



Kuraklık stresinin *Triticum spelta* genotiplerinin verim ve verim bileşenleri üzerine olan etkileri

Effects of drought stress on yield and yield components of Triticum spelta genotypes

Yusuf TUTUŞ¹ , Halil ERDEM^{2*} 

¹ Sabancı Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, 34956, İstanbul, Türkiye

² Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 60240 Tokat, Türkiye

¹<https://orcid.org/0000-0003-2438-2739>; ²<https://orcid.org/0000-0002-3296-1549>

To cite this article:

Tutuş, Y. & Erdem, H. (2023). Kuraklık stresinin *Triticum spelta* genotiplerinin verim ve verim bileşenleri üzerine olan etkileri. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 27(1): 83-93.

DOI:10.29050/harranziraat.1241691

*Address for Correspondence:

Halil ERDEM

e-mail:

erdemh@hotmail.com

Received Date:

24.01.2023

Accepted Date:

02.03.2023

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at www.dergipark.gov.tr/harranziraat



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

ÖZ

Kuraklık, tarımsal üretimde önemli verim kayıplarına neden olan önemli bir çevresel streştir. Kuraklık stresi bitkilerin büyüme ve gelişimi üzerine olan olumsuz etkilerinin yanında ürünlerin kalitesi üzerinde de önemli etki yapar. Çalışmada hekzaploid yabani buğday türü olan *Triticum spelta* genotiplerinin kuraklığa karşı dayanıklılıkları test edilmiştir. 18 farklı *T. spelta* genotipi ile sera koşullarında yürütülen çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 4'er tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma 3 farklı su stresi uygulaması (TK70-kontrol, TK35, TK45) altında yapılmıştır. Tane olgunluk döneminde bitkiler hasat edilmiş ve bitkilerde kuru madde verimi, tane verimi, 1000 tane ağırlığı, hasat indeks ile stres tolerans indeks değerleri ve tanede N, P ve K konsantrasyonları belirlenmiştir. Sonuç olarak, farklı su stresi uygulamaları altındaki *T. spelta* genotiplerinin kontrol uygulamasına (TK70) göre TK35 ve TK45 uygulamalarında kuru madde verimleri, tane verimleri ve 1000 tane ağırlıklarında istatistiksel olarak ($p<0.05$) önemli oranlarda azalmaların olduğu görülmüştür. Kontrol koşullarına göre TK35 ve TK45 uygulamalarında kuru madde verimi, tane verimi, hasat indeks ile stres tolerans indeksi değerleri bakımından SP434, SP521 ve SP2 numaralı *T. spelta* genotiplerinde daha fazla çıkmıştır. Kuraklık derecesinin artışı ile paralel şekilde genotiplerin tane N, P ve K konsantrasyonlarının da önemli oranda ($p<0.05$) arttığı ortaya çıkmıştır. Elde edilen sonuçlara göre farklı *T. spelta* genotiplerinin kuraklığa karşı verdiği tepkilerin farklı olduğu ve SP434, SP521 ve SP2 numaralı genotiplerin diğer genotiplere göre kuraklığa karşı daha toleranslı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kuraklık, Stres, Yabani buğday, Verim

ABSTRACT

Drought is an important environmental stress that causes significant yield losses in agricultural production. Besides the negative effects of drought stress on the growth and development of plants, it also has an important effect on the quality of the products. In the study, the drought resistance of *Triticum spelta* genotypes, which is a hexaploid wild wheat species, was tested. The study was carried out in greenhouse conditions with 18 different *T. Spelta* genotypes, in a randomized plot design with 4 replications. The study was conducted under three different drought treatments (TK35, TK45 and TK70-control). In plants harvested in the grain maturity period; plant yield, grain yield, 1000 grain yield, harvest index, stress tolerance index and grain N, P and K concentrations were determined. Compared to the control application (TK70) of all *T. Spelta* genotypes tested under three different drought stresses, statistically significant decreases were observed in the dry matter yields, grain yields and 1000 grain yields of the genotypes ($p<0.01$ and $p<0.05$) in TK35 and TK45 applications. According to the control conditions, plant yield, grain yield, harvest index and stress tolerance index values were higher in SP434, SP521 and SP2 genotypes in TK35 and TK45 applications. It was found that the grain N, P and K concentrations of the genotypes increased significantly ($p<0.01$, $p<0.05$) with the

increase in the degree of drought. According to the results obtained, it was revealed that the responses of different T. Spelta genotypes to drought were different, and among the genotypes, the genotypes SP434, SP521 and SP2 were more resistant to drought than other genotypes.

Key Words: Drought, Stress, Wild wheat, Yield

Giriş

Bitkilerin büyümesi, gelişmesi, verim ve kalitesi için büyüme periyodu boyunca kök bölgesinde suyun yeterli düzeyde bulunması gereklidir. Dünya kara alanlarının yaklaşık olarak üçte biri kurak ve yarı kurakken, diğer kara alanlarının çoğunda ise periyodik olarak beklenmedik iklimsel kuraklıklar meydana gelmektedir. Kuraklık bitkiler için ölümcül olabilir ve çok büyük sosyal sorunlara ve ekonomik kayıplara yol açabilmektedir. Sürekli artan dünya nüfusu, yaygın su kirliliği ve öngörülemeyen iklim değişikliği ile birlikte su kaynaklarının kıtlığını daha da ağırlaştırmaktadır (Hussain ve Mumtaz, 2014; Trenberth ve ark., 2014). Yapılan araştırmalarda küresel ısınma açısından Türkiye'nin çok riskli ülkeler arasında olduğu ve küresel ısınmadan kaynaklı iklim değişikliği ile birlikte su kaynaklarımızda azalma ile birlikte ortaya çıkacak kuraklığın ülkemiz tarımını olumsuz etkileyeceği belirtilmektedir (Dikici, 2020). Genel olarak kuraklık, ciddi bir hidrolojik dengesizliğe neden olacak kadar uzun bir anormal derecede kuru hava dönemi olarak tanımlanır. Kuraklık sadece sürekli az yağış olan bölgelerde değil, yağışlı bölgelerde de kurak dönemler ortaya çıkabilmektedir (Change, 2013). Kuraklık, tarımsal üretim yapılan alanların büyük bir bölümünde bitkisel üretimi önemli düzeyde olumsuz etkileyen önemli bir faktördür. Dünyada tarımsal üretim yapılan alanlarda görülen stres faktörleri arasında kuraklık stresi %26'lık paya sahiptir (Kogan ve ark., 2013). Kuraklık stresi bitkilerde büyüme ve gelişmenin yanında bitkilerin verim ve kalitesini de önemli düzeyde olumsuz etkilemektedir (Haile, 2000). Kuraklık stresi altındaki bitkilerde su kaybı meydana gelir, buna bağlı olarak hücre büyümesi durur ve hücreler küçük kalır. Buna bağlı olarak da bitkilerin yaprakları küçük kalır ve sonuç olarak fotosentez olumsuz etkilenecek, fotosentez ürünleri azalır (Riboldi ve ark., 2016). Kuraklık

