

Bitkisel Çözelti Kullanılan Buğday (*Triticum aestivum*) Bitkisinin Kuraklık ve Tuz Stresi ile Mücadelesi

Mehmet Selim ÇOBANOĞLU* 

¹ Özel Alanya Doğa Ortaokulu, Alanya, Antalya, Türkiye.

ÖZ

Tarım arazisi bakımından zengin olan ülkemizde hem yaz hem de kış aylarında bitkisel üretim yapılabilmektedir. Ancak, bazı bölgelerde yaz aylarında yaşanan kuraklık bitkisel üretimi olumsuz yönde etkilemektedir. Kuraklık stresine maruz kalan bitkiler, yaprak genişlemesinde azalma, yaprakların sararması ve doku ölümüne (nekroz) neden olabilir. Ayrıca kuraklık stresi, bitkinin büyüme evresinde, kuraklığın süresine ve kuraklığın yoğunluğuna bağlı olarak, buğdayda % 92 oranında verim kayıplarına neden olmaktadır. Bu verim kayıpları üreticiyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bitkiler doğada artan su kıtlığı ile toprak tuz oranı doğrusal olarak artmaktadır. Bitkiler doğal ortamlarında birden fazla strese karşı kendini savunmaya çalışır. Bu tür durumlara karşı çiftçi, su kullanımını arttırmaktadır. Su kullanımının artması tarımsal sulama suyunun hızla azalmasına neden olmaktadır. Bu durum aynı zamanda maliyeti arttırmaktadır. Bu araştırma ile kurak tarım arazilerinin tarıma açılması teşvik edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışma, kuraklık ve tuz uygulamalarının buğday bitkisinin çimlenmesi ve erken fide gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada buğday fidelerine kuraklık ve tuz uygulamasından sonra 1., 5. ve 7. gün için fizyolojik (spesifik yaprak alanı, yaprak kütle oranı, bağıl su içeriği, kök ve gövde uzunluğu) tepkileri ölçülmeye çalışılmıştır. Ayrıca kuraklık ve tuz stresi yaşayan buğday bitkilerinde kızılçam ve kuşburnu çözeltileri uygulamasının bitki üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yapılan farklı bitkisel uygulamaların kuraklık ve tuz stresi altında bağıl su içeriği, gövde uzunluğu ve spesifik yaprak alanında farklı oranlarda artış tespit edilmiştir. Bozkır çeşidinin kuraklık stresine Ahmetağa çeşidine göre daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Bitkisel çözeltilerin kuraklık, tuz stresleri ve her iki stresi birlikte yaşadığı durumlara karşı Ahmetağa çeşidini farklı oranlarda koruduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kuraklık stresi, tuz stresi, buğday, kuşburnu, kızılçam

The Struggle of Wheat (*Triticum aestivum*) Plant Using Herbal Solutions Against Drought and Salt Stress

ABSTRACT

In our country, which is rich in agricultural land, plant production can be done both in summer and winter months. However, drought experienced in summer months in some regions adversely affects crop production. Plants exposed to drought stress can cause decreased leaf expansion, yellowing of leaves and tissue death (necrosis). In addition, drought stress causes 92% yield losses in wheat,

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: selim.cobanoglu07@gmail.com

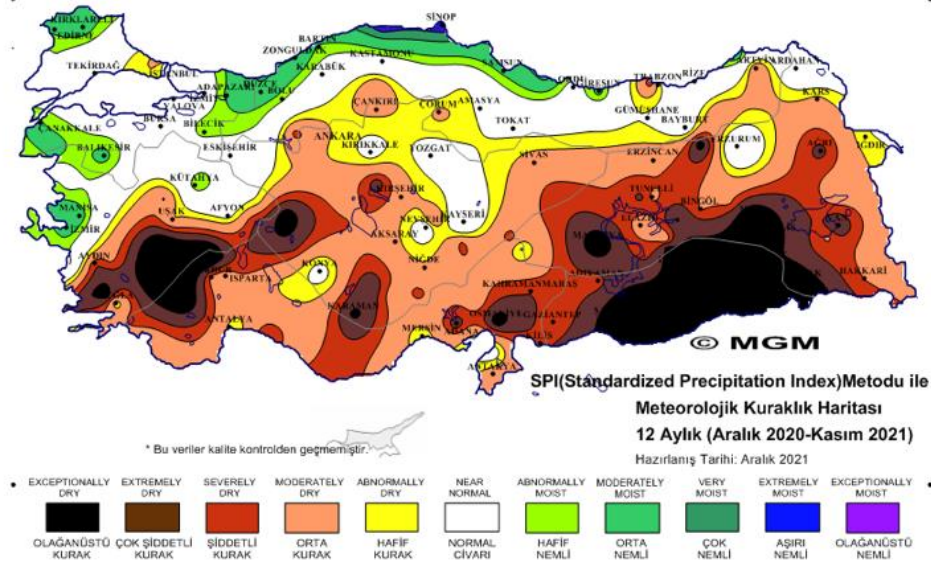
depending on the growth phase of the plant, the duration of the drought and the intensity of the drought. These yield losses affect the producer negatively. The soil salt ratio increases linearly with increasing water scarcity in nature. Plants try to defend themselves against multiple stresses in their natural environment. Against such situations, the farmer increases the use of water. The increase in water use causes a rapid decrease in agricultural irrigation water. This also increases the cost. With this research, it has been tried to encourage the opening of dry agricultural lands to agriculture. This study was carried out to determine the effects of drought and salt applications on germination and early seedling growth of wheat plants. In the study, it was tried to measure the physiological (specific leaf area, leaf mass ratio, relative water content, root and stem length) responses of wheat seedlings for the 1st, 5th and 7th days after drought and salt application. In addition, the effects of the application of red pine and rosehip solutions on the wheat plants experiencing drought and salt stress were investigated. It was determined that the relative water content, stem length and specific leaf area increased at different rates under drought and salt stress of different herbal applications. It has been determined that Bozkır variety is more resistant to drought stress than Ahmetağa variety. It has been determined that herbal solutions protect the Ahmetağa variety at different rates against drought, salt stress and situations where both stresses are experienced together.

Keywords: *Drought stress, salt stress, wheat, red pine, rosehip*

1. Giriş

Buğday (*Triticum aestivum*), buğdaygiller ailesine ait tek yıllık otsu bir bitki türüdür. Buğday, Dünya'nın birçok ülkesinde temel besin kaynağı olarak kullanılır. Aynı zamanda bu temel besin kaynağı birçok ülkede yetiştirilmektedir. Buğday bitkisinin içeriğinde azot, mineraller, B vitamini ve mikro besin maddelerince zengin bir bitkidir. Buğday, Dünya nüfusunun besin ve enerji ihtiyacını genellikle karşılamaktadır [1]. 2021 verilerine göre buğday üretiminde önemli bir yeri olan Türkiye 10. sırada yer almaktadır [2]. 2022 yılında Türkiye'de buğday üretimi % 10,5 oranında artış göstermiştir. Buğday un ve hayvansal yem üretiminde kullanılmaktadır [3]. Buğday bitkisinin Dünya genelinde tüketim oranı yıllara göre artmaktadır. Tarımı yapılan bitkilerin en önemlilerinden biri olan buğday doğada birçok sorunla karşılaşmaktadır.

Bitkiler, doğada iki tip strese karşı tepki göstermeye çalışmaktadır. Bunlar biyotik (virüs, bakteri ve fungusları içeren patojenler, böcekler ve herbivorlar) ve abiyotik (soğuk, don, sıcak, kuraklık, tuzluluk, oksidatif stres) streslerdir [4]. Bitkiler, reaktif oksijen türlerinin (ROT) üretimi ve süpürülmesi arasındaki dengeyi korumaya çalışmaktadır. Bu denge bozulur ve ROT seviyesi yüksek olursa bitkide metabolik hasarlara neden olmaktadır [5, 6]. Kuraklık hemen hemen her iklim çeşidinde görülebilen önemli bir sorundur. Kuraklık stresinden doğada bulunan birçok canlı etkilenmektedir. Tarım alanında yetiştirilen bitkiler ise ekonomik yönden önemli oldukları için en çok etkilenen grup olarak görülmektedir. Tarımsal kuraklık stresini önleyebilmek için sulama oranında artış yapılmaktadır. Ancak bu maliyetin artmasına, toprağın pH değerinin değişmesine, son yıllarda tarımsal su kıtlığının yaşanmasına neden olmaktadır. Son yıllarda yaşanan kuraklık sorunu su ihtiyacını ve tüketimini dengelemek bütün canlılar için önemlidir. Ülkemizde Akdeniz bölgesinde 1990'lı yıllardan başlayarak günümüze kadar kuraklık stresi ve su kıtlığı artış göstermektedir. Tarım arazilerini de kullanılan su oranı % 74 ile en fazla su tüketimi yapılan sektör olmuştur [7]. Tarımsal alanlarda kullanılan suyun kontrollü kullanılması ve tasarrufa önem verilmesi su kıtlığını ortadan kaldırabilir. Buğday bitkisinin kuraklıkla birlikte verimindeki anlamlı azalma, tarım üretimini ve sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir. Bazı bitkiler, kuraklık stresine karşı tolerans kazanmaktadır. Bitkiler, abiyotik stres olan kuraklık stresi sonucunda meydana gelen zararı azaltmak için antioksidan enzimler ile kendini korumaya çalışmaktadır [8].



Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün hazırladığı 12 aylık kuraklık haritası

Şekil 1: Aralık-Kasım 2021 Türkiye meteoroloji genel müdürlüğünün 12 aylık kuraklık haritası

2021 Türkiye meteoroloji genel müdürlüğünün 12 aylık kuraklık haritasına göre dağılımlar Şekil 1'de gösterilmiştir. Kuraklık stresinin yıllara göre artışına bağlı olarak 2050 yılında bu oranın en yüksek seviyelere ulaşması beklenmektedir. Tahminen 2050 yılında Dünya nüfusunun % 40'ından daha fazlasının su kıtlığı yaşamayı beklenmekte olduğu bildirilmiştir [9]. Kuraklık stresi, bitkinin büyüme evresinde, kuraklığın süresine ve kuraklığın yoğunluk artışına bağlı olarak, bitkilerin verim kayıplarında anlamlı bir artışa neden olmaktadır [7]. Verim kaybının yanı sıra bitkide fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerinde etkilendiği bilimsel çalışmalar ile ortaya konulmuştur. Bitkilerin kuraklık stresine karşı verdiği tepkiler bitkinin çeşidine, yaşına, büyüme ve gelişme seviyelerine göre değişmektedir [10, 11]. Kuraklık stresine dayanıklı buğday çeşitlerini geliştirmek öncelikli çalışmalar grubunda yer almaktadır [12, 13]. Oksidatif strese maruz kalan bitkilerin hücrelerinde ROT (reaktif oksijen türleri) üretimi artmaktadır. Üretilen ROT, bitkilerin antioksidan savunma enzimleri sayesinde uzaklaştırılmaktadır. Reaktif oksijen türlerinin seviyesi bitkinin uzaklaştırma seviyesinden fazla olduğunda, bitki kendini strese karşı savunamaz. Bu durumda biyolojik membranlardaki lipid peroksidasyonda artış olur ve bitki hücre ölümleri başlar [14]. Başarılı olan bitkiler strese karşı dayanıklı, kendini savunamayan bitkiler ise hassas bitkiler olarak adlandırılır [15]. Kuraklık stresi, hücre biokütlesinin azaltarak kök uzaması, solma, doku ölümü (nekroz) ve yaprak ayasının genişlemesini baskılamaktadır [16]. Baskılanan bitkinin turgor basıncı düşerek dokuda su kıtlığı meydana gelmektedir. Ayrıca bitki hücre bölünmesi ve büyümesini baskılayarak bitki kuru ağırlığının azalmasına neden olabilmektedir [10, 17]. Bitki su kaybına bağlı olarak hücre plazmolize uğramakta ve buna bağlı olarak plazma membran hasarları görülmektedir [18]. Bitkiler, abiyotik stres altından kurtulmak için farklı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkiler geliştirilmeye çalışılmaktadır [19]. Stres sonucunda bitkilerin enzim aktivitesi düşmeye, protein ve DNA-RNA gibi nükleik asitlerin yapısı bozulmaya başlamaktadır. Oksidatif etki sonucunda, kloroplastlarda gerçekleşen ışık ve klorofil değerleri değişkenlik göstermektedir. Toprak su oranı düştüğünde bitki kökleri ile suya ulaşmaya çalışır. Suya ulaşamayan bitki ilk olarak stomalarını kapatarak kendini korumaya çalışmaktadır. Bu durumda fotosentez yavaşlayacağı için bitki CO₂ alımını azalmaya başlayacaktır [20, 11]. Ayrıca kuraklık etkisinin prolin ve SOD içeriğini artırdığı ve buna bağlı olarak bitkilerin strese karşı duyarlı ve dayanıklı olarak ayrıldıkları bildirilmiştir [21].

Dünyadaki sulanan tarım arazilerinin en az % 20'sinin bitki verimliliğini indirgeyerek tuzluluk stresinden olumsuz yönde etkilendiği bildirilmiştir [14]. Tuz stresi bitkilerin gelişim aşaması, çimlenmesi, büyüme ve üreme gibi yaşamsal faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemektedir [22]. Tuz stresine karşı bitkiler, reaktif oksijenlerinin olumsuz etkisini ortadan kaldırabilmek için antioksidan enzimler ile enzimatik olmayan antioksidan aktivitelerinin

artırılması, gen ifadesi, iyon düzenlenmesi ve protein üretiminin artırılması gibi farklı tepkiler ile kendini strese karşı korumaya çalışmaktadır [23]. Tuzluluğun olumsuz etkisini ortadan kaldırmak için bitki büyüme ortamına iyileştirici maddeler verilmeye çalışılmaktadır. Bu uygulamalar organik veya inorganik olabilir. Son zamanlarda doğaya zararı azaltabilecek organik maddeler ile ilgili çalışmalar artmıştır [24]. Kimyasal gübrelerin kullanımı topraktaki humusu azaltarak bitkinin gübre alınımını olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir. Günümüzde tarım arazilerinin humus içeriğini artırabilmek için humik madde kullanımı önem kazanmıştır [25].

Tuzluluk ve kuraklık dünya üzerinde yaygın abiyotik stres koşulları olarak tarımı olumsuz yönde etkilemektedir. İklim değişikliğinin etkisi ile 2050 yıllarında verimli tarım alanlarının yarısından fazlasında tuz konsantrasyonunda yüksek düzeyde artış olması beklenmektedir [26]. Kuraklığın artışı ile toprak tuz oranı doğrusal olarak artmaktadır. Bitki doğada iki abiyotik stres ile aynı anda savaşmaya çalışmaktadır. Bu abiyotik streslere karşı antioksidan enzimler yardımı ile ROT hasarını azaltabilen bitkilere dayanıklı, ROT hasarını püskürtmeyen bitkilere ise hassas bitkiler denilmektedir. Doğada yabancı türlerin bu streslere karşı dayanıklılık gösterdiği bilinmektedir. Dayanıklılık gösteren bitkilerin hassas bitkilere yol göstereceği düşünülmektedir. Meydana gelen bu istenmeyen durum araştırmacıları özellikle tuz ve kuraklık stresine toleranslı tarım bitkilerini elde etmeye yönlendirmiştir.

Kuşburnu (*Rosa canina*) ağacı 1-5 metre uzunluğuna ulaşabilen gövdesi ve dalları dikenli yapıya sahiptir. Antioksidan bakımından zengin olan meyveleri bağışıklık sistemini güçlendirmek ve sindirim sistemi bozuklukları gibi hastalıkların tedavi edilmesi için kullanılmaktadır. Meyveleri C, A, B1, B2, B6, D, E ve K vitaminlerini, karotenoidler ve fenolik bileşikler gibi antioksidan nitelikleri bakımından zengindir. Antioksidan bakımından zengin olan bu bitkinin özütü hassas bitkilerin antioksidan seviyelerini yükseltebilir. Eğer hassas bitkilerin antioksidan savunma enzim seviyelerini yükseltmeyi başarırsa bitki ROT seviyesini normal seviyelere indirebileceği düşünülmektedir.

Kızılcım ana yayılışını Türkiye’de Akdeniz ikliminde yapmaktadır. Kızılcım, bilim alanında araştırması yapılan özel bitkilerdendir [27, 28]. Ayrıca kızılçamlar uzun yaz kuraklığına dayanabilme özelliği gösterebilen bir türdür. Bu özelliği ile bilimsel anlamda kızılçamlara ilgi artmıştır [27]. Orman alanlarının büyük bir bölümü yağış yetersizliği ve kuraklık etkisi altındadır. Ülke genelinde yılın 5-8 ayı kurak ve yarı kurak iklim etkisi altında geçirirken kızılçamlar yaşamlarına devam etmektedir [29]. Kızılcamlar uzun gövde yapısı ve iğne yaprakları ile kuraklık stresini tolere edebilmektedir. Bu bitkinin özütünde yer alan kuraklığa karşı direnç gösteren enzimler bilimsel yöntemler ile çıkarılabilir. Çıkarılan bu özütün hassas bitkilerin antioksidan savunma enzim seviyelerinde anlamlı bir artış gösterebileceği düşünülmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Bitki Materyalleri ve Büyüme Koşulları

Araştırmada bitkisel materyal olarak Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nden temin edilen Bozkır (kuraklığa dayanıklı) ve Ahmetağa (kuraklığa duyarlı) buğday çeşitleri kullanılmıştır. Ekim işleminden önce buğday tohumları % 5’lik sodyum hipoklorit çözeltisi ile 5 dakika karıştırılmıştır. Sonra süzülen tohumlar steril saf su ile 3’er defa 2.5 dakika olacak şekilde yıkanarak sterilizasyon olayı gerçekleştirilmiştir. Steril edilen tohumların çimlenmesi için petri kabı içerisinde bulunan nemli kurutma kağıtlarında 3 gün bekletilmiştir. Çimlenen tohumlar, içerisinde yıkanmış perlit bulunan viyollere ortalama 3’er adet tohum olacak şekilde ekilmişlerdir. Bitki yetiştirme şartlarının sağlandığı bitki büyütme kabininde, 20-24°C sıcaklık ile 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık fotoperiyotta bitkiler yetiştirilmiştir. Yetiştirilen bitkiler % 100 Hoagland besin çözeltisi (bitkinin topraktan alması gereken elementleri içermektedir) ile sulanmıştır [30]. 21 günlük fidelere kuraklık ve tuz stresi ((NaCl (Merck Ma: 58,44) 50 Mm) uygulaması toprağa yapılmıştır. Bu gruplara hazırlanan kızılçım ve kuşburnu çözeltileri el püskürtme yöntemi ile uygulanmıştır. Bitkilere uygulanacak olan kuraklık ve tuz stresi [31] literatür taraması sonucunda belirlenmiştir. Bitkilerin abiyotik stres olan

kuraklık ve tuz stresi altında bitki bağıl su içeriği, spesifik yaprak alanı, alan başına yaprak kütle oranı kök ve gövde uzunluğu belirlenmiştir.

Kontrol	Kuraklık	Tuz (50mM)	Kuraklık + Tuz (50mM)
			
Çam (A)	Kuraklık +A	Tuz (50mM) +A	Kuraklık + Tuz (50mM)+ A
			
Kuşburnu (B)	Kuraklık + B	Tuz (50mM) +B	Kuraklık + Tuz (50mM)+ B
			

Şekil 2: Bozkır ve Ahmetağa çeşitlerinin uygulama deseni

2.2 Bitki Ölçüm ve Analiz Yöntemleri

2.2.1 Kızılçam ve Kuşburnu Ekstraktının Hazırlanması

21 günlük buğday fideleri kuraklık stresi altında kuşburnu meyvesinin ekstraktı ve kızılçam ekstraktı uygulaması yapılmıştır. Uygulamalar her bitkiye 10 ml olacak şekilde el püskürtücüsü yardımı ile bitkilere ayrı ayrı uygulanmıştır. Hazırlanan ekstratlar % 20 lik çözelti haline getirilerek uygulanmıştır. Ekstratlar hazırlanırken kızılçam yaprakları DMSO (Dimetil sülfoksit) çözeltisi içerisinde çözdürüldü. Elde edilen özden 5 g alınarak 25 ml saf su ile havanda soğuk ortamda çözdürüldü. Elde edilen ekstrakt filtre kağıdından geçirilerek, elde edilen özütten 20 ml alınıp 80 ml saf su eklenerek % 20 çözelti hazırlanmıştır. Aynı yöntem kuşburnu meyveleri içinde uygulanmıştır. Hazırlanan çözeltiler % 20'lik olup uygulama gruplarına ayrı ayrı uygulanmıştır.

