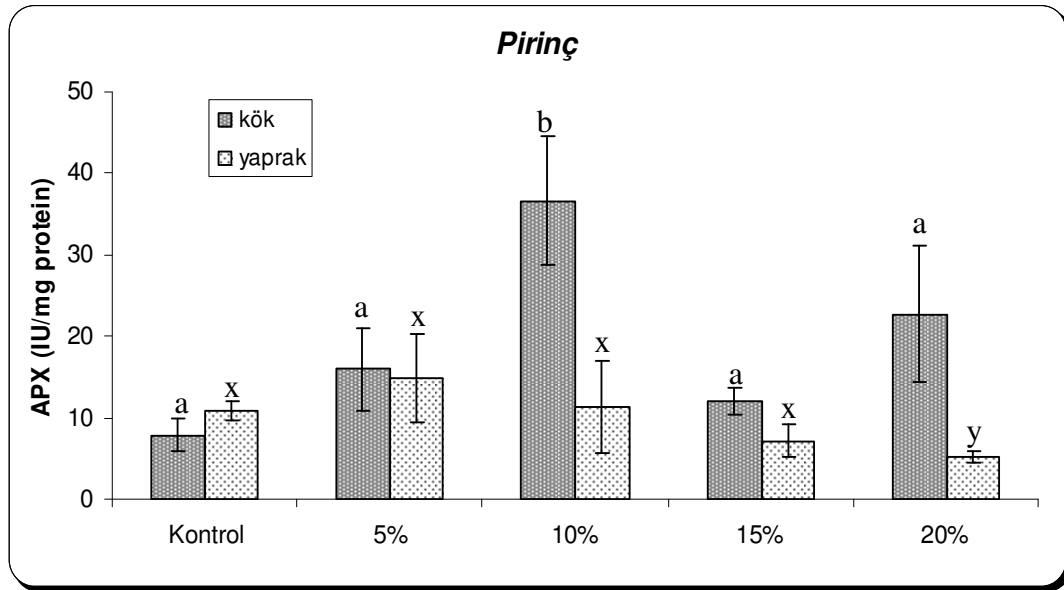
Eylül ayında maksimum askorbat peroksidaz aktivitesi %5 özüt eklenmiş fasulye gövdesinde ortaya çıkmıştır ($8,82 \pm 0,4$ IU/mg protein, $p < 0,05$). Kontrol grubu fasulye kök ve yapraklarında daha fazla askorbat peroksidaz aktivitesi görülmektedir (Şekil 3.24). Mart ayında ise maksimum askorbat peroksidaz aktivitesi kontrol grubu fasulye gövdelerinde ortaya çıkmıştır ($27,5 \pm 1,8$ IU/mg protein, $p < 0,05$). %15 özüt eklenmiş fasulye gövdelerinde askorbat peroksidaz aktivitesi kontrol grubundan daha fazla gözlenmiştir ($7,7 \pm 1,9$ IU/mg protein, $p < 0,05$, Şekil 3.25).



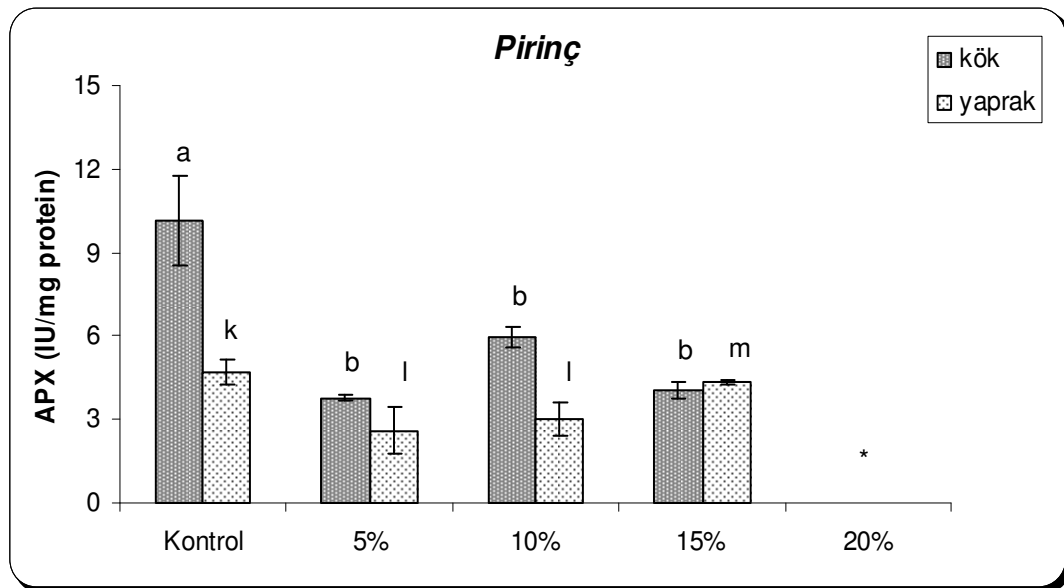
Şekil 3.26 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütünün de bekletilerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki askorbat peroksidaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

* Analiz yapılacak kadar % 20 özütte beklemiş kök ve yaprak yetişmemiştir.

% 10 özütte beklemiş fasulye gövdelerinde askorbat peroksidaz aktivitesinin özütte beklemiş diğer deney gruplarından daha fazla olduğu gözlenmiştir ($6,62 \pm 0,2$ IU/mg protein, $p > 0,05$, Şekil 3.26).



Şekil 3.27 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özüttü eklenerek yetiştirilen pirinç tohumlarının kök ve yapraklarındaki askorbat peroksidaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

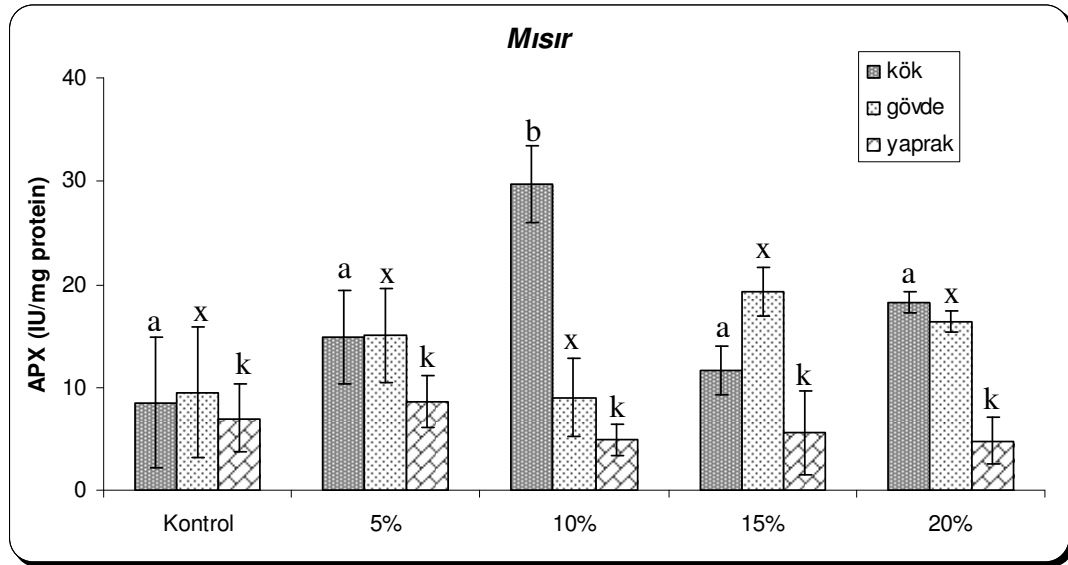


Şekil 3.28 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özüttü eklenerek yetiştirilen pirinç tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki askorbat peroksidaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

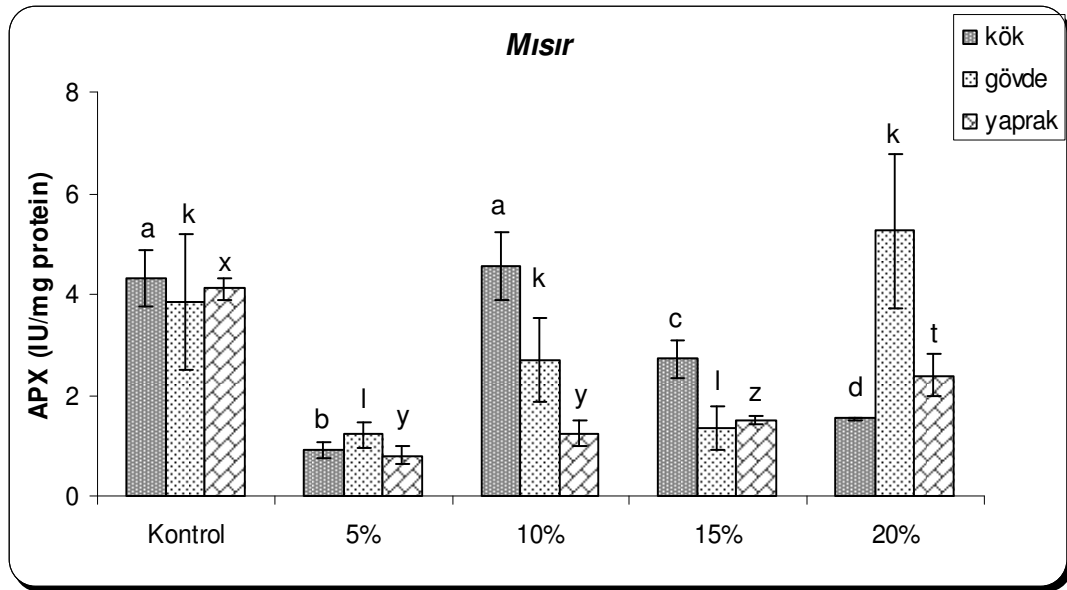
* Analiz yapılacak kadar pirinç yetişmemiştir.

En yüksek askorbat peroksidaz aktivitesi Eylül ayında hazırlanan %10 özüt konsantrasyonunda yetiştirilen pirinç köklerinde gözlenmiştir ($36,7 \pm 7,9$ IU/mg

protein, $p<0,05$). %5 özüt eklenmiş pirinç yapraklarında kontrol grubuna göre daha fazla askorbat peroksidaz aktivitesi gözlenmiştir ($14,9 \pm 5,5$ IU/mg protein). Fakat istatistiksel olarak farklı değildir ($p>0,05$, Şekil 3.27). Maksimum askorbat peroksidaz aktivitesi mart ayı kontrol grubu pirinç kök ve yapraklarında gözlenmiştir (sırasıyla, $10,1 \pm 1,6$ IU/mg protein, $4,7 \pm 0,4$ IU/mg protein, $p<0,05$, Şekil 3.28).

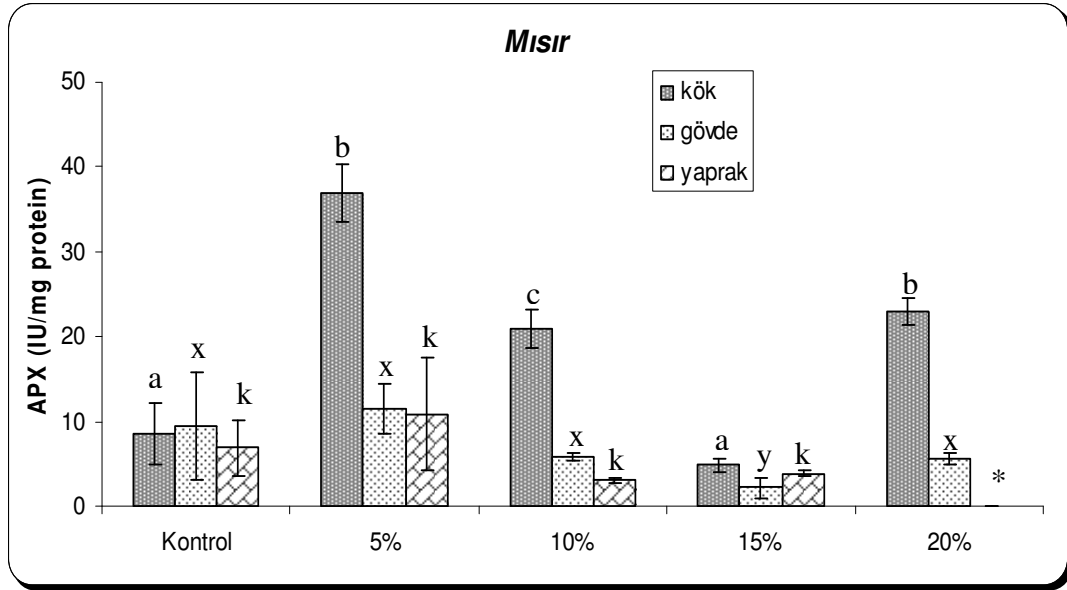


Şekil 3.29 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki askorbat peroksidaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p<0,05$).



Şekil 3.30 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki askorbat peroksidaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

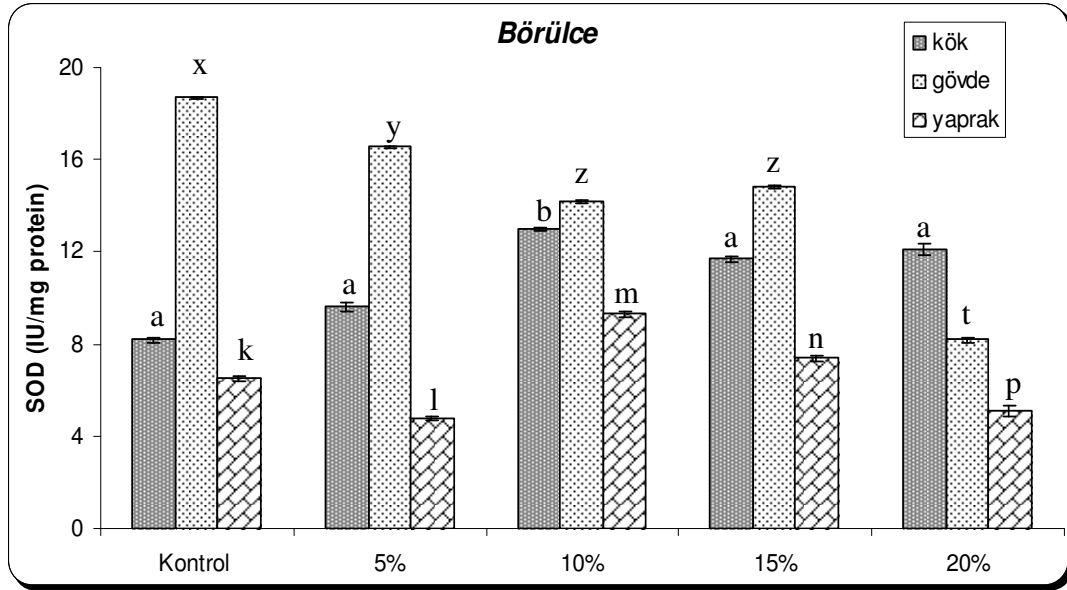
Eylül ayı deneysel sonuçlarına göre mısır köklerinde en yüksek askorbat peroksidaz aktivitesi %10'luk özüt konsantrasyonunda gözlenmiştir ($29,71 \pm 6,8$ IU/mg protein, $p < 0,05$, Şekil 3.29). Mart ayında da %10 özüt eklenen mısır köklerinde kontrol grubuna göre daha fazla askorbat peroksidaz aktivitesi gözlenmiştir ($4,5 \pm 0,6$ IU/mg protein, $p > 0,05$, Şekil 3.30). %20 özüt konsantrasyonu mısır gövdelerinde pozitif etki göstermiştir ($5,25 \pm 1,5$ IU/mg protein, $p > 0,05$, Şekil 3.30).



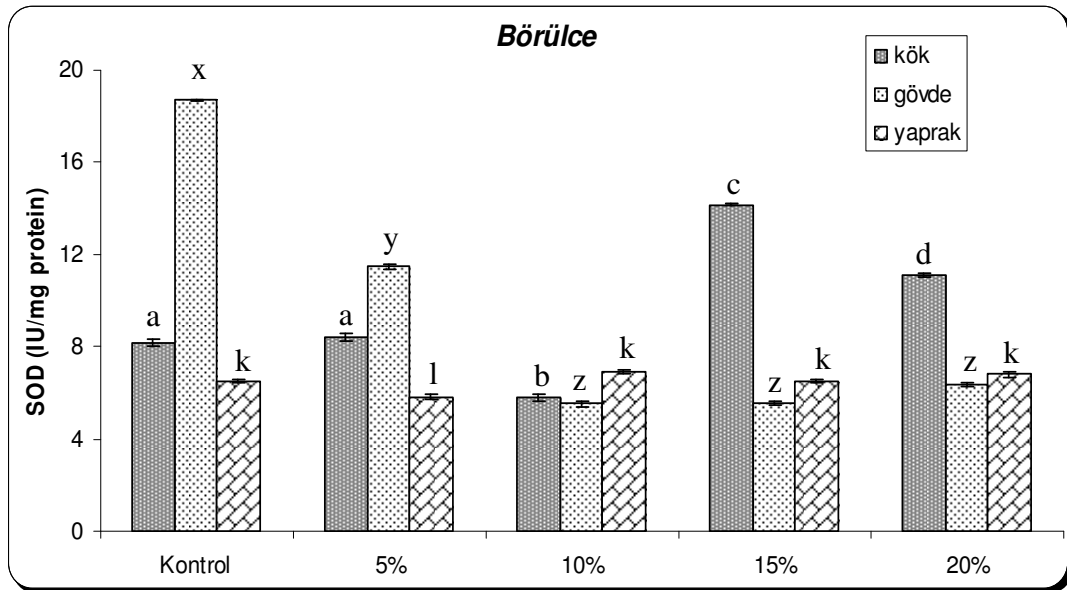
Şekil 3.31 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki askorbat peroksidaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

* Analiz yapılacak kadar % 20 özütte beklemiş yaprak yetiştirilmemiştir.

Mısır köklerinde en fazla aktivite %5 özütte beklemiş grupta gözlenmiştir ($37,0 \pm 3,4$ IU/mg protein, $p < 0,05$, Şekil 3.31). Özütte beklemiş mısır gövdelerinde aktivite %5 özüt konsantrasyonunda en fazla, %15 özüt konsantrasyonunda en az gözlenmiştir ($p < 0,05$, Şekil 3.31).



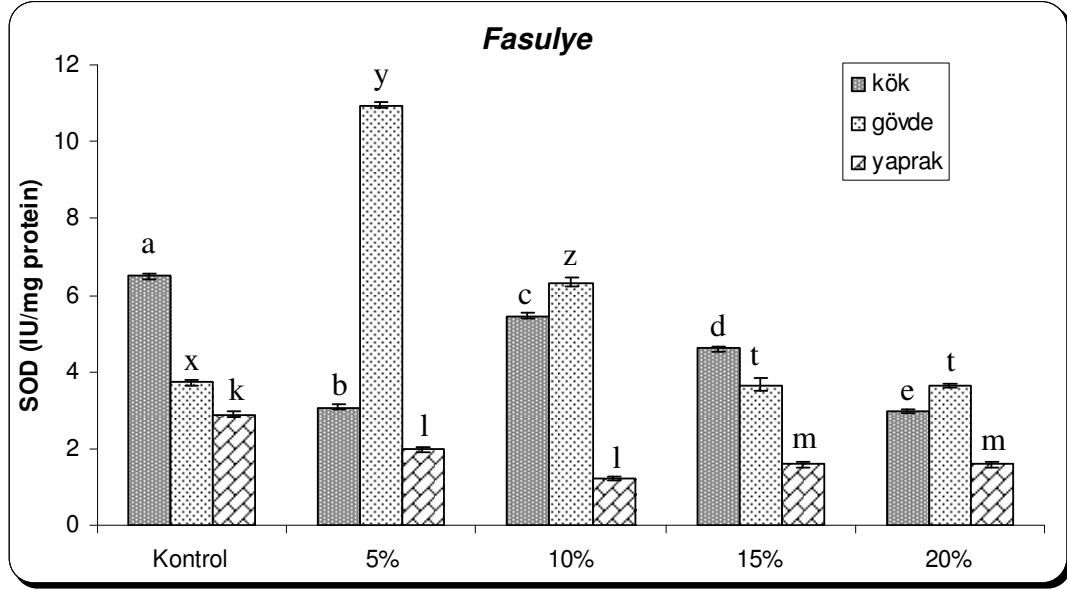
Şekil 3.32 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen börölce tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki SOD aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).



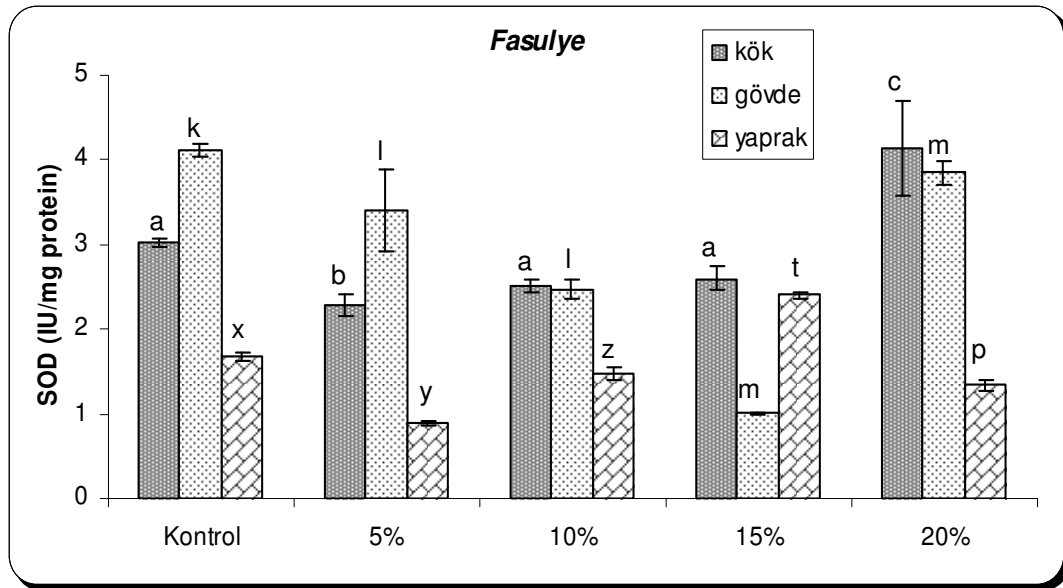
Şekil 3.33 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen börölce tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki SOD aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında börölce tohumlarının köklerinde SOD aktivitelerinde artış gözlenmiştir. En fazla aktivitenin % 10 özüt eklenmiş börölce köklerinde ve yapraklarında olduğu görülmektedir (sırasıyla, $13,2 \pm 0,1$ IU/mg protein, $p < 0,05$, $9,3 \pm 0,1$ IU/mg protein, Şekil 3.32). Kontrol börölce gövde

grubunda deney gruplarına kıyasla daha fazla SOD aktivitesi gözlenmiştir ($18,7 \pm 0,06$ IU/mg protein, Şekil 3.33). SOD aktivitelerini farklı özüt konsantrasyonları arasında karşılaştırdığında en fazla %15 özütte beklemiş en az %10 özütte beklemiş börülce köklerinde gözlenmiştir (sırasıyla, $14,1 \pm 0,05$ IU/mg protein, $5,9 \pm 0,1$ IU/mg protein, $p < 0,05$, Şekil 3.33).

