

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KURAKLIK STRESİNDE YETİŞTİRİLEN SOYA'DA (*Glycine max* L.) BAZI
FİZYOLOJİK PARAMETRELER İLE PROLİN BİRİKİMİNİN
ARAŞTIRILMASI**

SERPİL KAYABAŞI

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA

2011

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KURAKLIK STRESİNDE YETİŞTİRİLEN SOYA'DA (*Glycine max* L.) BAZI
FİZYOLOJİK PARAMETRELER İLE PROLİN BİRİKİMİNİN
ARAŞTIRILMASI**

SERPİL KAYABAŞI

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA

2011

Yrd. Doç. Dr. Mahmut DOĞAN danışmanlığında, Serpil KAYABAŞI'nin hazırladığı "Kuraklık Stresinde Yetiştirilen Soya Bitkisinde Bazı Büyüme Parametreleri ve Prolin Birikiminin Araştırılması " konulu bu çalışma 20/01/ 2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mahmut DOĞAN

Üye : Doç. Dr. Hasan AKAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Zafer TEL

Bu Tezin Biyoloji Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylım.

Prof. Dr. Mehmet CİCİ
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: 918

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
RESİMLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
1.GİRİŞ.....	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3.MATERYAL ve YÖNTEM.....	12
3.1.Klorofil belirlenmesi.....	16
3.2.MDA belirlenmesi.....	16
3.3.Prolin konsantrasyonunun belirlenmesi.....	16
3.4.İyon analizleri.....	17
4.ARAŞTIRMA ve BULGULAR.....	18
4.1.Klorofil belirlenmesi.....	18
4.2.MDA belirlenmesi.....	19
4.3.İyon analizleri Na ⁺ , K ⁺ , Ca ⁺⁺ , Mg ⁺	20
4.4.Prolin belirlenmesi.....	24
5.TARTIŞMA ve SONUÇ.....	25
KAYNAKLAR.....	31
ÖZGEÇMİŞ.....	36
ÖZET.....	37
SUMMARY.....	39

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

KURAKLIK STRESİNDE YETİŞTİRİLEN SOYA'DA (*Glycine max* L.) BAZI FİZYOLOJİK PARAMETRELER İLE PROLİN BİRİKİMİNİN ARAŞTIRILMASI

SERPİL KAYABAŞI

Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Mahmut DOĞAN
Yıl: 2011, Sayfa: 40

Bu çalışmada soya bitkilerine (*Glycine max*. L. cv., "A3935"), kuraklık stresi (6, 9, 12, 15, 18 gün) uygulanarak, prolin birikiminin etkileri üzerine yapılmıştır. Çalışma sonucunda prolin birikiminde görülen artmanın, koruyucu rol oynadığını göstermektedir. Sonuçlar kuraklık stressiyle prolin arasında pozitif bir korelasyon olduğunu, MDA aktivitesindeki artışın klorofil miktarındaki artıştan kaynaklanmadığını göstermektedir. Kuraklık stresine bağlı olarak bitkilerin stomalarını kapatarak fotosentez aktivitesini en düşük seviyeye indirdiği, bunun strese karşı koruyucu bir mekanizma olduğu, stoma hareketlerinin yapraktaki birçok fizyolojik ve biyokimyasal olayla bağlantılı olduğu sonucuna varılmıştır. Kuraklık uygulamasına bağlı olarak bitkilerin su seviyelerini belirli düzeyde tutmak için osmotik potansiyellerini düşürdükleri, klorofil ve MDA değerlerinin kuraklık stressiyle değiştiği fark edilmiştir. Kuraklık stresinde klorofil seviyesinin azaldığı, MDA miktarının arttığı, iyon miktarlarında stresin süresine ve şiddetine bağlı olarak değişik oranlarda etkilendikleri ve strese karşı değişik tepkiler verdikleri belirlenmiştir. Aynı şekilde prolin miktarının artması da strese karşı verilen bir cevap olarak algılanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Soya, kuraklık stresi, prolin.

ABSTRACT

MSc Thesis

DROUGHT STRESS IN THE SOBEAN(*Glycine max. L.*) WITH SOME PHYSIOLOGICAL PARAMETERS INVESTIGATION OF ACCUMULATIONS PROLINE

Serpil KAYABAŞI

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor : Yrd. Doç. Dr. Mahmut DOĞAN
Year: 2011, Page: 40

The effects of proline have been searched during the drought stress (6,9,12,15,18 days) on soybean plants (*Glycine max. L.*) on this study. At the end of the study , the rise in proline growth has a protective role. The results indicate that a positive correlation between proline and drought stres and the rise in MDA activity not caused by the increase in the amount of chlorophyll. Due to drought stress, it has been concluded that plants reduce the photosynthesis activity to minimum rate closing their stomas and this is a protective mechanism against stress, and that stoma movements are connected with many physiological biochemical events in the leaf. It has been observed that the plants reduce osmotic potential to keep their water at a certain level ,and cholorophyll and MDA values change by drought stres. It has been detected that,under drought stress , cholorophyll level has declined and the amount of MDA has increased and each plant has been affected at various rates and they have given different reactions against stress.

KEY WORDS :Soybean, drought, stress, proline

TEŞEKKÜR

Çalışma sırasında bilimsel katkıları ile bana yardımcı olan, eğitimim süresince yardımlarını esirgemeyen, tez danışmanım Harran Üniversitesi Fen- Edebiyat Fakóltesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyesi sayın Yrd. Doç. Dr. Mahmut DOĞAN'a en içten teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Araştırma süresince büyük yardımlarını gördüğüm, Harran Üniversitesi Merkezi laboratuvar çalışanları ve Ahmet ÇİRİŐ' e teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca bize bu çalışmamızda maddi olarak destekte bulunan HÜBAK' a teşekkür ederim.

Bana maddi ve manevi her türlü desteği veren babam Aőir KAYABAŞI ve ailemin tüm fertlerine, en içten teşekkürlerimi ve őükranlarımı sunarım.

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Soya Fasülyesi Tohumlarının Çimlenme Aşaması.....	14
Resim 2. Soya Fasülyesi Tohumlarının Perlit Ortamına Ekilmesi.....	14
Resim 3. Soya Fasülyesinin Fide Aşaması.....	15
Resim 4. Soya Fasülyesine Kuraklık Stresi Uygulaması.....	15

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. Hoangland kültür çözeltilisinin bileşimi.....	13
Çizelge 2. Deneme planı.....	13
Çizelge 3 . Kuraklık stresinde yetiştirilen soya bitkilerindeki klorofil miktarı.....	19
Çizelge 4. Kuraklık stresinde yetiştirilen soya bitkilerindeki MDA miktarı.....	20
Çizelge 5. Kuraklık stresinde yetiştirilen soya bitkilerindeki iyon miktarı.....	23
Çizelge 6. Kuraklık stresinde yetiştirilen soya bitkilerinde ki prolin miktarı.....	24

SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
µg	Mikrogram
µmol	Mikromol
atm	Atmosfer basıncı
Ca	Kalsiyum
Cl	Klor
g	Gram
K	Potasyum
MDA	Malondialdehit
mg	Miligram
ml	Mililitre
mM	Milimol
Na	Sodyum
°C	Santigrat derece
PS II	Klorofil b
SOD	Süperoksit dismutaz
TA	Taze ağırlık
TBA	Tiobarbutirik asit
TCA	Trikloroasetik asit

1. GİRİŞ

Bitki büyümesini engelleyen her faktör stres olarak tanımlanmaktadır. Dünyanın birçok yerinde kuraklık, tuzluluk, aşırı sulama, yüksek ve düşük sıcaklık, pH ve ağır metallerin neden olduğu stresler yaygındır. Bu stresler özellikle gelişmekte olan ülkeler için sosyal ve ekonomik problemlere temel oluşturmaktadır. Dünya üzerinde tarımda kullanılabilir alanların sadece % 10' u herhangi bir çevresel stres etmeni ile karşı karşıya değildir. Geriye kalan % 90'lık kısımda, % 26 oranında en fazla karşılaşılan kuraklık stresi tehdidi altında olan alanlardan sonra % 20'lik bir oranla tuz stresi gelmektedir (Blum, 1985; Ashraf, 1994). Dünya nüfusunun hızlı artışıyla ortaya çıkan beslenme sorununa çözümler bulmak için yapılan araştırmalar, daha çok olumsuz çevre koşullarında tarımı yapılabilecek bitki türlerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Dünyada olduğu gibi, ülkemizde de tarım alanlarının sınırlı olması, üretimin arttırılmasında birim alandan daha fazla ürün almayı zorlamaktadır. Bunun için de, ürün artışına etki eden tohumluk, sulama, tarımsal mekanizasyon, zararlılarla mücadele ve gübreleme gibi önlemler, çoraklık ve drenaj sorunları olan arazilerin ıslahının yanı sıra bu alanlarda yetişebilecek bitki çeşitlerinin belirlenmesi ve ıslah edilmesi gerekmektedir. Araştırmacılar kuraklık ve tuzluluk stresi ile bitki arasındaki ilişkilerin farklı açılardan araştırılmasına büyük önem vermişlerdir.

Çoğunlukla hücresel düzeyde oksidatif bir zararlanma olarak ortaya çıkan kuraklık stresi, kurak ve yarı kurak bölgelerde verimi etkileyen önemli bir faktördür. Kuraklık problemini çözmek için dayanıklı genotiplerin seçimi en etkili yaklaşım olarak görülmektedir (Shalaby ve ark., 1993). Strese karşı gösterilen tepki bakımından bitki türleri ve çeşitleri, hatta organları arasında fizyolojik ve metabolik değişimler açısından önemli farklılıklar bulunmaktadır (Belkhodja ve ark., 1994). Genotipe bağlı olarak farklı şiddetlerde ortaya çıkan kuraklıktan etkilenme derecesi o genotipin stres altında geliştirdiği metabolik değişimlere, yani, fizyolojik ve biyokimyasal tepkilere bağlıdır. Bitkilerdeki bu değişik tepkiler incelenerek kuraklığa karşı tolerans gösteren bitkilerin seçimleri için bazı kriterler geliştirmek mümkündür. Bitki büyümesi üzerine stresin temel etkisi osmotik basınç ile

açıklanabilmektedir. Bitkilerin kök ortamındaki osmotik basınç değişimlerine karşı içsel osmotik durumlarını ayarlayabilmek için özel mekanizmalara sahip olmaları zorunludur. Bitkilerin osmotik durumlarını ayarlamalarına 'osmotik uyum' denir (Hamada ve ark., 1992). Bitkiler stresle karşı karşıya gelince, serbest amino asitleri, iyonları ve çözünebilir maddeleri biriktirerek osmotik potansiyellerini düşürürler (Weimberg, 1986). Bitkiler stres ile karşılaştıklarında da toprak çözeltisinden çeşitli iyonları alarak ya da bazı organik bileşikleri sentezleyerek osmotik uyum sağlamaktadırlar (Ashraf, 1994, Salama ve ark., 1994). Birçok araştırmacı osmotik uyum ile tuz toleransı arasında bir ilişkinin olduğunu ileri sürmektedir (Greenway ve Munns, 1980; Yeo, 1983; Weimberg, 1987). McKimmie ve Dobrenz (1991), Ashraf ve ark. (1996), yaptıkları çalışmalarda kurak çevrelerde yetişen dayanıklı çeşitlerin gövdelerinde duyarlı çeşitlere göre daha az iyon biriktirdiğini bildirmektedirler. Bitkilerin yaprak dokusunun oransal su kapsamı ölçülerek de strese karşı toleransları belirlenebilmektedir. Fotosentez, stomaların açılıp-kapanması, yaprak genişlemesi gibi önemli fizyolojik ve morfolojik olayların, yaprakta azalan turgor potansiyeli ile ilişkili olduğu ve stresin artmasıyla yaprak dokusunun oransal su kapsamının azaldığı belirtilmiştir (Jones ve Turner 1978).