2.2.2 Kök-Gövde Uzunluğu

Bitkilerin kök kısımları ve kök-gövde arasındaki uzunluk (cm) cetvel yardımıyla ölçülerek gelişimleri incelenmiştir.

2.2.3 Bağıl Su İçeriği

Yaş ağırlık ölçümü için bitki fidelerinin aynı yaprakları alınarak yaş ağırlıkları ölçüldü. Daha sonra aynı bitki filtre kağıtlarının arasına konularak saf su bulunan kap içerisinde 4 saat bekletildi. Saf su ortamında bekleyen yaprakların turgor ağırlıkları ölçüldü. Bu işlemin ardından yapraklar etüvde 70 °C'de 24 saat bekletildikten sonra kuru ağırlıkları saptanmıştır. Bu değerler formüle uygulanarak bağıl su içerikleri hesaplanmıştır [32].

$$BSİ = ((\text{Yaş Ağırlık} - \text{Kuru Ağırlık}) / (\text{Turgit Ağırlık} - \text{Kuru Ağırlık})) * 100$$

2.2.4 Spesifik Yaprak Alanı (SYA) ve YKO: Yaprak Kütle Oranı

Kontrol ve uygulama gruplarından diğer analizler için seçilen aynı yaprakların fotoğrafları çekildi. Bu fotoğraflar Image J programı yardımı ile yaprakların alanları hesaplandı. Bundan sonra örnekler 70°C

deki etüvde 24 saat kurutuldu ve kuru ağırlıkları tartıldı. Tartım sonuçları aşağıdaki formüllere uygulanarak SYA ve YKO sonuçları elde edilmiştir.

$$\text{SYA} = \text{Kuru ağırlık (mg)} / \text{Alan (cm}^2\text{)}$$

$$\text{YKO} = \text{Kuru ağırlık (g)} / \text{Alan(m}^2\text{)}$$

2.2.5 İstatiksel Analizler

Araştırmada kök uzunluğu değişimi (cm), gövde uzunluğu (cm), bağıl su içeriği, spesifik yaprak alanı (SYA) ve yaprak kütle oranına (YKO) ait bütün veriler her grup için 3 tekrarlı yapıлып ortalamaları alınarak varyans analizi ile (SPSS ANOVA) test edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Kök Uzunluğu

Kuraklığa dayanıklı Bozkır çeşidinin kontrole kıyasla kuraklık stresi altında kök uzunluğunun % 7, tuz stresi altında % 10, kuraklık+tuz stresi altında % 8, kuşburnu+kuraklık+tuz stresi altında % 18, kızılçam+kuraklık %16, Kızılçam+tuz stresi % 23, Kızılçam+kuraklık+tuz stresinde % 58, kuşburnu+kuraklık stresi altında %12, kuşburnu+ tuz stresi altında % 23 kökte azalış tespit edilmiştir.

Kuraklığa duyarlı Ahmetağa çeşidinin kontrole kıyasla kuraklık stresi altında % 31, tuz stresi % 27, Kızılçam+kuraklık % 7, kuşburnu+tuz % 3, kuşburnu+kuraklık+tuz stresi % 4 artış, kuraklık+tuz stresinde %4, Kızılçam % 45, Kızılçam +kuraklık %45, kızılçam+kuraklık+tuz % 49, kuşburnu % 25, kuşburnu+kuraklık % 48 kök de azalış tespit edilmiştir. Bitkiler ihtiyaç duyduğu suyu kök bölgesinden alamadığı zaman strese girmemek için su kaybını azaltmaya ya da su bulmak için köklerini uzatmaya başlayarak stresi uzaklaştırmaya çalışmaktadır [33]. Kuraklık stresi altında Konya 2002 (hassas) buğday çeşidinin kök uzunluğu % 59 artış göstermiştir [34].

3.2 Gövde Uzunlukları

Bozkır çeşidinin kontrole kıyasla kuraklık stresi altında % 16, tuz stresi %17 ve kuraklık+tuz stresi altında % 16 oranında gövde uzunluğunda azalış tespit edilmiştir. Ahmetağa çeşidinde ise, kuraklık stresi altında % 42, tuz stresi altında % 28 ve kuraklık+tuz stresi altında %39 oranında gövde uzunluğunda azalış tespit edilmiştir. Yapılan bitkisel uygulama sonucunda gövde uzunluklarında artış tespit edilmiştir. Kavun ve domates bitkisinde kuraklık stresi altında stresin etkisiyle ana gövde çapı ve gövdesin de kısıtlama tespit edilmiştir [35]. Bitkiler su kıtlığı stresi altında yapraklarından kaybettiği suyu telafi edemez ise yaprak alanında ve gövde uzamasında yavaşlama meydana gelebilir [36]. Kuraklık stresi altında Konya 2002 (hassas) buğday çeşidinin gövde uzunluğunda % 38 azalış göstermiştir [34].

3.3 Bağıl Su İçeriği

Bozkır çeşidinin kontrole kıyasla kuraklık stresi % 9, tuz stresinde % 39, kuraklık+tuz stresinde % 29 oranında bağıl su içeriğinde azalış tespit edilmiştir. Duyarlı olarak bilinen Ahmetağa çeşidinin kontrole kıyasla kuraklık stresinde % 60, tuz stresinde % 39, kuraklık+tuz stresinde % 64 azalış tespit edilmiştir. Kızılçam özütü ve kuşburnu özütü özütleri uygulandığında anlamlı bağıl su içeriği artışları gözlenmiştir. Sonuç olarak yapılan uygulamaların stres koşulları altında dayanıklı ve hassas iki çeşidin bağıl su içeriklerinde anlamlı bir artışa sebep olmuştur. Hassas olarak bilinen Ahmet ağa çeşidinin de kuraklık

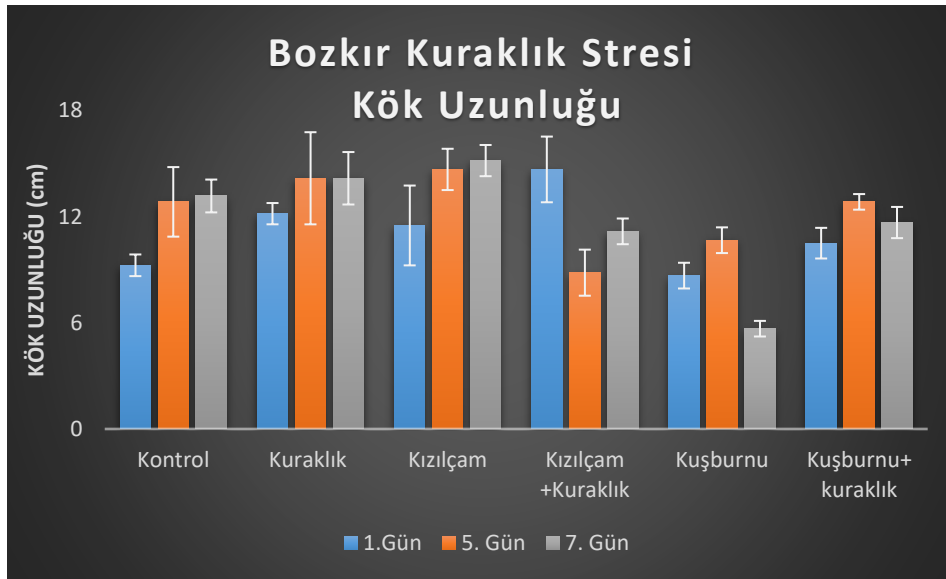
stresini yapılan bitkisel uygulama uzaklaştırmıştır. Kuraklık stresinin uzaması bitki yaprak su oranının düşmesiyle yaprak sıcaklığının artmasına bağlı olarak membran sistemlerinin zarar görmesiyle hücre ölümleri meydana gelebilir [7]. Bakla bitkisinin bağıl su içeriği su kıtlığı sonucunda anlamlı bir azalış tespit edilmiştir [37]. Kuraklık stresi altında Konya 2002 (hassas) buğday çeşidinin bağıl su içeriğinde % 82 azalış olduğu bildirilmiştir [34].

3.4 Spesifik Yaprak Alanı

Bozkır çeşidinin kontrole kıyasla kuraklık stresi altında % 42, tuz stresi altında % 62 ve kuraklık+tuz stresi altında % 55 oranında yaprak alanında azalış tespit edilmiştir. Ahmetağa çeşidinde ise, kuraklık stresi altında % 51, tuz stresi altında % 63 ve kuraklık+tuz stresi altında % 52 yaprak alanında azalış tespit edilmiştir. Eucalyptus türlerinde yapılan çalışmada SYA değerlerinin su kıtlığında azaldığı, kuraklık yaşanmayan dönemde ise arttığı bildirilmiştir [38].

3.5 Yaprak Kütle Oranı (YKO)

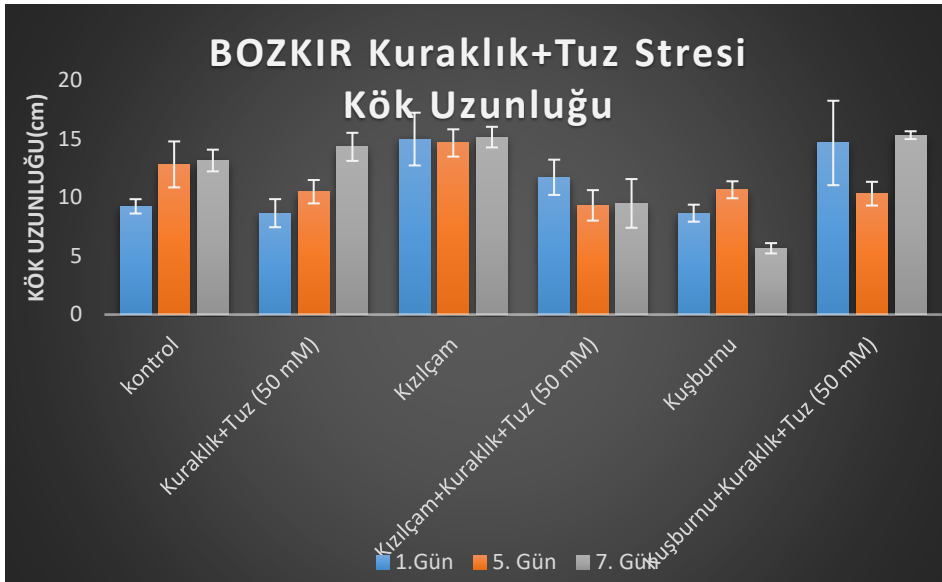
Bozkır çeşidinin kontrole kıyasla kuraklık stresi altında % 64, tuz stresi altında % 117 ve kuraklık+tuz stresi altında % 91 oranında artış tespit edilmiştir. Ahmetağa çeşidinde ise, kuraklık stresi altında %64, tuz stresi altında % 117 ve kuraklık+tuz stresi altında % 70 oranında artış tespit edilmiştir. Birim yaprak alanına düşen kütle (YKO) miktarı, fotosentez ve solunumla güçlü korelasyonlar sağlar. Yaprakta yüksek YKO oranının sonucu olarak düşük besin elementi ve karbondioksit bağlama kapasitesinde azalış meydana gelebilir [39]. Yapılan birçok araştırma incelendiğinde yüksek YKO düzeyine sahip türlerin genellikle düşük yağış alan, yüksek sıcaklığa ve güneş radyasyonuna sahip alanlarda yayılış gösterdiği tespit edilmiştir [40]. Birim yaprak alanına düşen kütle (YKO) ve kuru madde konsantrasyonu değerlerinde görülen artışın kuraklık stresindeki artış ile doğru orantılı olduğu tespit edilmiştir [1, 41, 42].