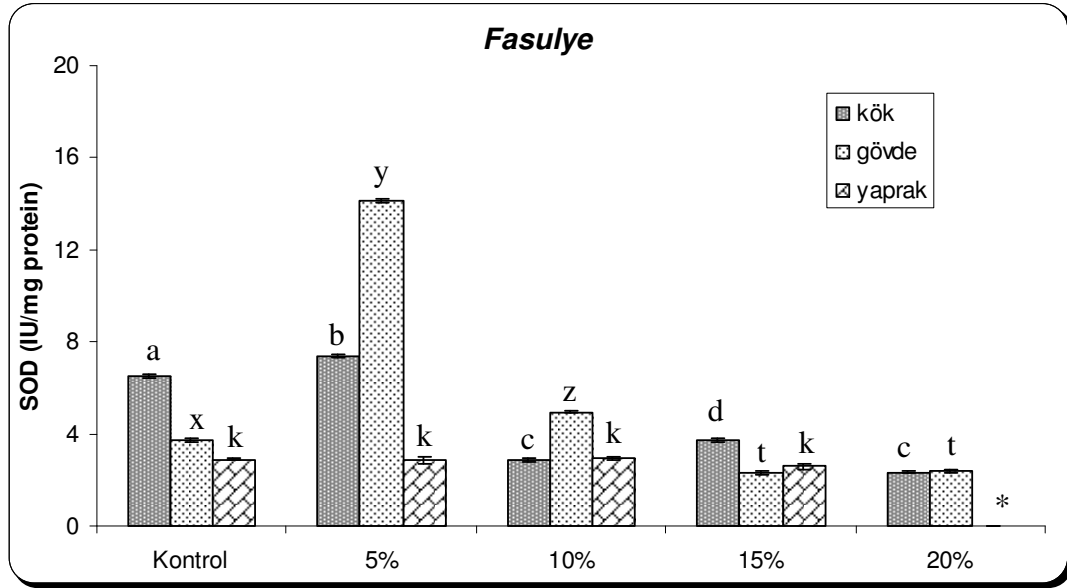


Şekil 3.34 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki SOD aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).



Şekil 3.35 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki SOD aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

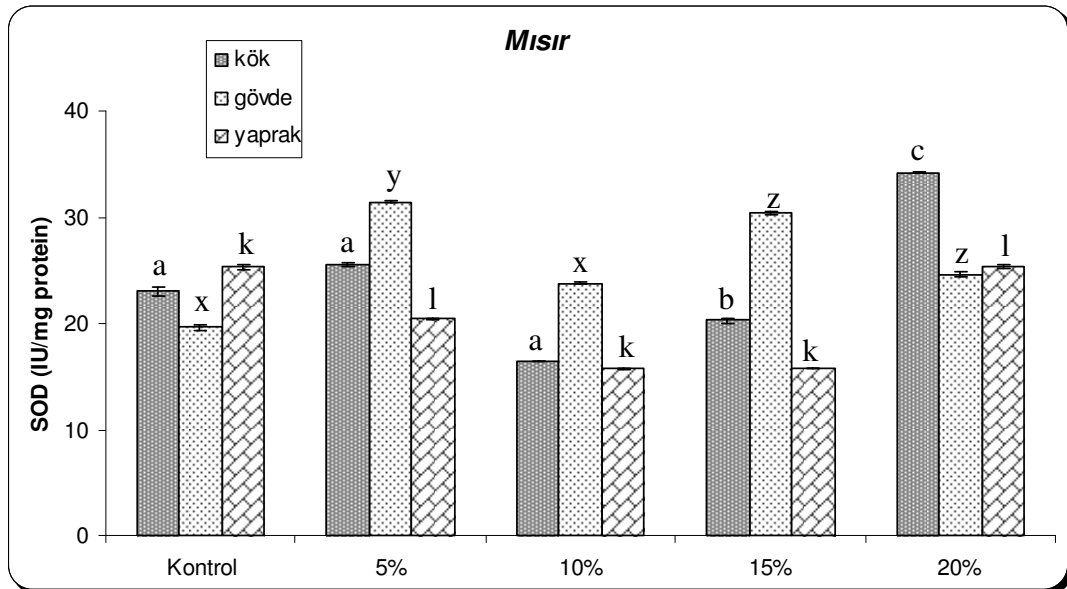
Eylül ayında %5 özüt eklenmiş fasulye gövdelerinde SOD aktivitesi kontrol grubundan daha yüksek gözlenmiştir ($10,9 \pm 0,05$ IU/mg protein, $p < 0,05$, Şekil 3.34). Mart ayında ise maksimum SOD aktivitesi %20 özüt eklenmiş fasulye köklerinde gözlenmiştir ($4,13 \pm 0,5$ IU/mg protein, $p < 0,05$; Şekil 3.35). Kontrol grubu fasulye gövdelerinde SOD aktivitesi daha yüksek gözlenmiştir ($4,11 \pm 0,07$ IU/mg protein, $p < 0,05$, Şekil 3.35).



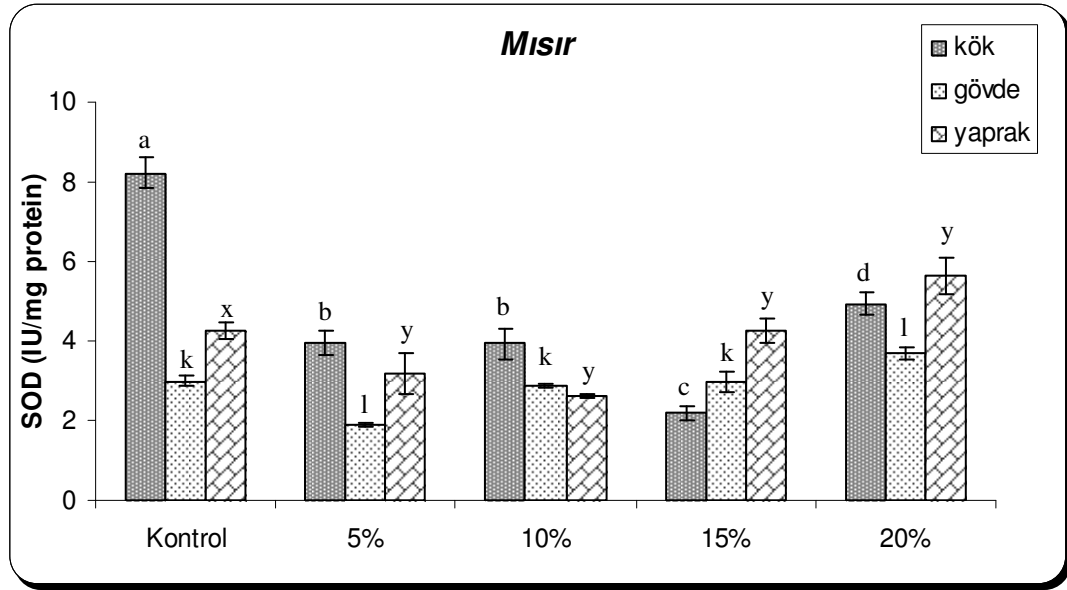
Şekil 3.36 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki SOD aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

* Analiz yapılacak kadar % 20 özütte beklemiş yaprak yetişmemiştir.

%5 özütte beklemiş fasulye kök ve gövdelerinde SOD aktiviteleri kontrol grubuna göre daha fazla gözlenmiştir (sırasıyla, $7,4 \pm 0,07$ IU/mg protein, $14,2 \pm 0,07$ IU/mg protein, $p < 0,05$, Şekil 3.36).

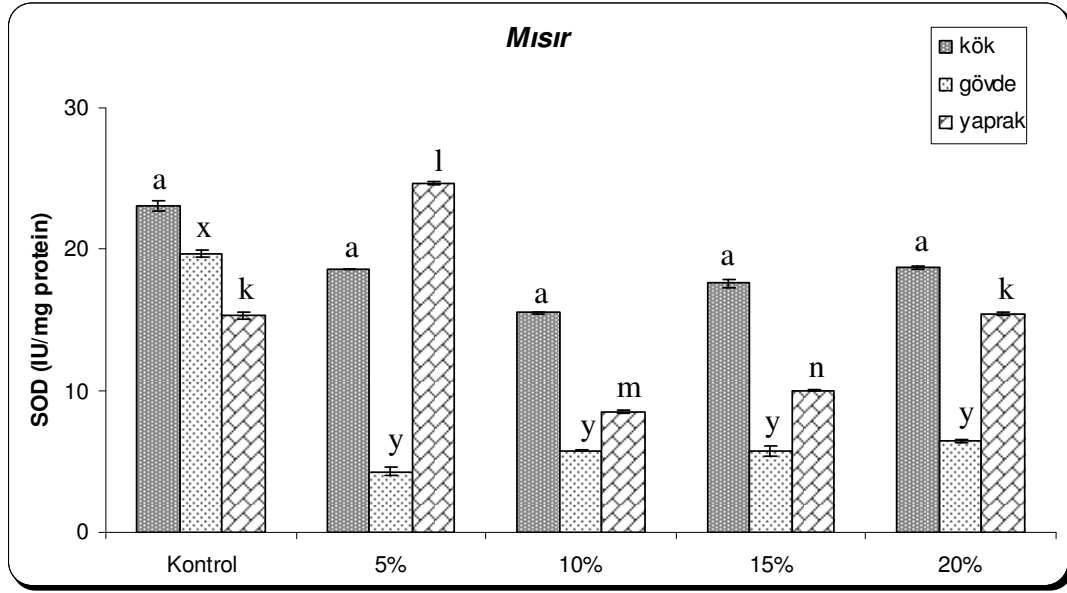


Şekil 3.37 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki SOD aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).



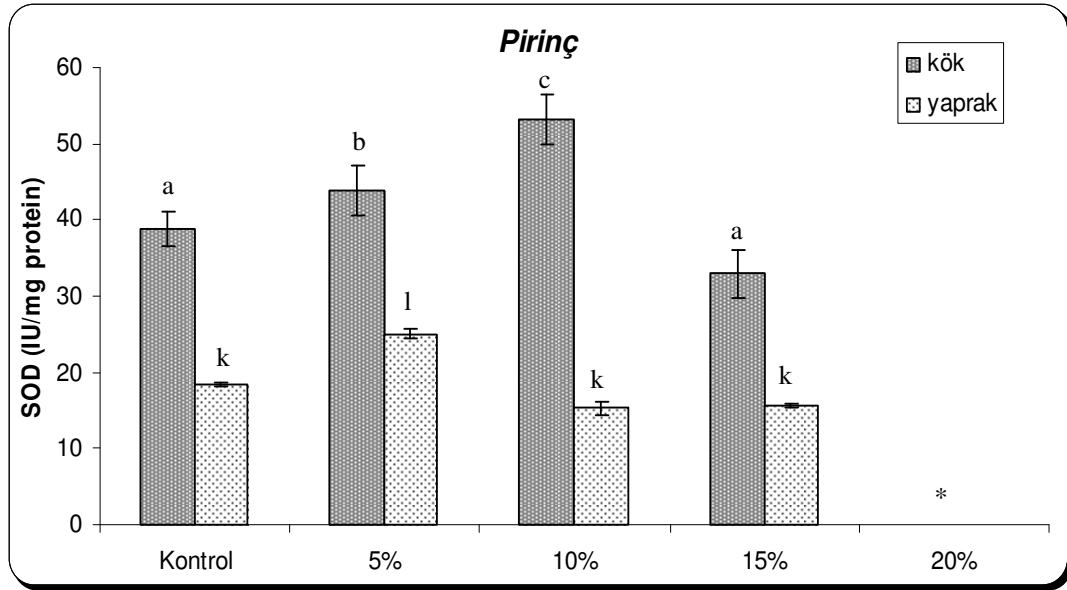
Şekil 3.38 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki SOD aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Eylül ayında mısırın kök ve yapraklarında en fazla SOD aktivitesi % 20 özüt eklenmiş grupta gözlenmiştir (sırasıyla, $34,7 \pm 0,07$ IU/mg protein, $25,4 \pm 0,09$ IU/mg protein, $p < 0,05$, Şekil 3.37). Özütün maksimum etkisi gövde de % 15 özüt eklenmiş deney grubunda gözlenmiştir ($31,4 \pm 0,07$ IU/mg protein, $p < 0,05$, Şekil 3.37). Mart ayında ise eylül ayına benzer olarak mısır tohumlarının sadece yapraklarında en fazla SOD aktivitesi % 20 özüt eklenmiş grupta gözlenmiştir ($5,65 \pm 0,4$ IU/mg protein, $p < 0,05$). Maksimum SOD aktivitesi kontrol grubu mısır köklerinde gözlenmiştir ($8,22 \pm 0,4$ IU/mg protein, Şekil 3.38).



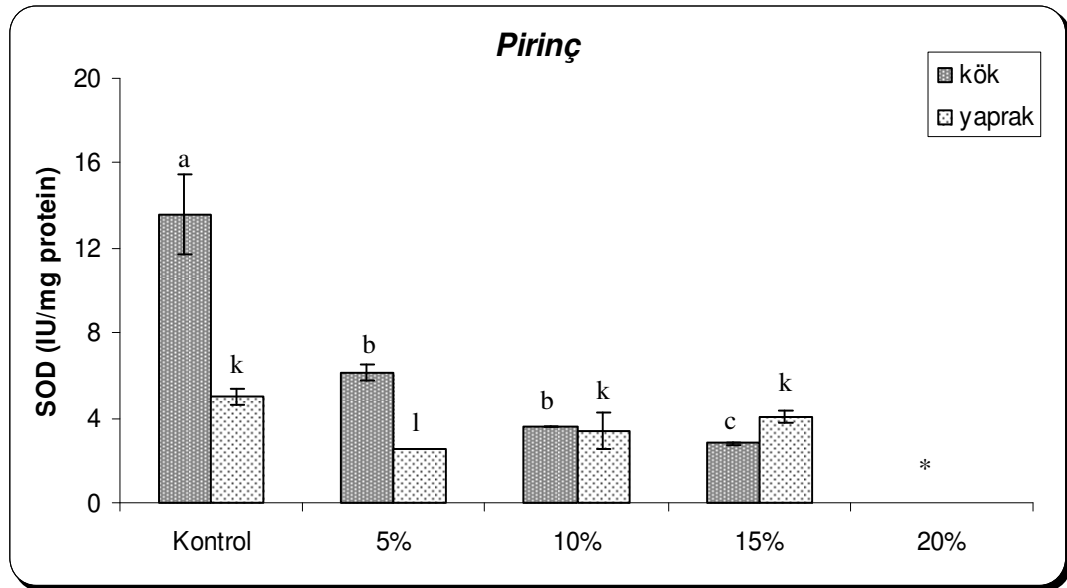
Şekil 3.39 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki SOD aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Şekil 3.39 incelendiğinde kontrol grubunun kök ve gövdesinin SOD aktiviteleri özütte beklemiş deney gruplarından daha fazla gözlenmiştir. Bunun yanı sıra yaprakta özütün etkisi daha çok % 5 özütte beklemiş mısır tohumlarında gözlenmiş ve $24,6 \pm 0,1$ IU/mg protein olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3.40 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen pirinç tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki SOD aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

* Analiz yapılacak kadar %20 özüt eklenmiş pirinç yetiştmemiştir.

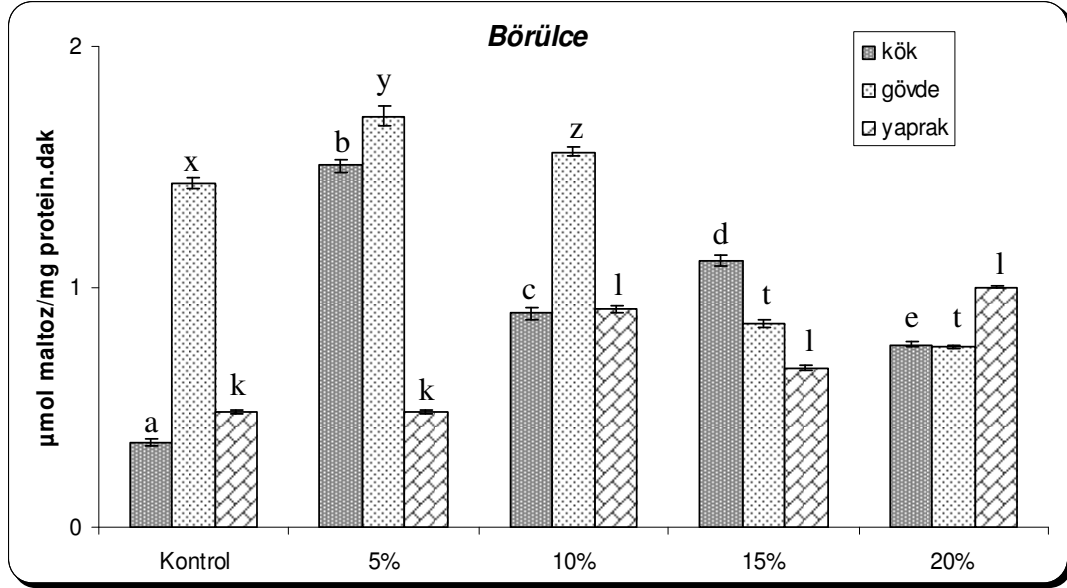


Şekil 3.41 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen pirinç tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki SOD aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

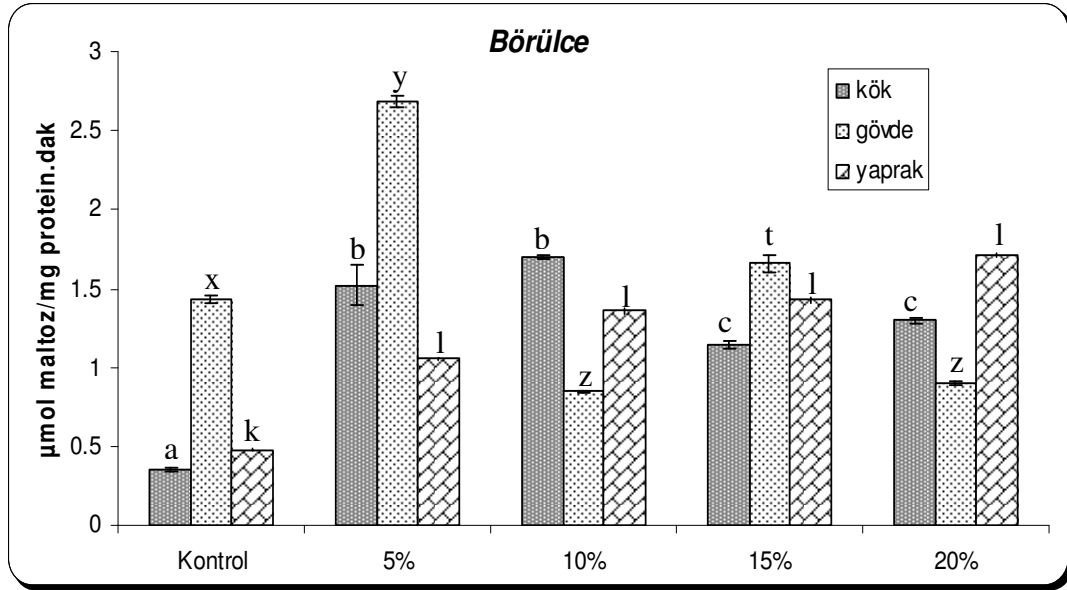
* Analiz yapılacak kadar pirinç yetiştmemiştir.

Pirinç tohumlarında eylül ayında yapılan analizler sonucunda kökte en fazla %10 özüt konsantrasyonu, yaprakta %5 özüt konsantrasyonu SOD aktivitelerinde artışa

neden olmuştur (sırasıyla, $53,1 \pm 3,1$ IU/mg protein, $25,1 \pm 0,7$ IU/mg protein, $p < 0,05$, Şekil 3.40). Mart ayında yapılan analizler sonucunda Eylül ayından farklı olarak SOD aktiviteleri köklerde ve yapraklarda en fazla kontrol grubunda daha yüksek gözlenmiştir (sırasıyla, $13,5 \pm 1,8$ IU/mg protein, $4,9 \pm 0,4$ IU/mg protein, Şekil 3.41).

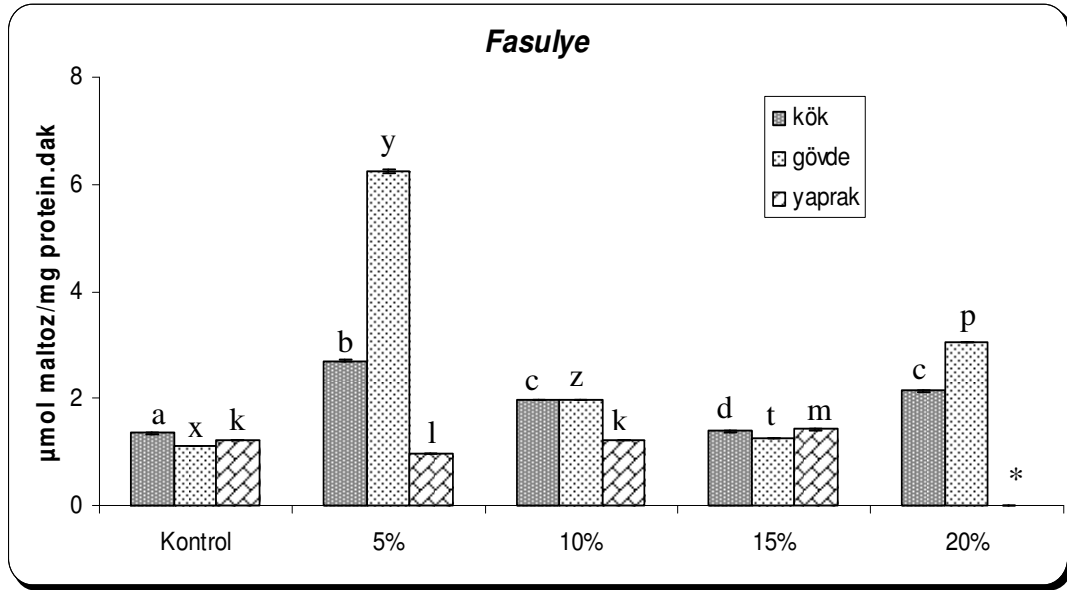


Şekil 3.42 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen börülce tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki α -amilaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).



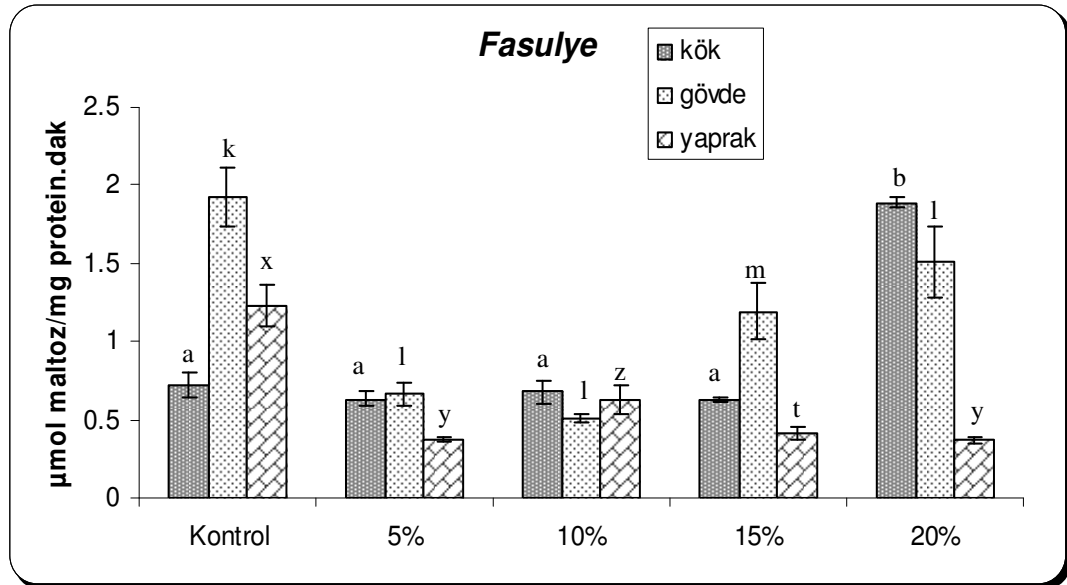
Şekil 3.43 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen börülce tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki α-amilaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Sıvı gübrenin etkisi eylül ayında en çok börülce köklerinde gözlenmiştir. En yüksek α-amilaz aktiviteleri %5 özüt eklenmiş börülce kök ve gövdelerinde gözlenmiştir (sırasıyla, $1,5 \pm 0,02$ μmol maltoz/mg protein.dak, $1,7 \pm 0,04$ μmol maltoz/mg protein.dak, $p < 0,05$, Şekil 3.42). %20 özüt eklenmiş yapraklarda kontrol grubuna göre yüksek miktarda α-amilaz aktivitesi gözlenmiştir ($0,99 \pm 0,01$ μmol maltoz/mg protein.dak, $p < 0,05$, Şekil 3.42). Eylül ayı özütünde beklemiş börülce tohumlarının yapraklarında kontrol grubuna kıyasla tüm konsantrasyonlarda artan α-amilaz aktiviteleri gözlenmiştir ($p < 0,05$, Şekil 3.43). Maksimum α-amilaz aktivitesi %5 özütte bekletilerek yetiştirilen börülce gövdelerinde $2,7 \pm 0,04$ μmol maltoz/mg protein.dak olarak bulunmuştur ($p < 0,05$, Şekil 3.43).



