

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**NOHUT GENOTİPLERİNDE KURAKLIĞA BAĞLI FİZYOLOJİK
PARAMETRELER VE MİNERAL BESLENME ÜZERİNE SALİSİLİK ASİTİN
ETKİSİ**

Selahattin Sencan ÇOBAN

TOPRAK ANABİLİM DALI

ANKARA

2007

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Selahattin Sencan ÇOBAN tarafından hazırlanan “**Nohut Genotiplerinde Kuraklığa Bağlı Fizyolojik Parametreler ve Mineral Beslenme Üzerine Salisilik Asitin Etkisi**” adlı tez çalışması **08/10/2007** tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **TOPRAK** Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Aydın GÜNEŞ

Eş Danışman:

Jüri Üyeleri :

Başkan: Prof. Dr. Aydın GÜNEŞ

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü

Üye : Prof. Dr. Ali İNAL

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü

Üye : Prof. Dr. M.Sait ADAK

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Ülkü MEHMETOĞLU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

NOHUT GENOTİPLERİNDE KURAKLIĞA BAĞLI FİZYOLOJİK PARAMETRELER VE MİNERAL BESLENME ÜZERİNE SALİSİLİK ASİTİN ETKİSİ

Selahattin Sencan ÇOBAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aydın GÜNEŞ

Bu çalışmada, nohut (*Cicer arietinum* L.) bitkisinin Canitez-87, Uzunlu-99, Küsmen ve Menemen-92 çeşitlerinin salisilik asit uygulamasıyla kuraklık stresinde semptomatik olan fizyolojik parametrelerde (lipid peroksidasyonu, H_2O_2 konsantrasyonu, membran permeabilitesi, klorofil vb.) ortaya çıkabilecek değişimlerin belirlenmesi ve salisilik asidin kuraklığa tolerans ve beslenme yönünden nohut çeşitleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü serasında tesadüf parselleri deneme desenine göre bir sera denemesi kurulmuştur.

Çalışmanın sonunda, kuraklığa bağlı olarak bütün çeşitlerin yaş ve kuru ağırlığı azalırken, H_2O_2 konsantrasyonu önemli düzeyde artış göstermiştir. Ayrıca kuraklıkla birlikte Uzunlu-99 çeşidinin nisbi nem, karoten ve klorofil içerikleri azalmış, lipid peroksidasyonu ise artış göstermiştir. Kurak koşullarda salisilik asit uygulaması ise, çeşitlerin yaprak su tutma kapasitesi, klorofil ve prolin içeriklerinde önemli bir değişim yaratmamasına karşın, yaş ve kuru ağırlığında önemli azalmalara sebep olmuştur. Kuraklık, bütün çeşitlerin N, P, K, Mg ve Mn konsantrasyonlarını artırırken, salisilik asit uygulaması ise, çeşitlerin P, Ca ve Mg konsantrasyonlarını önemli düzeyde artırmıştır.

2007, 85 sayfa

Anahtar Kelimeler: Salisilik asit, kuraklık stresi, nohut, mineral beslenme

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECT OF SALICYLIC ACID ON PHYSIOLOGICAL PARAMETERS SYMPTOMATIC FOR DROUGHT STRESS AND MINERAL NUTRITION OF CHICKPEA GENOTYPES

Selahattin Sencan ÇOBAN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science

Supervisor: Prof. Dr. Aydın GÜNEŞ

This study examines the determination of possible changes in physiological parameters (such as lipid peroxidation, H_2O_2 concentration, membrane permeability and chlorophyll) which are symptomatic for drought stress by the practise of salicylic acid on Canitez-87, Uzunlu-99, Küsmen and Menemen-92 genotypes of chickpea and the impact of salicylic acid on chickpea genotypes in regard to tolerance to drought and the nutrition. For this purpose, a randomized design greenhouse experiment was conducted in the greenhouse of Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science.

The result of this study showed that, dry and fresh weights of all genotypes decreased depending on drought, however, H_2O_2 concentration increased significantly. Furthermore relative humidity, carotene and chlorophyll contents of Uzunlu-99 genotype decreased but lipid peroxidation increased with drought. Although there is no significant changes in leaf water-implement capacity, chlorophyll and proline contents of genotypes by salicylic acid application under drought, however significant decreases were observed in fresh and dry weights. Drought treatment increased N, P, K, Mg and Mn concentrations of all genotypes. Salicylic acid caused significant increases of P, Ca and Mg concentrations of all genotypes.

2007, 85 pages

Key Words: Salicylic acid, drought stress, chickpea, mineral nutrition

TEŞEKKÜR

Bana bu konuda çalışma olanağı sağlayan danışmanım Sayın Prof. Dr. Aydın GÜNEŞ'e, tezin düzenlenmesi aşamasında değerli katkılarıyla bana yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Ali İNAL'a, yüksek lisans çalışmam süresince birlikte çalıştığımız Araş. Gör. Esra GÜNERİ BAĞCI'ya, Ziraat Mühendisi Özge ŞAHİN'e ve Ziraat Mühendisi Abbas AKSU'ya, analizlerim sırasında bana çok büyük yardımı bulunan arkadaşım Ziraat Yüksek Mühendisi Ezgi YAZAR ve Ziraat Yüksek Mühendisi Aslı ALPER'e şükranlarımı sunarım.

Ayrıca, çalışmalarım sırasında ve ömrüm boyunca manevi ve maddi desteklerini esirgemeyen babam Engin ÇOBAN ve canım annem Hatice ÇOBAN'a, kardeşim Burak ÇOBAN'a ve ismini zikredemediğim tüm arkadaşlarıma sevgi, saygı ve şükranlarımı sunarım.

S.Sencan ÇOBAN

Ankara, Ekim 2007

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI VE KURAMSAL TEMELLER.....	5
2.1 Stres ve Kuraklık Stresi.....	5
2.2 Stres Koşullarında Salisilik Asit	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1 Toprak Örneğinin Alınması ve Denemeye Hazırlanması	16
3.2 Toprak Analizleri.....	16
3.2.1 Toprak tekstürü	16
3.2.2 Tarla kapasitesi	16
3.2.3 Toprak reaksiyonu (pH).....	16
3.2.4 Elektriksel iletkenlik (EC).....	17
3.2.5 Organik madde.....	17
3.2.6 Kalsiyum karbonat (CaCO ₃).....	17
3.2.7 Toplam azot (N).....	17
3.2.8 Bitkiye yararışlı fosfor (P).....	17
3.2.9 Alınabilir potasyum (K).....	17
3.2.10 Alınabilir kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg).....	18
3.2.11 Bitkiye yararışlı demir (Fe), çinko (Zn) ve mangan (Mn).....	18
3.3 Sera Denemesi	18
3.4 Bitki Analizleri	19
3.4.1 Bitki örneklerinde belirlenen bazı fizyolojik parametreler	19
3.4.1.1 Nisbi nem içeriği (NNİ)	19
3.4.1.2 Yaprak su tutma kapasitesi (YSTK)	20
3.4.1.3 Membran stabilite indeksi (MSI)	20
3.4.1.4 Klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karoten içeriği.....	20
3.4.1.5 Prolin içeriği	21
3.4.1.6 Hidrojen peroksit (H ₂ O ₂) konsantrasyonu	21
3.4.1.7 Lipid Peroksidasyonu (MDA içeriği)	22
3.4.2 Bitki örneklerinde yapılan bazı bitki besin maddesi analizleri	22
3.4.2.1 Toplam Azot (N).....	22
3.4.2.2 Toplam fosfor (P)	22
3.4.2.3 Toplam potasyum (K).....	23
3.4.2.4 Toplam kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg)	23
3.4.2.5 Toplam demir (Fe), çinko (Zn) ve mangan (Mn)	23
3.5 İstatistik Analizleri.....	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	24
4.1 Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	24
4.2 Yaş Ağırlık	24
4.3 Kuru Ağırlık	26

4.4 Nohut Çeşitlerine Uygulanan Salisilik Asidin Bazı Fizyolojik Parametreler	
Üzerine Etkileri	27
4.4.1 Nisbi nem içeriği.....	27
4.4.2 Yaprak su tutma kapasitesi.....	28
4.4.3 Klorofil-a.....	30
4.4.4 Klorofil-b.....	31
4.4.5 Toplam klorofil.....	32
4.4.6 Karoten içeriği.....	33
4.4.7 Prolin içeriği	35
4.4.8 Hidrojen Peroksit (H ₂ O ₂) konsantrasyonu	36
4.4.9 Membran stabilite indeksi.....	37
4.4.10 Lipid peroksidasyonu (MDA içeriği).....	39
4.5 Nohut Çeşitlerine Uygulanan Salisilik Asidin Bazı Bitki Besin Maddeleri	
Üzerine Etkisi	41
4.5.1 Azot (N) konsantrasyonu.....	41
4.5.2 Fosfor (P) konsantrasyonu	42
4.5.3 Potasyum (K) konsantrasyonu.....	43
4.5.4 Kalsiyum (Ca) konsantrasyonu	44
4.5.5 Magnezyum (Mg) konsantrasyonu.....	46
4.5.6 Demir (Fe) konsantrasyonu.....	47
4.5.7 Çinko (Zn) konsantrasyonu	48
4.5.8 Mangan (Mn) konsantrasyonu	49
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	51
KAYNAKÇA	57
EKLER.....	64
ÖZGEÇMİŞ.....	85

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1 Uygulama ve çeşitlere göre ortalama yaş ağırlık miktarları	25
Şekil 4.2 Uygulama ve nohut çeşitlerine göre ortalama kuru ağırlık miktarları	27
Şekil 4.3 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin nisbi nem içeriğine etkisi	28
Şekil 4.4 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin yaprak su tutma kapasitesine etkisi.....	29
Şekil 4.5 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin klorofil a içeriğine etkisi	31
Şekil 4.6 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin klorofil b içeriğine etkisi	32
Şekil 4.7 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin toplam klorofil içeriğine etkisi	33
Şekil 4.8 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin karoten içeriğine etkisi	34
Şekil 4.9 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin prolin içeriğine etkisi	36
Şekil 4.10 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin hidrojen peroksit (H_2O_2) konsantrasyonuna etkisi	37
Şekil 4.11 Uygulama ve nohut çeşitlerine göre ortalama membran stabilite indeksleri	38
Şekil 4.12 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin lipid peroksidasyonuna (MDA) etkisi	40
Şekil 4.13 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin azot (N) konsantrasyonuna etkisi	42
Şekil 4.14 Uygulamaların nohut çeşitlerinin ortalama P konsantrasyonuna etkisi	43
Şekil 4.15 Uygulama ve nohut çeşitlerine göre ortalama K konsantrasyonu	44
Şekil 4.16 Uygulamaların nohut çeşitlerinin ortalama Ca konsantrasyonuna etkisi	45
Şekil 4.17 Uygulama ve nohut çeşitlerine göre ortalama Mg konsantrasyonu.....	47
Şekil 4.18 Uygulamaların nohut çeşitlerinin ortalama Fe konsantrasyonuna etkisi	48
Şekil 4.19 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin Zn konsantrasyonuna etkisi	49
Şekil 4.20 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin Mn konsantrasyonuna etkisi	50

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Deneme deseni	19
Çizelge 4.1 Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	24
Çizelge 4.2 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin yaş ağırlığına salisilik asidin etkisi.....	25
Çizelge 4.3 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin kuru ağırlığına salisilik asidin etkisi.....	26
Çizelge 4.4 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin nisbi nem içeriğine salisilik asidin etkisi	28
Çizelge 4.5 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin yaprak su tutma kapasitesine salisilik asidin etkisi	29
Çizelge 4.6 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin klorofil a içeriğine salisilik asidin etkisi	30
Çizelge 4.7 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin klorofil b içeriğine salisilik asidin etkisi	31
Çizelge 4.8 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin toplam klorofil içeriğine salisilik asidin etkisi	33
Çizelge 4.9 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin karoten içeriğine salisilik asidin etkisi	34
Çizelge 4.10 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin prolin içeriğine salisilik asidin etkisi	35
Çizelge 4.11 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin hidrojen peroksit (H ₂ O ₂) konsantrasyonuna salisilik asidin etkisi	36
Çizelge 4.12 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin membran stabilite indeksine salisilik asidin etkisi	38
Çizelge 4.13 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin lipid peroksidasyonuna (MDA) salisilik asidin etkisi	39
Çizelge 4.14 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin azot (N) konsantrasyonuna salisilik asidin etkisi	41
Çizelge 4.15 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin fosfor (P) konsantrasyonuna salisilik asidin etkisi	42
Çizelge 4.16 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin potasyum (K) konsantrasyonuna salisilik asidin etkisi	44
Çizelge 4.17 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin kalsiyum (Ca) konsantrasyonuna salisilik asidin etkisi	45
Çizelge 4.18 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin magnezyum (Mg) konsantrasyonuna salisilik asidin etkisi	46
Çizelge 4.19 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin demir (Fe) konsantrasyonuna salisilik asidin etkisi	47
Çizelge 4.20 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin çinko (Zn) konsantrasyonuna salisilik asidin etkisi	48
Çizelge 4.21 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin mangan (Mn) konsantrasyonuna salisilik asidin etkisi	50

1. GİRİŞ

Bitkisel üretimde stres, bitkilerin yaşadığı ortamda bir veya birden fazla etkenin, büyüme ve gelişmeyi olumsuz yönde etkileyerek, verim düşüklüğü ile sonuçlanan bir dizi gerileme nedeni olarak algılanmaktadır. Bitkiler yaşam süreçleri içerisinde değişik stres koşulları ile karşılaşır. Stres altında yetişen bitkilerin gelişmeleri, metabolizmaları ve verimleri önemli ölçüde olumsuz etkilenir. Kuraklık, yetersiz beslenme, tuzluluk, düşük ve yüksek sıcaklık, toprak ve atmosfer kirliliği, radyasyon gibi etmenler bitkisel üretimde verimi sınırlandıran abiyotik streslerdir (Lawlor 2002). Sayılan abiyotik stresler içinde kuraklık, bitkisel üretimi sınırlandıran en önemli stres koşuludur. Bitkiler kuraklığa tolerans bakımından önemli farklılık gösterdiği gibi, aynı bitkinin değişik çeşitleri arasında da farklılıklar görülür. Giderek azalan tarım alanlarında, strese yol açan olumsuz çevre koşullarına karşı bitkisel üretimde verimliliği artırmak önemlidir. Bununla birlikte stres koşullarına dayanıklı çeşitlerin seçilmesi ve bitkileri stres koşullarına karşı dayanıklı hale getirebilecek mekanizmaların belirlenmesi bitkisel üretime önemli fayda sağlayacaktır.

Kuraklık stresi, bitkilerde belirli bir süre içerisinde yitirilen su miktarının çevreden alınan su miktarından fazla olması durumunda oluşmaktadır. Stres durumunda turgor yitmesi hücre büyümesini olumsuz şekilde etkileyerek hücrelerin küçük kalmasına ve hücre duvarı sentezinde azalmaya yol açmaktadır (Pugnaire *et al.* 1994). Kuraklık etkisi ile bitkilerde yaprakların nisbi nem içeriğinin (NNİ) ve yaprak su potansiyelinin düşmesi fotosentez oranını azaltmaktadır (Lawlor and Cornic 2002). Kuraklık durumunda fotosentez oranının, stomaların kapanması nedeniyle azaldığı ya da bunun metabolik bir gereklilik olduğu yönünde tartışmalar devam etmekle birlikte (Lawson *et al.* 2003) kurak koşullarda fotosentez oranının azalmasının temel nedeninin genellikle stoma işlevlerinin sınırlandırılmasından kaynaklandığı kabul edilmektedir (Cornic 2000). Stomaların kapanması ile fotosentez oranı ve içsel CO₂ konsantrasyonunun azalması fotosentez metabolizmasını engellemektedir. Artan kuraklık derecesine bağlı olarak stomalar düzenli bir şekilde kapanmaktadır. Kuraklığın derecesine bağlı olarak stomaların kapanması köklerde sentezlenen absisik asitin kimyasal sinyalleri yapraklara transpirasyon akımı ile sağlanmaktadır. Ksilemdeki absisik asit konsantrasyonu ile

stoma direnci arasında önemli pozitif korelasyonlar belirlenmiştir (Socias *et al.* 1997). Kuraklık stresinde stomaların kapanması bitkilerin beslenme durumlarını da olumsuz etkilemektedir (Oren *et al.* 1999).

Kuraklık durumunda bitkiler, hücrelerinde çözelti konsantrasyonunu artırmak suretiyle osmotik potansiyelini düşürmektedir. Bu işlem osmotik ayarlama (osmotic adjustment) olarak bilinmektedir. Hücre sıvısının konsantrasyonunun yükseltilmesi, kuruma ve hücre hacminin küçültülmesi sonucunda oluşmaktadır. Böylece bitki, orta şiddette oluşan kuraklık stresinde stomaların açık olarak kalmasını ve stresin ortadan kalktığı durumlarda bitkinin kısa sürede eski durumuna gelmesini sağlamaktadır. İnorganik iyonlar (özellikle K^+), şekerler ve aminoasitler osmotik ayarlama ile ilişkilidir. Aminoasitlerden prolinin su stresine özellikle hassas olduğu belirtilmektedir. Kuraklık şiddeti arttıkça prolin birikimi artmaktadır (Gusta and Chen 1987).

Kuraklık stresinde yaprakların absorbe ettiği ışık miktarı ve yararlanılan ışık arasındaki dengenin bozulması nedeniyle fotosentez aktivitesinin engellendiği bilinmektedir (Foyer and Noctor 2000). Bu koşullarda fotosistem II'de elektronların oluşması ve kullanılması arasındaki denge bozulur. Kuraklık stresi altındaki bitkilerin kloroplastlarındaki bu fotokimyasal değişimler fotosistem II'de aşırı miktarda biriken ve kullanılamayan ışık enerjisi dokularda aktif oksijen türevlerinin (O_2^- , 1O_2 , H_2O_2 , $OH^\cdot$) oluşumuna neden olur (Peltzer *et al.* 2002). Su stresinde stomaların kapanmasına bağlı olarak yaprakların mezofil dokularında CO_2 ' in azalması süperoksit radikallerinin (O_2^-) artması sonucunda bitki dokularında moleküler oksijen ile rekabet eden NADP'ler indirgenerek NADPH akümüle olur. Bu koşullarda bitki dokularında NADP miktarı azalır ve oksijen alternatif elektron alıcısı olarak görev yapar. Bu durumda bitki dokularında indirgenmiş oksijen türevleri olan süperoksit radikalleri (O_2^-) ve bunun indirgenmiş formu olan H_2O_2 ve hidroksil ($OH^\cdot$) radikalleri Haber-Weiss adı verilen reaksiyon ile oluşur (Cadenas 1989, Sairam and Saxena 2000). Aktif oksijen türevleri olarak adlandırılan süperoksit radikali, hidrojen peroksit ve hidroksil radikalleri, lipid peroksidasyonuna ve sonuçta membran zararlanmasına, proteinlerin degradasyonuna, enzimlerin inaktivasyonuna, pigmentlerin azalmasına ve DNA zincirlerinin bozulmasına yol açmaktadır (Fridovich 1986, Liebler *et al.* 1986, Davies 1987, Imlay and Linn

1988). Bitkilerin süperoksit radikali ve hidrojen peroksidin toksisitesini önleyebilmeleri oksidatif strese karşı önemli bir savunma mekanizmasıdır. Bitkiler hücrelerini bu toksik oksijenlerden süperoksit dismutaz, askorbat peroksidaz, glutathion reduktaz, katalaz enzimleri ve bunların metabolitleri olan glutathion, askorbik asit, α -tokoferol ve karotenoidler ile korurlar (Liebler *et al.* 1986, Sairam *et al.* 1998, Sairam and Saxena 2000).

Salisilik asit, ilk kez söğüt (*Salix* sp.) kabuğundan ekstrakte edilmiş doğal bir fenol ürünüdür. Asetil salisilik asit (ASA) ise, aspirindeki etken maddedir. ASA'nın çeşitli stres faktörlerine karşı bitkiye direnç sağladığı bilinmektedir (Duygu 1981, Bergmann *et al.* 1994). Yapraktan uygulanan 1-2 kg ha⁻¹ seviyesindeki ASA'nın arpa, patates ve şeker pancarı bitkilerinde ürün verimi önemli oranlarda artmış ve bu uygulamanın kuraklığa karşı direnç kazandırdığı ileri sürülmüştür (Bergmann *et al.* 1994). Salisilik asidin membran lipitlerinde çözünerek iyon alımını etkilediği (Glass 1973, Glass and Dunlop 1974) ve böylece kuru ağırlık miktarını azalttığı (Shettel and Balke 1983) ileri sürülmüştür. Osmotik stres ve tuzluluk gibi olumsuz çevre koşullarına bitkilerin uyum sağlamasında büyüme düzenleyicilerin kullanımı, bitkilerin strese dayanıklılık geliştirmesini sağlayan yaklaşımlar arasındadır (Senaratna *et al.* 2000). Salisilik asit (SA), bitkilerde fizyolojik olayların düzenlenmesinde yardımcı olan, fenolik bileşiklere ait içsel bir büyüme düzenleyicisidir (Shakirova *et al.* 2003a). Hidroksil (-OH) grubu taşıyan aromatik halkalı bitki fenolleri grubunda yer alan sekonder bir metabolit olan SA'nın birçok çevresel strese bitki tepkilerinin düzenlenmesinde büyük bir rol oynadığı düşünülmektedir (Yalpani *et al.* 1994, Senaratna *et al.* 2000). Çoğu bitki türünde zararlılara karşı bitkileri koruyarak önemli bir rol oynamaktadır. Buğday fidelerinin tuza (Shakirova and Bezrukova, 1997) ve su eksikliğine (Bezrukova *et al.* 2001), mısırın soğuk stresine (Janda *et al.* 1999), domates ve fasulyenin soğuk ve sıcaklık stresine (Senaratna *et al.* 2000) ve çeltiğin ise ağır metal stresine (Mishra and Choudhuri 1999) direncinin SA uygulamasıyla arttığı belirtilmiştir. Ayrıca (Güneş *et al.* 2007b) SA'nın bitkilerin stres koşullarına karşı bir potansiyel büyüme düzenleyicisi olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Tüm bu bilgiler, kurak koşullarda SA uygulamasıyla yetiştirilen nohut çeşitlerinin bazı fizyolojik parametrelerinde ve bitki besin maddeleri

içeriğinde oluşturduğu değişimlerin belirlenmesi ve araştırılmasının gerektiğini ortaya koymuştur.

Kültüre alınmış ilk dane baklagillerden olan nohut (*Cicer arietinum* L.); soya fasulyesi, fasulye ve bezelyeden sonra dünyada en çok yetiştirilen dördüncü baklagildir. Dünyadaki nohut üretimi yaklaşık 9.1 milyon ton olup nohut ekim alanları toplam 11.2 milyon hektardır (Anonymous 2006). Türkiye, 630 bin hektarlık alanda 610 bin ton nohut üretimi yaparak, dünyada en çok nohut üretimi yapan ülkeler arasında 3. sırada yer almaktadır (Anonymous 2006). Gen merkezi, Türkiye'nin güneydoğusu ve Suriye olduğu bilinen nohut bitkisinin (Lev-Yadun *et al.* 2000) Türkiye'deki hasat alanı ve üretimi, 1990-2000 yılları arasında büyük oranda azalma göstermiştir (Anonymous 2006). Ayrıca son yıllarda, nohut ekiminin ve üretiminin yanı sıra veriminin de gözle görülür derecede azaldığı görülmektedir. Nohutun verim ve kalitesindeki önemli düzeydeki azalmanın, bitkinin büyüme ve gelişimi sırasında karşı karşıya kaldığı biyotik (*Ascochyta rabiei*, *Fusarium oxysporum*, *Liriomyza cicerina* gibi patojenler) ve abiyotik (düşük ve yüksek sıcaklık ile kuraklık gibi) etmenlerden kaynaklanmaktadır. Kuraklık, nohut için çok önemli bir stres etmeni olup, henüz bu strese dayanıklı bir çeşit geliştirilememiştir (Singh 1997). İnsanlar için değerli bir protein kaynağı olan nohut verimi ile kalitesini artırmak önemlidir.

Bu çalışma ile kuraklık riski yüksek alanlarda yetiştirilen ve ülkemiz için önemli olan nohut bitkisinin Canitez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99 çeşitleri gelişmelerinin geç dönemlerinde su stresine maruz bırakılıp, salisilik asidin uygulanmasıyla kuraklık stresinde simptomatik olan fizyolojik parametrelerdeki (lipid peroksidasyonu, H₂O₂ konsantrasyonu, membran permeabilitesi, klorofil gibi) ortaya çıkabilecek değişimlerin belirlenmesi ve salisilik asidin kuraklığa tolerans ve beslenme yönünden nohut çeşitleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI VE KURAMSAL TEMELLER

2.1 Stres ve Kuraklık Stresi

Sairam *et al.* (1998), su stresinde yetiştirilen buğday çeşitlerinde antioksidan enzimlerdeki değişimleri araştırmışlardır. Kuraklık, bitkilerde H_2O_2 birikimi ile lipid peroksidasyonunu artırmış ancak askorbik asit konsantrasyonunu azaltmıştır. Antioksidan enzimler (süperoksit dismutaz, askorbat peroksidaz ve katalaz) su stresinde önemli oranda artış göstermiştir. Kurağa dayanıklı olan C 306 çeşidinin duyarlı olan çeşitlere göre askorbat peroksidaz ve katalaz aktivitesi ile askorbik asit içeriği yüksek olmasına karşın, H_2O_2 konsantrasyonu ile lipid peroksidasyonu düşük olmuştur.

