



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**NOHUT GENOTİPLERİNİN KURAKLIK
STRESİNE KARŞI GÖSTERDİKLERİ BAZI
FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL
TEPKİLERİN BELİRLENMESİ**

Emine GÖKMEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Şubat-2011
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Emine GÖKMEN

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NOHUT GENOTİPLERİNİN KURAKLIK STRESİNE KARŞI GÖSTERDİKLERİ BAZI FİZYOLOJİK VE BİYOKİMYASAL TEPKİLERİN BELİRLENMESİ

Emine GÖKMEN

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Ercan CEYHAN

2011, 44 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Mustafa ÖNDER

Doç. Dr. Ercan CEYHAN

Yrd. Doç. Dr. Mehmet HAMURCU

Araştırma “Tesadüf Parsellerinde iki Faktörlü Faktöriyel Deneme” desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuş ve Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü tam kontrollü araştırma serasında 2009 yılında yürütülmüştür.

Bu araştırma ile kuraklık stresine dayanıklı uygun nohut çeşit ve genotipleri belirlenmiştir. Ayrıca kuraklığın bitki büyümesi ve gelişmesi üzerine çok yönlü etkileri ile kuraklığa karşı bitkiler tarafından oluşturulan biyokimyasal, fiziksel özellikler veya fiziksel savunma mekanizmaları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre; gerçek su içeriği bakımından Küsmen 99 (% 83.41), 22117 (% 83.07) ve 22223 (% 81.78) genotipleri, Klorofil (A+B) bakımından Küsmen 99 (5.159 mg/l), Çumra YP (4.259 mg/l) ve Beyşehir YP (4.143 mg/l) genotipleri, peroksidaz bakımından Küsmen 99 (194.16 nmol H₂O₂.dak⁻¹/ mg protein⁻¹), Altinekin YP (192.27 nmol H₂O₂.dak⁻¹/ mg protein⁻¹) ve 22223 (190.95 nmol H₂O₂.dak⁻¹/ mg protein⁻¹) genotipleri, süperoksit dismutaz bakımından Kadınhanı YP (1155.72 ünit/ mg protein⁻¹), Altinekin YP (1154.88 ünit/ mg protein⁻¹) ve 22223 (1053.38 ünit/ mg protein⁻¹) genotipleri ve prolin bakımından ise 22117 (12.59 µg.TA⁻¹), Canitez (12.27 µg.TA⁻¹) ve Küsmen 99 (10.85 µg.TA⁻¹) genotipleri ilk sıralarda yer almıştır.

Sonuç olarak, kuraklık stresinin genotiplerin yapraklarındaki enzim aktiviteleri üzerine etkisi dikkate alındığında; genotipler içerisinde en dayanıklı olarak Çumra YP, Canitez, Küsmen-99, 22117 ve 22223 genotipleri ön plana çıkan bu genotipler daha sonra yapılacak olan kurağa dayanıklılık ıslah çalışmalarında kullanılabilirler.

Anahtar Kelimeler: Enzim, kuraklık, kuraklığa dayanıklılık, nohut.

ABSTRACT

MS THESIS

SOME PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL SHOWED CHICKPEA GENOTYPES AGAINST DROUGHT STRESS DETERMINATION REACTIONS

Emine GÖKMEN

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE IN FIELD CROPS**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ercan CEYHAN

2011, 44 Pages

Jury

Prof. Dr. Mustafa ÖNDER

Assoc. Prof. Dr. Ercan CEYHAN

Assist. Prof. Dr. Mehmet HAMURCU

The research "in randomized plots of two-Factor Factorial Experiment" design with three replications was established as a Selcuk University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition in 2009, fully controlled greenhouse was conducted.

This research is suitable chickpea varieties resistant to drought stress and genotypes were determined. In addition, multi-faceted effects of drought on growth and development of plants against drought by biochemical, physical features or physical defense mechanisms has been bring out. According to the results in terms of the actual water content Kusmen 99 (83.41%), 22117 (83.07%) ve 22223 (81.78%) genotypes, chlorophyll (A + B) be offended in terms of Küsmen 99 (5.159 mg/l), Çumra YP (4.259 mg/l) ve Beyşehir YP (4.143 mg/l) genotypes, in terms of peroxidase Küsmen 99 (194.16 nmol H₂O₂.dak⁻¹/ mg protein⁻¹), Altınekin YP (192.27 nmol H₂O₂.dak⁻¹/ mg protein⁻¹) and 22223 (190.95 nmol H₂O₂.dak⁻¹/ mg protein⁻¹) genotypes, in terms of superoxide dismutase Kadınhanı YP (1155.72 ünit/ mg protein⁻¹), Altınekin YP (1154.88 ünit/ mg protein⁻¹) and 22223 (1053.38 ünit/ mg protein⁻¹) genotypes and proline in terms of 22117 (12.59 µg.TA⁻¹), Canitez (12.27 µg.TA⁻¹) ve Küsmen 99 (10.85 µg.TA⁻¹) took first place in genotypes.

As a result, the effect of drought stress on enzyme activities in leaves of genotypes is taken into account, as the most resistant genotypes in Çumra YP, Canitez, Küsmen-99, 22117 and ve 22223 genotypes fore the drought resistance of these genotypes will then be used in correctional studies.

Keywords: Enzyme, chickpea, drought, drought resistance.

ÖNSÖZ

Türkiye her yerinde yetiştirilme imkânına sahip olan nohutta, kuraklığın bitki büyümesi üzerindeki etkileri ile kuraklığa karşı bitkiler tarafından oluşturulan biyokimyasal veya fiziksel savunma mekanizmaları arasındaki ilişki ortaya konulmaya çalışılmıştır . Günümüzde son derece önemli olan bu konuyu bana tez olarak veren ve her konuda yardım eden danışman hocam Doç. Dr. Ercan CEYHAN'a, değerli hocam Prof. Dr. Mustafa ÖNDER, Yrd. Doç. Dr. Mehmet HAMURCU'ya ve Tarla Bitkileri bölümündeki diğer öğretim üyelerine ve araştırma görevlilerine ve çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen ablam Arş. Gör. Fatma GÖKMEN YILMAZ'a ve ayrıca aileme teşekkürü borç bilir ve sunarım.

Emine GÖKMEN
KONYA-2011

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE METOT	8
3.1. Materyal	8
3.2. Metot	8
3.2.1. Sera Denemesi	8
3.2.2. Fizyolojik Özellikler	9
3.2.2.1. Yaprak su tutma kapasitesi	9
3.2.2.2. Nisbi ve gerçek su içeriği.....	10
3.2.2.3. Klorofil miktarları.....	10
3.2.3. Enzim Ekstraktlarının Hazırlanması	11
3.2.3.1. Peroksidaz (POD; EC 1.11.1.7) enzim aktivitesinin belirlenmesi.....	12
3.2.3.2. Süperoksit dismutaz (SOD, EC 1.15.1.1) enzim aktivitesinin belirlenmesi..	12
3.2.3.3. Prolin Analizi	13
3.2.4. İstatistik Analizler ve Değerlendirme	13
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	14
4.1. Yaprak Su Tutma Kapasitesi (YSTK)	14
4.2. Nisbi Su İçeriği (NSİ)	16
4.3. Gerçek Su İçeriği (GSI)	18
4.4. Klorofil A İçeriği	20
4.5. Klorofil B İçeriği	23
4.6. Toplam Klorofil (A+B) İçeriği	25
4.7. Klorofil A/B İçeriği	27
4.8. Peroksidaz İçeriği (POD).....	29
4.9. Süperoksit Dismutaz İçeriği (SOD).....	32
4.10. Prolin İçeriği	34
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	37

KAYNAKLAR	40
ÖZGEÇMİŞ	44

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

CO₂: Karbondioksit
H₂O: Su

Kısaltmalar

YP: Yerel Populasyon
YSTK: Yaprak Su Tutma Kapasitesi
NSİ: Nisbi Su İçeriği
GSİ: Gerçek Su İçeriği
MDA: Malondialdehit
SOD: Süperoksit Dismutaz
POD: Peroksidaz

1. GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusuna, gıda ve tarımsal sanayiye hammadde sağlamak amacıyla tarımsal üretimi artırmak kaçınılmazdır. Tarımsal üretimi arttırmak; ya birim alandan en fazla verimi sağlayan bitkileri yetiştirmek ya da üretim alanlarını genişletmek şeklinde yapılabilir. Bugün üzerinde tarım yapılan araziler, birçok ülkede olduğu gibi yurdumuzda da son sınırına dayanmıştır. Bunun için tarımda, birim alanda daha fazla ürün almanın yolları aranmakta ve bu sebeple bilimsel ve teknik çalışmalar her geçen gün artmaktadır (Önder, 1992).

Proteinin insan beslenmesindeki önemi artık bilinen bir gerçektir. Dengeli bir beslenme için hayvansal kaynaklı proteinlerle birlikte bitkisel kaynaklı proteinlerinde yeterli miktarda alınması gerekmektedir. 70 kg ağırlığındaki bir insanın, 40 g'ı bitkisel ve 30 g'ı hayvansal kaynaklı olmak üzere, bir günde toplam 70 g proteine ihtiyacı vardır (Akçin, 1988). İnsan beslenmesinde, hayvansal proteinlerin bitkisel proteinlere üstünlüğü tartışılmaz bir gerçektir. Nohut taneleri protein ve çoğu aminoasit içerikleri bakımından hayvansal kaynaklı gıdalarla kıyaslanabilir durumdadır. Nohut tanelerinde, çeşit özelliğine, çevre koşullarına ve kültürel işlemlere göre değişmekle birlikte % 18-31 oranında ham protein mevcuttur. Ayrıca, nohudun hazmolunabilir protein oranının % 76-78 arasında olup biyolojik değeri de oldukça yüksektir (Akçin, 1988). Bu nedenlerden dolayı, hayvansal gıdaların fiyatlarının yüksek ve üretiminin yetersiz olduğu ülkelerde, nohut, diğer baklagillerle beraber insanların protein ihtiyaçlarını karşılamada oldukça önemli protein kaynağı olarak öne çıkmaktadır.

Nohut (*Cicer arietinum* L.) kültüre alınmış ilk yemeklik baklagil bitkilerindendir. Dünya'da fasulye ve bezelyeden sonra en çok yetiştirilen üçüncü yemeklik tane baklagil bitkisidir. Ülkemizde 455 bin hektarlık alanda 562 bin ton nohut üretimi yapılmakta olup, dünyada en çok nohut üretimi yapan ülkeler arasında ise Türkiye 3. sırada yer almaktadır (Anonymous, 2009). Son yıllarda, nohut ekiminin, üretiminin ve veriminin önemli derecede azaldığı bilinen bir gerçektir. Nohut verim ve kalitesindeki bu önemli düzeydeki azalmanın birçok sebebinin olmasının yanında bunlardan en önemlisi nohut bitkisinin büyüme ve gelişim sırasında karşı karşıya kaldığı biyotik (*Ascochyta rabiei*) ve abiyotik (yüksek sıcaklık ile kuraklık) faktörlerden kaynaklandığı yadsınamaz bir gerçektir. Kuraklıktan en fazla etkilenen bölgelerin başında kapalı bir havza olan Orta Anadolu Bölgesi gelmektedir. Nohut üretimimizin

yaklaşık % 50'si bu bölgede yapılmaktadır. Nohut bitkisi için, kuraklık çok önemli bir abiyotik stres olup henüz bu strese dayanıklı bir çeşit geliştirilememiştir (Singh, 1997).

Kuraklık dünyanın bir çok bölgesinde en önemli abiyotik stres olarak bilinir (Malhotra ve ark., 2004) ve serin iklim baklagillerinde önemli verim kayıplarının sebebi olarak görülmektedir (Saxena ve ark., 1993). Bitkilerde kuraklık stresi sınırlı çevresel koşullara adapte olmayı sağlayan fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler bir mekanizmayı etkilemektedir (Arora ve ark., 2002; Kalefetoğlu, 2006). Bitkilerin vegetatif dokularının kuraklık stresine karşı geliştirdikleri stresten kaçma ve strese tolerans olmak üzere iki ana savunma mekanizması vardır (Kalefetoğlu, 2006). Dehidrasyon toleransı düşük dokulara sahip olan ve hayatta kalabilmesi su noksanlığından kaçınmalarına bağlı olan bitkilere "kuraktan kaçınanlar" denilmektedir (Ludlow ve ark., 1983). Kuraktan kaçınan bitkilerin, su alımını arttıran veya su kaybını azaltan mekanizmaları vardır (Kalefetoğlu, 2006). Kuraklık toleransı, bitkilerin metabolizmalarını devam ettirmelerini sağlayan ve uzun süreli kuraklığın neden olduğu hasarı sınırlandıran mekanizmalara sahiptirler (Courtois ve ark., 2000). Streten kaçınan bitkiler yalnızca orta şiddetteki kuraklık stresinde hayatta kalırlarken strese toleranslı bitkiler ise koruyucu mekanizmalarını çalıştırmak suretiyle çok daha şiddetli kuraklık streslerinde hayatta kalabilirler (Kalefetoğlu, 2006).

Nohut bitkisinin kuraklık stresine karşı göstermiş olduğu morfolojik, fenolojik ve fizyolojik tepkiler ile ilgili çok az sayıda araştırma yapılmıştır. Bu nedenle nohut verimini ve kalitesini arttırmak amacıyla ülkemizdeki mevcut nohut çeşit, yerel çeşitler ve hatlarının özellikle kuraklık streslerine karşı geliştirdikleri dayanıklılık ile ilgili morfolojik, fenolojik, fizyolojik, biyokimyasal, moleküler ve genetik temelleri belirlenmelidir. Bunun sonucunda da etkin ıslah programlarının uygulamaya geçirilmesi ve kurağa dayanıklı yeni çeşitlerin geliştirilmesine gereksinim duyulmaktadır.

Son yıllarda kuraklık tarımsal üretim için en önemli faktörler arasında yer almakta olup, küresel ısınmanın da artmasıyla bu durumun ciddiyeti de artmıştır. Nohut üretimini etkileyen en önemli stres faktörlerinin başında kuraklık gelmekte olup, henüz bu strese dayanıklı bir çeşit geliştirilememiştir. Ülkemiz nohudun gen merkezleri arasında yer almaktadır. Bu yüzden toplanan yerel nohut genotiplerinin özellikle kuraklık stresine karşı geliştirebilecekleri dayanıklılık ile ilgili morfolojik, fenolojik ve fizyolojik özelliklerin belirlenmeye çalışılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Kültüre alınmış ilk yemeklik tane baklagillerden birisi nohuttur. Nohuttun anavatanları arasında Türkiye’de yer almaktadır. Islah edilmiş olan nohudun yabanisi olarak kabul edilen *Cicer reticulatum* ülkemizin Güney Doğu Anadolu Bölgesinde yabani olarak yetişmektedir (Kalefetoğlu, 2006). Nohut ülkemizde insan beslenmesinde bitkisel protein ve karbonhidrat kaynağı olarak büyük bir öneme sahiptir. Aynı zamanda nohut bitkisi bir baklagil olması sebebiyle köklerinde ortak yaşam sürdüren *Rhizobium cicer* bakterileri aracılığı ile havanın serbest azotunu toprağa bağlamaktadırlar. Bu yolla dekara ortalama 6-15 kg arasında azot bağlama yetenekleri vardır (Akçin, 1988). Ayrıca nohut bitkisi yarı kuraktan kurağa kadar değişen çevrelerde yetiştirilebilen bir bitkidir. Bu özelliğinden dolayı kuru tarımın yapıldığı yerlerde nadas alanlarının daraltılmasında kullanılmaktadır. Ayrıca kendinden sonraki bitkiye organik madde ve besin maddelerince kısmen zengin iyi bir toprak bırakması sebebiyle tahıllarla ekim nöbetine girmektedir. Nohut ülkemizde 455 bin hektarlık alanda 562 bin ve 123.4 kg/da verimiyle yemeklik tane baklagiller arasında üretim alanı ve üretim miktarı bakımından birinci sırada yer almaktadır (Anonymous, 2009). Türkiye, en fazla nohut üreten ülkeler arasında üçüncü sırada yer almakta ve birim alandan elde edilen tane verimi dünya ortalamasından yüksektir (Anonymous, 2009). Ülkemizin nohut verimi, gelişmekte olan ülkelerin veriminden yüksek; ancak gelişmiş ülkelerin verimlerinden düşüktür. Nohut üretimimizin yaklaşık % 50’si Orta Anadolu bölgesinde yapılmaktadır. Bu bölgede nohut genellikle yazlık olarak yetiştirilmektedir. Son yıllarda ülkemizde görülen kuraklıktan en fazla etkilenen bölgelerin başında kapalı bir havza olan Orta Anadolu Bölgesi gelmektedir. Türkiye’de verimin düşüklüğünün en önemli nedeni olarak yazlık yetiştirilen nohudun çiçeklenme, tane bağlama ve tane doldurma periyodlarının sıcak ve kurak dönemlere denk gelmesi gösterilmektedir.