Şekil 3.44 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki α -amilaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

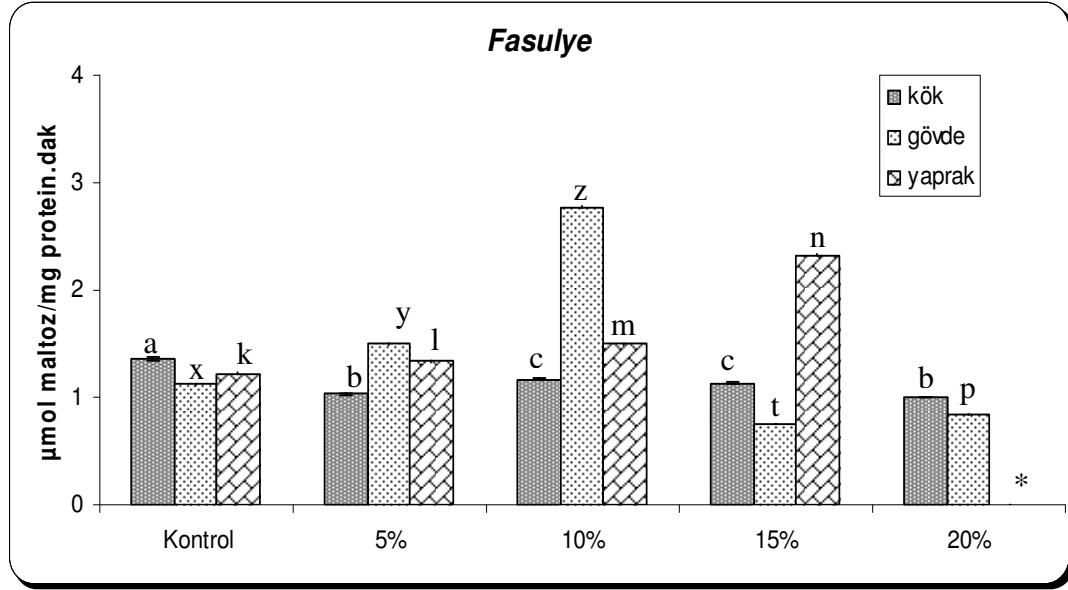
* Analiz yapılacak kadar % 20 özüt eklenmiş yaprak yetişmemiştir.



Şekil 3.45 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki α -amilaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Kontrol grubuna göre fasulye köklerinde ve gövdelerinde alg özütünün etkisiyle α -amilaz aktivitelerinin arttığı gözlenmiştir (Şekil 3.44). En yüksek amilaz aktivitesi %5 özüt eklenmiş fasulye gövdelerinde gözlenmiştir ($6,2 \pm 0,05$ μ mol maltoz/mg

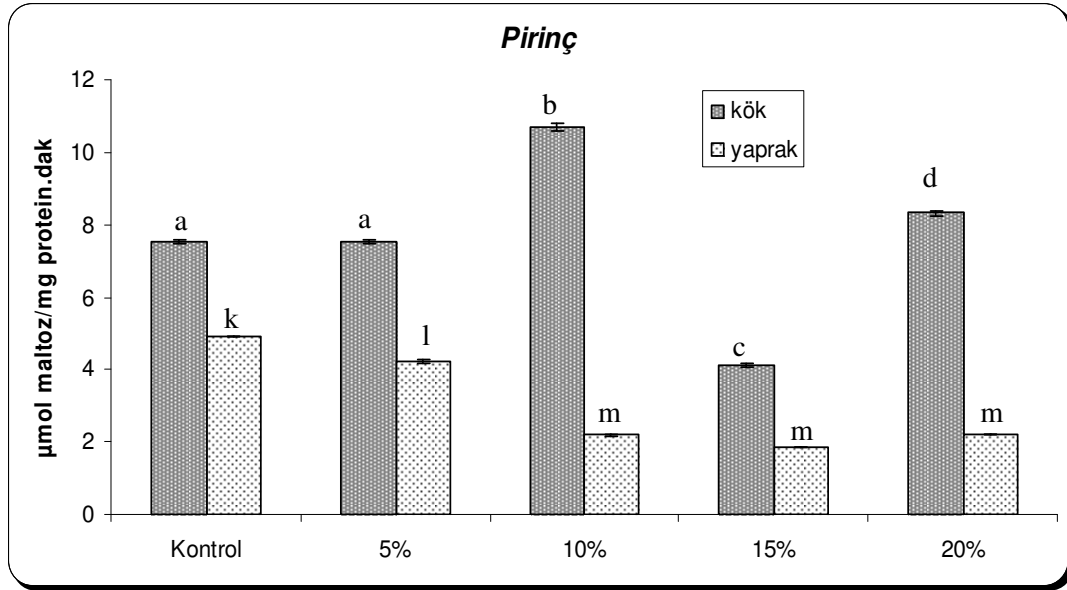
protein.dak, $p<0,05$, Şekil 3.44). Buna karşın mart ayında en yüksek α -amilaz aktivitesi %20 özüt eklenmiş fasulye köklerinde gözlenmiştir ($1,88 \pm 0,03$ μmol maltoz/mg protein.dak, $p<0,05$). Yapraklarda ise kontrol grubunda α -amilaz aktivitesi daha çok gözlenmiştir ($1,22 \pm 0,12$ μmol maltoz/mg protein.dak, Şekil 3.45).



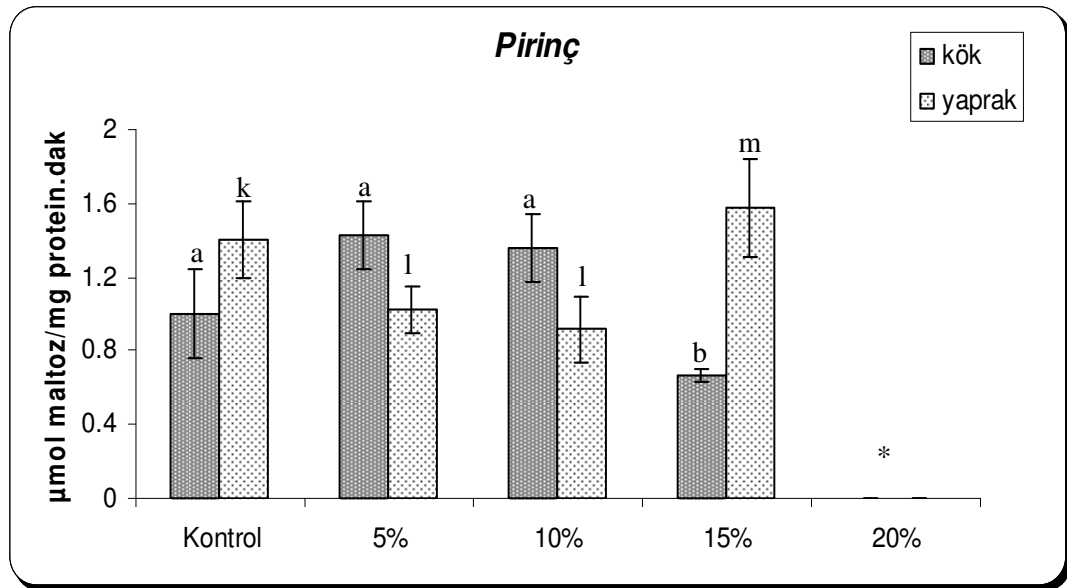
Şekil 3.46 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki α -amilaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p<0,05$).

* Analiz yapılacak kadar % 20 özütte beklemiş yaprak yetişmemiştir.

Özütte beklemiş deney gruplarında, kontrol grubuna nazaran %10 özütte beklemiş fasulye gövdelerinde α -amilaz aktivitesi daha yüksek gözlenmiştir ($2,8 \pm 0,01$ μmol maltoz/mg protein.dak, $p<0,05$). Farklı konsantrasyonları ile paralel olarak fasulye yapraklarında α -amilaz aktiviteleri artmıştır (Şekil 3.46).



Şekil 3.47 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen pirinç tohumlarının kök ve yapraklarındaki α -amilaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

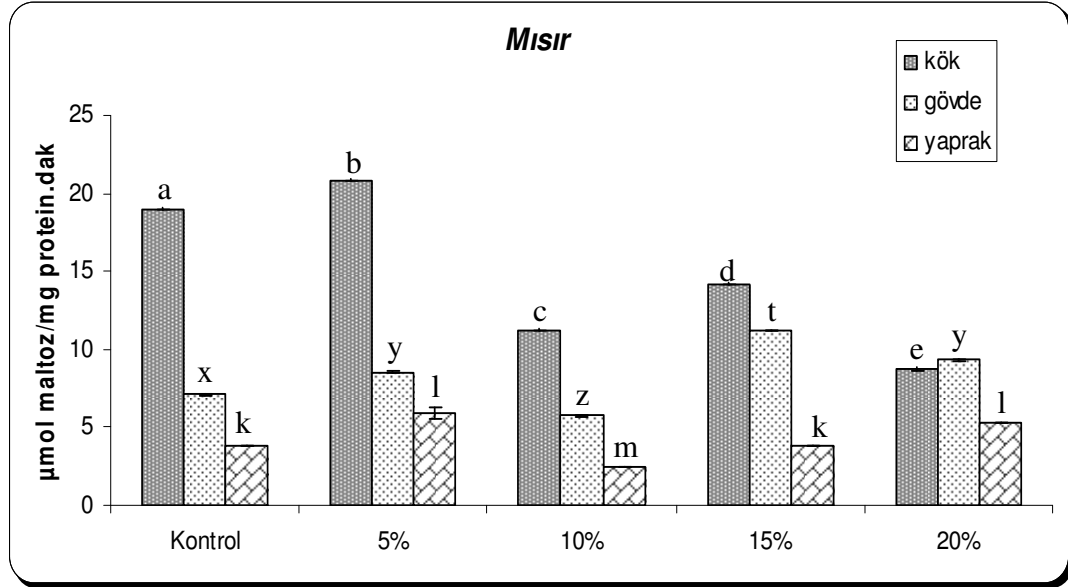


Şekil 3.48 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen pirinç tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki α -amilaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

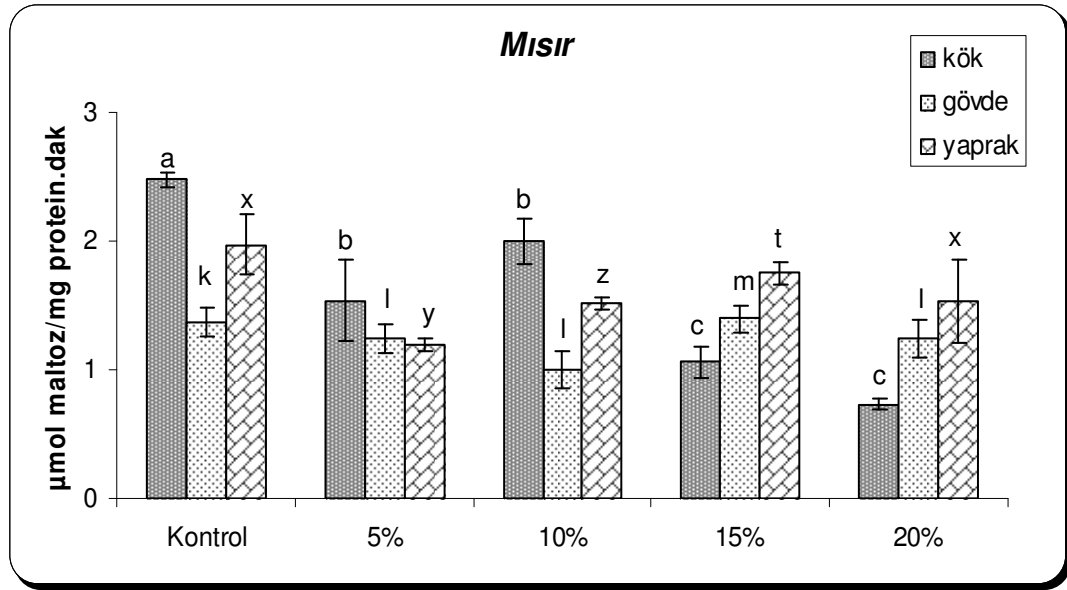
* Analiz yapılacak kadar pirinç yetişmemiştir.

Eylül ayında sıvı alg gübresinin α -amilaz aktivitesine olan etkisi en fazla %10 özüt eklenmesiyle pirinç köklerinde görülmüştür ($10,7 \pm 0,1$ μmol maltoz/mg

protein.dak, $p<0,05$, Şekil 3.47). Mart ayında sıvı alg gübresinin α -amilaz aktivitesine olan etkisi en fazla %15 özüt eklenmesiyle pirinç yapraklarında görülmüştür ($1,57 \pm 0,2$ μmol maltoz/mg protein.dak, $p<0,05$, Şekil 3.48).

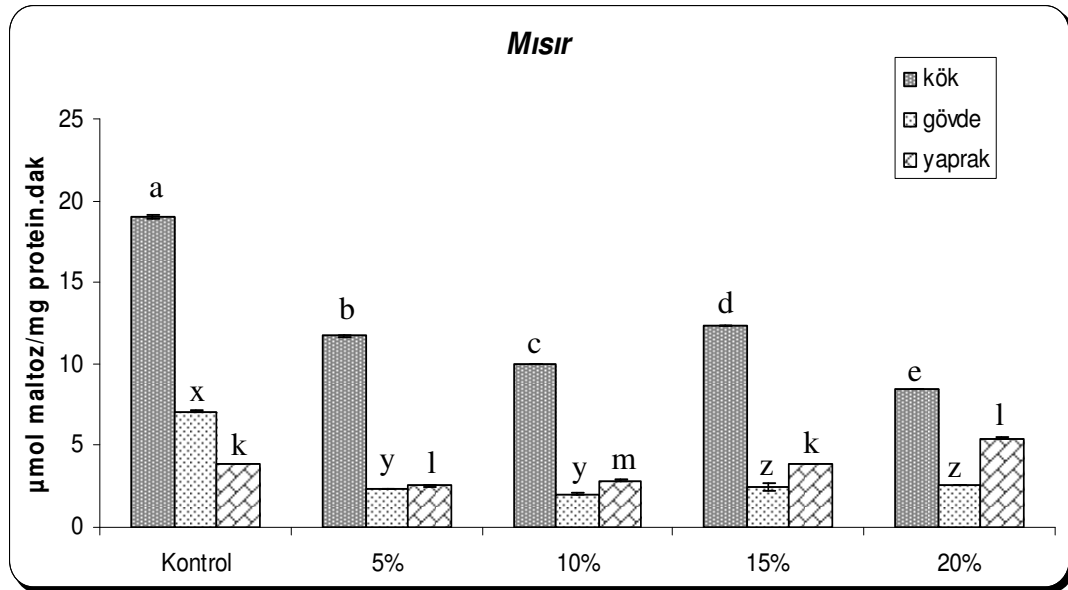


Şekil 3.49 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki α -amilaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p<0,05$).



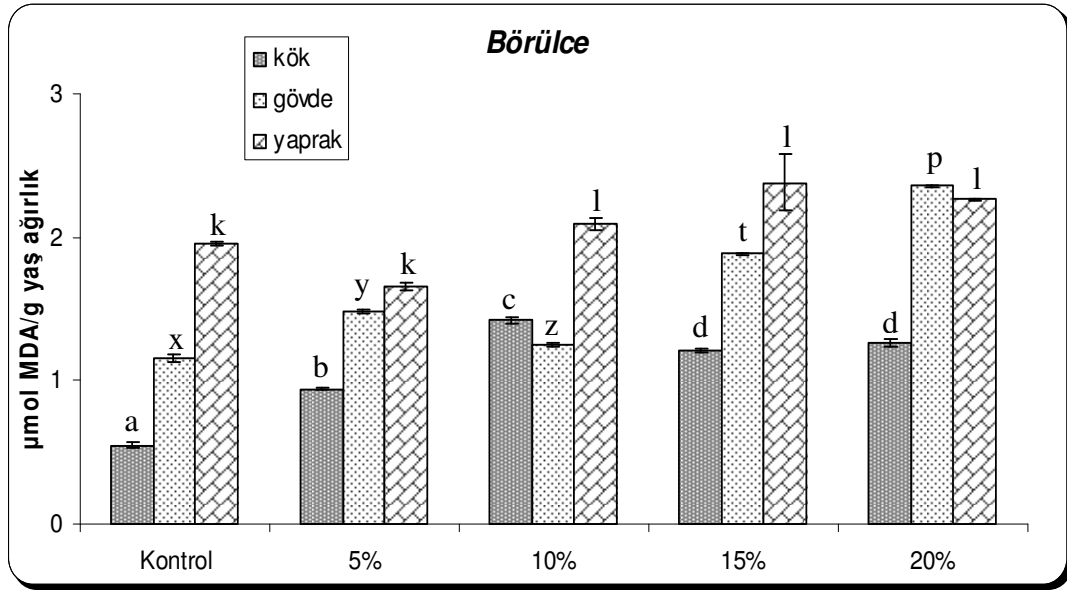
Şekil 3.50 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki α -amilaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatikselsel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Mısır köklerinde ve yapraklarında α -amilaz aktivitesi kontrol grubuna göre en fazla % 5 özüt eklenmiş deney grubunda gözlenmiştir ($20,8 \pm 0,04$ μmol maltoz/mg protein, $p < 0,05$, Şekil 3.49). Mart ayında ise köklerde ve yapraklarda maksimum α -amilaz aktivitesi kontrol grubunda gözlenmiştir (sırasıyla, $2,5 \pm 0,05$ μmol maltoz/mg protein.dak, $1,97 \pm 0,2$ μmol maltoz/mg protein.dak, $p < 0,05$, Şekil 3.50). Mısır gövdelerinde α -amilaz aktivitesi kontrol grubuna göre en fazla % 15 özüt eklenmiş deney grubunda gözlenmiştir ($1,4 \pm 0,1$ μmol maltoz/mg protein.dak, $p < 0,05$, Şekil 3.50).

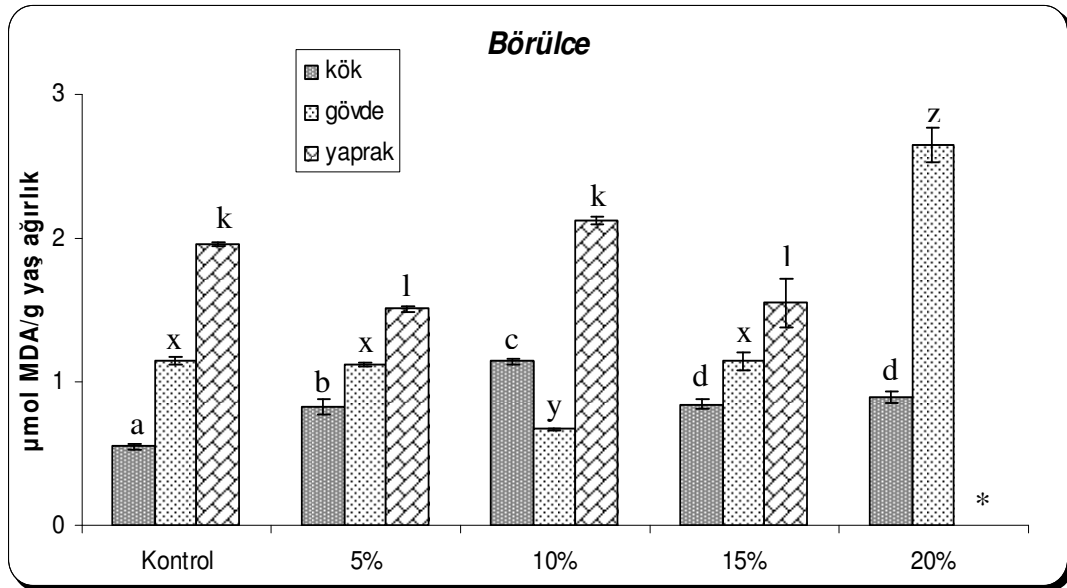


Şekil 3.51 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki α -amilaz aktiviteleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Kök ve gövde de kontrol grupları yüksek amilaz aktivitelerine sahip olmuştur (Şekil 3.51). Bu bağlamda mısır tohumlarını özütte bekleterek yetiştirme amilaz aktivitelerini olumsuz etkilemiştir. Fakat yapraklarda %15 ve %20 özüt konsantrasyonları kontrol grubundan daha yüksek amilaz aktiviteleri sergilemiştir (Kontrol: $3,8 \pm 0,01$ μmol maltoz/mg protein.dak, %15: $3,9 \pm 0,01$ μmol maltoz/mg protein.dak, %20: $5,5 \pm 0,01$ μmol maltoz/mg protein.dak, Şekil 3.51).



Şekil 3.52 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen börülce tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki MDA düzeyleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p<0,05$).

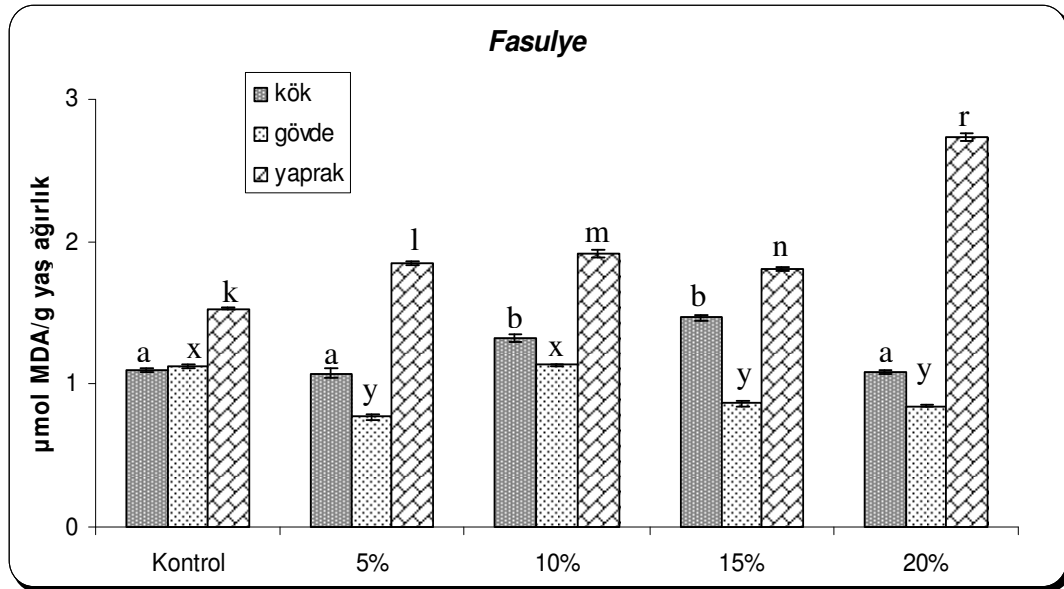


Şekil 3.53 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen börülce tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki MDA düzeyleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p<0,05$).