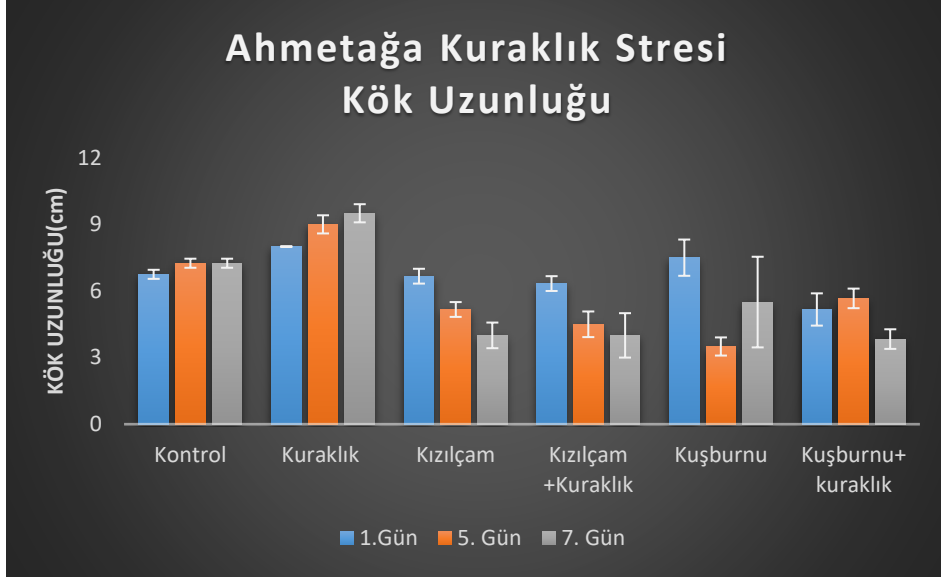
Şekil 3: Bozkır çeşidinin kuraklık stresi altında kök uzunluğunun 1., 5. ve 7. gün değişimleri



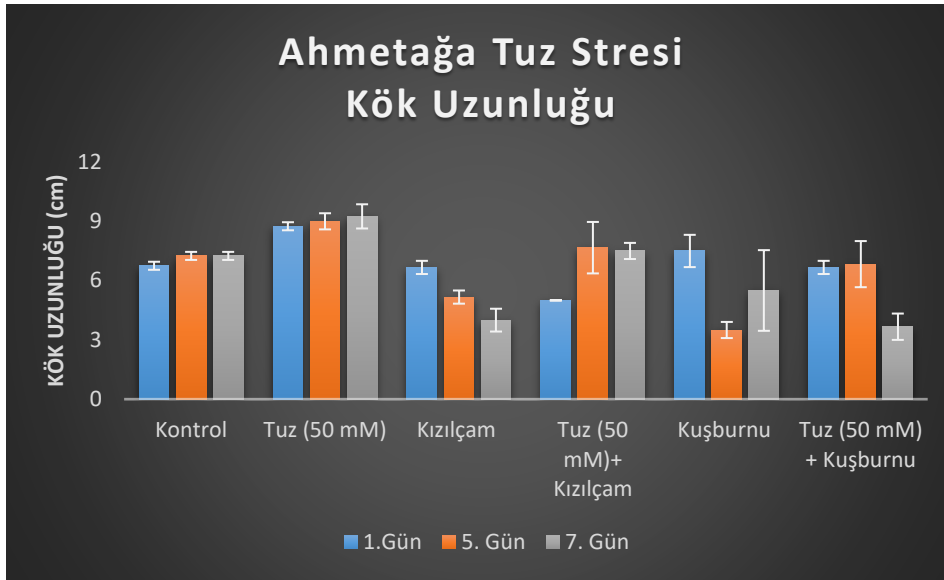
Şekil 4: Bozkır çeşidinin tuz stresi altında kök uzunluğunun 1., 5. ve 7. gün değişimleri



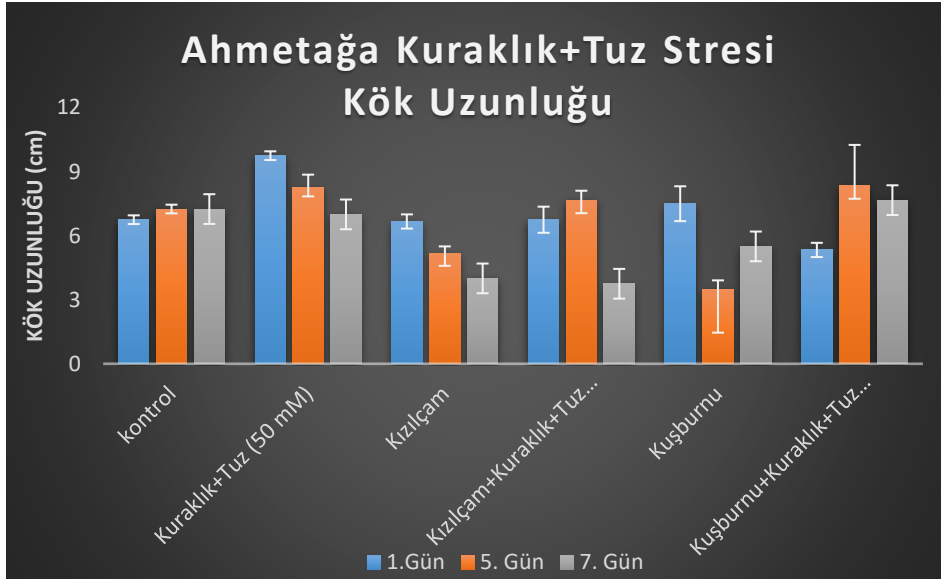
Şekil 5: Bozkır çeşidinin kuraklık+tuz stresi altında kök uzunluğunun 1., 5. ve 7. gün değişimleri



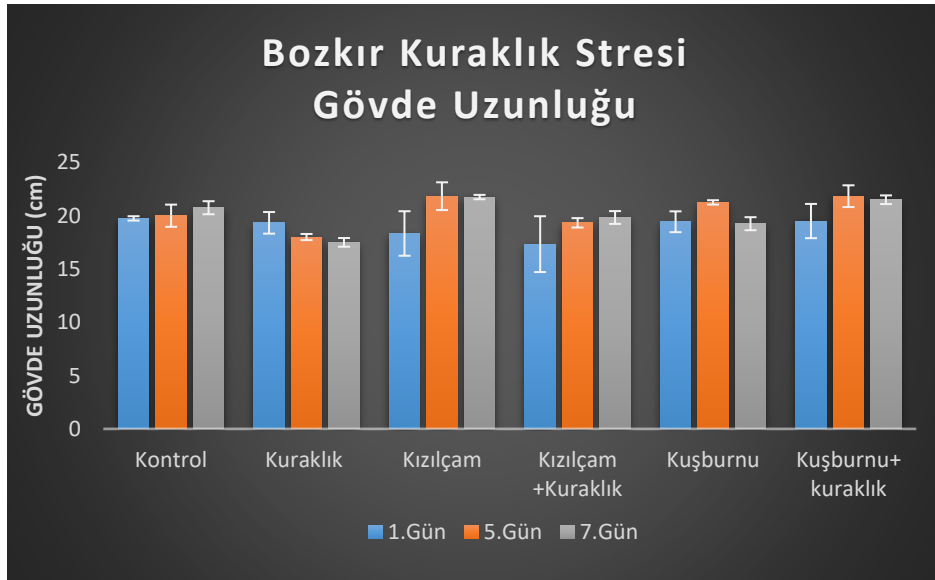
Şekil 6: Ahmetağa çeşidinin kuraklık stresi altında kök uzunluğunun 1., 5. ve 7. gün değişimleri



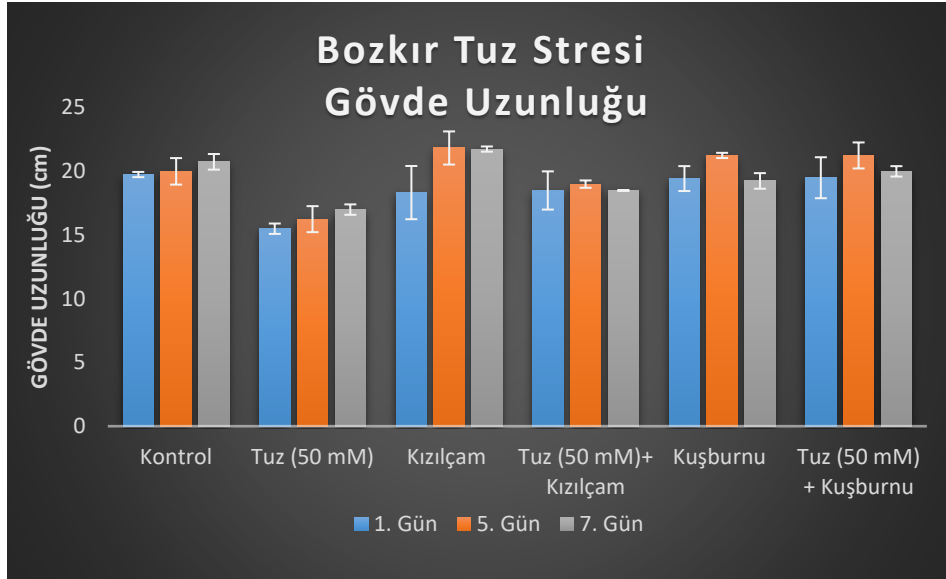
Şekil 7: Ahmetağa çeşidinin tuz stresi altında kök uzunluğunun 1., 5. ve 7. gün değişimleri