Kuraklık stresinde yeni bir kriter olarak kullanılıp kullanılamayacağı halen araştırılan fotosentez konusunda çalışmalar devam etmektedir. Ziska ve ark. (1990), yaptıkları çalışmada, stresin artışına bağlı olarak ribulozbisfosfat karboksilaz (Rubisco) aktivitesinde ve klorofil içeriğinde azalma olduğunu gözlemişler, Ganieva ve ark. (1997) da kuraklık stresinin fotosentezi olumsuz etkilediğini göstermişlerdir. Stres koşullarına biyokimyasal olarak dayanıklılık, yeni stres proteinleri sentezi ve osmotik düzenlemeler için gerek duyulan çözünür karbonhidratlar ve poliaminler gibi metabolitlerin birikimi ile sağlanabilir (Guy ve ark.,1985, Kramer ve Wang, 1990). Çeşitli inorganik iyonların ve osmoregülatör olarak görev yapan değişik organik maddelerin birikimi (Wyn Jones, 1981; Ashraf, 1989), yapraklardaki fotosentetik aktivitelerin belirlenmesi (Sharma ve Hall, 1992; Belkhodja ve ark., 1994), hücre zarı geçirgenliğinde ortaya çıkan zararlanma (Blum, 1985), kuru madde stres indeksi (Bousslama ve Schapanagh, 1984) strese tolerant bitkilerin seçiminde kullanılabilecek parametreler arasındadır. Ancak belirtilen bu fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerin incelenmesiyle kuraklığa tolerant genotip belirleme

konusunda yüksek oranda korelatif bir ilişki belirlemek mümkün olamamaktadır. Diğer bitki türlerinde olduğu gibi soya bitkisinde de genotipler arasında kuraklığa dayanım özelliği bakımından önemli derecede farklılıklar bulunmaktadır (Joshi, 1984; Shannon ve ark., 1987; Perez-Alfocea ve ark., 1996; Cuartero ve Fernandez-Munoz, 1999). Ülkemiz için önemli bir gıda kaynağı olan soya kuraklığa tolerant genotiplerin yetiştirilmesi verim ve kalite açısından önemlidir. Aynı zamanda genotip farklılığının kuraklığa toleransta etkili olduğu bilindiğinden bu mekanizmanın aydınlatılması, tolerant genotiplerin etkin bir yöntemle seçilebilmesi de ayrı bir önem taşımaktadır. Bu doğrultuda soyanın fizyolojik bakımından kuraklık stresine karşı gösterdiği tepkiler tam bitkide çalışılarak, incelenen parametrelerin birbiriyle ve ayrıca soyanın kuraklığa karşı dayanımı, prolin birikimi ile olan ilişkileri araştırılacaktır.

Anavatanı Çin ve Kore gibi Uzakdoğu ülkeleri olan soya bitkisi, 4 bin yıl öncesine kadar uzanan tarihi geçmişiyle o bölgede yaşayan insanların en önemli besin ve geçim kaynağı olmuştur. 120–130 yıl kadar önce soya ile tanışan gelişmiş batılı ülkeler ise, soya sanayilerini kurarak, soya üretimine ve kullanım alanlarının geliştirilmesine önemli katkılar yapmışlardır. Günümüzde 170–180 milyon ton seviyesine ulaşan Dünya soya üretimindeki en büyük payı % 50 oranındaki üretimiyle A.B.D almakta, onu Brezilya, Arjantin ve Çin izlemektedir. Soya bitkisi, ülkemize de ilk kez 1930'lu yıllarda girmiş ve uzun yıllar boyunca sadece Karadeniz bölgesinde tarımı yapılmıştır. Son 20 yılda uygulamaya konulan 2. Ürün Projesi ile, Ege ve Akdeniz bölgelerinin sulanır alanlarında yetiştirilmeye başlanılan soyanın tarımı bugün için ağırlıklı olarak Çukurova Bölgesinde yapılmaktadır. Adana ve Osmaniye illeri, Türkiye soya üretiminin % 80-85'ini karşılamaktadır. Ancak son yıllardaki soya üretimimiz 50–60 bin tona düşmüş olup, çiftçilerimizin bu değerli ürünü daha fazla tanınması ve ekim nöbetinde yer vererek, soya üretimini yaygınlaştırdığı görülmektedir. Dünyayı besleyen 5–6 önemli bitkisel üründen birisi olan soyanın, yağı çıkarıldıktan sonra kalan unu ya da küspesi çok besleyici olup, proteince çok zengindir. Bu özelliğinden dolayı gıda sanayisinde bolca kullanılır. Soya tohumlarında % 40–45 oranında protein, % 18–20 oranında da yağ bulunmaktadır. Dünya'da en fazla üretilen ve tüketilen yağ soya yağı, yem sanayisinde en fazla kullanılan hammadde ise soya küspesidir. Birçok tıp çevreleri

kendi insanlarını, soyayı özellikle kalp ve kanser hastalıklarına karşı koruyucu olarak tüketmek üzere sürekli bilgilendirmektedir. Hatta Amerika Birleşik Devletleri'nde bazı soyalı gıda ürünlerinin üzerine, "Kalp sağlığına karşı yararlı etkisi vardır" şeklinde uyarıcı ve bilgilendirici etiketlerin konularak kullanılmasına izin verilmiştir. Bugün için gelişmiş ülkelerin piyasalarında, soyanın sütü, peyniri, filizi, sosu, dondurması, eti ve unundan, mürekkebi, mumu ve benzinine kadar pek çok soyalı sanayi ürünü bulunabilmektedir. Son yıllarda ülkemizde de, ithal soyalı ürünlerin birçoğunu market raflarında bulmak mümkün olmuştur. Özellikle gıda sanayi ürünlerinden yararlanmak, yetersiz beslenme problemiyle boğuşan Türk insanı için de vazgeçilmez bir seçenektir. İstatistiklere göre; 2003 yılında 175 bin tonu soya yağı olmak üzere toplam 1,5 milyon tonluk soyalı ürünün ülkemize ithal edilmiş olması, soyanın tüketim alışkanlıklarımız içerisinde giderek artan şekilde yer almaya başladığını göstermektedir. Bir baklagil bitkisi olarak soya, toprağa azot kazandırarak, kendisinden sonra ekilecek olan ürünlerde verimi artırır ve gübre tasarrufu sağlar. Ekim nöbeti için en uygun bitkilerden birisidir.

Bu amaçla kuraklık stresinin soya bitkilerinde (*Glycine max. L. cv.*, "A3935") prolin birikimi üzerindeki etkilerinin araştırılması, diğer büyüme parametreleri yönünden karşılaştırılması, kuraklığa karşı prolinle beraber başka çalışma şartlarının oluşturulması amacıyla böyle bir çalışma yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kuraklık stresiyle ilgili son yıllarda bir çok çalışma yapılmıştır. Bazı nohut (*Cicer aritinum* L.) çeşitlerinde tane iriliği ve kuraklık stresinin çimlenme özelliklerine etkisinin incelendiği araştırmada, kuraklık stresinde çimlenme özellikleri bakımından çeşitler ve tane irilikleri arasında farklılık olduğu belirlenmiştir. Gökçe çeşidi kurak şartlarda yüksek oranda çimlenmiş, çeşitlerin küçük (7 mm) taneleri, orta (8 mm) ve iri (9 mm) tanelerden daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Çeşitlerin tüm tane iriliklerinde çimlenme -4 atm kuraklık stresinde düştüğü belirlenmiştir (Bakoğlu, 2005).

Yapılan bir çalışmada kuraklığa maruz bırakılan yazlık ve kışlık mercimek çeşitlerinde morfolojik ve moleküler düzeydeki değişiklikler araştırılmış. Kışlık özelliğe sahip iri taneli Sazak 91 ve Yerli Kırmızı çeşitlerinde 4 hafta ara ile sulama uygulaması, verim ve verim ile ilişkili karakterlerde en yüksek değerleri bulunmuştur. Yazlık çeşitlerden Sultan 1, 2 hafta ara ile yapılan sulama uygulamasında en yüksek tane ve biyolojik verim değerlerini verirken, Malazgirt 89 çeşidi 3 hafta ara ile sulama uygulamasında en yüksek değerleri vermiştir. Stoma sayıları ve büyüklükleri hem yazlık hem de kışlık çeşitlerde benzerlik göstererek, sulama durumlarına bağlı olarak önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Ancak stoma açıklıkları su seviyesinde düşüşe bağlı olarak azalmıştır (Terzi, 2008).

Kuraklık stresi altındaki bazı mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin fotokimyasal etkinliklerindeki değişimler Kautsky Etkisi yaklaşımı ile belirlenip, çeşitlerin kuraklığa tolerans kapasiteleri yorumlanmıştır. Toprak kültüründe kontrollü koşullarda yetiştirilen 12 günlük mısır çeşitleri sulama yapılmaksızın 12 gün süre ile kuraklık periyoduna bırakılmış ve ardından 6 gün boyunca yeniden sulama yapılmıştır (Güllüoğlu, 2005).

Literatürde kuraklık stresi sırasında bitkilerin yapraklarını kıvrarak stomalarını kapatmadıkları şeklinde fikirler ileri sürülmüştür. Bu araştırmada yaprak

kıvrılması denemeleri için bir model bitki olarak görülen *Ctenanthe setosa* bitkisi kullanılarak, bu fikrin doğruluk derecesi incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, stomaların yaprakların kıvrılma periyodu boyunca belirli ölçülerde kapanmalar gösterdiği saptanmıştır. Kıvrılma sırasında stoma hareketleri ile fotosentetik parametreler, fotosentetik pigment miktarları, antioksidant enzim ve bileşikler, yaprağın ve toprağın su durumu, ortamın ışık yoğunluğu, nemi ve sıcaklığı arsında pozitif ve negatif korelasyonlar tespit edilmiştir. Sonuç olarak yaprak kıvrılmasının bitkilerin stomalarını kapatmamak için görev yapan bir mekanizma olmadığı, stoma hareketlerinin yapraktaki birçok fizyolojik ve biyokimyasal olayla bağlantılı olduğu sonucuna varılmıştır (Öztürk, 1999).

Kuraklığa maruz bırakılan yazlık ve kışlık mercimek çeşitlerindeki prolin, osmotik potansiyel ve şeker düzeylerindeki değişiklikler araştırılmıştır. Bu amaçla, 2 kışlık ve 2 yazlık olmak üzere tescil edilmiş 4 mercimek çeşidi kullanılmış. Prolin seviyeleri, osmotik potansiyel seviyeleri, şeker seviyeleri belirlenmiştir (Bakoğlu, 2005).

Kuraklık; bitkilerde büyüme, gelişme ve verimi kısıtlayan en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Kuraklık stresinin iki nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşidinin fotokimyasal aktiviteleri üzerindeki fizyolojik etkilerini ortaya koymak ve kuraklık stresinden kaynaklanan oksidatif hasarın giderilmesinde antioksidan enzim aktivitelerinin rolünü belirlemek üzere klorofil a, malondialdehit (MDA) analizi yapılmıştır. Klorofil a fluoresansı sonuçları, nohut çeşitlerinde, artan kuraklık stresinin PSII'nin fotooksidasyonuna neden olduğunu göstermiştir.

Ancak, şiddetli kuraklığı izleyen yeniden sulama uygulamasının, her iki çeşitte de fotokimyasal etkinliği kontrol seviyesine kadar iyileştirdiği belirlenmiştir. Artan kuraklık stresine bağlı olarak her iki çeşidin membranlarında da oluşan MDA içeriğindeki artış oksidatif hasarın bir göstergesidir. (İslam, 2007).

Başka bir çalışmada, tuz (çoraklık) ve kuraklık stresleri altında *Triticum aestivum* çeşitlerinin tuz ve kuraklık streslerine dirençli *Triticum aestivum* (Bayraktar) ve *Triticum aestivum* (Atay) varyetelerinin antioksidan enzimler düzeyinde verdiği yanıtlar incelenmiştir. 3 gün boyunca karanlıkta çimlendirilen

örneklere çimlenmeyi takiben 3 gün süreyle 1 mM glycine betaine (GB) uygulaması yapılmış ve ardından 5 gün boyunca tuz ve kuraklık stresleri bağımsız setlerde paralel uygulanmış (kontrol grupları hariç), malondialdehit (MDA) miktarı, prolin miktarı, stres uygulamalarında artış olduğu tespit edilmiştir. GB uygulamasının MDA, prolin ve antioksidan enzim seviyelerinde azalmalara neden olduğu gözlenmiştir (Nar, 2008).

Tuzluluk ve kuraklık dünyanın yaygın sorunları arasında yer aldığını, bu tarz stresler bitkide büyüme ve gelişme gibi olayları olumsuz etkilediğini, tuzluluk, bitkilerde osmotik problemlere neden olarak zarar vermekte olduğunu bildirmişlerdir (Doğan, 2004). Bu amaçla yaptıkları çalışmada materyal olarak seçilen *G. densa* sulak alanlarda yayılış gösteren kozmopolit bir bitki olduğunu, bu tür, dünyanın birçok bölgesinde atık suların ağır metallere arıtımında indikatör olarak kullanıldığını, üç farklı kuraklık periyodu (çok kurak, orta derecede kurak ve iyi sulanmış) ve beş farklı tuzluluk (0, 125, 250, 375, 500 mol m⁻³) derecesinde incelemeler yapmışlardır. Sonuçta bitkilerin kök ve gövde uzunlarında değişimler tespit edilmiş, kök büyüme oranının 250 ve 500 mol m⁻³ tuzluluk derecesinden olumsuz etkilendiğini, tuzluluk ve kuraklığın *G. densa*'da kök ve gövde uzamasını olumsuz etkilediğini ve yapraklarda klorozise yol açtığını belirlemişlerdir (Demirezen ve ark., 2008).