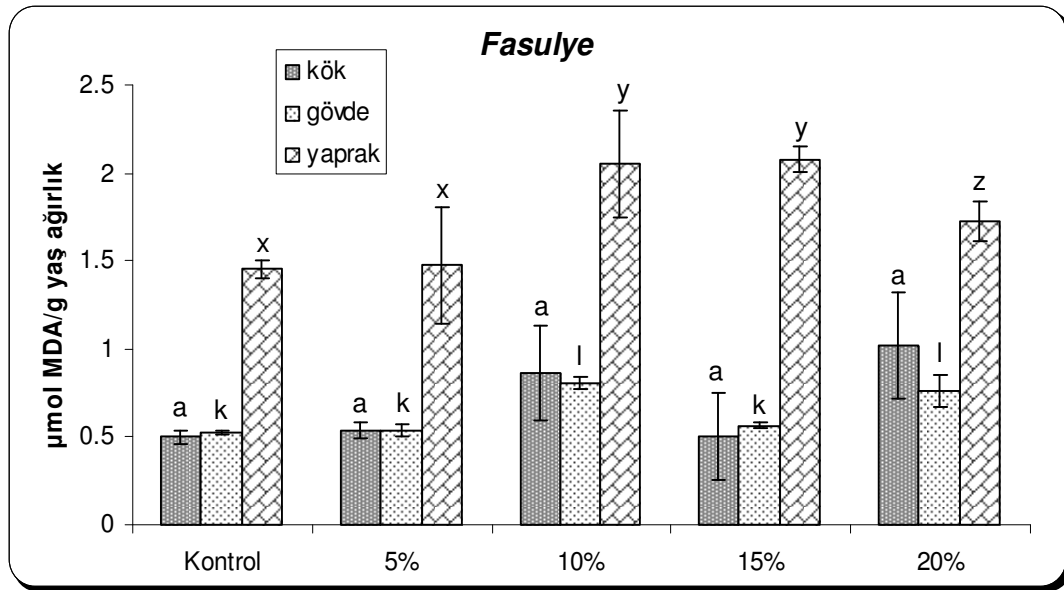
* Analiz yapılacak kadar % 20 özütte beklemiş yaprak yetişmemiştir.

Şekil 3.52'de de görüldüğü gibi eylül ayı sıvı alg gübresi kök, gövde ve yapraklardaki MDA düzeylerini atırcı etkisi olmuştur. Börülce köklerinde kontrol

grubundan yüksek MDA değerleri gözlenmiş ve farklılıklar istatikselsel olarak doğrulanmıştır (Kontrol: $0,5 \pm 0,01$ $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık, % 5: $0,9 \pm 0,01$ $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık, % 10: $1,4 \pm 0,02$ $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık, %15: $1,2 \pm 0,01$ $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık, %20: $1,3 \pm 0,03$ $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık, $p < 0,05$). Maksimum LPO düzeyi % 15 özüt eklenmiş börölce yapraklarında gözlenmiştir ($2,4 \pm 0,2$ $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık, $p < 0,05$). Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında yapraklarda sıvı gübrenin farklı konsantrasyonları MDA düzeylerinde dalgalanmalara sebep olmuştur. Fakat %5 ve %15 özütte beklemiş börölce tohumlarının MDA miktarı sıvı gübre etkisiyle düşüş sergilemiştir (Kontrol: $1,9 \pm 0,01$ $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık, % 5: $1,5 \pm 0,02$ $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık, % 10: $2,1 \pm 0,03$ $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık, %15: $1,5 \pm 0,02$ $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık, $p < 0,05$, Şekil 3.53).



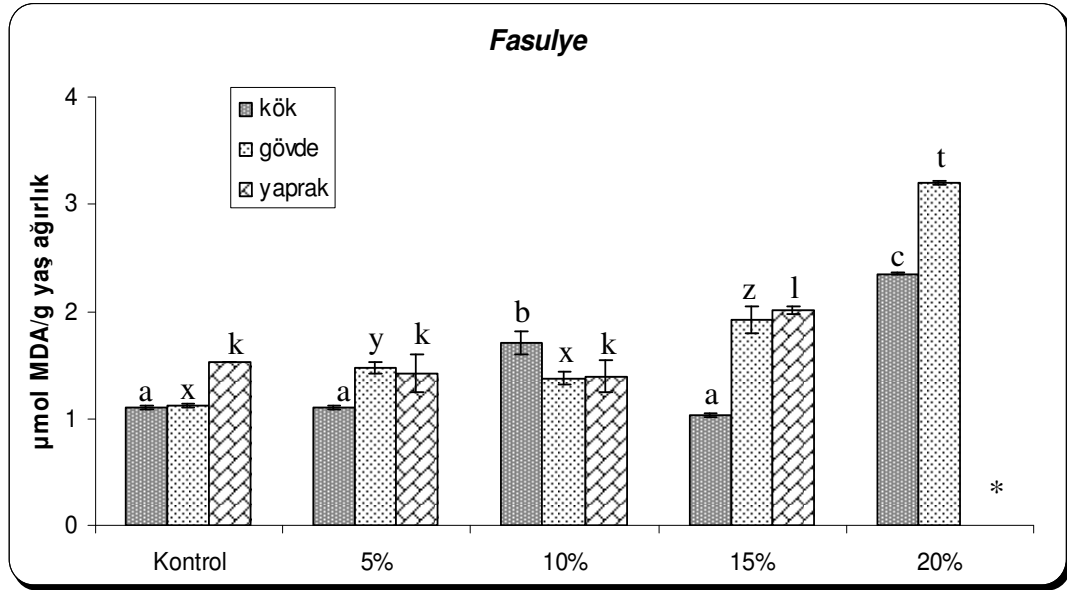
Şekil 3.54 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki MDA düzeyleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatikselsel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).



Şekil 3.55 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki MDA düzeyleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

* Analiz yapılacak kadar fasulye yaprak yetişmemiştir.

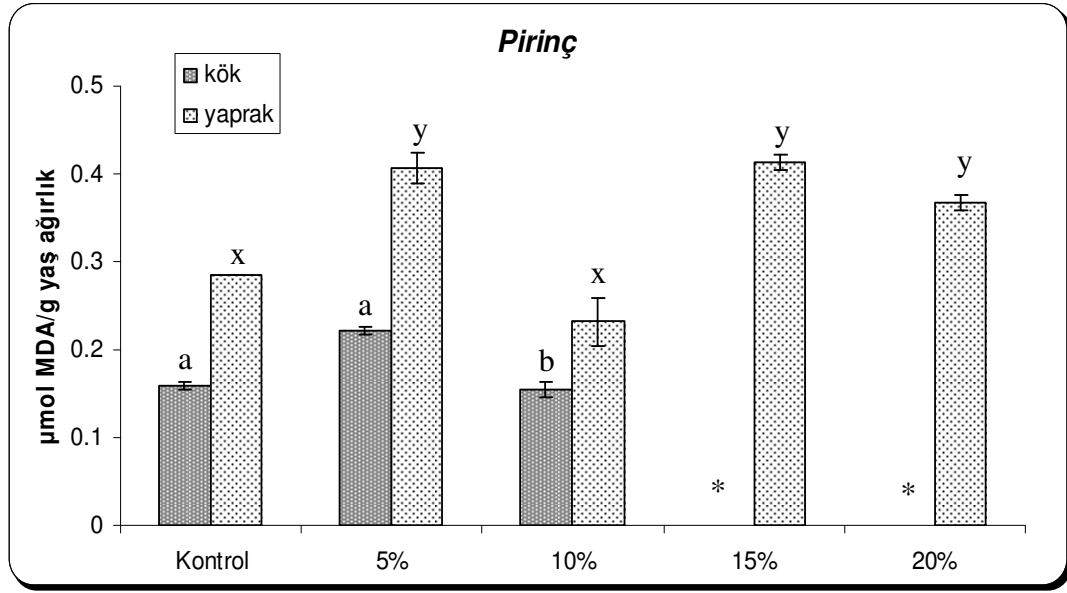
Sıvı alg gübresinin MDA düzeylerini azaltıcı etkisi kontrol grubuna göre fasulye gövdelerinde %5, % 15 ve %20 konsantrasyonlarda özüt eklenmesiyle meydana gelmiştir (Kontrol: $1,1 \pm 0,01$ µmol MDA/g yaş ağırlık, %5: $0,8 \pm 0,02$ µmol MDA/g yaş ağırlık, % 15: $0,9 \pm 0,02$ µmol MDA/g yaş ağırlık, %20: $0,8 \pm 0,0$ µmol MDA/g yaş ağırlık, $p < 0,05$, Şekil 3.54). Mart ayında ise özüt eklenmesi fasulye gövdelerinin MDA düzeylerinde artışa neden olmuştur (Kontrol: $0,52 \pm 0,01$ µmol MDA/g yaş ağırlık, %5: $0,54 \pm 0,03$ µmol MDA/g yaş ağırlık, % 10: $0,8 \pm 0,03$ µmol MDA/g yaş ağırlık, %15: $0,56 \pm 0,01$ µmol MDA/g yaş ağırlık, % 20: $0,75 \pm 0,09$ µmol MDA/g yaş ağırlık $p > 0,05$, Şekil 3.55).



Şekil 3.56 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki MDA düzeyleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

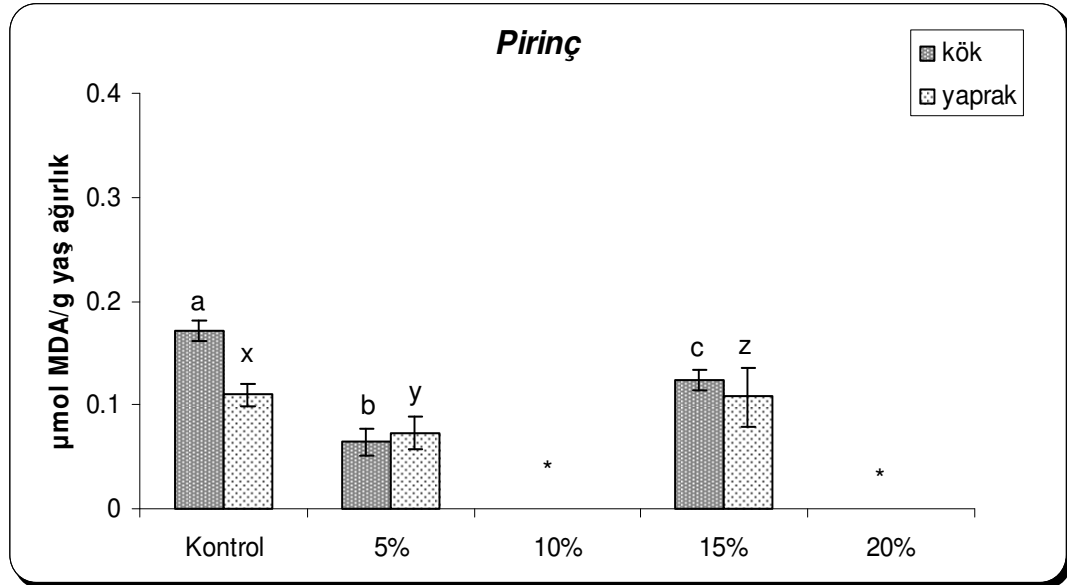
* Analiz yapılacak kadar % 20 özütte beklemiş yaprak yetişmemiştir.

Şekil 3.56'da görüldüğü gibi, fasulye köklerinde % 20 özütte beklemiş deney grubunda kontrol grubundan daha yüksek MDA miktarları bulunmuştur ($2,3 \pm 0,01$ $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık, $p < 0,05$). Fasulye gövdelerinde %15 özüt konsantrasyonu MDA düzeyini kontrol grubuna nazaran azaltmıştır ($1,03 \pm 0,01$ $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık, $p < 0,05$).



Şekil 3.57 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütünde yetiştirilen pirinç tohumlarının kök ve yapraklarındaki MDA düzeyleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

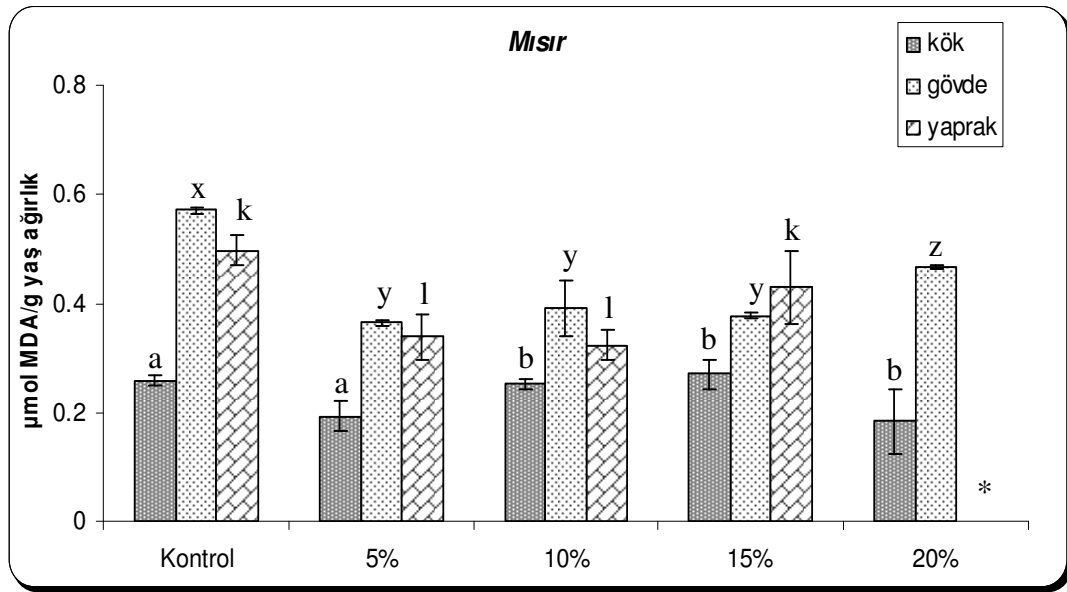
* Analiz yapılacak kadar % 15 ve %20 özüt eklenmiş pirinç kök yetişmemiştir.



Şekil 3.58 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen pirinç tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki MDA düzeyleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

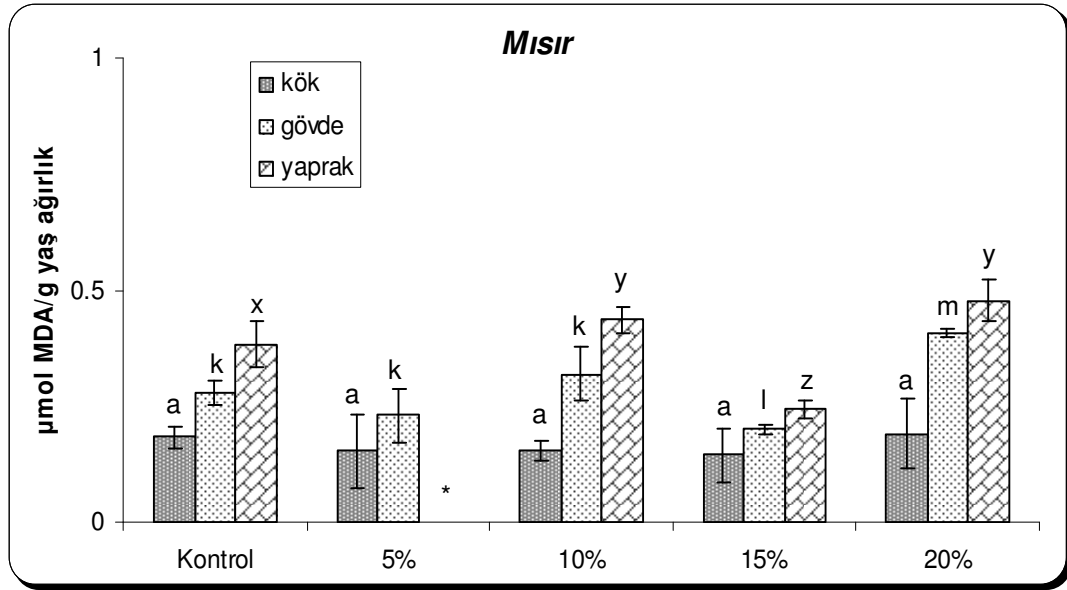
* Analiz yapılacak kadar %10 ve %20 özüt eklenmiş pirinç yetişmemiştir.

Eylül ayında yapılan analizler gösteriyor ki kontrol grubuna göre %10 özüt konsantrasyonu pirinç köklerinde MDA düzeyini düşürmüştür ($1,15 \pm 0,01 \mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık, $p < 0,05$, Şekil 3.57). Mart ayında ise kontrol grubuna göre pirinç kök ve yapraklarının MDA düzeyleri %5 özüt eklenmesiyle azalış sergilemiştir (Kök: $0,06 \pm 0,01 \mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık, Gövde: $0,07 \pm 0,01 \mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık, $p < 0,05$, Şekil 3.58). En yüksek MDA miktarı kontrol grubu pirinç köklerinde ve yapraklarında gözlenmiştir.



Şekil 3.59 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki MDA düzeyleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

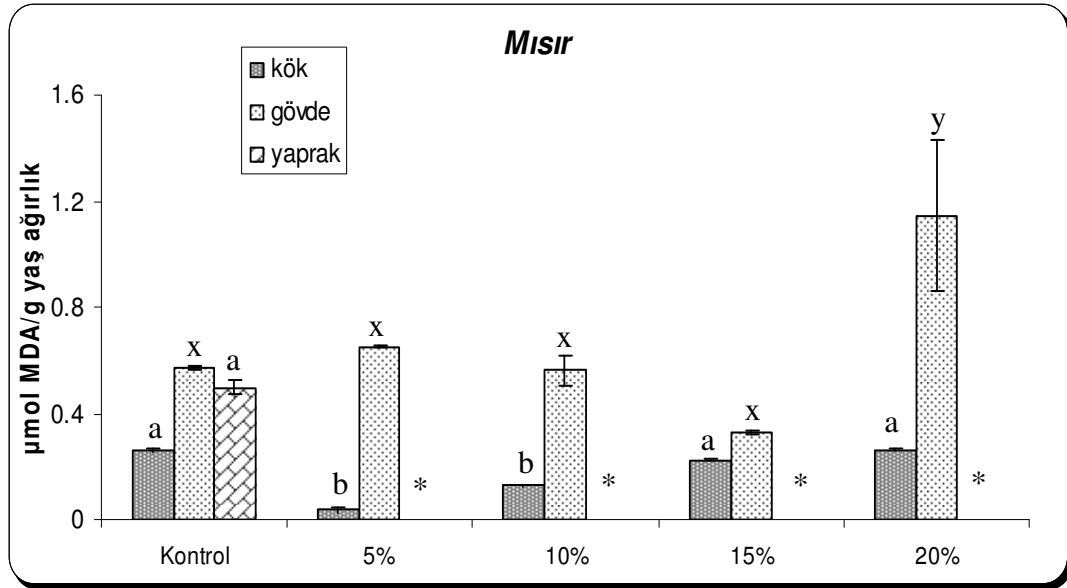
* Analiz yapılacak kadar %20 özüt eklenmiş mısır yetişmemiştir.



Şekil 3.60 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki MDA düzeyleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

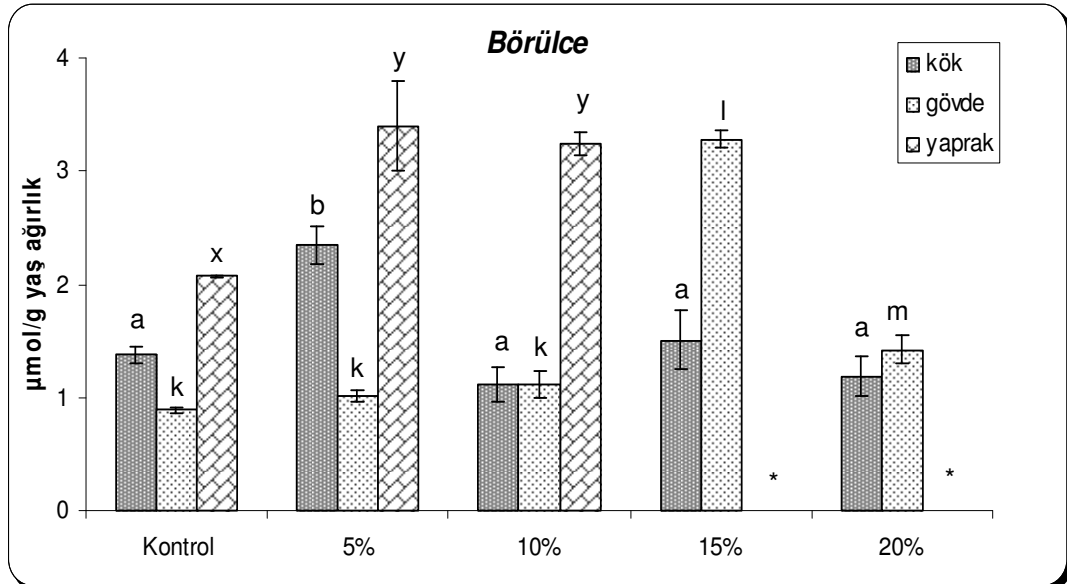
* Analiz yapılacak kadar % 5 mısır yaprak yetişmemiştir.

Mısır köklerinde %5 ve %15 özüt konsantrasyonları MDA düzeylerinde azalışa neden olmuştur. Bununla beraber mısır gövde ve yapraklarında tüm özüt konsantrasyonları MDA düzeylerini azaltmıştır (Şekil 3.59). Mart ayında ise mısır tohumlarında sadece %15'lik özüt konsantrasyonunda MDA düzeyleri önemli ölçüde azalış sergilemiştir (Kök: $0,14 \pm 0,05$ µmol MDA/g yaş ağırlık, Gövde: $0,2 \pm 0,01$ µmol MDA/g yaş ağırlık, Yaprak: $0,24 \pm 0,02$ µmol MDA/g yaş ağırlık, $p < 0,05$, Şekil 3.60).