Kuraklık genel anlamda meteorolojik bir olgu olup, toprağın su içeriğinde ve bitki gelişiminde gözle görülür azalmaya neden olacak kadar uzun süren yağışsız dönemdir. Yağışsız dönemin kuraklık oluşturması, toprağın su tutma kapasitesi ve bitkiler tarafından gerçekleştirilen evapo-transpirasyon hızına bağlı olarak gerçekleşmektedir (Kozłowski and Pallardy, 1997). Ayrıca, kuraklık; mineral elementler, serbest radikaller, iyonlar, hormonlar, lipidler, karbohidratlar, nükleik asitler gibi birçok biyolojik makromolekülün ve küçük makromoleküllerin (kolloidler gibi) yer aldığı

karmaşık bir fiziksel-kimyasal-biyolojik süreçtir (HongBo ve ark., 2005). En şiddetli çevresel streslerden biridir ve hemen hemen tüm bitki fonksiyonlarını da etkilemektedir.

Nohutta kuraklık stresine toleranslı çeşit ve hatların geliştirilmesi çalışmalarında pratik olarak kullanılabilir morfolojik, biyokimyasal ve fizyolojik parametrelerin tespitine yönelik araştırmalar yapılmıştır bu araştırmalarla ilgili bazı bulgular aşağıda özetlenmiştir.

Kuraklık dünyanın bir çok bölgesinde en önemli abiyotik stres olarak bilinir (Malhotra ve ark., 2004) ve serin iklim baklagillerinde önemli verim kayıplarının sebebi olarak görülmektedir (Saxena ve ark., 1993). Bitkilerde kuraklık stresi sınırlı çevresel koşullara adapte olmayı sağlayan fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler bir mekanizmayı etkilemektedir (Arora ve ark., 2002; Kalefetoğlu, 2006). Bitkilerin vegetatif dokularının kuraklık stresine karşı geliştirdikleri stresten kaçma ve strese tolerans olmak üzere iki ana savunma mekanizması vardır (Kalefetoğlu, 2006). Dehidrasyon toleransı düşük dokulara sahip olan ve hayatta kalabilmesi su noksanlığından kaçınmalarına bağlı olan bitkilere “kuraktan kaçınanlar” denilmektedir (Ludlow ve ark., 1983). Kuraktan kaçınan bitkilerin, su alımını arttıran veya su kaybını azaltan mekanizmaları vardır (Kalefetoğlu, 2006). Kuraklık toleransı, bitkilerin metabolizmalarını devam ettirmelerini sağlayan ve uzun süreli kuraklığın neden olduğu hasarı sınırlandıran mekanizmalara sahiptirler (Courtois ve ark., 2000). Stresten kaçınan bitkiler yalnızca orta şiddetteki kuraklık stresinde hayatta kalırlarken strese toleranslı bitkiler ise koruyucu mekanizmalarını çalıştırmak suretiyle çok daha şiddetli kuraklık streslerinde hayatta kalabilirler (Kalefetoğlu, 2006).

Kaiser (1987) bitkilerin nisbi su içeriğinin (NSİ) % 30'un altına düşmesi durumunda bitkilerin fotosentetik kapasitesinde azalmanın kloroplastlardaki membran hasarına neden olabileceğini bildirmiştir. Kuraklığın bitkilerin nispi su içeriğinde bir azalmasına neden olduğu bir çok çalışmada belirlenmiştir (Fu ve Huang, 2001; Egert ve Tevini, 2002; Liu ve Stützel, 2002; Tambussi ve ark., 2002 ve Kalefetoğlu, 2006). Türkan ve ark. (2005) kuraklığa dayanıklı olduğu bilinen *Phaseolus acutifolius*'ta NSİ ile gösterilen yüksek su alıkoyma kapasitesinin nedeni olarak yüksek prolin içeriği olmasını belirlemişlerdir. *Phaseolus vulgaris* ise NSİ stomaların kapanmasından sonra bile azalmaya devam etmektedir (Costa França ve ark., 2000). Bitkilerin dokularında suyu tutmak için stomalarını kapatması kuraklıktan kaçınma mekanizması olarak bilinmesine rağmen, CO₂'nin mezofil hücrelerine girmesini önlediğinden fotosentetik

hızı azalmakta ve bunun sonucu olarak büyüme hızı yavaşlamaktadır (Costa França ve ark., 2000).

Canlı yapraklarda, klorofil a floresansı PSII'nin fotokimyasal aktivitesini ölçmek için kullanılan kolay ve güvenilir bir yöntemdir. PSII floresansı bitkilerde stres araştırmaları için bir biyoalgılama aracı olarak düşünülebilir. F_v/F_M oranı, karanlıkta adapte edilmiş yapraklarda, PSII'nin potansiyel fotokimyasal etkinliğini ifade etmektedir ve fotosentetik aparatın fizyolojik durumu için önemli bir parametredir (Kocheva ve ark., 2004).

Bitkilerin kuraklığa ve diğer abiyotik streslere karşı en önemli tepkilerden biriside farklı tipteki osmotik koruyucuları büyük oranda biriktirmeleridir. Bu osmolitlerden biri olan prolin amino asidi yüksek bitkilerde yaygın olarak bulunmakta ve özellikle kuraklık stresinde büyük miktarlarda birikmektedir (Tıprıdamaz ve Çakırlar, 1990; Hsu ve ark., 2003; Kavi Kishore ve ark., 2005 ve Tan ve ark., 2006).

Bitkilerin yapraklarında kuraklığın neden olduğu yıkıcı etkileri engelleyebilmek için antioksidant savunma mekanizmaları bulunmaktadır. Enzimatik olmayan antioksidantlar mannitol, sistein, hidrokinin, C ve E vitaminleri, flavanoidler, bazı alkoloidler, karotinoidler ve ksantofillerdir. Enzimatik antioksidantlar ise süperoksit dismutaz (SOD) ve peroksidaz (POD) olarak sayılabilirler (Asada, 1999). Bitkiler kuraklık stresini süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) (Jiang ve Ren, 2004) ve askorbat peroksidaz (APX) gibi enzimatik antioksidantlarla (Sharma ve Dubey, 2004) savunmaktadır. SOD, aerobik organizmalarda bulunan ve reaktif oksijen türlerine (ROT) karşı hücrel savunma mekanizmalarında önemli bir rol almaktadır (de Azevedo Neto ve ark., 2006). Kuraklığın başlangıç safhalarında SOD aktivitesindeki artış bitkiyi, oksidatif hasardan korumaktadır (Fu ve Huang, 2001). Kuraklık süresinin artmasıyla beraber SOD aktivitesinde azalma olmakta ve şiddetli kuraklıklar SOD aktivitesini kısıtlamaktadırlar (Fu ve Huang, 2001). SOD aktivitesinin ürünü olarak ortaya çıkan H_2O_2 toksiktir ve suya dönüştürülerek bertaraf edilmelidir. Bitkilerde, H_2O_2 hücre içi seviyesini düzenleyen birkaç enzimden biriside APX'dir (de Azevedo Neto ve ark., 2006). APX, askorbat-glutasyon döngüsünün ilk basamağında elektron verici olarak askorbat kullanmakta ve H_2O_2 detoksifikasyonunda yer alan en önemli bitki peroksidazı olarak düşünülmektedir (Noctor ve Foyer, 1998). POD aktivitesi, stres altında bulunan bitki yapraklarında, hücre membran bütünlüğünün ve hücre duvarının mekaniksel özelliklerindeki değişiklikleri yansıtmaktadır. POD; SOD tarafından

katalizlenen O₂'in dismutasyonu ile üretilen H₂O₂'nin ortadan kaldırılmasında görev alan en önemli enzimlerdendir (Asada ve Takahashi, 1987). Kuraklık stresinin POD aktivitesini etkilediğini gösteren birçok çalışma vardır (Jung, 2004; Ramachandra Reddy, 2004; HongBo ve ark., 2005; Türkan ve ark., 2005 ve Ge ve ark., 2006).

Singh ve ark., (1997), nohut hatlarının kurağa dayanıklılıklarının ve kurağa dayanıklılık bakımından genotipler arasındaki farklılıkların belirlenmesi, kuraklığa dayanıklılıkta kullanılacak metot ve gözlem skalalarının tespit edilmesi amaçlarıyla Suriye koşullarında yürüttükleri çalışmada değişik dönemlerde 4165 hat kurağa dayanıklılık bakımından değerlendirmişlerdir. Çalışmada ilk olarak genotiplerin kuraklık stresini arttırmak amacıyla normal ekime göre 3 hafta daha geç ekmişler ve doğal koşullar altında 1-9 skalasına göre kuraklığa karşı tepilerini belirlemişlerdir. Daha sonra ise hasas olan hatları atmışlar ve ümitvar gördükleri hatları geç ekerek kuraklık stresi koşullarında ve takviye sulama koşullarında olmak üzere iki ayrı ortamda bakla bağlama dönemi sonrasında hasat öncesi dönemde 1-9 sklasına göre (1: Bitkide hiçbir kuraklık belirtisi yok, 9: Tüm bitkilerin tane bağlamadan kurumuş olduğu durum) değerlendirmişlerdir. Denemede kullandıkları 4165 hattan 19 adetini kurağa dayanıklı olarak belirlenmişlerdir. Stres koşullarında kurağa dayanıklı olarak belirlenen hatlardan birim alandan 100 kg da⁻¹ üzerinde tane verimi alınırken, kuraklık stresi olmayan koşullarda ise aynı hatlardan 200 kg da⁻¹ 'ın üzerinde verim almışlardır.

Toker ve Çağırğan (1998) yaptıkları çalışmada 64 nohut hat ve çeşitlerinin, kuraklık stresine tepkilerinin belirlenmek amacıyla yağmurla beslenen koşullar altında kuraklık stresi ve kuraklık stresi olmayan çevrelerde yetiştirmişlerdir. Kuraklık stresi olmayan koşullar altında yetiştirilen hatların tane verimleri kuraklık stresi olan koşullardakilerine göre % 53 oranında artmıştır. Flıp 92-154C hattını, tarla koşullarında kuraklık stresi çevreleri için kuraklığa en toleranslı hat olarak belirlemişlerdir. Kuraklık stresi olan çevrelerde tane verimi ile biyolojik verim, hasat indeksi, ortalama verimlilik, kuraklık stresine tolerans ve kuraklığa duyarlılık indeksi arasında önemli ilişkiler tespit etmişlerdir.

Kapalı havzalarda nohut bitkisi yazlık veya kışlık olarak yetiştirilmektedir. Her iki durumda da yetiştirilen nohut bitkisinin bakla oluşumu ve tane doldurma süreci kuraklığa rast gelmektedir (Leport ve ark., 1999). Son zamanlarda nohut varyetelerinin kurağa dayanıklılık yönünden sınıflandırılması gerektiği belirtilmektedir (ICARDA, 2000). Singh ve ark., (1994) nohut üretimini kısıtlayan en önemli biyotik ve abiyotik

faktörleri belirtmişlerdir. Nohut üretiminde biyotik streslerin yaklaşık % 58'lik paya sahipken, abiyotik streslerin ise % 42'lik bir paya sahip olduğunu belirtmişlerdir. Abiyotik stresler içerisinde ise kuraklığın % 30'luk bir paya sahip olduğunu bildirmişlerdir. Son yıllarda kapalı havzalarda nohut üretimini kısıtlayan en önemli biyotik etken olarak antraknoz (*Ascochyta rabiei*, *Mycosphaerella rabiei*, *Didymella rabiei*) hastalığı iken, en önemli abiyotik etken olarak kuraklık ortaya çıkmaktadır (Singh ve ark., 1994; Leport ve ark., 1998 ve 2006). Kuraklıktan dolayı nohutta verim kayıplarının % 42-53 arasında değişmektedir (Leport ve ark., 1999). Leport ve ark. (1999) aynı çalışmada kuraklıktan bakla sayısının % 30 – 44 arasında ve tane sayısında % 35-46 arasında azalma olduğunu belirtmektedirler.

Leport ve ark., (2006) kuraklığın nohutta kuru madde verimi, tane verimi, bakla sayısı, baklada tane sayısı, tane ebatları ve bakla oluşumu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma kullanılan genotiplerin hepsi kuraklıktan olumsuz etkilenmiştir. Verim ve verim komponentleri kuraklık stresinde önemli ölçüde azaltmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Araştırmada, Konya ilinden toplanmış 6 adet yerel populasyon, tescilli nohut 2 adet çeşit ICARDA'dan temin edilecek olan kurağa dayanıklı 2 adet nohut genotip kullanılmıştır. Araştırmada kullanılacak tüm materyaller (hatlar, yerel populasyonlar ve tescilli çeşitler) genotip olarak ifade edilmiştir.

Genotiplere ait tohumların ekimi için önce 14 x 13 cm ebatlarındaki saksılar yıkanmış ve strelize edilmiştir. Genotiplere ait tohumlar % 5'lik sodyum hipoklorid ile 10'ar dakika muamele edildikten sonra deiyonize su (dI -H₂O) ile 3 kez yıkanarak sterilize edilmiştir. Genotiplere ait tohumlar 1 kg toprak içeren 14 x 13 cm ebatlarındaki plastik saksılara ekilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Sera Denemesi

Deneme Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü tam kontrollü araştırma serasında 2009 yılında yrtlmştir. Araştırma "Tesadüf Parsellerinde iki Faktörlü Faktöriyel Deneme" desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekim işlemi 15 şubat 2009 tarihinde daha önce hazırlanan saksılara elle yapılmıştır.

Ekimi yapılan saksılar, 25°C sıcaklıkta, % 40-50 nem koşullarında kontrollü serada ekimi izleyen 7 gün boyunca üstleri kapalı olarak tutulmuştur. Her genotipe ait tohumlar çimlendikten sonra üstleri açılmıştır. ıkış yapan fideler 25 °C sıcaklıkta, % 40-50 nem koşullarında, tam kontrollü serada 40 gün bytlmştir. Bitkiler 40 günlük olunca kontrol (kuraklık stresinin başlatılmıştır 0. Gün) ve stres (3. gün, 5. gün, 7. gün) grupları olarak ayrılmışlardır (Kalefetoğlu, 2006). Stres grubundaki saksılara 3, 5 ve 7 gün boyunca sulama yapılmayarak kuraklık stresi uygulanmıştır.

Kuraklık stresi uygulamalarının başlatıldığı ekimden sonraki 40. günde 0. Gün (kontrol) grubu bitkilerinin hasadı yapılmıştır. İlk hasatı izleyen 3. gün; 3 günlük stres grubuna ait bitkiler, 5. gün; 5 günlük stres grubuna ait bitkiler ve 7. gün; 7 günlük stres grubuna ait bitkiler hasat edilmiştir (Kalefetoğlu, 2006).

Her bir kuraklık stresi uygulaması süresinin sonunda hasat edilen stres ve kontrol grubu bitkilerinin yaprak dokusunda, bazı fizyoloik ve biyokimyasal analizler (Yaprak

Su Tutma Kapasitesi, Nisbi ve Gerçek Su İçeriği, Klorofil içerikleri, Süperoksit Dismutaz (SOD, EC 1.15.1.1), Peroksidaz (POD; EC 1.11.1.7) ve Prolin Analizi yapılacak analizler için gerekli örnekler alınmıştır.