Başka bir çalışmada kuraklık stresine toleranslı olduğu ve buna bariz bir yaprak kıvrılma mekanizmasıyla gerçekleştirdiği bilinen *Ctenanthe setosa* bitkisi seçilmiştir. Strese cevap olarak oluşan yaprak kıvrılması esnasında yapraklarda meydana gelen anatomik değişiklikleri belirlemek ve bu kıvrılma mekanizmasının hangi hücrelerin nasıl sağladığını ortaya çıkarmak üzere araştırma yapmışlar. Çalışma kapsamında yaprak kıvrılma dereceleri, yaprak su potansiyeli ve bazı anatomik parametreler stresli bitkilerin % 20, 50, 80 yaprak kıvrılma derecelerinde ve kontrol bitkilerinin yapraklarında ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre kuraklık süresince yaprak kıvrılması artarken, kıvrılan yapraklardaki su potansiyeli dereceli olarak azalmıştır. Ayrıca kıvrılan yapraklardaki mezofil, lamina ve hipodermis hücrelerinin kalınlığının azaldığı belirlenmiştir. Araştırmacılar bunlara

ilaveten yaprak kıvrılmasının ksilem borularının çaplarının, stoma ve orta damar boyutlarının dereceli olarak azalmasına neden olduğunu bulmuşlardır. (Yakıt, 2006)

Kuraklık koşullarına dayanıklılığı farklı olan *Phaseolus vulgaris* L. kültürvarlarındaki su potansiyeli ve antioksidan sistem arasındaki ilişki araştırılmıştır. Unifoliat ve trifoliat yapraklarda yapılan analizler sonucunda, kuraklık stresi koşullarında fasülye kültürlerinin su potansiyellerinin azaldığı, enzim aktivitelerinin arttığı bulunmuştur. SOD aktivitesinin unifoliat yapraklarda azaldığı, trifoliat yapraklarda ise değişmediği belirlenmiştir. Su potansiyelindeki azalma ve enzim aktivitesindeki artışın diğer çeşitlere göre Yunusta daha az, Karacasehirde ise daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, *Phaseolus vulgaris* çeşitlerinde kuraklık koşulları altında su potansiyelindeki azalma ve antioksidan enzim aktivitesindeki artış arasında iyi bir korelasyonun olduğunu ortaya koymuşlardır. (Terzi ve ark., 2008)

Başka bir çalışmada kuraklık stresi altında *Ctenanthe setosa*'nın yaprak kıvrılma dereceleri boyunca su potansiyeli ile klorofil flüoresans parametreleri (PS II Fv/Fm, ΦPS II, NPQ, Qp) arasındaki ilişki araştırılmış. Bitkilerin 25°C'de laboratuvar koşullarında (yaklaşık 300 µmol (foton) m²s⁻¹ ışık yoğunluğunda) büyümeleri sağlanmıştır. Yapraklarını kıvrması amacıyla bitkiler kuraklık periyoduna maruz bırakılmıştır. Bu amaçla 0, % 20-30, % 50-60, % 70 ve üzeri kıvrılma dereceleri boyunca yapraktan alınan disklerle su potansiyeli ve ardından kıvrılma derecelerinde bitkilerin klorofil flüoresans parametreleri ölçülmüştür. Yapılan analizler sonucunda yaprak su potansiyellerinin kıvrılma boyunca giderek azaldığı gözlenirken, klorofil flüoresans parametrelerinin %50 kıvrılma derecesine kadar önemli bir farklılık göstermediği, daha yüksek kıvrılma derecelerinde ise belirli ölçüde değiştiği saptanmıştır. Buna göre yaprak su potansiyelindeki azalma ile kıvrılma boyunca klorofil flüoresans parametreleri arasında bir ilişkinin olduğu sonucuna varılmıştır (Nar ve ark., 2008).

Kuraklığın kışlık buğdayın gelişmesi ve verimine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, erken kuraklık, sulu koşullara göre birim alandaki tane sayısının % 44,4, 1000 tane ağırlığının % 6,9, tane veriminin ise; % 40,6 oranında azalmasına neden olduğu tespit edilmiştir. Geç kuraklığın yeşil dokulardaki yaşlanmayı

hızlandırması; daha kısa yeşil alan süresi (27,5 gün) ,daha düşük 1000 tane ağırlığı (3,8 g) ve tane veriminde azalma % 24 ile sonuçlandığı tespit edilmiştir. Erken kuraklık başlıca birim alandaki tane sayısını, kuraklığın ise; tane ağırlığını sınırladığı belirlenmiştir. Ayrıca erken kuraklığın tane verimine olumsuz etkisi geç kuraklığa göre daha fazla olduğu gözlenmiştir (Öztürk, 1999).

Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) kuraklığa dayanıklılıkla ilgili özellikler arasındaki ilişkiler çalışmasında, yapılan korelasyon ve path analizi sonucunda, Trakya bölgesi gibi yarı kurak alanlar için, her iki dönemde yaprak su tutma yeteneği, tane dolun süresi ve bitkide bayrak yaprağı alanının önemli seleksiyon ölçütleri olduğu belirlenmiştir. Mumluluğun tane verimi üzerine olumlu bir etkisinin olmadığı, hatta yarı kurak bölgelerde verimi kısıtlayıcı bir özellik olduğu tespit edilmiştir (Munzuroğlu, 2006).

Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) Ca^{+} , K^{+} ve Mg^{+} etkileri üzerine yapılan araştırmalarda, mısır bitkisine tuzun ile ilave olarak verilen Ca^{+} , Mg^{+} ve K^{+} u bileşiklerinin membran geçirgenliği ve bağıl su içeriği üzerine iyileştirici etki yaptığı tespit edilmiştir. Prolin oranının tuz uygulamasıyla beraber arttığını gözlemlemişlerdir (Yakıt, 2006).

Bazı pestisidlerin turuncgillerin fizyolojik ve anatomik özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, Washington yapraklarında (0,25 mg/g) pestisit uygulamasında, uygulamanın 30. gününde (0,22 mg/g), 15. günde ise (1,26 mg/g) prolin konsantrasyonunun arttığı tespit edilmiştir. Valencia portakal çeşidi yapraklarında pestisit uygulamasından önceki döneme göre prolin konsantrasyonunun değişmediği tespit edilmiştir (Botella, 1997).

Kuraklık ve tuzluluk koşullarında prolin sentezlenmesi üzerine yapılan bir araştırmada, prolin sentezinin genel olarak arttığı tespit edilmiştir (Wynjones ve Strarey, 1978). Tuz stresinde bazı nohut (*Cicer aietinum* L.) çeşitlerinin gelişimi prolin, sodyum, klor, fosfor ve potasyum konsantrasyonlarındaki değişimlerin incelendiği araştırmada, tuz stresi altında damla çeşidinin kuru ağırlığı diğer çeşitlere

göre daha fazla olmuş genelde Na^+ ve Cl^- konsantrasyonları diğer çeşitlere göre daha düşük olarak tespit edilmiştir. Tuz stresi altında çeşitlerin prolin, Na^+ , Cl^- , P^+ konsantrasyonları artmış, K^+ konsantrasyonu ise azalmıştır (Luna ve ark., 2000)

Cretophyllum demersum L. de kadmiyum klorür, sodyum klorür ve bunların kombinasyonlarının fizyolojik ve morfolojik etkilerinin araştırıldığı çalışmada, kadmiyum stresli koşullarda denenen makrofitlerin serbest prolin miktarlarında Cd derişimi ile birlikte artışlar olduğu tespit edilmiştir. NaCl etkisindeki makrofitlerin serbest prolin akümülyasyonlarında artan tuz derişimi ile birlikte artışın olduğu tespit edilmiştir (Doğan ve ark., 2004).

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) fidelerinin toplam çözünebilir protein, prolin ve klorofil miktarları üzerine civa klorürün etkilerinin araştırıldığı çalışmada, bir haftalık fideler 10 gün süreyle hoagland solusyonu ile hazırlanmış 0,03, 0,05 ve 0,07 mM konsantrasyonlarındaki civa klorür çözeltilerinde büyümeye bırakılmıştır. 17 gün sonra civa klorüre maruz bırakılan fidelerin toplam çözünebilir protein, prolin ve klorofil içerikleri tespit edilmiştir. Civa klorüre maruz bırakılan fidelerin yapraklarındaki prolin içeriklerinde artma tespit edilmiş, klorofil (a+b) ve toplam çözünebilir protein miktarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Munzuroğlu, 2006).

Harran Ovası koşullarında, ikinci ürün olarak, 2002 ve 2003 yıllarında yürütülen çalışmada, 14 soya çeşidi ile 6 soya hattının, bölge koşullarına uyumu araştırılmıştır. Çalışmada ele alınan soya çeşit ve genotiplerinin bitki boyu, bitki başına dal sayısı, bakla sayısı, ilk bakla yüksekliği, dekara verim, yağ oranı ve vejetasyon süresi gibi önemli tarımsal ve morfolojik özellikleri incelenmiş, S.4240, Williams, Sloan ve Amsoy-71 çeşitlerinin Harran Ovası Ekolojisinde üst sıralarda yer aldıklarını bildirmişlerdir (Yılmaz ve ark., 2005).

Farklı soya fasulyesi hatlarının Bursa ekolojik koşullarında bazı verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bir araştırma yürütülmüş, bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide bakla sayısı, bitkide tane sayısı, tane verimi, 1000 tane ağırlığı, ham protein oranı, ham yağ oranı, ham protein verimi ve ham yağ verimi özelliklerini belirlemek üzere yapılan çalışmalarda bazı hatlarda protein miktarının

yüksek olduğunu, ancak rekabet yeteneklerinin zayıf olduğunu bildirilmiştir (Öztürk, 1999).

Harran Ovasında, 2002-2003 yıllarında yürütülen bir çalışma, farklı dönemlerde uygulanan bazı bitki büyüme düzenleyicilerin, geciken hasatlarda, bakla çatlaması ve buna bağlı verim kaybı üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılmış, A.3935 soya çeşidi ile 7 farklı bitki büyüme düzenleyici kullanılmış, hasat zamanı geciktirildikçe, verim kayıplarında önemli artışlar olmuştur. Bunun nedeni, ana ürün koşullarında yetiştirme süresinin daha uzun olması, hasat sonrası baklaların elastikiyetini kaybetmesi, hava sıcaklığının daha yüksek, oransal nemin düşük, bitki büyüme düzenleyicilerin etkinliğinin yüksek çıkması, hem verim artışı sağlamak ve hem de verim kaybını azaltmak için, ana ürün koşullarında bitki büyüme düzenleyici uygulamalarının yapılması önerilmektedir. İkinci ürün koşullarında ise, büyüme düzenleyiciler bakla çatlama oranı üzerine beklenen düzeyde etkili olamadıkları, ancak, birim alandan elde edilecek verim göz önüne alınarak, ikinci ürün koşullarında da bitki büyüme düzenleyicisi uygulamaları önerilmektedir (Güllüoğlu, ve ark., 2005).

Başka bir çalışma da soya fasulyesi (*Glycine max* L.) bitkisinde hasat kayıplarının asgariye indirilmesi açısından bitki boyunun uzun olması, sık ekimlerde dallanma, bakla ve tohum sayılarında azalmalar meydana geldiğini, asrın harika bitkisi olarak tanımlanan soyanın sulu tarımda yapılması gerektiğini bildirmişlerdir (Bakoğlu, ve ark., 2005).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Kontrollü şartlarda iklim odasında kuraklık stresi uygulanacak soya tohumu (+4 °C ve +25 °C’de) koşullarda çimlendirilerek fizyolojik özellikler bakımından bir sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Sağlam ve benzer büyüklükte yeteri kadar seçilen tohumların yüzeysel sterilizasyonu Ellis ve ark. (1988)’ nin yöntemine uyularak yapılmıştır. İklim dolabında sıcaklık 25±1 °C olup çimlendirme karanlıkta yapılmıştır. Çimlenmiş tohumları tespit edebilmek için tohumların inkübe edildiği günü izleyen 5. günde sayım yapılarak, çimlenme için radikulanın testadan çıkmış olması esas kabul edilecektir. Çimlenen tohumlar saksılarda perlit ortamına alınmıştır. Perlit ortamında büyüyen soya fideleri, ilk gerçek yapraklar oluşunca stres uygulanarak esas denemeye başlanmıştır. Denemede hoagland besin çözeltisi kullanılmıştır (Çizelge 1). Çimlenme ve büyüme evresini kapsayan tüm denemeler iklim dolabında 25±2 °C sıcaklık ve % 65±5’e ayarlanmış bağıl nem deney süresince sabit tutulmuştur. Işık şiddeti bitki yaprak yüzeyinden 14500 lüks olacak şekilde ayarlanmıştır.

Deneme; çimlenme aşaması 6 gün, ilk gerçek yaprakların oluşum aşaması 14 gün, kültür çözeltisiyle olan aşama 12 gün olmak üzere toplam 31 günü bulmuştur. Kontrol grubundan, kuraklık stresi uygulanmış ortamlarda yetişen bitkilerden 37. günde, 40. günde, 43. günde, 46. günde ve son olarak 49. günde olmak üzere 5 defa örnek alınmıştır. Böylece 6 gün, 9 gün, 12 gün, 15 gün ve 18 gün kuraklık stresi uygulanmış tüm ortamlardan soya fidelerinde rast gele seçilen 3 bitkide yaprak örnekleri alınmıştır.

Çizelge 1. Hoagland kültür çözeltilisinin bileşimi (Hoagland and Arnon, 1938).