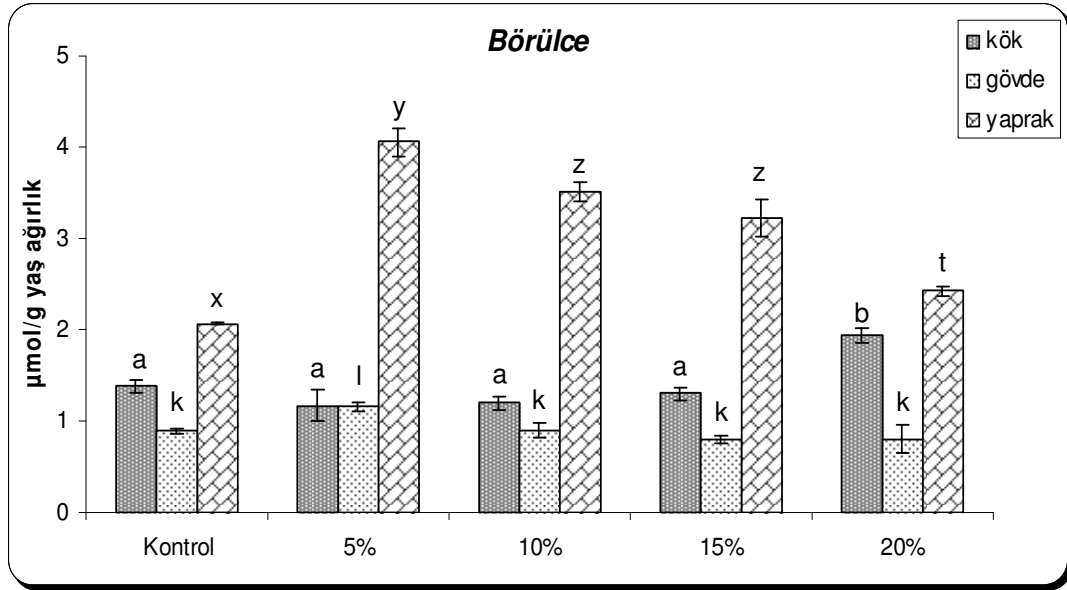
Şekil 3.61 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki MDA düzeyleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Şekil 3.61'de görüldüğü gibi, mısır köklerinde %5, %10 ve %15 özütte beklemiş deney grubunda kontrol grubundan daha düşük MDA miktarları bulunmuştur (sırasıyla, $0,03 \pm 0,01$ µmol MDA/g yaş ağırlık, $0,13 \pm 0,01$ µmol MDA/g yaş ağırlık, $p < 0,05$, $2,2 \pm 0,01$ µmol MDA/g yaş ağırlık).



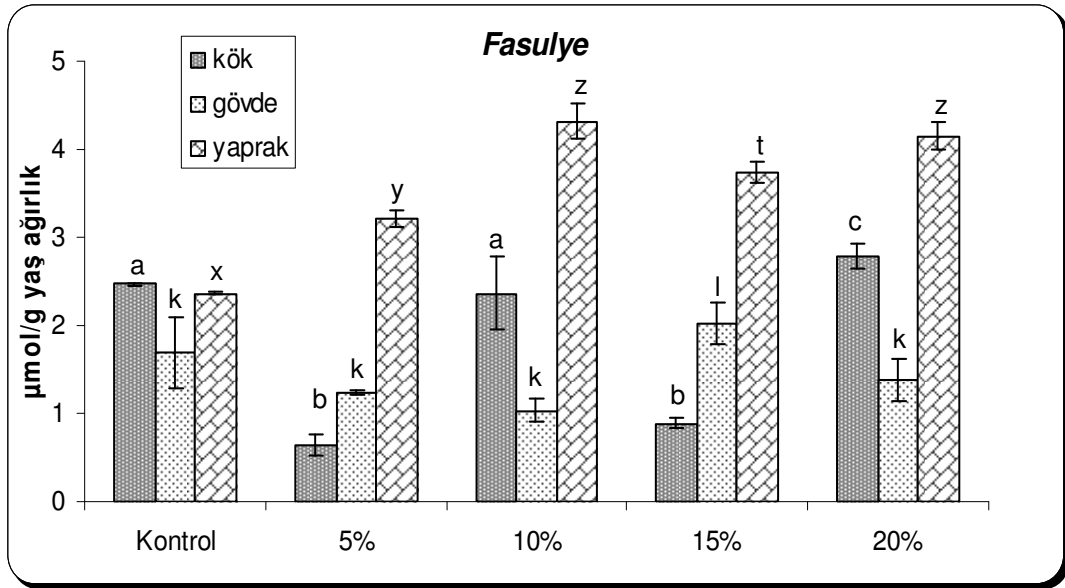
Şekil 3.62 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen börülce tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki askorbik asit miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

* Analiz yapılacak kadar börülce yaprak yetişmemiştir.

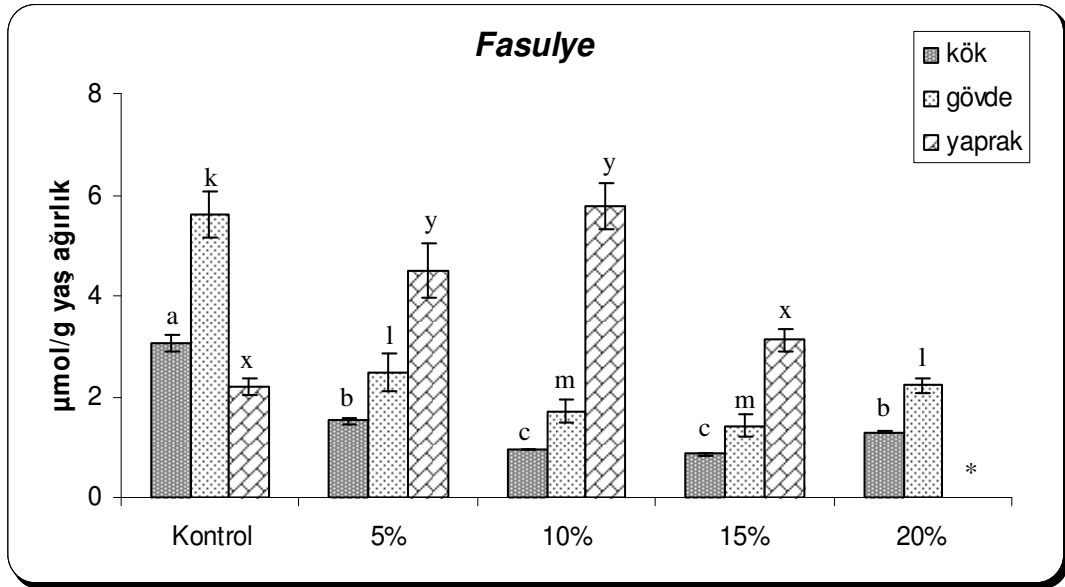


Şekil 3.63 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen börülce tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki askorbik asit miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

En yüksek askorbik asit miktarı %5 özüt eklenmiş börülce kök ve yapraklarında gözlenmiştir (sırasıyla, $2,3 \pm 0,2$ $\mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık, $3,4 \pm 0,4$ $\mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık, $p < 0,05$, Şekil 3.62). Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında % 5 özütte bekletilerek yetiştirilen börülce tohumlarının yapraklarında askorbik asit miktarında artış gözlenmiştir ($4,05 \pm 0,15$ $\mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık, $p < 0,05$, Şekil 3.63).



Şekil 3.64 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki askorbik asit miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

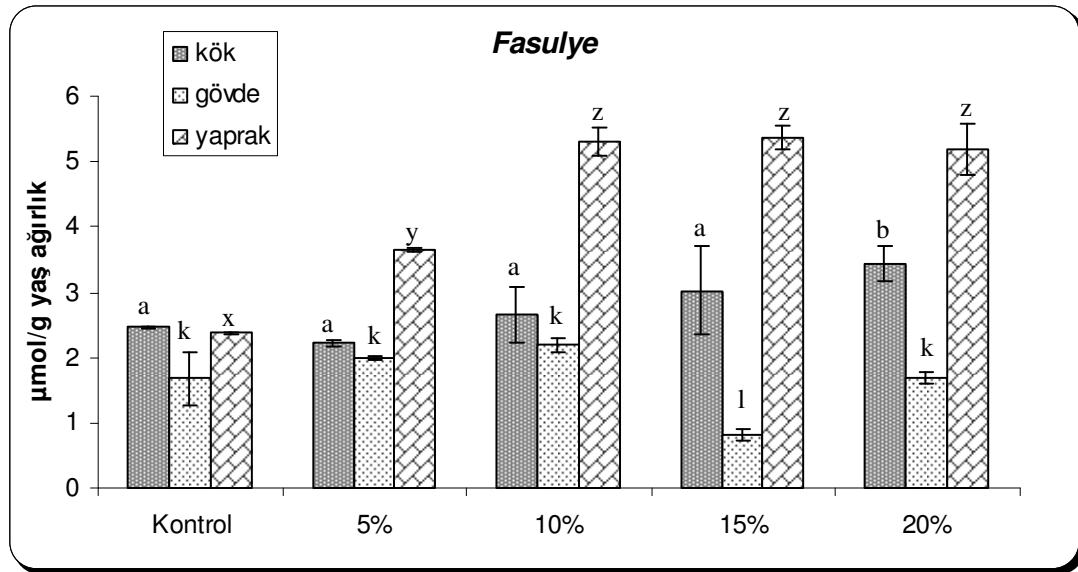


Şekil 3.65 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki askorbik asit miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

* Analiz yapılacak kadar fasulye yaprak yetişmemiştir.

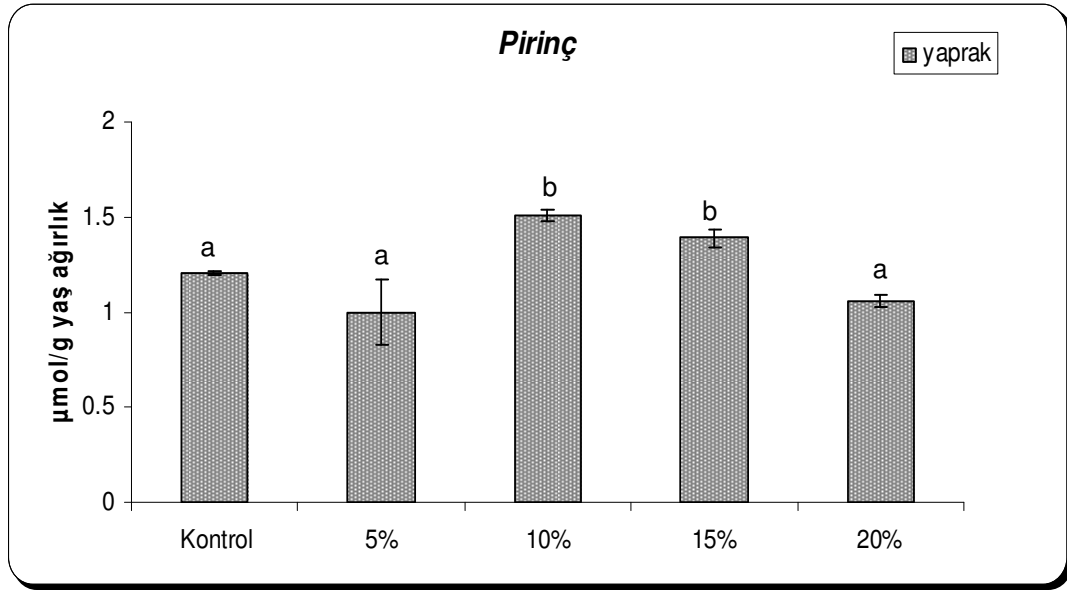
Fasulye yapraklarında maksimum askorbik asit miktarı % 10 özüt eklenmesiyle gözlenmiştir ($4,3 \pm 0,2$ µmol/g yaş ağırlık, $p < 0,05$, Şekil 3.64). Köklerde ise en yüksek askorbik asit miktarı %20 özüt eklenmiş deney grubunda gözlenmiştir ($2,8 \pm$

0,1 $\mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık, $p<0,05$, Şekil 3.64). Fasulye kök ve gövdelerinde maksimum askorbik asit miktarları kontrol grubunda gözlenmiştir (sırasıyla, $3,04 \pm 0,2 \mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık, $5,6 \pm 0,4 \mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık, $p<0,05$, Şekil 3.65). Eylül ayına benzer olarak %10 özüt eklenerek yetiştirilen fasulye tohumlarının yapraklarında maksimum askorbik asit miktarı $5,77 \pm 0,4 \mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık olarak bulunmuştur ($p<0,05$, Şekil 3.65).

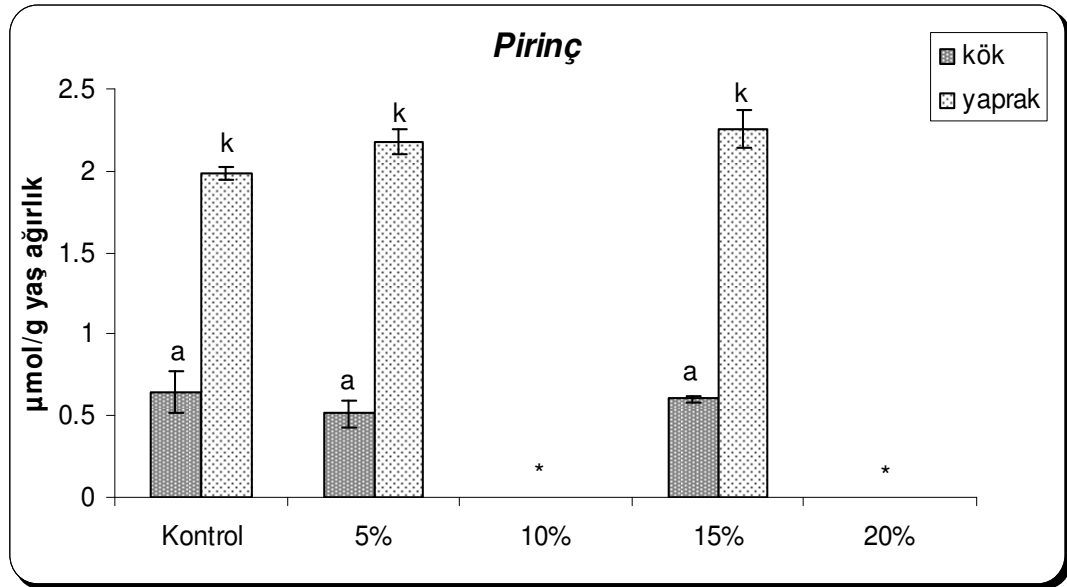


Şekil 3.66 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen fasulye tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki askorbik asit miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p<0,05$).

Kontrol grubuna göre %10 ve %15 özütte bekletilerek yetiştirilen fasulye tohumlarının yapraklarında maksimum askorbik asit miktarı sırasıyla, $5,36 \pm 0,2 \mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık ve $5,18 \pm 0,4 \mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık olarak bulunmuştur ($p<0,05$, Şekil 3.66).



Şekil 3.67 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen pirinç tohumlarının yapraklarındaki askorbik asit miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

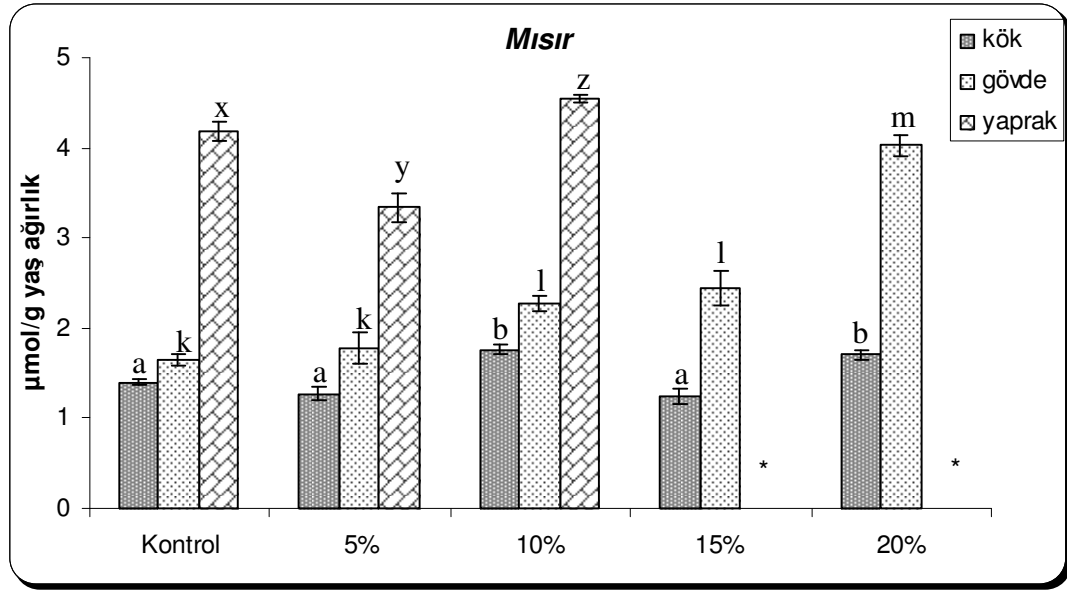


Şekil 3.68 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen pirinç tohumlarının yapraklarındaki askorbik asit miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

* Analiz yapılacak kadar pirinç yetişmemiştir.

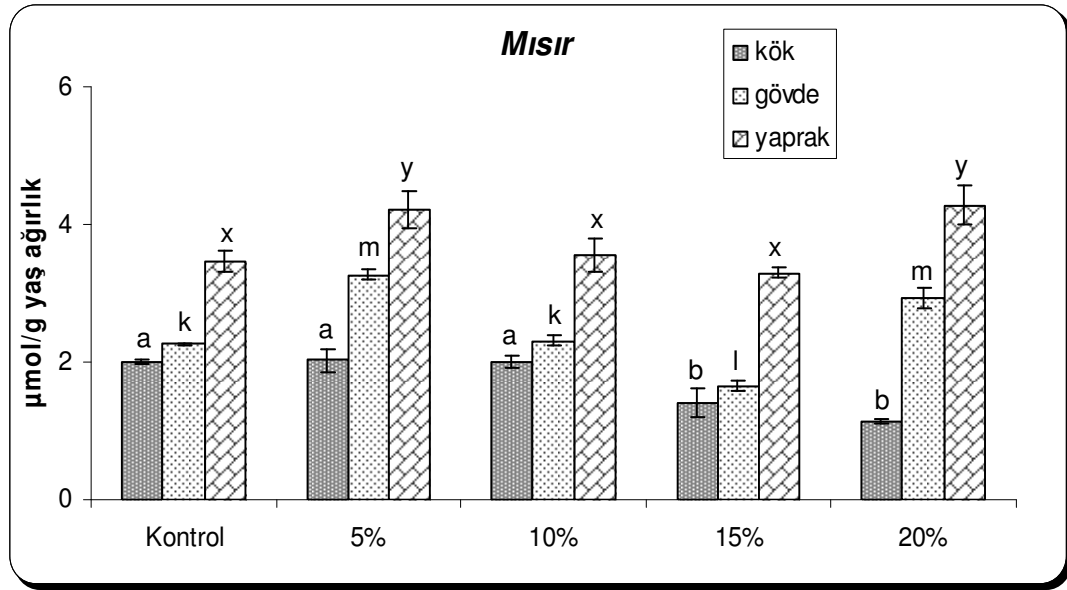
Pirinç yapraklarında yapılan analizler sonucunda, %10 özüt eklenmesi kontrol grubuna kıyasla daha yüksek askorbik asit miktarı gözlenmesine neden olmuş ve bu

sonuç istatikselsel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ($p<0,05$, Şekil 3.67). Eylül ayına kıyasla mart döneminde %10 özüt konsantrasyonunda yetiştirilen pirinç tohumlarından yeterli verim alınamamıştır. Pirinç yapraklarında yapılan analizler sonucunda, %5 özüt eklenmesi kontrol grubuna nazaran daha yüksek askorbik asit miktarı gözlenmesine neden olmuş ve istatikselsel olarak anlamlı farklılık göstermiştir ($p<0,05$, Şekil 3.68).



Şekil 3.69 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki askorbik asit miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatikselsel olarak farklılığı göstermektedir ($p<0,05$).

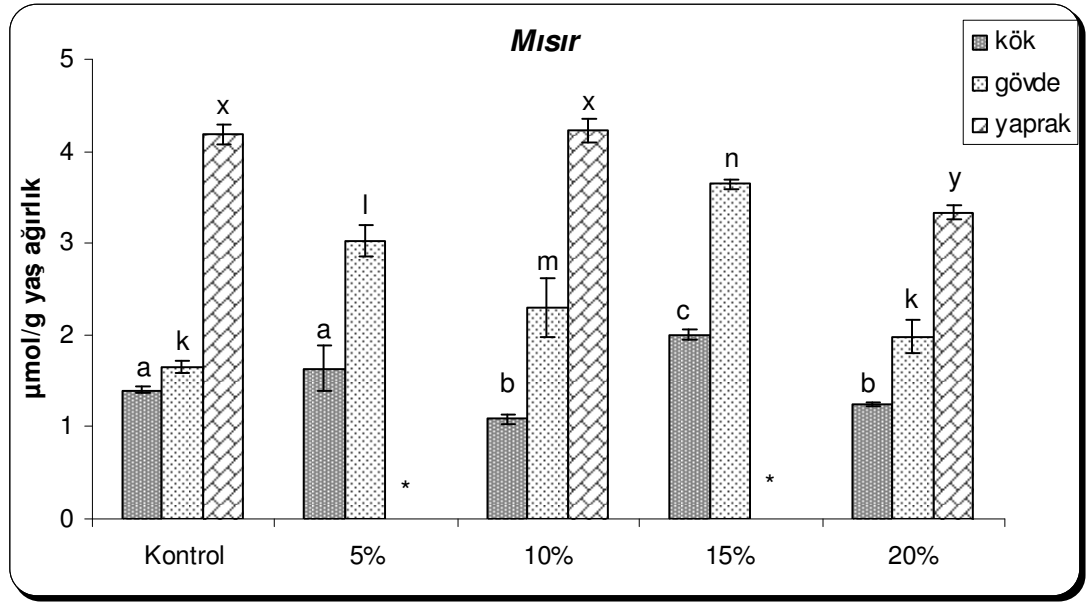
* Analiz yapılacak kadar mısır yaprak yetişmemiştir.



Şekil 3.70 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki askorbik asit miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

* Analiz yapılacak kadar %5 özüt eklenmiş mısır yetişmemiştir.

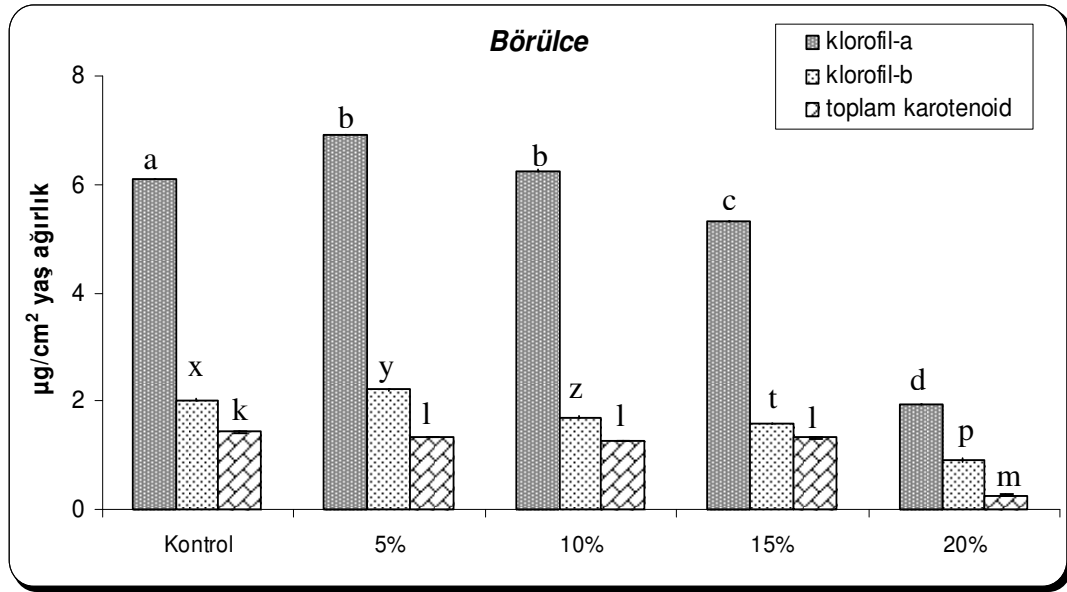
Maksimum askorbik asit miktarları %10 özüt eklenmiş mısır kök ve yapraklarında gözlenmiştir (sırasıyla, $1,77 \pm 0,05$ $\mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık, $4,5 \pm 0,04$ $\mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık, $p < 0,05$). Gövdede ise %20 özüt eklenmiş grupta askorbik asit miktarı kontrol grubundan daha yüksek bulunmuştur ($4,1 \pm 0,1$ $\mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık, $p < 0,05$, Şekil 3.69). Eylül ayına benzer şekilde en yüksek askorbik asit miktarı %20 özüt eklenmiş mısır gövdelerinde ve yapraklarında gözlenmiştir (sırasıyla, $2,92 \pm 0,15$ $\mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık, $4,28 \pm 0,2$ $\mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık, $p < 0,05$, Şekil 3.70).