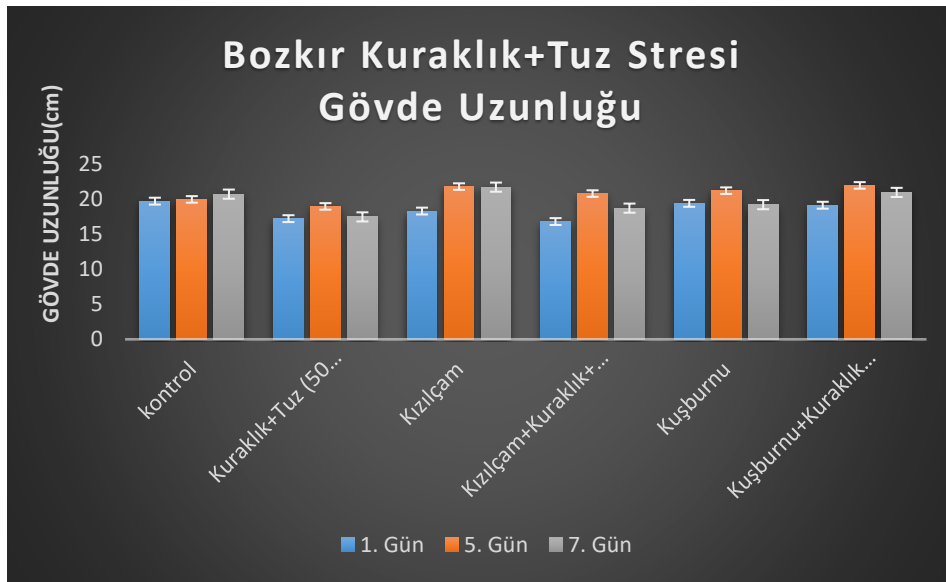
Şekil 8: Ahmetağa çeşidinin kuraklık+tuz stresi altında kök uzunluğunun 1., 5. ve 7. gün değişimleri



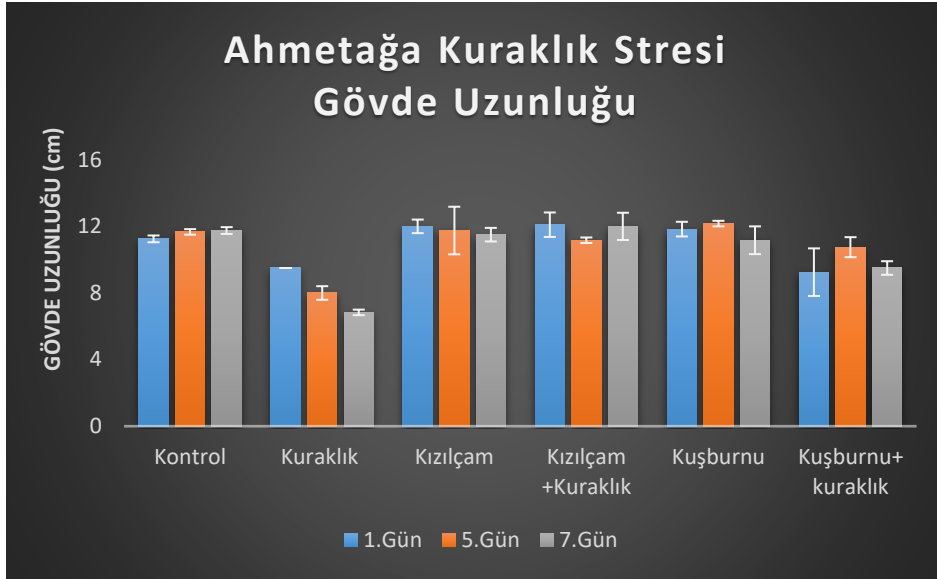
Şekil 9: Bozkır çeşidinin kuraklık stresi altında gövde uzunluğunun 1., 5. ve 7. gün değişimleri



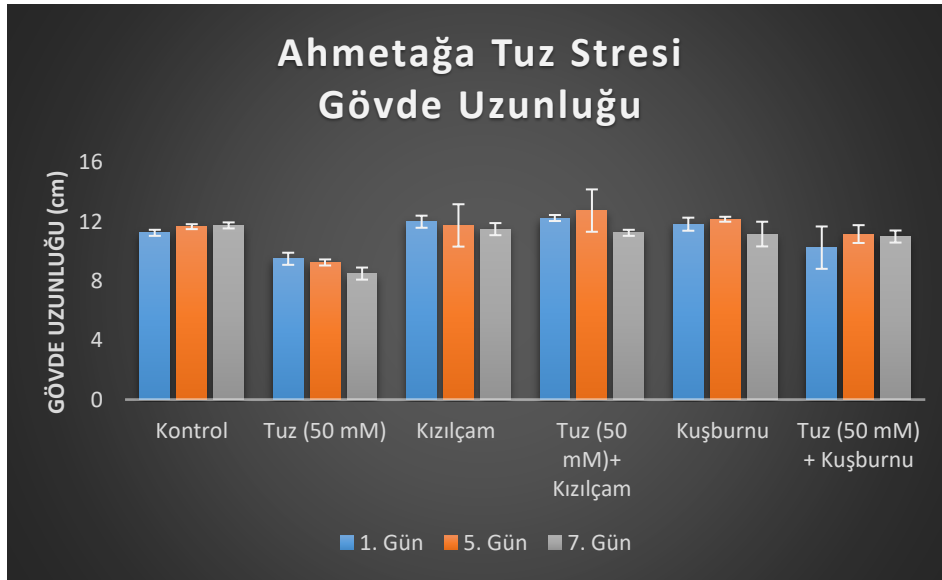
Şekil 10: Bozkır çeşidinin tuz stresi altında gövde uzunluğunun 1., 5. ve 7. gün değişimleri



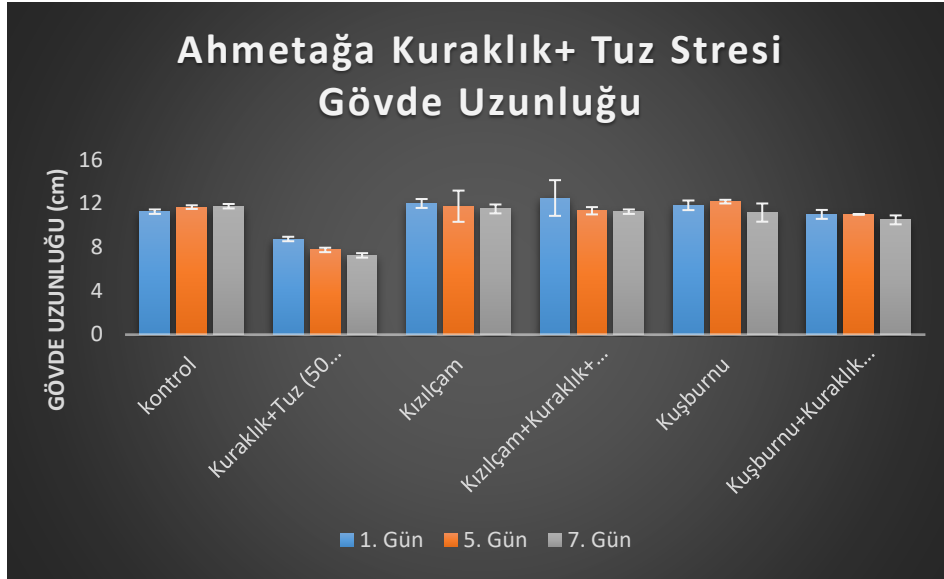
Şekil 11: Bozkır çeşidinin kuraklık+tuz stresi altında gövde uzunluğunun 1., 5. ve 7. gün değişimleri



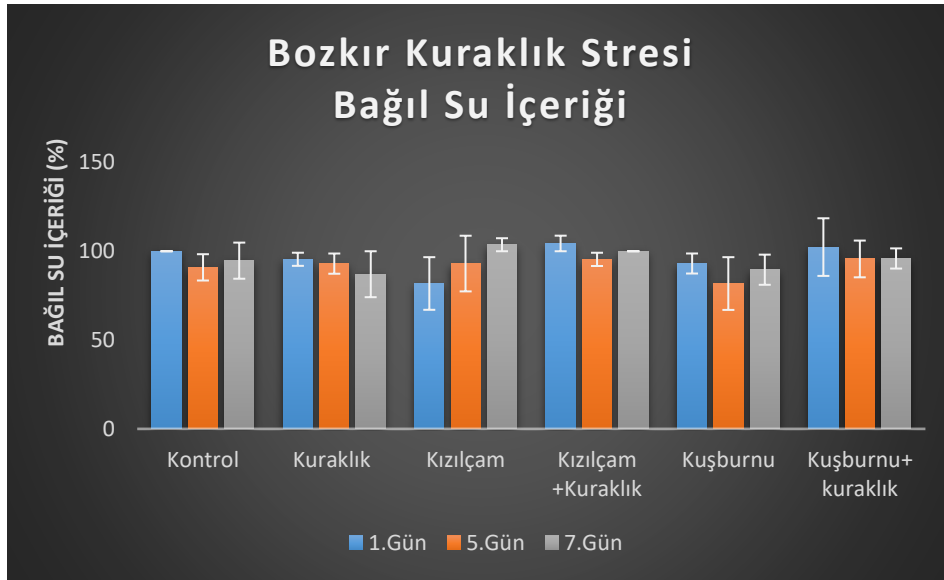
Şekil 12: Ahmetağa çeşidinin kuraklık stresi altında gövde uzunluğunun 1., 5. ve 7. gün değişimleri