stresi altındaki bitkilerde kloroplastların iç yapısı değişerek yapraklarda klorofil düzeyi ile fonksiyonları azalmaktadır (Zhang ve ark., 2015). Kurak koşullar altındaki bitkilerin yapraklarında ortaya çıkan morfolojik farklılıklar genellikle transpirasyon ile kaybettiği su miktarını düşürmeye; bitki köklerinde ortaya çıkan morfolojik farklılıklar ise topraktaki sudan daha fazla ve daha yüksek emiş kuvveti ile almaya yönelik olarak gerçekleşmektedir (Ali ve Pırlak, 2021). Kuraklık stresine maruz kalmış bitkilerde bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal değişimler meydana gelmekte ve bitki bu stres koşullarına karşı adapte olmayı sağlayacak dayanıklılık mekanizmaları geliştirmektedir (Sharma ve ark., 2019). Bitkiler kuraklık veya daha yaygın olarak su eksikliği ile karşı karşıya kaldıklarında, morfolojik, fizyolojik ve moleküler seviyelerde çok çeşitli tepkileri ve uyum mekanizmalarını entegre ederek strese yanıt verirler (Sharma ve ark., 2019). Bununla beraber bir tür içindeki farklı bitki türleri veya genotipleri genellikle bu mekanizmaların kullanımında büyük farklılıklar gösterir. Kuraklığa karşı tolerans düzeyi yüksek olan bitki türleri ya da genotipleri su eksikliğinin erken aşamasında, genellikle kök sistemi aracılığıyla yeraltından suyu verimli bir şekilde emme, terlemeden kaynaklanan su kaybını azaltmak için stomaları kısmen kapatma ve mevcut karbon kaynağına uyacak şekilde metabolizmayı değiştirme yeteneğine sahiptir (Reddy ve ark., 2004). Tarımsal üretimi yapılan kültür bitkileri yabancı olarak yetişen bitkilerden ıslah edilerek kullanılıyor olsalar dahi, yıllar içinde bu kültür çeşitlerinin biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılıkları azalmaktadır. Bu nedenle, üretimde kullanılan kültür bitkilerinin çoğu bu nedenlerden dolayı kuraklık gibi stres etmenlerine karşı yabancı ebeveynlerinden daha hassastır (Dolferus, 2014). *Triticum spelta*, buğdaygil familyasına ait hekzaploid grubun

kavuzlu yabani tütürdür. Yapılan bazı çalışmalarda *Triticum spelta* buğdayı ekmeklik buğday ile karşılaştırıldığında, topraktaki yetersiz havalanmaya (Burgos ve ark., 2001), soğuk stresine (Burgos ve ark., 2001) kuraklık, tuzluluk gibi abiyotik stres koşullarına karşı iyi bir adaptasyon kabiliyetine sahip olduğu bildirilmiştir (Rüegger ve ark., 1993).

Bitkilerde kuraklığa tepkinin genel mekanizmalarını anlamının önemini yanı sıra, türler içindeki kuraklık direnciyle ilgili çeşitli özelliklerdeki genetik varyasyonların araştırılması yeni kültür çeşitlerinin geliştirilmesi için önem arz etmektedir. Bu çalışmada *T. Spelta* genotiplerinin

farklı kuraklık stresi uygulamalarına karşı dayanıklılığı/duyarlılığı ile verim ve verim öğelerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Bitki materyali

Sera koşullarında gerçekleştirilen çalışmada bitki materyali olarak *T. spelta* genotipleri kullanılmıştır. Genotiplerin kimlik kodları (ID) kodları ile genotip numaraları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Sera denemesinde kullanılan *T. spelta* genotiplerinin no ve ID kodları
Table 1. Genotype no and ID codes of *T. spelta* used in greenhouse experiment

Sayı Number	Genotip No Genotype No	ID Kodu ID Code	Sayı Number	Genotip No Genotype No	ID Kodu ID Code
1	SP 2	13959	10	SP 537	348550
2	SP 41	306550	11	SP 563	348577
3	SP 393	348369	12	SP 671	348694
4	SP 427	348431	13	SP 672	348695
5	SP 434	348438	14	SP 757	355560
6	SP 486	348495	15	SP 767	355570
7	SP 495	348505	16	SP 773	355577
8	SP 521	348532	17	SP 781	355587
9	SP 532	348544	18	SP 799	355607

Toprak materyali

Sera denemesinde killi tın tekstürlü, düşük organik madde içeriğine sahip (%1.08), alkali toprak reaksiyonu özellikte (pH 8.06), orta kireçli (%12.0), tuzsuz (0.21 dS m⁻¹), ekstrakte edilebilir P konsantrasyonu 3.63 mg kg⁻¹ (noksan), K konsantrasyonu 340 mg kg⁻¹ (yeterli) ve Zn konsantrasyonu 0.17 mg kg⁻¹ (noksan) olan bir toprak kullanılmıştır. Toprak tekstürü Bouyoucos (1962)'a göre hidrometre yöntemiyle, pH ve tuz Jackson (1967)'a göre, saturasyon çamurunda dijital pH-EC metreyle, kireç içeriği Caglar (1949)'a göre Scheibler kalsimetresi ile, toprak organik madde içeriği Walkey-Black yaş yakma metoduna göre (Jackson, 1967) yapılmıştır. Toprakta bitkiye yararlı P; 0.5 N sodyum bikarbonat yöntemine göre (Olsen, 1954), K; 1 N amonyum asetat yöntemine göre (Carson, 1975), Zn ise; DTPA

yöntemine göre (Lindsay ve Norvell, 1978) belirlenmiştir.

Metot

Deneme toprağının tarla kapasitesinin belirlenmesi

Sera denemesinde kullanılan toprağın tarla kapasitesinin (TK) belirlenmesi amacı ile 4 mm çapında elekten elenmiş topraktan 3000 g tartılarak 3'er tekerrülü olacak şekilde plastik saksılara koyularak yavaş yavaş su verilmiştir. Toprak su ile doymun hale geldiğinde (saksı altından su drene olduğunda) su ilave işlemi sonlandırılmıştır. Saksı altından suyun yerçekimi ile damlaması bittiği an saksı ağırlığı belirlenmiş ve toprağın makro gözeneklerinin neredeyse tamamen boşaldığı ve deneme toprağının tarla kapasitesinde olduğu kabul edilmiştir. Saksıların

ağırlığı belirlendikten sonra deneme toprağının tarla kapasitesi hesaplanarak TK değerinin % 100 olduğu kabul edilmiştir (Kirkham, 2014).