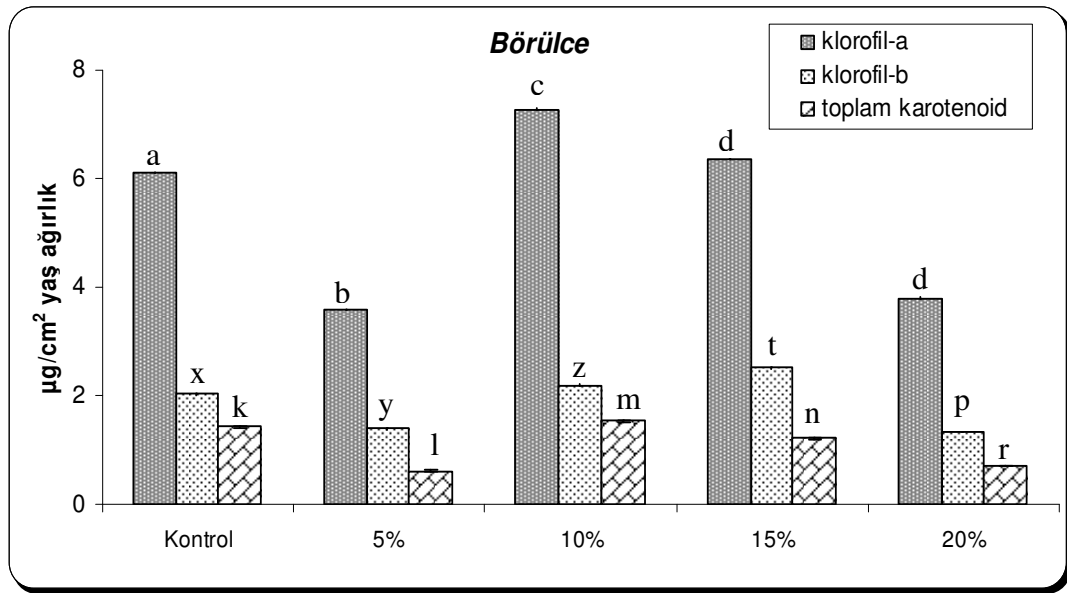
Şekil 3.71 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen mısır tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki askorbik asit miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

* Analiz yapılacak kadar mısır yaprak yetişmemiştir.

Farklı sıvı alg gübresi konsantrasyonlarında bekletilerek yetiştirilen mısır yaprakları arasında maksimum askorbik asit miktarı %10 özüt konsantrasyonunda gözlenmiştir ($4,22 \pm 0,1$ $\mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık, $p < 0,05$, Şekil 3.71).



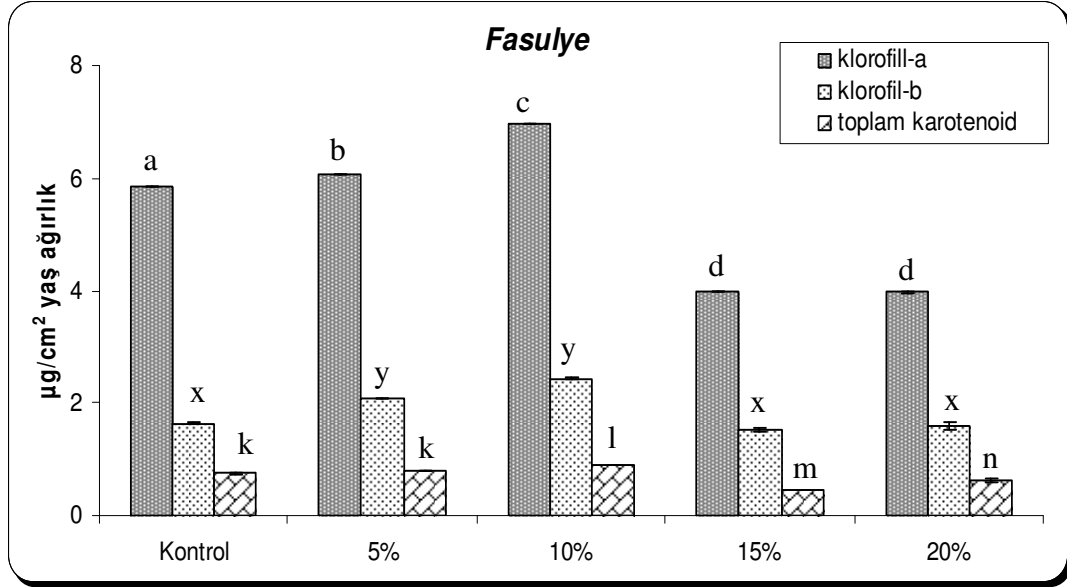
Şekil 3.72 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özüttü eklenerek yetiştirilen börölce tohumlarının yapraklarındaki Klorofil-a,b ve Toplam karotenoid düzeyleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).



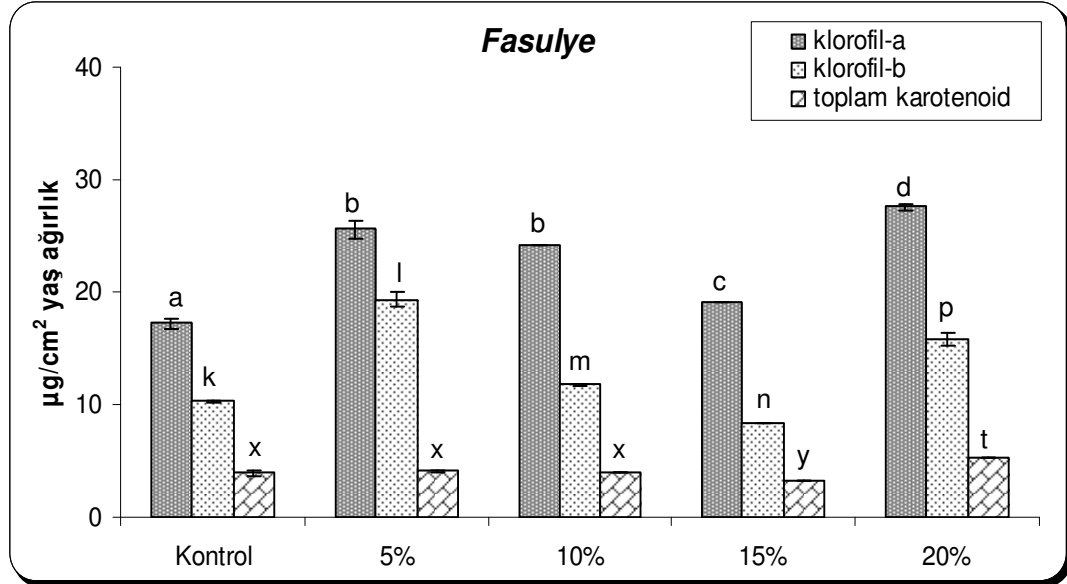
Şekil 3.73 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özüttünde bekletilerek yetiştirilen börölce tohumlarının yapraklarındaki Klorofil-a,b ve Toplam karotenoid düzeyleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Kontrol grubuna göre klorofil-a miktarı % 5 ve %10'luk özütle konsantrasyonlarında artış göstermiştir. Klorofil-b en fazla % 5 özütle konsantrasyonu eklenmiş börölce yapraklarında gözlenirken toplam karotenoid miktarları artan özütle konsantrasyonlarıyla beraber düşüş gözlenmiştir ($p < 0,05$, Şekil 3.72). Kontrol grubu

ile karşılaştırıldığında alg gübresinin %10 ve %15'lik konsantrasyonlarının klorofil-a düzeylerine pozitif etki göstermiştir (Kontrol: $6,1 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık, %10: $7,3 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık, $6,4 \pm 0,0 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık, $p < 0,05$, Şekil 3.73).

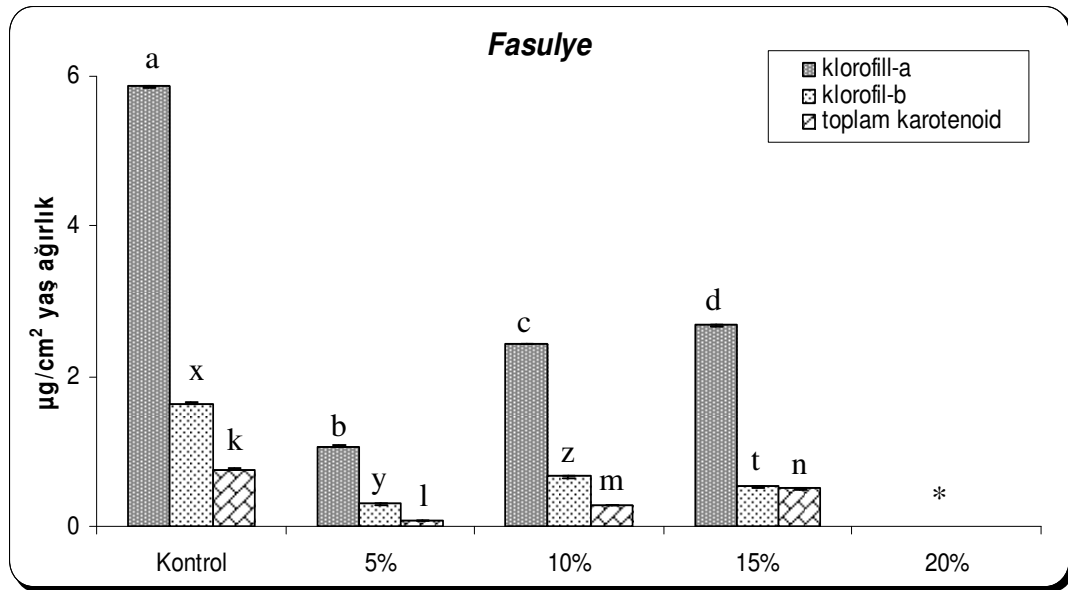


Şekil 3.74 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen fasulye tohumlarının yapraklarındaki Klorofil-a,b ve Toplam karotenoid düzeyleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).



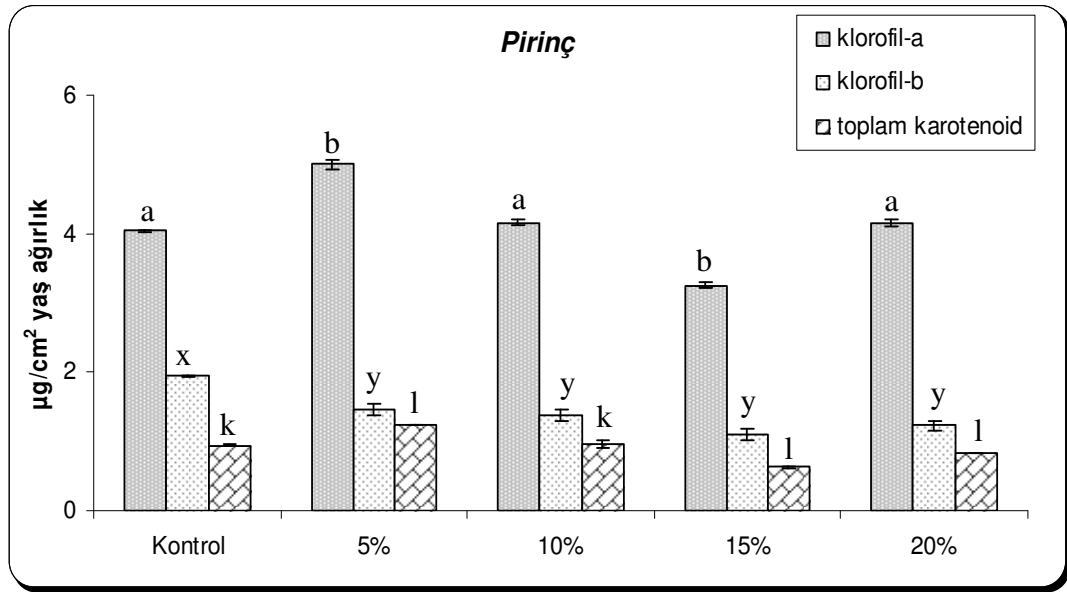
Şekil 3.75 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen fasulye tohumlarının yapraklarındaki klorofil-a,b ve toplam karotenoid miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Eylül ayında klorofil-a, b ve toplam karotenoid miktarları en fazla %10 özüt eklenmiş deney grubunda gözlenmiştir (sırasıyla, $7,0 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık, $2,4 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık, $0,9 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık, $p < 0,05$, Şekil 3.74). Sıvı alg gübresinin farklı konsantrasyonları fasulye tohumlarının klorofil-a, b ve toplam karotenoid miktarlarında pozitif etki göstermiştir. En yüksek klorofil-a miktarı %20 özüt eklenmiş deney grubunda gözlenmiştir ($27,6 \pm 0,25 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık, $p < 0,05$, Şekil 3.75).

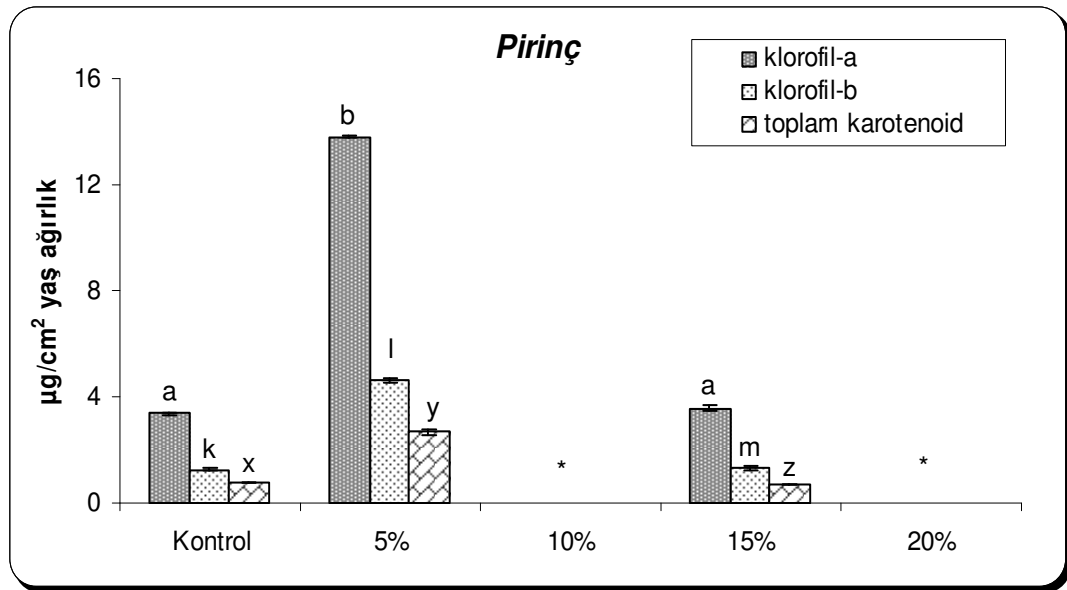


Şekil 3.76 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen fasulye tohumlarının yapraklarındaki Klorofil-a,b ve Toplam karotenoid düzeyleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Kontrol grubunda klorofil-a,b ve toplam karotenoid miktarları deney gruplarına göre daha yüksek çıkmıştır. Maksimum klorofil-a miktarı $5,9 \pm 0,0 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık olarak bulunmuştur. Eylül ayında özütte bekletilerek yetiştirilen fasulye tohumlarında olumsuz etki gözlenmiştir.



Şekil 3.77 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen pirinç tohumlarının yapraklarındaki klorofil-a,b ve toplam karotenoid düzeyleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

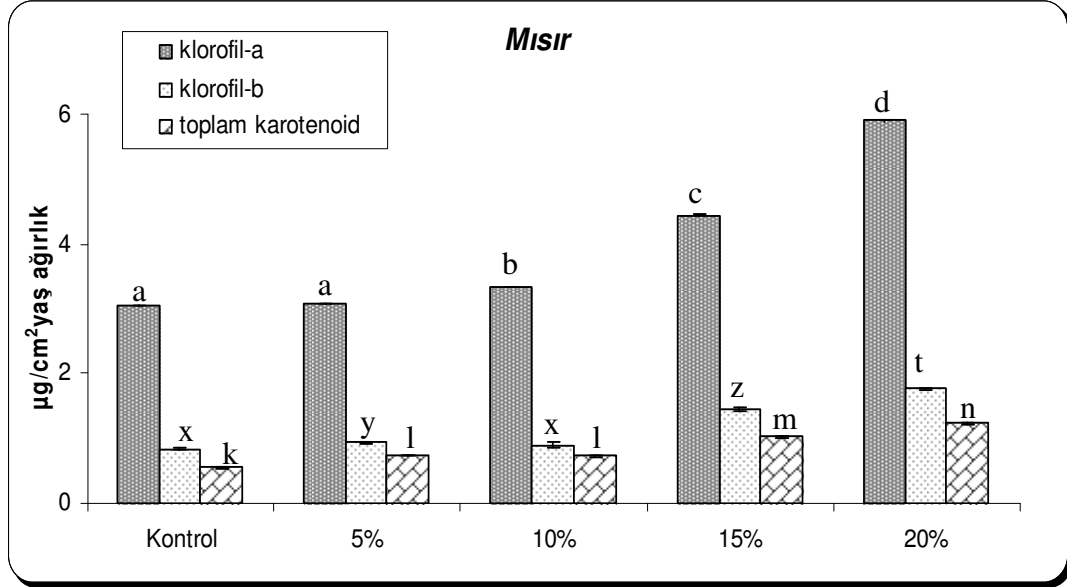


Şekil 3.78 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen pirinç tohumlarının yapraklarındaki klorofil-a,b ve toplam karotenoid miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

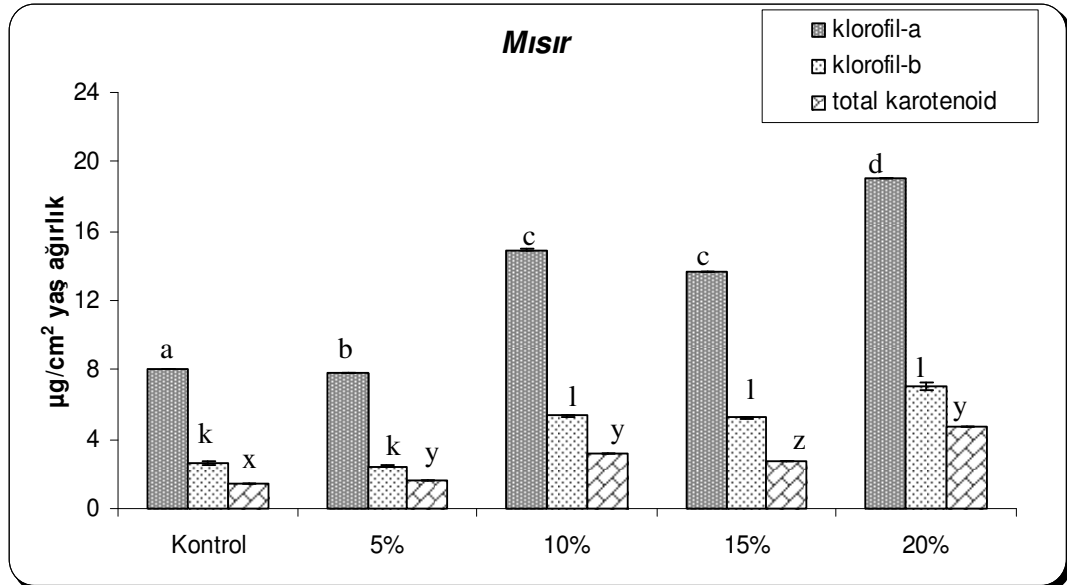
* Analiz yapılacak kadar %10 ve %20 özüt eklenmiş pirinç yetişmemiştir.

En yüksek klorofil-a ve toplam karotenoid miktarları %5 özüt eklenmiş pirinç yapraklarında gözlenmiştir (sırasıyla, $5,0 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık, $1,2 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık, $p < 0,05$, Şekil 3.77). Mart ayında da en yüksek klorofil-a,b ve

toplam karotenoid miktarları kontrol grubuna kıyasla %5 özüt eklenmiş pirinç tohumlarında gözlenmiştir (sırasıyla, $13,77 \pm 0,03 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık, $4,62 \pm 0,06 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık, $2,67 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık, $p < 0,05$, Şekil 3.78).

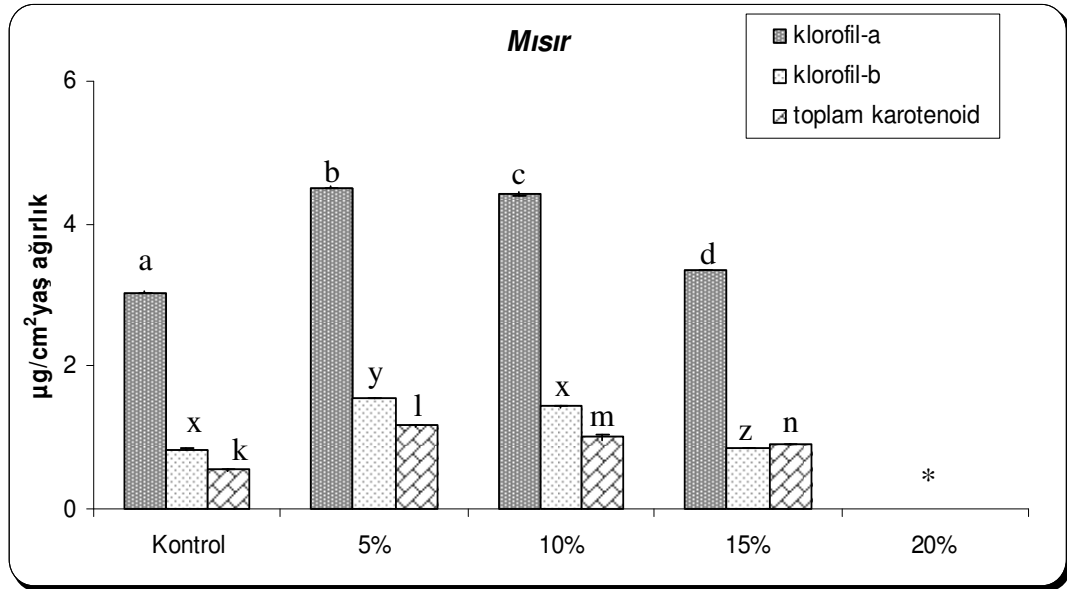


Şekil 3.79 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen mısır tohumlarının yapraklarındaki klorofil-a,b ve toplam karotenoid düzeyleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).



Şekil 3.80 Mart 2009 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'den elde edilen sıvı alg özütü eklenerek yetiştirilen mısır tohumlarının yapraklarındaki klorofil-a,b ve toplam karotenoid miktarları. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p < 0,05$).

