

Ekinezya (*Echinacea purpurea* L.) Bitkisinde Kuraklık Stresi ve Deniz Yosunu Uygulamalarının Bazı Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkisi

Mizgin BAT¹, Rüveyde TUNÇTÜRK², Murat TUNÇTÜRK^{3*}

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0001-5264-3882>, ²<https://orcid.org/0000-0002-3759-8232>, ³<https://orcid.org/0000-0002-7995-0599>

✉: ruveydetuncurk@yyu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma, *Echinacea purpurea* L.'da PEG 6000 ile oluşturulan farklı ozmotik basınçta (kontrol, -0.5 MPa, -1.0 MPa ve -1.5 MPa) kuraklık stresi ile deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) uygulamalarının (kontrol, 2, 4 ve 6 cc/l) bazı fizyolojik parametreler üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ekinezya bitkisinin yaprak alanı, yaprak klorofil miktarı, yaprak dokularında iyon sızıntısı, malondialdehit düzeyi (MDA), yaprak dokularında bağıl su içeriği ve yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi gibi parametreler incelenmiştir. Araştırma sonucunda; kuraklık stresinin bitkinin yaprak alanı, yaprak dokularında bağıl su içeriği ve membran dayanıklılık indeksini azalttığı, MDA düzeyi ve yaprak dokularında iyon sızıntısı miktarında ise artışlara neden olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stresinin yaprak klorofil oranı üzerine ise önemli bir etkisi bulunmamıştır. Deniz yosunu ile kuraklık stresinin bitki üzerindeki olumsuz etkileri azaltılmıştır. Deniz yosunu uygulamalarının, MDA düzeyi ve yaprak dokularında iyon sızıntısı hariç incelenen yaprak klorofil oranı ve membran dayanıklılık indeksi üzerindeki etkisi olumlu ve artırıcı yönde olmuştur. Deniz yosunu uygulamaları, yaprak dokularında bağıl su içeriği ile yaprak alanı gibi parametreleri etkilememiştir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 04.03.2019

Kabul Tarihi : 24.07.2019

Anahtar Kelimeler

Deniz yosunu
Echinacea purpurea L.
Fizyoloji
Kuraklık stresi

Effect of Drought Stress and Seaweed Applications on Some Physiological Parameters in Echinacea (*Echinacea purpurea* L.)

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract applications (control, 2, 4 and 6 cc/l) and drought stress at the different osmotic pressure (control, -0.5 MPa, -1.0 MPa and -1.5 MPa) generated by PEG 6000 on some physiological parameters in Echinacea. The leaf area, leaf chlorophyll content, ion leakage in leaf tissues, malondialdehit level (MDA), relative water content, and membrane endurance index in leaf tissues of echinacea plants were investigated. As a result of the research; leaf area, membrane endurance index and relative water content in leaf tissues decreased under drought stress. It was determined that there was increase in the level of MDA and ion leakage in leaf tissues by the applications. Drought stress did not have any significant effect on the leaf chlorophyll content. It has been determined that seaweed applications had the negative effects on the plant of drought stress. There were positive and increasing effects on the examined parameters such as leaf chlorophyll content and membrane endurance index except for MDA level and ion leakage in leaf tissues of seaweed applications. Seaweed applications did not affect investigated parameters including relative water content of leaf tissues and leaf area.

Research Article

Article History

Received : 04.03.2019

Accepted : 24.07.2019

Keywords

Seaweed
Echinacea purpurea L.
Physiology
Drought stress

GİRİŞ

Ekinezya bitkisi, yüzyıllardan beri diş ağrısı, boğaz ağrısı, soğuk algınlığı, kuduz, yılan sokması, yara ve yanıklara karşı kullanılan önemli bir tıbbi bitkidir. Tıbbi olarak değerlendirilen türler *E. angustifolia*, *E. pallida*, *E. purpurea*'dır. *Echinacea purpurea* L. bitkisi tohum, fide ve kök çeliği ile üretilebilmektedir. Ekinezyanın kullanılan türlerine bağlı olarak kökleri, yaprakları veya tüm bitki kısmı kullanılmaktadır. Birçok tıbbi bitki gibi *Echinacea* türlerinin de en geniş kullanım alanlarından biri toprak üstü ve toprakaltı kısımlarının bitki çayı olarak kullanılmasıdır. Almanya, Avusturya, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, İskoçya, İsviçre, İtalya, Finlandiya, Litvanya, Macaristan, Norveç, Polonya, Rusya ve Romanya gibi Avrupa ülkeleri başta olmak üzere Orta Doğu'dan Asya'ya, Afrika'dan Latin Amerika'ya kadar birçok ülkede yetiştirilmektedir (Miller ve Yu, 2004).

Ekinezya bitkisi ve diğer birçok bitki yaşamları sürecinde birçok stres faktörü ile karşılaşmaktadırlar. Biyotik (patojen, diğer organizmalarla rekabet vb.) ve abiyotik (kuraklık, tuzluluk, radyasyon, yüksek sıcaklık veya don vb.) stresler tüm bitkilerin normal fizyolojik işlevlerinde değişikliklere yol açmaktadırlar. Tüm bu stresler bitkilerin biyosentetik kapasitelerini azaltarak normal fonksiyonlarını değiştirmekte ve bitkinin ölümüne yol açabilecek zararlara neden olmaktadır. Kuraklık stresine maruz kalan bitkiler transpirasyon seviyesini en aza indirmek için stomalarını kapatmaktadır. Dolayısıyla karbondioksit alınımının azalması ile fotosentez miktarında düşüşler gerçekleşmektedir. Bitki gelişiminde yararlanılan karbonhidrat molekülleri ve enerji, fotosentez ile üretildiğinden bu düşüşler bitki gelişimi ve büyümesini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca, bitki stomalarının kapanması, yaprak yüzey sıcaklığının artmasına neden olmakta ve dolayısıyla membran sisteminin hasarlanması sonucu hücre ölümleri ortaya çıkmaktadır (Farooq ve ark. 2009; Dolferus, 2014). Stres şartlarında artan reaktif oksijen bileşikleri, hücre metabolizmasının doğal bir yan ürünü olup sinyal iletim mekanizmasında önemli görev üstlenmektedirler. Kuraklık stresi ile fotosentez hızının azalması sonucu süperoksit anyonu, hidrojen peroksit ve tekli oksijen gibi reaktif oksijen bileşikleri oluşmaktadır (Bhargava ve Sawant, 2013). Fazla birikimleri durumunda ise lipid peroksidasyonunu, protein indirgenmesini ve DNA parçalanmasını indükleyerek hücre ölümüne neden olabilmektedir. Kuraklık stresi esnasında meydana gelen reaktif oksijen bileşiklerinin (ROT) indirgenmesi ve birikimlerinin engellenmesi, bitkilerin stres koşulları ile mücadelelerinde oldukça önemli bir faktördür.