Denemenin kurulması

Sera denemesi dörder tekerrürlü tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Yedi numara plastik saksıların kullanıldığı çalışmada her saksı için 3000 g toprak tartılmıştır. Temel gübre olarak saksılara denemenin kurulması aşamasında $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ formunda 250 mg kg^{-1} N, KH_2PO_4 formunda 100 mg kg^{-1} P ve 125 mg kg^{-1} K, Fe-EDTA formunda 2.5 mg kg^{-1} Fe ve $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ formunda $2,5 \text{ mg kg}^{-1}$ Zn çözelti şeklinde homojen olarak toprak ile karıştırılmıştır. Deneme süresince kardeşlenme sonu ile başaklanma başlangıcında tüm saksılara 75'er mg kg^{-1} N uygulaması yapılmış ve toplam N 400 mg kg^{-1} 'a tamamlanmıştır. Deneme: kontrol (TK70): tarla kapasitesinin %70'i; TK45: tarla kapasitesinin %45'i, TK35: tarla kapasitesinin %35'ine denk gelecek miktarlarda 3 farklı su uygulaması altında yürütülmüştür. Temel gübreler toprak karıştırıldıktan sonra her bir saksıya 10'ar tohum ekilmiş ve çimlenme sonrası her bir saksıdaki bitki sayısı 4'e düşürülmüştür. Kardeşlenme dönemi sonuna kadar (Zadoks 29) bitkiler saf su ile sulanmıştır. Kardeşlenme dönemi sonunda su stresi uygulama dozlarına başlanmış ve tane olgunluk dönemine kadar yukarıda verilen kuraklık dozları ile bitkiler sulanmıştır. Her bir kuraklık uygulama dozuna ait saksıların sulaması, tüm saksıların hassas terazi ile tartıldıktan sonra azalan su miktarları kadar su ile bitkiler sulanmıştır. Sulama işlemi başaklar kurumaya başlaması ile sonlandırılmıştır. Saksıdaki bitkiler tane olgunluk döneminde kök boğazından kesilerek (sap ve başaklar) hasat edilmiştir.

Bitki Analizleri

Kuru madde verimi (g bitki^{-1})

Hasat edilen bitkiler (sap ve başak) etüvde 65°C 'de 48 saat süresince kurutulmuş ve hassas terazi ile tartılarak bitki başına toplam kuru madde verimleri belirlenmiştir.

Tane verimi (g bitki^{-1})

Her bir uygulamaya ait saksılardan hasat edilen başak örnekleri tek başak harman makinesinde tanelerinden ayrılmış ve hassas terazi ile tartılarak bitkilerin tane verimleri belirlenmiştir.

Hasat indeksi (%):

$((\text{Tane verimi} \times 100) / \text{Toplam verim})$ eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır.

1000 tane ağırlığı (gr)

Her bir saksıya ait tanelerden 5'er adet 100 tane sayılıp 0.01 gr duyarlı hassas terazide tartılmış ve 1000 tane ağırlığı tespit edilmiştir (Özseven ve Bayram, 2005).

Stres tolerans indeksi (STI)

$(Y_p + Y_s) / (Y_p^-)$ eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır. Eşitlikte yer alan; Y_p , genotiplerin stressiz (Kontrol) ortamdaki tane ağırlığını, Y_s genotiplerin TK35 ve TK45 stres uygulamalarındaki tane ağırlığını, Y_p^- ise genotiplerin kontrol uygulamaları altında elde edilen ortalama tane ağırlığı ifade etmektedir (Fernandez, 1992).

Mineral besin elementi analizleri

Hasat edilen ve verim parametreleri belirlenen tane örnekleri mikrodalga cihazında (Mars 6) yaş yakma metoduna göre $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{O}_2$ asit karışımında yakılmış ve bu örneklerde ICP-OES (Varian Vista) cihazında P ve K konsantrasyonları belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). Tane örneklerinde N konsantrasyonu ise kjeldahl destilasyon yöntemine göre belirlenmiştir (Bremner, 1965).

İstatiksel analizler

18 farklı *T. Spelta* genotipinin farklı su stresi uygulamaları ile ortaya çıkan verim parametreleri ile tanede N, P ve K konsantrasyonlarına olan etkileri tek yönlü varyans analizi ile test edilmiştir. Benzer tepki veren genotipler DUNCAN çoklu karşılaştırma uygulaması ile gruplandırılmıştır. İstatistiksel analizlerde SPSS 21.0 paket programı kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Üç kuraklık stresi (TK70, TK45 ve TK35) uygulaması altında yetiştirilen *T. Spelta* genotiplerinin kuru madde verimi, tane verimi ve 1000 tane ağırlığı Çizelge 2’de verilmiştir. Kontrol (TK70) uygulamalarına göre kıyaslandığında hem TK35 hem de TK45 dozlarındaki tüm genotiplerin kuru madde verimleri istatistiksel olarak ($p < 0.05$) önemli düzeyde azalmıştır. Genotiplerin kontrol uygulamaları altında belirlenen ortalama kuru madde verimi 16.1 g bitki⁻¹ iken, minimum kuru madde veriminin 14.7 g bitki⁻¹, maksimum verimin ise 18.3 g bitki⁻¹ olduğu ortaya çıkmıştır. Kontrol uygulaması ile kıyaslandığında TK35 uygulamaları ile genotiplerin ortalama kuru madde verimi %55 azalarak 7.25 g bitki⁻¹’ye düşmüş, minimum kuru madde veriminin 6.67 g bitki⁻¹, maksimum kuru madde veriminin ise 8.11 g bitki⁻¹ olduğu ortaya çıkmıştır. Benzer durum TK45 uygulamalarında da görülmüştür. TK35 ve TK45 uygulamaları altındaki genotipler kendi arasında değerlendirildiğinde *T. Spelta* genotiplerinin kuraklık stresine gösterdiği farklı tepkilerin istatistiksel olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu görülmüştür. TK35 uygulaması altında maksimum kuru madde verimi SP434 (8.11 g bitki⁻¹) ile SP427 (7.88 g bitki⁻¹), minimum kuru madde verimi ise SP537 (6.67 g bitki⁻¹) ile SP495 (6.72 g bitki⁻¹) numaralı genotiplerde olduğu belirlenmiştir. TK45 uygulamasında da TK35 uygulamasına benzer şekilde maksimum kuru madde verimi SP434, SP427 ile SP2 (11.0 g bitki⁻¹), minimum kuru madde verimi ise SP495 (9.44 g bitki⁻¹) ile SP671 (9.45 g bitki⁻¹) numaralı genotiplerde elde edilmiştir (Çizelge 2). Pek çok çalışma, tahılların büyüme dönemi içerisinde karşılaştığı su stresinin tahıllarda biyokütle verimi ve tane verimini azalttığını göstermiştir (Ehdaie ve ark., 2006; Mittler ve Blumwald, 2010). Stomaların kapanması çoğu bitkide kuraklık stresine verilen ilk tepkidir. Kuraklık stresi altındaki bitkiler su kaybını önlemek ve hayatta kalabilmek için stomalarını kapatarak CO₂ asimilasyonu ile net fotosentez azalmakta ve buna

bağlı olarak da bitkilerin kuru madde verimlerinde azalmalar meydana gelmektedir (Pirasteh-Anosheh ve ark., 2016).