Şekil 3.79’de görüldüğü gibi, özüt konsantrasyonu arttıkça klorofil-a miktarında artmaktadır. Yüksek özüt konsantrasyonu klorofil-a miktarını pozitif yönde etkilemiş ve % 20 özüt eklenmiş deney grubunda $5,9 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık olarak ölçülmüştür ($p<0,05$). Yine % 20 özüt eklenmiş yapraklarda diğer gruplara göre daha fazla klorofil-b ve total karotenoid miktarları gözlenmiştir ($1,8 \pm 0,0 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık, $1,2 \pm 0,0 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık, $p<0,05$). Mart ayında maksimum klorofil-a, b ve toplam karotenoid miktarları %10, %15 ve %20 özüt eklenmiş deney gruplarında gözlenmiştir ($p<0,05$). Maksimum klorofil-a, b miktarı sırasıyla, $19,03 \pm 0,02 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık, $7,04 \pm 0,23 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık olarak bulunmuştur (Şekil 3.80).



Şekil 3.81 Eylül 2008 ayında *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilen sıvı alg özütünde bekletilerek yetiştirilen mısır tohumlarının yapraklarındaki Klorofil-a,b ve Toplam karotenoid düzeyleri. Hata çubukları üzerindeki harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermektedir ($p<0,05$).

* Analiz yapılacak kadar %20 özütte beklemiş mısır yetişmemiştir.

Kontrol grubuna göre en yüksek klorofil-a, b ve toplam karotenoid miktarları % 5 özütte beklemiş deney grubunda gözlenmiştir (sırasıyla, $4,5 \pm 0,0 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık, $1,6 \pm 0,0 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık, $1,2 \pm 0,0 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ yaş ağırlık, $p<0,05$, Şekil 3.81).

BÖLÜM DÖRT

TARTIŞMA

Normal koşullar altında aerobik hücre metabolizmasında ROT (oksidanlar) ve antioksidanlar arasında bir denge bulunmaktadır. Bununla birlikte, bitki metabolizmasında bazı koşullar için oksidan moleküllerin sentezi de gereklidir. Öte yandan, oksidan-antioksidan dengenin oksidanlar lehine bozulması sonucunda ortamda bulunan aşırı ROT hücrelerin lipit, protein, DNA ve karbonhidrat gibi tüm önemli bileşiklerine etki ederler. Serbest radikallerin bu etkileri sonucunda hücre hasarları hatta ölümleri meydana gelir. Bitkiler bu ROT'nin etkilerini önlemek ve en aza indirmek için yapılarındaki savunma sistemlerinden (antioksidanlar) yararlanırlar (Dat ve ark., 2000). ROT, bitkilerin eksojen kaynaklı çevresel faktörlere (radyasyon, sıcaklık, tuzluluk, ağır metal, susuzluk vb.) maruz kalmasıyla artmaktadır. Bitkiler oksidatif hasarı önlemek için enzimatik ve enzimatik olmayan mekanizmalardan yararlanırlar. Enzimatik antioksidanlar süperoksit dismutaz, katalaz, peroksidaz, askorbat peroksidaz ve enzimatik olmayan antioksidanlar askorbat, glutatyon, tokoferoller ve karotenlerdir (Li ve ark, 2008). Çevresel faktörler sonucu artan ROT bitkilerin büyüme parametrelerini verimlerini ve kalitelerini düşürmektedir (Burke ve ark., 1990). Dünyada tarım alanları endüstrileşme, artan nüfus ve küresel ısınma nedeniyle hızla azalmaktadır. Türkiye içinde bulunduğu yarı kurak iklim nedeniyle küresel ısınmadan her geçen gün daha fazla etkilenmeye başlamıştır. Sıcaklığın mevsim normallerinin üzerinde seyretmesi ile kuraklık ve susuzluk baş göstermektedir. Bitkiler üzerindeki bu stres koşulları tarımı ve tarım alanlarını tehdit etmektedir. Doğadaki dengeyi korumak, çevre kirliliğini önlemek, daha sağlıklı ve kaliteli ürünler üretmek amacıyla geliştirilen organik tarım ülkemizde de alternatif üretim yöntemi olmuştur. Kimyasal gübre ve ilaçlar ürün verimini arttırmakta fakat insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Uygulanan bu tarım ilaçları kalıntılarının bile besinlerle alınması başta kanser olmak üzere erken doğum ve doğuştan bozukluklar, emzirme süresinin kısalması, saç dökülmesi ve deri sorunları,

mutasyon, astım, alerji ve göz rahatsızlıklarına neden olabilmektedir (Yurttagül, 2001; Evrensel, 2001; Türk, 2001).

Organik tarımda, organik gübre ve organik pestisit yetersizliği, üretilen ürünlerin pahalı olması, işgücü ve üretim alanlarının kısıtlı olması nedeniyle Türkiye’de organik tarım istenilen ölçüde yapılamamaktadır (Yurttagül, 2001; Evrensel, 2001; Türk, 2001). Bir bitkinin gelişimi için ihtiyaç duyduğu fosfat, nitrat, iz elementler ve bazı bitki hormon uyarıcı yapıların deniz algleri içerisinde varlığının anlaşılması deniz alglerini çevre dostu doğal gübre üretimine olanak sağlamıştır. Ülkemizin üç tarafı denizlerle çevrili olup denizlerimizde oldukça fazla çeşitte alg bulunmaktadır. Ancak bu algler içerisinde yer alan *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* Akdeniz ekosistemi için yabancı ve yayılımcı bir tür olup ülkemizin hemen hemen bütün sahillerinde varlığı bilinmektedir. Bu çalışmada, bu yayılımcı alg türünden sıvı gübre elde edilmiş ve bu ürünün börülce, fasulye, mısır ve pirinç tohumlarına olan biyokimyasal etkileri incelenmiştir. Literatürden araştırıldığında birçok deniz alginin çeşitli bitkilerin gelişimine katkı sağladığı anlaşılmaktadır. Sivasankari ve arkadaşları (2006) tarafından *Caulerpa chemnitzia* ve *Sargassum wightii* alglerinden elde edilen sıvı özütlerin *Vigna sinensis* (börülce)’nin gelişimi ve klorofil, karotenoid, indirgen-yükseltgen şeker, aminoasit, protein, alfa-amilaz düzeyleri üzerine etkileri incelenmiştir. Crouch ve arkadaşları (1992), *Ecklonia maxima* adlı deniz alginin domates tohumlarının gelişimi üzerine etkilerini incelemiştir. Deney sonuçlarına göre, deniz algi eklenmiş domates bitkilerinde olgunlaşma ve mahsul verme oranında yaklaşık %10’luk bir artış gözlemlenmiştir. Bu çalışma da ayrıca sıvı alg özütünün yaprağa sprey şeklinde uygulanmasının toprağa direkt uygulamaktan daha etkin olduğu rapor edilmiştir. Fornes ve arkadaşları (2002) tarafından yapılan çalışmada, bir deniz algi olan *Ascophyllum nodosum*’un değişik konsantrasyonlarda hazırlanmış özütü klementin tipi mandalina ve navelina tipi portakal ağaçlarına uygulanmıştır. Alg özütü klementin tipi mandalina verimini %11 oranında arttırmıştır. İçerisine belirli konsantrasyonda gibberellik asit konulan alg özütü eklendiğinde verimin %41 oranında arttığını gözlemlenmiştir.

Börülce tohumlarında sıvı alg gübresinin etkisiyle kontrol grubuna nazaran daha fazla kök ve gövde uzunlukları (%5 ve %10’ lik konsantrasyonlarda) gözlenmiştir. Börülce tohumlarının kök, gövde ve yapraklarındaki biyokimyasal analizlerden elde

ettiğimiz sonuçlara göre özüt eklenmiş ve özütte beklemiş tohumların protein miktarında, CAT, APX aktivitelerinde, α -amilaz miktarında, klorofil-a,b düzeylerinde artış göstermiştir. Börülce tohumlarındaki yüksek çimlenme yüzdesi (%5, %10 ve %20 konsantrasyonlarda) alg özütünde muhtemel bulunan büyümeyi hızlandırıcı maddelerin (gibberellinler, sitokininler, mikronutrientler, aminoasitler) varlığından ileri geldiği söylenebilir (Sivasankari ve ark., 2006). Özüt eklenmiş börülce tohumlarının kök ve yapraklarında sıvı alg gübresinin etkisiyle SOD ve CAT aktiviteleri artış göstermiş fakat MDA seviyesinde de artış gözlenmiştir. Hücrede oluşan süperoksit radikalleri SOD enzimi yardımıyla H_2O_2 'e dönüştürülür. Katalaz, ve askorbat peroksidaz H_2O_2 'i moleküler oksijene ve suya çevirir. Süperoksit radikallerinin börülce tohumlarında artması sonucu oluşan H_2O_2 'i inhibe etmek için CAT ve APX aktiviteleri artış göstermiş olabilir. LPO miktarının bununla beraber artışı bu antioksidan enzimlerin kök ve yapraklardaki oksidatif hasarı önleyecek kadar yeterli olamamış olmasından kaynaklanabilir. Benzer sonuçlar Posmyk ve ark. 2005 tarafından yapılan çalışmada gözlenmiştir. Özütte bekletilerek yetiştirilen börülce tohumlarının yapraklarında klorofil a ve b miktarları (%10 ve %15 özüt konsantrasyonlarında) kontrol grubuna göre artış göstermiştir. Çevresel stres faktörlerinin bitkiler üzerindeki etkilerini anlamak için organizmalarda klorofil içeriğine bakılmaktadır. Metal kirliliği (Ni-Cu) içeren toprakta yetişmiş *Empetrum nigrum*' un klorofil içeriğinde azalma gözlenmiştir (Monni ve ark., 2001). Sıvı alg gübresinde yapılan analizler sonucunda bakır ve çinko miktarının az olması bu algin denizden gelebilecek herhangi bir ağır metal kirliliğine maruz kalmadığını da göstermektedir.

Sıvı alg gübresinin fasulye tohumlarına eklenerek uygulanması Eylül ve Mart aylarında kök ve gövde uzunluklarında önemli ölçüde artışa sebep olmuştur. Eylül ayında özüt eklenerek yetiştirilen fasulye tohumlarının gövdelerinde CAT, APX, SOD enzimleri artmış MDA düzeyleri azalmıştır. Mart ayında ise %20 özüt konsantrasyonu eklenmiş fasulye gövdelerinin sadece CAT ve SOD enzimlerinde artış gözlenmiştir. Eylül ayı deney sonuçları göz önüne alındığında, SOD enziminin süperoksit anyon radikalini detoksife etmesiyle oluşan ve kloroplastlar, nükleik asitler, proteinler için çok zararlı olan H_2O_2 , CAT ve APX tarafından elimine edildiği düşünülmektedir. MDA düzeylerindeki azalış, fasulye tohumlarının membranlarının

antioksidan enzimlerce dayanıklılık kazandırıldığı ve sıvı alg gübresinin antioksidan enzimleri uyarıcı özelliğinden ileri geldiği söylenebilir. Silisyum (Si) bitki metabolizmasında esansiyel bir element olmasa da sağlıklı bir gelişim ve büyüme için gerekli olup çoğunlukla bitki solüsyonlarında bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda silisyumun bitkilerde abiotik ve biyotik stresi azaltıcı etkisinin anlaşılmasıyla büyük önem kazanmıştır. Silisyum, susuzluk, soğuk ve tuz stresi altındaki bitkilerde antioksidan aktiviteleri artırıcı, oksidatif hasarı azaltıcı ve strese karşı dayanıklılığını artırıcı özellik göstermiştir (Liang ve ark., 2008). Sıvı alg gübresinin içinde bulunan Si fasulye tohumlarının oksidatif savunma mekanizmalarını güçlendirerek membran hasarlarına karşı korumuştur. Özütle eklenmiş fasulye yapraklarında yapılan analizler sonucunda klorofil a-b ve toplam karotenoid miktarlarının arttığı gözlenmiştir. Bu sonuç, fasulyedeki fotosentetik kapasiteyi azaltıcı türlerin antioksidanlar tarafından inhibe olduğunu gösterebilir.

Pirinç tohumlarında sıvı alg gübresinin Eylül ve Mart aylarında kök ve gövde uzunluklarında pozitif etkisi olmasına rağmen biyokimyasal analizlerde pozitif sonuçlar alınamamıştır. Pirinç tohumlarına sıvı gübre eklenmesiyle yapraklarında CAT, SOD aktiviteleri ve LPO düzeyleri artmıştır. Buna karşın mart ayında CAT, SOD, APX enzimlerinin ve LPO düzeylerinin (%5 ve %15 özütle konsantrasyonlarında) azaldığı gözlenmiştir. Ayrıca Eylül ayında pirinç yapraklarında klorofil-a,b'nin azalarak toplam karotenoidlerin arttığı görülmüştür. Klorofil yıkımının arttığı ve klorofil biyosentezinin engellendiği düşünülebilir. Azalan klorofil miktarı sonucunda kloroplastları korumak için karotenoidler devreye girmekte ve karotenoid miktarı buna bağlı olarak arttığı düşünülebilir.

Mısır tohumlarına özütle eklenmesi Eylül ve Mart aylarında kök, gövde uzunluklarını ve çimlenme yüzdesini arttırmıştır. Eylül ayı deney grubunda özütle eklenmesi SOD aktivitesini artmış fakat CAT aktivitesini ve MDA düzeyleri azalmıştır. Mart ayında benzer olarak mısır yapraklarında SOD aktivitesi (%20 özütle konsantrasyonunda) artmış ve CAT aktivitesi azalmıştır. Süperoksit radikal anyonunun etkisi artan SOD enzimi tarafından önlenmiş olduğu ve bu da MDA düzeyinin azalmasını sağlandığı söylenebilir. Özden ve ark. (2009), H₂O₂'e maruz kalmış üzüm yapraklarına prolin ilave edilmesinin antioksidan enzimler üzerine

etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda prolin ilavesinin MDA konsantrasyonunu azalttığı bildirilmiştir. Prolin çözünebilir, toksik olmayan ve düşük molekül ağırlıklı bir amino asittir. Ayrıca prolin, sitoplazma ve vakuol arasında hücrel osmotik düzenleyici ve ROT'ni detoksife edici fonksiyonlarından ötürü membran dayanıklılığını sağladığı açıklanmıştır (Özden ve ark., 2009). Deney sonuçlarımıza göre mısır tohumlarının yapraklarındaki SOD enziminin artmasının nedeni sıvı alg gübresini içinde bulunan aminoasitlerden meydana gelmiş olabileceği olasıdır. Özütte bekletilerek yetiştirilen mısır tohumlarının köklerinde CAT, APX aktivitesi artmış SOD ve LPO aktiviteleri azalmıştır. Süperoksit radikali ($O_2^{\cdot-}$) sitoplazma, mitokondri, nükleus ve endoplazmik retikulum membranlarında lipid peroksidasyonunu başlatır. Süperoksit radikalının az olmasından dolayı membranlarda lipid peroksidasyon meydana gelmemiş olabilir.

Yaptığımız deneysel sonuçların ışığı altında, *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' den elde edilen sıvı alg gübresi tohumlar üzerinde savunma sistemini uyarıcı etkiler göstermiştir. Bu nedenle hazırlanan özütün çeşitli nedenlerle oksidatif strese maruz kalan tohumlara ve bitkilere uygulanabileceği düşünülmektedir.

Literatürde oksidatif stres parametrelerinin bitki gelişimine olan etkileri içeren araştırmalar bulunmaktadır. Posmyk ve ark. (2005) soğukta yetiştirilen soya fasulyelerinin oksidatif strese girerek antioksidan enzimlerinin ve MDA miktarlarının artış gösterdiğini incelemişlerdir. Shah ve ark. (2001) piriç tohumları üzerinde kadmiyumun etkisini incelemişlerdir. Ağır metale maruz kalan piriç tohumlarında oksidatif hasarların ortaya çıktığı açıklanmıştır. Li ve ark. (2008) *Dendrobium candidum* Wall. Ex Lindl (tedavi edici bir bitki) bitkisinin ses dalgalarına maruz kalması sonucu strese olan cevabını MDA miktarı, SOD, CAT, POD (peroksidaz) ve APX aktivitelerindeki değişimler ile ortaya koymuşlardır. Bitkideki strese olan cevabı SOD, CAT, POD ve APX miktarında artış olarak gözlemişlerdir. Khatun ve ark. (2008) Indian ginseng (*Withania somnifera* L. Dunal), bitkisine farklı konsantrasyonlarda bakır sülfat çözeltisi eklemiş ve yüksek bakır konsantrasyonlarının lipid peroksidasyonu arttırarak oksidatif hasara yol açtığını, yüksek hidrojen peroksit konsantrasyonuna ve pigment miktarlarının azalmasına neden olduğunu kanıtlamışlardır. Sairam ve ark. (1998) su stresinin

buğday çeşitlerinde antioksidan enzimlere olan etkilerini araştırmışlardır. Kuraklık bitkilerde lipid peroksidasyonunu ve H₂O₂ akümülyasyonunu artırmış bununla beraber askorbik asit konsantrasyonunu azaltmıştır. Antioksidan enzimler (SOD, CAT, APX ve CAT) su stresinde önemli oranda artış göstermiştir. Sairam ve Saxena (2000), üç buğday çeşidinde su stresi toleransına antioksidan sistemlerinin rolünü araştırmışlardır. Su stresinin lipid peroksidasyonda artış ve membran stabilitesi, klorofil ve karotenoid miktarlarında ise azalmayla sonuçlandığını açıklamışlardır.

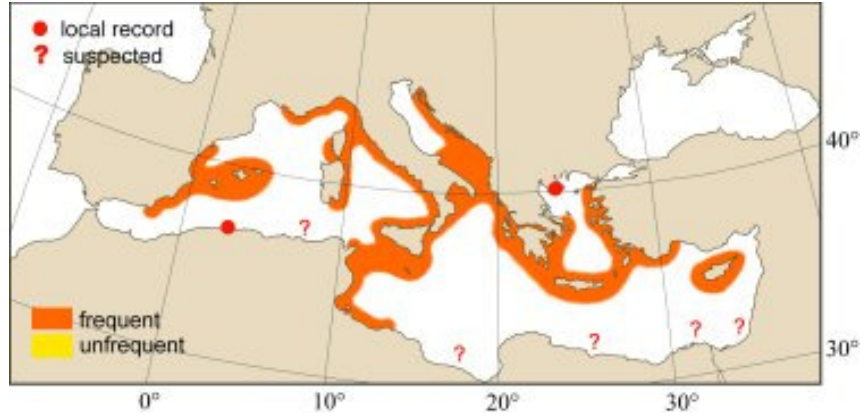
Son yıllarda insanların bilinçsiz enerji tüketimi, nüfus artışına bağlı olarak kentleşmenin artması, endüstrileşme ve ormansızlaşma küresel ısınmanın önemli sebeplerindendir. Tarım alanlarının kuraklaşması nedeniyle yapılan topraksız tarımsal üretim büyük yatırımlara mal olmaktadır. Doğal ortamında üretilmeyen gıda ürünleri insan sağlığına yarar sağlamamakla beraber henüz ihtiyaçlara da cevap vermemektedir. Kuraklığın artışı nedeniyle tarım alanlarındaki azalma gelecekte bizleri az tarım alanından çok ve kaliteli ürün elde etmeye yönlendireceği bir gerçektir. Bilindiği üzere son yıllarda özellikle sebze ve meyve üretiminde oldukça fazla miktarlarda sentetik, hormon tabanlı gübrelerin kullanılmakta olması insan sağlığı açısından ciddi riskler oluşturmaktadır. Hiçbir kimyasal madde kullanılmadan üretilen organik ürünlere tüketicilerce yönelim artmaktadır. Bir bitkinin gelişimi için ihtiyaç duyduğu fosfat, nitrat, iz elementler ve bazı bitki hormon uyarıcı yapıların deniz algleri içerisinde varlığının anlaşılması deniz alglerini çevre dostu doğal gübre üretimine olanak sağlamıştır.

Yukarıda sözü edilen oksidatif stres parametreleri bitkilerde hasarlara neden olduğu birçok bilimsel raporla bildirilmiştir. Bitkilerde oluşan bu oksidatif hasarı önleyebilmek ve varolan antioksidan enzimleri uyararak membran dayanıklılığını sağlamak için *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* 'den elde edilmiş sıvı alg gübresi organik tarım kapsamında kullanılabilir.

BÖLÜM BEŞ

ÖNERİLER

Ülkemizin üç tarafı denizlerle çevrili olup denizlerimizde oldukça fazla çeşitte alg bulunmaktadır. Ancak bu algler içerisinde yer alan *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* Akdeniz ekosistemi için yabancı ve yayılımcı bir tür olup ülkemizin aşağıdaki haritada da (Şekil 5.1) görüldüğü gibi *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* Antalya'nın batısından Saroz körfezine kadar yayılım göstermiştir (CIESM, 2009).



Şekil 5.1 *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*' nin yayılımı

Bu çalışmada elde ettiğimiz deneysel verilerin yanısıra en önemli gözlemlerimizden bir tanesi ise *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*'nın işgal ettiği bölgelerdeki sualtı yaşamına verdiği negatif etkilerdir. Aşağıdaki resimde *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* stolonlarının *Chondrosia reniformis* isimli sünger popülasyonuna verdiği zarar açıkça görülmektedir (Şekil 5.2). Dolayısıyla yerel türlere daha fazla zarar vermemesi için kontrollü ve bilimsel tekniklerle ve uzman kişilerce bu türün toplanması kıyı ekosistemimize olumlu katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

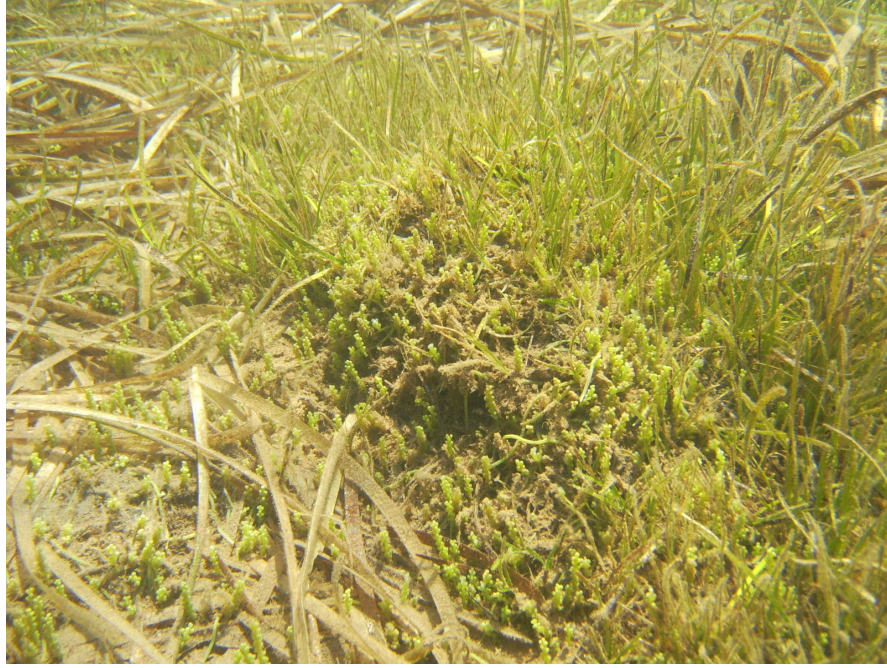


Şekil 5.2 *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* stolonlarının *Chondrosia reniformis* isimli sünger popülasyonuna verdiği zarar

Günümüzde alglerin kullanım alanlarının artışına paralel olarak, *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* ile ilgili çalışmalar da hızla artmaktadır.

Bu türün yayılımının gözlemlendiği Ege kıyılarında oldukça sığ kısımlarda (0.2–0.5 m) bu tür oldukça yaygın ve kolay toplanabilir bir nitelik arz etmektedir. Özellikle yaz sezonunda fotosentetik aktivitenin de artmasıyla biyolojik kütle de artışlar meydana gelmektedir. Gelecekte gerçekleştirilecek makro düzeydeki bir projede yaz sezonunda bu alg türü toplanabilir ve yöre halkına ekonomik katkı sağlayabilir.