Deniz yosunu M.Ö. 2700 yıllarında kullanılmaya başlanmıştır. Milattan sonraları da tıbbi ve besin

maddesi olarak birçok ülkede büyük öneme sahip olmuşturlar. Dünya genelinde yılda yaklaşık 7.5-8 milyon ton yaş deniz yosunu hasadı yapılmakta ve bunun yaklaşık 1.120.000 tonu toprak zenginleştiriciler ve zirai kimyasalları elde etmek amacıyla işlenmekte, 1 milyon tonu fikokolloid endüstrisinde ve geri kalan büyük miktar ise gıda olarak değerlendirilmektedir (Mc Hugh, 2003). Deniz algleri, bitkilerin kök gelişimini olumlu etkileyerek, besin maddesi ve su alınımını iyileştirirler. Ayrıca, klorofil oluşumunu hızlandırarak yeşil aksamı arttırırlar. Dolayısıyla daha fazla protein, karbonhidrat vb. maddelerin yapılmasını, bitkilerin hastalık ve zararlılara karşı daha dayanıklı olmalarını, bitkilerin aşırı sıcak, don, yetersiz güneş, kuraklık ve aşırı su soğuk gibi çevresel streslere karşı dayanımını sağlar. Bitkilerin makro ve mikro besin kaynağı olup % 30' a kadar verim artışı sağlar. Ürünlerin depolama dayanıklılığını artırır, virüslerin artmasını engeller, nematod zararlarını azaltır. Tarım ilaçlarının etkilerini % 25 arttırır, kaliteyi iyileştirir, ürünlerin pazar ve ihracat değerlerini arttırır (Blunden ve ark., 1992). Deniz yosunu ekstraktı ile bitkinin stres faktörlerine karşı dayanıklılık gösterdiği; kök gelişiminin teşvik edildiği, fide büyüme ve gelişiminde artışların sağlandığı belirlenmiştir (Matsiyak ve ark. 2011).

Küresel ısınmanın bir sonucu olarak ortaya çıkan tarımsal kuraklık bitkisel üretimde oldukça önemli bir problemdir. Sıcaklık artışı ile bitkilerin fotosentez ve solunum dengesi bozulacağından, bitkilerde büyüme yavaşlar ve bir durgunluk dönemi görülür. Ülkemiz, kurak ve yarı kurak iklim kuşağında yer aldığından, çok önemli ekonomik değere sahip olan bitkileri susuz şartlarda yetiştirmek mümkün değildir (Taban ve Katkat, 2000). *Echinacea* türleri kuraklığa dayanıklılık özelliğine sahiptir, ancak çok hızlı büyümeyenlerdir (Mistikova ve Vaverkova, 2007). Kuraklık stresinin bitki gelişimi ve verimi üzerindeki etkisi; stresin meydana geldiği gelişme dönemi ile stresin şiddeti ve süresine bağlı olarak değişmektedir (Aykanat ve ark., 2009). Bu nedenle yapılan bu çalışmada kuraklık stresine maruz bırakılan ekinezya bitkisine deniz yosunu uygulamalarının ilk büyüme döneminde bazı fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerindeki etkisi araştırılmak istenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada tohumluk materyali olarak Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen ekinezya (*Echinacea purpurea* L.) tohumları kullanılmıştır. Ekinezya tohumları öncelikle torf (2/3) ve perlit (1/3) karışımından oluşan kasalara ekilerek sera ortamına konulmuştur. Ekinezya fideleri 4-5 adet gerçek yaprağa sahip oldukları fide döneminde, 1/3 torf, 1/3 perlit ve 1/3 toprak karışımı ile doldurulan 500 cc' lik

plastik bardak saksılara aktarılmıştır.

Deneme, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni' ne göre faktöriyel düzende 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada dört farklı deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) ekstraktı dozu (0, 2, 4 ve 6 cc/l) ve PEG 6000 (Polietilen glikol 6000) ile oluşturulan farklı osmotik basınca sahip (kontrol, -0.5, -0.1 ve -1.5 MPa) solüsyonlar kullanılmıştır (Michel ve Kaufmann 1973). Çalışmada, PEG 6000 bitkide kuraklık stresi oluşturmak amacıyla kullanılmıştır. Bitkiler üzerinde oluşturulan bu stresin deniz yosunu ekstraktı tarafından ne ölçüde önlenildiğini gözlemlemek amacıyla yaprak yüzeyine deniz yosunu ekstraktı sisleme şeklinde uygulanmıştır. Deniz yosunları, hemen hemen tüm makro ve mikro besin elementlerini yapısında bulduran ve tarımda da kullanılabilen; okyanuslarda, denizlerde ve tatlı sularda yaşayan basit bir su bitkisidir. Denemede, her saksıya kasalardan alınan birer fide dikilmiştir. Dikimden sonra saksılar 16/8 saatlik aydınlık/karanlık fotoperiyotta, 25°C sıcaklık % 65 neme sahip iklim odasına yerleştirilmiştir. Bitkiler ekimden itibaren Hogland besin solüsyonu ile gün aşırı olmak kaydı ile sulanmıştır. 1000 ml Hoagland besin çözeltisi içeriğinde; 1.0 g KNO₃, 0.5 g Ca(NO₃)₂, 0.25 g NH₄H₂PO₄, 0.5 g MgSO₄, 0.003 g H₃BO₃, 0.0015 g MnCl₂, 0.0001 g CuSO₄, 0.0001 g H₂MoO₄, 0.0006 g C₄H₆O₆, 0.0003 g FeSO₄ ve 0.0003 g ZnSO₄ bulunmaktadır. Bu elementler 1000 ml distile su içerisine katılarak manyetik karıştırıcı vasıtasıyla çözülmüş ve elde edilen çözelti steril ortamlarda muhafaza edilmiştir. Saksıların nem miktarı Field Scout dijital nem sensörü kullanılarak toprağın mevcut nem miktarı belirlenmiştir.