Hem vejetatif hem de dölllenme dönemlerindeki su eksiklikleri, buğday büyümesini ve gelişimini etkilemektedir (Cattivelli ve ark., 2008; Mittler ve Blumwald, 2010). Tane doldurma aşaması sırasında ortaya çıkan kuraklık tane verimini ve tane ağırlığını önemli ölçüde azaltmaktadır (Cattivelli ve ark., 2008; Nicolas ve Turner, 1993). Kontrol uygulamasına göre TK45 ve TK35 uygulamaları altındaki *T. Spelta* genotiplerinin tane verimleri ile 1000 tane ağırlıklarında istatistiksel açıdan ($p < 0.05$) önemli oranda azaldığı görülmüştür (Çizelge 2). *T. Spelta* genotiplerinin TK70 uygulaması altındaki ortalama tane verimi 4.69 g bitki⁻¹ iken, TK45 koşullarında genotiplerin ortalama tane verimi %35 düzeyinde azalarak 3.04 g bitki⁻¹’ye, TK35 uygulamaları altında ise ortalama tane verimi %63 azalarak 1.74 g bitki⁻¹’ye düşmüştür. *T. Spelta* genotipleri arasında TK35 uygulamaları altında en fazla tane verimine SP521 (2.16 g bitki⁻¹), SP434 (2.14 g bitki⁻¹) ve SP2 (2.12 g bitki⁻¹) numaralı genotiplerin sahip olduğu; SP537 (1.14 g bitki⁻¹), SP757 (1.45 g bitki⁻¹) ile SP495 (1.46 g bitki⁻¹) numaralı genotiplerin ise en düşük tane verimine sahip olduğu görülmüştür. TK45 uygulamalarında ise tane verimi bakımından SP2 (3.79 g bitki⁻¹) ve SP521 (3.55 g bitki⁻¹) numaralı genotiplerde en yüksek, SP537 (2.46 g bitki⁻¹) ve SP495 (2.47 g bitki⁻¹) numaralı genotiplerde ise en düşük tane verimlerinin elde edildiği ortaya çıkmıştır (Çizelge 2). Yirmialtı farklı ekmeklik buğday çeşidinin tarla koşullarında kuraklığa karşı dayanıklılıklarının belirlendiği bir çalışmada elde edilen verim değerleri dikkate alındığında Dağdaş95, Doğu88, Haymana79 ve Yayla305 çeşitlerinin kuraklığa toleranslı, Bezostaja1, Karasu90, SXL/VEE”S”, Turkey13 ve Tir buğday çeşitlerinin ise kuraklığa karşı hassas olduğunu bildirmiştir (Öztürk, 1999).

Çizelge 2. Farklı kuraklık stresi koşullarındaki *T.Spelta* genotiplerinin kuru madde verimi, tane verimi ve 1000 tane ağırlığı
Table 2. Dry matter yield, grain yield and 1000 grain weight of *T.Spelta* genotypes under different drought stress conditions

No	Kuru madde verimi (g bitki ⁻¹) Dry matter yield (g plant ⁻¹)			Tane verimi (g bitki ⁻¹) Grain yield (g bitki ⁻¹)			1000 tane ağırlığı (g) 1000 grain weight (g)		
	TK35	TK40	TK70	TK35	TK40	TK70	TK35	TK40	TK70
SP2	7.13 ^{Aabc}	11.0 ^{Bc}	16.4 ^{Cabc}	2.12 ^{Ade}	3.79 ^{Bd}	5.20 ^{Cbc}	38.9 ^{Ad-g}	40.5 ^{Ag-i}	39,5 ^{Acde}
SP41	6.95 ^{Aab}	9.92 ^{Babc}	15.1 ^{Cab}	1.80 ^{Ab-e}	3.04 ^{ABabc}	3.85 ^{Bab}	27.5 ^{Aa}	33.0 ^{Abcd}	27,4 ^{Aa}
SP393	7.50 ^{Aabc}	10.06 ^{Babc}	17.6 ^{Cbc}	1.58 ^{Abc}	3.18 ^{Ba-d}	4.66 ^{Cabc}	39.9 ^{Aefg}	36.9 ^{Aefg}	36,6 ^{Abc}
SP427	7.88 ^{Abc}	11.0 ^{Bc}	17.2 ^{Cabc}	1.81 ^{Ab-e}	3.08 ^{Babc}	4.88 ^{Cabc}	39.5 ^{Aefg}	39.4 ^{AF-i}	37,5 ^{Ac}
SP434	8.11 ^{Ac}	11.0 ^{Bbc}	14.7 ^{Cabc}	2.14 ^{Ade}	3.22 ^{Bbcd}	4.58 ^{Cabc}	36.0 ^{Ac-f}	39.6 ^{AF-i}	39,0 ^{Acde}
SP486	7.33 ^{Aabc}	10.66 ^{Babc}	17.0 ^{Cabc}	1.78 ^{Ab-e}	3.32 ^{Bbcd}	5.31 ^{Cbc}	37.0 ^{Ac-f}	41.9 ^{Bhii}	44,1 ^{Beffg}
SP495	6.72 ^{Aa}	9.44 ^{Ba}	15.6 ^{Cab}	1.46 ^{Aab}	2.47 ^{Aa}	4.32 ^{Babc}	29.2 ^{Aab}	30.9 ^{Aabc}	31,8 ^{Aab}
SP521	7.38 ^{Aabc}	9.96 ^{Babc}	15.1 ^{Cab}	2.16 ^{Ae}	3.55 ^{Bcd}	4.96 ^{Cabc}	32.6 ^{Aabc}	36.1 ^{ABdef}	40,4 ^{Bcde}
SP532	7.22 ^{Aabc}	10.23 ^{Babc}	17.1 ^{Cabc}	1.75 ^{ABcd}	3.30 ^{Bbcd}	5.80 ^{Cc}	41.1 ^{Afg}	43.9 ^{ABi}	48,1 ^{Bg}
SP537	6.67 ^{Aa}	9.54 ^{Babc}	15.8 ^{Cabc}	1.14 ^{Aa}	2.46 ^{Ba}	4.76 ^{Cabc}	44.5 ^{Ag}	42.9 ^{Aii}	45,5 ^{Afg}
SP563	6.89 ^{Aab}	9.55 ^{Bab}	16.2 ^{Cabc}	1.62 ^{Abc}	2.65 ^{Bab}	4.63 ^{Cabc}	37.8 ^{Ac-f}	42.1 ^{Bhii}	40,2 ^{ABcde}
SP671	7.24 ^{Aabc}	9.45 ^{Ba}	16.3 ^{Cabc}	1.69 ^{Abc}	3.18 ^{Ba-d}	4.41 ^{Cabc}	34.8 ^{Ab-e}	43.5 ^{Bi}	42,9 ^{Bdef}
SP672	7.41 ^{Aabc}	9.86 ^{Babc}	16.4 ^{Cabc}	1.65 ^{Abc}	2.75 ^{Bab}	4.83 ^{Cabc}	40.0 ^{Aefg}	38.9 ^{Afgh}	40,1 ^{Acde}
SP757	7.34 ^{Aabc}	10.46 ^{Babc}	15.0 ^{Ca}	1.45 ^{Aab}	2.75 ^{Bab}	3.56 ^{Ca}	29.4 ^{Aab}	27.8 ^{Aa}	28,8 ^{Aa}
SP767	7.62 ^{Aabc}	10.63 ^{Babc}	18.3 ^{Cc}	1.87 ^{Acde}	3.10 ^{Aa-d}	5.21 ^{Bbc}	38.8 ^{Ad-g}	35.9 ^{Adef}	36,2 ^{Abc}
SP773	7.34 ^{Aabc}	9.51 ^{Bab}	15.1 ^{Ca}	1.94 ^{Acde}	2.78 ^{Bab}	4.60 ^{Cabc}	33.4 ^{ABad}	34.6 ^{Bcde}	32,2 ^{Aab}
SP781	6.98 ^{Aab}	9.56 ^{Bab}	15.2 ^{Cab}	1.58 ^{Abc}	3.01 ^{Babc}	4.67 ^{Cabc}	28.8 ^{Aa}	29.7 ^{Aab}	31,1 ^{Aa}
SP799	6.83 ^{Aa}	9.91 ^{Babc}	15.3 ^{Cab}	1.80 ^{Ab-e}	3.06 ^{Babc}	4.15 ^{Cab}	32.2 ^{Aabc}	31.5 ^{Aabc}	28,8 ^{Aa}
Min.	6.67	9.44	14.7	1.14	2.46	3.56	27.5	27.8	27,4
Mak.	8.11	11.0	18.3	2.16	3.79	5.80	44.5	43.9	48,1
Ort.	7.25	10.1	16.1	1.74	3.04	4.69	35.6	37.2	37,2