Dhanda and Sethi (1998), ekmeklik buğday çeşitlerinde kuraklığa bağlı olarak yaprak su tutma kapasitesi ve nisbi nem içeriğinin genetik olarak farklı olup olmadığını ve bunun kuraklığa dayanıklılıkta seleksiyon kriteri olarak kullanılma olanaklarını araştırmışlardır. Bu amaçla, sera ve tarla koşullarında olmak üzere kurağa dayanıklı, kurağa orta dayanıklı ve kurağa duyarlı 2'şer buğday çeşidi ile çalışmalarını yürütmüşlerdir. Kuraklık stresi, sapa kalkma ve çiçeklenme olarak iki farklı dönemde yaratılmıştır. Yaprak nisbi nem içeriğinin çiçeklenme döneminde yaratılan kuraklıkta seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceğini, yaprak su tutma kapasitesinin ise her iki dönemde yaratılan kuraklıkta seleksiyon kriteri olarak güvenli olduğunu bildirmişlerdir.

Araghi and Assad (1998), buğdayda kurağa dayanıklılık tarama (screening) tekniklerinin belirlenmesi ve bunların kuraklık sonucu ürün azalma oranı ile ilişkilerini belirlemeyi amaçladıkları çalışmada, 6 buğday çeşidinde tarama tekniği olarak bitki örtüsü sıcaklığı, stoma direnci, transpirasyon oranı ve yaprak su tutma kapasitesini değerlendirmişlerdir. Çeşitlerin ürün azalma oranı ile bitki örtüsü sıcaklığı arasında önemli korelasyonlar belirlemişlerdir. Transpirasyon oranı dışındaki parametrelerin kuraklığa dayanıklı çeşitlerin belirlenmesinde kriter olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Campos *et al.* (1999), kuraklığın börölce çeşitlerinde fotosentez düzeyi ve su ilişkileri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada *Vigna glabrescens* (Vg) ve *Vigna unguiculata* (cvs. 1183, ESPACE-1 ve Lagoa) türleri kullanılmıştır. Vg türü diğer türün çeşitlerine göre minimum yaprak nisbi nem içeriği koşulunda stomaların daha tedrici olarak kapanma gösterdiği ve bu çeşidin stoma geçirgenliği ve fotosentetik aktivitesinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna ilave olarak, Vg türünün orta düzeyde yaratılan su stresi koşulunda bile diğer çeşitlerden daha fazla prolin biriktirmesinin, yapraklarındaki ozmotik potansiyelin düşük olmasına da yol açtığını bildirmişlerdir.

Siddique *et al.* (1999), Konchan, Sonalika, Kalyanosa ve C306 buğday çeşitlerinde kuraklığın fotosentez oranı ve gaz alışverişine etkisini araştırmışlardır. Bu amaçla 4 farklı düzeyde su stresi oluşturulmuştur. Konchan çeşidi, vejetatif ve çiçeklenme döneminde diğerlerinden daha yüksek oranda fotosentez aktivitesi göstermiştir. Bitkilerin kuraklığa maruz bırakılması, fotosentez oranı ve stoma geçirgenliğinde azalmaya, hücreler arası CO₂ seviyesinde ise artışa neden olmuştur.

Leport *et al.* (1999), Akdeniz tipi bölgelerde kurak koşullarda yetiştirilen nohut bitkisi üzerine dönemsel kuraklığın etkilerini belirlemek için 2 tarla denemesi kurmuşlardır. Birinci denemede, 5 farklı küçük tohumlu ve 1 yuvarlak tohumlu nohut çeşidi çiçeklenme döneminden sonra sulu ve susuz koşullarda yetiştirilmiştir. İkinci denemede 2 küçük tohumlu ve 2 yuvarlak tohumlu nohut çeşidi, tohum zarfı doldurma döneminde sulama yapılarak veya yağmur perdesi altında yetiştirilmiştir. İlk denemede çeşitler arasında toplam kuru madde oluşturma, su kullanımı, tohum zarfı oluşum dönemi öncesi ve sonrasında yaprak su potansiyeli ve fotosentezde farklılıkların gözlenmediği; susuz koşullarda yetiştirilen bitkilerde ise yaprak su potansiyelinin -3 MPa'ın altına düştüğü ve fotosentezin dane dolum başlangıcında azaldığı gözlenmiştir. Çeşitler arasında ozmotik düzenleme önemli şekilde değişiklik göstermiş; ilk denemede çiçeklenme sonrası tohum zarfı oluşumu gecikirken, ikinci denemede daha erken başlamıştır. Su noksanlığının, dane sayısını ve büyüklüğünü azaltması nedeniyle tane veriminin %50-80 oranında azaldığı; tohum zarfını doldurma sırasında yaprak kuru maddesi ve gövdedeki dağılımının çeşitler arasında % 0-60 oranında değiştiği ve bu

özelliğın nohutta yüksek hasat indeksi ve tane verimi açısından önemli olabileceğı belirtilmiştir.

Franca *et al.* (2000), sera koşullarında kuraklığın fasulye çeşitlerinde gelişme ve bitki su ilişkileri üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçladıkları çalışmada, 4 fasulye çeşidi (A320, Carioca, Ouro Negro ve Xodo) su stresinde yetiştirilmiş ve adaptasyon mekanizmaları büyüme parametreleri, su rejimi, gaz alışverişı (stoma direnci) ile açıklanmıştır. Çeşitler arasında kuraklığa bağılı olarak büyüme oranı önemli farklılıklar göstermiştir. Düşük seviyedeki su stresinde ($\Psi_w = -0.60$ MPa) A320 çeşidinin stomalarını tamamen kapadığı, buna karşılık diğır çeşitlerin $\Psi_w = -0.90$ MPa'lık stres koşulunda stomalarını kapadığı ve net asimilasyon oranının doğrudan stoma açıklığı ile ilgili olduğu belirtilmiştir. Carioca ve Ouro Negro çeşitlerinin su tutma kapasitelerinin yüksek olduğu ve su stresinde verim yönünden diğır iki çeşitten daha iyi tolerans mekanizmasına sahip olduğu, dayanıklı çeşitlerin (Carioca ve Ouro Negro) yaprak ozmotik potansiyellerinin ve membran stabiliteilerinin yüksek olduğu ve sonuç olarak aynı ekolojik koşullarda yetiştirilmelerine karşın, 4 farklı fasulye çeşidinin kuraklığa tolerans bakımından birbirine göre önemli düzeyde farklı tolerans mekanizmalarına sahip oldukları ifade edilmiştir.

Sairam and Saxena (2000), üç buğday çeşidinde su stresi toleransında antioksidan sistemlerin rolünü araştırdıkları çalışmalarında, çiçeklenme döneminden sonra farklı dönemlerde uygulanan su stresinin lipid peroksidasyonunda artış ve membran stabilitesi, klorofil ve karotenoid içeriklerinde ise azalmayla sonuçlandığı ve askorbat peroksidaz, glutation redüktaz ve spesifik olmayan oksidaz gibi antioksidan enzimlerinin önemli şekilde arttığını bildirmişlerdir. Araştırmada inceledikleri buğday çeşitlerinden en yüksek askorbat peroksidaz, glutation redüktaz ve peroksidaz aktivitesine sahip olan su stresine dayanıklı türde, stres koşullarında en düşük düzeyde peroksidasyon ve en yüksek düzeyde de membran stabilitesi ile yüksek oranda klorofil ve karotenoid içeriklerinin gözleendiğı, bunun yanı sıra su stresine duyarlı türde ise, enzim aktivitesinin, membran stabilitesinin ve klorofil ile karotenoid içeriğinin en düşük düzeyde ve lipid peroksidasyonunun ise en yüksek düzeyde meydana geldiğı tespit edilmiştir. Araştırmacılar kuraklığa dayanıklı buğday çeşitlerinde kuraklığa toleransın bu

bitkilere ait olan antioksidan enzim aktivitesinin çok daha yüksek olmasından kaynaklandığı sonucuna varmışlardır.

Bandeoğlu (2001), yaptığı çalışmada, 5 gün süreyle 100 ve 200 mM NaCl stresine maruz kalmış 14 günlük mercimek fidelerinin kök ve yaprak dokularındaki süperoksit dismütaz, katalaz, askorbat peroksidaz ve glutation redüktaz gibi antioksidan enzimlerin aktiviteleri, lipid peroksidasyonu (malondialdehid, MDA miktarı olarak), H₂O₂ ve prolin miktarları ile fizyolojik değişimler, normal şartlarda büyütülen mercimek fideleriyle karşılaştırılmış, sonuçta kök-yaprak uzunlukları ile yaş-kuru ağırlıkların tuz stresi altında önemli ölçüde düştüğünü, yaprakta MDA konsantrasyonu ve hücre zarı geçirgenliğinin önemli miktarda arttığını, kök dokusunda belirgin bir değişimin gözlenmediğini bildirmiştir. Ayrıca prolinin her iki dokuda da tuz stresine bağlı olarak arttığını, H₂O₂ miktarının ise, her iki dokuda da artmasına karşın, yapraktaki artışın köke göre çok daha fazla olduğunu bildirmiştir.

Boutraa and Sanders (2001), sera koşullarında iki fasulye çeşidinde (Carioca ve Prince) su stresinin verim ve verim komponentleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bitkiler optimum koşullarda (kontrol), çiçeklenme dönemi ve meyve (bakla) bağlama döneminde su stresinde yetiştirilmiştir. Carioca çeşidinin Prince' e göre kuraklığa daha dayanıklı olduğu, her iki dönemde de uygulanan su stresinin bitkilerin gelişmelerini ve verim komponentlerini (dane ağırlığı, bitkideki dane sayısı, bitkideki bakla sayısı, yaprak sayısı, bitki boyu) olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir.

Machado and Paulsen (2001), buğday ve sorgumda kuraklık ve yüksek sıcaklığın su ilişkileri üzerine kombine etkilerini araştırmışlardır. Kombine stres koşulu buğday ve sorgumda, yaprak nisbi nem içeriği, yaprak turgor potansiyeli ve yaprak ozmotik potansiyelini azaltmıştır. Bununla birlikte sıcaklığa duyarlı olan buğdayda bu parametrelerdeki değişimler çok daha şiddetli gözlemlenmiştir.

Katerji *et al.* (2001), kuraklık toleransı farklı olan 2 nohut çeşidinin toprak tuzluluğuna karşı tepkilerini araştırdıkları lizimetre çalışmasında, 3 farklı doz tuz içeren sulama suyu

(3.7 meq Cl/l, EC: 0.9 dS/m; 15 ve 30 meq Cl/l, EC: 2.3 ve 3.6 dS/m) kullanmışlardır. Deneme bitkisi olarak seçilen kuraklığa dayanıklı ve duyarlı nohut çeşitlerinin tuzsuz koşullarda aynı ürünü verdikleri; tuzlu koşullarda kuraklığa dayanıklı nohut çeşidinin yaprak ve kuru madde gelişiminde gerileme ve çiçeklenmesinde erken yaşlılık (senescence, yaprak kuruması) etkisinin olduğu; buna karşın kuraklığa duyarlı nohut çeşidinde, hafif tuzlu koşullarda (EC: 2.5 dS/m) ekimden sonraki 135. günde yeni yaprakların ve çiçeklerin gelişimi nedeniyle farklı bir davranış gösterdiği, buna göre yaşlılık (senescence) etkisinin geciktiği ve tuzsuz koşullarda yetiştirilen nohutlarla aynı ürünün elde edildiği; tuzlu koşullarda ise, her iki nohut çeşidinde de % 70 düzeyinde ürün azalmasının meydana geldiği tespit edilmiştir.

Sawhney and Singh (2002), çiçeklenme öncesi dönemde yapay kuraklık etkisi yaratmak amacıyla kimyasal desikant uygulamasının buğday çeşitlerinde yaratacağı fizyolojik ve biyokimyasal değişimleri incelemişlerdir. Çalışmada kurağa duyarlı (Lok-1) ve dayanıklı (WH-533) olmak üzere iki çeşit kullanılmıştır. Bitkilerin bir grubuna kontrol olarak yapraktan su uygulanmış, bir gruba kimyasal desikant olarak % 0.1'lik KI tüm bitkiyi ıslatacak şekilde yapraktan uygulanmış ve diğer bir gruba ise, başak hariç bitkinin geri kalanına % 0.1'lik KI uygulanmıştır. Yapraklardaki değişimler uygulamadan 1, 2, 4 ve 6 saat sonra alınan örneklerde belirlenmiştir. KI uygulamaları fotosentez oranı ve klorofil içeriğinin azalmasına, sükroz ve prolin içeriğinin artmasına neden olmuştur. Bu parametrelerdeki değişimler kurağa duyarlı olan Lok-1'de daha şiddetli olmuştur. Araştırmacılar KI uygulamasının buğdayda kuraklık tarama çalışmalarında kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Anbessa and Bejiga (2002), kuraklığa dayanıklılık açısından 482 nohut çeşidini değerlendirmişler ve kuraklığa tepki indekslerine göre 18 toleranslı çeşit belirlemişlerdir. Dayanıklı çeşitlerin kurak koşullarda % 10'dan daha yüksek ürün verdiği belirlenmiştir. Duyarlı çeşitlerde düşük nem düzeylerinde kök kuru ağırlığı, kök hacmi ve köklenme derinliğinin önemli düzeyde azaldığı ve yaprak alanının küçüldüğü gözlenmiştir.

Egert and Tevini (2002), sarımsak yapraklarında oksidatif stres açısından simptomatik bazı fizyolojik parametreler üzerine kuraklığın etkisinin incelendiği bu çalışmada, kuraklığın sarımsak yapraklarının mutlak ve bağıl nem içeriğinde önemli bir azalmaya, yaprak özsuyunun ozmomolaritesinde ve yaprak transpirasyonunun azalmasında önemli bir artışa neden olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra yapraklarda herhangi bir oksidatif zararlanma belirtisinin görülmeyeceği, iyi sulanmış bitkilerle kıyaslandıklarında klorofil ve çözünebilir proteinlerin konsantrasyonunda ve lipid peroksidasyonun miktarında bir değişim gözlenmediği belirtilmiştir. Karotenoidlerin ve UV ışınını absorbe eden maddelerin konsantrasyonunun değişmemesinin antioksidan kapasitesinde bir yitme olmadığını gösterdiği vurgulanmıştır. Diğer taraftan, kuraklığın spesifik peroksidaz aktivitesini etkilemezken, spesifik askorbat peroksidaz aktivitesini önemli şekilde artırdığı (yaklaşık % 29) ve spesifik lipoksigenaz aktivitesini de önemli şekilde azalttığı gözlenmiştir. Oluşan bu değişikliklerin aktif oksijen türlerinin oluşumunu potansiyel olarak azaltması nedeniyle kurak koşullarda yararlı olarak düşünülebileceği bildirilmiştir.

Liu *et al.* (2004), sera koşullarında kuraklık stresinin soya yapraklarında ve baklasında karbonhidrat konsantrasyonu üzerine etkilerini belirlemeyi amaçladıkları çalışmada, kuraklık stresinin fotosentez oranını ve yaprak, çiçek ve baklaların su potansiyelini azalttığını belirlemişlerdir. Buna ilave olarak kuraklığın yapraklarda sükroz ve nişasta konsantrasyonunu azaltırken, hekzoz (glukoz + fruktoz) konsantrasyonunu artırdığını bildirmişlerdir.

Dhanda *et al.* (2004), buğday çeşitlerinde gelişmenin erken dönemlerinde kuraklığa dayanıklılık indekslerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, laboratuvar koşullarında 30 farklı ekmeklik buğday çeşidinde tohum canlılık indeksi, çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, kök-sürgün uzunluğu oranı, koleoptil uzunluğu ve membran stabilitesi incelenmiştir. Normal ve ozmotik stres koşullarında ortalama performansın karşılaştırılması, tohum canlılık indeksinin en duyarlı özellik olduğunu, bunu sürgün uzunluğunun, çimlenme yüzdesinin ve kök uzunluğu özelliğinin izlediği belirtilmiştir. Bununla birlikte ozmotik stres koşullarında kök-sürgün uzunluğu oranının arttığı, sürgün uzunluğu ve koleoptil uzunluğu dışında tüm özelliklerin genetik

çeşitliliği tanımladığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada, membran stabilitesi ve kök-sürgün oranının seleksiyonda büyük yarar sağlayabileceği, kök uzunluğu ve tohum canlılık indeksinin ise, orta düzeyde yararlı olabileceği belirtilmiştir.

Gunes *et al.* (2007a), bazı fizyolojik parametrelerin nohut çeşitlerinde kuraklığa tolerans kriteri olarak kullanılma olanaklarını araştırmışlardır. Sera koşullarında 11 farklı nohut çeşidinde çiçeklenme öncesi ve sonrası olmak üzere kuraklık stresi yaratılan çalışmada, çeşitlerin her iki dönemde yaratılan kurak koşullara tepkilerinin farklı olduğu belirlenmiştir. Kuraklığa dayanıklı çeşitlerin yaprak nisbi nem (NNİ), askorbik asit ve prolin içeriklerinin yüksek, yaprak su tutma kapasitesi (YSTK) ve membran geçirgenliğinin ise düşük olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar bu parametrelerin kuraklığa dayanıklı nohut çeşitlerinin belirlenmesinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

2.2 Stres Koşullarında Salisilik Asit

Kurt (1998), simbiyotik azot fikse eden *Vicia faba* L. bitkilerine uygulanan salisilik asidin (SA), protein, toplam azot ve klorofil içerikleri üzerine etkisini incelemiş, 100 ppm SA uygulanan bitkilerde yaprakta klorofil ve protein miktarlarının arttığı, 500 ppm SA uygulanan bitkilerde ise, yaprakta klorofil miktarının artmasına karşın, protein miktarında değişim olmadığını belirtmiş, ayrıca bu uygulamalar sonucunda, bitkilerin gövdesindeki toplam azot miktarı azalırken, kökteki toplam azot miktarının arttığını belirtmiş ve steril toprakta yetiştirilen bitkilerde ise, yaprakta protein, klorofil ve toplam azot miktarlarının azaldığını saptamıştır.

Janda *et al.* (1999), hidroponik sistemle yetiştirilen mısır bitkisinde soğuk zararının etkisini azaltmada salisilik asidin etkisinin incelendiği çalışmada, normal büyüme sıcaklığında genç mısır bitkilerine besin çözeltisinde 0.5 mM uygulamasının daha sonraki günlerde uygulanan düşük sıcaklıklara bitkinin toleransını artırdığını, stresten 1 gün önce uygulanan 0.5 mM SA'in net fotosentezi, stoma geçirgenliğini ve transpirasyonu normal büyüme sıcaklığında (22/20 °C) azalttığını, ayrıca normal büyüme sıcaklığında mısır bitkilerine salisilik asit ön uygulaması yapılmasının soğuk

toleransının artmasını sağlayan antioksidan enzimlerin oluşmasını sağladığını bildirmişlerdir.

Mishra and Choudhuri (1999), çeltikte lipoksigenaz (LOX) aracılığı ile ağır metal stresinin neden olduğu membran zararlanmasına salisilik asit uygulamalarının etkisinin incelendiği çalışmada, ağır metal stresi altında çeltiğin iki farklı çeşidinin (Ratna ve IR 36) kök ve sürgünlerinde LOX aktivitesi, MDA miktarı, EC ve membran zararlanma indeksinde artış olduğu, SA (0.1 mM) uygulamasının, LOX, MDA, EC ve membran zararlanma indeksi oranlarındaki artışı azalttığı, SA'in düzenleyici etkisinin sürgünlere göre köklerde daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca her iki çeltik çeşidinin (Ratna ve IR 36) kök ve sürgünlerindeki SOD aktivitesi kurşun ve civa uygulaması ile azalmış, SA uygulamaları ile SOD aktivitesi artmasına rağmen kontrol değerlerine ulaşılammış, kök ve sürgünlerindeki peroksidaz aktivitesi kurşun ve civa uygulamaları ile artmış, ağır metal stresinde SA uygulaması ile peroksidaz aktivitesi her iki çeşitte de azalma göstermiş, katalaz aktivitesi civa uygulaması ile azalırken, kurşun uygulaması ile artmış, kurşun + SA uygulaması katalaz aktivitesini azaltırken, civa + SA uygulamaları katalaz aktivitesini artırmıştır. Öte yandan, çeltik çeşitlerinde kök ve sürgünlerde kontrole göre civa uygulamaları hidrojen peroksit miktarını artırırken, kurşun uygulamaları azaltmıştır. Sonuçta ağır metal stresinde kökler, sürgünlere oranla daha fazla zarar görmüş ve IR 36 çeşidi Ratna çeşidine göre ağır metal stresine daha fazla tolerans göstermiş, çeltik bitkisinde membran bütünlüğünde civa ve kurşunun toksik etkisini hafifletmede SA'in kullanılabileceği belirtilmiştir.

Top (1999), sera ve tarla koşullarında yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) bitkilerine uygulanan farklı konsantrasyonlardaki (50, 100 ve 200 ppm) salisilik asidin (SA) yaprak proteinleri, toplam azot ile klorofil ve karotenoid pigmentleri üzerine etkisini incelemiş, sonuçta sera ve tarlada yetiştirilen bitkilere uygulanan 100 ppm SA'in, tüm bitkide toplam azot miktarında artışa, 200 ppm SA'in ise azalmaya neden olduğunu belirlemiştir. Ayrıca bitkilere uygulanan 100 ppm SA'in yapraklardaki klorofil miktarını artırdığı ve serada yetiştirilen bitkilerin yapraklarında, karotenoid miktarının ise, 50 ve 100 ppm SA etkisiyle artarken, tarlada yetiştirilen bitkilerin karotenoid miktarına SA uygulamalarının önemli bir etki yapmadığını bildirmiştir.

Senaratna *et al.* (2000), tarafından fasulye ve domates fidelerinde kuraklık stresi koşullarında SA uygulamaları (0, 0.05, 0.1, 0.5 ve 1.0 mM) ile bitkilerin kuraklık stresine toleransının belirlenmesi ve bu iki bitkinin canlılığına SA'nın en uygun dozlarının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, en uygun SA dozunun 0.1 ile 0.5 mM olduğu belirlenmiş, ayrıca uygulanan SA'nın en yüksek ve en düşük dozlarının domates ve fasulye bitkilerinin canlılığına kuraklık stresi koşullarında hiçbir etkisinin olmadığı belirlenmiş, kuraklık stresinde kontrol ve 0.05 mM veya 1.0 mM SA uygulanmış bitkilerin yapraklarında turgorun azalmasına ve yaprakların kurumasına karşın, 0.1 mM ile 0.5 mM SA uygulaması yapılmış bitkilerde ise turgor basıncının yükseldiği, 0.1 mM ile 0.5 mM SA uygulanmış bitkilerde stres sonlandığında bitkilerin birkaç saat içinde kendini tamamen toparlamasına karşın, kontrol ve 0.05 mM ile 1.0 mM SA uygulanmış bitki yapraklarının soluk kaldığı ve daha sonra hepsinin kuruduğu gözlemlenmiştir.

Al-Hakimi and Hamada (2001), 0.6 mM askorbik asit, 0.3 mM thiamin ve 0.6 mM sodyum salisilat ile işleme tabi tuttıkları buğday tohumlarına fide dönemlerinde farklı konsantrasyonlarda NaCl (40, 80, 120 ve 160 mM) uyguladıklarında, fidelerin kök ve sürgünlerindeki prolin birikiminin azaldığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar prolin birikiminin stres şiddetinin bir göstergesi olarak algılanabilmesinden dolayı, askorbik asit ve sodyum salisilatın tuzluluk stresini düzeltebildiğini ileri sürmüşlerdir. Ayrıca buğday tohumlarının K, Ca ve Mg alımına NaCl tuzluluğunun etkisinin giderilmesinde SA'nın önemli rolünün olduğunu belirlemişlerdir. Bununla birlikte, abiyotik stres koşulu altında, bitkilerin mineral alımını SA'nın düzene soktuğu konusunda çok az bilgi olmasından dolayı tam olarak mekanizmanın anlaşılamadığını bildirmişlerdir.