Bitkiler belirli bir olgunluğa geldiğinde (8-10 yapraklı) kuraklık stresi uygulamalarına başlanmıştır. Sulama suyu olarak farklı osmotik basınca sahip PEG 6000 solüsyonu besin çözeltisine ilave edilmek suretiyle uygulama yapılmıştır. Kuraklık stresi uygulamalarından 1 hafta (7 gün) sonra deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) ekstraktı dozları (0, 2, 4 ve 6 cc/l) uygulamalarına başlanmıştır. Bitkiler, tohum çıkışından hasada kadar iklim odasında kontrol altında tutulmuştur. Deneme fidelerin saksıya aktarılmasından 7 hafta sonra sonlandırılmıştır ve bitkiler kökleriyle birlikte bütün olarak çıkartılarak kökler ayrıldıktan sonra yeşil aksamdan analizlerde kullanılmak üzere kesitler alınıp -80° C' de derin dondurucuda saklanmıştır.

Yaprak alanı Easy Leaf Area programı kullanılarak, klorofil içeriği, yapraktaki klorofil miktarını dolaylı olarak ölçen, taşınabilir klorofil metre cihazı (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan) ile bağıl (oransal) su içeriği Arora ve ark. (2002)' in yöntemine göre, yaprak dokularında iyon sızıntısı ve membran dayanıklılık indeksi Premchandra ve ark. (1990); Sairam, (1994) yöntemlerine göre belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada

lipid peroksidasyon düzeyini belirleyen malodialdehid (MDA); bitkiden alınan 0.5 g yaprak örneği 10 ml % 0.1'lik trikloro asetik asit (TCA) ile homojenize edildikten sonra homojenat 15000 g'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneğin süpernatant kısmından 1 ml alınıp, üzerine 4 ml % 20'lik TCA içerisinde çözülmüş % 0.5' lik tiobarbiturik asit (TBA) eklenmiştir. Karışım 95°C su banyosunda 30 dakika bekletildikten sonra hızla buz banyosunda soğutulup 10000 g'de 10 dakika santrifüj yapıldıktan sonra süpernatant kısmınının 532 ve 600 nm dalga boyunda absorbanı belirlenip aşağıdaki eşitlik ile malodialdehit (MDA) içeriği hesaplanmıştır (Heath ve Packer, 1968; Sairam ve Saxena, 2000).

Araştırma sonucunda, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre faktöriyel düzende kurulan denemeden elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuştur. İstatiksel hesaplamalar COSTAT (6.3 versiyonu) bilgisayar analiz programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Yöntemi' ne göre belirlenmiştir (Düzgüneş ve ark. 1987).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Kuraklık stresi altındaki ekinezya bitkisinin yaprak dokularında bağıl su içeriği üzerine deniz yosununun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Yaprak dokularında bağıl su içeriğine ait ortalama değerler % 68.0-72.0 arasında tespit edilmiştir. Kuraklık uygulamalarının ise yaprak dokularında bağıl su içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek değer % 75.1 g ile kontrol uygulamalarından elde edilirken, en düşük değer % 66.1 g ile -1.0 MPa osmotik basınç uygulamalarından elde edilmiştir. Ayrıca, 0.5 MPa ile -1.0 MPa kuraklık stresi uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılığının olmadığı Çizelge 1' de görülmektedir. Bitki dokularındaki su dengesinin ayarlanması tüm stres faktörlerine karşı bitkinin korunmasını sağlayan bir mekanizmadır. Bu çalışmada, kuraklık stresi bitkinin yaprak dokularında bağıl su içeriğini olumsuz yönde etkilemiştir. Egert ve Tevini (2002) sarmısakta (*Allium schoenosprasum*) kuraklık stresi sonucu bitkilerin yapraklarında bulunan su miktarının önemli derecede azaldığını, Özkur (2010), kapari bitkisinde kuraklık stresi uygulamaları sonrasında büyüme parametreleri, yaprak dokularında bağıl su içeriği ve yaprak klorofil miktarında azalmaların olduğunu, MDA düzeyi ve antioksidan enzim aktivitesinde ise artışlar gözlemlendiğini, Ghaderi ve Siosemardeh (2011) çilekte, kuraklık stresinin yapraklardaki su miktarını önemli derecede azalttığını rapor etmişlerdir. Araştırmacı sonuçları ile çalışma bulgularımız uyum içerisindedir.

Yapılan çalışmada, kuraklık stresi koşullarında deniz yosunu uygulamalarının MDA seviyesi üzerine