Algin toplanmasında karşılaşılabilecek önemli sorunlardan bir tanesi bu alglerin bazı alanlarda *Posidonia oceanica* (L.), *Cymodocea nodosa* (Ucria) Aschers., *Zostera noltii* (Hornem) ve *Zostera marina* (L.) gibi deniz çayırları ile karışık popülasyonlar halinde bulunmaktadır. Dolayısıyla bu proje sonucunda elde edilecek muhtemel bir patente dayalı ticari olarak bu bölgelerden toplama çalışmaları sırasında oldukça ciddi dikkat gerekmektedir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 *Cymodocea nodosa*

Yine bu türün endüstriyel anlamda toplanmasında dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli husus ise yoğun yağmurlar sonrasında özellikle sığ kısımlardaki alglerin deniz suyunun konsantrasyonundaki azalışından ciddi boyutta etkilenmesidir. Mart ayı içerisindeki yoğun yağışlar yüzünden 1 metre altındaki sığ kısımlardaki *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* ve diğer alg türleri çok ciddi kütle kaybına uğramış ve ölümler gözlenmiştir. Bu bilgilerin ışığı altında, bu algler için muhtemel toplanma sezonları Mayıs-Ekim arasında olmalıdır. Ekim – Nisan arası dönem ise toplanan bölgelerdeki bu alglerin rejenerasyonu için oldukça idealdir.

Caulerpa türlerinden izole edilen *caulerpin* oksine benzer özellik gösteren bitki gelişimini tetikleyici bir ajan olduğu ispatlanmıştır. Alglerden elde edilen bitki gelişimini düzenleyici ilk ajandır. Bu bileşik bitkilerin gövde ve kök gelişimine yardımcı olmaktadır. Ayrıca bitki gelişiminde bazen oksin olarak bazen de etilen inhibitörü olarak görev yapmaktadır (Schwede, 1986). TÜBİTAK 108O234 nolu proje kapsamında caulerpenin *Caulerpa prolifera*'dan izole edilmiş ve bazı tohumlar üzerine ilk çalışmalarda olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Tablo 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 ve 5.6'da maksimum verimin elde edildiği koşullar verilmiştir.

Tablo 5.1 Eylül 2008 döneminde incelenen biyokimyasal parametreler için saptanan maksimum değerler (Özütle eklenmiş grup)

K: Kök, G: Gövde, Y: Yaprak; * Minimum değer

| EYLÜL 2008 | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| Parametreler | <i>Börülce(Eklenmiş)</i> | <i>Fasulye(Eklenmiş)</i> | <i>Pirinç(Eklenmiş)</i> | <i>Mısır(Eklenmiş)</i> |
| Protein | %20 Y | % 20 Y | %15 Y | Kontrol |
| CAT | %20 Y | % 5 G | Kontrol | %10 K |
| SOD | Kontrol | % 5 G | %10 K | %20 K |
| APX | Kontrol | %5 G | %10 K | %10 K |
| Amilaz | %5 K-G | % 5 G | %10 K | %5 K |
| Askorbik | %5 Y | %10 Y | %10 Y | %10 Y |
| LPO* | Kontrol | %5 G | %10 K | %5 K |
| Klorofil a | %5 | 10% | %5 | %20 |
| Klorofil b | %5 | 10% | Kontrol | %20 |
| Total Karotenoid | %5 | 10% | %5 | %20 |

Tablo 5.2 Eylül 2008 döneminde incelenen biyokimyasal parametreler için saptanan maksimum değerler (Özütte beklemiş grup)

K: Kök, G: Gövde, Y: Yaprak; * Minimum değer

| EYLÜL 2008 | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| Parametreler | <i>Börülce(Beklemiş)</i> | <i>Fasulye(Beklemiş)</i> | <i>Mısır(Beklemiş)</i> |
| Protein | %10 G | % 20 G | %5 G |
| CAT | % 10 Y | % 5 Y | % 15 K |
| SOD | Kontrol | % 5 G | %5 Y |
| APX | Kontrol | Kontrol | %5 K |
| Amilaz | % 5 G | Kontrol | Kontrol |
| Askorbik | % 5 Y | % 10 - % 15Y | Kontrol |
| LPO* | %10 G | Kontrol | %5 K |
| Klorofil a | %10 | Kontrol | %5 |
| Klorofil b | %15 | Kontrol | %5 |
| Total Karotenoid | %10 | Kontrol | %5 |

Tablo 5.3 Mart 2009 döneminde incelenen biyokimyasal parametreler için saptanan maksimum değerler (Özütle eklenmiş grup)

K: Kök, G: Gövde, Y: Yaprak; * Minimum değer

| MART 2009 | | | |
|---------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| Parametreler | <i>Fasulye(Eklenmiş)</i> | <i>Pirinç(Eklenmiş)</i> | <i>Mısır(Eklenmiş)</i> |
| Protein | %5 Y | % 5 Y | %5 G |
| CAT | %15 Y | Kontrol | %5 K |
| SOD | %20 K | Kontrol | Kontrol |
| APX | Kontrol | Kontrol | Kontrol |
| Amilaz | %10 G | %15 Y | Kontrol |
| Askorbik | Kontrol - % 10 Y | %5 Y | %5 Y |
| LPO * | Kontrol - %5 K - G | %5 K - %5 Y | %15 K |
| Klorofil a | %20 | %5 | %20 |
| Klorofil b | %5 | %5 | %20 |
| Total Karotenoid | %20 | %5 | %20 |

Tablo 5.4 Eylül 2008 döneminde incelenen çimlenme parametreleri için saptanan maksimum değerler (Özüt eklenmiş grup)

| EYLÜL 2008 | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Parametreler | <i>Börülce(Eklenmiş)</i> | <i>Fasulye(Eklenmiş)</i> | <i>Pirinç(Eklenmiş)</i> | <i>Mısır (Eklenmiş)</i> |
| Kök Uzunluğu | %10 | % 5 | %10 | %10 |
| Gövde Uzunluğu | %10 | % 15 | %10 | %20 |
| Çimlenme Yüzdesi | %5 | % 5 - %15- %20 | Kontrol | %10 |

Tablo 5.5 Eylül 2008 döneminde incelenen çimlenme parametreleri için saptanan maksimum değerler (Özütte beklemiş grup)

| EYLÜL 2008 | | | | |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| Parametreler | <i>Börülce(Beklemiş)</i> | <i>Fasulye(Beklemiş)</i> | <i>Pirinç(Beklemiş)</i> | <i>Mısır(Beklemiş)</i> |
| Kök Uzunluğu | %10 | % 5 | Kontrol | %10 |
| Gövde Uzunluğu | %10 | % 10 | Kontrol | % 5 |
| Çimlenme Yüzdesi | %5 | % 5 | Kontrol | % 5- %15 |

Tablo 5.6 Mart 2009 döneminde incelenen çimlenme parametreleri için saptanan maksimum değerler (Özüt eklenmiş grup)

| MART 2009 | | | |
|---------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Parametreler | <i>Fasulye (Beklemiş)</i> | <i>Pirinç (Beklemiş)</i> | <i>Mısır (Beklemiş)</i> |
| Kök Uzunluğu | % 15 | %10 | %10 |
| Gövde Uzunluğu | % 15 | %5 | % 10 |
| Çimlenme Yüzdesi | % 5 | %5- %10 | % 10 |

KAYNAKLAR

- Aebi, H.E. (1974). Catalase In: Bergmeyer HU, editor. *Method of enzymatic analysis* (3rd ed.) (672–684) Weinheim, Germany: Verlag Chemie.
- Akkuş, İ. (1995). *Serbest oksijen radikalleri ve fizyopatolojik etkileri* (1-15). Mimoza Basım Yayın ve Dağıtım, Konya.
- Atay, D. (1984). Plantal aquaculture and their production technique, (in Turkish). *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları*, 905, 253.
- Aysel, V., Gönüz, A., Şenkardeşler, A., Alpaslan, M. ve Aysel, F. (2001). Problems of *Caulerpa Lamour* (*Caulerpaceae*) of Turkey and will be take measures. *OT Sistematik Bot. Dergisi*, 8, 151-156.
- Bernfeld P. (1951). Enzymes of Starch Degradation and Synthesis in *Advances in Enzymology*, Vol. 12 (Nord, F. F. ed.) 379, *Interscience Publishers*, New York.
- Boudouresque, C.F., Lemée, R., Mari, X. ve Meinesz, A. (1996). The invasive alga *Caulerpa taxifolia* is not a suitable diet for the sea urchin *Paracentrotus lividus*. *Aquat. Bot.*, 53, 245–250.
- Bradford, M.M. (1976). A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye-binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.
- Burke, J.J. (1990). High Temperature Stress and Adaptation in Crops, In: Alscher, R.G., Cummings, J.R. (Eds.), *Stress Response in Plants: Adaptation and Acclimation Mechanisms*, pp.295-309, *WileyLiss*, New York.

- Caparkaya, D., Cavas L. ve Kesercioğlu, T. (2009). The Bio-stimulating effect of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* extract on *V.sinensis* and *P. vulgaris* (Fabaceae), *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, 37 (2), 123-138.
- Cavas, L. ve Yurdakoc, K. (2005a). A comparative study: Assessment of the antioxidant system in the invasive green alga *Caulerpa racemosa* and some macrophytes from the Mediterranean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 321, 35–41.
- Cavas, L. ve Yurdakoc, K. (2005b). An investigation on the antioxidant status of the invasive alga *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman et Boudouresque (Caulerpales, Chlorophyta). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 325, 189–200.
- Cavas, L., Yurdakoc, K. ve Yokeş, B. (2005). Antioxidant status of *Lobiger serradifalci* and *Oxynoe olivacea* (Opisthobranchia, Mollusca). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 314, 227-235.
- Cherubini, A., Ruggiero, C., Polidori, M.C., Mecocci, C., ve diğer. (2005). Potential markers of oxidative stress in stroke. *Free Radical Biology & Medicine*; 39, 841-852.
- CIESM, (2009). Atlas of Exotic Species in the Mediterranean. 16.08.2009, <http://www.ciesm.org/atlas/pix/cartes/caulerparacemosavarcyindraceaC.jpg>.
- Cirik, Ş. ve Akçalı, B. (2002). Transporting and settling of introduced organisms of marine environment: legal, economic and ecologic aspects and control of biological invasion. *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 19, 507–527.
- Cirik, Ş., Cihangir, B., Choukhi, A., Lök, A., Metin, C., Küçüksezgin, F. Demirkurt, E., Eronat, H., Tıraşın, E. M., Ünlüoğlu, A., Akçalı, B., Kavcıoğlu, R., Altay, O., Konaş, A. (2001). *Akdeniz'de Caulerpa türlerinin araştırılması*. Çevre Bakanlığı,

Çevre Koruma Genel Müd., Bitki Koruma ve Erozyonla Mücadele Daire Başk.,
Proje No: DBTE 128.

Crouch, I. J. ve Van Staden, J. (1992). Effect of seaweed concentrate on the establishment and yield of greenhouse tomato plants. *Journal of Applied Phycology*, 4, 291-296.

Çevik, C., Yokeş, M. B., Cavas, L., Erkol, L.I., Derici, O. B. ve Verlaque, M. (2007). First report of *Caulerpa taxifolia* (Bryopsidales, Chlorophyta) on the Levantine coast (Turkey, Eastern Mediterranean). *Coastal and Shelf Science*, 74, 549-556.

Dere, S., Güneş, T. ve Sivaci, R. (1998). Spectrophotometric determination of chlorophyll- a, b and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. *Turkish Journal of Botany*, 22, 13-17.

Di Mascio, P., Kaiser, S., Sies, H., ve diğer. (1989). Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. *Arch Biochem Biophys*, 274, 532-538.

Evans, C. E. (1990). *Erythrocytes, oxygen radicals and cellular pathology "Systemic Events and Disease Processes" introduction*. Switzerland: Karger.

Evrensel, T. (2001). *Çevresel Kirlenme ve Kanser İlişkileri*. ÇESAV "Organik Tarım ve İnsan Sağlığı" Paneli, 25 Mayıs 2001, Ankara.

Fama, P., Wysor, B., Kooistra W.H., ve Zuccarello, G.C. (2002) Molecular phylogeny of the genus *Caulerpa* (Caulerpales Chlorophyta) inferred from chloroplast tufA gene. *J. Phycol.* 38, 1040–1050.

Fornes, F, Sánchez-Perales, M. ve Guardiola, J. L. (2002). Effect of a seaweed extract on the productivity of 'De Nules' Clementine Mandarin and Navelina Orange. *Botanica Marina*, 45, 486 – 489.

- Frei, B. (1994). Reactive oxygen species and antioxidant vitamins: Mechanisms of Action. *The American Journal of Medicine*, 97(Suppl 3A), 26, 3A-5S-3A-12S.
- Gallardo, T., Gómez Garreta, A., Ribera, M. A., Cormaci, M., Furnari, G., Giaccone G., ve diğer. (1993). Check-list of Mediterranean Seaweeds. II. Chlorophyceae Willes. *Botanica Marina*, 36, 399-421.
- Grinstead, G. S., Tokach, M. D., Dritz, S. S., Goodband, R. D. ve Nelssen J. L. (2000). Effects of *Spirulina platensis* on growth performance of weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 83, 237-247.
- Guiry, M. (b.t). *Seaweed uses and utilization*, 20.07.2009, http://www.seaweed.ie/uses_general/index.html.
- Gutteridge, J M C. (1995). Lipid peroxidation and antioxidants as biomarkers of tissue damage. *Clin Chemistry*, 41, 1819-1828.
- Güner, H. (1991). *Tohumusuz Bitkiler Sistematigi* (2.Baskı). İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Güner, H ve Aysel, V. (1999). *Tohumusuz Bitkiler Sistematigi*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Halliwell, B. ve Gutteridge, J.M.C. (1984). Lipid peroxidation, oxygen radicals, cell damage and antioxidant therapy. *The Lancet*, 23, 1396-1398.
- Halliwell, B. ve Gutteridge, J.M.C. (1984). Oxygen toxicity, oxygen radicals, transition metals and disease. *Biochem J*, 219, 1-14.
- Halliwell, B. ve Gutteridge, J.M.C. (1996). *Free radicals in biology and medicine*. (2. baskı). Oxford: Clarendon Pres.

- Halliwell, B. ve Gutteridge, J.M.C. (Eds.). (2003). *Free radicals in Biology and Medicine, 3rd ed.* New York: Oxford University Press.
- Hamel, G. (1926). Quelques algues rares ou nouvelles pour la flore méditerranéenne. *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat.*, 32, 420.
- Hinder, R. A. ve Stein, H. J. (1991). Oxygen-derived free radicals. *Arch Surg.*, 126, 104-105.
- Jensen, A. (1966). Carotenoids of norwegian brown seaweeds and seaweed meals. *Norwegian institute of seaweed research*, 31, 1-138.
- Jung, V., Thibaut, T., Meinesz, A. ve Pohnert, G. (2002). Comparison of the wound-activated transformation of *Caulerpenyne* by invasive and noninvasive *Caulerpa* species of the Mediterranean. *J. Chem. Ecol.*, 28, 2091–2105.
- Kaba, N. ve Çağlak, E. (2006). Deniz alglerinin insan beslenmesinde kullanılması. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23, 243-246.
- Kaya, S., Pirinççi, İ. ve Bilgili, A. (1998). *Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji*. Ankara, Medisan Yayın Serisi; 35 s. 222, 232, 273, 276, 355.
- Kelee, B., McCord, J., Fridovich, I., ve diğer. (1971). Further Characterization of Bovine Superoxide Dismutase and The Isolation From Bovine Heart. *J. Biol. Chem.*, 246, 2875-2880.
- Khatun, S., Babar, A. M., Hahn, E. ve Paek, K. (2008). Copper toxicity in *Withania somnifera*: Growth and antioxidant enzymes responses of in vitro grown plants. *Environmental and Experimental Botany*, 64, 279–285.

- Klein, J. ve Verlaque, M. (2008). The *Caulerpa racemosa* invasion: A critical review. *Marine Pollution Bulletin*, 56, 205-225.
- Kurutaş, B. E., İnanç, G. F. ve Kılınç, M. (2004). *Serbest Radikaller*. Arşiv, 13, 120-130.
- Li, B., Wei, J., Wei, X., Tang, K., Liang, Y., Shu, K., ve diğer. (2008). Effect of sound wave stress on antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation of *Dendrobium candidum*. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 63, 269–275.
- Liang, Y., Zhu, J., Li, Z., Chu, G., Ding, Y., Zhang, J., ve diğer. (2008). Role of silicon in enhancing resistance to freezing stress in two contrasting winter wheat cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 64, 286–294.
- Lichtenthaller, H.K. ve Wellburn, A.R. (1985). Determination of total carotenoids and chlorophylls A and B of leaf in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 11, 591-592.
- Luglio, (2002). *II Refugium, a casa serve e come si realizza*. 01.10.2009, www.zanclus.it/pagine/tecnica_refugium.php.
- Mates, J.B., Perez-Gomez, C., Castro, I.N., ve diğer. (1999). Antioxidant Enzymes and Human Diseases. *Clin. Biochem*, 32, 595-603.
- McConnell, O. J., Hughes, P. A., Targett, N. M. ve Daley, J. (1982). Effects of secondary metabolites from marine algae on feeding by the sea urchin, *Lytechinus variegatus*. *J. Chem. Ecol.*, 8, 1437–1453.
- Meinesz, A. ve Hesse, B. (1991). Introduction of the tropical alga *Caulerpa taxifolia* and its invasion of the Northwestern Mediterranean. *Oceanol. Acta*, 14, 415–426.

- Meinesz, A., Belsher, T., Thibaut, T., Antolic, B., Mustapha, K.B., Boudouresque, C.F., ve diğer. (2001). The introduced alga *Caulerpa taxifolia* continues to spread in the Mediterranean. *Biol. Invasions*, 3, 201–210.
- Monni, S., Uhlig, C., Hansen, E. ve Magel, E. (2001). Ecophysiological responses of *Empetrum nigrum* to heavy metall pollution. *Environ. Pollut.*, 112, 121-129.
- Nakano, Y. ve Asada, K. (1981). Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate specific peroxidase in spinach chloroplasts. *Plant Cell Physiology*, 22, 867-880.
- Nordberg, J. ve Arner, E.S.J. (2001). Reactive oxygen species, antioxidants and the mammalian thioredoxin system. *Free Radical Biology and Medicine*, 31, 1287-1317.
- Oberley, L.W. (1982). Representative of Polypeptid Structure of Bovine CuZnSOD. *Superoxide Dismutase*, 1:28. CRC Press.
- Özden, M., Demirel, U. ve Kahraman, A. (2009). Effects of proline on antioxidant system in leaves of grapevine (*Vitis vinifera* L.) exposed to oxidative stress by H₂O₂. *Scientia Horticulturae*, 119, 163–168.
- Paul, V. J. ve Fenical, W. (1986). Chemical defense in tropical greenalgae, order *Caulerpales*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 34, 157–169.
- Pesando, D., Lemée, R., Ferrua, C., Amade, P. ve Girard, J. P. (1996). Effects of *caulerpenyne*, the major toxin from *Caulerpa taxifolia* on mechanisms related to sea urchin egg cleavage. *Aquat. Toxicol.*, 35, 139–155.
- Posmyk, M. M., Bailly, C., Szafrńska, K., Janas, K. M. ve Corbineau, F. (2005). Antioxidant enzymes and isoflavonoids in chilled soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seedlings. *J. Plant Phys.* 162, 403-412.

- Sairam, R. K. ve Saxena, D. C. (2000). Oxidative stress and antioxidants in wheat cultivars: possible mechanism of water stress tolerance. *J. Agron. Crop Sci.*, *184*, 55-61.
- Sairam, R. K., Deshmukh, P. S. ve Saxena, D. C. (1998). Role of antioxidant systems in wheat cultivars tolerance to water stress. *Biologia Plantarum*, *41*, 387-394.
- Sandstrom, J., Carlsson, L., Marklund, S.L., Edlund, T., ve diğer. (1992). The Heparin-Binding Domain of Extracellular Superoxide Dismutase C and Formation of Variants with Reduced Heparin Affinity. *J. Biol. Chem*, *267*, 18205-18209.
- Shah, K., Kumar, R.G., Verma, S. ve Dubey, R. S. (2001). Effect of cadmium on lipid peroxidation, superoxide anion generation and activities of antioxidant enzymes in growing rice seedlings. *Plant Science*, *161*, 1135-1144.
- Schwede, J., (1986). *Process for promoting and regulating plant growth with caulerpipin*. 16.08.2009, <http://www.freepatentsonline.com/4608077.html>.
- Sivasankari, S., Venkatesalu, V., Anantharaj, M. ve Chandrasekaran, M., (2006). Effects of seaweed extracts on the growth and biochemical constituents of *Vigna sinensis*. *Bioresource Technology*, *97*, 1745-1751.
- Sze, P. (1998). *A Biology of the Algae* (3rd ed.). Georgetown University.
- Terada, M., Watanabe, Y., Kunitomo, M. ve Hayashi, E. (1978). Differential rapid analysis of ascorbic-acid and ascorbic-acid 2-sulfate by dinitrophenylhydrazine method. *Analytical Biochemistry*, *84*, 604-608.
- Thibaut, T., Meinesz, A., Amade, P., Charrier, S., De Angelis, K., Ierardi, S., Mangialajo, L., Melnick, J. ve Vidal, V. (2001). *Elysia subornata* (Mollusca) a

potential control agent of the alga *Caulerpa taxifolia* (Chlorophyta) in the Mediterranean Sea. *J. Mar. Biol. Ass*, 81, 497-504.

Turna, G. (2008). *Ehrlich asit solid tümör modeli oluşturulmuş farelerde Thymus Sipyleus ve Taurinin Karaciğer MDA, Glutasyon, AOPP düzeylerine ve SOD aktivitesine etkileri*. Gazi Üniversitesi. Tıbbi Biyokimya. Yüksek Lisans Tezi.

Tüzmen, M.N. (2001). *Genç ve yaşlı ratların oksidatif strese cevabı ve melatoninin koruyucu etkisinin araştırılması*. Selçuk Üniversitesi. Kimya Anabilim Dalı. Doktora Tezi.

Türk, R. (2001). *Dünya’da ve Türkiye’de organik tarım*. ÇESAV “Organik Tarım ve İnsan Sağlığı” Paneli, 25 Mayıs 2001, Ankara.

Verlaque, M., Durand, C., Huisman, J. M., Boudouresque, C. F. ve Le Parco, Y. (2003). On the identity and origin of the Mediterranean invasive *Caulerpa racemosa* (Caulerpales, Chlorophyta). *European Journal of Phycology*, 38, 325–339.

Yanbeyi, S. (1999). *Aspirin ve antioksidant buthylated hydroxyanisole’ün tavşanlarda eritrosit total katalaz, süperoksit dismutaz ve glutasyon peroksidaz aktiviteleri üzerine etkileri*. Ondokuz Mayıs Üni. Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Samsun, 88s.

Yurttagül, M. (2001). *Besinlerdeki tarım ilacı kalıntıları*. ÇESAV “Organik Tarım ve İnsan Sağlığı” Paneli, 25 Mayıs 2001, Ankara.

Zúljević, A., Antolić, B., Despalatović, M. ve Onofri, V. (2004). The spread of the invasive variety of *Caulerpa racemosa* in the Adriatic Sea. *Rapport Commission Internationale Exploration Scientifique Mer Méditerranée*, 37, 466.

Zhu, Z., Wei, G., Li, J., Qian, Q. ve Yu, J. (2004). Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Science*, 167, 527-533.