3.2.2. Fizyolojik Özellikler

3.2.2.1. Yaprak su tutma kapasitesi

Yaprak örnekleri alındıktan hemen sonra tartılarak yaş ağırlıkları (W_0) belirlenmiş, 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) daha sonra da son olarak 50 °C'de 24 saat bekletildikten sonra yaprak örnekleri tartılarak (W_d) aşağıdaki formül kullanılarak yaprak su tutma kapasitesi (YSTK) belirlenmiştir (Clarke ve McCaig, 1982).

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



Şekil 3.1. 22117 Genotipinin bir görünüşü

3.2.2.2. Nisbi ve gerçek su içeriği

Yaprak dokularındaki nispi ve gerçek su içeriği tayini için sera çalışmasında kontrol ve stres grubundaki nohut genotiplerine ait bitkilerden alınan yaprak segmentleri tartılarak (taze ağırlık) 5 ml distile su içeren cam tüplere konulmuş ve ışıktaki, oda sıcaklığında, 24 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda hidrate haline gelen yaprak segmentleri tekrar tartılarak turgor durumundaki ağırlıklık belirlenmiştir. Son olarak bu yaprak segmentleri etüvde 80 °C’de 48 saat kurutularak yeniden tartılmış kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Son olarak da aşağıdaki formüllere göre nisbi ve gerçek su içerikleri belirlenmiştir (Farrant, 2000).

$$NSİ(\%) = (TA - KA)/(HA - KA) * 100$$

$$GSİ(\%) = (TA - KA)/TA * 100$$

TA: taze ağırlık

HA turgor durumundaki ağırlık

KA: kuru ağırlık



Şekil 3.2. Kontrol Grubundan bir görünüşü

3.2.2.3. Klorofil miktarları

Klorofil a ve b, toplam klorofil (a+b) ve klorofil (a/b) miktarları (mg/l). Lichtenthaler (1987)’a göre belirlenmiştir. Yaprak dokularındaki pigment içeriklerinin

belirlenmesi için kontrol ve stres grubundaki genotiplere ait bitkilerden 3 tekrarlı ve her bir tekrardan 2 bitki olmak üzere 6 adet bitki kullanılmıştır. Bitkilerin yapraklarından alınan yaprakçıklar küçük parçalara ayrıldıktan sonra ependorf tüplere alınmış ve klorofil a ve b, toplam klorofil (a+b) ve klorofil (a/b) içeriğini belirlemek amacıyla tüplere 1 ml, % 100'lük aseton eklenmiştir. Örnekler, pigmentlerin yaprak dokusundan çözeltiliye geçmesi için 1 hafta buzdolabında (+4 °C), karanlıkta bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda örneklerin absorbanları spektrofotometrede (Shimadzu Mini-1240 UV-Vis) 470 ve 644.8 nm dalga boylarında okunmuştur.



Şekil 3.3. 3 gün stres grubundaki bitkilerden bir görünüşü

3.2.3. Enzim Ekstraktlarının Hazırlanması

Süperoksit Dismutaz (SOD, EC 1.15.1.1), Peroksidaz (POD; EC 1.11.1.7), enziminin ekstraktlarının hazırlanması için 0.5 g ayrı yaprak örnekleri (5 adet) sıvı azotta dondurularak 80 °C'lik derin dondurucuda saklanmıştır. Aynı şekilde Prolin Analizi için ise 0.1 g ayrı yaprak örnekleri (3 adet) sıvı azotta dondurularak – 80 °C'lik derin dondurucuda saklanmıştır. Antioksidan enzimlerin ekstraksiyonu için derin dondurucuda saklanmış olan yapraklar, soğutulmuş havanda 0.5 gr yaprak örnekleri sıvı azotta % 2 w/v polyvinylpolyprrolidone (PVPP) ve 1 mM EDTA içeren pH 7,8'de 50 mM Na-fosfat tamponuyla homojenize edilmekte ve filtrasyon sonrası +4°C'de, 14 000 rpm'de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatant, enzim aktivitesi analizlerinde kullanılmıştır. Ekstraksiyon prosedürünün tümü ±4°C'de

gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler yapılmakta olup her bir analiz için ayrı ayrı yapılmaktadır. Bu dönemde yetiştirilen 10 genotipin (Kadınhanı YP, Altınekin YP, Hadim YP, Çumra YP, Canitez, Küsmen-99, 22117, Karapınar YP, 22223 ve Beyşehir YP) Peroksidaz (POD; EC 1.11.1.7), Süperoksit Dismutaz (SOD, EC 1.15.1.1) ve prolin miktarı belirlenmiştir.



Şekil 3.4. 5 gün stres grubundaki bitkilerden bir görünüşü

3.2.3.1. Peroksidaz (POD; EC 1.11.1.7) enzim aktivitesinin belirlenmesi

Peroksidaz aktivitesi Kumar ve Khan (1982) tarafından belirtilen metoda göre yapılmıştır. POD tayini için kullanılan karışım 0.1 M tampon fosfat (pH=6.8) çözeltisinden 2 ml, 0.01 M pyrogallol dan 1 ml, 0.005 M H₂O₂'den 1 ml ve enzim ekstraktından 0.5 ml alınarak hazırlanmıştır. Hazırlanan çözeltiye 2.5 M H₂SO₄'ten 1 ml ilave edildikten sonra 25 °C'de 5 dk inkübasyona bırakılmıştır. Oluşan purpurogallin miktarı 420 nm'de ölçülerek belirlenmiştir. Enzim aktivitesi U/(mg protein) olarak ifade edilmiştir.

3.2.3.2. Süperoksit dismutaz (SOD, EC 1.15.1.1) enzim aktivitesinin belirlenmesi

Süper oksit dismutaz aktivitesi Beauchamp ve Fridovich (1971) tarafından belirtildiği gibi yapılmıştır. 1.17 M riboflavin, 0.1 M methionin, 2x10⁻⁵ M KCN ve 5.6x10⁻⁵ M NBT tuzu içeren reaksiyon karışımı 0.05 M sodyum fosfat (pH=7.8) tampon

çözeltilisinin 3 ml'sinde çözündürülmüştür. Ortama 1 ml enzim ekstraktı ilave edilmiştir. Karışım tek sıralı olarak Philips 40 W floresan tüplerinin içinde aydınlatılmıştır. Aydınlatma işlemi 30 °C'de 1 saat sürdürüldü. Spektrofotometrede ışık boyu 560 nm'de okunmuştur. SOD aktivitesi U/(mg protein) olarak belirlenmiştir.

3.2.3.3. Prolin Analizi

Serbest prolin içeriğinin belirlenmesi Bates ve ark. 'na (1973) göre yapılmıştır. Sıvı fazdan aspire edilen toluen fraksiyonunun 520 nm'deki absorbansı spektrofotometreden okunmuştur. Prolin konsantrasyonu, kalibrasyon eğrisi kullanılarak hesaplanmış ve $\mu\text{mol prolin g}^{-1}$ taze ağırlık olarak ifade edilmiştir.

3.2.4. İstatistiki Analizler ve Değerlendirme

Araştırmada, ele alınan özelliklere ait değerler “Tesadüf Parsellerinde iki Faktörlü Faktöriyel Deneme” desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve aralarında % 1 ve en az % 5 önem seviyesinde farklılık bulunan özellikler üzerinde LSD analizi ile gruplandırmalar yapılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987). Bu analiz ve hesaplamalarda JUMP.5.0.1a. paket programı kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Yaprak Su Tutma Kapasitesi (YSTK)

Farklı stres gruplarının nohut genotiplerinin yaprak su tutma kapasitesine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de, ortalama değerler ve LSD grupları ise Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre yaprak su tutma kapasitesi bakımından genotipler arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1). Stres gruplarının ortalaması olarak en yüksek yaprak su tutma kapasitesi Karapınar YP genotipinde (0.0063 g/gh) tespit edilmiştir. Bunu azalan sırasıyla Küsmen 99 (0.0060 g/gh), 22223 nolu (0.0054 g/gh), Çumra YP (0.0048 g/gh), Altnekin YP (0.0046 g/gh), Hadim YP (0.0045 g/gh), 22117 nolu (0.0042 g/gh), Kadınhanı YP (0.0040 g/gh), Canitez (0.0038 g/gh) genotipleri takip etmiştir. En düşük yaprak su tutma kapasitesi ise Beyşehir YP’den (0.0036 g/gh) elde edilmiştir (Şekil 4.1). Yapılan Lsd testine göre Karapınar YP genotipi birinci gruba (a), Küsmen 99 genotipi ikinci gruba (ab), 22223 genotip üçüncü gruba (bc), Çumra YP genotipi dördüncü gruba (cd), Altnekin YP genotipi beşinci gruba (de), Hadim YP genotipi altıncı gruba (def), 22117 genotipi yedinci gruba (d-g), Kadınhanı YP genotipi sekizinci gruba (efg), Canitez genotipi dokuzuncu gruba (fg) ve Beyşehir YP genotipi ise son gruba (g) girmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Yaprak Su Tutma Kapasitesine Ait Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	119	0.003328		
Genotipler	9	0.000093	1.03333E-05	11.67**
Stres Grupları	3	0.002882	0.000960667	1085.41**
Genotip x S.G. İnt.	27	0.00028	1.03704E-05	11.82**
Hata	80	0.000070	0.000000875	

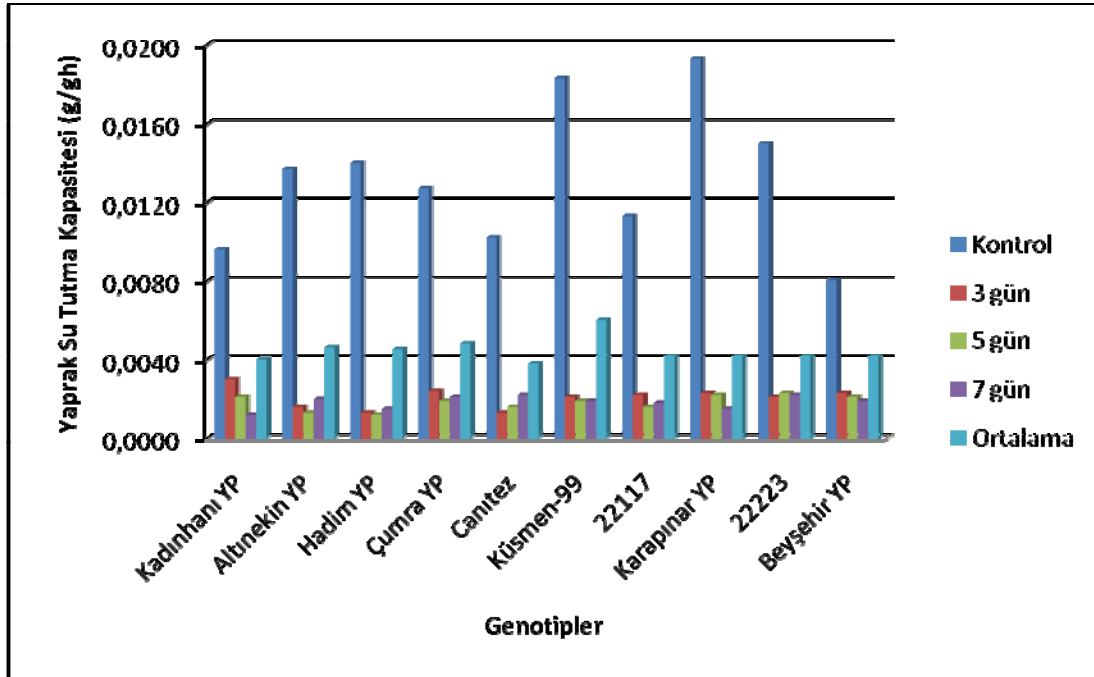
** : p<0.01

Denemede kullanılan genotiplerin yaprak su tutma kapasiteleri farklı stres uygulamalarına göre değişimi istatistiki olarak % 1 ihtimal sınırında önemli bulunmuştur (Şekil 4.1). Genotiplerin ortalamasına göre en yüksek yaprak su tutma

kapasitesi kontrol grubunda (0.0132 g/gh) elde edilirken, en düşük yaprak su tutma kapasitesi ise 5 ve 7 gün stres gruplarından (0.0018 g/gh) elde edilmiştir. 3 gün stres grubu (0.0018 g/gh) ise bu değerler arasında yer almıştır. Yapılan Lsd testine göre kontrol birinci gruba (a), 3, 5 ve 7 gün stresleri ikinci gruba (b) girmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Yaprak Su Tutma Kapasiteleri (g/gh)

Genotipler	Kontrol	3 gün	5 gün	7 gün	Ortalama
Kadınhanı YP	0.0096 f	0.0030 h	0.0021 h ₁	0.0012 ₁	0.0040 efg
Altınekin YP	0.0137 bc	0.0016 h ₁	0.0013 ₁	0.0020 h ₁	0.0046 de
Hadim YP	0.0140 bc	0.0013 ₁	0.0012 ₁	0.0015 h ₁	0.0045 def
Çumra YP	0.0127 cd	0.0024 h ₁	0.0019 h ₁	0.0021 h ₁	0.0048 cd
Canitez	0.0102 ef	0.0013 ₁	0.0016 h ₁	0.0022 h ₁	0.0038 fg
Küsmen-99	0.0183 a	0.0021 h ₁	0.0019 h ₁	0.0019 h ₁	0.0060 ab
22117	0.0113 de	0.0022 h ₁	0.0016 h ₁	0.0018 h ₁	0.0042 d-g
Karapınar YP	0.0193 a	0.0023 h ₁	0.0022 h ₁	0.0015 h ₁	0.0063 a
22223	0.0150 b	0.0021 h ₁	0.0023 h ₁	0.0022 h ₁	0.0054 bc
Beyşehir YP	0.00803 g	0.0023 h ₁	0.0021 h ₁	0.0019 h ₁	0.0036 g
Ortalama	0.0132 a	0.0021 b	0.0018 b	0.0018 b	



Şekil 4.1. Kuraklık Stresinin Nohut Genotiplerinin Yaprak Su Tutma Kapasiteleri Üzerine Etkileri

Araştırmada yaprak su tutma kapasitesi değerlerine göre yapılan varyans analizine göre genotip x stres grupları interaksyonu istatistiki olarak % 1 seviyesinde önemli

olmuştur (Çizelge 4.1). Kuraklık stresi uygulaması ile araştırmada kullanılan tüm genotiplerin yaprak su tutma kapasitelerinde, kendi kontrollerine göre, önemli bir azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4.2).

4.2. Nisbi Su İçeriği (NSİ)

Farklı stres gruplarının nohut genotiplerinin nisbi su içerisine (NSİ) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de, ortalama değerler ve LSD grupları ise Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Nisbi Su İçeriğine Ait Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	119	17126.30		
Genotipler	9	3371.32	374.59	3.654**
Stres Grupları	3	273.80	91.267	0.890
Genotip x S.G. İnt.	27	5279.96	195.55	1.908*
Hata	80	8201.23	102.52	

*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$

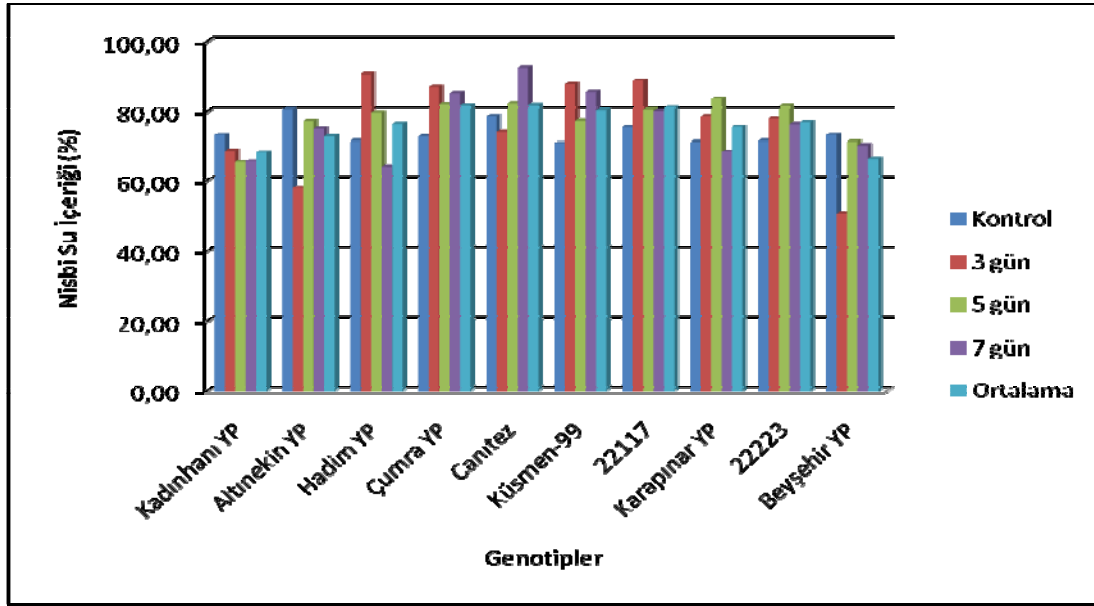
Çizelge 4.3’ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi nisbi su içeriği kapasitesi bakımından genotipler arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Stres gruplarının ortalaması olarak en yüksek nisbi su içeriği Canitez genotipinde (% 81.89) tespit edilmiştir. Bunu azalan sırasıyla Çumra YP (% 81.85), 222117 nolu (% 81.30), Küsmen 99 (% 80.43), 22223 (% 76.95), Hadim YP (% 76.50), Karapınar YP nolu (% 75.55), Altnekin YP (% 72.69), Kadınhanı YP (% 68.25) genotipleri takip etmiştir. En düşük nisbi su içeriği ise Beyşehir YP’den (% 66.40) elde edilmiştir (Şekil 4.2). Yapılan Lsd testine göre Canitez, Çumra YP ve 22117 genotipleri birinci gruba (a), Küsmen 99, 22223 ve Hadim YP genotipleri ikinci gruba (ab), Karapınar YP genotipi üçüncü gruba (abc), Altnekin YP genotipi dördüncü gruba (bcd), Kadınhanı YP genotipi beşinci gruba (cd) ve Beyşehir YP genotipi ise son gruba (d) girmiştir (Çizelge 4.4).