etkisinin istatistiksel olarak önemli bulunduğu belirlenmiştir. Deniz yosunu uygulamaları ile MDA seviyesinin azaldığı tespit edilmiştir. MDA seviyesinde en yüksek ortalama değer 0.20 nmol g⁻¹ ile kontrol uygulamalarından, en düşük ortalama değer ise 0.17 nmol g⁻¹ olarak 6 cc/l deniz yosunu uygulamalarından tespit edilmiştir. Kuraklık stresi koşullarında deniz yosunu gibi baskılayıcı faktör olarak uygulanan hümitik asit, gibberellik asit ve Si uygulamalarının strese karşı bitkinin tolerasyon mekanizmasını güçlendirerek lipid peroksidasyon miktarında düşümlere neden olduğu birçok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir (Filek ve ark., 2012; Zonouri ve ark., 2014; Korkmaz, 2018). Ekinezyanın MDA seviyesi üzerine kuraklık uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bitkide MDA miktarı stres şiddeti arttıkça paralel olarak artış göstermiştir. En yüksek değerler 0.22 nmol g⁻¹ ile -1.5 MPa uygulamalarından elde edilmiştir. Kuraklık stresi bitkide lipid peroksidasyonunun son ürünü olarak ortaya çıkan MDA miktarını arttırmıştır. MDA miktarındaki artış oksidatif hasarın bir göstergesi olup en düşük değer 0.16 nmol g⁻¹ ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Sharma ve Dubey (2005), yoğun kuraklık koşullarında, çeltik bitkisinin (*Oryza sativa*) köklerinde lipid peroksidasyonunun arttığını bildirmişlerdir. MDA dokularda serbest oksijen reaktiflerinin açığa çıkmasının bir göstergesidir. Turakainen ve ark. (2004), Özdemir (2008) ile Saffaryazdı ve ark. (2012), stres koşullarında selenyumun düşük dozlarda oksidatif strese karşı bitkileri koruma ve onların oksidatif kapasitelerini arttırma yönünde etkili olduğunu, ancak yüksek dozlarda toksik etki oluşturduğunu ve lipid peroksidasyonunu yükseltmesinden dolayı bitki gelişiminde gerilemeye neden olduğunu bildirmişlerdir. Yandım (2013), kurak koşullarda yetiştirilen nohut bitkisinin köklerinde kuraklığın ilk gününde kontrole göre hem H₂O₂ hem de MDA miktarının belirgin bir şekilde artış gösterdiğini bildirmiştir. Shehab ve ark. (2010), kuraklık stresi altındaki çeltik bitkisinde kuraklık şiddeti arttıkça lipid peroksidasyonun teşvik edildiği ve oksidatif zararlanmaya tepki olarak H₂O₂ ve MDA gibi stres sinyallerinin arttığını, Basu ve ark. (2010), su stresinde H₂O₂'nin yüksek seviyelerde olmasının hücre zarı hasarına neden olan lipid peroksidasyonuna yol açtığını bildirmişlerdir. Kuraklık stresinde bitkilerde lipid peroksidasyonu sonucu MDA birikiminin gerçekleştiğini gösteren birçok çalışma mevcuttur (Sairam ve Saxena, 2000; Güneş ve Aktaş, 2008; Rodriguez ve ark. 2010). Bu çalışmada kuraklık stresi sonucu elde edilen MDA değerlerindeki artış, sözkonusu literatür sonuçları ile uyum içerisinde.

Yaprak dokularında iyon sızıntısı üzerine, deniz yosunu uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Deniz yosunu uygulamaları

kontrolle kıyaslandığında azalmanın olduğu Çizelge 1' de izlenmektedir. En yüksek iyon sızıntısı değerleri % 23.0 ile kontrol grubundan elde edilirken, 2 ve 4 cc/l deniz yosunu ekstresi uygulamaları ile aralarında istatistiksel bir farklılığın olmadığı görülmektedir (Çizelge 1). En düşük iyon sızıntısı değeri ise % 15.0 ile 6cc/l deniz yosunu uygulamalarından tespit edilmiştir. Su stresine maruz bırakılan farklı bitki türlerinde deniz yosunu gibi hümitik asit ve silikon uygulamalarının da hücre membran geçirgenliğini azalttığına dair yapılmış olan çalışmalar (Desoky ve ark. 2018; Korkmaz, 2018) ile araştırma bulgularımız uyum içerisinde.

Farklı PEG dozları uygulamalarının yaprak dokularında iyon sızıntısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En fazla iyon sızıntısı % 24.7 ile en yüksek kuraklık stresi uygulamalarından (-1.5 MPa) belirlenirken, en düşük iyon sızıntısı % 14.2 ile kuraklık stresinin olmadığı kontrol uygulamalarından kaydedilmiştir. PEG dozlarının artışı ile birlikte artan iyon sızıntısı oranı bitkinin hücre zarındaki hasarın meydana geldiğinin bir göstergesidir. Su stresini hücre membranlarında zararlanmalara neden olarak, iyonların ortam dışına sızmasına yol açmaktadır. Hücre zarının stabilitesi ve bütünlüğünün bir göstergesi olan iyon sızıntısı, bitkilerde kuraklık toleransını ortaya koyan önemli bir parametre olarak da kullanılmaktadır. İyon sızıntısının belirlenmesi; çevresel stresler ile büyüme, gelişme ve genotipik değişimlerin membran bütünlüğü arasındaki ilişkiyi belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Stres uygulamaları sonucu bu eriyiklerin sızıntı miktarının belirlenmesi, doku zararlanmalarının tespitine olanak sağlamaktadır. Konu ile ilgili; Maldonado ve ark. (1997), kuraklığa orta derecede dayanıklı olduğu bilinen yulaf (*Avena sativa*) bitkisinde, şiddetli su stresinin (-2.0 MPa) yaprak hücrelerindeki iyon sızıntısını önemli derecede arttırdığını rapor etmişlerdir. Liu ve ark. (2011), kuraklık uygulaması yapılan aspirde iyon sızıntısı oranının kontrole göre önemli düzeyde arttığını, Lisar ve ark. (2012) stresin neden olduğu değişimlerin fotosentezi, solunumu, taşınım, iyon alınımını, karbohidratları, besin metabolizmasını ve hormon sentezini etkileyerek bitki büyüme ve gelişimini engelleyebileceğini bildirmişlerdir. Can (2013), pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) bitkisine % 10 ve % 20 oranlarında PEG 6000 uygulayarak oluşturdukları kuraklık stresinde, yapraklardaki toplam klorofil miktarı ve fotosentetik verimin stres durumunda fazla azalma göstermediğini ancak MDA ve iyon sızıntısı değerlerinin arttığını tespit etmişlerdir. Özdemir (1996), mısır (*Zea mays* L.) ve buğdayda (*Triticum aestivum* L.) PEG 6000 çözeltileri uygulayarak 5 gün süre ile kuraklığa maruz bıraktıkları bitkilerde kuraklık uygulamaları ile mısır ve buğday çeşitlerinin büyüme parametrelerini ve nispi su içeriğini olumsuz