<u>Makro Elementler</u>	<u>g/lit*</u>
Ca(NO ₃) ₂ . 4H ₂ O	0.821
KNO ₃	0.506
KH ₂ PO ₄	0.136
MgSO ₄ . 7H ₂ O	0.120
<u>Mikro Elementler</u>	<u>mg/lit</u>
C ₆ H ₃ FeO ₇ . 5H ₂ O (Ferric sitrat)	50.00
MnCl ₂ . 4H ₂ O	1.80
H ₃ BO ₃	2.90
ZnCl ₂	0.12
<u>CuCl₂. 2H₂O</u>	<u>0.05</u>

*½ oranında sulandırılmış Hoagland çözeltilisi hazırlamak için belirtilen makro ve mikro element miktarları 2 lt, distile suda eritilmiştir. Çözeltinin pH'sı 0.05 M KOH ile 5.7-5.8'e ayarlanmıştır.

Çizelge 2. Deneme planı

Uygulamalar	6. gün	9. gün	12. gün	15. gün	18. gün
Kontrol	6. tkr.	6. tkr.	6. tkr.	6. tkr.	6. tkr.
Kuraklık Stresi	“	“	“	“	“



Resim 1: Soya fasulyesi tohumlarının çimlenme aşaması



Resim 2: Soya fasulyesi tohumlarının perlit ortamına ekilmesi



Resim 3: Soya fasulyesinin fide aşaması



Resim 4: Soya fasulyesine kuraklık stresi uygulaması

3.1 Klorofil Belirlenmesi

Yaprak dokularındaki klorofil miktarı Luna ve ark. (2000)' nın uyguladığı yöntemle göre belirlenmiştir. Bunun için bitkinin 2. yapraklarından bilinen miktarda alınan taze örnekler % 80'lik 10 ml etanol içine konmuş ve su banyosunda 80 °C'de 20 dakika bekletildikten sonra 654 nm'de absorpsiyon (A) değerleri "Shimadzu 1040 Model" spektrofotometrede okunmuştur. Yaprak dokularındaki klorofil miktarı toplam klorofil: $A_{654} \times 1000 / 39,8 \times$ taze örnek (mg) formülü ile $\mu\text{g}/\text{mg}$ T.A. olarak hesaplanmıştır.

3.2. MDA Belirlenmesi

Yaprak dokularındaki malondialdehid (MDA) analizi Lutts ve ark. (1996)' nın yöntemi esas alınarak belirlenmiştir. Bu yöntemle göre -80 °C de donmuş olan örneklerden 200 mg yaş yaprak örneği alınmış, bunun üzerine 5 ml % 0,1 'lik Trichloro Aceticacid (TCA) ilave edilmiş ve bu karışım 12500 rpm devir hızında 20 dakika süreyle santrifüj edilmiştir. 5 ml'lik ekstraktan 3 ml süpernatant alınarak, üzerine % 20 Thiobarbituric Acid (TBA) bulunan % 0,1'lik 3 ml TCA ilave edilmiştir. 95 °C' deki sıcak su banyosunda 30 dakika bekletilen karışımın, 532 ve 600 nm'de absorpsiyon değerleri (A) Shimadzu 1040 model spektrofotometrede okunmuştur. Kör olarak, içinde % 20 TBA bulunan % 0,1'lik TCA kullanılmıştır. Yaprak dokularındaki MDA miktarı, $\text{MDA} = (A_{532} - A_{600}) \times \text{Ekstraksiyon hacmi (ml)} / (155 \text{ mM/cm} \times \text{Örnek miktarı (mg)})$ formülü ile ($\mu\text{mol} / \text{g}$ T.A.) olarak hesaplanmıştır.

3.3. Prolin Konsantrasyonunun Belirlenmesi

Yaprakda prolin analizi, Bates ve ark. (1973)'nin geliştirildiği yöntem kullanılarak yapılmıştır. Yaklaşık 0,5 g taze yaprak örneği 10 ml %3'lük Sulfosalisik asit ile homojenize edilmiştir. Filtre edilen örnekler 1 saat süresince 100 °C' ye ayarlı su banyosunda ninhidrin ile reaksiyona sokulmuş ve devamında örnekler buz banyosuna alınarak reaksiyon tamamlanmıştır. Soğutulmadan sonra ortam toulen ile

ekstrakte edilmiş ve pembemsi-kırmızı renkte, standart olarak L prolin kullanılarak, 520 nm’de spektrofotometrede okuma yapılmıştır.

3.4. İyon analizleri

Kontrol ve kuraklık stresi uygulama sonucu elde edilen soyada Na^+ , K^+ , Ca^{++} ve Mg^+ iyonlarının miktar tayini için ekstraktların hazırlanmasında Taleisnik ve ark. (1997), tarafından açıklanan yöntem izlenmiştir. Buna göre; soya örnekleri etüvde 80 °C de 48 saat kurutulmuş porselen havanda öğütülerek toz haline getirilmiştir. Daha sonra, hassas olarak tartılan bilinen miktardaki örnek, bir tüp içine alınarak üzerine 1 N Nitrik asitten (HNO_3) 10 ml ilave edilerek homojenize edilip 20 dakika süreyle çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Homojenize edilen örnekler 95 °C de bir saat su banyosunda bekletildikten sonra, soğutulularak 3500 rpm de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Süpernatant kısmı alınarak 10 ml daha 1 N HNO_3 ilave edilerek aynı işlem tekrarlanmıştır. Aynı işlem sonunda alınan süpernatant kısmı bilinen bir hacime tamamlanmıştır. Bu şekilde hazırlanan ekstraktlarda Na^+ ve K^+ Ca^{++} ve Mg^+ iyonları ICP cihazı ile analiz edilmiş ve miktarlar $\mu\text{g}/\text{mg}$ K.A. Taleisnik ve ark. (1997), göre hesaplanmıştır.

Yaprak örneklerinde klorofil belirlenmesi Luna ve ark., (2000) göre, lipid peroksidasyon (MDA) belirlenmesi Lutts ve ark., (1996)’ ya göre, prolin konsantrasyonu Bates ve ark. (1973)' nın geliştirdiği yöntemle göre iyon analizi total Na^+ , K^+ , Ca^{++} ve Mg^+ kurutulmuş yaprak örneklerinde Taleisnik ve ark. (1997), ın yöntemi kullanılarak tayin edilecektir. Tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekrarlı her tekrarda 20, toplamda ise 480 tohum kullanılmıştır. Sonuçlar varyans analizi bakımından faktörler karşılaştırılarak, anlamlı önemli fark (A.Ö.F.) çoklu karşılaştırma yöntemi ANOVA ile incelenmiştir

4. ARASTIRMA VE BULGULAR

Dünyada meydana gelen kuraklık problemiyle beraber bilim adamları kuraklık stresini ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için çalışmalar başlatmışlardır. Yapılan bu çalışmada kuraklık stresinin, prolin miktarı üzerindeki etkisi ile diğer büyüme parametreleri arasındaki ilişkisi araştırılarak aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

4.1. Klorofil Belirlenmesi

Deney materyali olarak soya (*Glycine max. L. cv.*) "A3935" tohumları farklı kuraklık stresinde (6, 9, 12, 15, 18 gün) yetiştirilerek kuraklık stresi yaprakların klorofil düzeyinde önemli sayılabilecek azalışlar sağlamıştır (Çizelge 3). Stres ortamında soya yapraklarının klorofil düzeyinin kontrole göre önemli bir oranda değişmiş olması, kuraklık stresinden kaynaklanan yaprak dökülmeleri meydana gelmiştir. Klorofil düzeyinin azalması kuraklıktan meydana gelen yaprak sararması, az sayıda yaprağın elde edilmesi olabilir. Çünkü stresin ilerleyen günlerinde kuraklık şiddetlenmiş, soya bitkisinin kuraklığa çare olarak yaşlı yapraklarını döktüğü, stomalarını kapatıp transpirasyonu minimuma indirdiği gözlenmiştir. Bütün bu gerekçeler klorofil miktarının düşmesine sebep olmuştur.

Kontrol, kuraklık stresi altında 6, 9, 12, 15, 18 gün yetiştirilen soya yaprak dokularında belirlenen klorofil miktarları çizelge 3'te verilmiştir. Klorofil miktarı ile ilgili analiz sonuçları incelendiğinde klorofil miktarı üzerinde kuraklık etkisinin istatistik olarak önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.005$). Kuraklık stresi, klorofil miktarını kontrole kıyasladığımızda önemli azalmalar meydana gelmiştir. Aşağıdaki çizelge 3' te görüleceği gibi klorofil oranında kontrolde 141 ile 144, arasında, kuraklık stresinde 88 ile 64 arası oranlar meydana gelmiştir.

Çizelge 3. Kuraklık stresinde 6, 9, 12, 15, 18 gün yetiştirilen soya bitkilerinde elde edilen klorofil miktarı $\mu\text{g}/\text{mg}$ T.A. olarak hesaplanmıştır.

Uygulamalar	6. gün	9. gün	12. gün	15. gün	18. gün
Kontrol	141 \pm 1	177 \pm 2	177 \pm 2	145 \pm 2	144 \pm 1
Kuraklık Stresi	88 \pm 2	85 \pm 1	80 \pm 1	76 \pm 1	64 \pm 2

4.2. MDA Belirlenmesi

Deney materyali olarak soya (*Glycine max.* L.) cv., "A3935" tohumları farklı kuraklık stresinde (6, 9, 12, 15, 18 gün) yetiştirilerek kuraklık stresi yaprakların MDA miktarında önemli sayılabilecek artışlar sağlamıştır (Çizelge 4). Stres ortamında soya yapraklarının MDA düzeyinin kontrole göre önemli bir oranda değişmiş olması, kuraklık stresinden meydana gelmiştir. MDA düzeyinin artması kuraklıktan meydana gelen hücre hasarını yaptığı, buna karşı bir direnç oluşturduğu anlaşılmaktadır.

Lipit peroksidasyon ürünü olan MDA hücre zarında meydana gelen bir bozulmanın ürünü olarak karşımıza çıktığından, soyanın strese karşı önlem almaya çalıştığı anlaşılmaktadır. Soya yapraklarında ortalama lipid peroksidasyon değerlerinin kontrollerden yüksek olması soyanın çevresel stres faktörlerinden daha fazla etkilenebileceği ve serbest radikal oluşumunun daha yüksek olabileceği sonucunu ortaya çıkartmaktadır. Artan kuraklık stresine bağlı olarak soya membranlarında oluşan MDA içeriğindeki artış oksidatif hasarın bir göstergesidir (Çizelge 4).

Lipid peroksidasyonunda görülen önemli değişiklik, kuraklık stresi klorofil ve bitki ile ilgili birkaç mekanizmayla membranların hasar gördüğüne işaret etmektedir. Kuraklık uygulamasına bağlı olarak bitkilerin su seviyelerini belirli düzeyde tutmak için osmotik potansiyellerini düşürdükleri, MDA değerleri kuraklık stresiyle değiştiği fark edilmiştir.

MDA açısından kontrol ve kuraklık stresi grubu anlamlı derecede farklıdır ($p < 0,01$). 9. ve 12. günlerde MDA oranları birbirine yakın bulunurken

kuraklığın süresi ve şiddeti artmaya başlayınca MDA oranında artma meydana gelmiştir. Klorofil ile MDA oranları pozitif bakımından anlamlı bulunmuştur.

Kontrol, kuraklık, stresi altında 6, 9, 12, 15, 18 gün yetiştirilen soya yaprak dokularında belirlenen MDA miktarları Çizelge 4’de verilmiştir. MDA miktarı ile ilgili analiz sonuçları incelendiğinde MDA miktarı üzerinde kuraklık etkisinin istatistik olarak önemli olduğu görülmüştür ($p<0.005$). 6. günden başlayarak 18. güne kadar önemli sayılacak artış meydana gelmiştir. Analiz sonuçlarına göre klorofil miktarında meydana gelen azalma stres ortamında MDA nın artmasına neden olmuştur. Aşağıdaki tablodan da görüleceği gibi MDA oranında kontrolde 45 ile 46 arasında, kuraklık stresinde 54 ile 87 arasında, oranlar meydana gelmiştir.

Çizelge 4. Kuraklık stresinde 6, 9, 12, 15, 18 gün yetiştirilen soya bitkilerinde elde edilen MDA miktarı $\mu\text{g}/\text{mg}$ T.A. olarak hesaplanmıştır.

Uygulamalar	6. gün	9. gün	12. gün	15. gün	18. gün
Kontrol	45±1	47±2	47±2	45±3	46±2
Kuraklık Stresi	54±1	65±1	68±1	76±2	87±1

4.3. İyon Analizi Na^+ , K^+ , Ca^{++} ve Mg^+

Deney materyali olarak soya (*Glycine max. L.*) cv., “A3935” tohumları farklı kuraklık stresinde (6, 9, 12, 15, 18 gün) yetiştirilerek kuraklık stresi yaprakların iyon miktarında önemli sayılabilecek artışlar sağlamıştır (Çizelge 5).