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre nisbi su içeriği bakımından stres grupları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.3). Genotiplerin ortalamasına göre en yüksek nisbi su içeriği 5 gün stres grubunda (% 78.18) elde edilirken, en düşük yaprak su tutma kapasitesi ise kontrol grubundan (%

73.92) elde edilmiştir. 3 ve 7 gün stres grupları (% 76.31) ise bu değerler arasında yer almıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Nisbi Su İçerikleri (%)

Genotipler	Kontrol	3 gün	5 gün	7 gün	Ortalama
Kadınhanı YP	73.16c-l	68.74g-l	65.44j-m	65.64i-m	68.25cd
Altınekin YP	80.63 a-j	57.91lm	77.21a-k	75.00b-k	72.69bcd
Hadım YP	71.59d-l	90.66 ab	79.73a-k	64.01klm	76.50ab
Çumra YP	72.72c-l	87.23 a-e	82.16 a-ı	85.28 a-g	81.85a
Canitez	78.76a-k	74.11c-l	82.34 a-h	92.37 a	81.89a
Küsmen-99	70.87e-l	87.93 a-d	77.32a-k	85.59 a-f	80.43ab
22117	75.47b-k	88.99 abc	80.57 a-j	80.18a-k	81.30a
Karapınar YP	71.26e-l	78.73a-k	83.79 a-h	68.41h-l	75.55abc
22223	71.60d-l	77.99a-k	81.79 a-j	76.43a-k	76.95ab
Beyşehir YP	73.18c-l	50.80m	71.45d-l	70.18f-l	66.40d
Ortalama	73.92	76.31	78.18	76.31	



Şekil 4.2. Kuraklık Stresinin Nohut Genotiplerinin Nisbi Su İçerikleri Üzerine Etkileri

Araştırmada nisbi su içeriği değerlerine göre yapılan varyans analizine göre genotip x stres grupları interaksyonu istatistiki olarak % 5 seviyesinde önemli olmuştur (Çizelge 4.3). Kuraklık stresi uygulaması ile araştırmada kullanılan genotiplerin nisbi su içeriklerinde, kendi kontrollerine göre, bazılarında azalma olurken bazı genotiplerde ise bir artma meydana gelmiştir (Çizelge 4.4).

Bir çok araştırmacı kuraklığın bitkilerin nisbi su içeriğini üzerine olumsuz etkisi olduğunu belirtmektedir (Fu ve Huang, 2001; Egert ve Tevini, 2002; Liu ve Stützel, 2002; Tambussi ark., 2002; Anyia ve Herzog, 2004). Costa França ve ark. (2000) fasulyede NSİ'nin stomaların kapanmasından sonra bile azalma gösterdiğini belirtmişlerdir. Kalefetoğlu (2006) nohutta yaptığı çalışmada aynı stres uygulamasıyla NSİ azaldığını belirtmiştir. Bizim araştırmamızda da Kadınhanı YP, Altınekin YP, Beyşehir YP genotiplerinde stres uygulaması ile NSİ'de azalma meydana gelmiştir. Hadim YP ve Karapınar YP genotiplerinde ise ilk stres uygulamasında NSİ artarken stres uygulaması arttıkça NSİ'de azalmıştır. Bu sonuçlar ile yukarıda belirtilen literatürler arasında benzerlikler vardır. Diğer taraftan, Türkan ve ark., (2005) kuraklığa dayanıklı olan *Phaseolus acutifolius*'un yüksek NSİ göstermesinin sebebi olarak yüksek prolin içeriği olduğunu belirtmişlerdir. Bizim araştırma sonuçlarımıza da bakıldığında Canitez, Küsmen-99, 22117 ve 22223 genotiplerinin yüksek prolin değerlerine sahip olduğu görülecektir.

4.3. Gerçek Su İçeriği (GSİ)

Farklı stres gruplarının nohut genotiplerinin gerçek su içeriğine (GSİ) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5'de, ortalama değerler ve LSD grupları ise Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.5. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Gerçek Su İçeriğine Ait Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	119	2383.97		
Genotipler	9	380.97	42.33	5.39**
Stres Grupları	3	1004.68	334.89	41.68**
Genotip x S.G. İnt.	27	370.56	13.72	1.75*
Hata	80	627.77	7.85	

*: $p < 0.05$; **: $p < 0.01$

Varyans analizi sonuçlarına göre gerçek su içeriği bakımından genotipler arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5). Stres gruplarının ortalaması olarak en yüksek gerçek su içeriği Küsmen 99 genotipinde (% 83.41) tespit edilmiştir. Bunu azalan sıra ile 22117 (% 83.07), 22223 (% 81.78), Canitez

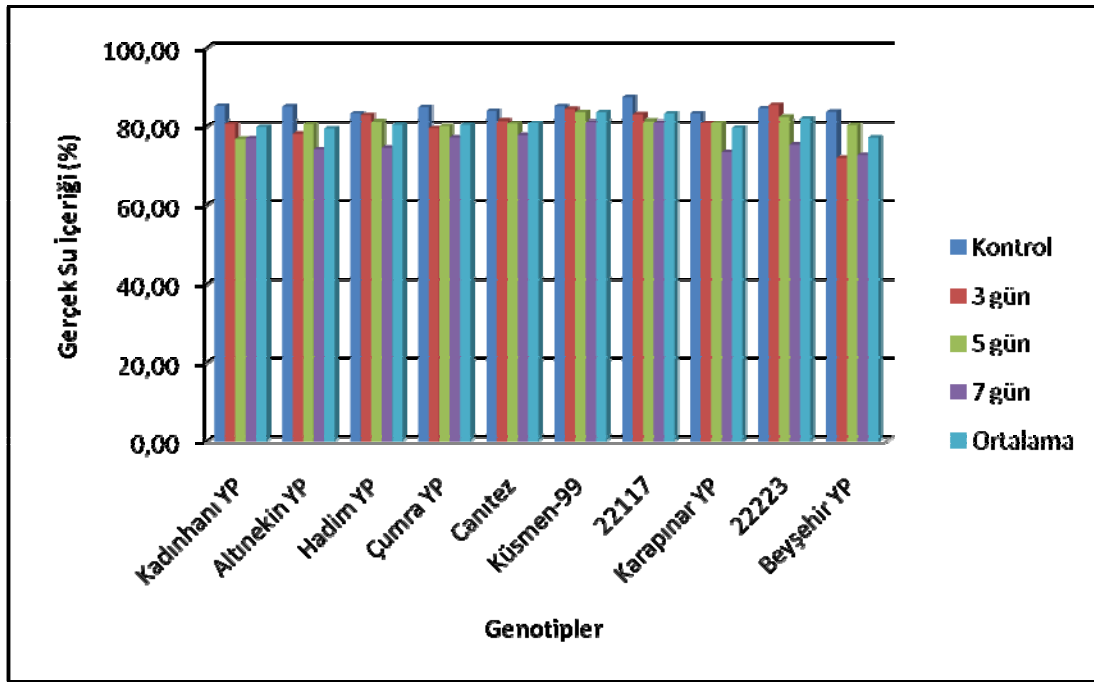
(% 80.84), Hadim YP (% 80.33), Çumra YP (% 80.30), Kadınhanı YP (% 79.75), Karapınar YP (% 79.56) ve Altınekin YP (% 77.34) genotipleri izlemiştir. Araştırmada en düşük gerçek su içeriği ise Beyşehir YP (% 77.02) genotipinde belirlenmiştir (Şekil 4.3). Yapılan Lsd testine göre Küsmen 99 genotipi birinci gruba (a), 22117 genotipi ikinci gruba (ab), 22223 genotipi üçüncü gruba (abc), Canitez genotipi dördüncü gruba (bcd), Hadim YP, Çumra YP, Kadınhanı YP ve Karapınar YP genotipleri dördüncü gruba (cd), Altınekin YP genotipi beşinci gruba (d) ve Beyşehir YP genotipi ise son gruba (e) girmiştir (Çizelge 4.6).

Genotiplerin gerçek su içeriği üzerine farklı stres uygulamalarının etkileri istatistiki olarak % 1 ihtimal sınırında önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5). Genotiplerin ortalamasına göre en yüksek gerçek su içeriği % 84.47 ile kontrol grubunda elde edilirken, bunu azalan sıra ile 3 ve 5 gün (% 80.69) grupları takip etmiştir. En düşük gerçek su içeriği ise % 76.30 ile 7 gün stres grubundan elde edilmiştir. Yapılan Lsd testine göre kontrol birinci gruba (a), 3 ve 5 gün stresleri ikinci gruba (b) ve 7 gün stresi ise üçüncü gruba (c) girmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Gerçek Su İçerikleri (%)

Genotipler	Kontrol	3 gün	5 gün	7 gün	Ortalama
Kadınhanı YP	85.00 abc	80.55 c-1	76.68 1-m	76.80 h-m	79.75 cd
Altınekin YP	84.89 abc	77.99 g-k	80.46 c-1	74.03 k-n	79.34 d
Hadim YP	83.15 a-f	82.66 b-f	81.09 b-1	74.42 k-n	80.33 cd
Çumra YP	84.72 a-d	79.42 f-j	79.97 e-1	77.06 h-m	80.30 cd
Canitez	83.74 a-f	81.31 b-h	80.67 c-1	77.66 g-l	80.84 bcd
Küsmen-99	84.94 abc	84.25 a-e	83.43 a-f	81.01 b-1	83.41 a
22117	87.26 a	82.86 a-f	81.24 b-h	80.93 b-1	83.07 ab
Karapınar YP	83.10 a-f	80.81 b-1	80.86 b-1	73.32 lmn	79.56 cd
22223	84.44 a-e	85.27 ab	82.20 b-g	75.21 j-n	81.78 abc
Beyşehir YP	83.51 a-f	71.80 n	80.21 d-1	72.57 mn	77.02 e
Ortalama	84.47 a	80.69 b	80.69 b	76.30 c	

Çizelge 4.5'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi genotip x stres grupları interaksyonu arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.5). Araştırmada kuraklık stresinin artmasıyla genotiplerin gerçek su içeriklerinde kontrol gruplarına göre önemli derecede azalmalar olmuştur. Bu azalma Küsmen-99 ve 22117 genotiplerinde az iken, Beyşehir YP ve Altınekin YP genotiplerinde ise daha fazla olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.6).



Şekil 4.3. Kuraklık Stresinin Nohut Genotiplerinin Gerçek Su İçerikleri Üzerine Etkileri

Kalefetoğlu (2006), nohutla yaptığı araştırmada kuraklık stresinin artmasıyla genotiplerin gerçek su içeriğinde kontrollerine göre önemli bir azalmaların olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada da kuraklık stresi 3 günlük stres uygulamasından itibaren araştırmada kullanılan tüm genotiplerin gerçek su içeriklerinde, kendi kontrollerine göre, önemli bir azalma meydana gelmiştir. 7 günlük kuraklık stresinde Küsmen-99 ve 22117 genotiplerin gerçek su içeriğinde, kendi kontrollerine göre azalma az iken, Beyşehir ve Altınekin genotiplerinde gerçek su içeriği önemli derecede azalmıştır (Çizelge 4.6). Bizim araştırma sonuçlarımızla yukarıdaki araştırma sonuçları arasında benzer sonuçlar elde edilmiştir.

4.4. Klorofil A İçeriği

Farklı stres gruplarının nohut genotiplerinin klorofil A içeriğine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7'de, ortalama değerler ve LSD grupları ise Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Klorofil A İçeriğine Ait Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	119	75.519		
Genotipler	9	66.644	7.405	504.88**
Stres Grupları	3	5.283	1.761	120.08**
Genotip x S.G. İnt.	27	2.418	0.090	6.11**
Hata	80	1.173	0.015	

** : p<0.01

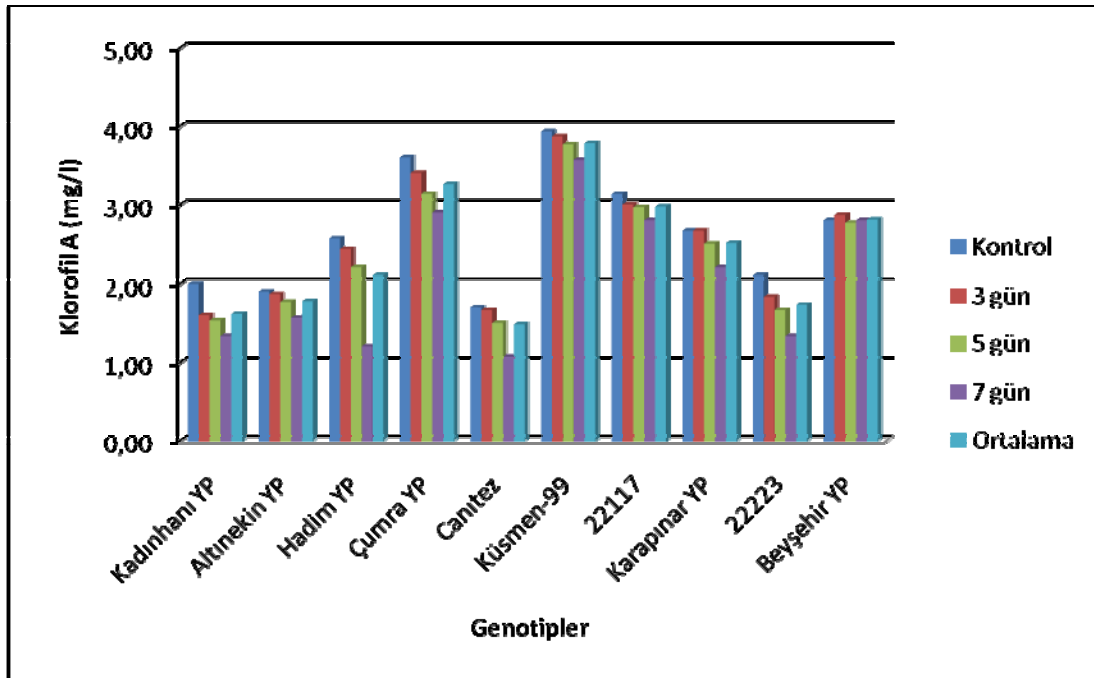
Klorofil A içeriği bakımından genotipler arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7). Yürütülen bu araştırmada stres gruplarının ortalaması olarak en yüksek klorofil A içeriği Küsmen 99 genotipinde (3.783 mg/l) tespit edilmiştir. Bunu azalan sıra ile Çumra YP (3.783 mg/l), 22117 (2.975 mg/l), Beyşehir YP (2.808 mg/l), Karapınar (2.508 mg/l), Hadim YP (2.100 mg/l), Altınekin YP (1.775 mg/l), 22223 (1.733 mg/l), Kadınhanı YP (1.617 mg/l) genotipleri takip etmiştir. Çalışmada en düşük klorofil A içeriği 1.483 mg/l ile Canitez genotipinde elde edilmiştir (Şekil 4.4). Yapılan Lsd testine göre Küsmen 99 genotipi birinci gruba (a), Çumra YP genotipi ikinci gruba (b), 22117 genotipi üçüncü gruba (c), Beyşehir YP genotipi dördüncü gruba (d), Karapınar YP genotipi beşinci gruba (e), Hadim YP genotipi altıncı gruba (f), Altınekin YP ve 22223 genotipleri yedinci gruba (g), Kadınhanı YP genotipi sekizinci gruba (h) ve Canitez genotipi ise son gruba (ı) girmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Klorofil A İçerikleri (mg/l)