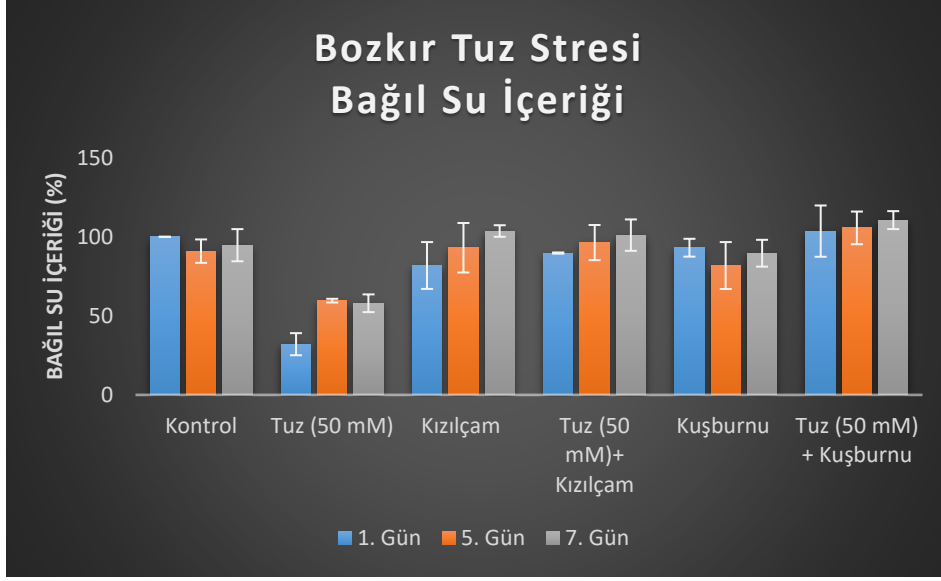
Şekil 13: Ahmetağa çeşidinin tuz stresi altında gövde uzunluğunun 1., 5. ve 7. gün değişimleri



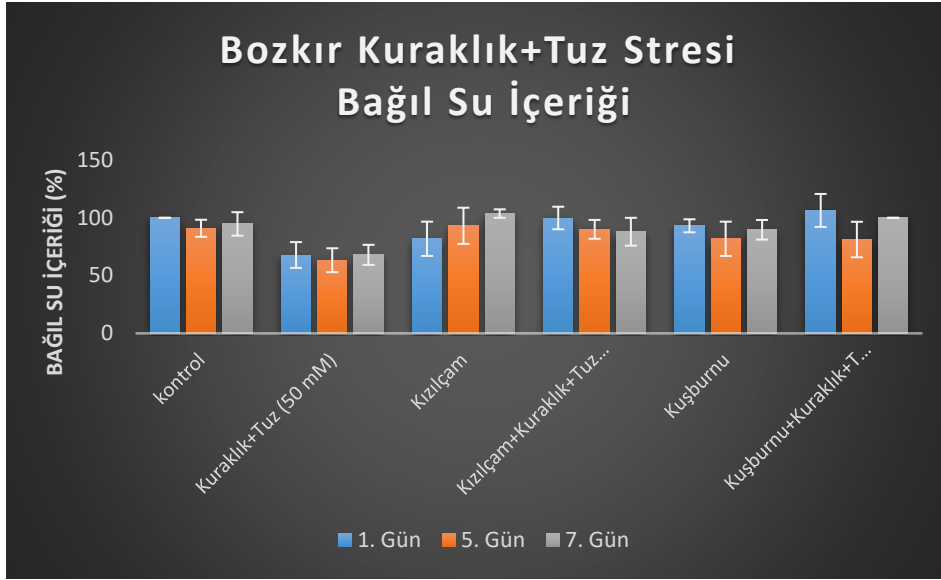
Şekil 14: Ahmetağa çeşidinin kuraklık+tuz stresi altında gövde uzunluğunun 1., 5. ve 7. gün değişimleri



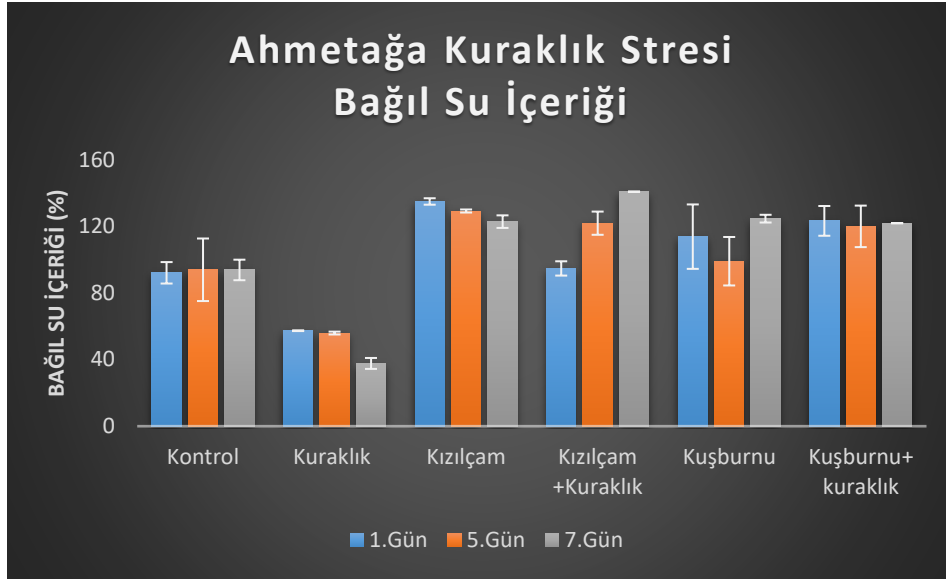
Şekil 15: Bozkır çeşidinin kuraklık stresi altında bağıl su içeriği 1., 5. ve 7. gün değişimleri



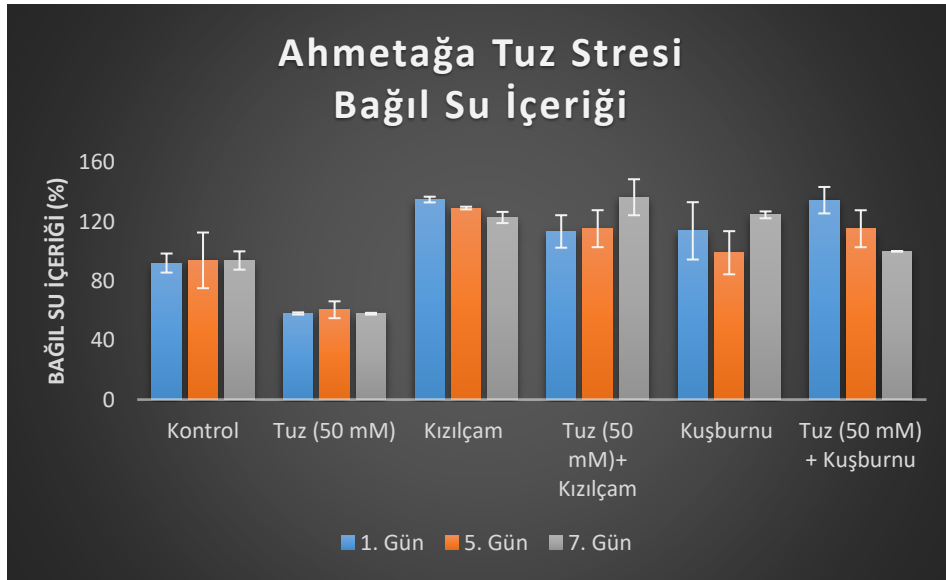
Şekil 16: Bozkır çeşidinin tuz stresi altında bağlı su içeriği 1., 5. ve 7. gün değişimleri



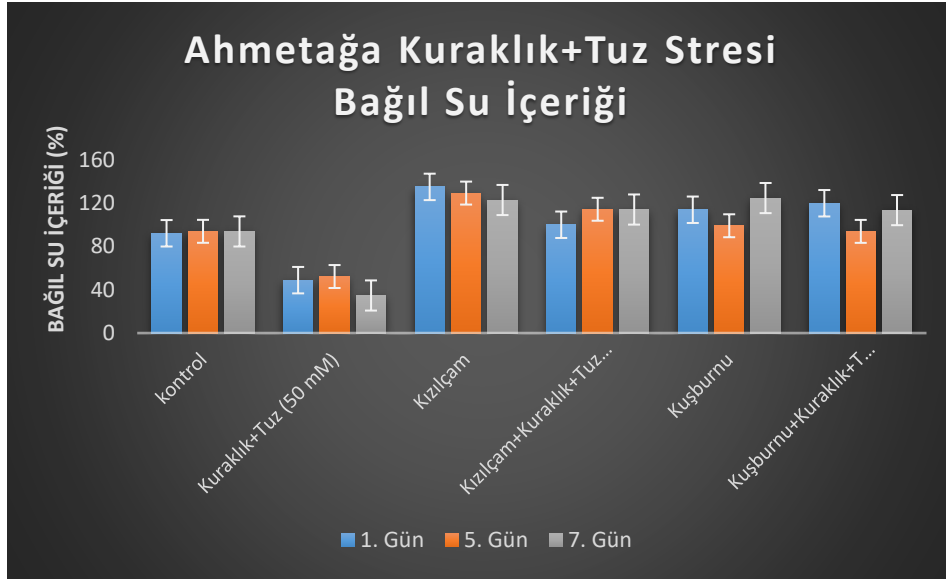
Şekil 17: Bozkır çeşidinin kuraklık+tuz stresi altında bağlı su içeriği 1., 5. ve 7. gün değişimleri



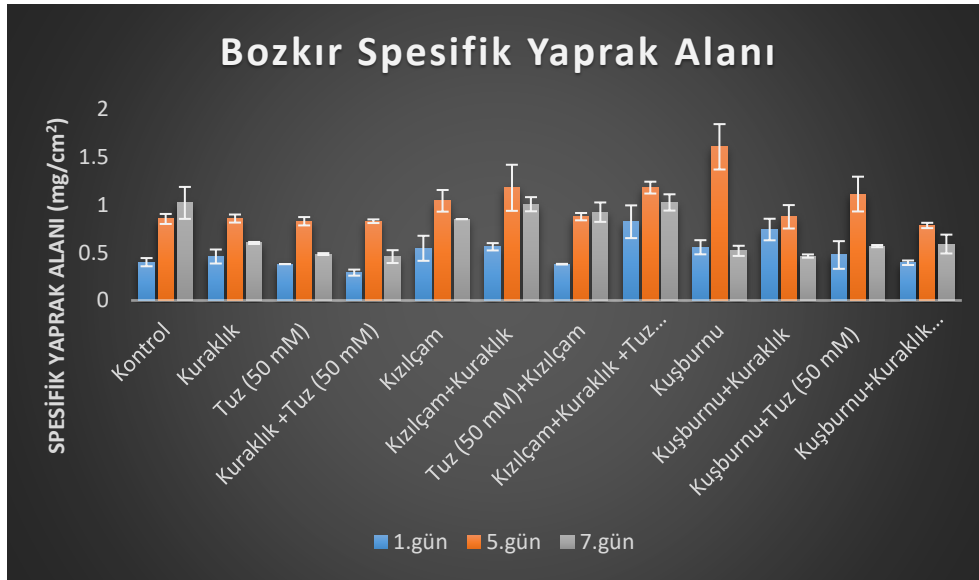
Şekil 18: Ahmetağa çeşidinin kuraklık stresi altında bağlı su içeriği 1., 5. ve 7. gün değişimleri