Kuraklık stresi yaprakların Na^+ miktarında denemenin ilerleyen günlerinde (6, 9, 12, 15, 18) önemli sayılabilecek artışlar sağlamıştır (Çizelge 5). Soya yapraklarının Na^+ düzeyinin kontrole göre ilk günlerde biraz yüksek, diğer günlerde anlamlı derecede yüksek seyrettiği gözlenmiştir. Kuraklık stresinden kaynaklanan hücresel düzeydeki hasarın etkili olduğu, strese karşı bir direnç oluşturduğu anlaşılmaktadır. İçsel stres faktörlerin etkilendiği, soya yapraklarında oluşan Na^+ içeriğindeki artış şüphesiz su ihtiyacının bir göstergesidir (Çizelge 5).

Kontrol, kuraklık, stresi altında 6, 9, 12, 15, 18 gün yetiştirilen soya yaprak dokularında belirlenen Na^+ miktarları Çizelge 5’de verilmiştir. Na^+ miktarı ile ilgili analiz sonuçları incelendiğinde Na^+ miktarı üzerinde kuraklık etkisinin istatistik olarak önemli olduğu görülmüştür ($p<0.005$). Kuraklık stresi Na^+ miktarı kontrolle kıyaslandığında önemli, kendi arasında günler bazında incelendiğinde ise çok daha önemli miktarda arttığı görülmüştür. Aşağıdaki tablodan da görüleceği gibi Na^+ oranında kontrolde 11,8 ile 13,3 arasında, kuraklık stresinde 36,7 ile 45,8 arasında ki oranlar meydana gelmiştir.

Kuraklık stresi yaprakların K^+ miktarında pek önemli sayılabilecek artışlar sağlamamıştır (Çizelge 5). Soya yapraklarının K^+ düzeyinin kontrole ve diğer uygulama ortamlarına göre anlamlı derecede bulunmamıştır. Soya yapraklarında ortalama K^+ değerlerinin kontrolle hemen hemen aynı olması soyanın çevresel stres faktörlerinden etkilenebileceği, fakat olumlu bir etki yapmadığı sonucunu ortaya çıkartmaktadır. Artan kuraklık stresine bağlı olarak soya yapraklarında oluşan K^+ içeriğindeki önemsiz değişiklik olumlu bir göstergedir (Çizelge 5).

Kontrol, kuraklık stresi altında 6, 9, 12, 15, 18 gün yetiştirilen soya yaprak dokularında belirlenen K^+ miktarları Çizelge 5’te verilmiştir. K^+ miktarı ile ilgili analiz sonuçları incelendiğinde K^+ miktarı üzerinde kuraklık etkisinin istatistik olarak önemli olduğu görülmüştür ($p<0.005$). K^+ miktarı kontrolle kıyaslandığında biraz önemli, diğer günlerde ise kontrole göre önemsiz değişiklikler meydana gelmiştir. Aşağıdaki tablodan da görüleceği gibi K^+ oranında kontrolde 29,1 ile 27,0 arasında, kuraklık stresinde 33,9 ile 37,2 arasında ki oranlar meydana gelmiştir.

Kuraklık stresi yaprakların Ca^{++} miktarında kontrole göre artışlar sağlanmıştır (Çizelge 5). Soya yapraklarının Ca^{++} düzeyi kontrole göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Ayrıca soya yapraklarında ortalama değerlerinin kontrolden yüksek olması soyanın çevresel stres faktörlerinden etkilendiği, Ca^{++} olumlu bir etki yaptığı sonucunu ortaya çıkartmaktadır. Artan kuraklık stresine bağlı olarak soya yapraklarında oluşan Ca^{++} içeriğindeki dengeli artma şüphesiz olumlu bir göstergedir (Çizelge 5). Ca^{++} oranında stresin artan şiddetine göre görülen dengeli artma (Çizelge 5) bitkinin dayanıklılığına katkıda bulunduğu Ca^{++} oranının dengede

tutulmasına işaret etmektedir.

Kontrol, kuraklık stresi altında 6, 9, 12, 15, 18 gün yetiştirilen soya yaprak dokularında belirlenen Ca^{++} miktarları Çizelge 5'te verilmiştir. Ca^{++} miktarı ile ilgili analiz sonuçları incelendiğinde Ca^{++} miktarı üzerinde kuraklık etkisinin istatistik olarak önemli olduğu görülmüştür ($p<0.005$). Kuraklık stresi Ca^{++} miktarı kontrolle kıyaslandığında önemli, derecede değiştiği görülmüştür. Aşağıdaki tablodan da görüleceği gibi Ca^{++} oranında kontrolde 24,3 ile 27,6 arasında, kuraklık stresinde 39,4 ile 48,4 arasında ki oranlar meydana gelmiştir. Ca^{++} hücre zarında lipit protein arasında adeta çimento görevi gören bir element olduğundan stresten kaynaklanan hücre zarı hasarına pek imkan vermediği anlamına gelebilecek katkı sağladığını söyleyebiliriz.

Kuraklık stresi yaprakların Mg^{+} miktarında kontrole göre önemli sayılabilecek azalmalar sağlamıştır (Çizelge 5). Soya yapraklarının Mg^{+} düzeyinin kontrole ve kendi arasında ilerleyen günlerde göre anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Kuraklık stresinden kaynaklanan hasarın pek etkili olduğu görülmüştür.

Ayrıca soya yapraklarında ortalama değerlerinin kontrolden düşük olması soyanın çevresel stres faktörlerinden, çok fazla etkilendiği, Mg^{+} bileşiklerinin olumlu bir etki yapmadığı sonucunu ortaya çıkartmaktadır. Artan kuraklık stresine bağlı olarak soya yapraklarında oluşan Mg^{+} içeriğindeki azalma şüphesiz olumlu bir gösterge olmamakla birlikte bu elementin neden azaldığı konusunda bir fikir vermektedir (Çizelge 5). Mg^{+} elementi genel olarak klorofilde bulunduğundan stres şartlarında klorofil miktarında meydana gelen azalma nedeniyle Mg^{+} oranında da azalmaya neden olduğunu söyleyebiliriz.

Kontrol, kuraklık, stresi altında 6, 9, 12, 15, 18 gün yetiştirilen soya yaprak dokularında belirlenen Mg^{+} miktarları Çizelge 5'de verilmiştir. Mg^{+} miktarı ile ilgili analiz sonuçları incelendiğinde Mg^{+} miktarı üzerinde kuraklık etkisinin istatistik olarak önemli olduğu görülmüştür ($p<0.005$). Kuraklık stresi Mg^{+} miktarı kontrolle kıyaslandığında önemli, miktarda azaldığı görülmüştür. Aşağıdaki tablodan da görüleceği gibi Mg^{+} oranında kontrolde 33,1 ile 34,1 arasında, kuraklık stresinde

14,8 ile 12,9 arasında ki oranlar meydana gelmiştir.

Genel olarak iyonların birbirleri ile ilişkileri önemli bulunmuştur. Na⁺ un K⁺ oranı ile negatif, Ca⁺⁺ ve Mg ile negatif, klorofil ile negatif, MDA ile genel olarak pozitif yönde ilişkili olduğu görülmüştür. K⁺ ile Na⁺⁺ arasında % 39'luk negatif ve istatistikî açıdan çok anlamlı bir ilişki vardır (p<0,01). Dolayısıyla bu değişkenlerden biri arttığında diğeri azalmıştır. (Çizelge 5) Benzer ilişki Ca⁺ ile K⁺ arasında % 25'lik Mg⁺ ile K⁺ arasında % 50'lik ve Mg⁺ ile Ca⁺⁺ arasında % 23'lük oranda tespit edilmiştir. Mg⁺ ile Na⁺ arasında ise % 37'lik çok anlamlı bir ilişki bulunmuştur (p<0,01).

Çizelge 5. Kuraklık stresinde 6, 9, 12, 15, 18 gün yetiştirilen soya bitkilerinde elde edilen iyon (Na⁺, K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺) sonuçları μ gr/mg K.A. olarak hesaplanmıştır.

	Uygulamalar	6. gün	9. gün	12. gün	15. gün	18. gün
Na ⁺	Kontrol	9.7±1	9.6±11	7.1±2	10.3±3	11.1±1
	Kuraklık Stresi	31.7±1	35.1±1	29.4±1	26.3±1	29.2±1
K ⁺	Kontrol	25.1±1	25.3±1	20.5±2	28.9±3	22.0±1
	Kuraklık Stresi	24.9±2	29.0±5	25.0±2	25.6±2	27.2±2
Ca ⁺⁺	Kontrol	24.3±1	26.7±1	24.8±2	25.8±2	27.6±2
	Kuraklık Stresi	39.4±1	41.7±2	44.5±3	47.3±4	48.4±3
Mg ⁺	Kontrol	33.1±2	31.9±3	34.2±3	38.8±1	34.1±3
	Kuraklık Stresi	14.8±3	15.3±3	19.4±2	13.7±1	12.9±2

Sodyum (p= 0.004, stres p= 0.009), Potasyum (p= 0.033, stres p= 0.0036), Kalsiyum (p= 0.0032, stres P= 0.0013)

4.4 Prolin belirlemesi

Deney materyali olarak soya (*Glycine max. L.*) cv., "A3935" tohumları farklı kuraklık stresinde (6, 9, 12, 15, 18 gün) yetiştirilerek kuraklık stresi yaprakların klorofil düzeyinde önemli sayılabilecek azalışlar sağlamıştır (Çizelge 3). Stres ortamında soya yapraklarının prolin düzeyinin kontrole göre önemli bir oranda değişmiş olması, kuraklık stresinden kaynaklanan yaprak dökülmeleri meydana gelmiştir. Prolin düzeyinin arması kuraklıktan meydana gelen strese karşı protein miktarının artmasına işaret etmiş olabilir. Çünkü stresin ilerleyen günlerinde kuraklık şiddetlenmiş, soya bitkisinin kuraklığa çare olarak yaşlı yapraklarını döktüğü, stomalarını kapatıp transpirasyonu minimuma indirdiği gözlenmiştir. Bütün bu gerekçeler prolin miktarının yükselmesine sebep olmuştur.

Kontrol, kuraklık, stresi altında 6, 9, 12, 15, 18 gün yetiştirilen soya yaprak dokularında belirlenen prolin miktarları Çizelge 6'da verilmiştir. Prolin miktarı ile ilgili analiz sonuçları incelendiğinde prolin miktarı üzerinde kuraklık etkisinin istatistik olarak önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.005$). Kuraklık stresi, prolin miktarını kontrole kıyasladığımızda önemli miktarda artırmıştır. Aşağıdaki çizelge 6'da görüleceği gibi klorofil oranında kontrolde 4,5 ile 4,2 arasında, kuraklık stresinde 8,8 ile 16 arası oranlar meydana gelmiştir.

Çizelge 6. Kuraklık stresinde 6, 9, 12, 15, 18 gün yetiştirilen soya bitkilerinde elde edilen prolin miktarı $\mu\text{g}/\text{mg}$ T.A. olarak hesaplanmıştır.

Uygulamalar	6. gün	9. gün	12. gün	15. gün	18. gün
Kontrol	4.5±8	4.5±4	4.3±7	4.2±2	4.2±1
Kuraklık Stresi	8.8±2	8.5±1	10±1	16±1	16±2

Klorofil (P= 0.034, stres P= 0.022), MDA (p= 0.032), stres P= 0.031), Prolin (P= 0.045, stres P=0.056)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapılan çalışmada, kuraklık stresinin soya (*Glycine max. L. cv., "A3935"*) yapraklarının klorofil düzeyinde önemli sayılabilecek azalmalar sağlamıştır (Çizelge 3). Soya yapraklarında klorofil miktarının azalması, gözlemlere göre su yetersizliğinden kaynaklanan yaşlı yaprak dökülmeleri önemli ölçüde artırmıştır. Ülkemizde geliştirilen kuraklık toleransına duyarlılık hakkında herhangi bir bilgi olmayan 5 fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*) çeşidinde, kuraklık stresi sırasında stoma iletkenliği, su potansiyeli ve klorofil flüoresans parametreleri arasındaki ilişki araştırılmış. Kullanılan çeşitlerin trifoliat ve unifoliat yaprakları üzerinde yapılan analizler sonucunda su potansiyeli ve stoma iletkenliği azalışının pigment sistemi PS II ışık verimliliği ile ilişkili olduğu, diğer klorofil floresans parametrelerindeki değişim ile fazlaca ilişkili olmadığı belirlenmiştir (Sağlam ve ark., 2008). Başka bir çalışmada kuraklık stresi altında *Ctenanthe setosa*'nın yaprak kıvrılma dereceleri boyunca su potansiyeli ile klorofil flüoresans parametreleri arasındaki ilişki araştırılmış. Yaprak su potansiyelindeki azalma ile kıvrılma boyunca klorofil flüoresans parametreleri arasında bir ilişkinin olduğu sonucuna varmışlardır (Nar ve ark., 2008). Klorofilin azaldığı veya arttığı yönünde bir çalışma yapılmıştır.