Büyük harf kuraklık uygulamaları arasındaki, küçük harf ise her bir uygulama altındaki genotipler arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Capital letters indicate the relationship between drought applications, and lower letters indicate the relationship between genotypes under each treatment.

Bin tane ağırlığı buğday tanesinin ağırlık, dolgunluk, cılızlık durumu ve un verimi hakkında bilgi vermesi açısından önemli birer verim parametresidir. Kontrol uygulaması altında *T. Spelta* genotiplerinin ortalama 1000 tane ağırlığı 37.2 g iken, TK45 koşullarında 1000 tane ağırlığı aynı kalmış (37.2 g), TK35 uygulamasında ise 35.6 g'a düşmüştür. *T. Spelta* genotipleri arasında TK35 uygulamasında en yüksek 1000 tane ağırlığı SP537 (44.5 g) ve SP532 (41.1 g) numaralı genotiplerde, en düşük 1000 tane ağırlığı ise SP41 (27.5 g) ve SP781 (28.8 g) numaralı genotiplerde olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 2). TK35 ve TK45 uygulamaları altında yetiştirilen 18 farklı *T. Spelta* genotipi arasında kuru madde verimi ile tane verimi açısından göze çarpan SP2, SP434 ve SP521 numaralı *T. Spelta* genotiplerinin 1000 tane ağırlıkları yüksek çıkmamıştır. Beklenenin aksine TK35 ve TK45 uygulamaları altında tüm bitki ağırlığı ve tane verimleri bakımından genotipler

arasında hassas olarak öne çıkan SP537 numaralı genotipin 1000 tane ağırlığı TK35 uygulamasında 44.5 g, TK45 uygulamasında ise 42.9 g ağırlığında çıkmış ve elde edilen bu sonuçların diğer genotiplerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Buğday ile yapılan bir araştırmada optimum koşullar altında yetiştirilen bitkilerin tane verimi ile bin tane ağırlığı arasında bir ilişkinin olmadığı bildirilmiştir (Denčić ve ark., 2000). Yapılan başka bir çalışmada buğdayda 1000 tane ağırlığında ortaya çıkan azalmanın tane veriminde önemli bir değişikliğe neden olmadığı, 1000 tane ağırlığının çeşide özgü bir olgu olduğu, tane doldurma ve olgunlaşma aşamasındaki sıcaklıklar ile negatif ilişki gösterdiği ve buna bağlı olarak da tane ağırlıklarında azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Hobbs ve Sayre, 2001).

Genotiplerin hasat indeksi değerleri kontrol uygulamalarında ortalama 29 iken, TK45 uygulamalarında 30, TK35 uygulaması altında ise

24 olmuştur (Çizelge 3). Kuru madde verimi ile tane verimi açısından TK35 ve TK 45 uygulamaları altında en yüksek verim değerlerine sahip olan genotiplerin (SP2, SP434, SP521) hasat indeks değerleri de beklenildiği gibi yüksek çıkmıştır. Bu SP2, SP434 ve SP521 nolu genotiplerin TK35 uygulamalarında hasat indeks değerleri sırasıyla 30, 26 ve 29 iken, bu durum TK45 uygulamaları altında ise sırasıyla 35, 30 ve 36 olmuştur. Buna karşın TK35 ve TK45 uygulamalarında kuru madde verimi ile tane verimi bakımından diğer genotiplerden daha düşük değerlere sahip olan SP495 ve SP537 nolu genotiplerin hasat indeks değerleri de düşük çıkmıştır (Çizelge 3). Yapılan çalışmalarda araştırmacılar buğdayda tane verimini arttırma yollarından birinin de farklı yörelerde

benzer yüksek hasat indeks değerlerine sahip çeşitlerin seçimi ile gerçekleştirilebileceğini bildirilmişlerdir (Mardeh ve ark., 2006). Bununla beraber hasat indeksi değeri ile tane verimi arasında pozitif bir ilişkinin olduğu bildirilmiştir (Kotal ve ark., 2010). Sulu ve kuru koşullarda 11 farklı ekmeklik buğday çeşidi ile gerçekleştirilen bir tarla denemesinde, buğday çeşitlerinin hasat indeks değerlerinin kuru koşullarda 23.9-28.9 aralığında değiştiği, sulu koşullarda ise bu değerlerin 27.7-24.9 arasında değiştiği bildirilmiştir. Kuraklık stresi uygulamaları altındaki hasat indeksi değeri yüksek olan (28.9) Toos çeşidinin, aynı zamanda tane veriminin de diğer çeşitlere daha yüksek olduğu bildirmiştir (Mardeh ve ark., 2006).

Çizelge 3. Farklı kuraklık stresi uygulamalarının Triticum spelta genotiplerinin hasat indeksi ile stres tolerans indeks değerleri
Table 3. Harvest index and stress tolerance index values of Triticum spelta genotypes of different drought stress application s

No	Hasat indeksi (%) Harvest index (%)			Stres tolerans indeksi Stress tolerance index	
	TK35	TK40	TK70	TK35	TK40
SP2	30	35	32	0,33	0,41
SP41	26	31	26	0,26	0,31
SP393	21	32	26	0,28	0,36
SP427	23	28	28	0,30	0,36
SP434	26	30	31	0,31	0,35
SP486	24	31	31	0,32	0,39
SP495	22	26	28	0,26	0,31
SP521	29	36	33	0,32	0,39
SP532	24	32	34	0,34	0,41
SP537	17	26	30	0,27	0,33
SP563	24	28	29	0,28	0,33
SP671	23	34	27	0,28	0,35
SP672	22	28	30	0,29	0,35
SP757	20	26	24	0,23	0,29
SP767	25	29	29	0,32	0,38
SP773	26	29	31	0,30	0,34
SP781	23	32	31	0,28	0,35
SP799	26	31	27	0,27	0,33
Min.	17	26	24	0,23	0,29
Mak.	30	36	34	0,34	0,41
Ort.	24	30	29	0,29	0,35