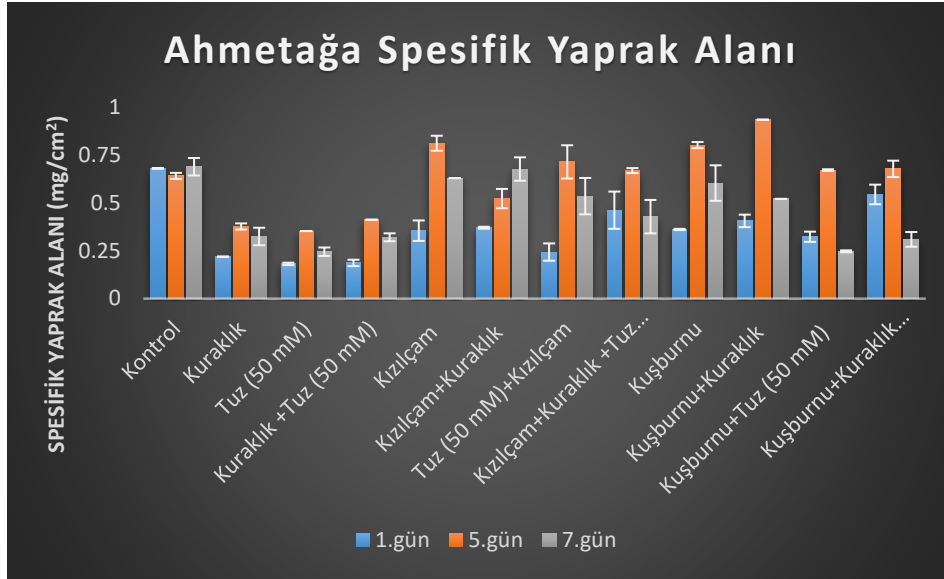
Şekil 19: Ahmetağa çeşidinin tuz stresi altında bağlı su içeriği 1., 5. ve 7. gün değişimleri



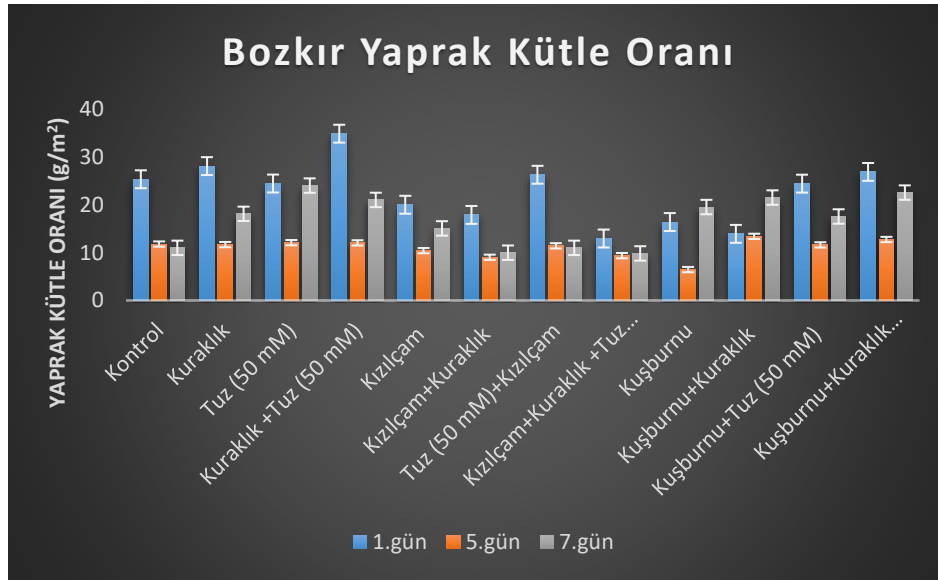
Şekil 20: Ahmetağa çeşidinin kuraklık+tuz stresi altında bağlı su içeriği 1., 5. ve 7. gün değişimleri



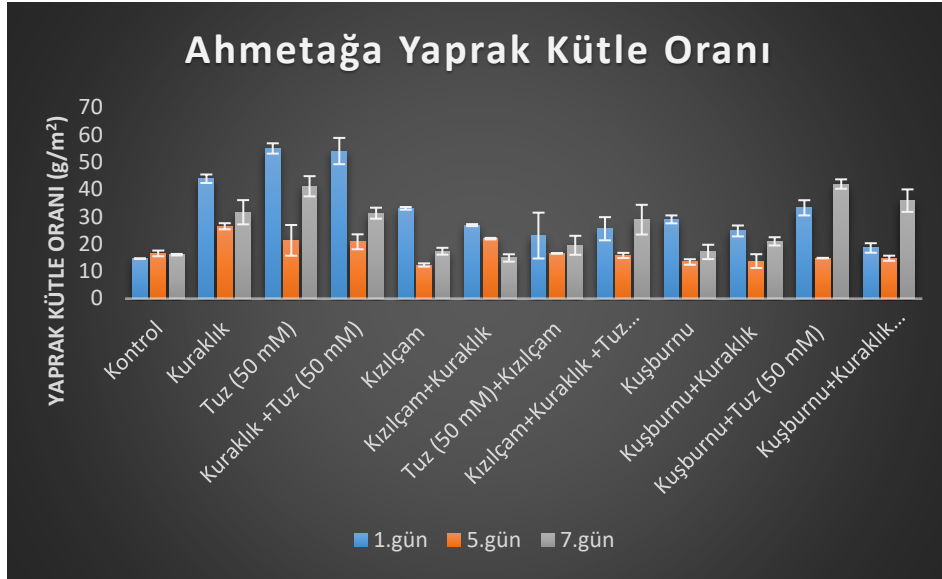
Şekil 21: Bozkır çeşidinin spesifik yaprak alanlarının 1., 5. ve 7. gündeki değişimleri



Şekil 22: Ahmetağa çeşidinin spesifik yaprak alanlarının 1., 5. ve 7. gündeki değişimleri



Şekil 23: Bozkır çeşidinin alan başına yaprak kütle oranının 1., 5. ve 7. gündeki değişimleri



Şekil 24: Ahmetağa çeşidinin alan başına yaprak kütle oranının 1., 5. ve 7. gündeki değişimleri

4. Sonuç ve Öneriler

Kuraklık stresi tüm dünyada tarımsal üretimi olumsuz etkilemektedir. Bu tehdit son yıllarda daha hızlı artmaktadır. Bitkiler kuraklık stresi altında kendini korumak için farklı metabolik ve fizyolojik tepkiler verir. Kuraklığa dayanıklı olarak bilinen Bozkır çeşidinde kök uzunluğu kuraklık ve tuz stresleri altında % 7 ile % 10 arasında azalış tespit edilmiştir. Ancak kuraklığa duyarlı olarak bilinen Ahmetağa çeşidinde ise % 27 ile % 31 arasında kök uzunluğunda artış görülmüştür. Her iki buğday çeşidinde de bitkisel çözeltiler kök uzamasında iyileştirme yapmıştır. Bozkır çeşidinde kuraklık ve tuz stresleri altında gövde uzunluğunda % 16-17, Ahmetağa çeşidinde ise % 28-42 oranlarında azalış tespit edilmiştir. Bu azalış duyarlı bitki olan Ahmetağa çeşidinde kayıp daha fazla yaşanmıştır. Kuraklık ve tuz stresleri altında Bozkır çeşidinde % 9-39 ve Ahmetağa çeşidinde % 39-64 oranında bağıl su içeriklerinde azalışlar tespit edilmiştir. Bozkır çeşidinde spesifik yaprak alanında % 42-62, Ahmetağa çeşidinde ise % 51-63 oranında azalış tespit edilmiştir. Yaprak kütle oranı (YKO) Bozkır ve Ahmetağa çeşitlerinde % 64-117 oranında artış tespit edilmiştir.

Kuraklık ve tuzluluk gibi doğada birlikte karşılaşılan abiyotik streslere karşı buğday bitkisinde spesifik yaprak alanı, bağıl su içeriği ve gövde uzunluğunda azalma tespit edilmiştir. Ayrıca alan başına yaprak kütle oranı ve kök uzunluğunda artış görülmektedir. Bu sonuçlara göre Ahmetağa çeşidinin abiyotik streslere karşı hassas olduğu tekrardan tespit edilmiştir. Kuraklık stresine duyarlı olarak bilinen Ahmetağa çeşidinin bitkisel çözeltiler uygulaması sonucunda ise strese karşı kendini koruduğu tespit edilmiştir. Elde edilen özütlerin hassas bitki üzerinde olumlu etki yarattığı tespit edilmiştir. Bu korumanın Ahmetağa çeşidinde daha belirgin olması Bozkır çeşidinin daha yüksek stres eşiğine ve daha yüksek antioksidan savunma enzim yanıtına sahip olduğunu işaret ediyor olabilir. Bitkisel çözeltilerin kuraklık stresi yaşayan tarım arazilerinin bitki ekimine açılmasını sağlayabileceği düşünülmektedir.

5. Beyanname

5.1 Teşekkür

Araştırma sürecince yardımlarından dolayı Tuğba Çelik Çobanoğlu'na teşekkür ederim.

5.2 Rakip Çıkarlar

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

5.3 Yazarların Katkıları

Çalışmanın kurgulanması, yapılması ve makalenin yazılması sorumlu yazar tarafından gerçekleştirilmiştir.