İki farklı domates türüyle yapılan bir çalışmada, kuraklık stresine toleranslı olan yabancı *Lycopersicum hirsutum* bitkisinde stresle birlikte toplam klorofilde önemli artış olurken, kuraklık stresine hassas olan yerel türde (*L. esculentum*) ise istatistiksel olarak önemli değişikliklerin olduğu bildirilmiştir (Walker ve ark., 1993; Katerji ve ark., 1998; Umezawa ve ark., 2000; Murillo ve ark., 2005; Walia ve ark., 2005; Chattopadhyay ve ark., 2002; Doğan, 2004; Murillo ve ark., 2005; Islam ve ark., 2007). Kontrolde klorofilin yüksek olması, ilerleyen günlerde ise konsantrasyonunun azalması fotosentez oranının azalmasıyla ilişkili olabilir (Çizelge 3). Doğan, (2004), Tuz stresinin farklı domates yaprakları üzerinde yaptığı 28 günlük denemede, klorofil yapraklarının 14 gün sonunda azalmaya başladığını, stresin şiddetlendiği 28 günün sonunda klorofil miktarını çok daha

azaldığını rapor etmiştir. Yukarıda bahsedilen klorofil ile ilgili çeşitli değerlendirmeler ışığında bizim yaptığımız çalışmada, klorofil miktarının azalması birçok parametre ile ifade edilebileceği gibi şu nokta tarafımızdan önemli sayılabilir. Kuraklık stresinden korunmak için içsel bazı mekanizmaların devreye sokulduğu, stres şok proteinleri gibi, bu mekanizmaların stresi engelleme şansı olmamasından, bitki dışsal bazı tedbirleri devreye sokarak stresten korunmaya çalışmıştır. Yaşlı yapraklarını dökerek, büyümeyi sınırlandırarak, transpirasyonu azaltarak, stomalarını kapalıya yakına getirerek, metabolizmasını minimum seviyeye düşürerek, sayabileceğimiz pek çok mekanizmayı devreye sokmuş olabileceğini ifade edebiliriz.

Yaprak dokularında MDA miktarı ile ilgili değişimler incelendiğinde kuraklık stresi soya yapraklarında kontrole karşılaştırıldığında MDA miktarlarında artışa, klorofil miktarlarında ise azalmaya neden olmuştur (Çizelge 3 ve 4). Kuraklık toleransının arttığını lipid peroksidasyonu açısından inceleyen sınırlı sayıda çalışma vardır. Çalışmalar, kuraklık stresıyla lipid peroksidasyonunun arttığı yönündedir. Bu bağlamda, mısır ve hıyarda yürütülen denemelerde kuraklık stresinin neden olduğu en karakteristik değişikliğin lipid peroksidasyonundaki artış olduğu bulunmuştur (Chen ve ark. 2000; Shen ve ark., 1999a; Hodges ve ark., 1999; Shalata ve ark., 2001; Munne-Bosch, ve Penuelas, 2003; Ben-Amor ve ark., 2006). Kendall ve McKersie (1989)'nin bildirdiğine göre, stres koşullarında üretilen aktif O₂ radikalleri membranlarda lipid peroksidasyonuna neden olmakta ve bu durum da membranların zararlanmasıyla sonuçlanmaktadır. Doğan, (2004), Tuz stresinin farklı domates yaprakları üzerinde yaptığı 28 günlük denemede, MDA yapraklarının 14 gün sonunda artmaya başladığını, stresin şiddetlendiği 28 günün sonunda MDA miktarını çok daha arttığını rapor etmiştir.

Soya yapraklarında ortalama lipid peroksidasyon değerlerinin kontrollerden yüksek olması soyanın çevresel stres faktörlerinden daha fazla etkilenebileceği ve serbest radikal oluşumunun daha yüksek olabileceği sonucunu ortaya çıkartmaktadır. Artan kuraklık stresine bağlı olarak soya membranlarında oluşan MDA içeriğindeki artış oksidatif hasarın bir göstergesidir. Deneme, kontrol bitkilerine göre değerlendirildiğinde, kuraklık stresi ile MDA arasında pozitif bir

ilişki belirlenmiştir (Çizelge 4). Kuraklık uygulamasıyla lipid peroksidasyonunda görülen artma, bir ya da daha fazla mekanizmayla membranların hasarına işaret etmektedir. Kuraklık uygulamasına bağlı olarak bitkilerin su seviyelerini belirli düzeyde tutmak için osmotik potansiyellerini düşürdükleri, MDA değerleri kuraklık stresiyle değiştiği fark edilmiştir. Kuraklık stresinde klorofil seviyesi azalmış, MDA miktarı artmış, stresin ilerleyen günlerinde (6, 9, 12, 15, 18) değişik oranlarda etkilendikleri ve strese karşı değişik tepkiler verdikleri belirlenmiştir. Kuraklık stresinin MDA üzerinde etkili olduğu, hücre hasarının artması sonucu MDA miktarının arttığını söyleyebiliriz. Daha önce yapılan çalışmalarda, soya yapraklarında optimum K^+ konsantrasyonunun % 2.2-3.0 arasında olması gerektiğini (Bergmann, 1993), Potasyum (K^+)' un bitkileri kuraklık stresinden korumada önemli rol aldığını bildirmişlerdir (Marschner, 1995). Bu durum Marschner (1995), Lahet ve ark. (2003) ve Walia ve ark. (2005) tarafından "büyümeyle- seyrelme" olarak açıklanmıştır. Ayrıca, K^+ miktarının artmasının K^+ un floemdeki hareketliliğinden dolayı yaprak yaşındaki ilerlemeyle birlikte arttığı bildirilmiştir (Sparks, 1977; Uriu ve Crane, 1977; Ghoulam ve ark., 2002; Chattopadhyay ve ark., 2002; Murillo-Amador ve ark., 2005). 6. günden itibaren K^+ artmış, 18. günde en yüksek seviyelerde bulunmuştur. Potasyumun yapraklardan gövdeye ve meyveye hareketi söz konusudur. Buna bağlı olarak stres şartlarında yaprakların K^+ konsantrasyonunun yükselmesi beklenen bir sonuç olarak görülebilir (Çizelge 5).

Sodyum (Na^+) bitkide hem floem, hem de ksilem içerisinde hareket edebilen bir element olarak bilinmektedir (Marschner, 1997). Son yıllarda yapılan çalışmalarda, tuzluluk artışıyla bitkilerin almış oldukları yüksek miktarlardaki Na^+ iyonunun bitki iyon dengesini olumsuz etkileyerek toksik etki yaptığı fikri kabul görmektedir (Botella ve ark., 1997). İyon dengesizliğinin bitkinin beslenme rejimini olumsuz etkileyerek, metabolik olaylarda kullanılan temel elementlerin alınımını önlediği, bunun da bazı fizyolojik sorunların ortaya çıkmasına neden olabileceği belirtilmiştir (Gorham ve ark., 1985b). Mutlu (2003), ayçiçeğinde, Doğan (2004) domateste tuz stresi altında yetiştirilen bitkilerinin kök, gövde ve yapraklarında stresin derecesi ve süresine göre Na^+ miktarlarının arttığını, meydana gelen artışın, doğrudan ya da dolaylı olarak bitki gelişimini etkilediğini saptamıştır. Sodyumun ilk günlerde düşük, stresin ilerleyen günlerinde yüksek olması hücre zarı geçirgenliğinin

azaldığı, iyon dengesinin bozulduğu izlenimini vermektedir. Çalışmamızda Na^+ miktarının artması yukarıdaki çalışmaların ışığında doğru sonuç aldığımızı kantlar niteliktedir.

Embleton ve ark. (1974) ve Chapman (1976), sebzeler için optimum kalsiyum (Ca^{++}) konsantrasyonunun % 3-6 arasında olması gerektiğini bildirmiştir. Buna göre yapraklarda ölçülen Ca^{++} konsantrasyonunun normal ve normalin biraz üzerinde olduğu belirlenmiştir. Kalsiyumun floemdeki hareketliliği minimum olduğundan (Marschner, 1995; Murillo ve ark., 2005) dolayı deneme boyunca yapraklardaki düzeyinin artan oranda değiştiği düşünülmektedir. Ancak, Ca^{++} düzeyinde görülen artmanın nedeni strese bağlı olarak hücre zarı geçirgenliğinin azaldığı olarak açıklanabilir (Çizelge 5). Hücre zarı geçirgenliğinin azalmasıyla beraber alınan Ca^+ elementinin biriktirildiği yönündedir. Hücre zarını sağlamlaştırma özelliği olan kalsiyumun, strese karşı korunmak amacıyla hücrede tutulduğunu söyleyebiliriz.

Soya yapraklarında ortalama değerlerinin kontrolden düşük olması soyanın çevresel stres faktörlerinden, çok fazla etkilendiği, artan kuraklık stresine bağlı olarak soya yapraklarında oluşan Mg^+ içeriğindeki azalma şüphesiz önemli bir gelişmedir. Mg^+ görülen önemli değişiklik, Mg^+ un bitkinin dayanıklılığına katkıda bulunamadığına işaret etmektedir. Mg^+ elementi genel olarak klorofilde bulunduğundan stres şartlarında klorofil miktarında meydana gelen azalma nedeniyle Mg^+ oranında da azalmaya neden olmuştur. Magnezyumun floemdeki hareketliliği minimum olduğundan (Marschner, 1995) dolayı mevsim boyunca yapraklardaki düzeyinin az değiştiği düşünülmektedir. Kuraklık stresinde Mg^+ düzeyinde görülen artmanın nedeni ilk günlerde stresten etkilendiği, yapraklarının döküldüğü, klorofil miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Stres süresinin (6, 9, 12, 15, 18 gün) arttığı günlerde bitkilerin kendilerini regüle edemediği anlaşılmaktadır.

Mikro elementlerden çinko (Zn) ve bakır (Cu)'ın da bitkilerin kuraklık stresinden daha az etkilenmesinde önemli olduğundan bahsedilmektedir (Marschner, 1995; Çakmak ve ark., 1995). Mg^+ düzeyi deneme süresince azalan sabit bir seyir izlemiştir. Kuraklıkla beraber soya yapraklarında ölçülen Mg^+ konsantrasyonunun Embleton ve ark. (1973) ve Chapman (1976)'nın verdiği 25 mg / kg KA sınır

değerin altında olması bitkilerde Mg^{+} noksanlığı olabileceği düşüncesine neden olmaktadır. Bu tez çalışması çerçevesinde denemelerde kullanılan soyanın iyon (Na^{+} , K^{+} , Ca^{++} ve Mg^{+}) dengesi genel olarak yeterli olduğunu ortaya koymaktadır. İyon miktarlarının stresten zamanla farklı şekilde etkilendikleri, klorofil ve MDA oranlarının bu etkilenmede rolü olabileceği fikrini vermektedir.

Soya dokularında bol miktarda bulunan aminoasitlerden biri olan prolinin, soya yapraklarında önemli bir çözünür azot deposu olduğu (Stewart, 1961), aynı zamanda, bitkilerde serbest O_2 radikallerinin detoksifikasyonuna katıldığı (Bohnert ve Sheveleva, 1998) bildirilmektedir. Değişik bitkilerde kuraklık stresiyle birlikte prolin konsantrasyonunun artması, strese karşı toleransın göstergesi olarak kabul edilmektedir. Örneğin, yaprak prolin içeriği ile dona karşı tolerans arasında portakalda (Yelenosky ve Yu, 1992), elmada (Benko, 1968), yoncada (Paquin, 1977), halofitlerde (Popp ve Albert, 1981), kışlık kolza ve kışlık buğdayda (Stetl ve ark., 1978) pozitif ilişki bulunmuştur.

Kushad ve Yelenosky (1987)'nin bildirdiğine göre, bitkilerin düşük sıcaklıkta canlılığını devam ettirebilmesinde, prolin konsantrasyonundaki yüzde artışın daha çok, yapraklardaki mutlak prolin miktarı daha önemli olmaktadır. Bu bağlamda maksimum prolin konsantrasyonu, önemli ölçüde artmıştır (Çizelge 6). Prolin içeriğinin artmasıyla birlikte kuraklık stresi karşı toleransın arttığı (Yelenosky ve Yu, 1992) ve buna ek olarak, kuraklığın ortadan kalkmasıyla prolin konsantrasyonunun azaldığı göz önüne alınırsa (Çizelge 6), su bitkilerin kuraklık stresi bağlı oksidatif strese dayanıklılığında önemli rol oynayabileceği söylenebilir. Prolin birikiminin fizyolojik önemi çok az anlaşılmaktadır. Prolin sitosol de depolanır, hücre yapılarını ve sitoplazmik enzimleri koruyucu bir ajan olarak görev yapabilir. Bazı araştırmacılar hücelere zarar verici stresler sonucu prolin birikiminin ortaya çıktığını ileri sürmüşlerdir (Yelenosky ve Yu, 1992).