Kuraklık dayanıklılık indeksi ya da stres tolerans indeksi farklı stres koşullarında yüksek verime sahip çeşitlerin/genotiplerin belirlemede kullanılan bir parametredir (Jafari ve ark., 2009; Mardeh ve ark., 2006). *T. Spelta* genotiplerinin stres tolerans indeks değeri TK35 uygulamalarında

ortalama 0.29, TK45 uygulamalarında ise 0.35 olarak belirlenmiştir. Kuru madde verimi ile tane verimi yüksek olan SP2, SP434, SP521 nolu genotiplerin stres tolerans indeksleri TK35 ve TK45 koşullarında da yüksek çıkmıştır. TK35 uygulamasında SP2, SP434 ve SP521 numaralı *T.*

Spelta genotiplerinin stres tolerans indeks değerleri sırası ile 0.33, 0.31 ve 0.32 iken, TK45 uygulamasında ise 0.41, 0.35 ve 0.39 düzeylerinde olmuştur. TK35 ve TK 45 uygulamaları altında kuru madde verimi ve tane verimi bakımından *T. Spelta* genotipleri arasında en düşük verim değerlerine sahip SP495 ve SP537 numaralı genotiplerin TK35 uygulamasında stres tolerans indeks değerleri sıra ile 0.26, 0.27, TK45 uygulamasında ise 0.31 ve 0.33 değerlerini almıştır (Çizelge 3). Çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde, tarla koşullarında 20 farklı mısır genotipi ile yapılan kuraklık çalışmasında, BC504 ve BC652 numaralı genotipin tane verimi ile stres tolerans indeks

değerinin diğer mısır genotiplerinden daha yüksek olduğu, bu genotiplerin diğerlerine göre kuraklık stresine karşı daha toleranslı olduğu bildirilmiştir. Çalışmada kullanılan tüm mısır genotiplerinin kontrol koşullarındaki ortalama tane verimi 6.09 t ha⁻¹ iken, kurak koşullardaki ortalama tane veriminin 4.16 ton ha⁻¹'a düştüğü bildirilmiştir. BC504 ve BC652 nolu genotiplerin kuraklık uygulaması altındaki tane veriminin ortalama verimin çok üstünde olduğu, bu değerlerin sırasıyla 5.07 ve 5.60 t ha⁻¹, stres tolerans indeks değerlerinin sırasıyla ile 1.14 ve 1.10 olduğunu bildirmişlerdir (Jafari ve ark., 2009).

Çizelge 4. Farklı kuraklık stresi koşullarındaki *T.Spelta* genotiplerinin tane N, P ve K konsantrasyonları
Table 4. Grain N, P and K concentration of *T.Spelta* genotypes under different drought stress conditions

No	Tane N Konsantrasyonu (%) Grain N concentration (%)			Tane P Konsantrasyonu (%) Grain P concentration (%)			Tane K Konsantrasyonu (%) Grain K concentration (%)		
	TK35	TK40	TK70	TK35	TK40	TK70	TK35	TK40	TK70
SP2	3.99 ^{Bab}	3.45 ^{Aab}	3.43 ^{Abcd}	0.59 ^{Babc}	0.51 ^{Aa}	0.52 ^{Aa}	0.55 ^{Ba}	0.52 ^{ABab}	0.50 ^{Aabc}
SP41	4.38 ^{Cc-f}	3.62 ^{Babc}	3.16 ^{Aab}	0.59 ^{Bab}	0.53 ^{Aab}	0.56 ^{ABa-d}	0.65 ^{Bhi}	0.59 ^{Agh}	0.56 ^{Agh}
SP393	3.85 ^{Ba}	3.64 ^{Babc}	3.11 ^{Aab}	0.60 ^{Aa-d}	0.59 ^{Acde}	0.56 ^{Aa-d}	0.58 ^{Ba-e}	0.57 ^{Betg}	0.52 ^{Ac-f}
SP427	4.07 ^{Babc}	3.75 ^{Bb-e}	3.30 ^{Ab}	0.60 ^{Cabc}	0.56 ^{Ba-d}	0.53 ^{Aab}	0.57 ^{Ba-d}	0.55 ^{Bb-f}	0.51 ^{Ab-e}
SP434	4.12 ^{Ba-d}	3.90 ^{Bc-f}	3.41 ^{Abcd}	0.57 ^{Ba}	0.56 ^{Ba-d}	0.52 ^{Aa}	0.56 ^{Bab}	0.55 ^{Bc-f}	0.48 ^{Aa-b}
SP486	4.22 ^{Ca-e}	3.98 ^{Bc-f}	3.42 ^{Abcd}	0.62 ^{Ba-d}	0.54 ^{Aabc}	0.54 ^{Aabc}	0.59 ^{Ba-e}	0.53 ^{Aabc}	0.51 ^{Aa-d}
SP495	4.32 ^{Bb-e}	3.78 ^{Bb-e}	3.21 ^{Aab}	0.59 ^{Bab}	0.52 ^{Aa}	0.52 ^{Aa}	0.57 ^{Aabc}	0.52 ^{Aa}	0.52 ^{Ab-f}
SP521	4.24 ^{Cb-e}	3.72 ^{Bbcd}	3.06 ^{Aab}	0.60 ^{Ba-d}	0.56 ^{ABa-d}	0.53 ^{Aab}	0.58 ^{Ca-d}	0.54 ^{Ba-e}	0.50 ^{Aabc}
SP532	4.12 ^{Ba-d}	3.73 ^{ABbcd}	3.40 ^{Abcd}	0.62 ^{Ba-d}	0.58 ^{ABb-e}	0.55 ^{Aa-d}	0.57 ^{Ba-d}	0.56 ^{Ac-f}	0.49 ^{Aabc}
SP537	4.02 ^{Babc}	3.61 ^{ABabc}	3.41 ^{Abcd}	0.65 ^{Bdef}	0.62 ^{Be}	0.57 ^{Ab-e}	0.61 ^{Cc-g}	0.56 ^{Bd-g}	0.49 ^{Aabc}
SP563	4.07 ^{Babc}	3.78 ^{Bb-e}	3.39 ^{Abc}	0.64 ^{Bc-f}	0.63 ^{Be}	0.57 ^{Ab-e}	0.60 ^{Cb-f}	0.55 ^{Ba-f}	0.50 ^{Aa-d}
SP671	4.72 ^{Cfg}	4.15 ^{Bef}	3.35 ^{Abc}	0.67 ^{Betg}	0.61 ^{ABde}	0.56 ^{Aa-d}	0.65 ^{Cghi}	0.56 ^{Bd-g}	0.50 ^{Aa-d}
SP672	4.06 ^{Aabc}	3.79 ^{Ab-e}	3.74 ^{Acde}	0.67 ^{Cetg}	0.63 ^{Be}	0.59 ^{Ac-f}	0.61 ^{Cd-g}	0.55 ^{Ba-f}	0.48 ^{Aabc}
SP757	4.48 ^{Bdef}	4.13 ^{Bdef}	3.34 ^{Abc}	0.67 ^{Cetg}	0.58 ^{Ab-e}	0.63 ^{Bfg}	0.69 ^{Bi}	0.60 ^{Ah}	0.59 ^{Ah}
SP767	4.11 ^{Aa-d}	4.00 ^{Ac-f}	3.71 ^{Acde}	0.63 ^{Ab-e}	0.63 ^{Ae}	0.60 ^{Adef}	0.58 ^{Ca-e}	0.53 ^{Ba-d}	0.47 ^{Aa}
SP773	4.52 ^{Bef}	4.30 ^{Bf}	3.79 ^{Ade}	0.69 ^{Bfg}	0.64 ^{Ae}	0.65 ^{ABg}	0.64 ^{Cfgh}	0.57 ^{Bfg}	0.54 ^{Ad-g}
SP781	4.88 ^{Bg}	4.24 ^{Af}	3.86 ^{Ae}	0.71 ^{Bg}	0.59 ^{Acde}	0.65 ^{ABg}	0.65 ^{Bhi}	0.53 ^{Aa-d}	0.55 ^{Aetg}
SP799	4.73 ^{Cfg}	3.26 ^{Ba}	2.91 ^{Aa}	0.68 ^{Bfg}	0.60 ^{Ade}	0.62 ^{Aetg}	0.62 ^{Be-h}	0.57 ^{Afg}	0.55 ^{Afgh}
Min.	3.85	3.26	2.91	0.57	0.51	0.52	0.55	0.52	0.47
Mak.	4.88	4.30	3.86	0.71	0.64	0.65	0.69	0.60	0.59
Ort.	4.27	3.82	3.39	0.63	0.58	0.57	0.60	0.55	0.51