Bhupinder and Usha (2003), tarafından buğday fidelerinde kuraklık stresinde salisilik asidin (1-3 mM) neden olduğu fizyolojik ve biyokimyasal değişimler araştırılmıştır. Bitki kuru ağırlığının SA uygulanan bitkilerde, uygulanmayanlara göre oldukça yükseldiği, nem miktarında ise, kuraklık stresine bağlı olarak azalma olmakla birlikte SA uygulaması ile kuraklık stresindeki bitkilerin nem miktarının SA uygulanmayan bitkilere göre daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Yaprakların nitrat redüktaz aktivitesi kuraklık stresinde olmayan bitkilerin kuraklık stresinde olan bitkilere göre

daha yüksek olduğu ve nitrat redüktaz aktivitesini 3 mM SA uygulamasının diğerk dozlara göre daha fazla azalttığını ve ayrıca 3 mM SA konsantrasyonunun yaprakların protein miktarını korumasına yardımcı olduğunu, bu sonuçların ışığı altında, SA'ın kuraklık stresine karşı bitkilere direnç kazandırmada bir potansiyel büyüme düzenleyicisi olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Kang *et al.* (2003), muz fidelerinin soğuk stresine toleransını artırmada SA uygulamasının etkisinin incelendiğı çalışmada 1 gün 0.5 mM SA uygulamasında düşük sıcaklığın bitkinin dış görünüşüne herhangi bir olumsuz etkisi olmazken, SA uygulanmayan bitkilerde ise yapraklarda nekroz veya solgunluklar görüldüğü belirlenmiş, ayrıca muz fidelerine uygulanan 0.5 mM SA dozunun soğuk stresi koşullarında SOD, CAT, APX ve POX aktivitelerini artırdığını, H₂O₂' in de aşırı üretimini engellediğini belirlemişlerdir.

Shakirova *et al.* (2003a), kurak koşullarda buğday fidelerinin gelişimine salisilik asit (SA) uygulamasının (0.05 mM) etkisini incelemişler ve 0.05 mM SA uygulaması ile 4 günlük buğday fidelerinin su stresinde hem ABA hem de IAA konsantrasyonlarının artmasını sağladığını ancak stokinin miktarını etkilemediğini, ayrıca SA uygulamasının buğday fidelerinin köklerinin meristem uçlarında hücre bölünmesini artırdığını ve böylece bitkinin büyümesini teşvik ettiğini bildirmişlerdir.

Shakirova *et al.* (2003b), tarafından SA ile muamele edilen buğday (*T. aestivum* L. cv. Saratouskaya 29) tohumlarına fide dönemlerinde farklı konsantrasyonlarda tuz (%1, %2 ve %4 NaCl) uygulamasının fidelerdeki prolin miktarını artırdığı tespit edilmiştir. Özellikle %2 ve %4 NaCl uygulamalarında prolin miktarlarının daha fazla arttığı, bu artışın tuzun zararlı etkisinde azalmaya ve stresten sonraki düzelme süreçlerinin hızlanmasına yardım ettiğı belirtilmiştir. Kontrole göre, SA uygulanmış bitkilerde mitoz aktivitesindeki azalmanın daha düşük oranda gerçekleştiğini ve stres sonrasında büyümenin SA uygulaması yapılan bitkilerde daha hızlı olduğunu, SA'ın stres koşullarında kök meristem hücrelerindeki mitoz aktivitesine etkisinin önemli olduğu ve stres sonucu büyümedeki zararı SA'ın azalttığını bildirmişlerdir. Ayrıca 0.05 mM SA

uygulandığında fidelerin yaş ve kuru ağırlığının stres koşullarında SA uygulanmayan fidelere göre daha yüksek olduğu, streste artan ABA birikiminin SA uygulaması ile azaldığını ve tuzlulukta düşen IAA ve sitokinin miktarlarının SA uygulamaları ile arttığını bunun da SA'ın bitki büyüme hormonlarını artırarak bitki gelişimine katkıda bulunduğunu belirlemişlerdir.

Gunes *et al.* (2005), yaptıkları çalışmada, 40 mM NaCl uygulanarak yetiştirilen mısır bitkisine 0, 0.1, 0.5 ve 1.0 mM uygulanan SA'ın membran permeabilitesi, MDA, H₂O₂ konsantrasyonu, UV-absorbsiyon durumu, klorofil ve karoten konsantrasyonu ve mineral alımına etkilerini araştırmışlar. Uygulanan SA ile hem tuzlu hem de tuz uygulanmayan koşullarda bitki büyümesi yönünden önemli düzeyde artış sağlanmıştır. Tuz stresi sonucunda ise, MDA miktarı ve membran permeabilitesi SA uygulamalarıyla azalmış, UVAS ve H₂O₂ konsantrasyonları bitkilerde antioksidatif görev yaptığı için SA'ın düzeylerinin artmasıyla artmıştır. SA, Na ve Cl birikimini engellemiş, fakat tuzlu koşullarda N, Mg, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonlarını artırmıştır. Bu sonuçlarla bitkileri tuz stresine karşı direnç kazandırmada, SA'ın bir potansiyel büyüme düzenleyicisi olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Türkyılmaz vd. (2005), farklı konsantrasyonlardaki (50, 100 ve 200 mg kg⁻¹) salisilik asidin (SA) sera ve tarla koşullarında yetiştirilen fasulye fidelerinin bitki büyümesi ile bazı fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri üzerindeki etkisini araştırmışlar, fasulyede büyüme ve gelişme, yetiştirme koşulları ve uygulanan SA konsantrasyonuna bağlı olarak farklı nitelikler gösterdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca fotosentetik pigment (klorofil a, b ve karotenoidler) içerikleri açısından, serada yetiştirilen bitkilerde etkili uygulama 100 mg kg⁻¹ SA olarak belirlenmiş ve bu uygulama her üç pigment miktarında da yaklaşık % 30 artışa neden olmuştur. Tarlada yetiştirilen bitkilerde ise, 50 mg kg⁻¹ SA uygulamasının klorofil a, b ve karotenoidlerin miktarını yaklaşık % 10 oranında artırdığını belirlemişler, sera ve tarlada yetiştirilen her iki grup bitkiye 50 ve 100 mg kg⁻¹ SA uygulamasının toplam azot içeriğini artırırken, 200 mg kg⁻¹ SA uygulaması iki grup bitkide de kontrole göre bu değerlerde azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar SA'ın bitkinin büyüme ve azot metabolizması üzerine uygulanan doza bağlı olarak olumlu etkisinin olduğunu göstermiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Toprak Örneğinin Alınması ve Denemeye Hazırlanması

Araştırmada kullanılan toprak örneği, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü deneme tarlalarından Jackson (1958) tarafından bildirilen ilkelere uygun olarak alınmıştır. Alınan toprak örnekleri gölgede havada kuru duruma gelinceye kadar kurutulmuş ve 2 mm'lik elekten geçirilerek laboratuvar analizleri için uygun duruma getirilmiştir. Deneme kurulmadan önce temel gübreleme ve uygulama dozlarının belirlenmesi amacıyla topraklarda aşağıdaki analizler yapılmıştır.

3.2 Toprak Analizleri

3.2.1 Toprak tekstürü

Toprak örneklerinin kum, silt ve kil fraksiyonları Bouyoucos (1951) tarafından bildirildiği şekilde hidrometre yöntemine göre belirlenmiş, tekstür sınıfları ise “Soil Survey Manual” (1951)’e göre belirlenmiştir.

3.2.2 Tarla kapasitesi

100 g hava kuru toprak 100 ml’lik ölçü silindirine konmuş ve hacmi belirlenmiştir. Üzerine 10 ml saf su ilave edilmiş, 24 saat sonra suyun ulaştığı son noktaya göre toprağın tarla kapasitesinde tuttuğu su miktarı hesaplanmıştır (Richards 1954).

3.2.3 Toprak reaksiyonu (pH)

1/2.5 toprak/su karışımında cam elektrotlu pH-metre ile belirlenmiştir (Kacar 1995).

3.2.4 Elektriksel iletkenlik (EC)

Elektriksel iletkenlik değeri 1:2.5 oranında saf su ile sulandırılmış toprak örneğinde EC metre ile belirlenmiştir (Richards 1954).

3.2.5 Organik madde

Değiştirilmiş Walkley-Black yöntemine göre belirlenmiştir (Kacar 1995).

3.2.6 Kalsiyum karbonat (CaCO_3)

Scheibler kalsimetresiyle Kacar (1995) tarafından açıklandığı şekilde belirlenmiştir.

3.2.7 Toplam azot (N)

Kacar (1995) tarafından açıklandığı şekilde Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir.

3.2.8 Bitkiye yararlı fosfor (P)

Toprak örneğinde fosfor Kacar (1995) tarafından bildirildiği şekilde 0.5 M NaHCO_3 (pH= 8.5) ile ekstrakte edilerek çözeltiye geçen fosfor (P), molibdofosforik mavi renk yöntemine göre Shimadzu model UV 1201 spektrofotometresinde belirlenmiştir.

3.2.9 Alınabilir potasyum (K)

Kacar (1995) tarafından bildirildiği şekilde, toprak örnekleri 1.0 N nötr (pH=7.0) amonyum asetat ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) ile ekstrakte edilerek çözeltiye geçen potasyum Jenway model PFP 7 fleymfotometresinde belirlenmiştir.

3.2.10 Alınabilir kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg)

Kacar (1995) tarafından bildirildiği şekilde, toprak örnekleri 1.0 N nötr (pH=7.0) amonyum asetat ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) ile ekstrakte edilerek çözeltiye geçen kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) analitikjena AAS Vario 6 atomik spektrofotometresinde belirlenmiştir.

3.2.11 Bitkiye yararlı demir (Fe), çinko (Zn) ve mangan (Mn)

Kacar (1995) tarafından açıklandığı şekilde, toprak-çözelti oranı 1:2 olacak şekilde 0.005 M DTPA (dietilen triamin penta asetik asit) + 0.01 M CaCl_2 + 0.1 M TEA (trietanolamin) karışım çözeltisi (pH=7.3) ile 2 saat çalkalanarak ekstrakte edilen süzükte Fe, Zn ve Mn analitikjena AAS Vario 6 atomik spektrofotometresinde belirlenmiştir.

3.3 Sera Denemesi

Deneme 09.04.2005 tarihinde Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak bölümü serasında, tesadüf parselleri deneme desenine göre, 4 farklı nohut çeşidi (Canitez-87, Menemen-92, Küsmen ve Uzunlu-99) ile 4 paralelli olacak şekilde 2 kg toprak alan saksılarda yürütülmüştür. Saksılara tohum ekimi yapılmadan 1 gün önce 50 mg kg^{-1} N (NH_4NO_3 'tan), 50 mg kg^{-1} P (KH_2PO_4 'ten) ve 62.5 mg kg^{-1} K (KH_2PO_4 'ten) gelecek şekilde gübreleme yapılmış ayrıca Çizelge 3.1'de kurak+SA ile gösterilen saksılara ekimle birlikte 1.0 mmol kg^{-1} SA uygulaması da yapılmıştır. Saksılara 10 adet tohum ekilmiş ve Menemen-92 (% 70 oranında çimlenirken) çeşidi dışında diğer çeşitlerin tamamı % 100 oranında çimlenme göstermiştir. Yaklaşık 1 hafta sonra saksılarda 5'er adet tohum kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır. Çeşitlerin gelişimi izlenerek ekimden 1 ay sonra kuraklığa geçilmiştir. Kuraklığa geçişte bütün saksılara 50 mg kg^{-1} N (NH_4NO_3 'tan) ilave edilmiştir. Kuraklık, Çizelge 3.1'e göre kurak ve kurak+SA ile gösterilen saksılar tarla kapasitesinin % 40'ında ve kontrol saksıları ise, tarla

kapasitesinin % 60'ında sulanarak geç kuraklık yaratılmıştır. Denemenin sonuna kadar kuraklık devam etmiş ve 13.06.2005 tarihinde hasadı gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1 Deneme deseni

Çeşitler	Uygulamalar											
	Kontrol				Kurak				Kurak+SA			
Canitez-87	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Küsmen	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Menemen-92	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Uzunlu-99	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Not: SA uygulama düzeyi 1.0 mmol kg ⁻¹ 'dir.												

3.4 Bitki Analizleri

Bitki örneklerinde yapılan fizyolojik parametre analizleri, bütün çeşitlerde çiçeklenme başlangıcının (ekimden yaklaşık 6 hafta sonra) görüldüğü dönemde (taze bitki örneklerinde), besin maddesi analizleri ise, hasadı yapıp yaş ve kuru ağırlıkları alınmış örneklerin 65 °C'de durağan ağırlığa gelinceye değin kurutulup, öğütülmesinden sonra kuru yakma yöntemine göre hazırlanmış örneklerden yapılmıştır.

3.4.1 Bitki örneklerinde belirlenen bazı fizyolojik parametreler

3.4.1.1 Nisbi nem içeriği (NNİ)

Çiçeklenme başlangıcında uygulamaları temsil edecek şekilde bitkilerden alınan yaprak örnekleri hemen tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiş (YA) ve örnekler 4 saat saf suda bekletilerek turgor haline getirilip tekrar tartılmıştır (TA), son olarak da yaprak örnekleri 60 °C'de hava sirkülasyonlu kurutma dolabında 24 saat kurutulup kuru ağırlıkları (KA) belirlenmiştir (Dhanda and Sethi 1998). Aşağıdaki formül yardımıyla da yaprakların nisbi nem içeriği hesaplanmıştır.

$$NNİ (\%) = [(YA-KA)/(TA-KA)] \times 100$$

3.4.1.2 Yaprak su tutma kapasitesi (YSTK)

Çiçeklenme başlangıcında uygulamaları temsil edecek şekilde bitkilerden alınan yaprak örneklerinin hemen yaş ağırlıkları belirlenmiş (W_0), daha sonra yapraklar 25 °C’ de % 50 nem içeren bir ortamda bekletilip 2, 4 ve 6. saatlerde tartılmış (W_2 , W_4 ve W_6) ve son olarak da 50 °C’ de 24 saat bekletilen yaprak örnekleri tartılarak (W_d) aşağıdaki formül yardımıyla yaprak su tutma kapasitesi (YSTK) belirlenmiştir (Clarke and McCaig 1982, Golestani *et al.* 1998).

$$YSTK = (W_0 - W_2) + (W_2 - W_4) + (W_4 - W_6) / 3 \times W_d \cdot (T_2 - T_1)$$

Burada ($T_2 - T_1$) iki ölçümün yapıldığı zaman aralığını ifade etmektedir (2 saat).

3.4.1.3 Membran stabilite indeksi (MSI)

Çiçeklenme başlangıcında alınan yaprak örnekleri (0.1 g) önce musluk suyu ile daha sonra saf su ile yıkanmış ve bitki örnekleri 10 ml saf su içerisinde 40 °C’ de 30 dakika bekletilip çözeltinin EC’ si ölçülmüştür (C_1). Sonra su banyosunda 100 °C’ de 10 dakika bekletilen örnekte yeniden EC ölçülmüş (C_2) ve MSI aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır (Premchandra *et al.* 1990, Sairam 1994).

$$MSI (\%) = [1 - (C_1/C_2)] \times 100$$

3.4.1.4 Klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karoten içeriği

Çiçeklenme başlangıcında alınan yaprak örnekleri (0.5 g) % 90’ lık aseton ile homojenize edilerek oluşan ekstraktan 50 ml’lik balonlara 1 ml alınıp saf su ile derecesine tamamlanmıştır. Fotosentetik pigmentler (klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karoten) Shimadzu model UV 1201 spektrofotometresinde 663, 645 ve 470

nm dalga boyunlarında absorbans yardımıyla belirlenmiş ve aşağıdaki eşitlikler ile fotosentetik pigmentler (klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karoten) belirlenmiştir (Lichtenthaler 1987).

$$\text{Klorofil a (mg g}^{-1} \text{ YA)} = (11.75 \cdot A_{663} - 2.35 \cdot A_{645}) \cdot 50/500$$

$$\text{Klorofil b (mg g}^{-1} \text{ YA)} = (18.61 \cdot A_{645} - 3.96 \cdot A_{663}) \cdot 50/500$$

$$\text{Toplam Klorofil (mg g}^{-1} \text{ YA)} = \text{klorofil a} + \text{klorofil b}$$

$$\text{Karoten (mg g}^{-1} \text{ YA)} = ((1000 \cdot A_{470}) - (2.27 \cdot \text{klorofil a}) - (81.4 \cdot \text{klorofil b})/227) \cdot 50/500$$

3.4.1.5 Prolin içeriği

Çiçeklenme başlangıcında uygulamaları temsil edecek şekilde bitkilerden alınan yaprak örneği (0.5 g), 10 ml % 3' lük sülfosalisilik asit ile homojenize edilmiş ve Whatman No 2 filtre kağıdından süzölmüştür. Ekstrakta prolin spektrofotometrik olarak Bates *et al.* (1973) tarafından bildirildiği şekilde belirlenmiştir.

3.4.1.6 Hidrojen peroksit (H₂O₂) konsantrasyonu

1 g titanyum dioksit ve 10 g potasyum sülfat 150 ml konsantre sülfürik asidin hot pleyt üzerinde 2 saat kaynatılmasıyla hazırlanan karışım soğutularak 1500 ml' ye tamamlanmış ve bu karışım titanyum çözeltisi olarak kullanılmıştır. 0.5 g bitki örneği 10 ml soğuk aseton ile homojenize edilip homojenat Whatman No. 10 filtre kağıdından süzölmüştür. Ekstrakt üzerine 4 ml titanyum çözeltisi ve 5 ml konsantre amonyak çözeltisi ilave edilip hidrojen peroksit-titanyum kompleksi oluşturulmuş ve 10 000 g' de 5 dakika santrifüj edildikten sonra, berrak kısım dökölmüş ve çökelti 10 ml 1 M H₂SO₄ ile çözülmüştür. Yeniden 10 000 g' de 5 dakika santrifüj edilerek çözünmemiş kısım uzaklaştırıldıktan sonra 415 nm dalga boyuna ayarlı spektrofotometrede absorbans belirlenmiştir. H₂O₂ ile hazırlanan standart kurve ile değerlendirme yapılmıştır (Teranishi *et al.* 1974, Mokherjee and Choudhuri 1983).

3.4.1.7 Lipid Peroksidasyonu (MDA içeriği)

Bitkilerde lipid peroksidasyonu malondialdehit (MDA) içeriği olarak ifade edilmektedir. 0.5 g yaprak örneği 10 ml % 0.1' lik trikloro asetik asit (TCA) ile homojenize edildikten sonra homojenat 15 000 g' de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneğin berrak kısmından 1 ml alınıp, üzerine 4 ml % 20' lik TCA içerisinde çözülmüş % 0.5' lik tiobarbiturik asit (TBA) katılmıştır. Karışım 95 °C' de 30 dakika bekletildikten sonra hızla buz banyosunda soğutulmuş, 10 000 g' de 10 dakika santrifüj yapıldıktan sonra berrak kısımda 532 nm dalga boyunda absorbans belirlenmiş ve aşağıdaki eşitlik ile malondialdehit (MDA) içeriği hesaplanmıştır (Heath and Packer 1968, Sairam and Saxena 2000).

$$\text{MDA (nmol ml}^{-1}\text{)} = [(A_{532}-A_{600})/155\ 000] 10^6$$

3.4.2 Bitki örneklerinde yapılan bazı bitki besin maddesi analizleri

3.4.2.1 Toplam azot (N)

Kacar (1972) tarafından bildirildiği şekilde kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir.

3.4.2.2 Toplam fosfor (P)

Bitki örneklerinin kuru yakma yöntemine göre yakılmasıyla elde edilen çözeltideki toplam fosfor (P), vanadomolibdo fosforik sarı renk yöntemine göre Shimadzu model UV 1201 spektrofotometresinde belirlenmiştir (Kacar 1972).

3.4.2.3 Toplam potasyum (K)

Bitki örneklerinin kuru yakma yöntemine göre yakılmasıyla elde edilen çözeltideki toplam potasyum (K), Jenway model PFP 7 fleymfotometresinde belirlenmiştir (Kacar 1972).

3.4.2.4 Toplam kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg)

Bitki örneklerinin kuru yakma yöntemine göre yakılmasıyla elde edilen çözeltideki toplam kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg), analytikjena AAS Vario 6 atomik absorpsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir (Kacar 1972).

3.4.2.5 Toplam demir (Fe), çinko (Zn) ve mangan (Mn)

Bitki örneklerinin kuru yakma yöntemine göre yakılmasıyla elde edilen çözeltideki toplam demir (Fe), çinko (Zn) ve mangan (Mn), analytikjena AAS Vario 6 atomik absorpsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir (Kacar 1972).

3.5 İstatistik Analizleri

Araştırma sonucunda elde edilen rakamsal değerler varyans analizine tabi tutulmuştur. İncelenen kriterlerin ve interaksiyonların önemlilik kontrolü F testi ile, ortalamaların farklılık gruplandırmaları ise, Duncan ve LSD testi yapılarak belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Denemede kullanılan toprakta yapılan analizler sonucu belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 4.1’de verilmiştir. Buna göre deneme toprağının killi tınlı bünyeye sahip, organik madde miktarı çok az, orta kireçli, azot ve fosfor miktarı bakımından yeterli, tuzsuz ve alkalın reaksiyonlu olduğu belirlenmiştir (Ülgen ve Yurtsever 1974).

Çizelge 4.1 Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak özelliği		Birim	Miktar
Kireç (CaCO_3)		g kg^{-1}	81.0
Elektriksel İletkenlik (EC)		dS m^{-1}	0.215
pH		1:2.5 (toprak/su)	7.99
Tarla Kapasitesi		%	23.30
Organik madde		g kg^{-1}	9.40
Toplam Azot (N)		g kg^{-1}	1.10
Bitkiye yarayışlı	alınabilir Potasyum (K)	mg kg^{-1}	377.1
	Kalsiyum (Ca)	mg kg^{-1}	3853
	Magnezyum (Mg)	mg kg^{-1}	402.5
	Fosfor (P)	mg kg^{-1}	11.76
	Demir (Fe)	mg kg^{-1}	2.604
	Çinko (Zn)	mg kg^{-1}	0.678
	Mangan (Mn)	mg kg^{-1}	4.004
Tekstür Sınıfı	Killi Tın	Kil	% 34
		Silt	% 39
		Kum	% 27

4.2 Yaş Ağırlık

Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerine (Canitez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99) uygulanan salisilik asidin yaş ağırlığa etkisi Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1’de, varyans analizi sonuçları ise Ek 1’de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin yaş ağırlığına salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

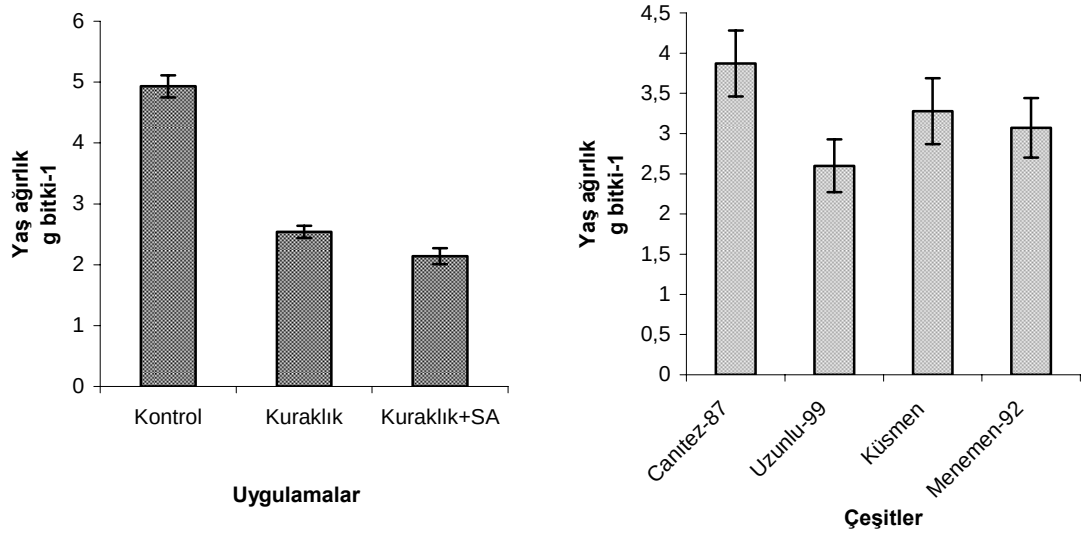
Uygulama	Yaş ağırlık, g bitki ⁻¹				Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92	
Kontrol	5.71±0.33	4.06±0.21	5.18±0.03	4.76±0.15	4.93±0.18 A
Kuraklık	3.14±0.06	2.23±0.08	2.38±0.07	2.40±0.14	2.54±0.10 B
Kuraklık+SA	2.73±0.14	1.51±0.09	2.26±0.11	2.04±0.16	2.14±0.13 C
Ortalama	3.87±0.41 A	2.60±0.33 C	3.28±0.41 B	3.07±0.37 B	

$F_{\varphi} : 35.56^{**}$, $F_u : 392.86^{**}$, $F_{\varphi u} : 1.94^{\text{öd}}$

LSD $\varphi : 0.252$, LSD $u : 0.218$

** : $p < 0.01$, öd: önemsiz

Nohut çeşitlerinin yaş ağırlığı üzerine uygulama*çeşit etkisinin önemsiz olduğu görülmüştür. Çeşitlerin yaş ağırlığı kuraklık koşullarında azalmış, kurak koşullarda uygulanan salisilik asit de çeşitlerin yaş ağırlığında azalmaya sebep olmuştur. Çeşitlerin ortalama yaş ağırlıkları değerlendirildiğinde, Canitez-87 (3.87 g bitki⁻¹) çeşidinin yaş ağırlığı diğer çeşitlerden yüksek olmuş, bu çeşidi sırasıyla Küsmen (3.28 g bitki⁻¹), Menemen-92 (3.07 g bitki⁻¹) ve Uzunlu-99 (2.60 g bitki⁻¹) çeşitleri izlemiştir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Uygulama ve çeşitlere göre ortalama yaş ağırlık miktarları (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