yönde etkilediğini ve kuraklık stresi sonucunda mısır ve buğday çeşitlerindeki artan iyon sızıntısı oranının çeşitlerin hücre zarlarındaki hasarın bir göstergesi olduğunu bildirmişlerdir. Stres koşullarında iyon sızıntısının önemli düzeyde artması, membran bütünlüğünü bozan oksidatif hasarı yansıtmaktadır ve bu nedenle membranda yer alan hücresel işlevlerde de bozulmalara neden olmaktadır (Assaha ve ark. 2016). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar sözkonusu literatürler ile uyumlu olup kuraklık stresi arttıkça yaprak dokularında iyon sızıntısının paralel olarak arttığı tespit edilmiştir.

Deniz yosunu uygulamalarının yaprak alanı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yaprak alanı değerleri 19.3-23.5 cm² arasında belirlenmiştir. PEG dozlarının ise yaprak alanı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Kuraklık stresi uygulamaları yaprak alanını olumsuz yönde etkilemiştir. Çalışmada, en fazla yaprak alanı 23.4 cm² ile kontrol grubundan elde edilirken, -0.5 MPa osmotik basınca sahip kuraklık stresi uygulamaları ile aralarında istatistiksel olarak önemli bir farklılık görülmemektedir (Çizelge 1.).

En küçük yaprak alanı değeri ise 18.2 cm² ile -1.0 MPa uygulamalarından tespit edilerek, istatistiksel olarak -1.5 MPa kuraklık uygulamaları ile aynı Duncan grubunda yer almaktadır. Emam ve ark. (2010)'nın yürüttükleri çalışmada kuraklık stresinin 2 farklı fasulye genotipinin morfolojik özelliklerinde değişiklikler meydana getirdiğini, sulama suyu miktarındaki azalış ile yaprak alanında da azalmaların olduğunu tespit etmişlerdir. Kuşvuran ve ark. (2011), stres koşullarında yetiştirilen kavun bitkisinde kontrole göre bitki boyu ve çapı, yaprak sayısı ve yaprak alanında azalışların olduğunu belirtmişlerdir. Rostami ve Rahemi (2013), incirde yaptıkları çalışmada, sulanan bitkilerde sürgün uzunluğu, yaprak alanı ve yaprak oransal su içeriği gibi parametreler en yüksek değere sahip olurken, en düşük değer ise hiç sulama yapılmayan bitkilerden elde edilmiştir. Yunusa ve ark. (2014), 6 soya fasulyesi çeşidinde yapmış oldukları çalışmada kuraklık stresinin ilerleyen dönemlerinde genotiplerin bitki boyunda ve yaprak alanında azalmalara neden olduğunu tespit etmişlerdir. Kuraklık stresi şiddeti arttıkça kontrole kıyasla yaprak alanında azalmaların belirlendiği araştırma bulgularımız ile araştırmacıların tespit ettikleri bulguların uyumlu olduğu kanaatine ulaşılmıştır.

Deniz yosunu ve kuraklık stresi uygulamalarının yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi üzerine etkisinin istatistiksel olarak önemli bulunduğu Çizelge 1' de görülmektedir. En yüksek değer % 14.7 ile 4cc/l deniz yosunu uygulamalarından elde edilirken, 2 ve 6 cc/l deniz yosunu uygulamaları ile aynı Duncan grubunda yer almıştır. En düşük yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi %

11.4 ile kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. Ekinezya bitkisine farklı dozlarda uygulanan PEG solüsyonları bakımından, en yüksek yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi değeri % 15.6 ile kontrol uygulamalarından elde edilirken, en düşük değer ise % 10.9 ile -1.0 MPa osmotik basınca sahip kuraklık stresi uygulamalarından elde edilmiştir. Ancak kontrol dışındaki diğer uygulamalar ile aynı Duncan grubunda yer almaktadır. Kuraklık stresi ile yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksinin kontrole göre azaldığı tespit edilmiştir.

Strese maruz kalan bitkilerde ilk hedef hücre membranlarıdır ve hücre zarlarının kuraklık ve tuzluluk koşullarında bütünlüğünü ve stabiliteelerini koruyabilmeleri strese dayanımlarını göstermede ana bileşen olarak kabul edilmektedir (Bajji ve ark. 2001). Stres şartlarında hücre membran hasarlanma derecesi, hücreden sızan elektrolit miktarının (elektriksel iletkenlik) ölçülmesiyle kolayca tespit edilmektedir. Dolayısıyla, hücre dokularından sızan elektrolit miktarı ne kadar az ise o bitki veya doku strese o denli dayanıklıdır. Bitkilerde membran stabilite indeksi; bitki türüne, stres süresine, şiddetine ve antioksidanların cinsine bağlı olarak artmakta, azalmakta ya da değişmemektedir. Mishra ve Choudhuri (1999), çeltikte lipoksigenaz (LOX) aracılığı ile ağır metal stresinin neden olduğu membran zararlanmasına ilişkin, salisilik asit (SA) uygulamalarının etkisinin incelendiği çalışmada, ağır metal stresi altında çeltiğin iki farklı çeşidinin kök ve sürgünlerinde LOX aktivitesi, MDA miktarı, EC ve membran zararlanma indeksinde artış olduğunu, SA (0.1 mM) uygulamasının, LOX, MDA, EC ve membran zararlanma indeksi oranlarındaki artışı azalttığını, SA'ın düzenleyici etkisinin sürgünlere göre köklerde daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Kuraklık stresi uygulamaları, kontrol ile karşılaştırıldığında yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi değerlerinde azalmaların olduğuna dair tespitlerimiz ile araştırmacı sonuçları uyum içerisindedir. Ayrıca, artan deniz yosunu dozlarına paralel olarak yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksinin arttığı ve bazı araştırmacıların deniz yosununa benzer etki gösteren SA uygulamaları sonucu elde ettikleri artışlar ile benzer bulguların elde edildiği görülmektedir (Çizelge 1).