Büyük harf kuraklık uygulamaları arasındaki, küçük harf ise her bir uygulama altındaki genotipler arasındaki ilişkiyi göstermektedir.

Capital letters indicate the relationship between drought applications, and lower letters indicate the relationship between genotypes under each treatment.

Kuraklık stresinin bitkilerin topraktan besin elementi alımı ve bitki organlarında birikimi ile ilgili etkilerini anlamak çok zordur. Farklı bitkilerde yapılan çalışmalarda, kuraklık stresinin bitki besin elementi konsantrasyonu üzerindeki etkilerinin farklılık gösterdiği (Akıncı ve Lösel, 2012), bazı çalışmalarda, kurak koşullarda bitkilerin kökleri ile

besin elementi alımının azaldığı (Nambiar, 1977; Tanguilig ve ark., 1987), bazı çalışmalarda ise bitkilerin besin elementi konsantrasyonlarında artışların olduğu bildirilmiştir (Akıncı ve Lösel, 2012). Kontrol uygulamasına göre TK45 ve TK35 uygulamaları altındaki *T. Spelta* genotiplerinin tane N, P ve K konsantrasyonlarında istatistiksel

olarak ($p < 0.05$) önemli düzeyde artışların olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 4). Kontrol uygulaması altındaki genotiplerin ortalama tane N konsantrasyonu %3.39'dan TK45 uygulamasında %3.82, TK35 uygulamasında ise %4.27'ye çıkmıştır. Verim öğeleri açısından kuraklık stresine karşı toleranslı (SP2, SP434, SP521) ve hassas (SP495, SP537) olarak öne çıkan genotiplerin N konsantrasyonlarının kontrol uygulamasına göre arttığı ortaya çıkmıştır (Çizelge 4). Makarnalık buğday çeşitleri ile tarla koşullarında farklı kuraklık uygulamaları altında gerçekleştirilen çalışmada, makarnalık buğday çeşitlerinin tane protein düzeylerinin sulu koşullarda ortalama %12.6 iken, bu değer kuraklık stresi uygulamaları altında ortalama %15.6'ya çıktığı bildirilmiştir (Kılıç ve Yağbasanlar, 2010).

Kuraklık stresi ile birlikte tane N konsantrasyonlarında ortaya çıkan konsantrasyon artışı P konsantrasyonlarında da ortaya çıkmıştır. TK70 uygulamaları altında genotiplerin ortalama P konsantrasyonları %0.57 iken, bu değer TK45 uygulamasında %0.58'e, TK35 uygulamasında ise %0.63'e çıkmıştır (Çizelge 4). Genotiplerin tane K konsantrasyonları da kuraklık artışına paralel şekilde, kontrol uygulamasının ortalama K konsantrasyonu %0.51'den, TK45 uygulamasında %0.55'e, TK35 uygulamasında ise %0.60'a çıkmıştır. P ve K konsantrasyonunda ortaya çıkan bu artışlar toleranslı ve hassas olarak öne çıkan genotiplerde de görülmüştür (Çizelge 4). Yapılan bir çalışmada kuraklık stresi altındaki mısır bitkisinin tanesinde K ve Ca konsantrasyonunun arttığı bildirilmiştir (Tanguilig ve ark., 1987). Benzer şekilde, kuraklık stresi altında yetiştirilen arpanın tane K, Ca ve Mg konsantrasyonlarının, çavdar bitkisinin tanesinden daha yüksek çıktığı bildirilmiştir (Nambiar (1977)). Kuraklık stresi koşullarında *T. Spelta* genotiplerinin tane N, P ve K konsantrasyonlarının yüksek çıkmasının nedeninin kuru madde ve tane verimi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Kuraklık stresi artışıyla birlikte kuru madde verimi ile tane veriminde meydana gelen azalmalar; N, P ve K'u bitkide konsantre hale getirmekte ve sonuç olarak da TK35 ve TK45 uygulamalarında N, P ve K elementlerinin kontrol

uygulamasına göre konsantrasyonlarının fazla çıkmasına sebep olduğu düşünülmektedir.

Sonuçlar

Farklı kuraklık stresi uygulamaları altında test edilen *T. Spelta* genotiplerinin kontrol uygulamasına göre TK45 ve TK35 koşullarında kuru madde verimi, tane verimi ve 1000 tane ağırlıkları istatistiksel olarak ($p < 0.05$) önemli düzeyde azaldığı ortaya çıkmıştır. TK35 uygulamasında SP434 ve SP427 nolu genotiplerin; TK45 uygulamasında ise SP434, SP427 ve SP2 nolu genotiplerin diğer genotiplerden daha fazla kuru madde verimine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Kuru madde veriminde olduğu gibi tane verimi ile 1000 tane ağırlığı bakımından SP2, SP434 ve SP521 nolu genotiplerin kuraklık stresi altında diğer genotiplerden daha fazla verime ulaştığı görülmüştür. Verim değerlerine benzer şekilde genotiplerin hasat indeks ile stres tolerans indeks değerleri artan kuraklık ile azalmış, SP2, SP434 ve SP521 nolu genotiplerin hasat indeks ve stres tolerans indeks değerleri beklendiği gibi diğer genotiplerden daha yüksek çıkmıştır. Verim parametrelerinde ortaya çıkan bu azalmalara karşın TK45 ve TK35 uygulamaları ile *T. Spelta* genotiplerinin tane N, P ve K konsantrasyonlarında istatistiksel olarak ($p < 0.05$) önemli düzeyde artışların olduğu ortaya çıkmıştır. Elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde 18 farklı *T. Spelta* genotipi arasında verim parametreleri bakımından SP434, SP521, SP2 nolu genotiplerin ön plana çıktığı, bu genotiplerin ileride kuraklık ile ilgili yapılacak ıslah çalışmaları için iyi birer gen kaynağı olabileceği düşünülmektedir.