Sonuç olarak, prolin içeriğinin artmasıyla birlikte kuraklığa karşı toleransın arttığı ve buna ek olarak, su uygulamasıyla da prolin miktarının azaldığı göz önüne alınırsa su uygulaması, bitkilerin aynı zamanda yüksek sıcaklığa bağlı oksidatif strese dayanıklılığında önemli rol oynayabileceği söylenebilir. Nitekim Stefl, ve ark., (1978), bitkilerin kuraklığa karşı artan toleransının, dokulardaki prolin

düzeşinin artışına bağlı olarak prolin ve arginin veya tanımlanmamış başka bileşiklerin düzeylerinin artışlarıyla ilişkili olduğunu tahmin etmektedir (Çizelge 6).Kuraklık stresine bağlı olarak bitkilerin stomalarını kapatarak fotosentez aktivitesini en düşük seviyeye indirdiği, prolinin strese karşı koruyucu bir mekanizma olduğu, stoma hareketlerinin yapraktaki birçok fizyolojik ve biyokimyasal olayla bağlantılı olduğu sonucuna varılmıştır. Kuraklık uygulamasına bağlı olarak bitkilerin su seviyelerini belirli düzeyde tutmak için osmotik potansiyellerini düşürdükleri, prolin, klorofil ve MDA değerlerinin ise kuraklık stresıyla değiştirdiği fark edilmiştir. Kuraklık stresinde klorofil seviyesi azalmış, prolin ve MDA miktarı artmış, her bir bitkinin değişik oranlarda etkilendikleri ve strese karşı değişik tepkiler verdikleri belirlenmiştir.

Sonuç olarak, tarımsal anlamda, kuraklığa karşı oluşturmamız gereken stratejiler şunlar olabilir; Özellikle bitkisel üretimde suyun muhafazası, suyun tarlaya iletiminde kapalı sistemler kullanılması, suyun bitkiye verilmesinde basınçlı (yağmurlama, damla, hareketli yağmurlama) sistemlerin kullanılması, suyun etkin kullanımı, su sıkıntısını içeren sulama programlarının belirlenmesi, bitkinin ihtiyaç duyduğu zamanlarda suyun bitki kök bölgesine verilmesini içeren uygulamalara ihtiyaç vardır. Kuraklığa dayanacak bitkilerin seçimi, hatta ve hatta bitki çeşidinin dahi önemli olduğu, toprak yapısı gibi birçok faktör ile ilgili dikkatli seçimler yapılması birim alandan, birim miktarda su ve besin maddeleri kullanımıyla en yüksek bitkisel verim alınacağı sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- ASHRAF, M., 1989. The Effects of NaCl on Water Relations Chlorophyll and Protein and Proline Contents of Two Cultivars of Black Gram (*Vigna mungo* L.) Plant Soil, 119, 205-210.
- ASHRAF, M., 1994. Breeding for Salinity Tolerance in Plants, Critical Reviews in Plant Sciences, 13(1), 17-42.
- ASHRAF, M., McNeilly, T. and Bradshaw, A.D., 1996. The Potential for Evaluation of Salt (NaCl) Tolerance of Seven Grass Species, New Phytol., 299-309.
- BAKOĞLU, A., Ayçiçek, M., 2005. Elazığ Şartlarında Soya Fasulyesinin *Glycine Max.* L.) Tarımsal Özellikleri ve Tohum Verimi, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 17(1):52-58.
- BATES, L. S., Waldren, R. P. and Teare, I. D., 1973. Rapid determination of free proline for water- stress studies plant and Soil, 39: 205-207.
- BELKHODJA, R. Morales, F., Abadia, A., Gomez-Aparisi, J., 1994. Chlorophyll Fluorescence as a Possible Tool for Salinity Tolerance Screening in Barley (*Hordeum vulgare* L.), Plant Physiol, 667- 673.
- BEN-AMOR, N., Jimenez, A., Megdiche, W., Lundqvist, M., Sevilla, F. And Abdely, C., 2006. Response of Antioxidant Systems to NaCl Stress in The Halophyte *Cakile maritima*, Physiologia Plantarum, 126: 446-457.
- BERGMANN, W., 1993, Plant Analysis-Purpose Evolution and Table Showing Adequate Ranges' of Mineral Plant Nutrients, Nutritional Disorders of Plant Development, Visual and Analytical Diagnosis, (Ed: W. Bergmann), 333-371, Gutv Fisher, Stuttgart, New York.
- BLUM, A., 1985. Breeding Crop Varieties For Stress Environments, Critical Reviews in Plant Sciences, 199-238.
- BOHNERT, H.J. and Sheveleva, E. 1998. Plant Stress Adaptations-making Metabolism Move. Current Opinion in Plant Biol. 1: 267-274.
- BOTELLA M.A., Martinez J., and Cerda, A., 1997. Salinity Induces Potassium Deficiency in Maize Plants, J. Plant Physiol, 152, 299-303.
- BOUSLAMA, M., AND Schapanagh, w. T., 1984. Stress Tolerance in Soybeans 1. Evaluation of Three Screening Techniques for Heat and Drought Tolerance, Crop Sci. 24, 933-937.
- CHAPMAN, H.D., 1976. The mineral nutrition of citrus. Plant Physiol. 17: 333-335.
- CHEN, W.P., Li, P.h. and Chen, T.H.H., 2000. Glycinebetaine Increases Chilling Tolerance and Reduces Chilling-Induced Lipid Peroxidation in *Zea mays* L. Plant, Cell Environ. 23: 609-618.
- CHATTOPADHAYAY, M. K., Tiwari, B. S., Chattopadhyay, G., Bose, A., Sengupta, D.N. and Ghosh, B., 2002. Protective role of Exogenous Polyamines on Salinity-Stressed Rice (*Oryza sativa*) Plants. 116: 192-199.

- CUARTERO, J and Fernandez –Munoz, R., 1999. Tomato and Salinity, *Sci. Hort.* 78, 83-125.
- ÇAKMAK, I., 1994. Activity of Ascorbate-Dependent H₂O₂-Scavenging Enzymes and Leaf Chlorosis are Enhanced in Magnesium and Potassium-Deficient Leaves But not in Phosphorus-Deficient Leaves. *Journal of Experimental Botany* 45: 1259-1266.
- ÇAKMAK, İ., Atlı, M., Kaya, R., Evliya, H., ve Marschner, H., 1995. Association of High Light and Zinc Deficiency in Cold Induced Leaf Chlorosis in Grapefruit and Mandarin Trees. *J. Plant Physiol.*, 146: 355-360.
- DEMİREZEN, Yılmaz, D., 2008. Tuzluluk ve kuraklık stresinin *Groenlandia densa*'da büyümeye etkisi, 23-27 Haziran 19. Ulusal Biyoloji Kongresi Trabzon.
- DOĞAN, M., 2004. Domates (*Lycopersicon sp.*)'te Tuz Stresinin Bazı Fizyolojik Parametreler ve Antioksidant Enzim Aktiviteleri Üzerindeki Etkilerinin *in vivo* ve *in vitro* olarak incelenmesi., H. Ü. Fen Bil. Ens. Biyoloji Anabilim Dalı (Doktora Tezi), s105.
- ELLİS, R. H., Roberts, E.H., Summerfield, R.J. and Cooper, J.P., 1988. Environmental Control of Flowering in Barley (*Hordeum vulgare* L.) II. Rate of Development as a Function of Temperature and Photoperiod and Its Modification by low temperature vernalization, *Ann. of Bot.*, 62, 145-158.
- EMBLETON, T.W. and Jones, W.W. 1974. Foliar-Applied Nitrogen for Citrus Fertilization. *J. Environ. Quality*. 3 (4): 388-391.
- GANIJEVA, R., Allahverdiev, S., Bayromova, S. And Nafisi, S., 1997. Effect of Polystimuline-K on maize (*Zea mays* L.) Seedlings Pigment Apparatus Formation on The Sodium Chloride Salinity, *Tr. J. Botany*, 21, 253-257.
- GHOULAM, C., Foursy, A., Fares, K., 2002. Effect of Salt Stress on Growth, Inorganic Ions and Proline Accumulation in Relation to Osmotic Adjustment in Five Sugar Beet Cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 47: 39-50.
- GORHAM, J., McDonnell, E. and Wyn Jones, R.G. 1985. Salt Tolerance in The Triticaceae Growth and Solute Accumulation in Leaves of *Thinopyrum Bessae rabicum* *J. Exp. Bot.*, 36, 1021-1031.
- GREENWAY, H. and Munns, R., 1980. Mechanism of Salt Tolerance in Nonhalophytes, *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 31, 149-190.
- GUY, C.L., Niemi, K.J. and Brambi, R., 1985. Altered Gene Expression During Cold Acclimation of Spinach, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 82, 3673-3677.
- GÜLLÜOĞLU, L., Arıoğlu, H. H., 2005. Farklı Yetiştirme Koşullarında Uygulanan Bazı Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin Soyada (*Glycine Max.* L.) Bakla Çatlama Oranı ve Verim Kaybı Üzerine Etkileri, *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi J. Agriculture Fac.* 9(1):37-42.
- HAMADA, E.A.M., Homoud, M.A., Kirkwood, R.C. and El-Sayed, H., 1992. Studies on The Adaptation of Selected Species of The Family Gramineae A. Juss to Salinization, *Afaeddes Repertorium*, 103, 128-798.
- HODGES, D. M., Delong, J. M., Forney, C. F., Prange, R.K., 1999. Improving The Thiobarbituric acid-Reactive-Substances Assay for Estimating Lipid Peroxidation in Plant Tissues Containing Anthocyanin and Other Interfering Compounds *Planta*, 207: 604-611.
- ISLAM, S., Malik, A.I., Islam, A.K.M.R. and Colmer, T.D., 2007. Salt Tolerance in

- a *Hordeum marinum*- *Triticum aestivum* Amphiploid and Its Parents, Journal of Experimental Botany, 58: 1219-1229.
- JONES, M.M. and Turner, N.C., 1978. Osmotic Adjustment in Leaves of Sorghum in Response to Water Deficits, Plant Physiol., 61, 122-126.
- JOSHÍ, S.S., 1984. Effect of Salinity Stress on Organic and Mineral Constituents in The Leaves of Pigeonpea (*Cajanus cajan* L. var. C-11), Plant and Soil, 82, 69-76.
- KATERJÍ, N., Van-Hoorn, J. W., Hamdy, A., Mastrorilli, M., 1998. Response of Tomatoes a Crop of Indeterminate Growth to Soil Salinity Agricultural Water Management, 38: 59-68.
- KENDALL, E.J. and Mckersie, B.D. 1989. Free Radical and Freezing Injury to Cell Membranes of Winter What Physiol. Plant. 76, 86-94.
- KRAMER, G.F. and Wang, C.Y., 1990. Effects of Chilling and Temperature Preconditioning on The Activity of Polyamine Biosynthetic Enzymes in Zucchini Squash, J. of Plant Physiol., 36(1), 115-119.
- KUSHAD, M.M. and Yelenkosky, G. 1987. Evaluation of Polyamine and Proline Levels During Low Temperature Acclimation of Citrus Plant Physiol 84: 692-695.
- LAHET, J.J., Lenfant, F., Courderot-Masuyer, C., Ecartot-Laubriet, E., Vergely, C., Durnet-Archeray, M.J., Freysz, M., Rochette, L. 2003. *In vivo* and *in vitro* antioxidant properties of furosemide. 73: 1075-1082.
- LUNA, C., Seffino, L.G., Arias, C. and Taleisnik, E., 2000, Oxidative Stress Indicators as Selection Tools for Salt Tolerance in *Chloris gayana*, Plant Breeding, 119, 341-345.
- LUTTS, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J., 1996. NaCl-Induced Senescence in Leaves of Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars Differing in Salinity Resistance, Ann. Bot., 78, 389-398.
- MARSCHNER, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants Academic Press. London, GB., 303-405.
- MARSCHNER, H., 1997, Mineral Nutrition of Higher Plants, 2. nd. Edition Academic Press, London, p. 889.
- McKIMMIE, T. And Dobrenz, A.K., 1991. Ionic Concentrations and Water Relations of Alfalfa Seedlings Differing in Salt Tolerance, Agronomy Journal, 83, 363-367.
- MUNNE-BOSCH, S. and Penuelas, J., 2003. Photo-and Antioxidative Protection During Summer Leaf Senescence in *Pistacia lentiscus* L. Grown under Mediterranean Field Conditions Annals of Botany 92: 385-391.
- MUNZUROĞLU, Ö. ve Zengin, F.K. 2004. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Fidelerinin Total Protein ve Prolin Miktarları Üzerine Civanın Etkileri, V. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Bolu.
- MURILLO-AMADOR, B., Jones, H.G., Kaya, C., Aguilar, R.L., Garcia-Hernandez, J.L., Troyo-Dieguez, E., Avila-Serrano, N.Y. Rueda-Puente E., 2005. Effects of Foliar Application of Calcium Nitrate on Growth and Physiological Attributes of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) Grown under Salt Stress. Environmental and Experimental Botany, 58: 188-196.