Yapılan çalışmada klorofil oranı üzerine deniz yosunu uygulamalarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken, kuraklık stresinin klorofil oranı üzerine etkisinin önemli bulunmadığı Çizelge 1' de görülmektedir. Deniz yosunu uygulamaları bakımından en yüksek klorofil miktarı 56.7 ile 2 cc/l dozundan elde edilirken, 4 ve 6 cc/l dozları ile aynı Duncan grubunda yer almıştır. En düşük klorofil miktarı ise 52.5 ile kontrol grubunda tespit edilmiştir. Deniz yosunu uygulamaları klorofil miktarını olumlu ve arttırıcı yönde etkilemiştir.

Çizelge 1. Kuraklık stresi altındaki ekinezyada deniz yosunu uygulamalarının bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisi.

Table 1. The effect of seaweed applications on some physiological parameters in drought stressed Echinacea.

Uygulamalar (Applications)		Yap. Dok. Bağ. Su İçeriği (%) Relative Water Content in Leaf Tissues (%)	MDA (nmol g ⁻¹)	Yap. Dok. İyon Sız. (%) Ion Leakage in Leaf Tissues (%)	Yaprak Alanı (cm ²) Leaf Area (cm ²)	Yap. Dok. Memb. Day. İndek. (%) Membrane Integrity	Klorofil Oranı (SPAD) Chlorophyll Ratio (SPAD)
Kontrol (P0) Control (P0)	DY0	75.4	0.17	10.1d	20.8	19.8 a	54.5
	DY2	76.1	0.16	18.4bcd	21.5	10.0 cd	55.4
	DY4	68.2	0.16	9.80b	22.4	20.0 a	56.6
	DY6	80.6	0.14	17.6cd	28.8	12.8 bcd	59.3
P0 Ort. (P0 Means)		75.1 a	0.16 d	14.2 c	23.4 a	15.6 a	56.4
-0.5 MPa (P1)	DY0	67.1	0.21	38.7a	24.1	7.66 d	53.4
	DY2	61.3	0.18	13.5d	22.2	12.7bcd	57.6
	DY4	71.5	0.17	14.1d	23.2	17.0 ab	54.4
	DY6	66.8	0.17	8.73d	23.2	13.8 bc	53.1
P1 Ort. (P1 Means)		66.7 b	0.18 c	18.8 b	23.2 a	12.8 b	54.6
-1.0 MPa (P2)	DY0	69.9	0.22	12.2d	16.9	10.0 cd	51.8
	DY2	69.1	0.20	17.9cd	17.5	12.7bcd	60.2
	DY4	63.8	0.20	28.9abc	18.6	13.0 bcd	54.0
	DY6	61.5	0.18	19.9bcd	19.5	7.73 d	57.3
P2 Ort. (P2 Means)		66.1 b	0.20 b	19.7 b	18.2 b	10.9 b	55.8
-1.5 MPa (P3)	DY0	63.4	0.23	30.1ab	22.8	8.35 d	50.4
	DY2	65.6	0.22	27.6abc	15.9	17.0 ab	53.4
	DY4	72.6	0.22	27.6abc	14.5	8.80 cd	56.1
	DY6	79.1	0.20	13.8d	22.6	16.41 ab	51.5
P3 Ort. P3 (Means)		70.2 ab	0.22 a	24.7 a	18.9 b	12.6 b	52.9
Deniz Yosunu Dozları (DY) Seaweed Doses Means	DY0	69.0	0.20 a	23.0 a	21.2	11.4 b	52.5 b
	DY2	68.0	0.19 b	19.4 a	19.3	13.1 ab	56.7 a
	DY4	69.0	0.19 b	20.1 a	19.7	14.7 a	55.3 ab
	DY6	72.0	0.17 c	15.0 b	23.5	12.7 ab	55.3 ab
VK (%)-CV (%)		11.9	5.64	24.7	22.7	11.4	7.95
PEG Dozları (PEG Doses)		*	**	**	*	*	
DY Dozları (SW Doses)			**	**		**	*
PEG X DY (PEG X SW)				**		**	

*P<0.05 düzeyinde, ** P<0.01 düzeyinde önemli olup, ortalamalar arasındaki fark Duncan çoklu karşılaştırma metoduyla P<0.05 seviyesinde değerlendirilmiştir.

* P <0.05 level, ** P <0.01 level is significant, the difference between the average was evaluated at the level of P <0.05 with Duncan multiple comparison method

Whapham ve ark. (1993), *Ascophyllum nodosum* ekstraktının çim, domates ve hıyar bitkilerinin yapraklarında klorofil miktarını arttırarak yaprakların daha koyu yeşil bir görünümde olmasını sağladığını bildirilmişlerdir. Blunden ve ark. (1997), deniz yosunu uygulamalarının bitkinin klorofil içeriğini arttırdığını, El-Sheekh ve El-Said (2000), bazı yeşil algler (*Cladophora dalmatica*, *Enteromorpha intestinalis*, *Ulva lactuca*) ve kırmızı alglerden (*Corallina mediterranea*, *Jania rubens*, *Pterocladia*

pinnate) elde edilen özütlerin *Vicia faba* L.'nin köklerinde protein miktarını, yapraklarda toplam çözülebilir şeker ve klorofil miktarını arttırdığını ve bakla filizlerinde gelişimin farklı düzeylerde uyarıldığını bildirmişlerdir. PEG uygulamaları bakımından ise, klorofil miktarı 52.9-56.4 arasında değişiklik göstermiştir. Yapılan bir çalışmada; Terzi ve ark. (2008), kuraklık stresi uygulanan farklı fasulye genotiplerinde, toplam klorofil içeriğinin önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir.