4.3 Kuru Ağırlık

Çizelge 4.3 ve Şekil 4.2’de nohut çeşitlerinin (Canitez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99) kuru ağırlığına kurak koşullarda uygulanan salisilik asidin etkisi, Ek 2’de ise varyans analizi sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.3 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin kuru ağırlığına salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

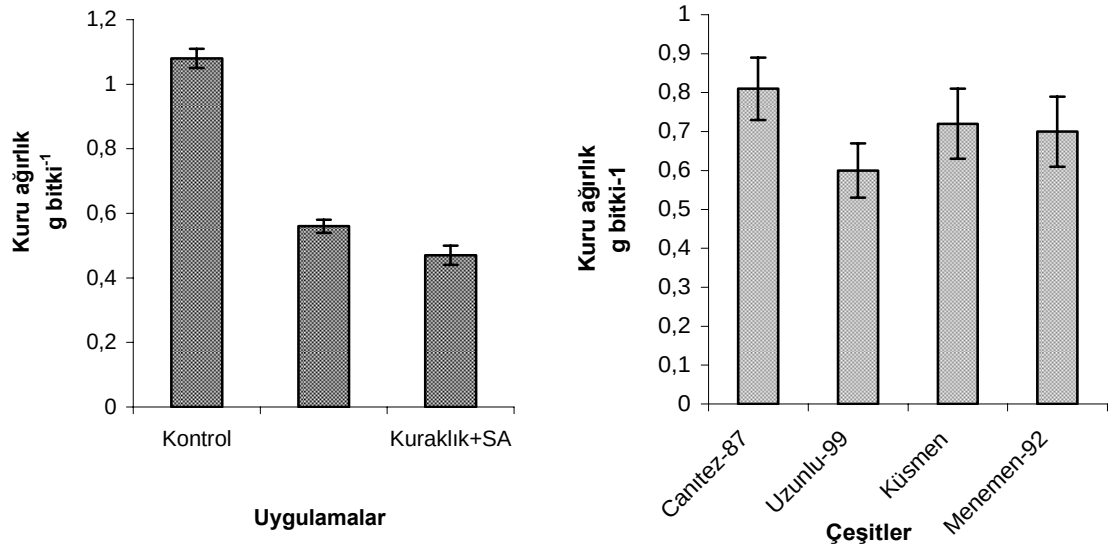
Uygulama	Kuru ağırlık, g bitki ⁻¹				Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92	
Kontrol	1.18±0.08	0.92±0.04	1.13±0.01	1.10±0.03	1.08±0.03 A
Kuraklık	0.65±0.02	0.52±0.02	0.53±0.02	0.53±0.03	0.56±0.02 B
Kuraklık+SA	0.58±0.03	0.34±0.03	0.50±0.02	0.45±0.04	0.47±0.03 C
Ortalama	0.81±0.08 A	0.60±0.07 C	0.72±0.09 B	0.70±0.09 B	

$F_{\text{ç}} : 17.14^{**}$, $F_{\text{u}} : 342.34^{**}$, $F_{\text{çxu}} : 1.70^{\text{öd}}$

$LSD_{\text{ç}} : 0.059$, $LSD_{\text{u}} : 0.051$

** : $p < 0.01$, öd: önemsiz

Nohut çeşitlerinin kuru ağırlığı üzerine uygulama*çeşit interaksyonu önemsiz olmuştur. Çeşitlerin kuru ağırlığı kuraklığa bağlı olarak azalmış, kurak koşullarda uygulanan salisilik asit de çeşitlerin kuru ağırlığında azalmaya sebep olmuştur. Çeşitlerin ortalama kuru ağırlıkları değerlendirildiğinde, Canitez-87 (0.81 g bitki⁻¹) çeşidinin kuru ağırlığı diğer çeşitlerden yüksek olmuş, bu çeşidi sırasıyla Küsmen (0.72 g bitki⁻¹), Menemen-92 (0.70 g bitki⁻¹) ve Uzunlu-99 (0.60 g bitki⁻¹) çeşitleri izlemiştir (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Uygulama ve nohut çeşitlerine göre ortalama kuru ağırlık miktarları (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

4.4 Nohut eitlerine Uygulanan Salisilik Asidin Bazı Fizyolojik Parametreler zerine Etkisi

4.4.1 Nisbi nem içeriğı

Salisilik asit uygulamasının kurak koşullarda yetiştirilen nohut eitlerinin (Canitez 87, Menemen 92, Ksmen ve Uzunlu 99) nisbi nem içeriklerine etkisine ilişkin değerler izelge 4.4 ve ekil 4.3’de, varyans analizi sonuçları ise, Ek 3’de verilmiştir. Buna göre, Canitez-87 ve Uzunlu-99 eitlerinin nisbi nem içerikleri kuraklığa bağlı olarak azalırken diğer çeşitlerde değişmemiştir. Salisilik asit uygulaması ise, sadece Menemen-92 eidinin nisbi nem içeriğinde azalmaya sebep olmuştur. Diğer çeşitlerin nisbi nem içeriklerinde SA uygulamasına bağlı olarak meydana gelen değişimler istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

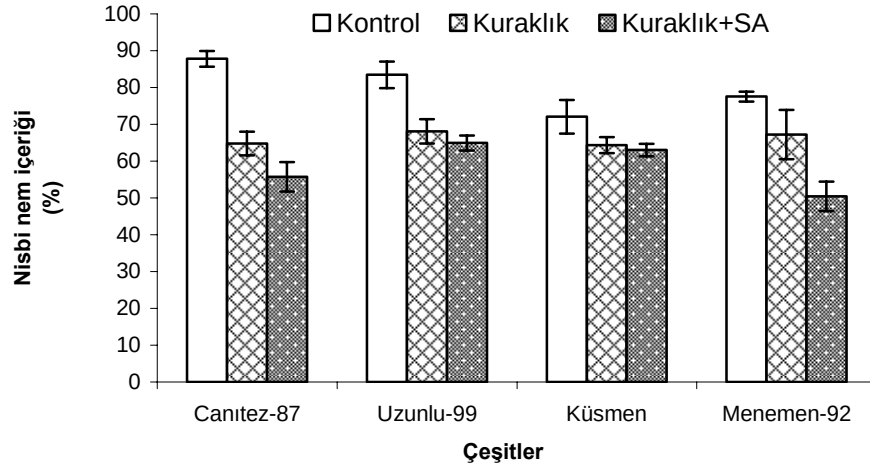
Çizelge 4.4 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin nisbi nem içeriğine salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

Uygulama	Nisbi nem içeriği, %				Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92	
Kontrol	87.80±2.14 A	83.44±3.60 A	72.05±4.57 BC	77.55±1.35 AB	80.21±2.09
Kuraklık	64.77±3.24 CD	68.07±3.33 BC	64.34±2.17 CD	67.24±6.69 BC	66.11±1.93
Kuraklık+SA	55.73±4.03 DE	64.92±2.02 CD	63.02±1.68 CD	50.46±3.99 E	58.53±2.05
Ortalama	69.43±4.41	72.14±2.92	66.47±2.01	65.08±4.13	

$F_{\text{ç}} : 2.37^{\text{öd}}$, $F_{\text{u}} : 38.61^{**}$, $F_{\text{çxu}} : 2.61^{*}$

$LSD_{\text{u}} : 5.08$, $LSD_{\text{çxu}} : 10.16$

$** : p < 0.01$, $* : p < 0.05$, öd: önemsiz



Şekil 4.3 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin nisbi nem içeriğine etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

4.4.2 Yaprak su tutma kapasitesi

Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerine (Canitez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99) uygulanan salisilik asidin yaprak su tutma kapasitesine etkisi Çizelge 4.5 ve Şekil 4.4' de, varyans analizi sonuçları ise, Ek 4'de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin yaprak su tutma kapasitesine salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

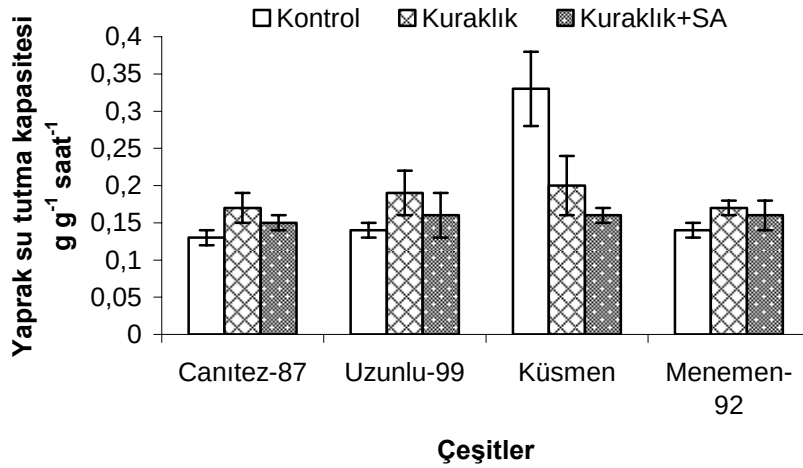
Uygulama	Yaprak su tutma kapasitesi, g g ⁻¹ saat ⁻¹				Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92	
Kontrol	0.13±0.01 B	0.14±0.01 B	0.33±0.05 A	0.14±0.01 B	0.18±0.02
Kuraklık	0.17±0.02 B	0.19±0.03 B	0.20±0.04 B	0.17±0.01 B	0.18±0.01
Kuraklık+SA	0.15±0.01 B	0.16±0.03 B	0.16±0.01 B	0.16±0.02 B	0.16±0.01
Ortalama	0.15±0.01	0.16±0.01	0.23±0.03	0.16±0.01	

F_ç : 6.08^{**}, F_u : 1.11^{öd}, F_{çxu} : 3.85^{**}

LSD_ç : 0.044, LSD_{çxu} : 0.076

** : p < 0.01, öd: önemsiz

Kontrole göre kurak koşullarda Küsmen çeşidinin yaprak su tutma kapasitesi diğer çeşitlere göre önemli oranda azalmıştır. Salisilik asit uygulaması ise, bütün çeşitlerin yaprak su tutma kapasitesini azaltmasına rağmen, bu değişim istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.5 ve Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin yaprak su tutma kapasitesine etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

4.4.3 Klorofil-a

Salisilik asit uygulamasının kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin (Canıtez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99) klorofil a içeriğine etkisine ilişkin değerler Çizelge 4.6 ve Şekil 4.5’de, Ek 5’de ise varyans analizi sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.6 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin klorofil a içeriğine salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekrerrüt ortalaması±standart hatadır.)

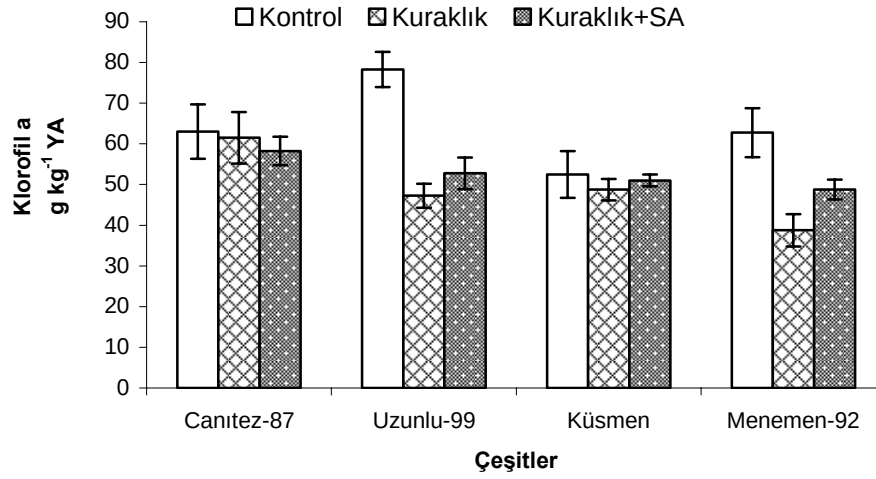
Uygulama	Klorofil a, g kg ⁻¹ YA				Ortalama
	Canıtez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92	
Kontrol	63.00±6.70 B	78.25±4.33 A	52.50±5.75 BCD	62.75±6.01 B	64.13±3.50
Kuraklık	61.50±6.33 BC	47.25±2.93 CD	48.75±2.66 BCD	38.75±3.99 D	49.06±2.83
Kuraklık+SA	58.25±3.52 BC	52.75±3.90 BCD	51.00±1.47 BCD	48.75±2.43 BCD	52.69±1.61
Ortalama	60.92±3.03	59.42±4.52	50.75±2.02	50.08±3.75	

$F_{\phi} : 4.82^{**}$, $F_u : 12.36^{**}$, $F_{\phi u} : 3.02^{*}$

$LSD_{\phi} : 7.406$, $LSD_u : 6.413$, $LSD_{\phi u} : 12.83$

$^{**} : p < 0.01$, $^{*} : p < 0.05$

Kuraklık uygulamasıyla birlikte, Uzunlu-99 ve Menemen-92 çeşitlerinin klorofil a miktarları önemli düzeyde azalırken, diğer iki çeşidin klorofil a miktarları değişmemiştir. Kurak koşullarda uygulanan salisilik asit ise, bütün çeşitlerin klorofil a içeriğinde istatistiki açıdan önemli bir fark yaratmamıştır (Çizelge 4.6 ve Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin klorofil a içeriğine etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

4.4.4 Klorofil-b

Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerine (Canitez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99) uygulanan salisilik asidin klorofil b içeriğine etkisi Çizelge 4.7 ve Şekil 4.6'da, varyans analizi sonuçları ise, Ek 6'da verilmiştir.

Çizelge 4.7 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin klorofil b içeriğine salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

Uygulama	Klorofil b, g kg ⁻¹ YA				Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92	
Kontrol	47.00±4.34 BC	61.00±4.81 A	40.25±4.39 BC	49.00±4.45 B	49.31±2.79
Kuraklık	44.75±5.22 BC	35.75±2.17 CD	38.25±2.06 BCD	28.75±3.09 D	36.88±2.12
Kuraklık+SA	42.75±2.46 BC	39.75±2.78 BCD	40.75±1.03 BC	37.25±1.49 CD	40.13±1.06
Ortalama	44.83±2.24	45.50±3.79	39.75±1.53	38.33±3.02	

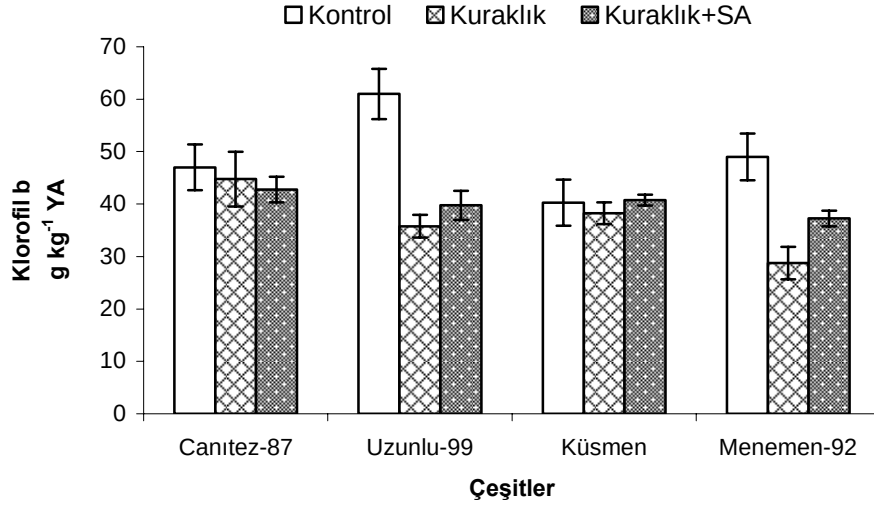
$F_c : 3.23^*$, $F_u : 13.88^{**}$, $F_{\text{çxu}} : 3.54^{**}$

$LSD_c : 5.735$, $LSD_u : 4.966$, $LSD_{\text{çxu}} : 9.932$

$^{**} : p < 0.01$, $^* : p < 0.05$

Kuraklığa bağlı olarak, Uzunlu-99 ve Menemen-92 çeşitlerinin klorofil b miktarları önemli düzeyde azalırken, Canitez-87 ve Küsmen çeşitlerinin klorofil b miktarları

değişmemiştir. Salisilik asit uygulaması ise, çeşitlerin klorofil b miktarında önemli bir değişim yaratmamıştır. Kurak koşullarda Menemen-92 çeşidi diğer çeşitlere oranla daha az miktarda klorofil içermiştir (Çizelge 4.7 ve Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin klorofil b içeriğine etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

4.4.5 Toplam klorofil

Nohut çeşitlerine (Canitez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99) kurak koşullarda uygulanan salisilik asidin toplam klorofil içeriğine etkisine ilişkin değerler Çizelge 4.8 ve Şekil 4.7’de, varyans analizi sonuçları ise, Ek 7’de verilmiştir. Buna göre, kuraklık stresıyla birlikte Uzunlu-99 ve Menemen-92 çeşitlerinin toplam klorofil miktarları önemli düzeyde azalırken, diğer iki çeşidin toplam klorofil miktarları değişmemiştir. Kurak koşullarda salisilik asit uygulaması ise, çeşitlerin toplam klorofil miktarına önemli bir etkide bulunmamıştır. Kurak koşullarda ve salisilik asit uygulandığında en yüksek klorofil içeren çeşit Canitez-87 iken, en az miktarda klorofil içeren çeşit ise Menemen-92 olmuştur.

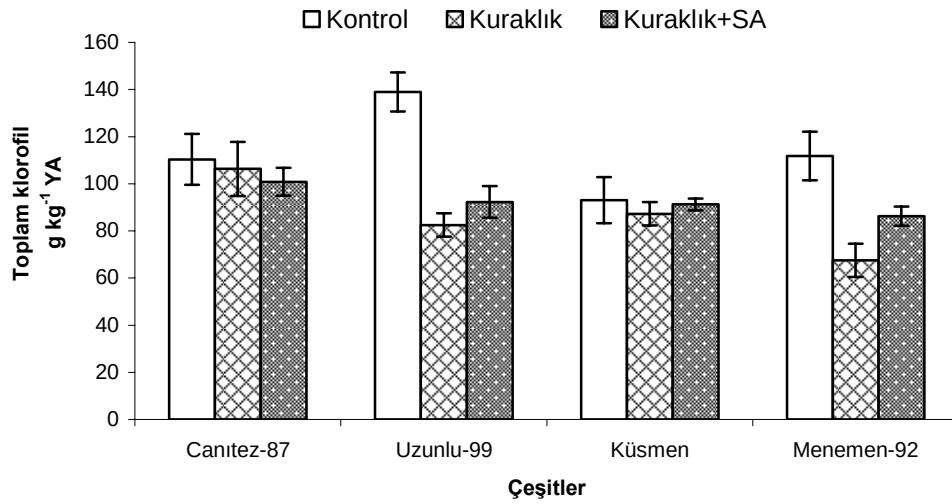
Çizelge 4.8 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin toplam klorofil içeriğine salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

Uygulama	Toplam Klorofil, g kg ⁻¹ YA				Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92	
Kontrol	110.3±10.8 B	139.0±8.30 A	93.00±9.79 BC	111.8±10.3 B	113.5±6.12
Kuraklık	106.3±11.5 BC	82.50±4.91 CD	87.25±4.91 BCD	67.50±7.10 D	85.88±4.93
Kuraklık+SA	100.8±5.92 BC	92.25±6.71 BCD	91.25±2.50 BCD	86.25±4.13 BCD	92.63±2.64
Ortalama	105.8±5.21	104.6±8.24	90.50±3.46	88.50±6.76	

F_ç : 4.13*, F_u : 13.80**, F_{çxu} : 3.37**

LSD_ç : 12.84, LSD_u : 11.12, LSD_{çxu} : 22.24

** : p < 0.01, * : p < 0.05



Şekil 4.7 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin toplam klorofil içeriğine etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

4.4.6 Karoten içeriği

Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerine (Canitez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99) uygulanan salisilik asidin karoten içeriğine etkisine ilişkin değerler Çizelge 4.9 ve Şekil 4.8’de, varyans analizi sonuçları ise, Ek 8’de verilmiştir.

Çizelge 4.9 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin karoten içeriğine salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

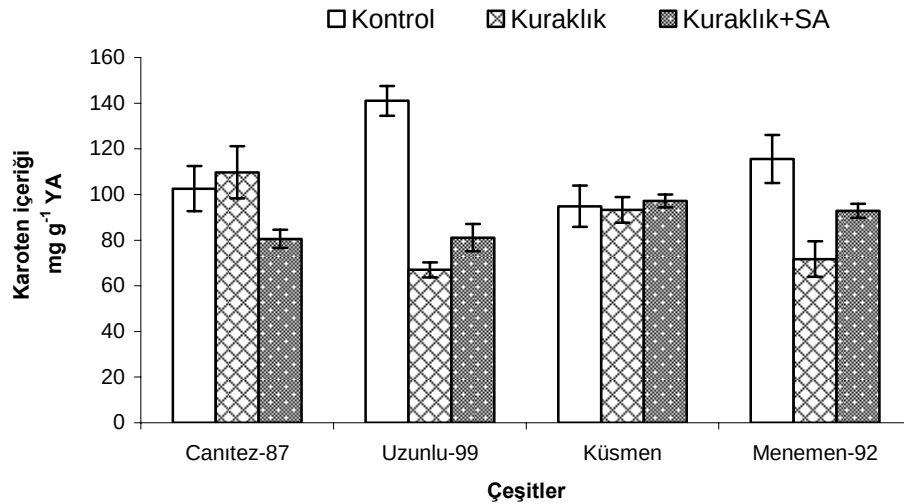
Uygulama	Karoten, mg g ⁻¹ YA				Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92	
Kontrol	102.56±9.92 BC	141.01±6.56 A	94.86±8.98 BCD	115.60±10.5 B	113.5±6.09
Kuraklık	109.70±11.4 B	66.99±3.28 E	93.22±5.58 BCD	71.69±7.76 DE	85.39±5.59
Kuraklık+SA	80.56±4.03 CDE	81.11±5.97 CDE	97.14±2.80 BC	92.87±3.08 BCD	87.92±2.64
Ortalama	97.60±6.02	96.40±10.1	95.07±3.33	93.39±6.75	

$F_{\text{ç}} : 0.18^{\text{öd}}$, $F_{\text{u}} : 18.33^{**}$, $F_{\text{çxu}} : 8.17^{**}$

$LSD_{\text{u}} : 10.42$, $LSD_{\text{çxu}} : 20.84$

$^{**} : p < 0.01$, öd: önemsiz

Kontrole göre kurak koşullarda, Uzunlu-99 ve Menemen-92 çeşitlerinin karoten içeriği önemli düzeyde azalırken, diğer çeşitlerde ise önemli bir değişim görülmemiştir. Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının ise, karoten miktarında meydana getirdiği değişimler çeşitten çeşide farklılık göstermiştir. Buna göre, salisilik asit uygulamasıyla Menemen-92 çeşidinin karoten miktarında önemli olmayan artış gözlenmesine karşın, Canitez-87 çeşidinin karoten miktarı azalmıştır. Diğer çeşitlerin karoten miktarında ise önemli bir değişim gerçekleşmemiştir (Çizelge 4.9).



Şekil 4.8 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin karoten içeriğine etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

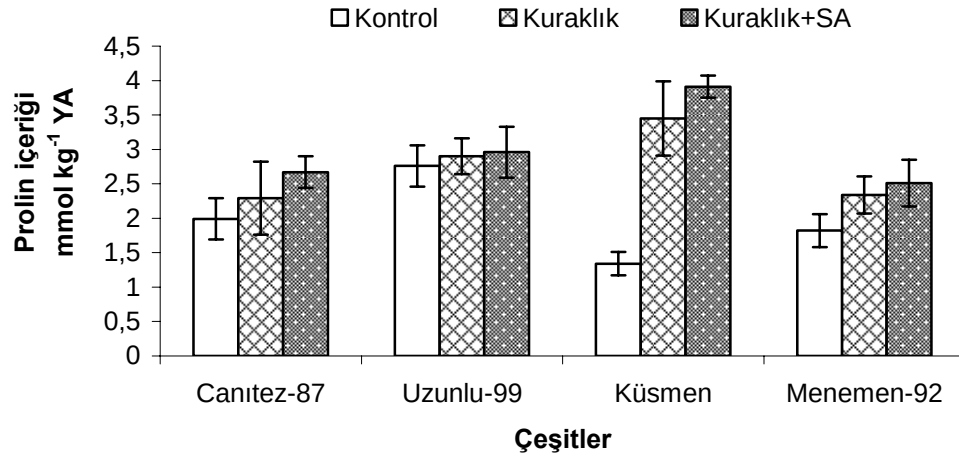
4.4.7 Prolin içeriği

Salisilik asit uygulamasının kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin (Canitez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99) prolin içeriğine etkisine ilişkin değerler Çizelge 4.10 ve Şekil 4.9'da, varyans analizi sonuçları ise, Ek 9'da verilmiştir. Buna göre, kontrole göre kurak koşullarda yetiştirilen çeşitler arasında sadece Küsmen çeşidinin prolin içeriğinde meydana gelen artış istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. Ancak diğer çeşitlerin prolin içeriğinde meydana gelen değişimler önemli bulunmamıştır. Genel itibariyle salisilik asit uygulamasıyla çeşitlerin prolin miktarı artış göstermiştir. Kurak koşullarda ve salisilik asit uygulaması yapıldığında, diğer çeşitlere oranla prolin içeriği en yüksek olan çeşidin Küsmen olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.10 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin prolin içeriğine salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

Uygulama	Prolin, mmol kg ⁻¹ YA				Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92	
Kontrol	1.99±0.30 CDE	2.76±0.30 BCD	1.34±0.17 E	1.82±0.24 DE	1.98±0.18
Kuraklık	2.29±0.53 CDE	2.90±0.26 ABCD	3.45±0.54 AB	2.34±0.27 CDE	2.75±0.22
Kuraklık+SA	2.67±0.23 BCD	2.96±0.37 ABC	3.91±0.16 A	2.51±0.34 BCD	3.01±0.19
Ortalama	2.31±0.21	2.88±0.17	2.90±0.38	2.22±0.17	

$F_{\text{ç}} : 3.54^*$, $F_{\text{u}} : 10.63^{**}$, $F_{\text{çxu}} : 2.99^*$
LSD_ç : 0.547, LSD_u : 0.473, LSD_{çxu} : 0.947
** : p < 0.01, * : p < 0.05



Şekil 4.9 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin prolin içeriğine etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

4.4.8 Hidrojen peroksit (H₂O₂) konsantrasyonu

Çizelge 4.11 ve Şekil 4.10’da nohut çeşitlerine (Canitez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99) kurak koşullarda uygulanan salisilik asidin hidrojen peroksit (H₂O₂) konsantrasyonuna etkisi ve Ek 10’da ise, varyans analizi sonuçlarına ilişkin değerler verilmiştir.