- MUTLU, F., 2003. Tuz Stresinde Büyütülen Ayçiçeği Bitkilerinde Zamana Bağlı Olarak Serbest ve Bağlı Poliamin Düzeylerinin Değişimi ve Bunun Bazı Fizyolojik Parametrelerle İlişkisi., H. Ü. Fen Bil. Ens. Biyoloji Anabilim Dalı (Doktora Tezi), 144s.
- NAR, H., Sağlam, A., Terzi, R., Kadioğlu, A., 2008, *Ctenanthe setosa*'da Flüoresans Parametreleri ile Su Potansiyeli Arasındaki İlişkinin Araştırılması, 23-27 Haziran 19. Ulusal Biyoloji Kongresi-Trabzon.
- ÖZTÜRK, E., Küçükakyüz, K., Doğaç, E., Taşkın, V., Çöl, B., Göçmen, B., 2008. Bor ve Alüminyum Stresi Altındaki Buğdaylarda (*Triticum aestivum* L.) Es-teraz Enzim Aktivitesi ve Bant esenlerindeki Değişimler, 23-27 Haziran 19. Ulusal Biyoloji Kongresi-Trabzon.
- PAQUIN, R., 1977. Effect Des Basses Temperatures Sur La Resistance au Gel de la Luzerne (*Medicago media Pers.*) et son Contenu en Proliner Libre.PhysiolVeg. 15: 657-665.
- PERAZ-AFLOCEA,F., Estan, M.T., Caro , M. and Guerrier,G., 1996. Osmotic Adjustment in *Lycopersicon Pennellii* under Sodium Chloride and Polyethylene Glycol 6000 Iso-Osmotic Stres. Physiol. Plant.87,493-498.
- POPP,M.and Albert, R.1981. Jahreszeitliche Und Altersbedingte Varitionen Imstickstoffhaushalt Von Halophyten Ber. Dtsch. Bot. Ges.94.171-180.
- SALAMA,S., Trivedi,S., Busheva,M.,Arafa,A.A., Garab,G. And Erdei, L., 1994. Effects of NaCl Salinity on Growth, Cation Accumulation, chloroplast Syructure and Function in Wheat Cultivars Differing in Salt Tolerance, J. Plant Physiol., 241-247.
- SHALABY,E.E.,Epstein ,E. And Qualset,C.O., 1993. Variation in Salt Tolerance Among Some Wheat and Triticale Genotypes,J.Agronomy and Crop Science 171, 298-304.
- SHALATA, A., Mittova, V., Volokita, Guy, M. and Tal, M., 2001. Response of The Cultivated Tomato and Its Wild Salt-Tolerant Relative *Lycopersicon pennelli* to Salt-Dependet Oxidative Stres: The Root Antioxidative System Physiologia Plantarum, 112: 487-494.
- SHANNON,M.C., Gronwald,J. And Tal,M., 1987. Effects of Salinity on Growth and Accumulation of Organic and Inorganic Ions in Cultivated and Wild Tomato Species, J. Ann. Soc. Hortic, Sci., 112, 416-424.
- SHARMA, P.K., and Hall, D.O., 1992, Changes in Carotenoid Composition and Photosynthesis in Sorghum Under Highlight and Salt Stresses, J. Plant Physiol, 140, 661-666.
- SHEN, W.Y., Nada, K. and Tachibana, S., 1999a. Oxygen Radical Generation in Chilled of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Cultivars with Different Tolerances to Chilling Temperatures Journal of the Japanese Society for Horticultural Science 49: 780-787.
- SPARKS, D., 1977. effects of fruiting on scorch, premature defoliation & nutrient status of "Chickasaw" pecan leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102: 669-673.
- STEFEL,M.Tracka,l.and Vratny,P., 1978. Proline Biosynthesis in Winterplants Due to Exposure to Low Temperatures.Biol.Plant. 20: 119-128.

- TALEİSNİK, E., Peyrano, G, and Arias, C., 1997. Response of *Chloris gayana* Cultivars to salinity, 1. Germination and early Vegetative Growth, Trop. Grassl, 31, 232-240.
- TERZİ, R., Sağlam, A., Kutlu, N., Nar, H., Kadioğlu, A., 2008. Kuraklık Koşulları Altındaki *Phaseolus vulgaris* Kültürvarlarının Antioksidan Enzim Aktivitelerindeki Değişimlerin Araştırılması, 23-27 Haziran 19. Ulusal Biyoloji Kongresi-Trabzon.
- UMEZAWA, T., Shimizu, K., Kato, M. And Ueda, T., 2000. Enhancement of Salt Tolerance in Soybean with NaCl Pretreatment, Physiologia Plantarum, 110: 59-63.
- URIU, K. and Crane, J.C., 1977. Mineral element changes pistachio leaves. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102: 155-158.
- WALKER, M.A. and Mckersie, B.D. 1993. Role of The Ascorbat- Glutathione Antioxidant System in Chilling Resistance of Tomato. J. Plant Physiol.,vol.14. p 234-239.
- WALİA, H., Wilson, C., Condamine, P., Liu, X., Abdelbagi, M.I., Zeng, L., Steve, I.W., Mandal, J., Xu, J., Cui, X. And Timothy, J.C., 2005.Comparative Transcriptional Profiling of Two Contrasting Rice Genotypes Under Salinity Stres During The Vegetative Growth Stage. 139: 833-835.
- WEİMBERG,R.,1986. Growth and Solute Accumulation in 6-Week Old Seedling of Agropyron Elongatum Stressed with Sodium and Potassium Salts, Plant Physiol ,67,229-135.
- WEİMBERG,R., 1987. Solute Adjustments in Leaves of Two Species of Wheat at Two Different Stages of Growth in Response to Salinity , Physiol. Plant., 70, 381-388.
- WYN JONES,R.G. and Storey,R., 1978. Salt Stres and Comparative Physiology in The Gramineae, IV.Comparison of Salt Stres in Saptina Townsendii and Three Barley Cultivars , Aust. J. Plant Physiol ,5,839-850.
- WYN JONES,R.G.,1981. Salt Tolerance in C.B. Johansan (eds) , Physiological Processes Limiting Plant Productivity, Butter Worths, London , 271-292.
- YAKIT ,S. , 2006.Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (Zea mays L.) Stres Parametreleri Üzerine Ca ,Mg ve K'nın Etkileri,M.Ü. Fen Bil. Ens. Biyoloji A.B.D., 19(1), 59-67.
- YELENOSKY, G. and Vu, J.C.V., 1992. Agabeylity of Valencia Sweet Orange to Cold-Acclimate on Cold-Sensitive Citron Rootstock. Hortsci. 27 (11):1201-1203.
- YEO,A.R. and Flowers,T.J., 1983.Varietal Differences in The Toxicity of Sodium Ions in Rice Leaves , Physiol, Plant, 59, 189-195.
- YILMAZ, A., Beyyavaş, V., Cevheri, İ., Haliloğlu, H., 2005. Harran Ovası Ekolojisinde İkinci Ürün Olarak Yetiştirilebilecek Bazı Soya (*Glycinne max.* L.) Çeşit ve Genotiplerinin Belirlenmesi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi J. Agriculture Fac. H.R.U., 9(2):55-61.
- ZİSKA,L.H.,Seemann,J.R. and DeJong,T.M., 1990.Salinity Induced Limitations on Photosynthesis in Prunus Salinica ,a Deciduous Tree Species ,Plant Physiol., 93, 864-870.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Şanlıurfa ilinde doğdu. İlkokula Samsun ilindeki İlkadım İlköğretim İlkokulu'nda başladı, üçüncü sınıfta Şanlıurfa Şair Nabi İlköğretim Okulunda ilkokul eğitimini tamamladı. Şanlıurfa Merkez Ortaokulunda orta öğrenimini bitirdikten Şanlıurfa Anadolu Lisesi 'ni kazandı. Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Biyoloji Öğretmenliği Bölümü'nde okumayı hak kazanarak , 2007 yılında tezsiz yüksek lisans derecesinde mezun oldu. Mezun olduktan sonra Şanlıurfa İlköğretim Okulu'nda sekiz ay ücretli öğretmen olarak görev yaptı. 2007 yılında Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda yüksek lisans yapmaya hak kazandı. 2010 yılının Haziran ayında Yüzbaşı Ali Saip Ursavaş Lisesi'ne Biyoloji öğretmeni olarak atandı.

ÖZET

Bitki büyümesini engelleyen her faktör stres olarak tanımlanır. Dünyanın birçok yerinde kuraklık, tuzluluk, aşırı sulama, yüksek ve düşük sıcaklık, pH ve ağır metallerin neden olduğu stresler yaygındır.

Bu çalışma, Kuraklık stresinin soya bitkisinde prolin birikimi üzerindeki etkilerinin araştırılması, diğer büyüme parametreleri yönünden karşılaştırılması, kuraklığa karşı prolinin koruyucu etkisinin araştırılması amacıyla yapılmıştır.

Kontrollü şartlarda iklim kabininde kuraklık stresi uygulanacak soya tohumu çimlendirildi. Çimlenen tohumlar saksılarda perlit ortamına alındı. Perlit ortamında büyüyen soya fideleri, ilk gerçek yapraklar oluşunca kuraklık stresi uygulanarak esas denemeye başlandı. Denemede hoagland besin çözeltisi kullanıldı. Işık şiddeti bitki yaprak yüzeyinden 14500 lüks olarak ayarlandı.

Denemede çimlenme aşaması 6 gün, ilk gerçek yaprakların oluşum aşaması 14 gün, kültür çözeltisiyle olan aşama 12 gün olmak üzere toplam 32 günü buldu. Böylece 6 gün, 9 gün, 12 gün, 15 gün ve 18 gün kuraklık stresi uygulanmış tüm ortamlardan soya fidelerinde rastgele seçilen 3 bitkide yaprak örnekleri alındı.

Klorofil, MDA ve prolin analizleri spektrofotometrede; iyon analizleri ICP cihazı ile analiz edildi.

Kuraklık stresi yaprakların klorofil miktarında önemli sayılabilecek azalmaya neden oldu. Klorofil miktarındaki azalma kuraklık stresinden kaynaklanan yaşlanma, yaprak dökülmeleri ve klorozun neden olduğunu söyleyebiliriz.

Kuraklık stresin sonucunda soya yapraklarında MDA düzeyinin kontrole göre önemli bir oranda değiştiği tespit edildi. MDA düzeyinin artması kuraklık sonucu meydana gelen hücre hasarının olduğu, izlenimini vermektedir.

Kuraklık stresi yaprakların prolin miktarında önemli sayılabilecek artışlara neden oldu. Prolin miktarındaki artış kuraklık stresine karşı şok

proteinlerinin salgılanması, böylece bitkinin savunma sisteminin aktive edilmesi olarak açıklanabilir.

Kuraklık stresi yaprakların Na^+ miktarında denemenin ilk günlerinde normal seyrederken ilerleyen günlerde önemli miktarda arttı. Potasyum (K^+) miktarında bir miktar artış olmuşsa da pek önemli olarak değerlendirilmedi.

Kalsiyum (Ca^{++}) miktarında ise kontrole göre arttı. Magnezyum (Mg^+) miktarı ile ilgili analiz sonuçları incelendiğinde kuraklık stresinin Mg^+ miktarı üzerinde azaltıcı etkisi olduğu gözlemlendi.

Kuraklığa karşı şu önerilerde geliştirilebilir: Bitkinin ihtiyaç duyduğu zamanlarda suyun bitki kök bölgesine verilmesi, kuraklığa dayanıklı bitki ve bitki çeşidinin seçilmesi, toprak yapısının belirlenmesi ve bu şekilde birim alandan en yüksek bitkisel verimin alınacağını söyleyebilir.

SUMMARY

Any factor which prevents the growth of plants is defined as stress. In many parts of the world, the stresses caused by drought, salinity, excessive irrigation, high and low temperature, pH and heavy metals are common.

This study has been performed so as to research the effects of drought stress on proline accumulation in soybean plant, compare it in terms of other growth parameters, and investigate the protective effect of proline against drought.

The soybean seeds on which drought stress would be applied in the climate box in controlled conditions were germinated. The germinated seeds were taken to a perlite environment in pots. When the first real leaves came out, the main test started applying drought stress. Hoagland nutrient solution was used in the test. The light intensity on the surface of the leaf was set to 14500 lux.

The test took a total of 32 days; 6 days for the germination stage, 14 days for the formation of the real leaves, 12 days for the stage with culture solution. Thus, drought stress of 6 days, 9 days, 12 days, 15 days, and 18 days was applied and leaf samples were taken from three randomly selected plants in all environments. Chlorophyll, MDA and proline were analyzed in spectrophotometer and ion analyses were performed with ICP device.

Drought stress resulted in a significant decrease in the amount of chlorophyll of the leaves. We can conclude that the aging caused by drought stress, defoliation and chlorosis caused the decrease in the amount of chlorophyll.

As a result of drought stress, a significant variation was found in the MDA level on the soybean leaves compared to control. Increase in the amount of proline can be explained as the secretion of shock protein against drought stress so as to activate the defense system of the plant.

While drought stress was running its course in the amount of Na^+ of the leaves in the early days of the test, it increased substantially in the forthcoming days. Although there was a slight increase in the amount of potassium (K^+), this was not assessed as significant.

The amount of calcium (Ca^{++}) increased compared to control. When the results of the analysis related to the amount of magnesium (Mg^+) were checked, it was seen that drought stress had a reducing effect on the amount of Mg^+ .

These proposals can also be brought forward: We can say the highest yield can be obtained from the unit area by watering the plant at the root zone when the plant needs watering, selecting drought-tolerant plants and plant species and determining the soil structure.