SONUÇ

Çalışmada, ekinezya bitkisine farklı dozlarda uygulanan deniz yosunu uygulamalarının bitkideki kuraklık stresinin neden olduğu olumsuz etkileri azalttığı tespit edilmiştir. Ekinezyanın yaprak dokularında bağıl su içeriği ve yaprak alanı üzerinde deniz yosununun önemli bir etkide bulunmadığı, klorofil miktarını ve membran dayanıklılık indeksini arttırdığı, MDA seviyesi ve yaprak dokularında iyon sızıntısını ise azalttığı belirlenmiştir. PEG uygulamaları ile yaprak dokularında bağıl su içeriği, yaprak alanı ve membran dayanıklılık indeksi azalırken, MDA seviyesi ve yaprak dokularında iyon sızıntısı oranı artış göstermiştir. Kuraklık stresinin klorofil miktarı üzerine istatistiksel olarak önemli bir etkide bulunmadığı belirlenmiştir. PEG uygulamaları ile oluşturulan stres ortamında yetiştirilen ekinezya bitkisinde deniz yosunu uygulamaları ile kuraklık stresi sonucunda ortaya çıkan olumsuz durum giderilerek bitki toleransını arttırmada etkili bir rol üstlendiği gözlemlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma "Kuraklık Stresi Altındaki Ekinezya (*Echinacea purpurea* L.)' da Deniz Yosununun Büyüme Parametreleri ile Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimler Üzerine Etkisi" isimli Mizgin BAT' ın yüksek lisans tez çalışmasının bir kısmının özeti niteliğindedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Arora A, Sairam RK, Srivastava GC 2002. Oxidative Stress and Antioxidative Systems Inplants, Curr. Sci. 82: 1227-1238.
- Assaha, DVM, Liu L, Ueda A, Nagaoka T, Saneoka H 2016. Effects of Drought Stress on Growth, Solute Accumulation and Membrane Stability of Leafy Vegetable, Huckleberry (*Solanum scabrum* mill.). Journal of Environmental Biology, 37: (1): 107.
- Aykanat S, Semercioğlu T, Baryt H 2009. 1999-2007 Yılları Arasındaki Kurak Dönemlerin Ceyhan-99 Buğdayındaki Olumsuz Etkileri. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, 19-22 Ekim Hatay-Türkiye.
- Bajji M, Kinet J M, Lutts S 2001. The Use of The Electrolyte Leakage Method for Assessing Cell Membrane Stability as A Water Stress Tolerance Test in Durum Wheat. Plant Growth Regulation, 36: 61-70.

- Basu S, Roychoudhury A, Paromita Saha P, Sengupta DN 2010. Differential Antioxidative Responses of Indica Rice Cultivars to Drought Stres. Plant Growth Regulation, 60: 51-59.
- Bhargava S, Sawant K 2013. Drought Stress Adaptation: Metabolic Adjustment and Regulation of Gene Expression. Plant Breed. 132: 21-32.
- Blunden G., Whapham, C., Jenkýns, T. 1992. Seaweed Extracts in Agriculture and Horticulture: Their Origins, Uses and Modes of Action. School of Pharmacy and Biomedical Science and "School of Biological Sciences, University of Portsmouth, King Henry John Street, Portsmouth, Hampshire P01 202, U.K.
- Blunden G, Jenkins T, Liu Y 1997. Enhanced Leaf Chlorophyll Levels in Plants Treated With Seaweed Extract. J Appl Phycol, 8: 535-543.
- Can N 2013. Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Çeşitlerinde Kuraklık Stresi Etkilerinin Fizyolojik Olarak İncelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 108s.
- Desoky EM, Rady MM, Merwad MA 2018. Response of Water Deficit-Stressed *Vigna unguiculata* Performances to Silicon, Proline or Methionine Foliar Application. Scientia Horticulturae, 228: 132-144.
- Dolferus R 2014. To Grow or Not to Grow: A Stressful Decision for Plants. Plant Sci. 2229: 247-261.
- Düzgüneş 0., Kesici, t., Koyuncu, o., Gürbüz, F. (1987). Araştırma ve deneme metodları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1021.295-381.
- Egert M, Tevini M 2002. Influence of Drought On Physiological Parameters Symptomatic For Oxidative Stress In Leaves Of Chives (*Allium schoenoprasum*). Environmental and Experimental Botany, 48: 43-49.
- El-Sheekh MM, El-Said AF 2000. Effect of Seaweed Extracts on Seed Germination, Seedling Growth and Some Metabolic Processes of Faba Beans (*Vicia faba*). Cytobios, 101: 23-35.
- Emam Y, Shekoofa A, Salehi F, Jalali AH 2010. Water Stress Effects on Two Common Bean Cultivars With Contrasting Growth Habits. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci, 9 (5): 495-499.
- Farooq M, Wahid A, Kobayashi N, Fujita D, Basra SMA 2009. Plant Drought Stress: Effects, Mechanisms and Management. Agron. Sustain. Dev. 29: 185-212.
- Filek M, Walas S, Mrowiec H, Rudolphy Skorska, E Sieprawska A, Biesaga Koscielniak J 2012. Membrane Permeability and Micro and Macroelement Accumulation in Spring Wheat Cultivars During The Short Term Effect of Salinity and Peginduced Water Stress. Acta Physiol. Plant, 34: 985-995.
- Ghaderi N, Siosemardeh A 2011. Response to Drought