Genotipler	Kontrol	3 gün	5 gün	7 gün	Ortalama
Kadınhanı YP	2.000 mn	1.600 rst	1.533 st	1.333 uv	1.617 h
Altınekin YP	1.900 no	1.867 nop	1.767 o-r	1.567 st	1.775 g
Hadim YP	2.567 jk	2.433 k	2.200 l	1.200 vw	2.100 f
Çumra YP	3.600 bc	3.400 d	3.133 e	2.900 fgh	3.258 b
Canitez	1.700 p-s	1.667 rst	1.500 tu	1.067 w	1.483 ı
Küsmen-99	3.933 a	3.867 a	3.767 ab	3.567 cd	3.783 a
22117	3.133 e	3.000 ef	2.967 efg	2.800 ghi	2.975 c
Karapınar YP	2.667 ij	2.667 ij	2.500 jk	2.200 l	2.508 e
22223	2.100 lm	1.833 n-q	1.667 q-t	1.333 uv	1.733 g
Beyşehir YP	2.800 ghi	2.867 fgh	2.767 hı	2.800 ghi	2.808 d
Ortalama	2.640 a	2.520 b	2.380 c	2.076 d	

Araştırmada yapılan varyans analizi sonuçlarına göre yaprak klorofil A içeriği bakımından stres grupları arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7). Genotiplerin ortalamasına göre en yüksek klorofil A içeriği 2.640 mg/l ile kontrol grubunda elde edilirken, en düşük klorofil A içeriği ise 2.076 mg/l ile 7 gün

stres grubundan elde edilmiştir. Yapılan Lsd testine göre kontrol birinci gruba (a), 3 gün stresleri ikinci gruba (b), 5 gün stresleri üçüncü gruba (c) ve 7 gün stres ise son gruba (d) girmiştir (Çizelge 4.8).



Şekil 4.4. Kuraklık Stresinin Nohut Genotiplerinin Klorofil A İçerikleri Üzerine Etkileri

Çizelge 4.8'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi genotip x stres grupları interaksiyonu arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7). Tüm genotiplerin klorofil A içerikleri kuraklık stresi 3 günlük stres uygulamasından itibaren kendi kontrollerine göre önemli bir derecede azalmıştır. 3 günlük kuraklık stresinde Beyşehir genotiplerinin klorofil A içeriği kendi kontrollerine göre artarken, Karapınar hariç diğer tüm genotiplerin klorofil A içerikleri önemli derecede azalmıştır. Araştırmada tüm genotiplerde (Beyşehir hariç) en düşük klorofil A içerikleri 7 gün stres gruplarında elde edilmiştir (Çizelge 4.8).

Yapılan birçok araştırmada kuraklık stresine maruz kalan bitkilerin klorofil miktarında azalmalar olduğu bildirilmektedir (Lucero ark., 1999; Costa França ark., 2000; Soltani ve ark., 2000; Fu ve Huang, 2001; Munné-Bosch ve ark., 2001; Srivalli ve ark., 2003; Jung, 2004; Lazaridou ve Koutroubas, 2004; Kalefetoğlu, 2006). Bu araştırmacıların belirttiği gibi bizim araştırmamızda da Klorofil A içeriği stres arttıkça azalmıştır.

4.5. Klorofil B İçeriği

Farklı stres gruplarının nohut genotiplerinin klorofil B içeriğine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9'da, ortalama değerler ve LSD grupları ise Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Klorofil B İçeriğine Ait Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	119	54.679		
Genotipler	9	31.908	3.545	165.059**
Stres Grupları	3	1.586	0.529	24.614**
Genotip x S.G. İnt.	27	19.467	0.721	33.567**
Hata	80	1.718	0.021	

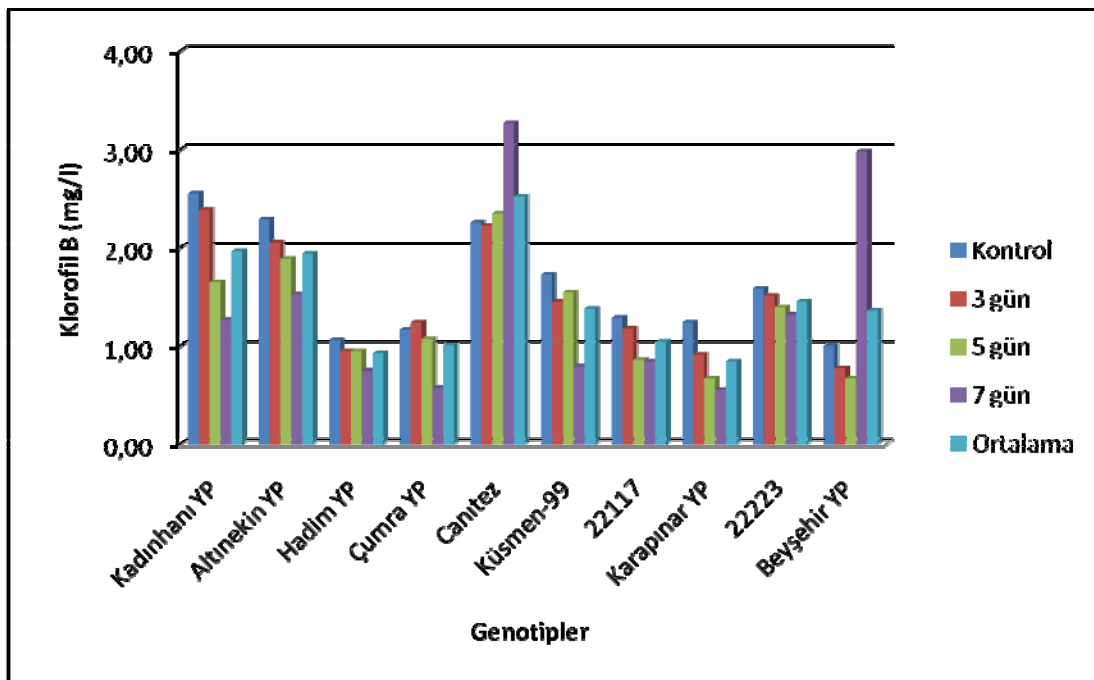
** : $p < 0.01$

Çizelge 4.9'un incelenmesinden de anlaşılacağı gibi yaprak klorofil B içeriği bakımından genotipler arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9). Araştırmada stres gruplarının ortalaması olarak en yüksek klorofil B içeriği 2.518 mg/l ile Canitez genotipinde belirlenmiştir. Bunu azalan sıra ile Kadınhanı YP (1.960 mg/l), Altnekin YP (1.935 mg/l), 22223 (1.448 mg/l), Küsmen 99 (1.376 mg/l), Beyşehir YP (1.356 mg/l), 22117 (1.039 mg/l), Çumra YP (1.009 mg/l), Hadim YP (0.925 mg/l) genotipleri takip etmiştir. Çalışmada en düşük klorofil B içeriği 0.842 mg/l ile Karapınar YP genotipinde elde edilmiştir (Şekil 4.5). Yapılan Lsd testine göre Canitez genotipi birinci gruba (a), Kadınhanı YP ve Altnekin YP genotipleri ikinci gruba (b), 22223, Küsmen 99 ve Beyşehir YP genotipleri üçüncü gruba (c), 22117 ve Çumra YP genotipleri dördüncü gruba (d), Hadim YP genotipi beşinci gruba (de), Karapınar genotipi ise son gruba (e) girmiştir (Çizelge 4.10).

Araştırmada yapılan varyans analizi sonuçlarına göre yaprak klorofil B içeriği bakımından stres grupları arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9). Genotiplerin ortalamasına göre en yüksek klorofil B içeriği kontrol grubunda (1.613 mg/l) elde edilirken, en düşük klorofil B içeriği ise 5 gün stres grubundan (1.301 mg/l) elde edilmiştir. Diğer stres grupları bu değerler arasında yer almıştır. Yapılan Lsd testine göre kontrol birinci gruba (a), 3 gün stresleri ikinci gruba (b), 7 gün stresleri üçüncü gruba (c) ve 5 gün stresi ise son gruba (d) girmiştir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Klorofil B İçerikleri (mg/l)

Genotipler	Kontrol	3 gün	5 gün	7 gün	Ortalama
Kadınhanı YP	2.550 c	2.380 cd	1.647 ghı	1.263 mno	1.960 b
Altınekin YP	2.283 de	2.050 ef	1.883 fg	1.523 h-k	1.935 b
Hadim YP	1.057 p-s	0.947 q-t	0.947 rst	0.750 t-w	0.925 de
Çumra YP	1.163 o-r	1.237 m-p	1.067 o-r	0.570 vw	1.009 d
Canitez	2.250 de	2.217 de	2.343 cd	3.263 a	2.518 a
Küsmen-99	1.723 gh	1.447 ı-m	1.540 h-k	0.793 s-w	1.376 c
22117	1.283 l-o	1.173 o-r	0.857 r-u	0.843 s-v	1.039 d
Karapınar YP	1.237 m-p	0.910 r-u	0.667 uvw	0.553 w	0.842 e
22223	1.580 hij	1.507 h-l	1.390 j-n	1.317 k-n	1.448 c
Beşşehir YP	1.003 q-t	0.773 s-w	0.667 uvw	2.980 b	1.356 c
Ortalama	1.613 a	1.464 b	1.301 d	1.386 c	



Şekil 4.5. Kuraklık Stresinin Nohut Genotiplerinin Klorofil B İçerikleri Üzerine Etkileri

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre yaprak klorofil B içeriği bakımından genotip x stres grupları interaksyonu arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9). Tüm genotiplerin klorofil B içerikleri kuraklık stresi 5 günlük stres uygulamasından itibaren kendi kontrollerine göre önemli bir derecede azalmıştır. Canitez genotipinin klorofil B içeriği sadece 3 günlük kuraklık stresinde azalırken, diğer stres gruplarında artış göstermiştir (Çizelge 4.10).

Daha önce yapılan birçok araştırmada kuraklık stresine maruz kalan bitkilerin klorofil miktarında azalmalar olduğu bildirilmektedir (Costa França ve ark., 2000; Fu ve Huang, 2001; Munné-Bosch ve ark., 2001; Jung, 2004; Kalefetoğlu, 2006). Bizim

araştırmamızda da yukarıdaki literatürler de belirtildiği gibi Klorofil B içeriği stres arttıkça önemli derecede azalmıştır.

4.6. Toplam Klorofil (A+B) İçeriği

Farklı stres gruplarının nohut genotiplerinin klorofil (A+B) içeriğine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11’de, ortalama değerler ve LSD grupları ise Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Toplam Klorofil (A+B) İçeriğine Ait Varyans Analizi

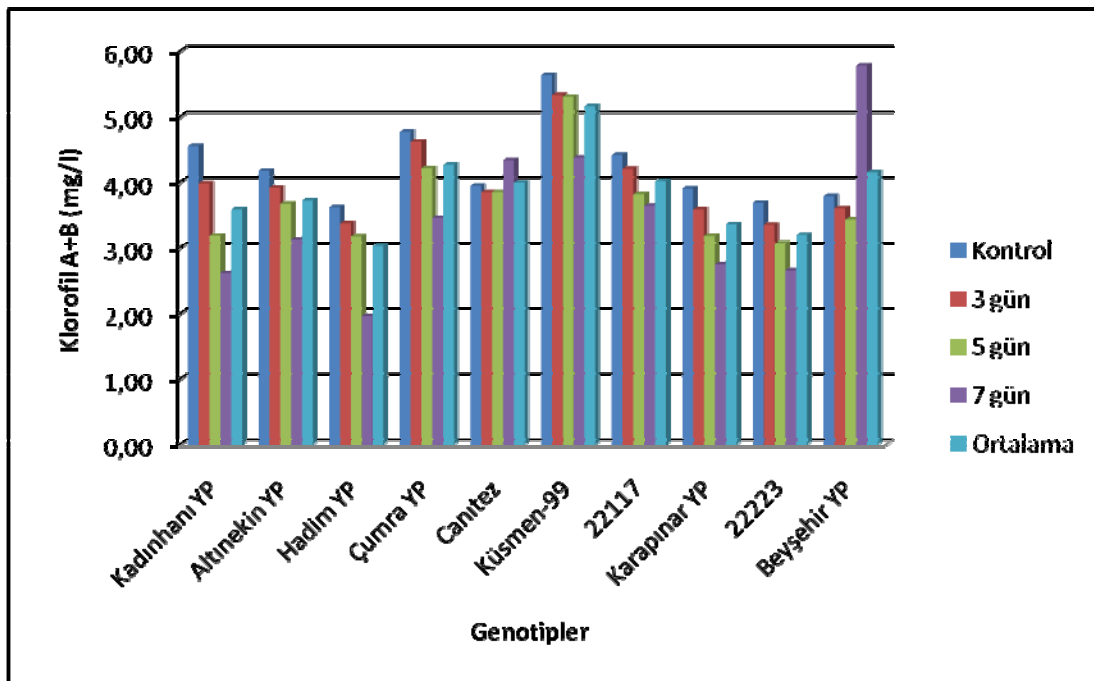
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	119	79.664		
Genotipler	9	41.860	4.651	168.31**
Stres Grupları	3	10.462	3.487	126.20**
Genotip x S.G. İnt.	27	25.132	0.931	33.68**
Hata	80	2.211	0.028	

** : $p < 0.01$

Araştırmada yapılan varyans analizi sonuçlarına göre yaprak toplam klorofil içeriği bakımından genotipler arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11). Stres gruplarının ortalaması olarak en yüksek toplam klorofil içeriği Küsmen 99 genotipinde (5.159 mg/l) tespit edilmiştir. Bunu azalan sıra ile Çumra YP (4.259 mg/l), Beyşehir YP (4.143 mg/l), 22117 (4.013 mg/l), Canitez (3.989 mg/l), Altınekin YP (3.714 mg/l), Kadınhanı YP (3.577 mg/l), Karapınar YP (3.346 mg/l), 22223 (3.183 mg/l) genotipleri izlemektedir. Çalışmada en düşük klorofil B içeriği 3.023 mg/l ile Hadim YP genotipinde elde edilmiştir (Şekil 4.6). Yapılan Lsd testine göre Küsmen 99 genotipi birinci gruba (a), Çumra YP genotipi ikinci gruba (b), Beyşehir YP genotipi üçüncü gruba (bc), 22117 genotipi dördüncü gruba (cd), ve Canitez genotipi beşinci gruba (d), Altınekin YP genotipi altıncı gruba (e), Kadınhanı YP genotipi yedinci gruba (f), Karapınar YP genotipi sekizinci gruba (g), 22223 genotipi dokuzuncu gruba (h) ve Hadim ise son gruba (ı) girmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Toplam Klorofil (A+B) İçerikleri (mg/l)

Genotipler	Kontrol	3 gün	5 gün	7 gün	Ortalama
Kadınhanı YP	4.550 cde	3.977 ghı	3.173 pqr	2.607 s	3.577 f
Altınekin YP	4.167 fgh	3.913 h-k	3.663 k-n	3.113 qr	3.714 e
Hadim YP	3.610 mno	3.360 opq	3.160 pqr	1.960 t	3.023 ı
Çumra YP	4.767 c	4.617 cd	4.207 fg	3.447 no	4.259 b
Canitez	3.940 g-j	3.843 ı-m	3.843 ı-m	4.330 ef	3.989 d
Küsmen-99	5.633 a	5.330 b	5.303 b	4.370 def	5.159 a
22117	4.410 def	4.197 fg	3.810 ı-m	3.633 lmn	4.013 cd
Karapınar YP	3.900 h-l	3.577 mno	3.167 pqr	2.740 s	3.346 g
22223	3.680 j-n	3.340 opq	3.063 r	2.650 s	3.183 h
Beşşehir YP	3.780 ı-m	3.593 mno	3.420 nop	5.777 a	4.143 bc
Ortalama	4.243 a	3.975 b	3.681 c	3.463 d	



Şekil 4.6. Kuraklık Stresinin Nohut Genotiplerinin Toplam Klorofil (A+B) İçerikleri Üzerine Etkileri

Çizelge 4.11'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi yaprak toplam klorofil içeriği bakımından stres grupları arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11). Genotiplerin ortalamasına göre en yüksek toplam klorofil içeriği 4.243 mg/l ile kontrol grubunda elde edilirken, en düşük toplam klorofil içeriği ise 3.463 mg/l ile 7 gün stres grubundan elde edilmiştir. Yapılan Lsd testine göre kontrol birinci gruba (a), 3 gün stresi ikinci gruba (b), 5 gün stresi üçüncü gruba (c), 7 gün stresi ise son gruba (d) girmiştir (Çizelge 4.12).