Kaynakça

- [1] Castro-Diez P, Villar-Salvador P, Pérez-Rontomé C, MaestroMartínez M & Montserrat-Martí G. (1997). Leaf Morphology and Leaf Chemical Composition in Three Quercus (*Fagaceae*) Species Along A Rainfall Gradient In NE Spain. *Trees*, 11: 127- 134.
- [2] USDA, <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery> (Erişim: 30.06.2021)
- [3] Ziegler, J. U., Leitenberger, M., Longin, C. F. H., Würschum, T., Carle, R. & Schweiggert, R. M. (2016). Near-Infrared Reflectance Spectroscopy For The Rapid Discrimination of Kernels and Flours of Different Wheat Species, *Journal of Food Composition and Analysis*, 51, 30-36.
- [4] Fujita Y, Yoshida T & Yamaguchi-Shinozaki K. (2013). Pivotal Role of the AREB/ABF-SnRK2 Pathway In ABRE-Mediated Transcription in Response To Osmotic Stress in Plants. *Physiologia Plantarum*, 147: 15-27.
- [5] Apel K., ve Hirt H. (2004), “Reactive Oxygen Species: Metabolism, Oxidative Stress, and Signal Transduction,” *Annu. Rev. Plant Biol.*, 55, 373–99.
- [6] Munns, R. & Tester M. (2008). Mechanisms of Salinity Tolerance. *The Annual Review of Plant Biology*, 59, 651-681. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>.
- [7] Farooq M., Hussain M. & Siddique K. H. M. (2014). Drought Stress in Wheat During Flowering and Grain-Filling Periods. *Critical Reviews in Plant Sci* 33, 331–349. <https://ipfs.io/ipfs/QmT5NvUtoM5nWFfrQdVrFtvGfKfM7GAHE8P34isapyhCxX/wiki/Bu%C4%9Fday.html> from www.fao.org. worldfood situation/csd/en/.
- [8] Thomashow, M. F. (1998). Role of Cold-Responsive Genes in Plant Freezing Tolerance. *Plant Physiology*, 118(1): 1-8.
- [9] Öktem, A. U. ve Aksoy, A. (2014). Türkiye'nin Su Riskleri Raporu. *Osfet Yapımevi*. 51 sayfa. ISBN: 978-605-86596-7-4.
- [10] Dolferus R., Ji X. & Richards R. A. (2011). Abiotic Stress and Control of Grain Number in Cereals. *Plant Science* 181, 331–341.
- [11] Kutlu İ. (2010). Tahıllarda Kuraklık Stresi. *Türk Bilimsel Derlemeler Derg.*, (1), 35-41.
- [12] Cattivelli L., Rizza F. & Badeck F. W. (2008). Drought Tolerance Improvement in Crop Plants: An Integrated View From Breeding To Genomics. *Field Crops Research* 105, 1–14.
- [13] Mwadingeni L., Shimelis H., Dube E., Laing M. D. & Tsilo T. J. (2016). Breeding Wheat For Drought Tolerance: Progress and Technologies. *Journal of Integrative Agriculture* 15, 935–943.
- [14] Sharma, P., Jha, A. B., Dubey, R. S. & Pessarakli, M. (2012). Reactive Oxygen Species, Oxidative Damage, and Antioxidative Defense Mechanism in Plants Under Stressful Conditions. *Journal of Botany*, 2012.

- [15] Foyer, C.H. & Noctor, G. (2005). Redox Homeostasis and Antioxidant Signaling: A Metabolic Link Between Stress Perception and Physiological Responses. *The Plant Cell*, 17(7); 1866-1875.
- [16] Andersen F. A., (2007). Final Report on the Safety Assessment of *Aloe andongensis* Extract, *Aloe andongensis* Leaf Juice, *Aloe arborescens* Leaf Extract, *Aloe 50 Arborescens* Leaf Juice, *Aloe arborescens* Leaf Protoplasts, *Aloe barbadensis* Flower Extract, *Aloe barbadensis* Leaf, *Aloe barbadensis* Leaf Extract, *Aloe barbadensis* Leaf Juice, *Aloe barbadensis* Leaf Polysaccharides, *Aloe barbadensis* Leaf Water, *Aloe ferox* Leaf Extract, *Aloe ferox* Leaf Juice, and *Aloe ferox* Leaf Juice Extract. *International Journal of Toxicology*, 26(Suppl. 2):1-50.
- [17] Steponkus, P. L., Uemura, M. & Webb, M. S. (1993). A Contrast of The Cryostability of The Plasma Membrane of Winter Rye and Spring Oat—Two Species That Widely Differ in Their Freezing Tolerance and Plasma Membrane Lipid Composition. in: Advances in Low-Temperature Biology, Vol. 2, Steponkus, P. L. (ed.). *JAI Press, London*. 2; 211-312.
- [18] Marcińska I., Czyczyło-Mysza I., Skrzypek E., Filek M., Grzesiak S., Grzesiak M. T., Janowiak F., Hura T., Dziurka M., Dziurka K., Nowakowska A. & Quarrie S. A., (2013). Impact of Osmotic Stress on Physiological and Biochemical Characteristics In Drought-Susceptible and Drought-Resistant Wheat Genotypes. *Acta Physiol Plant*, 35: 451-461.
- [19] Eriş A. (1990). Bahçe Bitkileri Fizyolojisi. U.Ü.Z.F. Yay.Ders Notları No: 11, Bursa.
- [20] Haklı, E., (2008). *Alternatif Sıcaklığın Su Stresi Altındaki Mercimek (Lens culinaris Medik.) Çeşitlerinin Çimlenme ve Bazı Fizyolojik Parametreleri Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Türkiye.
- [21] Babu, M.A., Singh, D. & Gothandam, K. M. (2012). The Effect of Salinity on Growth, Hormones and Mineral Elements in Leaf and Fruit of Tomato Cultivar Pkm1. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 22(1): 159-164.
- [22] Yılmaz, M., Kaplan, A. ve Vermez, Y. (2013). Kızılcıam (*Pinus brutia* Ten.)'ın Üç Uç Populasyonuna Ait Bazı Tohum Özellikleri. *KSÜ. Doğa Bilimleri Dergisi*, 16, 55-61.
- [23] Korkmaz, F. ve Yanar, Y. (2015). *Tokat İlinde Kabakgil Üretim Alanlarında Enfeksiyon Oluşturan Virüslerin Belirlenmesi*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tokat.
- [24] Çelik, C. (2010). *Zeytin Karasuyundan Hümik Asit ve Fulvik Asitlerin (Fa) Eldesi ve Karakterizasyonu*. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana, 50s.
- [25] Wang, W., Vinour, B. & Altman, A., (2003), Plant Responses to Drought, Salinity and Extreme Temperatures: Towards Genetic Engineering For Stress Tolerance, *Planta*, 218, 1-14.
- [26] Boydak, M., Dirik, H. ve Çalikoğlu, M., (2006), Kızılcıamın (*Pinus brutia* Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü, Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları İle Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı, Ankara, 975-93943-4-0, 364 s.
- [27] Amr A. H. R. & Ghaffar M. S. A., (2010). The Economic Impact of Sugar Beet Cultivation in New Lands (Study of Al-Salam Canal Area Status). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(7), 1641- 1649.
- [28] Dirik, H., (1994a), Üç Yerli Çam Türünün (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe, *Pinus pinea* L.) Kurak Peryottaki Transpirasyon Tutumlarının Ekofizyolojik Analizi, İ.Ü. *Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 44, Sayı 1, s. 111 – 121.
- [29] Stewart, W., N. & Rothwell, G. W. (1983). Paleobotany and the Evolution of Plants. Cambridge University Press. *Vermicompost., part B: verms and Vermicomposting*, pp1-7.
- [30] Çiçek, S., Kilercioğlu, B., Doğan, R. ve Budaklı Çarpıcı, E. (2018). Bazı İleri Makarnalık Buğday (*Triticum turgidum* var. durum L.) Genotiplerinin Çimlenme Döneminde Tuz Stresine Tepkileri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2), 19-29. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/bursauludagziraat/issue/40721/480381>.

- [31] Smart, R. E., & Bingham, G. E. (1974). Rapid Estimates of Relative Water Content. *Plant physiology*, 53(2):258-260.
- [32] Bray, E. (1997). Plant Responses to Water Deficit. *Trends in Plant Science*, 2: 48-54.
- [33] Çobanoğlu, M. S. (2022). Bazı Buğday Çeşitlerinde Kuraklık Stresinin Önlenmesinde Kullanılabilecek Farklı Yöntemler. *Muş Alparslan University Journal of Agriculture and Nature*, 2(2) , 83-91 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/maujan/issue/70204/1158416>.
- [34] Gallardo, C. S., Gonzalez, J. A., Diz-Bengochoea, M., Castro, M.G., Rodriguez, LA. & Bengochea, M.D. (2000). Hand-Made Ice Cream: Microbiological Profiles in A HACCP System. *Alimentaria*. 37, 318, 19-24.
- [35] Öztürk, N. Z. (2015). Bitkilerin Kuraklık Stresine Tepkilerinde Bilinenler ve Yeni Yaklaşımlar. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(5): 307-315.
- [36] Sepanlo N, Talebi R, Rokhzadi A & Mohammadi H. (2014). Morphological and Physiological Behavior in Soybean (*Glycine max*) Genotypes to Drought Stress Implemented At Pre- and Post-Anthesis Stages. *Acta Biologica Szegediensis*, 58(2):109-113.
- [37] Nouvellon Y, Laclau J. P., Epron D, Kinana A, Mabiala A, Roupsard O, Bonnefond J. M., le Maire G, Marsden C, Bontemps JD & Saint-Andre L (2010). Within-Stand and Seasonal Variations of Specific Leaf Area in a Clonal Eucalyptus Plantation in the Republic of Congo. *Forest Ecology and Management* 259: 1796-1807.
- [38] Poorter H, Niinemets Ü, Poorter L, Wright IJ & Villar R. (2009). Causes And Consequences of Variation in Leaf Mass Per Area (LMA): a meta-analysis. *New Phytol*, 182: 565-588.
- [39] De la Riva EG, Olmo M, Poorter H, Ubers JL & Villar R. (2016). Leaf Mass Per Area (Lma) and its Relationship With Leaf Structure and Anatomy in 34 Mediterranean Woody Species Along a Water Availability Gradient. *PLoS ONE*, 11: e0148788. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148788>.
- [40] Bussotti F, Prancrazi M, Matteucci G & Gerosa G. (2005). Leaf Morphology and Chemistry in *Fagus sylvatica* (beech) Trees as Affected by Site Factors and Ozone: Results from CONECOFOR Permanent Monitoring Plots in Italy. *Tree Physiol*, 25: 211-219.
- [41] Bruschi P, Grossoni P & Bussotti F. (2003). Within-and Among Tree Variation in Leaf Morphology of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. Natural Populations. *Trees*, 17: 164-172.