Ekler

Bu çalışma, TÜBİTAK-TOVAG tarafından 112 O 903 no'lu proje ile desteklenmiş ve birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında hazırladığı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Çıkar çatışması beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Yazar katkısı: Yazarlar makaleye eşit oranda katkıda bulduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- Akıncı, Ş. & Lösel, D. M. (2012). Plant water-stress response mechanisms. *Water stress*, 15, 42.
- Ali, M. F. F. & Pırlak, L. (2021). Morphological and Physiological Effects of Drought Stress on Some Strawberry Cultivars. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 35(3), 194-201.
- Bouyoucos, G. J. (1962). Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils 1. *Agronomy journal*, 54(5), 464-465.
- Bremner, J. (1965). Total nitrogen. *Methods of soil analysis: part 2 chemical and microbiological properties*, 9, 1149-1178.
- Burgos, S., Stamp, P. & Schmid, J. (2001). Agronomic and physiological study of cold and flooding tolerance of spelt (Triticum spelta L.) and wheat (Triticum aestivum L.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 187(3), 195-202.
- Çağlar, K. (1949). Toprak su koruma mühendisliği. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın*(108).
- Carson, P. (1975). Recommended potassium test. *Bull Dep Agric Econ ND Agric Exp Stn ND State Univ Agric Appl Sci*.
- Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F.-W., Mazzucotelli, E., Mastrangelo, A. M., Francia, E., . . . Stanca, A. M. (2008). Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research*, 105(1-2), 1-14.
- Change, I. C. (2013). The physical science basis: Working group I contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. K., Tignor, M., Allen, SK, Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V., Midgley, PM, Eds, 1535.
- Denčić, S., Kastori, R., Kobiljski, B. & Duggan, B. (2000). Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and landraces under near optimal and drought conditions. *Euphytica*, 113(1), 43-52.
- Dikici, M. (2020). Drought analysis with different indices for the Asi Basin (Turkey). *Scientific Reports*, 10(1), 1-12.
- Dolferus, R. (2014). To grow or not to grow: a stressful decision for plants. *Plant Science*, 229, 247-261.
- Ehdaie, B., Alloush, G., Madore, M. & Wainies, J. (2006). Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: II. Postanthesis changes in internode water-soluble carbohydrates. *Crop science*, 46(5), 2093-2103.
- Fernandez, G. C. (1992). *Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance*. Paper presented at the Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress, Aug. 13-16, Shanhua, Taiwan, 1992.
- Haile, F. J. (2000). Drought stress, insects, and yield loss. In *Biotic stress and yield loss* (pp. 131-148): CRC press.
- Hobbs, P. & Sayre, K. (2001). *Managing experimental breeding trials. Application of Physiology in Wheat Breeding* (9706480773). Retrieved from
- Hussain, M. & Mumtaz, S. (2014). Climate change and managing water crisis: Pakistan's perspective. *Reviews on environmental health*, 29(1-2), 71-77.
- Jackson, M. (1967). *Soil Chemical Analysis* Prentice Hall of India Private Limited New Delhi p. 498.
- Jafari, A., Paknejad, F. & JAMI, A. M. (2009). Evaluation of selection indices for drought tolerance of corn (Zea mays L.) hybrids.
- Kacar, B. & İnal, A. (2008). Bitki Analizleri. Nobel Yayın No: 1241. *Fen Bilimleri*, 63(1).
- Kılıç, H. & Yağbasanlar, T. (2010). The effect of drought stress on grain yield, yield components and some quality traits of durum wheat (Triticum turgidum ssp. durum) cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(1), 164-170.
- Kirkham, M. B. (2014). *Principles of soil and plant water relations*: Academic Press.
- Kogan, F., Adamenko, T. & Guo, W. (2013). Global and regional drought dynamics in the climate warming era. *Remote Sensing Letters*, 4(4), 364-372.
- Kotal, B. D., Arpita, D. & Choudhury, B. (2010). Genetic variability and association of characters in wheat (Triticum aestivum L.). *Asian journal of crop science*, 2(3), 155-160.
- Lindsay, W. L. & Norvell, W. (1978). Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil science society of America journal*, 42(3), 421-428.
- Mardeh, A. S.-S., Ahmadi, A., Poustini, K. & Mohammadi, V. (2006). Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. *Field Crops Research*, 98(2-3), 222-229.
- Mittler, R. & Blumwald, E. (2010). Genetic engineering for modern agriculture: challenges and perspectives. *Annual review of plant biology*, 61(1), 443-462.
- Nambiar, E. (1977). The effects of drying of the topsoil and of micronutrients in the subsoil on micronutrient uptake by an intermittently defoliated ryegrass. *Plant and Soil*, 46(1), 185-193.
- Nicolas, M. & Turner, N. (1993). Use of chemical desiccants and senescing agents to select wheat lines maintaining stable grain size during post-anthesis drought. *Field Crops Research*, 31(1-2), 155-171.
- Olsen, S. R. (1954). *Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate*: US Department of Agriculture.
- Özseven, İ. & Bayram, M. (2005). Marmara Bölgesinde dört ekmeçlik buğday (Triticum Aestivum Var. Aestivum L.) çeşidinde değişik azot dozlarının verim ve verim unsurlarına etkilerinin araştırılması. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 14(1-2), 56-74.
- Öztürk, A. (1999). Kuraklığın kışık buğdayın gelişmesi ve verimine etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(1), 531-540.
- Pirasteh-Anosheh, H., Saed-Moucheshi, A., Pakniyat, H. & Pessarakli, M. (2016). Stomatal responses to drought stress. *Water stress and crop plants: A sustainable approach*, 1, 24-40.

- Reddy, A. R., Chaitanya, K. V. & Vivekanandan, M. (2004). Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. *Journal of plant physiology*, 161(11), 1189-1202.
- Riboldi, L. B., Oliveira, R. F. & Angelocci, L. R. (2016). Leaf turgor pressure in maize plants under water stress. *Australian Journal of Crop Science*, 10(6), 878-886.
- Rüegger, A., Winzeler, M. & Winzeler, H. (1993). The influence of different nitrogen levels and seeding rates on the dry matter production and nitrogen uptake of spelt (*Triticum spelta* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) under field conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 171(2), 124-132.
- Sharma, P., Jha, A. B. & Dubey, R. S. (2019). Oxidative stress and antioxidative defense system in plants growing under abiotic stresses. In *Handbook of Plant and Crop Stress, Fourth Edition* (pp. 93-136): CRC press.
- Tanguilig, V., Yambao, E., O'toole, J. & De Datta, S. (1987). Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake of rice, maize, and soybean. *Plant and Soil*, 103(2), 155-168.
- Trenberth, K. E., Dai, A., Van Der Schrier, G., Jones, P. D., Barichivich, J., Briffa, K. R. & Sheffield, J. (2014). Global warming and changes in drought. *Nature Climate Change*, 4(1), 17-22.
- Zhang, F.-J., Zhang, K.-K., Du, C.-Z., Li, J., Xing, Y.-X., Yang, L.-T. & Li, Y.-R. (2015). Effect of drought stress on anatomical structure and chloroplast ultrastructure in leaves of sugarcane. *Sugar Tech*, 17(1), 41-48.