Çizelge 4.11 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin hidrojen peroksit (H₂O₂) konsantrasyonuna salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

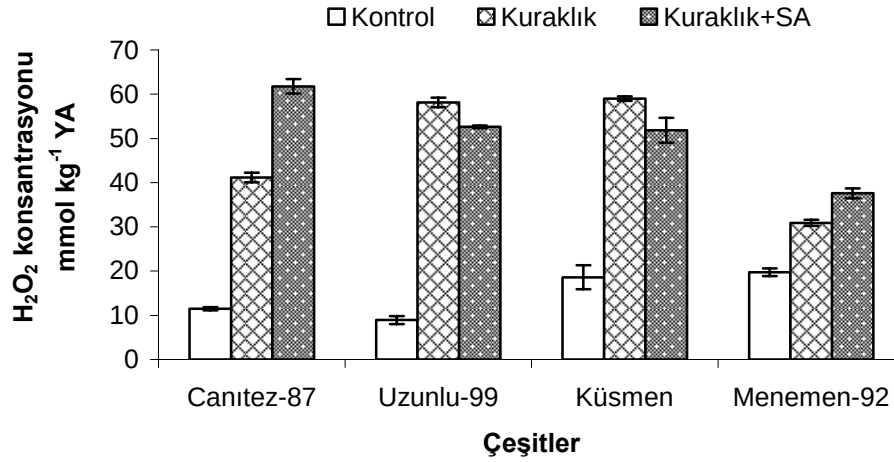
Uygulama	Hidrojen Peroksit, mmol kg ⁻¹ YA				Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92	
Kontrol	11.49±0.34 F	8.95±0.90 F	18.59±2.71 E	19.74±0.86 E	14.69±1.36
Kuraklık	41.13±1.07 C	58.15±1.08 A	59.03±0.50 A	30.91±0.69 D	47.30±3.09
Kuraklık+SA	61.78±1.64 A	52.65±0.28 B	51.85±2.80 B	37.58±1.12 C	50.96±2.36
Ortalama	38.13±6.25	39.92±6.65	43.15±5.44	29.41±2.27	

F_ç : 51.92^{**}, F_u : 799.5^{**}, F_{çxu} : 53.06^{**}

LSD_ç : 2.342, LSD_u : 2.028, LSD_{çxu} : 4.056

** : p < 0.01

Kontrole göre kurak koşullarda bütün çeşitlerin hidrojen peroksit (H_2O_2) konsantrasyonlarında artış meydana gelmiştir. Kurak koşullarda uygulanan salisilik asidin ise, Uzunlu-99 ve Küsmen çeşitlerinin hidrojen peroksit (H_2O_2) içeriklerini önemli düzeyde azalttığı, diğer iki çeşidin ise hidrojen peroksit (H_2O_2) içeriklerini arttırdığı belirlenmiştir. Kurak koşullarda ve salisilik asit uygulandığında çeşitlerin hidrojen peroksit (H_2O_2) içerikleri arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Buna göre, kurak koşullarda en yüksek hidrojen peroksit (H_2O_2) içeriğine Küsmen ($59.03 \text{ mmol kg}^{-1}$) çeşidinde, en az H_2O_2 içeriğine ise Menemen-92 ($30.91 \text{ mmol kg}^{-1}$) çeşidinde ulaşılmıştır. Salisilik asit uygulandığında ise, Canitez-87 ($61.78 \text{ mmol kg}^{-1}$) çeşidi en yüksek hidrojen peroksit (H_2O_2) konsantrasyonuna sahip olurken, bu çeşidi sırasıyla Uzunlu-99 ($52.65 \text{ mmol kg}^{-1}$) ve Küsmen ($51.85 \text{ mmol kg}^{-1}$) çeşitleri izlemiştir. En düşük hidrojen peroksit (H_2O_2) konsantrasyonu ise, Menemen-92 ($37.58 \text{ mmol kg}^{-1}$) çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 4.11 ve Şekil 4.10).



Şekil 4.10 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin hidrojen peroksit (H_2O_2) konsantrasyonuna etkisi (Değerler 4 tekrür ortalaması±standart hatadır.)

4.4.9 Membran stabilite indeksi (MSİ)

Çizelge 4.12 ve Şekil 4.11’de nohut çeşitlerine (Canitez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99) kurak koşullarda uygulanan salisilik asidin membran stabilite indeksine etkisi ve Ek 11’de ise, varyans analizi sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.12 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin membran stabilite indeksine salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

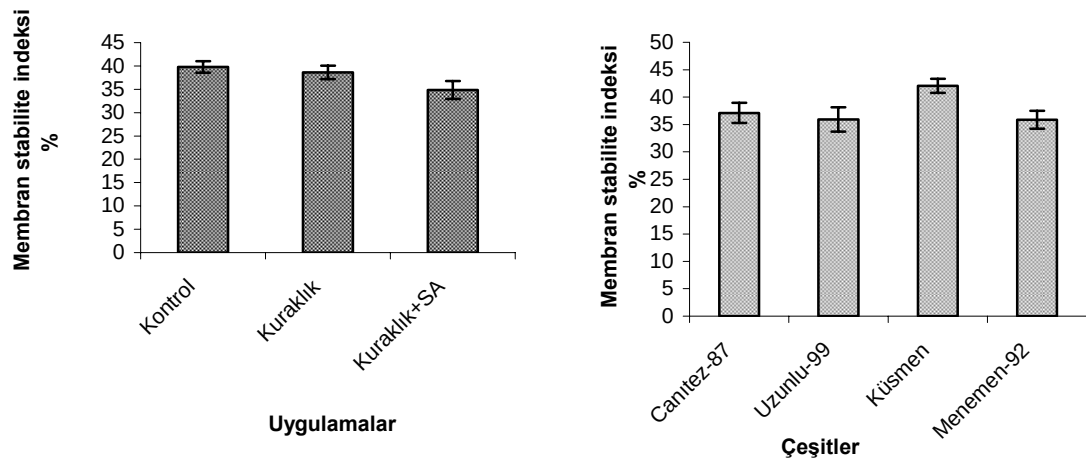
Uygulama	Membran Stabilite İndeksi, %				Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92	
Kontrol	34.75±2.59	39.94±1.76	44.85±1.81	39.61±1.34	39.79±1.26 A
Kuraklık	40.55±1.81	35.58±5.39	39.32±1.89	38.93±1.23	38.60±1.45 AB
Kuraklık+SA	36.03±4.53	32.27±3.49	41.99±2.38	29.10±1.72	34.84±1.90 B
Ortalama	37.11±1.83 B	35.93±2.22 B	42.05±1.27 A	35.88±1.63 B	

$F_{\varphi} : 3.30^*$, $F_u : 3.41^*$, $F_{\varphi \times u} : 1.70^{\text{öd}}$

LSD φ : 4.626, LSD u : 4.006

* : $p < 0.05$, öd: önemsiz

Nohut çeşitlerinin membran stabilite indeksi üzerine uygulama*çeşit etkisi önemsiz olmuştur. Nohut çeşitlerinin membran stabilite indeksi kurak koşullarda % 39.79'dan % 38.60'a düşmüştür. Bu düşüş istatistiki bakımdan önemsiz olmuştur. Salisilik asit uygulamasında ise, çeşitlerin MSI'i en düşük düzeyde olmuştur. Çeşitlerin ortalama membran stabilite indeksleri değerlendirildiğinde, Küsmen (% 42.05) çeşidinin membran stabilite indeksi en yüksek iken, bu çeşidi sırasıyla Canitez-87 (% 37.11), Uzunlu-99 (% 35.93) ve Menemen-92 (% 35.88) çeşitleri izlemiştir (Çizelge 4.12 ve Şekil 4.11).



Şekil 4.11 Uygulama ve nohut çeşitlerine göre ortalama membran stabilite indeksleri (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

4.4.10 Lipid Peroksidasyonu (MDA içeriği)

Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerine (Canitez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99) uygulanan salisilik asidin lipid peroksidasyonuna (MDA) etkisi Çizelge 4.13 ve Şekil 4.12’de, varyans analizi sonuçlarına ilişkin değerler ise, Ek 12’de verilmiştir.

Çizelge 4.13 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin lipid peroksidasyonuna (MDA) salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

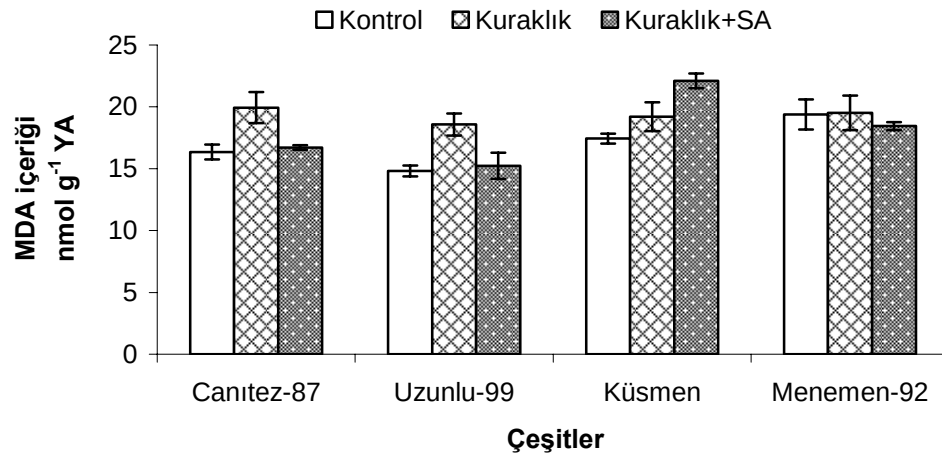
Uygulama	MDA, n mol g ⁻¹ YA				Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92	
Kontrol	16.35±0.61 DE	14.81±0.44 E	17.45±0.40 BCDE	19.39±1.22 ABC	17.00±0.54
Kuraklık	19.94±1.25 AB	18.58±0.89 BCD	19.20±1.16 BCD	19.52±1.39 ABC	19.31±0.55
Kuraklık+SA	16.71±0.20 CDE	15.23±1.06 E	22.10±0.60 A	18.45±0.32 BCD	18.12±0.72
Ortalama	17.67±0.65	16.21±0.67	19.58±0.71	19.11±0.58	

F_ç : 8.84^{**}, F_u : 6.72^{**}, F_{çxu} : 3.66^{**}

LSD_ç : 1.474, LSD_u : 1.276, LSD_{çxu} : 2.552

^{**} : p < 0.01

Kontrole göre kurak koşullarda Canitez-87 ve Uzunlu-99 çeşitlerinin lipid peroksidasyonu (MDA) artmıştır. Ayrıca kurak koşullarda salisilik asit uygulaması ile, Canitez-87 ve Uzunlu-99 çeşitlerinin MDA içeriği azalırken, Küsmen çeşidinin MDA içeriği ise artmıştır. Menemen-92 çeşidinin MDA içeriğinde ise, önemli bir değişim gözlenmemiştir. Kurak koşullarda çeşitler arasında lipid peroksidasyonu (MDA) bakımından önemli bir fark görülmemiştir. Ancak salisilik asit uygulandığında Küsmen çeşidi diğer çeşitlere oranla en fazla lipid peroksidasyonu (MDA) oluşturan çeşit iken, Uzunlu-99 çeşidi ise en az lipid peroksidasyonu (MDA) oluşturan çeşit olmuştur (Çizelge 4.13 ve Şekil 4.12).



Şekil 4.12 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin lipid peroksidasyonuna (MDA) etkisi (Değerler 4 tekrür ortalaması±standart hatadır.)

4.5 Nohut Çeşitlerine Uygulanan Salisilik Asidin Bazı Bitki Besin Maddeleri Üzerine Etkisi

4.5.1 Azot (N) konsantrasyonu

Nohut çeşitlerine (Canitez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99) kurak koşullarda uygulanan salisilik asidin azot (N) konsantrasyonuna etkisi Çizelge 4.14 ve Şekil 4.13’de, varyans analizi sonuçları ise, Ek 13’de verilmiştir.

Çizelge 4.14 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin azot (N) konsantrasyonuna salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

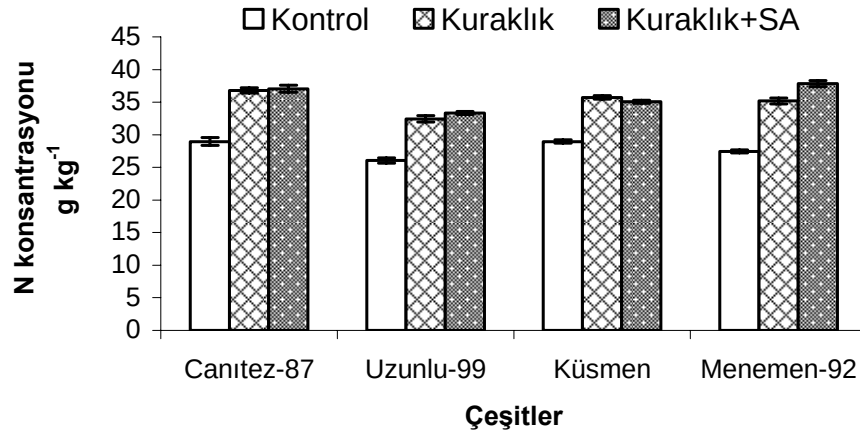
Uygulama	N, g kg ⁻¹					Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92		
Kontrol	28.95±0.61 E	26.07±0.40 G	28.95±0.26 E	27.44±0.23 F		27.85±0.36
Kuraklık	36.79±0.40 AB	32.41±0.49 D	35.72±0.25 BC	35.19±0.45 C		35.03±0.46
Kuraklık+SA	37.05±0.55 A	33.34±0.25 D	35.06±0.22 C	37.85±0.46 A		35.83±0.49
Ortalama	34.26±1.17	30.61±1.00	33.25±0.93	33.49±1.35		

F_ç : 47.00** , F_u : 476.7** , F_{çxu} : 6.00**

LSD_ç : 0.666, LSD_u : 0.577, LSD_{çxu} : 1.154

** : p < 0.01

Kuraklığa bağlı olarak bütün çeşitlerin azot (N) konsantrasyonu önemli düzeyde artmıştır. Salisilik asit uygulamasının ise, sadece Menemen-92 çeşidinin azot (N) konsantrasyonunu artırdığı, diğer çeşitlerde ise herhangi bir etkide bulunmadığı belirlenmiştir. Kurak koşullarda ve salisilik asit uygulandığında en az azot (N) konsantrasyonuna Uzunlu-99 çeşidi, en fazla azot (N) konsantrasyonuna ise Canitez-87 ve Menemen-92 çeşitleri sahip olmuştur (Çizelge 4.14 ve Şekil 4.13).



Şekil 4.13 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin azot (N) konsantrasyonuna etkisi (Değerler 4 tekrerrüt ortalaması±standart hatadır.)

4.5.2 Fosfor (P) konsantrasyonu

Kurak koşullarda nohut çeşitlerine (Canitez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99) uygulanan salisilik asidin P konsantrasyonuna etkisine ilişkin değerler Çizelge 4.15 ve Şekil 4.14’de, varyans analizi sonuçları ise, Ek 14’de verilmiştir.

Çizelge 4.15 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin fosfor (P) konsantrasyonuna salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekrerrüt ortalaması±standart hatadır.)

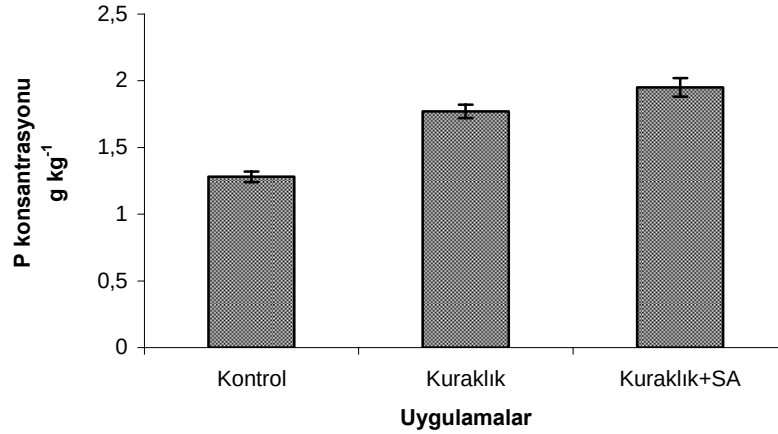
Uygulama	P, g kg ⁻¹				Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92	
Kontrol	1.26±0.07	1.25±0.06	1.32±0.06	1.29±0.12	1.28±0.04 C
Kuraklık	1.85±0.08	1.73±0.07	1.92±0.07	1.57±0.11	1.77±0.05 B
Kuraklık+SA	2.13±0.18	1.98±0.18	1.81±0.06	1.87±0.07	1.95±0.07 A
Ortalama	1.75±0.13	1.66±0.11	1.68±0.09	1.57±0.09	

$F_{\text{ç}} : 1.40^{\text{öd}}$, $F_{\text{u}} : 42.81^{**}$, $F_{\text{çxu}} : 1.32^{\text{öd}}$

LSD_u : 0.151

** : $p < 0.01$, öd: önemsiz

Nohut çeşitlerinin P konsantrasyonuna çeşit*uygulama interaksyonu ve çeşitlerin etkisi önemli olmamıştır. Uygulamalar dikkate alındığında; en yüksek P konsantrasyonu kurak koşullarda salisilik asit uygulamasından, en düşük ise, kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.15 ve Şekil 4.14).



Şekil 4.14 Uygulamaların nohut çeşitlerinin ortalama P konsantrasyonuna etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

4.5.3 Potasyum (K) konsantrasyonu

Çizelge 4.16 ve Şekil 4.15’de nohut çeşitlerine (Canitez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99) kurak koşullarda uygulanan salisilik asidin K konsantrasyonuna etkisi ve Ek 15’de ise, varyans analizi sonuçlarına ilişkin değerler verilmiştir. Buna göre, kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin K konsantrasyonuna çeşit*uygulama interaksyonu önemli olmamıştır. En yüksek K konsantrasyonu kurak koşullardan, en düşük K konsantrasyonu ise, kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. Çeşitlerin ortalama K konsantrasyonu değerlendirildiğinde, Canitez-87 çeşidinin K konsantrasyonu (29.78 g kg⁻¹) en yüksek iken, bu çeşidi sırasıyla Menemen-92 (26.63 g kg⁻¹) ve Uzunlu-99 (25.34 g kg⁻¹) çeşitleri izlemiştir. Küsmen çeşidi ise, çeşitler arasında en düşük K konsantrasyonuna (21.60 g kg⁻¹) sahip çeşit olmuştur (Çizelge 4.16 ve Şekil 4.15).

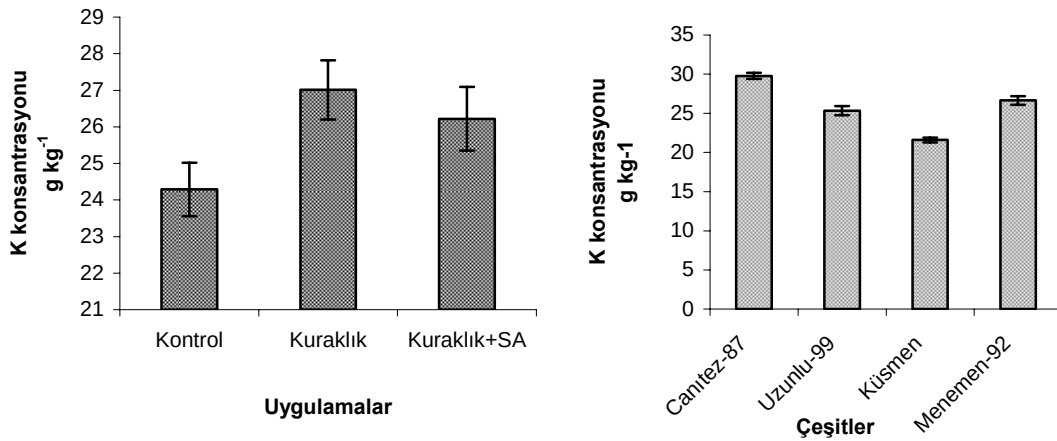
Çizelge 4.16 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin potasyum (K) konsantrasyonuna salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

Uygulama	K, g kg ⁻¹				Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92	
Kontrol	28.26±0.16	23.59±0.54	20.59±0.39	24.73±0.27	24.29±0.73 C
Kuraklık	30.41±0.26	27.28±0.53	22.25±0.50	28.10±0.74	27.01±0.81 A
Kuraklık+SA	30.68±0.49	25.16±0.87	21.95±0.40	27.07±0.86	26.22±0.87 B
Ortalama	29.78±0.37 A	25.34±0.57 C	21.60±0.31 D	26.63±0.55 B	

$F_{\text{ç}} : 115.5^{**}$, $F_{\text{u}} : 26.17^{**}$, $F_{\text{çxu}} : 1.28^{\text{öd}}$

$LSD_{\text{ç}} : 0.904$, $LSD_{\text{u}} : 0.783$

** : $p < 0.01$, öd: önemsiz



Şekil 4.15 Uygulama ve nohut çeşitlerine göre ortalama K konsantrasyonu (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

4.5.4 Kalsiyum (Ca) konsantrasyonu

Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerine (Canitez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99) uygulanan salisilik asidin kalsiyum (Ca) konsantrasyonuna etkisine ilişkin değerler Çizelge 4.17 ve Şekil 4.16'da, varyans analizi sonuçları ise, Ek 16'da verilmiştir.

Çizelge 4.17 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin kalsiyum (Ca) konsantrasyonuna salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

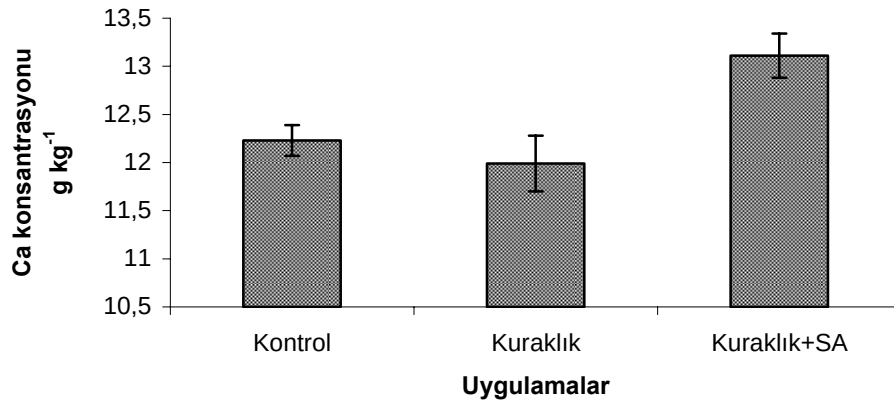
Uygulama	Ca, g kg ⁻¹				Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92	
Kontrol	12.78±0.16	11.98±0.28	12.44±0.23	11.72±0.33	12.23±0.16 B
Kuraklık	11.97±0.21	11.33±0.75	13.02±0.51	11.63±0.51	11.99±0.29 B
Kuraklık+SA	13.25±0.54	12.95±0.35	13.24±0.60	13.02±0.52	13.11±0.23 A
Ortalama	12.67±0.24	12.09±0.33	12.90±0.27	12.12±0.31	

F_ç : 2.39^{öd}, F_u : 6.93^{**}, F_{çxu} : 0.74^{öd}

LSD_u : 0.648

** : p < 0.01, öd: önemsiz

Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin Ca konsantrasyonuna çeşit ve çeşit*uygulama interaksiyonunun etkileri önemli olmamıştır. En yüksek Ca konsantrasyonu kurak koşullarda salisilik asit uygulamasından elde edilirken, kontrol ve kuraklık uygulamasında bitkilerin Ca konsantrasyonu aynı kalmıştır (Çizelge 4.17 ve Şekil 4.16).