Araştırmada yapılan varyans analizi sonuçlarına göre yaprak toplam klorofil içeriği genotip x stres grupları interaksiyonu arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde

önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11). Farklı sürelerde uygulanan kuraklık stresinin toplam klorofil içeriği üzerine etkisi incelendiğinde; Canitez ve Beyşehir genotipleri hariç diğer genotiplerin tümünde kontrol gruplarının toplam klorofil içeriği, zamana bağlı olarak azalmıştır (Çizelge 4.12).

Daha önce yapılan birçok araştırmada kuraklık stresine maruz kalan bitkilerin klorofil miktarında azalmalar olduğu bildirilmektedir (Costa França ve ark., 2000; Fu ve Huang, 2001; Munné-Bosch ve ark., 2001; Jung, 2004; Kalefetoğlu, 2006). Bizim araştırmamızda da yukarıdaki literatürler de belirtildiği gibi Klorofil (A+B) içeriği stres arttıkça önemli derecede azalmıştır.

4.7. Klorofil A/B İçeriği

Farklı stres gruplarının nohut genotiplerinin klorofil A/B içeriğine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.13’de, ortalama değerler ve LSD grupları ise Çizelge 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Klorofil A/B İçeriğine Ait Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	119	213.889		
Genotipler	9	140.168	15.574	59.734**
Stres Grupları	3	4.144	1.381	5.298**
Genotip x S.G. İnt.	27	48.719	1.804	6.921**
Hata	80	20.858	0.261	

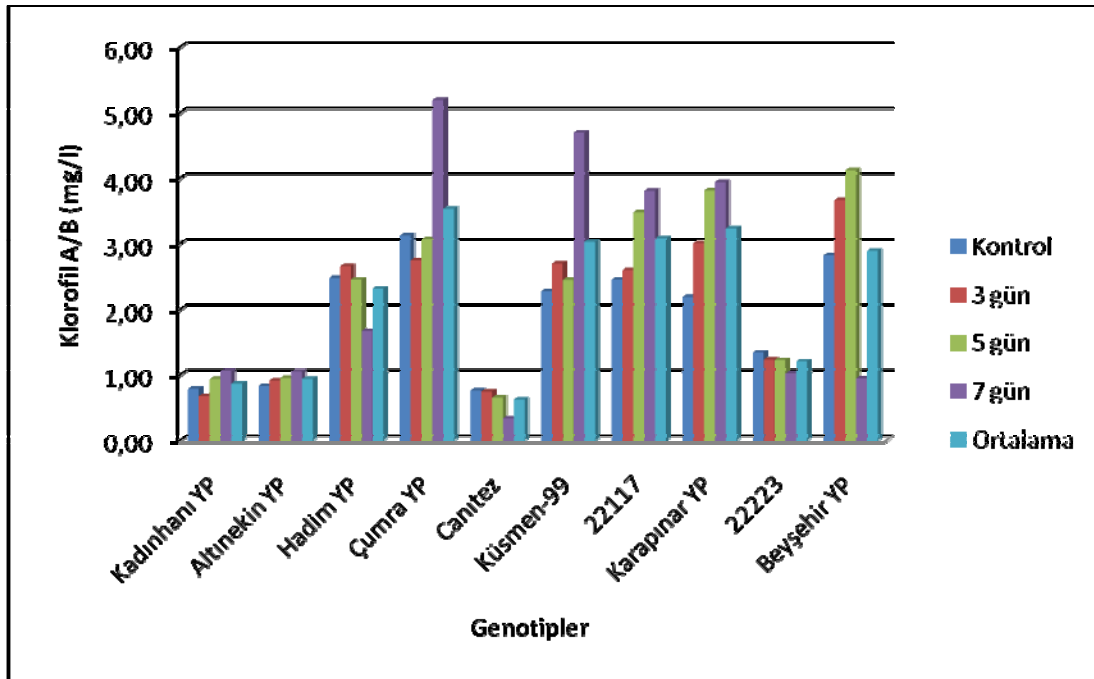
** : $p < 0.01$

Araştırmada yapılan varyans analizi sonuçlarına göre yaprak toplam klorofil A/B içeriği bakımından genotipler arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13). Araştırmada stres gruplarının ortalaması olarak en yüksek klorofil A/B içeriği 3.533 mg/l ile Çumra YP genotipinde belirlenmiştir. Bunu azalan sıra ile Karapınar YP (3.233 mg/l), 22117 (3.082 mg/l), Küsmen 99 (3.026 mg/l), Beyşehir YP (2.885 mg/l), Hadim YP (2.312 mg/l), 22223 (1.201 mg/l), Altınekin YP (0.934 mg/l) ve Kadınhanı YP (0.862 mg/l) genotipleri takip etmiştir. Araştırmada en düşük klorofil A/B içeriği 0.618 mg/l ile Canitez genotipinde tespit edilmiştir (Şekil 4.7). Yapılan Lsd testine göre Çumra YP genotipi birinci gruba (a), Karapınar YP genotipi ikinci gruba (ab), Küsmen 99, 22117 ve Beyşehir YP genotipleri üçüncü gruba (b), Hadim YP

genotipi dördüncü gruba (c), 22223 genotipi beşinci gruba (d), Altınekin YP ve Kadınhanı YP genotipleri altıncı gruba (de) ve Canitez genotipi ise son gruba (e) girmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Klorofil A/B İçerikleri (mg/l)

Genotipler	Kontrol	3 gün	5 gün	7 gün	Ortalama
Kadınhanı YP	0.783 lm	0.670 lm	0.933 klm	1.060 klm	0.862 de
Altınekin YP	0.827 lm	0.910 klm	0.950 klm	1.050 klm	0.934 de
Hadim YP	2.473 g-j	2.653 f-1	2.450 g-j	1.670 jk	2.312 c
Çumra YP	3.127 d-g	2.743 f-1	3.070 e-h	5.193 a	3.533 a
Canitez	0.757 lm	0.740 lm	0.647 lm	0.327 m	0.618 e
Küsmen-99	2.273 hij	2.693 f-1	2.443 g-j	4.693 ab	3.026 b
22117	2.450 hi	2.593 ghi	3.480 c-f	3.807 cde	3.082 b
Karapınar YP	2.183 ij	3.003 e-1	3.810 cde	3.937 bcd	3.233 ab
22223	1.337 kl	1.227 kl	1.220 kl	1.020 klm	1.201 d
Beşşehir YP	2.817 f-1	3.667 cde	4.113 bc	0.943 klm	2.885 b
Ortalama	1.903 c	2.089 bc	2.312 ab	2.370 a	



Şekil 4.7. Kuraklık Stresinin Nohut Genotiplerinin Toplam Klorofil A/B İçerikleri Üzerine Etkileri

Çizelge 4.14'ün incelenmesinden de anlaşılacağı gibi yaprak toplam klorofil A/B içeriği bakımından genotip x stres grupları interaksyonu arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Genotiplerin ortalamasına göre en yüksek klorofil A/B içeriği 7 gün stres grubunda (2.370 mg/l) elde edilirken, en düşük klorofil A/B içeriği ise kontrol grubundan (1.903 mg/l) elde edilmiştir. Yapılan Lsd testine göre 7

gün stresi birinci gruba (a), 5 gün stresi ikinci gruba (ab), 3 gün stresi ikinci gruba (bc), kontrol ise son gruba (c) girmiştir (Çizelge 4.14).

Araştırmada yapılan varyans analizi sonuçlarına göre yaprak toplam klorofil A/B içeriği bakımından genotip x stres grupları interaksiyonu arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13). Genotiplerin klorofil A/B içerikleri kuraklık stresi uygulamasından farklı şekillerde etkilenmişlerdir. Kadınhanı YP, Altınekin YP, Çumra YP, Küsmen-99, 22117 ve Karapınar YP genotiplerine uygulanan stres arttıkça bu genotiplerin klorofil A/B içerikleri artış göstermiştir (Çizelge 4.14).

4.8. Peroksidaz İçeriği (POD)

Farklı stres gruplarının nohut genotiplerinin peroksidaz (POD) içeriğine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15’de, ortalama değerler ve LSD grupları ise Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.15. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Peroksidaz İçeriğine Ait Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	119	374827.3	-	
Genotipler	9	67229.2	7469.911	326.317**
Stres Grupları	3	275255.4	91751.800	4008.102**
Genotip x S.G. İnt.	27	30511.4	1130.052	49.365**
Hata	80	1831.3	22.891	

** : $p < 0.01$

Araştırmada yapılan varyans analizi sonuçlarına göre peroksidaz içeriği bakımından genotipler arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.15). Araştırmada stres gruplarının ortalaması olarak en yüksek peroksidaz (POD) içeriği 194.16 nmol H₂O₂.dak⁻¹ / mg protein⁻¹ ile Küsmen 99 genotipinde belirlenmiştir. Bunu azalan sıra ile 22223 (190.95 nmol H₂O₂.dak⁻¹ / mg protein⁻¹), Altınekin YP (192.27 nmol H₂O₂.dak⁻¹ / mg protein⁻¹), Camitez (167.73 nmol H₂O₂.dak⁻¹ / mg protein⁻¹), 22117 (159.80 nmol H₂O₂.dak⁻¹ / mg protein⁻¹), Beyşehir YP (149.53 nmol H₂O₂.dak⁻¹ / mg protein⁻¹), Hadim YP (149.05 nmol H₂O₂.dak⁻¹ / mg protein⁻¹), Karapınar YP (140.84 nmol H₂O₂.dak⁻¹ / mg protein⁻¹), Çumra YP (132.01 nmol H₂O₂.dak⁻¹ / mg protein⁻¹) genotipleri takip etmiştir. Araştırmada en düşük peroksidaz

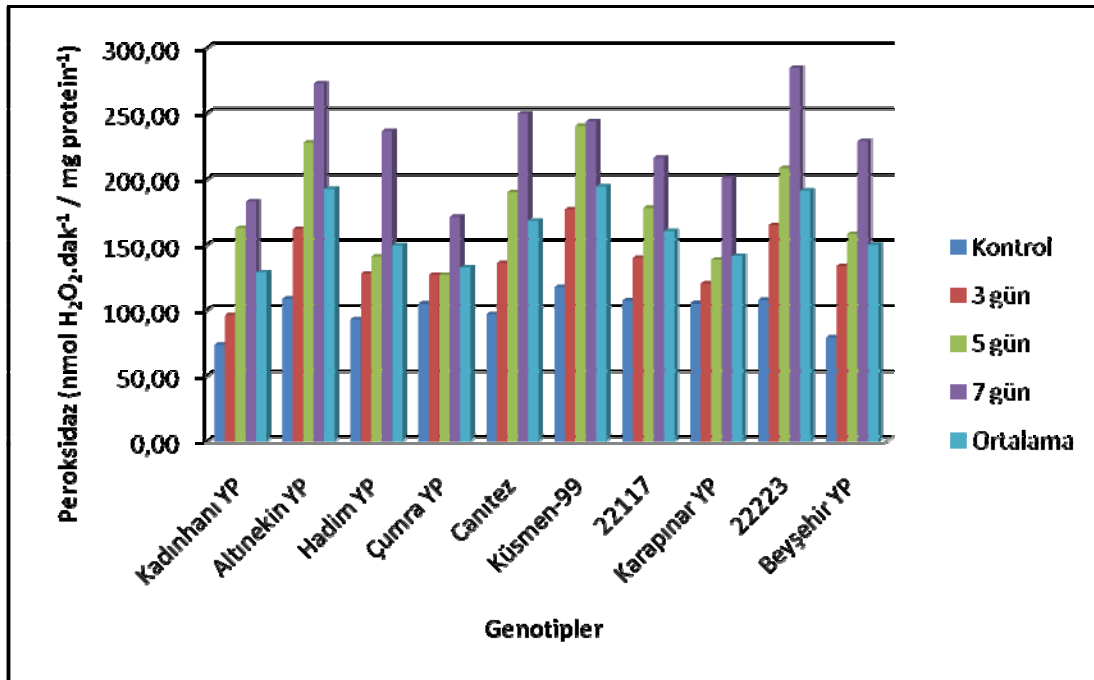
içeriği 128.39 nmol H₂O₂.dak⁻¹ / mg protein⁻¹ ile Kadınhanı YP genotipinde tespit edilmiştir (Şekil 4.8). Yapılan Lsd testine göre ile Küsmen 99, 22223 ve Altinekin YP genotipleri birinci gruba (a), Canitez genotipi ikinci gruba (b), 22117 genotipi üçüncü gruba (c), Beyşehir YP ve Hadim YP genotipleri dördüncü gruba (d), Karapınar YP genotipi beşinci gruba (e), Çumra YP ve Kadınhanı YP genotipleri ise son gruba (f) girmiştir (Çizelge 4.16).

Peroksidaz içeriği bakımından stres grupları arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11). Genotiplerin ortalamasına göre en yüksek peroksidaz içeriği 228.38 nmol H₂O₂.dak⁻¹ / mg protein⁻¹ ile 7 gün stres grubunda elde edilirken. en düşük peroksidaz içeriği ise 98.88 nmol H₂O₂.dak⁻¹ / mg protein⁻¹ ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Yapılan Lsd testine göre 7 gün stresi birinci gruba (a), 5 gün stresi ikinci gruba (b), 3 gün stresi üçüncü gruba (c), kontrol ise son gruba (d) girmiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Peroksidaz İçerikleri (nmol H₂O₂.dak⁻¹ / mg protein⁻¹)

Genotipler	Kontrol	3 gün	5 gün	7 gün	Ortalama
Kadınhanı YP	73.20t	95.73s	162.10m	182.53ij	128.39 f
Altinekin YP	108.07r	161.33m	227.27f	272.40 b	192.27 a
Hadim YP	92.57s	127.13op	140.43n	236.07de	149.05 d
Çumra YP	104.43r	126.40op	126.50op	170.70kl	132.01 f
Canitez	96.50s	135.43n	189.63ı	249.33c	167.73 b
Küsmen-99	116.90q	176.53jk	239.90d	243.30cd	194.16 a
22117	106.53r	139.40n	177.53jk	215.73g	159.80 c
Karapınar YP	104.70r	119.77pq	138.10n	200.80h	140.84 e
22223	107.07r	164.43lm	207.83h	284.47 a	190.95 a
Beyşehir YP	78.87t	133.20no	157.63m	228.43ef	149.53 d
Ortalama	98.88 d	137.94 c	176.69 b	228.38 a	

Çizelge 4.15'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi yapılan varyans analizi sonuçlarına göre peroksidaz içeriği bakımından genotip x stres grupları etkileşimi arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Genotiplerin peroksidaz içerikleri kuraklık stresinin artmasıyla artmıştır. Tüm genotiplerde peroksidaz içeriği en yüksek 7 gün stresi uygulamasında elde edilmiştir (Çizelge 4.16).