- Stress of Two Strawberry Cultivars (cv. Kurdistan and Selva). Hort. Environ. Biotechnol, 52 (1): 6-12.
- Güneş M, Aktaş M 2008. Su Stresinde Yetiştirilen Genç Mısır Bitkisinde Potasyum Uygulamasının Gelişme ve Evrim Üzerine Etkisi. OMÜ Zir. Fak Dergisi, 12: 33-36.
- Heath RL, Packer L 1968. Photoperoxidation in Isolated Chloroplast. I. Kinetics and Stoichiometry of Fatty Acid Peroxidation. Arch. Biochem. Biophys, 125: 189-198.
- Kuşvuran Ş, Daşgan Yıldız H, Abak K 2011. Farklı Kavun Genotiplerinin Kuraklık Stresine Tepkileri. YYÜ Tar Bil Derg. 21 (3): 209-219.
- Korkmaz K 2018. Çilekte Su Stresi Altındaki Bitkiler Üzerine Hüyük Asit ve Silikonun Etkisinin İncelenmesi Harran üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 53s.
- Lisar SY, Motafakkerazad R, Hossain MM, Rahman IM 2012. Water Stress in Plants: Causes, Effects and Responses, Water Stress (eds:Rahman, I. M. M., Hasegawa, H.) InTech, Croatia, 1-14.
- Liu C, Liu Y, Guo K, Fan D, Li G, Zheng Y, Yu L, Yang R 2011. Effect of Drought on Pigments, Osmotic Adjustment and Antioxidant Enzymes in Six Woody Plant Species in Karst Habitats of Southwestern China. Environmental and Experimental Botany, 71 (2): 174-183.
- Maldonado CA, Zungga GE, Corcuera LJ, Alberdg M 1997. Effect of Water Stres on Frost Resistance of Oat Leaves. Enviromental and Experimental Botany, 38: 99-107.
- Matsiyak K, Kaczmarek Z, Krawczyk R 2011. Influence of Seaweed Extracts and Mixture of Humic and Fulvic Acids on Germination and Growth of Zea Mays L. Acta Scientiarum Polonorum Agricultura, 10 (1): 33-45.
- Mc Hugh, DJ 2003. A Guide to The Seaweed Industry. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Roma, Italya, 103.
- Michel BE, Kaufmann MR 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiol, 51: 914-916.
- Miller SC, You HC 2004. Echinacea: The genus Echinacea. Series: Medicinal and Aromatic Plants-Industrial Profiles.
- Mishra A, Choudhuri AD 1999. Effects of Salicylic Acid on Heavy Metal-Induced Membrane Deterioration Mediated By Lipoxygenase in Rice. Biologia Plantarum 42 (3): 409-415.
- Özdemir E 1996. Antalya Sahil Kuşağında Yaygın Olarak Bulunan Deniz Yosunu (Zostera L.)' Nun Seralarda Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanım Olanakları. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 85s.
- Özdemir Ö 2008. Accumulation of Selenium in Different Wheat Genotypes and Its Protective Role Against Various Abiotic Stress Factors. Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoteknoloji Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 103s.
- Özkur Ö 2010. Capparis ovata Bitkisinde Kuraklık Stresi Koşullarında Antioksidant Savunma Sisteminin İncelenmesi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 75s.
- Premchandra GS, Saneoka A, Ogato S 1990. Cell Membrane Stability, Anindicator of Drought Tolerance, As Affected By Applied Nitrogen in Soybean. Journal of Agriculture Science, 115: 63-66.
- Rodriguez S, Wilhelmi R, Cervilla L, Blasco B, Rios J, Rosales A, Romero L, Ruiz J 2010. Genotypic Differences in Some Physiological Parameters Symptomatic for Oxidative Stress Under Moderate Drought in Tomato Plants. Plant Science, 178: 30-40.
- Rostami AA, Rahemi M 2013. Responses of Caprifig Genotypes To Water Stress and Recovery. J. Biol. Environ. Sci. 7 (21): 131-139.
- Saffaryazdı A, Lahouti M, Ganjeali A, Bayat H 2012. Impact of Selenium Supplementation on Growth and Selenium Accumulation on Spinach (Spinacia oleracea L.) Plants. Ferdowsi University of Mashhad. Faculty of Science. Department of Biology. Mashhad. Iran.
- Sairam RK 1994. Effect of Moisture Stress on Physiological Activities of Two Contrasting Wheat Genotypes. Indian Journal of Experimental Biology, 32: 594-597.
- Sairam RK, Saxena DC 2000. Oxidative Stres and Antioksidants in Wheat Genotypes: Possible Mechanism of Water Stres Tolerance. J. Agron. and Crop Sci. 184: 55-61.
- Sharma P, Dubey R S 2005. Drought Induces Oxidative Stress and Enhances The Activities of Antioxidant Enzymes in Growing Rice Seedlings. Plant Grow. Reg. 46: 209-21.
- Shehab GG, Ahmed OK, El-Beltagi HS 2010. Effects of Various Chemical Agents for Alleviation of Drought Stress in Rice Plants (Oryza sativa L.). Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj, 38 (1): 139-148.
- Taban S, Katkat AV 2000. Effect of Salt Stress on Growth and Mineral Elements Concentrations in Shoots and Roots of Maize Plants. Tarım Bilimleri Dergisi 6 (2): 119-122.
- Terzi R, Sağlam A, Kutlu N, Nar H, Kadioğlu A 2008. Kuraklık Koşulları Altındaki Phaseolus vulgaris Kültüvarlarının Antioksidan Enzim Aktivitelerindeki Değişimlerin Araştırılması. 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, 23-27 Haziran, Trabzon.
- Turakainen M, Hartikainen HP, Seppanen MM 2004. Effects of Selenium Treatments on Potato (Solanum Tuberosum L.) Growth and Concentrations of Soluble Sugars and Starch. Journal of Agricultural

- and Food Chemistry, 52: 5378-5382.
- Whapham CA, Blunden G, Jenkins T, Hankins SD 1993. Significance of Betaines in The Increased Chlorophyll Content of Plants Treated With Seaweed Extract. *J Appl Phycol*, 5: 231-234.
- Yandım G 2013. Bazı Sentetik Siklitol Türevlerinin Kuraklık Stresine Maruz Bırakılan Cicer (Nohut) Fideleri Üzerindeki Fizyolojik ve Biyokimyasal Etkilerinin Araştırılması. Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 109s.
- Yunusa M, Ephraim RB, Abdullahi S 2014. Effects of Moisture Stress on The Growth Parameters of Soybean Genotypes. *Discourse Journal of Agriculture and Food Sciences*, 2 (5): 142-148.
- Zonouri M, Javadi T, Ghaderi N 2014. Effect of Foliar Spraying of Ascorbic Acid on Cell Membrane Stability, Lipid Peroxidation, Total Soluble Protein, Ascorbate Peroxidase and Leaf Ascorbic Acid Under Drought Stress in Grapes. *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 4 (2): 349-354.