Şekil 4.16 Uygulamaların nohut çeşitlerinin ortalama Ca konsantrasyonuna etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

4.5.5 Magnezyum (Mg) konsantrasyonu

Nohut çeşitlerine (Canitez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99) kurak koşullarda uygulanan salisilik asidin magnezyum (Mg) konsantrasyonuna etkisi Çizelge 4.18 ve Şekil 4.17’de, varyans analizi sonuçları ise, Ek 17’de verilmiştir.

Çizelge 4.18 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin magnezyum (Mg) konsantrasyonuna salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekrerrüt ortalaması±standart hatadır.)

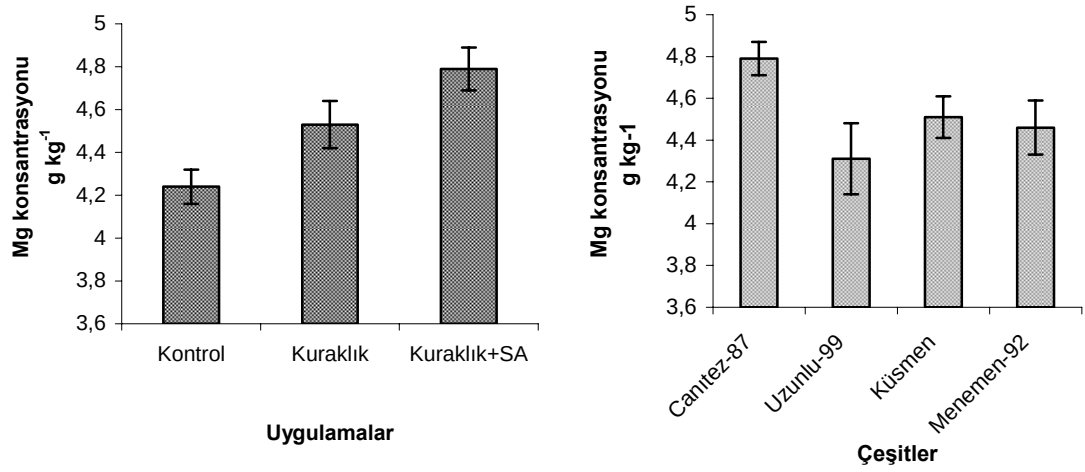
Uygulama	Mg, g kg ⁻¹				Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92	
Kontrol	4.58±0.09	3.89±0.10	4.22±0.07	4.26±0.13	4.24±0.08 C
Kuraklık	4.81±0.10	4.17±0.18	4.69±0.17	4.47±0.30	4.53±0.11 B
Kuraklık+SA	4.98±0.15	4.87±0.30	4.63±0.17	4.67±0.20	4.79±0.10 A
Ortalama	4.79±0.08 A	4.31±0.17 B	4.51±0.10 AB	4.46±0.13 B	

F_ç : 3.78*, F_u : 9.38**, F_{çxu} : 1.03^{öd}

LSD_ç : 0.296, LSD_u : 0.256

** : p < 0.01, * : p < 0.05, öd: önemsiz

Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin magnezyum (Mg) konsantrasyonuna çeşit*uygulama interaksiyonunun etkisi önemli olmamıştır. En yüksek magnezyum (Mg) konsantrasyonu kurak koşullarda uygulanan salisilik asit (4.79 g kg⁻¹) uygulamasından, en düşük magnezyum (Mg) konsantrasyonu ise, kontrol grubundan (4.24 g kg⁻¹) elde edilmiştir. Çeşitlerin ortalama magnezyum (Mg) konsantrasyonu değerlendirildiğinde, Canitez-87 çeşidinin magnezyum (Mg) konsantrasyonu (4.79 g kg⁻¹) en yüksek iken, bu çeşidi sırasıyla Küsmen (4.51 g kg⁻¹), Menemen-92 (4.46 g kg⁻¹) ve Uzunlu-99 (4.31 g kg⁻¹) çeşitleri izlemiştir (Çizelge 4.18 ve Şekil 4.17).



Şekil 4.17 Uygulama ve nohut çeşitlerine göre ortalama Mg konsantrasyonu (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

4.5.6 Demir (Fe) konsantrasyonu

Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerine (Canitez 87, Menemen 92, Ksmen ve Uzunlu 99) uygulanan salisilik asidin demir (Fe) konsantrasyonuna etkisine ilişkin değerler izelge 4.19 ve ekil 4.18'de, varyans analizi sonuçları ise, Ek 18'de verilmiştir.

Çizelge 4.19 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin demir (Fe) konsantrasyonuna salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

Uygulama	Fe, mg kg ⁻¹				Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Ksmen	Menemen-92	
Kontrol	115.2±18.8	157.3±4.1	124.1±22.5	152.6±8.37	137.3±12.3 A
Kuraklık	133.2±3.01	124.5±1.92	126.1±3.56	130.2±7.85	128.5±2.26 AB
Kuraklık+SA	104.2±19.7	123.8±22.4	96.2±8.49	96.98±5.22	105.3±7.60 B
Ortalama	117.5±9.02	135.2±14.9	115.5±8.42	126.6±7.86	

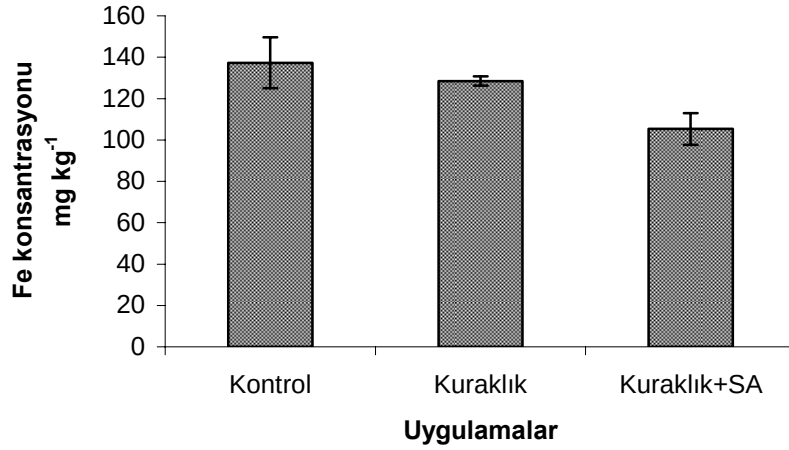
$F_{\text{ç}} : 0.80^{\text{öd}}$, $F_{\text{u}} : 3.56^*$, $F_{\text{çxu}} : 0.60^{\text{öd}}$

$LSD_{\text{u}} : 25.15$

* : $p < 0.05$, öd: önemsiz

Kurak koşullarda yetiştirilen nohut eitlerinin Fe konsantrasyonuna çeşit ve çeşit*uygulama interaksiyonlarının etkisi önemli olmamıştır. En yüksek Fe

konsantrasyonu kontrol uygulamasından, en düşük Fe konsantrasyonu ise, kurak koşullarda salisilik asit uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.19 ve Şekil 4.18).



Şekil 4.18 Uygulamaların nohut çeşitlerinin ortalama Fe konsantrasyonuna etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

4.5.7 Çinko (Zn) konsantrasyonu

Nohut çeşitlerine (Canitez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99) kurak koşullarda uygulanan salisilik asidin çinko (Zn) konsantrasyonuna etkisi Çizelge 4.20 ve Şekil 4.19'da, varyans analizi sonuçları ise, Ek 19'da verilmiştir.

Çizelge 4.20 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin çinko (Zn) konsantrasyonuna salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

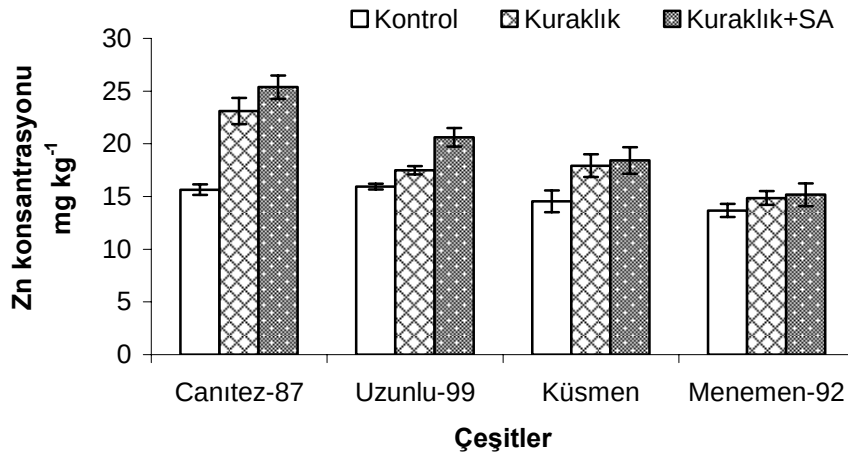
Uygulama	Zn, mg kg ⁻¹				Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92	
Kontrol	15.65±0.49 DEFG	15.93±0.27 DEFG	14.55±1.04 G	13.67±0.62 G	14.95±0.38
Kuraklık	23.10±1.25 AB	17.49±0.38 DEF	17.93±1.08 CDE	14.86±0.65 FG	18.34±0.87
Kuraklık+SA	25.38±1.11 A	20.63±0.88 BC	18.42±1.25 CD	15.18±1.08 EFG	19.90±1.07
Ortalama	21.38±1.36	18.01±0.66	16.97±0.78	14.57±0.47	

F_ç : 29.29^{**}, F_u : 31.38^{**}, F_{çxu} : 4.51^{**}

LSD_ç : 1.497, LSD_u : 1.297, LSD_{çxu} : 2.594

** : p < 0.01

Kurak koşullarda Canitez-87 ve Küsmen çeşitlerinin çinko (Zn) konsantrasyonu önemli düzeyde artarken, diğer çeşitlerin çinko (Zn) konsantrasyonlarında meydana gelen değişimler istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Uzunlu-99 çeşidinin çinko (Zn) konsantrasyonu kurak koşullarda salisilik asit uygulamasıyla artmıştır. Diğer çeşitlerin çinko (Zn) konsantrasyonlarında önemli bir değişim meydana gelmemiştir. Kurak koşullarda ve salisilik asit uygulandığında çeşitler arasında en yüksek Zn konsantrasyonuna Canitez-87 çeşidi sahip olurken, en düşük Zn konsantrasyonuna ise Menemen-92 çeşidi sahip olmuştur (Çizelge 4.20 ve Şekil 4.19).



Şekil 4.19 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin Zn konsantrasyonuna etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

4.5.8 Mangan (Mn) konsantrasyonu

Çizelge 4.21 ve Şekil 4.20’de nohut çeşitlerine (Canitez 87, Menemen 92, Küsmen ve Uzunlu 99) kurak koşullarda uygulanan salisilik asidin Mn konsantrasyonuna etkisine ilişkin değerler ve Ek 20’de ise, varyans analizi sonuçları verilmiştir. Kontrole göre kurak koşullarda bütün çeşitlerin mangan (Mn) konsantrasyonu artmıştır. Salisilik asit uygulaması ise sadece Uzunlu-99 çeşidinin mangan (Mn) konsantrasyonunu azaltmıştır. Diğer çeşitlerde ise, önemli bir etkisi olmamıştır. Kurak koşullarda çeşitlerin Mn konsantrasyonları arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Salisilik asit

uygulamasıyla, en yüksek Mn konsantrasyonuna Menemen-92 çeşidinde, en düşük mangan (Mn) konsantrasyonuna ise Uzunlu-99 çeşidinde ulaşılmıştır.

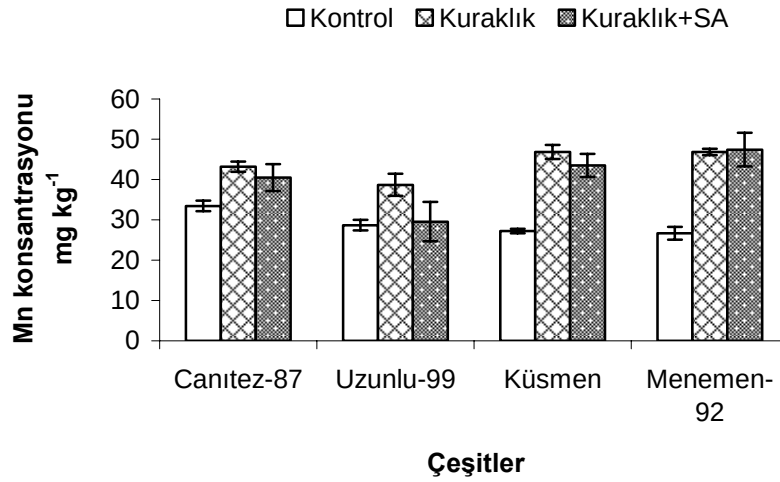
Çizelge 4.21 Kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin mangan (Mn) konsantrasyonuna salisilik asidin etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

Uygulama	Mn, mg kg ⁻¹				Ortalama
	Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92	
Kontrol	33.44±1.32 CD	28.69±1.28 D	27.19±0.55 D	26.65±1.58 D	28.99±0.89
Kuraklık	43.21±1.27 AB	38.69±2.76 BC	46.81±1.73 AB	46.84±0.79 AB	43.89±1.18
Kuraklık+SA	40.47±3.34 ABC	29.56±4.90 D	43.50±2.85 AB	47.42±4.18 A	40.24±2.44
Ortalama	39.04±1.69	32.31±2.21	39.17±2.78	40.30±3.22	

$F_{\varphi} : 5.97^{**}$, $F_u : 36.23^{**}$, $F_{\varphi u} : 3.27^*$

LSD φ : 4.271, LSD u : 3.699, LSD φu : 7.398

** : $p < 0.01$, * : $p < 0.05$



Şekil 4.20 Kuraklık ve salisilik asidin nohut çeşitlerinin Mn konsantrasyonuna etkisi (Değerler 4 tekerrür ortalaması±standart hatadır.)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Dünya'daki tarımsal arazilerin dörtte biri kurak ve yarı kurak bölgelerde bulunduğundan; kuraklık, günümüzde tüm dünyada tarımsal üretimi sınırlayan en önemli abiyotik stres faktörlerinden biri olarak tanımlanmaktadır. Yeryüzünün 3/4' ü sularla kaplı olmasına rağmen, küresel ısınma nedeni ile belirli coğrafik alanlar ciddi su noksanlığıyla karşı karşıya kalma tehlikesi içindedir.

Dünya' da yetiştiriciliği yapılan baklagiller içinde miktar olarak ikinci sırada olan nohut (*Cicer arietinum* L.)' un üretimini en çok etkileyen abiyotik stres faktörlerinden biri de kuraklıktır. Yüksek protein içeriği ve havanın serbest azotunu fiks etme gibi önemli özellikleri nedeniyle, ülkemizde yemeklik baklagillerden nohut çeşitlerinin kuraklık stresine karşı dayanıklılığının ve salisilik asit uygulamasının etkisinin belirlenmesinin önemli olacağı düşünülmüştür.

Salisilik asidin bitkiler üzerinde, etilen biyosentezi ve tohum çimlenmesini engellemek, yaralanma tepkilerini engellemek, köklerde absorpsiyon ve membran taşıyım mekanizmasını engellemek, hızlı membran depolarizasyonunu uyarmak, transmembran elektrokimyasal potansiyelini ortadan kaldırmak, nastik yaprak hareketlerini uyarmak, yapraklarda ve epidermiste transpirasyonu azaltmak, absisik asit (ABA) uyarımlı stoma kapanmasını tersine çevirmek, büyümeyi engellemek, mısır fidelerinde antosiyanin üretimini uyarmak, baklagillerde simbiyotik azot fiksasyonunda etkili olan kök nodül oluşumunu arttırmak, *in vivo* koşullarda nitrat redüktazın aktivitesini arttırmak, fasulyelerde verimi ve tohum zarfı sayısını arttırmak ve vejetatif gelişmeyi hızlandırmak gibi bir çok düzenleyici etkisi bulunmaktadır (Aktaş 2001).

Araştırmada yer alan nohut çeşitleri incelendiğinde, kuraklığa bağlı olarak kontrole göre bütün çeşitlerin yaş ve kuru ağırlıkları önemli düzeyde azalmıştır. Yaş ve kuru ağırlık sonuçları değerlendirildiğinde, çeşitler içerisinde kurağa en duyarlı çeşidin Küsmen, dayanıklı çeşidin ise Canitez-87 olduğu belirlenmiştir. Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasıyla çeşitlerin genel itibarıyla yaş ve kuru ağırlıkları azalmıştır. Çeşitler

içerisinde en yüksek yaş ve kuru ağırlık Canitez-87 çeşidinde tesbit edilmiştir. Kuraklık stresine maruz kalan bitkilerde; bitki yaş ve kuru ağırlığı, yaprak yüzey alanı, yaprak sayısı, klorofil ve verimde azalmanın olduğunu bildiren bir çok araştırma bulunmaktadır (Lucero *et al.* 1999, Costa França *et al.* 2000, Soltani *et al.* 2000, Fu and Huang 2001, Munné-Bosch *et al.* 2001, Srivalli *et al.* 2003, Jung 2004, Lazaridou and Koutroubas 2004, Maggio *et al.* 2005). Salisilik asit uygulamalarının yaş ve kuru ağırlık miktarını azalttığına dair araştırmalar bulunmaktadır (Shettel and Balke 1983). Araştırmada kullanılan nohut çeşitlerinin kontrole göre kurak koşullarda yaş ağırlıklarında meydana gelen azalmalar, hem su içeriğindeki hem de fotosentetik aktivitedeki gerilemeye bağlı olabilir. Çalışılan çeşitlerin yaş ağırlıkları, kuraklığa bağlı olarak su içeriğindeki azalmadan doğrudan etkilenmektedir. Ancak, kuru ağırlıktaki azalma, fotosentezin engellenmesi nedeniyle biyokütle üretimindeki azalmanın bir sonucu olabilir. Kuraklık stresinin başlaması sonucunda, topraktan su alımının azalması, stoma iletkenliğinin azalması, CO₂ alımının engellenmesi ve fotosentetik pigment kaybı ya da fotosentetik membranlardaki hasara bağlı olarak fotosentetik aktivitenin engellenmesi gerçekleşmektedir (Cornic 2000, Bloch *et al.* 2006, Cuevas *et al.* 2006, Praxedes *et al.* 2006). Kuraklık süresince üretimin sınırlanması ve fotoasimilatların tüketimine bağlı olarak karbonun yapraklardaki ve tüm bitkideki miktarı kaçınılmaz şekilde değişmekte ve bu da kuru ağırlıkta azalmaya neden olmaktadır. Gövde kuru ağırlığındaki azalmanın fotosentetik CO₂ asimilasyonundaki ve klorofil içeriğindeki azalmaya bağlı olduğu da bildirilmiştir (Mohsenzadeh *et al.* 2006).

Araştırmada kullanılan nohut çeşitlerinden ikisinin (Canitez-87 ve Uzunlu-99) kuraklığa bağlı olarak NNİ'leri önemli düzeyde azalmıştır. Bu sonuç kuraklığın bitkilerin nisbi nem içeriğinde bir azalmayla sonuçlandığını gösteren değişik araştırmacılar tarafından elde edilen sonuçlarla uyum içindedir (Fu and Huang 2001, Egert and Tevini 2002, Liu and Stützel 2002, Tambussi *et al.* 2002, Anyia and Herzog 2004). Kuraklığa dayanıklı olduğu bilinen *Phaseolus vulgaris*'te NNİ stomaların kapanmasından sonra bile azalmayı sürdürebilmektedir (Costa França *et al.* 2000). Stomaların kapanması bitkilerin suyu dokularında tutmalarını sağlayan hücrelerine girmesini önlediğinden fotosentetik hızı azaltabilmekte ve sonuçta büyüme hızı da yavaşlayabilmektedir (Costa França *et al.* 2000). Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasıyla çeşitlerin genel

itibariyle NNİ' leri azalmıştır. Ancak, sadece Menemen-92 çeşitinde meydana gelen azalma istatistiki açıdan önemli bulunmuştur. NNİ' deki azalmanın stomaların kapanmasını ve böylece fotosentez hızında paralel bir azalmayı uyardığı bilinmektedir (Cornic 2000).

Araştırmada kullanılan nohut çeşitlerinden Canitez-87, Uzunlu-99 ve Menemen-92 çeşitlerinin bütün uygulamalarda yaprak su tutma kapasitesinde önemli bir değişim olmamıştır. Fakat, Küsmen çeşidinin kuraklık uygulamasıyla yaprak su tutma kapasitesi önemli oranda azalmıştır. Salisilik asit uygulaması ise, çeşitlerin YSTK'leri üzerinde önemli bir değişim yaratmamıştır.

Nohut çeşitlerinin membran stabilite indeksi kurak koşullarda % 39.79'dan % 38.60'a düşmüştür. Bu düşüş istatistiki bakımdan önemsiz olmuştur. Salisilik asit uygulamasında ise, çeşitlerin MSI'i en düşük düzeyde olmuştur. Çeşitler içerisinde Küsmen (% 42.05) çeşidinin membran stabilite indeksi en yüksek olmuş, daha sonra bu çeşidi sırasıyla Canitez-87 (% 37.11), Uzunlu-99 (% 35.93) ve Menemen-92 (% 35.88) çeşitleri izlemiştir. Mısırdaki (Gunes *et al.* 2007b) tuz stresi koşulunda yaprakların membran permeabilitesinin arttığı ve SA uygulamalarının artışıyla birlikte membran zararının etkisinin önemli düzeyde azaltıldığı bildirilmiştir. Bu sonuç membran stabilite indeksinin kurak koşullarda azalması kısmen çalışmamızla uyum göstermektedir. Ancak SA uygulamasıyla çeşitlerin MSI değerleri uyum göstermemektedir.

Canitez-87 ve Küsmen çeşitlerinde klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içeriği kuraklığa bağlı olarak değişmemiş, diğer çeşitlerin ise kurak koşullarda klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içeriği önemli düzeyde azalmıştır. Çeşitler içerisinde kurak koşullarda en yüksek toplam klorofil içeriğine sahip çeşit Canitez-87' dir. Salisilik asit uygulamasıyla Menemen-92 çeşidinin diğer çeşitlere oranla klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içeriğinde daha fazla artış olmuştur. Kuraklıkla birlikte toplam klorofil içeriğinde bir değişikliğin görülmemesi, Canitez-87 çeşidinin fotosentetik aktivitesinin diğer çeşitlere göre kuraklıktan daha az etkilendiğini göstermektedir. Gunes *et al.* (2007b), tuz stresinde ve SA uygulandığında klorofil a, b ve toplam klorofil içeriğinin

değişmediğini ve stres koşulunda SA uygulamalarıyla karoten konsantrasyonunun azaldığını belirlemişlerdir. Bezelye (Moran *et al.* 1994) ve buğday (Loggini *et al.* 1999) da dahil olmak üzere bir çok türde pigment içeriklerinde kuraklığa bağlı bir azalma olduğu bildirilmiştir. Bu değişiklikler pigmentlerin foto oksidasyonundan ya da ışığa bağlı olarak parçalanmasından kaynaklanabilmektedir (Loggini *et al.* 1999). Kurumaya bağlı olarak gerçekleşen klorofil kaybının oksidatif stresten kaynaklanan foto oksidasyon ile ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Fu and Huang 2001).

Karotenoidler ışık toplayıcı pigmentler olarak görev yapmalarının yanı sıra eksite klorofil-oksijen kompleksinden oksijeni uzaklaştırarak ve triplet klorofil moleküllerinin oluşumunu engelleyerek klorofil ve membranları yıkımdan korumaktadırlar (Young 1991). Araştırmada kullanılan çeşitler içerisinde, Canitez-87 çeşidinin kuraklığa bağlı olarak karoten içeriği artarken, diğer üç çeşidin karoten içeriği azalmıştır. Canitez-87 çeşidinde kontrole göre karoten içeriğinin yüksek olmasının , bu çeşitte, kuraklığa cevapta aktif oksijen türlerinin detoksifikasyonuna karotenlerin de katkısı olabileceğini düşündürmektedir. Salisilik asit uygulaması ile, karoten içerikleri çeşitten çeşide değişiklik göstermiştir. Kuraklığa göre salisilik asit uygulamasıyla Canitez-87 çeşidinin karoten içeriği azalmıştır. Diğer üç çeşidin karoten içeriğinde meydana gelen değişimler önemli bulunmamıştır. Kuraklık stresinde bitkilerin karoten içeriklerinin artma (Tambussi *et al.* 2002, Jung 2004) ya da azalma (Farrant 2000, Munné-Bosch and Penuelas 2004) şeklinde değişim gösterebildiği belirlenmiştir.