Şekil 4.8. Kuraklık Stresinin Nohut Genotiplerinin Peroksidaz İçerikleri Üzerine Etkileri

Bitkiler yapraklarındaki kuraklığın sebep olduğu etkilerin üstesinden gelebilmek için antioksidant savunma sistemleri geliştirmektedir. Bitkiler kuraklık stresinden en az zarar görmek için peroksidaz gibi enzimatik antioksidant savunma mekanizmalarını kullanmaktadır (Jiang ve Ren, 2004; Kalefetoğlu, 2006). Ayrıca POD strese giren bitkilerin yapraklarında SOD tarafından katalizlenen O_2 'in dismutasyonu ile üretilen H_2O_2 'nin ortadan kaldırılmasında görev alan en önemli enzimlerdendir (Asada ve Takahashi, 1987). Daha önce yapılan birçok araştırmada POD'un kuraklık stresinden etkilediğini bildirilmektedir (Jung, 2004; Ramachandra Reddy, 2004; HongBo ve ark., 2005; Türkan ve ark., 2005; Ge ve ark., 2006; Kalefetoğlu, 2006). Kalefetoğlu (2006) yaptığı bir araştırmada nohut genotiplerinde kuraklık stresinin artışına bağlı olarak POD aktivitesinde artışların meydana geldiğini tespit etmiştir. POD aktivitesinin yüksek olması sonucu olarak da hücre membranlarının peroksidatif zararlara karşı korumuş olabileceğini belirtmiştir. Yine Türkan ve ark., (2005) ise yaptıkları araştırmada fasulyede kuraklığın artmasıyla POD içeriğinin dayanıklı olan türde diğer türlere göre daha yüksek seviyede olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuçlarla bizim sonuçlarımız uyum içerisinde yer almıştır.

4.9. Süperoksit Dismutaz İçeriği (SOD)

Farklı stres gruplarının nohut genotiplerinin süperoksit dismutaz (SOD) içeriğine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de. ortalama değerler ve LSD grupları ise Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Süperoksit Dismutaz İçeriğine Ait Varyans Analizi

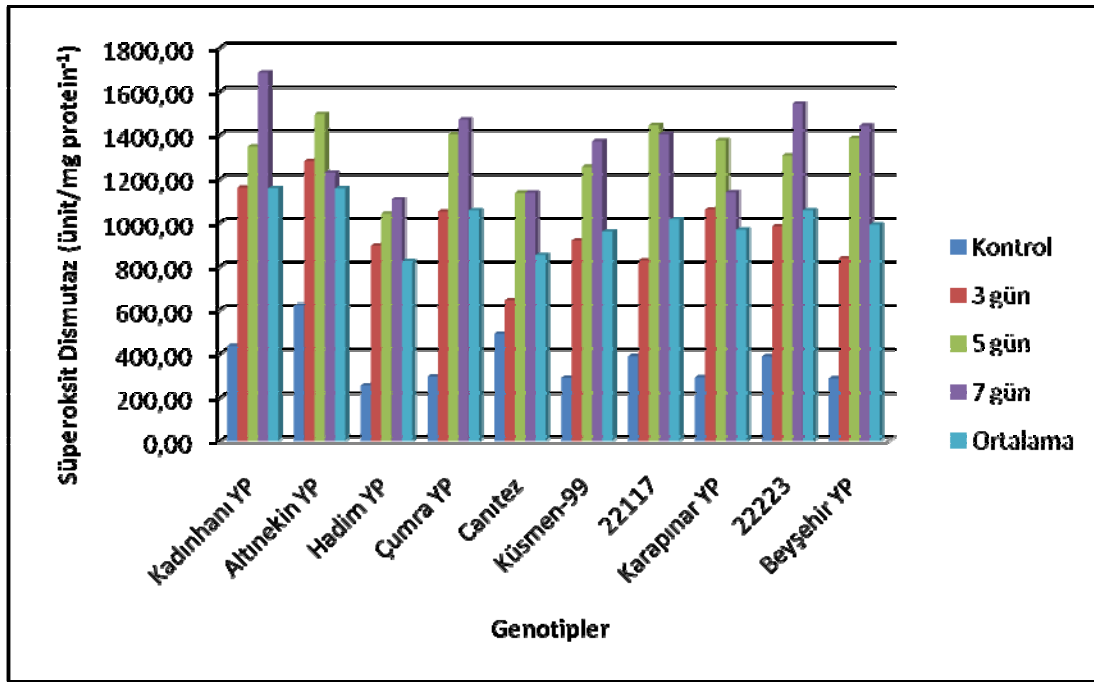
Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	119	76452805		
Genotipler	9	5686705	631856	1.237
Stres Grupları	3	19459822	6486607	12.70**
Genotip x S.G. İnt.	27	13445441	497979	0.98
Hata	80	40860838	510760	

** : p<0.01

Araştırmada yapılan varyans analizi sonuçlarına göre süperoksit dismutaz içeriği bakımından genotipler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.17). Araştırmada stres gruplarının ortalaması olarak en yüksek süperperoksit dismutaz içeriği 1155.72 ünit/mg protein⁻¹ ile Kadınhanı YP genotipinde belirlenmiştir. Bunu azalan sıra ile Altınekin YP (1154.88 ünit/mg protein⁻¹), 22223 (1053.38 ünit/mg protein⁻¹), Çumra YP (1053.07 ünit/mg protein⁻¹), 22117 (1014.21 ünit/mg protein⁻¹), Beyşehir YP (989.08 ünit/mg protein⁻¹), Karapınar YP (965.11 ünit/mg protein⁻¹), Küsmen 99 (956.89 ünit/mg protein⁻¹), Canitez (849.80 ünit/mg protein⁻¹) genotipleri takip etmiştir. Araştırmada en düşük süperoksit dismutaz içeriği 822.51 ünit/mg protein⁻¹ ile Hadim YP genotipinde tespit edilmiştir (Şekil 4.9).

Çizelge 4.18. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Süperoksit Dismutaz İçerikleri (ünit/mg protein⁻¹)

Genotipler	Kontrol	3 gün	5 gün	7 gün	Ortalama
Kadınhanı YP	433.40	1158.67	1345.77	1685.03	1155.72
Altınekin YP	619.40	1280.00	1493.17	1226.93	1154.88
Hadim YP	255.27	892.87	1037.37	1104.53	822.51
Çumra YP	295.13	1047.27	1401.70	1468.17	1053.07
Canitez	489.07	640.63	1134.30	1135.20	849.80
Küsmen-99	289.67	915.67	1252.57	1369.67	956.89
22117	387.93	824.50	1442.40	1402.00	1014.21
Karapınar YP	292.03	1057.53	1374.37	1136.50	965.11
22223	386.53	979.80	1305.23	1541.93	1053.38
Beyşehir YP	286.83	835.10	1384.50	1440.03	989.08
Ortalama	373.53 b	1223.63a	1317.14 a	1351.00 a	



Şekil 4.9. Kuraklık Stresinin Nohut Genotiplerinin Süperoksit Dismutaz İçerikleri (ünit/mg protein⁻¹)

Çizelge 4.17'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi süperoksit dismutaz içeriği bakımından genotip x stres grupları interaksiyonu arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Genotiplerin ortalamasına göre en yüksek süperoksit dismutaz içeriği 7 gün stres grubunda (1351.00 ünit/mg protein⁻¹) elde edilirken, en düşük süperoksit dismutaz içeriği ise kontrol grubundan (373.53 ünit/mg protein⁻¹) elde edilmiştir. Yapılan Lsd testine göre 3, 5 ve 7 gün stresleri birinci gruba (a) ve kontrol ise son gruba (b) girmiştir (Çizelge 4.18).

Genotiplerin süperoksit dismutaz içerikleri kuraklık stresi uygulamasından farklı şekillerde etkilenmişlerdir. Kadınhanı, 22117 ve Canitez genotiplerinde 5 gün stres uygulamasından sonra süperoksit dismutaz içerikleri azalma gösterirken diğer genotiplerin süperoksit dismutaz içerikleri ise artış göstermiştir (Çizelge 4.18).

Kalefetoğlu, (2006) yaptığı araştırmada kullanılan çeşit ve hatların toplam SOD aktivitesi uygulanan kuraklık stresinin şiddetine bağlı olarak değişik tepkiler verdiğini belirtmiştir. Shao ve ark., (2005) buğday genotiplerinin topraktaki su noksanlığına verdikleri tepkiler için değişik SOD içeriğine sahip olması gerektiğini ve kuraklık stresine karşı değişik fizyolojik mekanizmalarla tepki verdiklerini bildirilmişlerdir. Buna göre araştırmada Kadınhanı, 22117 ve Canitez genotipleri dışındaki genotiplerin

uygulanan kuraklık streslerinin artmasına bağlı olarak SOD aktivitelerinin de artması bize bu genotipler için SOD aktivitesini başlatacak stresin başladığını göstermektedir. Aynı şekilde SOD aktivitesinin kuraklık şiddetindeki artışa bağlı olarak artması, bu genotiplerde kuraklık şiddeti boyunca O₂ bertaraf etme yeteneğinin devam ettiğini göstermektedir (Kalefetoğlu, 2006). Araştırmada Kadınhanı, 22117 ve Canitez genotiplerinin SOD içerikleri azalma tespit edilmesinin sebebi ise kuraklığın SOD aktivitesini kısıtladığını göstermektedir (Fu ve Huang, 2001 ve Kalefetoğlu, 2006). Yukarıdan da anlaşılacağı gibi bizim sonuçlarımız literatürlerle uyum içerisindedir.

4.10. Prolin İçeriği

Farklı stres gruplarının nohut genotiplerinin prolin içeriğine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19'da, ortalama değerler ve LSD grupları ise Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Prolin İçeriğine Ait Varyans Analizi

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri
Genel	119	3747.00		
Genotipler	9	263.26	29.25	20.96**
Stres Grupları	3	3079.17	1026.39	735.54**
Genotip x S.G. İnt.	27	292.94	10.85	7.78**
Hata	80	111.63	1.40	

** : p<0.01

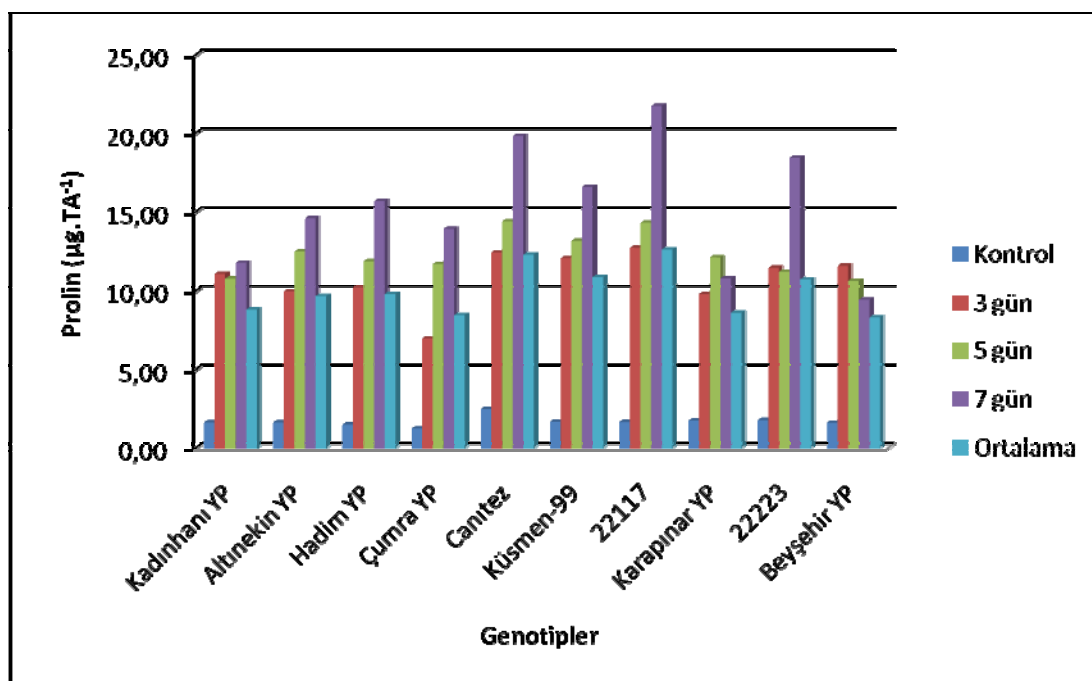
Araştırmada yapılan varyans analizi sonuçlarına göre prolin içeriği bakımından genotipler arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19). Araştırmada stres gruplarının ortalaması olarak en yüksek prolin içeriği 12.59 µg.TA⁻¹ ile 22117 genotipinde belirlenmiştir. Bunu azalan sıra ile Canitez (12.27 µg.TA⁻¹), Küsmen 99 (10.85 µg.TA⁻¹), 22223 (10.70 µg.TA⁻¹), Hadim YP (9.80 µg.TA⁻¹), Altınekin YP (9.66 µg.TA⁻¹), Kadınhanı YP (8.80 µg.TA⁻¹), Karapınar YP (8.60 µg.TA⁻¹), Çumra YP (8.44 µg.TA⁻¹) genotipleri takip etmiştir. Araştırmada en düşük prolin içeriği 8.30 µg.TA⁻¹ ile Beyşehir YP genotipinde tespit edilmiştir (Şekil 4.10). Yapılan Lsd testine göre 22117 ve Canitez genotipleri birinci gruba (a), Küsmen 99 genotipi ikinci gruba (b), 22223 genotipi üçüncü gruba (bc), Hadim YP genotipi dördüncü gruba (cd), ve Altınekin YP genotipi beşinci gruba (de), Kadınhanı YP genotipi altıncı gruba

(ef), Karapınar YP, Çumra YP ve Beyşehir YP genotipleri ise son gruba (f) girmiştir (Çizelge 4.20).

Prolin içeriği bakımından stres grupları arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19). Genotiplerin ortalamasına göre en yüksek prolin içeriği $15.26 \mu\text{g.TA}^{-1}$ ile 7 gün stres grubunda elde edilirken. en düşük prolin içeriği ise $1.68 \mu\text{g.TA}^{-1}$ ile kontrol grubundan elde edilmiştir. Yapılan Lsd testine göre 7 gün stresi birinci gruba (a), 5 gün stresi ikinci gruba (b), 3 gün stresi üçüncü gruba (c), kontrol ise son gruba (d) girmiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Araştırmada Kullanılan Genotiplerin Prolin İçerikleri ($\mu\text{g.TA}^{-1}$)

Genotipler	Kontrol	3 gün	5 gün	7 gün	Ortalama
Kadınhanı YP	1.62r	11.05k-p	10.75l-p	11.76j-n	8.80 ef
Altınekin YP	1.62r	9.97nop	12.47g-l	14.57ef	9.66 de
Hadim YP	1.47r	10.21m-p	11.85j-n	15.65de	9.80 cd
Çumra YP	1.22r	6.96q	11.68j-o	13.91e-ı	8.44 f
Canitez	2.47r	12.41h-l	14.38efg	19.81ab	12.27 a
Küsmen-99	1.65r	12.04ı-m	13.15f-j	16.55cd	10.85 b
22117	1.64r	12.71f-k	14.30e-h	21.71a	12.59 a
Karapınar YP	1.73r	9.80op	12.10ı-m	10.76l-p	8.60 f
22223	1.76r	11.44j-o	11.19k-p	18.42bc	10.70 bc
Beyşehir YP	1.59r	11.56j-o	10.61l-p	9.44p	8.30 f
Ortalama	1.68 d	10.82 c	12.25 b	15.26 a	



Şekil 4.10. Kuraklık Stresinin Nohut Genotiplerinin Prolin İçerikleri Üzerine Etkileri

Çizelge 4.19'un incelenmesinden de anlaşılacağı gibi varyans analizi sonuçlarına göre prolin içeriği bakımından genotip x stres grupları interaksyonu arasındaki farklılıklar 0.01 düzeyinde önemli bulunmuştur. Genelde genotiplerin (Beyşehir YP, Karapınar YP genotipleri hariç) prolin içeriği en yüksek 7 gün stresi uygulamasında elde edilmiştir (Çizelge 4.20).