Bitkilerin kuraklığa ve diğer abiyotik streslere karşı en önemli tepkilerinden biri farklı tipteki ozmotik koruyucuları biriktirmeleridir. Bu ozmolitlerden biri olan prolin yüksek bitkilerde yaygın olarak bulunmakta ve özellikle kuraklık stresine tepki olarak birikmektedir (Tıprıdamaz ve Çakırlar 1990, Hsu *et al.* 2003, Kavi Kishore *et al.* 2005, Tan *et al.* 2006). Araştırmada kullanılan çeşitlerden yalnız Küsmen çeşidinin kuraklığa bağlı olarak prolin içeriği artış göstermiştir. Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasıyla ise, çeşitlerin prolin içeriği artmasına rağmen, bu artışın istatistiki açıdan önemli olmadığı görülmüştür. Prolin içeriğinin su noksanlığı şiddetine bağlı olarak da artış gösterdiği bildirilmiştir (Tan *et al.* 2006, Gunes *et al.* 2007c). Ayrıca tuz ve bor toksisitesi koşullarında yapılan bir diğer çalışmada, marul bitkisinin kontrole göre her

iki koşulda da hidrojen peroksit (H_2O_2) içeriğinin, lipid peroksidasyonunun ve prolin miktarının arttığı bildirilmiştir (Eraslan *et al.* 2007).

Kontrole göre kurak koşullarda bütün çeşitlerin hidrojen peroksit (H_2O_2) içerikleri önemli düzeyde artmıştır. Nohutta kuraklık stresinde ve asmada bor toksisitesi durumunda H_2O_2 konsantrasyonunun arttığına ilişkin çalışmalar bulunmaktadır (Gunes *et al.* 2006, 2007c). Salisilik asit uygulaması ile hidrojen peroksit (H_2O_2) içerikleri çeşitten çeşide değişiklik göstermiştir. Kuraklığa göre salisilik asit uygulamasıyla Canitez-87 ve Menemen-92 çeşitlerinin hidrojen peroksit (H_2O_2) içeriği artarken, Uzunlu-99 ve Küsmen çeşitlerinin hidrojen peroksit (H_2O_2) içeriği azalmıştır. Mısırdaki tuz stresi koşulunda SA uygulamasıyla H_2O_2 konsantrasyonunun arttığı ve lipid peroksidasyonunun ise azaldığı belirtilmiştir (Gunes *et al.* 2007b).

Araştırmada kullanılan nohut çeşitlerinden Canitez-87 ve Uzunlu-99 çeşitlerinde kuraklığa bağlı olarak lipid peroksidasyonu önemli düzeyde artmıştır. Optimum koşullarda en düşük lipid peroksidasyon değeri Uzunlu-99 çeşidinden elde edilmiştir. Kurak koşullarda çeşitler arasında lipid peroksidasyon içeriği bakımından önemli bir değişim gözlenmemiştir. Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasıyla Küsmen ve Menemen-92 çeşitleri dışında, diğer iki çeşidin lipid peroksidasyon içeriği azalmıştır. Küsmen çeşidinin uygulanan salisilik asit ile lipid peroksidasyon içeriği artarken, Menemen-92 çeşidinin ise lipid peroksidasyonunun değişmediği belirlenmiştir. Kuraklık şiddetindeki artışa bağlı olarak Canitez-87 ve Uzunlu-99 çeşitlerinde yaprak dokularının MDA içeriğindeki artış, kuraklığın lipid peroksidasyonuna neden olduğunu göstermektedir. Bununla beraber; tüm çeşitlerde şiddetli kuraklıkta bile MDA içeriği 30 nmol'ün altında bulunmuştur. Kuraklığın bitki dokularında MDA ile ölçülen lipid peroksidasyonuna yol açtığını gösteren bu sonuçlar benzer konuda yapılan çalışmalar (Fu and Huang 2001, Srivalli *et al.* 2003, Ramachandra Reddy *et al.* 2004, Selote *et al.* 2004, Ge *et al.* 2006) ile uyum içinde olmuştur.

Araştırmada kurak koşullarda yetiştirilen nohut çeşitlerinin bitki besin maddelerinden N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn ve Mn konsantrasyonları incelenmiştir. Nohut çeşitlerinin

kontrole göre kuraklığa bağılı olarak N, P, K, Mg ve Mn konsantrasyonlarında artış meydana gelmiştir. Bununla birlikte kurak koşullarda çeşitlerin Ca ve Fe konsantrasyonları ise değişmemiştir.

Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin bitki besin maddeleri üzerine etkisi değerlendirildiğinde; Menemen-92 çeşidi çeşitler içerisinde N konsantrasyonu salisilik asit uygulamasıyla artan tek çeşittir. Salisilik asit uygulamasıyla çeşitlerin P konsantrasyonu artarken, K konsantrasyonu azalmıştır. Mikroelementler açısından değerlendirildiğinde, kurak koşullarda uygulanan salisilik asidin kontrole göre nohut çeşitlerinin Fe konsantrasyonunu azaltırken, Zn konsantrasyonunu artırdığı belirlenmiştir. Diğer taraftan salisilik asit uygulaması Uzunlu-99 çeşidinin Mn konsantrasyonunu azaltırken, diğer çeşitlerin Mn konsantrasyonunu ise etkilemediği görülmüştür. Mısır bitkisinde çeşitli stres koşullarında SA' in etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, N, P ve K konsantrasyonunun stres koşullarında artış gösterdiği belirtilmiştir. Aynı çalışmada tuz stresi koşulunda 1.0 mM SA uygulamasıyla Fe ve Ca konsantrasyonunun azaldığı, kurak koşullarda ise 1.0 mM SA uygulandığında K konsantrasyonunun düştüğü belirlenmiştir. Ayrıca 0.5 ve 1.0 mM SA dozları uygulandığında tuz stresi koşulunda kontrole göre Zn ve Mn konsantrasyonunun arttığı belirtilmiştir (Gunes *et al.* 2005).

Bitkilerde fizyolojik süreçlerin ve bitki besin elementlerinin alımının düzenlenmesine yardımcı olan SA' in, incelenen parametreler bakımından çeşitler içerisinde Canitez-87' nin diğer çeşitlere oranla daha iyi tepki verdiği belirlenmiştir. Ancak uygulanan 1.0 mM SA düzeyinin araştırılan çeşitlere istenilen oranda olumlu sonuç vermediği görülmüştür.

Bu sonuçlar doğrultusunda nohut bitkisinde kuraklığa toleransın artırılması için dışarıdan uygulanacak SA' in bitki gereksinimine uygun konsantrasyonu tespit edilmesinin gerektiği belirtilebilir. Bu amaçla SA' in kuraklığa bağılı olarak oluşan fizyolojik parametrelerdeki değişimlerin belirlenmesi ve kuraklığa tolerans ve beslenme yönünden bitkiler üzerindeki etkisinin incelenmesi gerekmektedir. Çalışmamızın bitkilerde kuraklık toleransının artırılmasını hedefleyen bitki fizyolojisi ve beslenmesi alanlarında yapılacak çalışmalar için yol gösterici bir kaynak olacağını düşünmekteyiz.

KAYNAKÇA

- Aktaş, Y. L. 2001. *Vitis vinifera* L. cv. sultani'de salisilik asit uygulamasının yaprak proteinleri içeriği üzerine etkileri. Fen Bil. Ens., Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, İzmir.
- Al-Hakimi, A.M.A. and Hamada, A.M. 2001. Counteraction of salinity stress on wheat plants by grain soaking in ascorbic acid, thiamin or sodium salicylate. Biol. Plant. 44:253-261.
- Anbessa, Y. and Bejiga, G. 2002. Evaluation of Ethiopian chickpea landraces for tolerance to drought. Genetic Resources and Crop Evolution 49, 557-564.
- Anonymous, 2006. Last updated 24 April 2006, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Statistical Databases, <http://www.fao.org>.
- Anyia, A.O. and Herzog, H. 2004. Water-use efficiency, leaf area and leaf gas exchange of cowpeas under mid-season drought, Eur. J. Agron., 20, 327-339.
- Araghi, G.S. and Assad, M.T. 1998. Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. Euphytica, 103, 293-299.
- Bandoğlu, E. 2001. Tuz stresinin mercimek (*Lens culinaris* M.) fidelerindeki antioksidan sistem üzerine etkisi. Fen Bil. Ens., Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- 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.
- Bergmann, H.L.V., Maachelett, B. and Geibel, M. 1994. Increase of stress resistance in crop plants by using phenolic compounds. International symposium on natural phenols in plant resistance, volume 1, 13-17 sep. Weihenstephan, Germany, Acta-Horticulture, 381-390.
- Bezrukova, M.V., Sakhabutdinova, R., Fathutdinova, R.A., Kyldiarova, I. and Shakirova, F. 2001. The role of hormonal changes in protective action of salicylic acid on growth of wheat seedlings under water deficit. Agrochemiya (Russ), 2: 51-54.
- Bhupinder, S. and Usha, K. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regulation 39: 137-141.
- Bloch, D., Hoffmann, C.M. and Marl nder, B. 2006. Impact of water supply on photosynthesis, water use and carbon isotope discrimination of sugar beet genotypes, Eur. J. Agron., 24, 218-225.
- Boutraa, T. and Sanders, F.E. 2001. Influence of water stress on grain yield and vegetative growth of two cultivars of bean. J. Agronomy and Crop Science 187, 251-257.
- Bouyoucos, G.J. 1951. A recalibration of hydrometer for making mechanical analysis of soil. Agronomy Journal, 43; 434-438.
- Cadenas, S.E. 1989. Biochemistry of oxygen toxicity. Annu. Rev. Biochem. 58, 79-110.
- Campos, P.S., Ramalho, J.C., Laoriano, J.A., Silva, M.J. and CeuMatos, M. 1999. Effect of drought on photosynthetic performance and water relations of four Vigna genotypes. Photosynthetica 36, 79-87.

- Clarke, J.M. and McCaig, T.N. 1982. Excised leaf water retention capacity as an indicator of drought resistance of Triticum genotypes. Can. J. Plant Sci. 62: 571-578.
- Cornic, G. 2000. Drought stress inhibits photosynthesis by decreasing stomatal aperture-not by affecting ATP synthesis. Trends Plant Sci. 1, 21-26.
- Costa França, M.G., Pham-Thi, C.A.T., Pimentel, R.O.P., Rossiello, Y., Fodil, Z. and Laffray, D. 2000. Differences in growth and water relations among *Phaseolus vulgaris* cultivars in response to induced drought stress, Environ. Exp. Bot., 43, 227-237.
- Cuevas, E., Baeza, P. and Lissarrague, J.R. 2006. Variation in stomatal behaviour and gas exchange between mid-morning and mid-afternoon of north-south oriented grapevines (*Vitis vinifera* L. cv. tempranillo) at different levels of soil water availability, Sci. Hortic, 108, 173-180.
- Davies, K.J.A. 1987. Protein damage and degradation by oxygen radicals. I. General aspects. J. Biol. Chem. 262, 9895-9901.
- Dhanda, S.S. and Sethi, G.S. 1998. Inheritance of excised leaf water loss and relative water content in bread wheat (*Triticum aestivum*). Euphytica 104: 39-47.
- Dhanda, S.S., Sethi, G.S. and Behl, R.K. 2004. Indices of Drought Tolerance in Wheat genotypes at Early Stages of Plant Growth. J. Agronomy and Crop Sci. 190, 6-12.
- Duygu, E. 1981. Aspirin ve tarım, bilim ve teknik 165, 169.
- Egert, M. and 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.
- Eraslan, F., Inal, A., Savasturk, O. and Gunes, A. 2007. Changes in antioxidative system and membrane damage of lettuce in response to salinity and boron toxicity. Scientia Horticulturae (in press).
- Farrant, J.M. 2000. A comparison of mechanisms of desiccation tolerance among three angiosperm resurrection plant species, Plant Eco., 151, 29-39.
- Foyer, C.H. and Noctor, G. 2000. Oxygen processing in photosynthesis: regulation and signalling. New Phytol. 146, 359-388.
- Franca, M.C.G., Thi, A.T.P., Pimental, C., Rossiello, R.O.P., Fodil, Y.Z. and Laffray, D. 2000. Differences in growth and water relations among *Phaseolus vulgaris* cultivars in response to induced drought stress. Environmental and Experimental Bot. 43, 227-237.
- Fridovich, I. 1986. Biological effects of superoxide radical. Arch. Biochem. Biophys. 247: 1-11.
- Fu, J. and Huang, B. 2001. Involvement of antioxidants and lipid peroxidation in the adaptation of two cool-season grasses to localized drought stress, Environ. Exp. Bot., 45, 105-114.
- Ge, T., Sui, F., Bai, L., Lu, Y. and Zhou, G. 2006. Effects of water stress on the protective enzyme activities and lipid peroxidation in roots and leaves of summer maize, ASC, 5(4), 291-298.
- Glass, A.D.M. 1973. Influence of phenolic acids on ion uptake. I. Inhibition of phosphate uptake. Plant Physiology. 51:1037.
- Glass, A.D.M. and J. Dunlop 1974. Influence of phenolic acids on ion uptake. IV. Depolarization of membrane potential. Plant Physiology. 54, 855.

- Golestani, A.S. and Assad, M.T. 1998. Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. *Euphytica* 103: 293-299.
- Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Cicek, N., Güneri, E., Eraslan, F. and Güzelordu, T. 2005. Effects of exogenously applied salicylic acid on the induction of multiple stress tolerance and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.). *Archives of Agronomy and Soil Science* 0: 1-9.
- Gunes, A., Soylemezoglu, G., Inal, A., Bagci, E.G., Coban, S. and Sahin, O. 2006. Antioxidant and stomatal responses of grapevine (*Vitis vinifera* L.) to boron toxicity, *Scientia Horticulturae* 110:279-284.
- Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Adak, M.S., Eraslan, F., Güneri, E. and Cicek, N. 2007a. Effect of drought stress implemented at pre-and post-anthesis stage on some physiological parameters as screening criteria in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Rus J. Plant Physiol.* (In press).
- Gunes, A., Inal, A., Alpaslan, M., Eraslan, F., Bagci, Guneri E. and Cicek, N. 2007b. Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity, *Journal of Plant Physiology* 164: 728-736.
- Gunes, A., Pilbeam, D.J., Inal, A., Bagci, E.G. and Coban, S. 2007c. Influence of silicon on antioxidant mechanisms and lipid peroxidation in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under drought stress. *Journal of Plant Interactions*. 2 (2): 105-113.
- Gusta, L.V. and Chen, T.H.H. 1987. Wheat and wheat improvement. *Agronomy monograph no 13* (2nd edition) p: 115-149.
- Heath, R.L. and Packer, L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplast. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Arch. Biochem. Biophys.* 125, 189-198.
- Hsu, S.Y., Hsu, Y.T. and Kao, C.H. 2003. The effect of polyethylene glycol on proline accumulation in rice leaves, *Biol. Plant.*, 46, 73-78.
- Imlay, J.A. and Linn, S. 1988. DNA damage and oxygen radical toxicity. *Science* 240, 1302-1309.
- Jackson, M.L. 1958. Soil chemical analysis. p. 1-498. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Janda, T., Szalai, G., Tari, I. and Paldi, E. 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plant. *Planta*. 208: 175-180.
- Jung, S. 2004. Variation in antioxidant metabolism of young and mature leaves of *Arabidopsis thaliana* subjected to drought, *Plant Sci.*, 166, 459-466.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri, II. Bitki analizleri, A.Ü.Z.F. yayınları: 453, uygulama kılavuzu:155, A.Ü. Basımevi, Ankara.
- Kacar, B. 1995. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri. III. Toprak analizleri. A.Ü.Z.F. vakfi yayınları. No:3, Ankara.
- Kang, G., Wang, C., Sun, G. and Wang, Z. 2003. Salicylic acid changes activities of H₂O₂ metabolizing enzymes and increases the chilling tolerance of banana seedlings *Environmental and Experimental Botany*. 50: 9-15.
- Katerji, N., van Hoorn, J.W., Hamdy, A., Mastrorilli, M., Oweis, T. and Malhotra, R.S. 2001. Response to soil salinity of two chickpea varieties differing in drought tolerance. *Agricultural Water Management* 50, 83-96.

- Kavi Kishore, P.B., Sangam, S., Amrutha, R.N., Laxmi, P.S., Naidu, K.R., Rao, K.R.S.S., Rao, S., Reddy, K.J., Theriappan, P. and Sreenivasulu, N. 2005. Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: its implications in plant growth and abiotic stress tolerance, *Curr. Sci.*, 88, 424-438.
- Kurt, S. 1998. *Vicia faba* L.'da salisilik asit uygulamasının simbiyotik azot fiksasyonu üzerine etkisi. Fen Bil. Ens., Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Lawlor, D.W. 2002. Limitation of photosynthesis in water stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. *Ann. Bot.* 89, 1-15.
- Lawlor, D.W. and Cornic, G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell Environ.* 25, 275-294.
- Lawson, T., Oxborough, K., Morison, J.I.L. and Baker, N.R. 2003. The responses of guard and mesophyll cell photosynthesis to CO₂, O₂, light, and water stress in a range of species are similar. *J. Exp. Bot.* 54, 1743-1752.
- Lazaridou, M. and Koutroubas, S.D. 2004. Drought effect on water use efficiency of berseem clover at various growth stages, [http://www.cropscience.org.au](http://www.cropsscience.org.au).
- Leport, L., Turner, N.C., French, R.J., Barr, M.D., Duda, R., Davies, S.L., Tennant, D. and Siddique, K.H.M. 1999. Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean-type environment. *European J. of Agron.* 11, 279-291.
- Lev-Yadun, S., Gopher, A. and Abbo, S. 2000. The cradle of agriculture, *Science*, 288, 1602-1603.
- Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods Enzymol.* 148: 350-382.
- Liebler, D.C., Kling, D.S. and Reed, D.J. 1986. Antioxidant protection of phospholipid bilayers by α -tocopherol. Control of α -tocopherol status and lipid peroxidation by ascorbic acid and glutathione. *J. Biol. Chem.* 261, 12114-12119.
- Liu, F. and Stützel, H. 2002. Leaf water relations of vegetable amaranth (*Amaranthus* spp.) in response to soil drying, *Eur. J. Agron.*, 16, 137-150.
- Liu, F., Jensen, C.R. and Andersen, M.N. 2004. Drought stress effect on carbohydrate concentration in soybean leaves and pods during early reproductive development: Its implication in altering pod set. *Field Crops Research* 86, 1-13.
- Loggini, B., Scartazza, A., Brugnoli, E. and Navari-Izzo, F. 1999. Antioxidative defense system, pigment composition, and photosynthetic efficiency in two wheat cultivars subjected to drought, *Plant Physiol.*, 119, 1091-1099.
- Lucero, D.W., Grieu, P. and Guckert, A. 1999. Effects of water deficit and plant interaction on morphological growth parameters and yield of white clover (*Trifolium repens* L.) and ryegrass (*Lolium perenne* L.) mixtures, *Eur. J. Agron.*, 11, 167-177.
- Machado, S. and Paulsen, G.M. 2001. Combined effects of drought and high temperature on water relations of wheat and sorghum. *Plant and Soil* 233: 179-187.

- Maggio, A., De Pascale, S., Ruggiero, C. and Barbieri, G. 2005. Physiological response of field-grown cabbage to salinity and drought stress, *Eur. J. Agron.*, 23, 57-67.
- Mishra, A. and Choudhuri, M.A. 1999. Effects of salicylic acid on heavy metal-induced membrane deterioration mediated by lipoxygenase in rice. *Biol. Plant.* 42(3): 409-415.
- Mohsenzadeh, S., Malboobi, M.A., Razavi, K. and Farrahi-Ashtiani, S. 2006. Physiological and molecular responses of *Aeluropus lagopoides* (Poaceae) to water deficit, *Environ. Exp. Bot.*, 56, 314-322.
- Mokherjee, S.P. and Choudhuri, M.A. 1983. Implications of water stress-induced changes in the leaves of endogenous ascorbic acid and hydrogen peroxide in *Vigna* Seedlings. *Phsiol. Plant.* 58: 166-170.
- Moran, J.F., Becana, M., Iturbe-Ormaetxe, I., Frechilla, S., Klucas, R.V. and Aparicio-Tejo, P. 1994. Drought induces oxidative stress in pea plants, *Planta*, 194,346-352.
- Munne-Bosch, S., Jubany-Mari, T. and Alegre, L. 2001. Drought-induced senescence is characterised by a loss of antioxidant defences in chloroplasts, *Plant, Cell Environ.*, 24, 1319-1327.
- Munne-Bosch, S. and Penuelas, J. 2004. Drought-induced oxidative stress in strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) growing in Mediterranean field conditions, *Plant Sci.*, 166,1105-1110.
- Oren, R., Sperry, J.S., Katul, G.G., Pataki, D.E., Ewers, B.E., Phillips, N. and Schaffer, K.V.R. 1999. Survey and synthesis of intra and inter specific variation of stomatal sensitivity to vapour pressure deficit. *Plant Cell Environ.* 22, 1515-1526.
- Peltzer, D., Dreyer, E. and Polle, A. 2002. Temperature dependencies of antioxidative enzymes in two contrasting species. *Plant Physiol Biochem* 40, 141-150.
- Praxedes, S.C., DaMatta, F.M., Loureiro, M.E., Ferrão, M.A.G. and Cordeiro, AT. 2006. Effects of long-term soil drought on photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre var. *kouillou*) leaves, *Environ. Exp. Bot.*, 56, 263-273.
- Premchandra, G.S., Saneoka, A. and Ogato, S. 1990. Cell membrane stability, an indicator of drought tolerance, as affected by applied nitrogen in soybean. *J. Agric. Sci. Camb.* 115, 63-66.
- Pugnaire, F. I., Endolz, L.S. and Pardos, J. 1994. Handbook of plant and crop stress. Marcel Dekker, New York. s. 247.
- Ramachandra Reddy, A., Chaitanya, K.V., Jutur, P.P. and Sumithra, K. 2004. Differential antioxidative responses to water stress among five mulberry (*Mows alba* L.) cultivars, *Environ. Exp. Bot.*, 52, 33-42.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils, USDA, salinity laboratory, Agricultural Handbook, No: 60, Washington D.C., 160.
- Sairam, R.K. 1994. Effect of moisture stress on physiological activities of two contrasting wheat genotypes. *Ind. J. Exp. Biol.* 32, 594-597.
- Sairam, R.K., Deshmukhi, P.S. and Saxena, D.C. 1998. Role of antioxidant systems in wheat genotypes tolerance to water stress. *Biologia Plantarum* 41 (3): 387-394.
- Sairam, R.K. and Saxena, D.C. 2000. Oxidative stress and antioksidants in wheat genotypes: possible mechanism of water stress tolerance. *J. Agronomy&Crop Science* 184: 55-61.

- Sawhney, V. and Singh, D.P. 2002. Effect of chemical desiccation at the post-anthesis stage on some physiological and biochemical changes in the flag leaf of contrasting wheat genotypes. *Field Crops Research* 77, 1-6.
- Selote, D.S., Bharti, S. and Khanna-Chopra, R. 2004. Drought acclimation reduces O₂ accumulation and lipid peroxidation in wheat seedlings, *Biochem. Bioph. Res. Co.*, 314, 724-729.
- Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E. and Dixon, K. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regulation* 30: 157-161.
- Shakirova, F.M. and Bezrukova, M.V. 1997. Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. *Biology Bulletin* 24: 109-112.
- Shakirova, F.M., Sakhabutdinova, A.R., Bezrukova, M.V., Fathutdinova, R.A. and Fathutdinova, D.R. 2003a. Changes in hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science* 164: 317-322.
- Shakirova, F. M., Bezrukova, M. V., Fatkhutdinova, D. R. and Sakhabutdinova, A.R. 2003b. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. *Bulg. J. Plant. Physiol., Special Issue*. 214-219.
- Shettel, N.L. and Balke, N.E. 1983. Plant growth response to several allelopathic chemicals. *Weed science*. 31,293.
- Siddique, M.R.B., Hamid, A. and Islam, M.S. 1999. Drought stress effects on photosynthetic rate and leaf gas Exchange of wheat. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 40, 141-145.
- Singh, K.B. 1997. Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crop Research* 53, 161-170.
- Socias, F.X., Correia, M.J., Chaves, M.M. and Medrano, H. 1997. The role of abscisic acid and water relations in drought responses of subterranean clover. *J. Exp. Bot.* 48, 1281-1288.
- Soil Survey Manual. 1951. U.S. Department of Agriculture Handbook. No: 18, U.S.A.
- Soltani, A., Khooie, F.R., Ghassemi-Golezani, K. and Moghaddam, M. 2000. Thresholds for chickpea leaf expansion and transpiration response to soil water deficit, *Field Crops Res.*, 68, 205-210.
- Srivalli, B., Sharma, G. and Khanna-Chopra, R. 2003. Antioxidative defense system in an upland rice cultivar subjected to increasing intensity of water stress followed by recovery, *Physiol. Plant.*, 119. 503-512.
- Tambussi, E.A., Casadesus, J., Munne-Bosch, S. and Araus, J.L. 2002. Photoprotection in water-stressed plants of durum wheat (*Triticum turgidum* var. durum): changes in chlorophyll fluorescence spectral signature and photosynthetic pigments, *Fund. Plant Biol.*, 29, 35-44.
- Tan, Y., Liang, Z., Shao, H. and Du, F. 2006. Effect of water deficits on the activity of anti-oxidative enzymes and osmoregulation among three different genotypes of *Radix astragali* at seeding stage, *Colloid. Surface. B.*, 49, 59-64.
- Teranishi, Y., Tanaka, A., Osumi, M. and Fukui, S. 1974. Catalase activity of hydrocarbon utilizing candida yeast. *Agr. Biol. Chem.* 38: 1213-1216.
- Tıprıdamaz, R. ve Çakırlar, H. 1990. Buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisinin Türkiye'de yetiştirilen iki çeşidinde tuz ve su stresinin oransal su kapsamı prolin ve betain değişimine etkisi, *DOĞA-Tr. J. of Biology*, 14 (2), 125-148.
- Top, B. 1999. *Phaseolus vulgaris* L.' de protein ve fotosentetik pigment içeriği üzerine salisilik asidin etkileri. *Fen Bil. Ens., Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, İzmir.

- Türkyılmaz, B., Aktaş, L.Y. and Güven, A. 2005. *Phaseolus vulgaris L.*'de salisilik asit uyarımlı bazı fizyolojik ve biyokimyasal değişimler. F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17 (2), 319-326.
- Yalpani, N., Enyedi, A.J., Leon, J. and Raskin, I. 1994. Ultraviolet light and ozone stimulate accumulation of salicylic acid and pathogenesis-related proteins and virus resistance in tobacco. *Planta*, 193; 373-376.
- Young, A.J. 1991. The photoprotective role of carotenoids in higher plants, *Physiol. Plant.*, 83, 702-708.

EKLER

Ek 1 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin yaş ağırlığına etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	87.13		
Çeşit	3	9.89	3.30	35.56**
Uygulama	2	72.83	36.42	392.86**
Çeşit*uygulama	6	1.08	0.18	1.94 ^{öd}
Hata	36	3.34	0.09	

** p< 0.01 düzeyine göre önemli

^{öd} önemsiz

Ek2 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin kuru ağırlığına etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	4.01		
Çeşit	3	0.26	0.09	17.14**
Uygulama	2	3.51	1.75	342.34**
Çeşit*uygulama	6	0.05	0.01	1.70 ^{öd}
Hata	36	0.18	0.01	

** p< 0.01 düzeyine göre önemli

^{öd} önemsiz

Ek3 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin nisbi nem içeriğine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	6821.2		
Çeşit	3	357.2	119.1	2.37 ^{öd}
Uygulama	2	3872.5	1936.3	38.61 ^{**}
Çeşit*uygulama	6	786.2	131.04	2.61 [*]
Hata	36	2614.06	50.15	

^{**} p< 0.01 düzeyine göre önemli

^{*} p< 0.05 düzeyine göre önemli

^{öd} önemsiz

Ek4 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin yaprak su tutma kapasitesine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	0.225		
Çeşit	3	0.052	0.017	6.08 ^{**}
Uygulama	2	0.006	0.003	1.11 ^{öd}
Çeşit*uygulama	6	0.065	0.011	3.85 ^{**}
Hata	36	0.102	0.003	

^{**} p< 0.01 düzeyine göre önemli

^{öd} önemsiz

Ek5 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin klorofil a içeriğine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	7463.92		
Çeşit	3	1156.92	385.64	4.82**
Uygulama	2	1977.79	988.90	12.36**
Çeşit*uygulama	6	1449.21	241.53	3.02*
Hata	36	2880.0	80.00	

** $p < 0.01$ düzeyine göre önemli

* $p < 0.05$ düzeyine göre önemli

Ek6 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin klorofil b içeriğine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	4542.48		
Çeşit	3	464.90	154.97	3.23*
Uygulama	2	1331.54	665.77	13.88**
Çeşit*uygulama	6	1019.29	169.88	3.54**
Hata	36	1726.75	47.97	

** $p < 0.01$ düzeyine göre önemli

* $p < 0.05$ düzeyine göre önemli

Ek7 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin toplam klorofil içeriğine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	23128.7		
Çeşit	3	2977.5	992.5	4.13*
Uygulama	2	6637.2	3318.6	13.80**
Çeşit*uygulama	6	4858.0	809.7	3.37**
Hata	36	8656.0	240.4	

** p< 0.01 düzeyine göre önemli

* p< 0.05 düzeyine göre önemli

Ek8 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin karoten içeriğine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	25805.1		
Çeşit	3	117.1	39.0	0.18 ^{öd}
Uygulama	2	7741.9	3871.0	18.33**
Çeşit*uygulama	6	10345.5	1724.2	8.17**
Hata	36	7600.5	211.1	

** p< 0.01 düzeyine göre önemli

^{öd} önemsiz

Ek9 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin prolin içeriğine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	37.41		
Çeşit	3	4.63	1.54	3.54*
Uygulama	2	9.27	4.64	10.63**
Çeşit*uygulama	6	7.81	1.30	2.99**
Hata	36	15.70	0.44	

** p< 0.01 düzeyine göre önemli

* p< 0.05 düzeyine göre önemli

Ek10 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin hidrojen peroksit içeriğine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	16832.5		
Çeşit	3	1243.1	414.4	51.92**
Uygulama	2	12761.3	6380.6	799.54**
Çeşit*uygulama	6	2540.8	423.5	53.06**
Hata	36	287.3	8.0	

** p< 0.01 düzeyine göre önemli

Ek11 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin membran stabilite indeksine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	1963.6		
Çeşit	3	308.9	102.95	3.30*
Uygulama	2	212.8	106.39	3.41*
Çeşit*uygulama	6	317.9	53.00	1.70 ^{öd}
Hata	36	1123.9	31.22	

* $p < 0.05$ düzeyine göre önemli

^{öd} önemsiz

Ek12 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin lipid peroksidasyonuna (MDA) etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	310.21		
Çeşit	3	84.04	28.01	8.84**
Uygulama	2	42.58	21.29	6.72**
Çeşit*uygulama	6	69.53	11.59	3.66**
Hata	36	114.06	3.17	

** $p < 0.01$ düzeyine göre önemli

Ek13 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin azot (N) konsantrasyonuna etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	754.380		
Çeşit	3	91.20	30.40	47.00**
Uygulama	2	616.60	308.30	476.70**
Çeşit*uygulama	6	23.30	3.88	6.00**
Hata	36	23.28	0.65	

** p< 0.01 düzeyine göre önemli

Ek14 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin fosfor (P) konsantrasyonuna etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	5.96		
Çeşit	3	0.19	0.06	1.40 ^{öd}
Uygulama	2	3.82	1.91	42.81**
Çeşit*uygulama	6	0.35	0.06	1.32 ^{öd}
Hata	36	1.60	0.05	

** p< 0.01 düzeyine göre önemli

^{öd} önemsiz

Ek15 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin potasyum (K) konsantrasyonuna etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	527.54		
eşit	3	413.06	137.69	115.50**
Uygulama	2	62.38	31.19	26.17**
eşit*uygulama	6	9.18	1.53	1.28 ^{öd}
Hata	36	42.92	1.19	

** p< 0.01 düzeyine göre önemli
^{öd} önemsiz

Ek16 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin kalsiyum (Ca) konsantrasyonuna etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	50.12		
eşit	3	5.86	1.95	2.39 ^{öd}
Uygulama	2	11.30	5.65	6.93**
eşit*uygulama	6	3.60	0.60	0.74 ^{öd}
Hata	36	29.36	0.82	

** p< 0.01 düzeyine göre önemli
^{öd} önemsiz

Ek17 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin magnezyum (Mg) konsantrasyonuna etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	9.24		
Çeşit	3	1.45	0.48	3.78*
Uygulama	2	2.40	0.20	9.38**
Çeşit*uygulama	6	0.79	0.13	1.03 ^{öd}
Hata	36	4.60	0.13	

** p< 0.01 düzeyine göre önemli

* p< 0.05 düzeyine göre önemli

^{öd} önemsiz

Ek18 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin demir (Fe) konsantrasyonuna etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	60410		
Çeşit	3	2965	988	0.80 ^{öd}
Uygulama	2	8754	4377	3.56*
Çeşit*uygulama	6	4401	733	0.60 ^{öd}
Hata	36	44291	1230	

* p< 0.05 düzeyine göre önemli

^{öd} önemsiz

Ek19 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin çinko (Zn) konsantrasyonuna etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	698.82		
Çeşit	3	287.38	95.79	29.29**
Uygulama	2	205.27	102.63	31.38**
Çeşit*uygulama	6	88.42	14.74	4.51**
Hata	36	117.76	3.27	

** p< 0.01 düzeyine göre önemli

Ek20 Kurak koşullarda salisilik asit uygulamasının nohut çeşitlerinin mangan (Mn) konsantrasyonuna etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	S.D.	K.T.	K.O.	F-Değeri
Genel	47	3884.35		
Çeşit	3	476.67	158.89	5.97**
Uygulama	2	1927.91	963.96	36.23**
Çeşit*uygulama	6	521.92	86.99	3.27*
Hata	36	957.85	26.61	

** p< 0.01 düzeyine göre önemli

* p< 0.05 düzeyine göre önemli

Ek 21 Uygulamaların nohut çeşitlerinin yaş ağırlığı (g bitki⁻¹) üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92
Kontrol	I	5.56	3.88	5.16	4.75
	II	5.56	3.90	5.19	5.16
	III	5.10	3.77	5.26	4.68
	IV	6.65	4.70	5.12	4.46
Kuraklık	I	3.25	2.33	2.31	2.54
	II	2.98	2.08	2.26	2.08
	III	3.10	2.39	2.41	2.72
	IV	3.25	2.12	2.58	2.27
Kuraklık + SA	I	2.80	1.76	2.01	2.19
	II	2.34	1.41	2.44	1.83
	III	2.97	1.33	2.18	2.44
	IV	2.84	1.57	2.43	1.72

Ek 22 Uygulamaların nohut çeşitlerinin kuru ağırlığı (g bitki⁻¹) üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92
Kontrol	I	1.18	0.88	1.14	1.14
	II	1.13	0.91	1.12	1.16
	III	1.03	0.84	1.16	1.09
	IV	1.40	1.06	1.13	1.02
Kuraklık	I	0.68	0.54	0.51	0.59
	II	0.61	0.50	0.50	0.46
	III	0.64	0.58	0.54	0.60
	IV	0.68	0.49	0.59	0.50
Kuraklık + SA	I	0.60	0.42	0.45	0.48
	II	0.62	0.34	0.54	0.40
	III	0.64	0.29	0.49	0.55
	IV	0.61	0.34	0.55	0.38

Ek 23 Uygulamaların nohut çeşitlerinin Nisbi nem içeriği (%) üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92
Kontrol	I	92.63	78.26	76.92	73.68
	II	90.00	92.50	59.26	78.26
	III	85.24	85.91	72.00	78.26
	IV	83.33	77.08	80.00	80.00
Kuraklık	I	68.00	58.33	62.50	58.82
	II	69.23	72.00	70.83	53.33
	III	55.17	69.23	62.50	75.00
	IV	66.67	72.73	61.54	81.82
Kuraklık + SA	I	56.67	70.83	60.71	42.11
	II	57.14	62.96	61.29	45.45
	III	44.83	64.00	68.00	59.09
	IV	64.29	61.90	62.07	55.17

Ek 24 Uygulamaların nohut çeşitlerinin Yaprak su tutma kapasitesi (g g⁻¹ saat⁻¹) üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92
Kontrol	I	0.127	0.150	0.239	0.167
	II	0.107	0.125	0.378	0.092
	III	0.107	0.157	0.458	0.142
	IV	0.160	0.117	0.233	0.150
Kuraklık	I	0.200	0.147	0.113	0.158
	II	0.117	0.125	0.177	0.175
	III	0.131	0.240	0.304	0.179
	IV	0.217	0.243	0.220	0.160
Kuraklık + SA	I	0.155	0.081	0.139	0.221
	II	0.181	0.164	0.137	0.110
	III	0.164	0.167	0.190	0.147
	IV	0.107	0.217	0.170	0.170

Ek 25 Uygulamaların nohut çeşitlerinin klorofil a (g kg⁻¹) içeriği üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92
Kontrol	I	43.38	66.66	38.42	54.59
	II	68.43	87.64	64.12	72.82
	III	70.25	79.94	49.42	50.27
	IV	70.61	78.06	58.80	72.53
Kuraklık	I	76.85	55.65	49.27	46.38
	II	60.73	44.00	55.45	44.55
	III	62.29	45.41	49.11	29.91
	IV	45.63	43.59	41.91	33.86
Kuraklık + SA	I	48.59	64.06	49.61	50.18
	II	57.78	45.74	50.63	46.07
	III	65.70	50.56	54.58	44.25
	IV	59.50	49.99	47.54	55.30

Ek 26 Uygulamaların nohut çeşitlerinin klorofil b (g kg⁻¹) içeriği üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92
Kontrol	I	34.24	49.33	29.24	41.10
	II	51.14	65.54	49.17	59.17
	III	52.23	57.91	38.49	42.06
	IV	50.76	70.69	44.54	54.22
Kuraklık	I	56.38	41.64	37.76	34.12
	II	44.07	32.49	43.38	33.59
	III	47.81	34.95	39.23	22.27
	IV	31.47	33.50	33.43	24.80
Kuraklık + SA	I	37.12	48.21	40.60	38.30
	II	42.77	36.12	40.59	35.68
	III	48.99	37.91	42.93	33.59
	IV	41.72	36.65	38.05	41.46

Ek 27 Uygulamaların nohut çeşitlerinin Toplam klorofil (g kg⁻¹) içeriği üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92
Kontrol	I	77.62	115.98	67.66	95.69
	II	119.57	153.18	113.28	131.99
	III	122.48	137.85	87.91	92.33
	IV	121.37	148.76	103.34	126.76
Kuraklık	I	133.23	97.30	87.02	80.50
	II	104.80	76.49	98.83	78.14
	III	110.10	80.37	88.34	52.17
	IV	77.10	77.09	75.34	58.66
Kuraklık + SA	I	85.72	112.26	90.21	88.48
	II	100.55	81.86	91.22	81.75
	III	114.70	88.47	97.52	77.84
	IV	101.22	86.65	85.59	96.76

Ek 28 Uygulamaların nohut çeşitlerinin karoten (mg g⁻¹) içeriği üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92
Kontrol	I	78.79	124.98	70.99	98.39
	II	119.18	157.08	111.88	138.68
	III	118.68	140.18	91.79	97.39
	IV	93.58	141.78	104.79	127.98
Kuraklık	I	135.18	76.49	95.69	86.49
	II	107.78	63.59	105.49	82.79
	III	115.68	65.99	93.19	53.99
	IV	80.09	61.89	78.49	63.49
Kuraklık + SA	I	73.39	98.98	96.19	96.49
	II	83.39	74.19	96.99	89.59
	III	90.68	76.09	104.49	85.99
	IV	74.78	75.19	90.89	99.39

Ek 29 Uygulamaların nohut çeşitlerinin prolin (mmol kg⁻¹) içeriği üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92
Kontrol	I	1.46	3.00	1.77	1.52
	II	2.71	2.80	1.07	2.34
	III	1.52	3.33	1.43	2.08
	IV	2.25	3.04	1.08	1.33
Kuraklık	I	1.31	3.40	3.44	2.22
	II	3.71	3.21	4.96	2.37
	III	1.70	2.22	2.54	3.04
	IV	2.43	2.78	2.86	1.74
Kuraklık + SA	I	2.54	2.69	4.22	2.94
	II	2.72	2.60	3.93	1.74
	III	3.26	2.39	3.46	3.22
	IV	2.14	2.72	4.01	2.15

Ek 30 Uygulamaların nohut çeşitlerinin H₂O₂ (mmol kg⁻¹) konsantrasyonu üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92
Kontrol	I	11.34	11.05	13.66	22.06
	II	12.50	9.31	14.53	20.03
	III	11.05	8.73	21.19	18.58
	IV	11.05	6.70	24.96	18.29
Kuraklık	I	39.17	57.72	58.59	29.60
	II	41.20	55.69	60.33	29.89
	III	40.04	58.30	58.01	32.50
	IV	44.10	60.91	59.17	31.63
Kuraklık + SA	I	62.07	53.08	44.96	40.62
	II	66.13	51.92	49.60	36.56
	III	58.30	53.08	56.27	35.40
	IV	60.62	52.50	56.56	37.72

Ek 31 Uygulamaların nohut çeşitlerinin membran stabilite indeksi (%) üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92
Kontrol	I	31.25	38.14	48.46	37.00
	II	38.42	45.19	47.45	37.83
	III	29.43	37.88	41.48	40.83
	IV	39.89	38.53	41.99	42.79
Kuraklık	I	40.48	30.29	35.03	41.64
	II	45.18	31.49	37.43	35.65
	III	36.32	27.33	43.35	39.20
	IV	40.22	32.06	41.48	39.24
Kuraklık + SA	I	33.23	29.11	43.95	29.38
	II	25.47	25.30	47.15	31.79
	III	32.35	32.64	35.95	31.06
	IV	38.35	29.39	40.90	24.16

Ek 32 Uygulamaların nohut çeşitlerinin MDA (nmol g⁻¹) içeriği üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92
Kontrol	I	15.61	14.58	16.39	16.00
	II	15.35	15.23	18.32	21.81
	III	16.39	13.68	17.55	19.87
	IV	18.06	15.74	17.55	19.87
Kuraklık	I	16.39	21.16	16.00	18.58
	II	21.94	17.16	20.65	16.00
	III	20.00	17.68	21.16	21.42
	IV	21.42	18.32	18.97	22.06
Kuraklık + SA	I	16.52	16.65	21.16	18.71
	II	16.39	13.16	23.87	19.23
	III	17.29	13.68	21.68	17.81
	IV	16.65	17.42	21.68	18.06

Ek 33 Uygulamaların nohut çeşitlerinin azot (g kg⁻¹) konsantrasyonu üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsme	Menemen-92
Kontrol	I	29.64	26.07	29.64	26.89
	II	30.19	25.25	28.54	27.99
	III	27.44	27.17	28.54	27.44
	IV	28.54	25.80	29.09	27.44
Kuraklık	I	36.12	33.47	35.06	35.06
	II	37.19	32.94	36.12	36.12
	III	37.72	31.34	36.12	34.00
	IV	36.12	31.87	35.59	35.59
Kuraklık + SA	I	36.12	33.47	35.59	38.78
	II	38.25	34.00	35.06	38.25
	III	37.72	32.94	35.06	36.65
	IV	36.12	32.94	34.53	37.72

Ek 34 Uygulamaların nohut çeşitlerinin fosfor (g kg⁻¹) konsantrasyonu üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsme	Menemen-92
Kontrol	I	1.32	1.18	1.27	1.08
	II	1.42	1.13	1.27	1.47
	III	1.08	1.42	1.51	1.51
	IV	1.23	1.27	1.23	1.08
Kuraklık	I	1.76	1.90	1.80	1.85
	II	1.85	1.56	2.09	1.61
	III	2.09	1.76	2.00	1.51
	IV	1.71	1.71	1.80	1.32
Kuraklık + SA	I	2.24	2.19	1.66	1.90
	II	2.57	2.38	1.95	2.00
	III	2.00	1.56	1.85	1.90
	IV	1.71	1.80	1.76	1.66

Ek 35 Uygulamaların nohut çeşitlerinin potasyum (g kg⁻¹) konsantrasyonu üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92
Kontrol	I	27.86	25.09	20.61	24.03
	II	28.47	23.56	20.79	24.99
	III	28.16	23.09	21.42	25.28
	IV	28.57	22.62	19.54	24.61
Kuraklık	I	30.74	28.55	22.98	29.28
	II	29.80	26.11	22.89	27.83
	III	30.91	26.82	22.32	29.18
	IV	30.17	27.63	20.82	26.11
Kuraklık + SA	I	31.94	22.81	22.22	27.75
	II	30.33	24.99	22.89	26.84
	III	30.86	26.82	21.00	28.87
	IV	29.60	26.01	21.70	24.80

Ek 36 Uygulamaların nohut çeşitlerinin kalsiyum (g kg⁻¹) konsantrasyonu üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92
Kontrol	I	12.47	11.46	12.94	10.92
	II	13.13	12.25	12.63	12.22
	III	12.95	12.64	12.34	11.41
	IV	12.56	11.56	11.84	12.31
Kuraklık	I	11.68	9.16	13.30	12.68
	II	12.25	11.66	12.65	11.10
	III	11.54	12.61	14.26	12.26
	IV	12.39	11.90	11.86	10.46
Kuraklık + SA	I	11.77	13.43	11.98	12.89
	II	14.36	13.38	13.18	14.40
	III	13.59	11.94	14.87	12.90
	IV	13.29	13.04	12.92	11.88

Ek 37 Uygulamaların nohut çeşitlerinin magnezyum (g kg⁻¹) konsantrasyonu üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92
Kontrol	I	4.48	3.94	4.32	3.89
	II	4.84	3.79	4.15	4.38
	III	4.60	4.14	4.36	4.44
	IV	4.41	3.70	4.04	4.33
Kuraklık	I	4.89	3.62	4.69	5.15
	II	5.06	4.43	4.84	4.21
	III	4.66	4.30	5.01	4.72
	IV	4.64	4.32	4.22	3.78
Kuraklık + SA	I	4.66	4.95	4.53	4.55
	II	5.36	5.69	4.67	4.95
	III	5.08	4.42	5.06	5.01
	IV	4.80	4.40	4.27	4.16

Ek 38 Uygulamaların nohut çeşitlerinin demir (mg kg⁻¹) konsantrasyonu üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92
Kontrol	I	126.95	107.62	160.48	143.28
	II	104.86	109.04	128.28	144.44
	III	168.36	133.62	145.66	140.30
	IV	107.62	116.76	148.22	149.74
Kuraklık	I	128.70	123.22	115.94	122.85
	II	141.08	125.36	129.56	129.22
	III	128.28	120.16	132.10	123.54
	IV	134.62	129.28	126.92	115.80
Kuraklık + SA	I	85.15	162.38	91.88	110.02
	II	82.74	162.50	119.28	92.72
	III	73.64	80.10	94.86	99.66
	IV	99.06	90.22	78.56	85.52

Ek 39 Uygulamaların nohut çeşitlerinin çinko (mg kg⁻¹) konsantrasyonu üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92
Kontrol	I	14.69	15.61	15.10	14.46
	II	16.53	15.57	14.88	13.04
	III	14.92	15.80	16.58	14.92
	IV	16.45	16.72	11.64	12.26
Kuraklık	I	21.96	18.37	15.31	14.64
	II	22.22	16.62	19.46	15.44
	III	21.42	17.18	19.92	13.16
	IV	26.82	17.77	17.01	16.19
Kuraklık + SA	I	26.32	22.98	14.86	18.07
	II	25.48	18.72	20.64	12.84
	III	22.26	20.60	18.83	14.66
	IV	27.44	20.22	19.35	15.15

Ek 40 Uygulamaların nohut çeşitlerinin mangan (mg kg⁻¹) konsantrasyonu üzerine etkileri

Uygulamalar	Tekerrürler	Çeşitler			
		Canitez-87	Uzunlu-99	Küsmen	Menemen-92
Kontrol	I	35.66	27.38	28.14	29.90
	II	35.76	27.56	26.80	22.86
	III	30.80	32.54	28.00	25.32
	IV	31.56	27.30	25.82	28.50
Kuraklık	I	45.80	31.82	44.34	48.96
	II	43.16	38.30	47.52	45.32
	III	39.76	39.30	51.42	47.08
	IV	44.12	45.32	43.96	46.00
Kuraklık + SA	I	37.25	22.50	36.86	51.62
	II	35.58	20.12	49.88	49.38
	III	39.74	35.24	46.12	53.52
	IV	36.44	40.38	41.12	51.51

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Selahattin Sencan ÇOBAN
Doğum Yeri : Giresun/Merkez
Doğum Tarihi : 10.05.1982
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu:

Lise : Giresun Atatürk Lisesi (1994-1998)
Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü (1999-2003)
Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı (Eylül 2003-Kasım 2007)

Çalıştığı Kurum/Kuruluş:

- Doğ-al Gübre A.Ş. laboratuvarı (2004-2005)

Yayınları:

- Gunes, A., Soylemezoglu, G., Inal, A., Bagci, E.G., **Coban, S.** and Sahin, O. **2006.** Antioxidant and stomatal responses of grapevine (*Vitis vinifera* L.) to boron toxicity, **Scientia Horticulturae** 110 (3): 279-284.
- Gunes, A., Inal, A., Bagci, G. E., **Coban, S.** and Sahin, O. **2007.** Silicon increases boron tolerance and reduces oxidative damage of wheat grown in soil with excess boron, **Biologia Plantarum** 51(3): 571-574.
- Gunes, A., Inal, A., Bagci, G. E. and **Coban, S.** **2007.** Silicon-mediated changes on some physiological and enzymatic parameters symptomatic of oxidative stress in barley grown in sodic-B toxic soil, **Journal of Plant Physiology** 164: 807-811.
- Gunes, A., Inal, A., Bagci, G. E., **Coban, S.** and Pilbeam, D.J. **2007.** Silicon mediates changes to some physiological and enzymatic parameters symptomatic for oxidative stress in spinach (*Spinacia oleracea* L.) grown under B toxicity. **Scientia Horticulturae** 113 (2): 113-119.
- Gunes, A., Pilbeam, D.J., Inal, A., Bagci, E.G. and **Coban, S.** **2007.** Influence of silicon on antioxidant mechanisms and lipid peroxidation in chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under drought stress. **Journal of Plant Interactions**. 2 (2): 105-113.