Bitkiler kuraklık stresine karşı verdiği en önemli tepkilerden biriside farklı osmotik koruyucuları büyük oranda biriktirmeleridir. Prolinde bu osmolitlerden birisi bitkilerde yaygın olarak bulunmakta ve özellikle bitkilerin kuraklık stresine tepkilerinde önemli miktarlarda birikmektedir (Tıprıdamaz ve Çakırlar, 1990; Hsu ve ark., 2003; Kavi Kishore ve ark., 2005. Kalefetoğlu, 2006; Tan ve ark., 2006). Yapılan bu çalışmada nohut genotiplerinin prolin içerikleri kuraklık stresinin artmasıyla artış göstermiştir. Kalefetoğlu (2006) prolinin. turgoru kontrol ederek hücre sel suyun alıkonmasını sağladığını ve aynı zamanda membran ve makromoleküllerin çevresinde sudan bir kılıf oluşmasına yol açarak bu yapıları koruduğunu ve serbest radikallerin uzaklaştırılmasında görev aldığını belirtmiştir. Bizim araştırma sonuçlarımıza da bakıldığında Çumra YP, Canitez, Küsmen-99, 22117 ve 22223 genotiplerinin yüksek prolin değerlerine sahip olduğu görülecektir. Aynı zamanda bu genotiplerin NSİ bakıldığında stres altında dahi bu genotipler yüksek NSİ sahiplerdir. Tan ve ark., (2006) yaptıkları çalışmada prolin içeriğinin su noksanlığı şiddetine ve zamana bağlı olarak artış gösterdiği bildirilmiştir ki, bu da bizim araştırma sonuçlarımızı desteklemektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, 2009 yılında Konya’da Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü serasında 10 nohut genotipinde, kuraklığın bitki büyümesi üzerindeki etkileri ile kuraklığa karşı bitkiler tarafından oluşturulan biyokimyasal veya fiziksel savunma mekanizmaları arasındaki ilişkilerin ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Araştırma “Tesadüf Parsellerinde iki Faktörlü Faktöriyel Deneme” desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekim işlemi 15 Şubat 2009 tarihinde daha önce hazırlanan saksılara elle yapılmıştır. Genotiplere ait tohumların ekimi için önce 14 x 13 cm ebatlarındaki saksılar yıkanmış ve strelize edilmiştir. Genotiplere ait tohumlar % 5’lik sodyum hipoklorid ile 10’ar dakika muamele edildikten sonra deiyonize su (dI - H₂O) ile 3 kez yıkanarak sterilize edilmiştir. Genotiplere ait tohumlar 1 kg toprak içeren 14 x 13 cm ebatlarındaki plastik saksılara ekilmiştir.

Ekimi yapılan saksılar, 25°C sıcaklıkta, % 40-50 nem koşullarında kontrollü serada ekimi izleyen 7 gün boyunca üstleri kapalı olarak tutulmuştur. Her genotipe ait tohumlar çimlendikten sonra üstleri açılmıştır. Çıkış yapan fideler 25 °C sıcaklıkta, % 40-50 nem koşullarında, tam kontrollü serada 40 gün büyütülmüştür. Bitkiler 40 günlük olunca kontrol (kuraklık stresinin başlatılmıştır 0. Gün) ve stres (3. gün, 5. gün, 7. gün) grupları olarak ayrılmışlardır. Stres grubundaki saksılara 3, 5 ve 7 gün boyunca sulama yapılmayarak kuraklık stresi uygulanmıştır.

Kuraklık stresi uygulamalarının başlatıldığı ekimden sonraki 40. günde 0. Gün (kontrol) grubu bitkilerinin hasadı yapılmıştır. İlk hasadı izleyen 3. gün; 3 günlük stres grubuna ait bitkiler, 5. gün; 5 günlük stres grubuna ait bitkiler ve 7. gün; 7 günlük stres grubuna ait bitkiler hasat edilmiştir.

Her bir kuraklık stresi uygulaması süresinin sonunda hasat edilen stres ve kontrol grubu bitkilerinin yaprak dokusunda bazı fizyolojik ve biyokimyasal analizler ve yapılacak analizler için gerekli örnekler alınmış ve bu örneklerde yaprak su tutma kapasitesi, nisbi ve gerçek su içeriği, klorofil içerikleri, süperoksit dismutaz, peroksidaz ve prolin analizleri yapılmıştır.

Genotiplerin kuraklığa gösterdikleri tepkilerin belirlenmesi amacıyla yapılan bu araştırmada;

1. Yaprak su tutma kapasitesi bakımından Karapınar YP (0.0063 g/gh), Küsmen 99 (0.0060 g/gh) ve 22223 (0.0054 g/gh) genotipleri,
2. Nisbi su içeriği bakımından Canitez (% 81.89), Çumra YP (% 81.85) ve 22117 (% 81.30) genotipleri,
3. Gerçek su içeriği bakımından Küsmen 99 (% 83.41), 22117 (83.07) ve 22223 (% 81.78) genotipleri,
4. Klorofil A bakımından Küsmen 99 (3.783 mg/l), Çumra YP (3.258 mg/l) ve 22117 (2.975 mg/l) genotipleri,
5. Klorofil B bakımından Canitez (2.518 mg/l), Kadınhanı YP (1.960 mg/l) ve Altınekin YP (1.935 mg/l) genotipleri,
6. Klorofil (A+B) bakımından Küsmen 99 (5.159 mg/l), Çumra YP (4.259 mg/l) ve Beyşehir YP (4.143 mg/l) genotipleri,
7. Klorofil (A/B) bakımından Hadim YP (3.533 mg/l), Karapınar YP (3.233 mg/l) ve 22117 (3.082 mg/l) genotipleri,
8. Peroksidaz bakımından Küsmen 99 (194.16 nmol H₂O₂.dak⁻¹/ mg protein⁻¹), Altınekin YP (192.27 nmol H₂O₂.dak⁻¹/ mg protein⁻¹) ve 22223 (190.95 nmol H₂O₂.dak⁻¹/ mg protein⁻¹) genotipleri,
9. Süperoksit Dismutaz bakımında Kadınhanı YP (1155.72 ünit/ mg protein⁻¹), Altınekin YP (1154.88 ünit/ mg protein⁻¹) ve 22223 (1053.38 ünit/ mg protein⁻¹) genotipleri,
10. Prolin bakımından 22117 (12.59 µg.TA⁻¹), Canitez (12.27 µg.TA⁻¹) ve Küsmen 99 (10.85 µg.TA⁻¹) genotipleri ön plana çıkmışlardır.

Sonuç olarak, kuraklık stresinin genotiplerin yapraklarındaki enzim aktiviteleri üzerine etkisi dikkate alındığında; genotipler içerisinde en dayanıklı olarak Çumra YP, Canitez, Küsmen-99, 22117 ve 22223 genotipleri görülmektedir. Kuraklık stresinin tüm genotiplerin antioksidant enzim aktivitelerini önemli ölçüde değiştirdiği belirlenmiş ve kuraklık stresine karşı geliştirilen antioksidant savunma sistemi bakımından genotiplerin büyük ölçüde varyasyon gösterdiği görülmüştür. Bundan sonraki

araştırmalarda, bu araştırmada öne çıkan genotiplerle beraber, ölkemizdeki tüm nohut genotiplerinin kuraklık stres toleransları açısından taranması ile belirlenecek dayanıklı genotiplerin ıslah programlarına alınmasının teşvik edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Akçin A. 1988. Yemelik Tane Baklagiller. *Selçuk Üniversitesi Yayınları 43, Ziraat Fakültesi Yayınları: 8*, S:307–367.
- Anonymous, 2009. Tarım İstatistikleri Özeti. T.C. Başbakanlık D.İ.E. Ankara
- Anyia, A.O. and Herzog, H., 2004. Genotypic Variability in Drought Performance and Recovery in Cowpea under Controlled Environment. *J. Agronomy & Crop Science*, 190, 151—159.
- Arora, A., Sairam, R.K. and Srivastava, G. C., 2002, Oxidative stress and antioxidative systems in plants. *Curr. Sci.*, 82, 1227–1238.
- Asada, K. and Takahashi, M., 1987, Production and scavenging of active oxygen radicals in photosynthesis. Photoinhibition. Kyle. D.J. (ed.). Elsevier. pp. 227-297.
- Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, I.D., 1973, Rapid determination of free proline for water–stress studies. *Plant Soil*, 39, 205– 207
- Beauchamp, C. ve Fridovich, I., 1971, Superoxide Dismutase: Improved Assays and Applicable to Acrylamide Gels. *Analytical Biochemistry*. 44: 276-287 p.
- Clarke, J.M. and McGaig, T.N. 1982, Excised-leaf water retention capability as an indicator of drought. *J. Plant Sci.*, 62: 571-578
- Courtois, B., McLaren, G., Sinha, P.K., Prasad, K., Yadav, R., Shen, L., 2000, Mapping QTLs associated with drought avoidance in upland rice. *Mol. Breed.*, 6. 55–66.
- Costa França, M.G., Pham-Thi, C.A.T., Pimentel, R.O.P., Rossiello, Y., Fodil, Z., 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.
- de Azevedo Neto, A.D., Prisco, J.T., Enéas-Filho, J., de Abreu, C.E.B., Gomes-Filho, E., 2006, Effect of salt stress on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in leaves and roots of salt-tolerant and salt-sensitive maize genotypes. *Environ. Exp. Bot.* 56. 87–94.
- Düzgüneş O., Kesici T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. 1987, Araştırma ve Deneme Metodları (İstatiksel Metodlar-II). *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları No:1021, Ders Kitabı Seri No:295*. Ankara.
- Egert, M. and Tevini, M. 2002, Influence of drought on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress in leaves of chives (*Allium schoenoprasum*). *Environ. Exp. Bot.*, 48. 43–49.
- Farrant, J.M., 2000, A comparison of mechanisms of desiccation tolerance among three angiosperm resurrection plant species. *Plant Eco.*, 151, 29-39.

- 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., 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.
- HongBo, S., ZongSuo, L., MingAn, S., 2005, Changes of anti-oxidative enzymes and MDA content under soil water deficits among 10 wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes at maturation stage. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 45, 7-13.
- Hsu, S.Y., Hsu, Y.T., Kao, C.H., 2003, The effect of polyethylene glycol on proline accumulation in rice leaves. *Biol. Plant.*, 46, 73–78.
- ICARDA, 2000, Annual Report for 1995, Germplasm Program: Legumes. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Jiang, H.F. and Ren, X.P., 2004, The effect on SOD activity and protein content in groundnut leaves by drought stress. *AAS*, 30, 169- 174.
- Jump, 5.0.1a, A Business Unit Of SAS Copyright, 1989-2002, SAS Institute Inc. <http://www.jmp.com>
- Jung, S., 2004, Variation in antioxidant metabolism of young and mature leaves of *Arabidopsis thaliana* subjected to drought. *Plant Sci.*, 166, 459-466.
- Kalefetoğlu, T., 2006, Nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşit ve hatlarının kuraklık stresine karşı dayanıklılığının karakterizasyonu. *Haccetepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*. s: 142. (basılmamış).
- Kaiser, W.M., 1987, Effects of water deficit on photosynthetic capacity. *Physiol. Plant.*, 71, 142-149.
- 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., 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.
- Kocheva, K., Lambrev, P., Georgiev, G., Goltsev, V., Karabaliev, M., 2004, Evaluation of chlorophyll fluorescence and membrane injury in the leaves of barley cultivars under osmotic stress. *Bioelectrochemistry*, 63, 121–124.
- Kozłowski, T. T. and Pallardy, S.G., 1997, Physiology of Woody Plants. Academic Press. San Diego.
- Lazaridou, M. and Koutroubas, S.D., 2004. Drought effect on water use efficiency of berseem clover at various growth stages . *Proceeding for the 4th International Crop Science Congress, Brisbane, Australia*, 26 September-1 October 2004.

- Leport, L., Turner, N.C., French, R. J., Tennant, D., Thomson, B.D., Siddique, K.H.M., 1998, Water relations, gas-exchange, and growth of cool-season grain legumes in a Mediterranean-type environment. *Eur. J. Agron.* 9, 295–303.
- Leport, L., Turner, N.C., French, R.J., Barr, M.D., Duda, S.L., Davies, S.L., Tenant, D., Siddique, K.H.M., 1999, Physiological responses of chickpea genotypes to terminal drought in a Mediterranean-type environment. *Eur. J. Agron.* 11, 279–291.
- Leport, L., Neil, C., Turner, S. L., Davies ve Siddique, K.H.M., 2006, Variation in pod production and abortion among chickpea cultivars under terminal drought. *Europ. J. Agronomy* 24: 236–246.
- Lichtenthaler, H.K., 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Meth Enzymol*, 148: 350–382
- 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.
- Ludlow, M. M., Chu, A.C.P., Clements, R.J., Kerslake, R.G. 1983, Adaptation of species of *Centrosoma* to water stres. *Aust.J. Plant Physiol.*, 10, 119-130.
- Malhotra, R. S., Sarker, A. ve Saxena, M. C. 2004, Drought tolerance in chickpea and lentil-present status and future strategies. In Challenges and Strategies for dryland Agriculture. CSSA Speciel Pub. No:32. crop Science *Soc.of america and American Soc. of Agronomy*. Wisconsin.USA. pp:257-273.
- Munné-Bosch, S., Jubany-Mari, T., Alegre, L., 2001, Drought-induced senescence is characterised by a loss of antioxidant defences in chloroplasts. *Plant. Cell Environ.*, 24, 1319-1327.
- Noctor, G. and Foyer, C. H., 1998, Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 49, 249–279.
- Önder, M. 1992, Bodur Kuru Fasulye Çeşitlerinin Tane Verimine ve Morfolojik, Fenolojik, Teknolojik Özelliklerine Bakteri Aşılama ve Azot Uygulamalarının Etkisi. *Selçuk Üniv., Fen Bilimleri Enst.* (Basılmamış Doktora Tezi), Konya.
- Ramachandra Reddy, A., Viswanatha Chaitanya, K., Vivekanandan, M., 2004, Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *J. Plant Physiol.*, 161, 1189–1202.
- Saxena, N. P., Johansen, C. Saxena, M. C. and Silim, S. N. 1993, Selection for drought and salinity: a case study with chickpea. In: K.B. Singh. & M.C. Saxena (Eds.). *Breeding for Stress Tolerance in Cool-season food Legumes*. JohnWiley & Sons. Chichester, UK. pp. 245–270.
- Sharma, P. and Dubey, R.S., 2004. Ascorbate peroxidase from rice seedlings: properties of enzyme isoforms, effects of stresses and protective roles of osmolytes. *Plant Sci.*, 167:541-550.

- Singh, K. B., Malhotra, R.S., Halila M.H., Knights, E.J., Verma , M.M. 1994, Current status and future strategy in breeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. *Euphytica* 73, 137-149.
- Singh, K. B., 1997, Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops. Res.*, 53, 161-170.
- Singh, K. B., Omar, M., Saxena, M.C. ve Johansen, C. 1997, Screening for Drought Resistance in Spring Chickpea in the Mediterranean Region. *J. Agronomy & Crop Science* 178, 227-235.
- Soltani, A., Khoorie, 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 (3), 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. *Physiologia Plantarum*, 119: 503–512.
- Tan, Y., Liang, Z., Shao, H., 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.
- Tambussi, E. A., Casadesus, J., Munné-Bosch, S., 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. *Funct. Plant Biol.*, 29, 35-44.
- 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.
- Toker, C. and Çağırğan M. İ., 1998, Assesment of Response to Drought Stress of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Lines Under Rainfed Conditions. *Tr. J. of Agriculture and Forestry.* 22: 615-621.
- Türkan, İ., Bor. M., Özdemir, F., Koca, H. 2005, Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* Gray and drought-sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. *Plant Sci.*, 168, 223-231.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Emine GÖKMEN
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Konya/ 03.12.1983
Telefon : 05312124883
Faks :
e-mail : emine_gkmn@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Atatürk Lisesi, Selçuklu, Konya	2003
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, Konya	2007
Yüksek Lisans	:	
Doktora	:	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2010	Tarım Bakanlığı	Zir. Müh.

UZMANLIK ALANI

Tarla Bitkileri

YABANCI DİLLER

İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR