

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Bazı Mısır Genotiplerinin (*Zea mays* L.) Yüksek Sıcaklık ve Su Stresine Fizyolojik, Morfolojik ve Biyokimyasal Tepkilerinin Belirlenmesi

Timuçin TAŞ

GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü/Şanlıurfa (Sorumlu yazar)

Abdullah ÖKTEM

Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

Özet

Bu çalışma 2015 – 2016 yılları arasında GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne bağlı Talat Demirören Araştırma istasyonunda bazı mısır genotiplerinin yüksek sıcaklık ve su stresine, fizyolojik, morfolojik ve biyokimyasal tepkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma tesadüf blokları bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Ana parsellere su uygulamaları (% 100, % 50), alt parsellere ise 20 adet mısır genotipi (17 adet mısır hat'ı ve 3 adet hibrit mısır çeşidi) yerleştirilmiştir. Mısır genotipleri yüksek sıcaklıklara maruz kalması için ekimler 15 Mayıs tarihinde yapılmıştır. Denemenin 2016 yılına nispeten, 2015 yılında ki düşük nisbi nem ve yüksek sıcaklık değerlerinden dolayı, verim, verim komponentleri, morfolojik ve fizyolojik parametreler daha düşük değerler aldığı tespit edilmiştir. Her iki araştırma yılında; verim, verim komponentleri, morfolojik ve fizyolojik parametrelerin tam sulama (% 100) uygulamalarına nazaran su kısıntısı (% 50) uygulamalarında daha düşük değerler aldığı belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; ADA-9516, P32T83 ve FAMOSO hibrit mısır çeşitleri ve B-76 hattının su kısıntısı ve yüksek sıcaklık stresine yüksek toleranslı genotipler olduğu tespit edilirken, B-106, FRB-73, FrMo 17, ANT-910251 ve MAE-9301 mısır hatlarının su kısıntısına ve yüksek sıcaklıklara hassas genotipler oldukları tespit edilmiştir. Hücre membran zararlanması, klorofil içeriği ve polen canlılığı parametreleri stresin düzeyini ölçmede en pratik ve ucuz parametreler olarak belirlenmişlerdir. Araştırmada, stres koşullarında ki bitkilerin absisik asit seviyeleri artmasına rağmen, absisik asit seviyesinde ki artışın tane verimlerine etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Bitkilerin salgıladığı absisik hormonu, onların sadece hayatta kalmasını sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Mısır, su kısıntısı, yüksek sıcaklık, klorofil içeriği, absisik asit

Determination of Physiological, Morphological and Biochemical Responses of Some Corn Genotypes (*Zea mays* L.) to High Heat and Water Stress in Southeastern Anatolia Region

Abstract

This study was conducted in order to determination of physiological, morphological and biochemical responses of some corn genotypes (*Zea mays* L.) to high heat and water stress between 2015-2016 years at Talat Demirören research station affiliated to the GAP Agricultural Research Institute Directorate. Trial is designed in a randomized complete block design with four replications. The trial was conducted in three replications according to a split-plot design in randomized blocks in trial. Water applications (100%, 50%) were placed in the main plots and 20 maize genotypes (17 maize lines and 3 hybrid maize varieties) were placed in the sub plots. Corn genotypes were sown on May 15 for expose to high temperatures. Compared to 2016, Due to the low relative humidity and high temperature values in 2015, it was determined that yield, yield components, morphological and physiological parameters were lower in 2015. In both research years; It has been determined that the yield, yield components, morphological and physiological parameters had lower values in water deficit (50%) applications compared to full irrigation (100%) applications. According to the research results; It was determined that ADA-9516, P32T83 and FAMOSO hybrid maize varieties and the B-76 line were found to be genotypes with high tolerance to water and high temperature stress, While, B-106, FRB-73, FrMo 17, ANT-910251 and MAE-9301 maize lines was genotypes which are sensitive to high temperatures and water deficit. Parameters which are Cell membrane damage, chlorophyll content and pollen vitality were determined as the most practical and easy parameters to measure the level of stress. although the plants under stress conditions increased the abscisic acid levels in the research, it was determined that the increasing in the abscisic acid level didnt affect the grain yield. Abscised hormone produced by plants only ensured keep alive theirselves

Keywords: Corn, water deficit, high heat, chlorophyll content, abscisic acid

GİRİŞ

Mısır dünyada buğdaydan sonra en fazla üretilen (1037 milyon/ton) tahıldır. Dünyada hem mısır üretim miktarları hem de ekim alanları açısından ABD birinci ülke konumundadır. ABD dünya mısır ekim alanlarının yaklaşık olarak % 20' sine sahiptir (Anonim, 2016a). Türkiye'de yıllık ortalama 700 bin hektarlık alanda 6.4 milyon/ton mısır üretilmektedir (Anonim, 2016b). Son yıllarda özellikle ülkemizin Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ve Araştırmanın yürütüldüğü Şanlıurfa ilinde mısır üretim miktarları yıldan yıla tırmanışta olduğu görülmektedir. Mısır tarımının her aşamasında teknolojik mekanizasyonun kullanılması, ürünün alım garantisinin olması ve bölgenin bazı bölgelerinin sulamaya açılması üretimde ki artışın en önemli nedenlerindedir. Her ne kadar bölgede yoğun mısır tarımı yapılsa da bölge iklim koşulları açısından mısır yetiştirme sezonunda yüksek sıcaklıkların ve düşük nisbi nem oranlarının hakim olduğu bir bölgedir. Belirli sıcaklık değerlerinin üstünde ki sıcaklıklarda mısır bitkileri stres yaşayıp verim kayıpları yaşamaktadır. Bölgede yaşanan en önemli abiyotik stres fenomenleri, su kısıntısı ve yüksek sıcaklık olarak sıralanabilir. Abiyotik stres; morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler değişimlere neden olarak bitki büyüme ve verimliliğini olumsuz etkilediği belirtilmiştir (Wang, 2001). Abiyotik faktörler içerisindeki iklim olayları, tarım alanlarında bitkisel üretimi kısıtlayıcı en önemli etmen ve mısır yetiştiriciliğini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen en önemli faktörler olduğu bildirilmiştir (Öztürk, 2007). Doğadaki bitkiler sürekli olarak şiddetli biyotik ve abiyotik strese maruz kalmaktadırlar. Bu stres faktörleri içerisinde kuraklığın, bitkilerin gelişimine ve verimine en fazla zararı verdiği bildirilmiştir (Anjum ve ark., 2011). Diğer bir abiyotik stres fenomeni yüksek sıcaklıklar ürünlerde zarara neden olarak verimde kayıplara sebep olduğu rapor edilmiştir. (Kapur ve ark., 2008). 21. yüzyılın sonuna kadar küresel yüzey sıcaklık değişiminin 2 °C'yi aşacağı, küresel ısınmanın 2100 yılı sonrasında da süreceği ve dünyadaki bu iklimsel değişimin en çok tarımı etkileyeceği bildirilmiştir (Anonim, 2014). Mısır bir sıcak iklim bitkisi olmasına rağmen aşırı sıcaklık isteyen bir bitki değildir. Sıcaklık 38 °C'ye ulaştığında sulama şartlarında bile transpirasyonla kaybettiği suyu kökler vasıtasıyla karşılayamaz ve bitki turgoritesini kaybeder, bu durum bir kaç gün devam ederse hücre yapısı esnekliğini kaybeder ve tekrar eski formuna dönmeyeceği ifade edilmiştir (Cerit ve ark., 2001). Bir genotipin yüksek sıcaklıkta hayatta kalma yeteneği, bitkinin tür ya da çeşidine, bitki gelişim evresine, hücre tiplerinin hassasiyetine, yüksek sıcaklığın derecesi ve süresine bağlı olduğu belirtilmiştir (Bray ve ark., 2000). Bitkiler stres koşullarından kaçamadıkları için değişikliklere uyum sağlayabilmek ve gelişmelerini

devam ettirebilmek için bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal ayarlamalar yapmaktadırlar. Çevre koşullarını kontrol altında tutmak mümkün olmadığından stres koşullarına dayanıklı, verimi yüksek çeşitlerin geliştirilmesinde öncelikle farklı pratik uygulamalar gerektiği bildirilmiştir (Vierling, 1991). Bu nedenle, yapılan araştırmada mısır bitkisinin yüksek sıcaklık ve kuraklık tolerans mekanizmalarının bilinmesi, soruna çözüm bulunması açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmanın amacı; Araştırmada morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal analizler yapılarak mısır genotiplerin stres koşullarında kendilerini koruma düzeyleri ile kuraklık ve sıcaklık stresine karşı tepkileri ortaya konularak, ayrıca fizyolojik ve biyokimsal gözlemler sonucunda yüksek sıcaklık ve kuraklıkta etkili olan yöntemlerin belirlenmesidir. Yüksek sıcaklıktan dolayı oluşan verim kaybının nedenlerinin belirlenerek çözüm önerilerinin üretilmesidir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Şanlıurfa GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne bağlı Talat Demirören Araştırma İstasyonu deneme arazisinde, 2015 ile 2016 yılları yetiştirme sezonunda tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak, ana parsellere su kısıntıları (% 100, % 50), alt parsellere ise farklı kaynaklardan elde edilmiş 20 adet mısır genotipi gelecek şekilde kurulmuştur. Araştırmada kullanılan 20 adet mısır genotipinin 3 adeti hibrit mısır çeşidi (ADA-9516, FAMOSO ve P32T83) 17 adedi ise mısır hatlarından oluşmuştur (Çizelge 1).

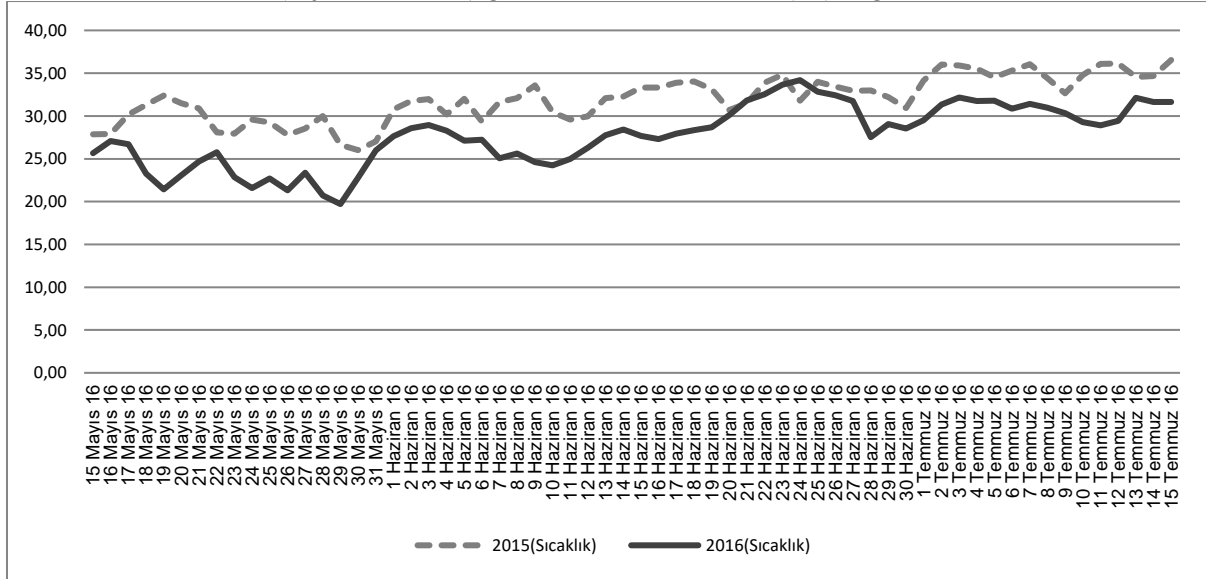
Çizelge 1 Farklı kaynaklardan temin edilen mısır genotipleri

Sıra	Genotipler	Kuruluş	Sıra	Genotipler	Kuruluş
1	MAE-9301	Mısır Arş. Ens.	11	B-76	Doğu Akdeniz Tar. Arş. Ens.
2	ADK-737	Mısır Arş. Ens.	12	B-106	Doğu Akdeniz Tar. Arş. Ens.
3	ADK-719	Mısır Arş. Ens.	13	ANT-910251	Batı Akdeniz Tar. Arş. Ens.
4	ADK-716	Mısır Arş. Ens.	14	ANT-910252	Batı Akdeniz Tar. Arş. Ens.
5	ADK-691	Mısır Arş. Ens.	15	ANT-910254	Batı Akdeniz Tar. Arş. Ens.
6	FrMo 17	Mısır Arş. Ens.	16	AKD 90-1	Batı Akdeniz Tar. Arş. Ens.
7	FRB73	Mısır Arş. Ens.	17	ANT-910255	Batı Akdeniz Tar. Arş. Ens.
8	CML_442	Mısır Arş. Ens.	18	ADA-9516	Mısır Arş. Ens.
9	CML_324	Mısır Arş. Ens.	19	FAMOSO	Syngenta Tarım San Tic. A.Ş
10	ADK-694	Mısır Arş. Ens.	20	P32T83	PIONEER

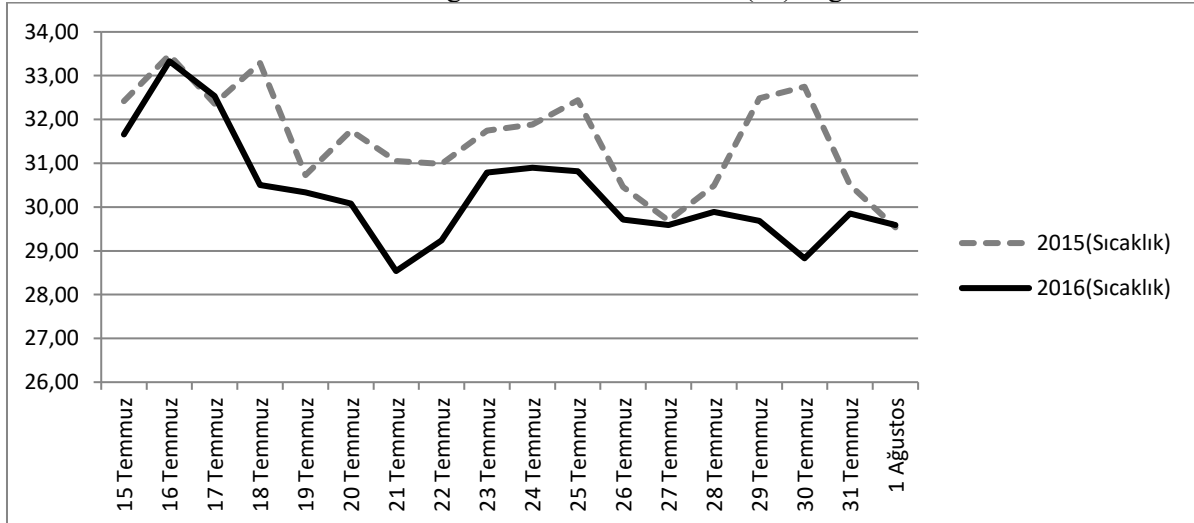
Her parsel (eni; 2.8 m, boyu; 5 m) 4 sıra ve toplam alanı 14 m² olacak şekilde ayarlanmıştır. Denemenin toplam parsel (3x2x20) sayısı 120 olmuştur. Denemenin ilk yılı olan 2015 yılı, ikinci yıla (2016) göre, hem vejetatif hemde generatif dönemde ki sıcaklık değerlerinin daha yüksek, nisbi nem oranlarının daha düşük değerler aldığı tespit edilmiştir. Araştırmanın ilk

yılında ki iklim koşulları, ikinci yılına göre, bitkilerin gelişimi açısından daha kötü koşullar oluşturmuştur (Çizelge 2, 3, 4, 5).

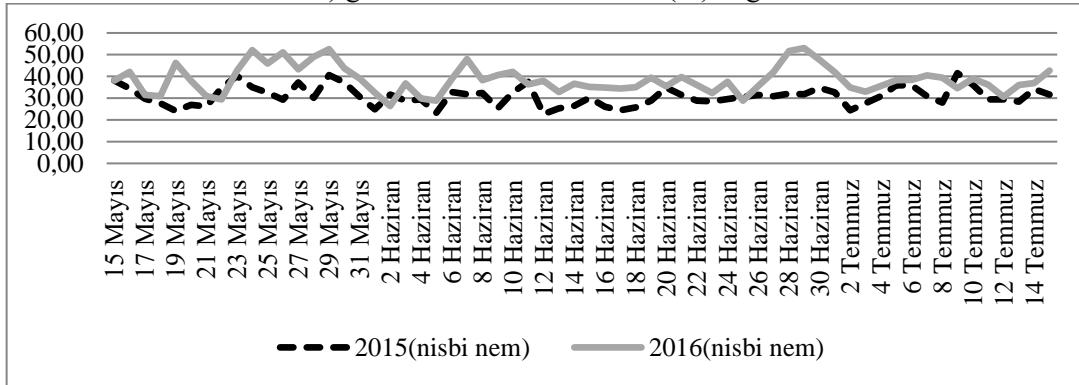
Çizelge 2 Denemenin 2015 ve 2016 yılları ekim ile tepe püskülü çiçeklenme arasındaki (vejetatif dönem) günlük ortalama sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) değerleri



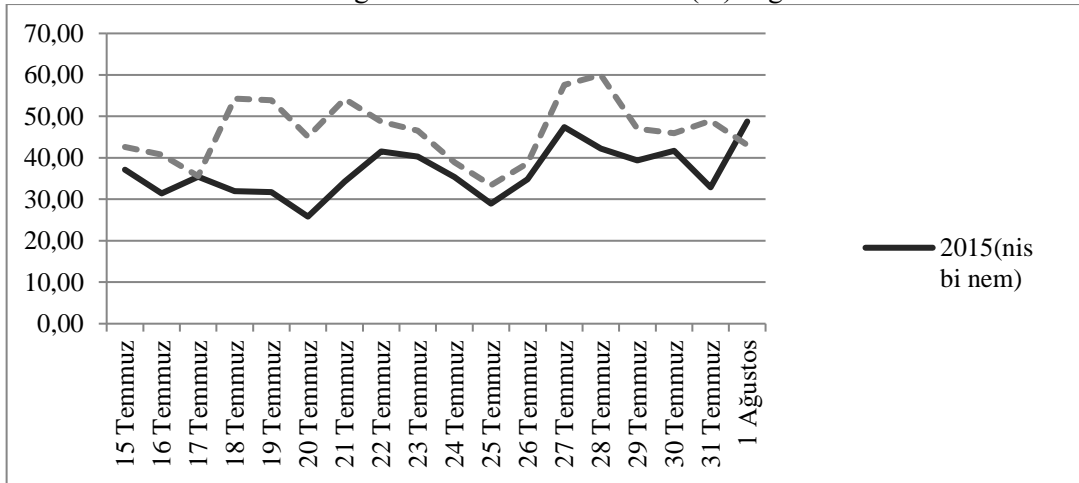
Çizelge 3 Denemenin 2015 ve 2016 yılları tepe püskülü çiçeklenme ile koçan püskülü çıkış arasındaki günlük ortalama sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$) değerleri



Çizelge 4 Denemenin 2015 ve 2016 yılları ekim ile tepe püskülü çiçeklenme arasındaki (vejetatif dönem) günlük ortalama nisbi nem (%) değerleri



Çizelge 5 Denemenin 2015 ve 2016 yılları tepe püskülü çiçeklenme ile koçan püskülü çıkış arasındaki günlük Ortalama nisbi nem (%) değerleri



Bitkilere sulama, ekiminden hasada kadar (bitkilerin gelişim evrelerinin bütününde) uygulanmıştır. Tüm konulara eşit olarak çıkış için iki defa yağmurlama sulama yapılmıştır. Denemelerde sulama konusu, % 100 (tam sulama konusu) ve % 50 (kısıntılı sulama konusu) konularından oluşturulmuş olup; sulama yöntemi olarak, damla sulama sistemi kullanılmıştır. Deneme süresince ekimde, her sulamadan önce orta tekerrürdeki parsellerin 0-30, 30-60 ve 60-90 cm toprak katmanlarından toprak örnekleri alınarak, gravimetrik yöntemle topraktaki mevcut nem düzeyi belirlenmiştir. Sulamalarda parsellere, toprak profilinin 90 cm derinliğindeki eksik nemi tarla kapasitesine getirecek miktarda sulama suyu su saatinden geçirilerek ölçülü olarak verilmiştir (Beyce ve ark., 1972). Sulamalar 5 gün aralıkla, toprağın 0-90 cm derinliği dikkate alınarak yapılmıştır (Çetin ve Nacar, 1995). Kısıntı konusunda ise tam konu için hesaplanan suyun % 50'si uygulanmıştır. Vejetasyon süresi boyunca mısır

verilecek kimyasal gübre miktarları toprak analiz sonuçlarına göre; saf olarak 25 kg da⁻¹ N ile 8 kg da⁻¹ P ve K uygulaması yapılmıştır. Geçmiş yıllarda bölgede yapılan araştırmalar dikkate alınarak; mısır genotipleri yüksek sıcaklık stresine maruz bırakılmaları için ekim tarihi 15 Mayıs olarak belirlenmiştir. Her parselde rastgele seçilen 10 bitkide, tepe püskülü çıkış sonrası dönemde toprak seviyesinden bitkinin en ucuna kadar sırım metre yardımıyla bitki boyu (BB, cm) ölçümü yapılmış ve ortalama alınmıştır. Yaprak sayısı (YS, adet), her parselde 10 bitkinin yaprakları sayılarak ortalama alınmıştır. Örnek bitkilerden elde edilen koçanların harmanlanmış taneleri önce % 15 tane nemine kadar kurutulduktan sonra rastgele sayılan 4x100 adet tane tartılarak bintane ağırlığı (BTA, g), tane ürününün hektolitre ağırlığı (HA, kg/hl⁻¹), hektolitre ölçme aleti yardımıyla belirlenmiştir. Her parselden elde edilen koçanlar mısır harman makinesinde tanelenmiştir. Tanelenen ürünün nem oranı elektronik nem ölçme aleti ile ölçülmüştür. Daha sonra tane verimi (TV, kg/da⁻¹) % 15 nem içeriğine göre düzeltilerek dekara tane verimi hesaplanmıştır. Yaprak sıcaklığı (YSıc., °C), taşınabilir bir infrared termometre aracıyla her parselde rastgele seçilen 10 bitkide, tepe püskülü çıkış sonrası dönemde, bayrak yaprakta santigrat derece (°C) cinsinden ölçülmüştür. Taşınabilir klorofil metre cihazı (SPAD-502) ile her parselde rastgele seçilen 10 bitkide, tepe püskülü çıkış sonrası dönemde, bayrak yaprağın orta kısmında tam güneşli havada saat 10:00 ile 16:00 arasında ölçülmüş ve klorofil içeriği (Kİ, spad) hesaplanmıştır (Adamsen ve Rice, 1999). Tepe püskülü çıkış sonrası dönemde, her parselde rastgele seçilen 10 adet bitkideki bayrak yapraklar örnek olarak alınıp mümkün olan en kısa sürede buz içerisinde laboratuvara ulaştırılmıştır. Her yapraktan 100 mg yaprak örnekleri hassas terazide tartılmıştır. Örnekler üç defa yeterli miktardaki saf su ile yıkanmıştır. İlk aşamada bitki örnekleri 10 ml deiyonize su içeren deney tüplerine transfer edilmiştir. Tüplerin kapakları kapatıldıktan sonra, 32 °C'lik bir su banyosunda 2 saat sürekli olarak tutulmuştur. Çözeltinin elektrik iletkenliği EC metre aleti ile ölçülmüş, (EC₁) hesaplanmıştır. İkinci aşamada tüm hücreleri öldürmek ve içerisindeki organik ve inorganik iyonların çözeltiliye geçmesini sağlamak için, örnekler 121 °C'de 20 dakika boyunca otoklavlanmıştır. Örnekler oda sıcaklığına getirildikten sonra, çözeltinin elektrik iletkenliği EC metre aleti ile ölçülmüş, (EC₂) hesaplanmıştır. Elde edilen verilerden membranların oransal zararlanması (MZ) aşağıdaki denklem 1'e göre hesaplanmıştır (Sairam, 1994).

$$MZ = [1 - (EC_1/EC_2)] \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Araştırmada yer alan genotiplere ait çiçek tozlarının canlılık düzeylerini belirleyebilmek için TTC (2.3.5 Triphenyl Tetrazolium Chloride) canlılık testi uygulanıp polen canlılık (PC, %) oranları hesaplanmıştır (Parfitt ve Ganeshan, 1989). Laboratuvarda Absisik asit (ABA, nmol/g⁻¹ DW) seviyesinin tayininde; Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay (Enzim bağlantılı imünosorbent ölçümü; ELİSA) yöntemi kullanılmıştır (Kabot ve ark., 1986). Araştırmada elde edilen veriler; MSTAT-C paket bilgisayar programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar DUNCAN çoklu karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır (Yurtsever, 1984).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan birleşik varyans analizinde, bütün parametrelerde su kısıntıları (SK), genotipler (G) ve su kısıntısı x genotip interaksyonları arasında istatistiksel olarak önemli farklar elde edilmiştir ($P \leq 0.01$). Yaprak sayısı (YS) parametresinde yıllar arasında % 5 düzeyinde önemli fark elde edilirken, geri kalan diğer parametrelerde % 1 düzeyinde önemli farklar elde edilmiştir. Hektolitre ağırlığı (HA) parametresi yıl x genotip interaksyonunda % 5 düzeyinde önemli fark elde edilirken, geri kalan diğer parametrelerde % 1 düzeyinde önemli farklar elde edilmiştir. Bitki boyu (BB) ve tane verimi (TV) parametreleri yıl x su kısıntısı interaksyonunda % 1 düzeyinde önemli fark elde edilirken, geri kalan diğer parametrelerde istatistiksel olarak önemli fark elde edilmemiştir. Tane verimi (TV), Hücre membran zararlanması (HMZ), Polen Canlılığı (PC) ve ABA: Absisik Asit (ABA) parametreleri yıl x su kısıntısı x genotip interaksyonunda istatistiksel olarak % 1 düzeyinde, bitki boyu parametresinde % 5 düzeyinde ve yaprak sayısı (YS), bin tane ağırlığı (BTA), hektolitre ağırlığı (HA), yaprak sıcaklığı (YSIC.) ve klorofil içeriği (Kİ) parametrelerinde ise istatistiksel olarak önemli farklar elde edilmemiştir. (Çizelge 6). Birleştirilmiş (2015-2016) İnteraksiyon analiz sonuçlarına göre; bitki boyu en yüksek 240.31 cm ile % 100 (tam sulama) ve ADA-9516 çeşidinden elde edilirken, en düşük bitki boyu 92.26 cm ile % 50 (su kısıntısı) ve ADK-691 genotipinden elde edilmiştir.

Çizelge 6. Birleştirilmiş yılların kareler ortalaması varyans analiz sonuçları ve önemlilik düzeyleri

Kaynak	SD	BB	YS	BTA	HA	TV	Y SIC.	Kİ	HMZ	PC	ABA
Y	1	63493**	12.5127*	25317.4**	351.408**	74766.1**	1134.44**	2210.3**	1237.69**	2223.09**	555.621**
T	4	74.0929	0.39154	633.125	1.00467	58.4074	95.0306	14.4721	103.93	76.8406	9.58098
SK	1	102402**	130.24**	59225.1**	762.803**	214180**	418.783**	4478.1**	5107.06**	8039.76**	1444.38**
Y*SK	1	2572.6**	0.06667	6.3994	1.40301	2002.19**	0.46552	167.936	78.2506	24.3971	0.64792
Hata1	4	116.61	1.76829	62.256	16.8543	66.4215	1.54046	52.348	13.6936	5.03746	1.59747
G	19	5089.2**	23.523**	27343.4**	140.618**	208661**	18.2154**	233.69**	200.153**	1846.85**	275.132**
Y*G	19	633.67**	5.0321**	3634.07**	3.70405*	6851.85**	22.7328**	69.209**	69.79**	102.635**	2.38592**
SK*G	19	746.04**	1.1700**	488.965**	26.7783**	25763.9**	26.7305**	63.235**	33.1452**	113.212**	31.8665**
Y*SK*G	19	158.64*	0.71404	243.086	2.48767	3637.53**	6.19236	22.299	31.2764**	29.6174**	2.06609**
Hata2	152	93.58	0.47557	215.27	2.0469	72.9	4.2841	15.952	5.122	7.245	0.5301
CV(%)		5.79	5.13	5.47	2.03	11.63	6.68	8.89	5.60	14.57	4.77
Ort		166.98	13.23	267.94	70.23	73.29	30.82	44.85	40.29	18.46	15.07

*BB: Bitki Boyu (cm), YS: Yaprak Sayısı (adet), BTA: Bintane Ağırlığı (gr), Hektolitre Ağırlığı (kg/hl), TV: Tane Verimi (kg/da), YSIC: Yaprak Sıcaklığı (°C), Kİ: Klorofil İçeriği (spad), HMZ: Hücre membran zararlanması (%), PC: Polen Canlılığı (%), ABA: Absisik Asit İçeriği (nmol/g⁻¹ DW)

*T: Tekerrür, Y:Yıl, SK: Su kısıntısı, G: Genotip, H: Hata, SD: Serbestlik derecesi

*,**: Sırasıyla P≤0.05 ve P≤0.01 olasılık düzeylerinde önemli

Genotiplerin % 50 su kısıntısı ortalaması, 146.33 cm iken % 100 tam sulama ortalaması, 187.64 olarak elde edilmiştir. Araştırmanın 2015 ve 2016 yılları ortalama bitki boyları sırasıyla; 150.72 ve 183.25 cm olarak ölçülmüştür (Çizelge 7). Araştırma ana ürün koşullarında yürütüldüğünden dolayı denemenin her iki yılında yüksek sıcaklık stresi mısır hat ve çeşitlerini olumsuz yönde etkileyerek, bitki boylarının daha kısa kalmalarına sebep olmuştur. 2016 yılına nispeten, 2015 yılında ki düşük nisbi nem ve daha yüksek sıcaklık stresi ve nisbi nem oranlarının % 40-50 arasında seyretmesi bitki boylarının daha kısa kalmasına yol açmıştır. Her iki araştırma yılında; % 50 (kısıntılı sulama) konularında ki bitkilerin boyları, % 100 (tam sulama) konularına nazaran daha kısa kaldıkları tespit edilmiştir. Stres koşullarında ki (yüksek sıcaklık ve su kısıntısı) bitkilerin stomalarının kapalı ve iletiminin zayıf olması, yaprak sıcaklıklarının normal şartlara oranla yüksek olması, fotosentez veriminin düşmesi gibi fizyolojik sebeplerden dolayı bitki boyları yeterince gelişmemiştir. Bulgularımıza benzer olarak; yapılan bir araştırmada, kurak şartlarda yetiştirilen mısır hatlarının ortalama bitki boyları; 130.1 cm'de kalırken, tam sulama yapılan konularda ortalama bitki boyları; 159.8 cm ye ulaştığı bildirilmiştir (Khodarahmpour, 2013). Diğer bir çalışmada, bitki boyunun azalmasına paralel tane verimlerinin düştüğü ifade edilmiştir (Seyedzavar ve ark., 2014).

Çizelge 7 Farklı su kısıntılarında yetiştirilen mısır genotiplerinin bitki boyu (cm) ortalama değerleri ve duncan çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Genotip	2015			2016			2015-2016		
	%50	%100	Ortalama	%50	%100	Ortalama	%50	%100	Ortalama
MAE-9301	13500lo	212.13a	173.56AB	141.76qs	233.43bc	187.60BD	138.38pt	222.78b	180.58BD
ANT-910251	13830jn	161.63dg	149.96EG	161.03mq	204.13ej	182.58CE	149.66mp	182.88eg	166.27FG
CML-324	13985in	161.06dh	150.45EG	164.56np	200.96fj	182.76CE	152.20lo	181.01fh	166.61FG
FRB-73	11583qr	149.43fl	132.63IJ	174.63ln	186.63jl	180.63CE	145.23oq	168.03hk	156.63HI
ADK-737	11660pr	144.96gm	130.78IJ	155.80nq	192.06hl	174.06DF	136.33pt	168.51hk	152.42IK
ADK-719	14640gl	182.00b	164.20BD	178.80km	221.36cf	200.08B	162.60km	201.68c	182.14BC
ANT-910252	11083qr	168.30be	139.56GI	142.86qs	209.00di	175.93DF	126.85t	188.65cg	157.75GI
B-106	127.73mq	163.86cf	145.80EH	150.73or	216.20eg	184.81CD	140.58os	190.03cg	165.30FH
ADK-716	14643fl	182.86b	164.65BD	159.00mq	190.53il	174.76DF	152.71lo	186.70dg	169.70EF
ANT-910254	133.30lp	179.93bc	156.61CE	160.16mq	215.63eg	187.90BD	146.73nq	197.78od	172.25DF
AKD-90-1	12083oq	162.20dg	141.51FI	153.43nq	226.06bd	190.93BC	138.31pt	194.13cf	166.22FG
B-76	13693ko	143.86lm	140.40GI	150.73ps	188.86il	169.80EG	143.83or	166.36ik	155.10IJ
ADK-691	10220r	134.46lo	118.33K	82.33t	134.96is	108.65H	92.26u	134.71gt	113.49L
FitMo17	125.53nq	142.73in	134.13HJ	130.80s	186.66jl	158.73G	128.16st	164.70jl	146.43JK
ANT-910255	148.16fl	181.10bc	164.63BD	173.26lo	208.06di	190.66BC	160.71kn	194.58ce	177.65BE
CML-442	143.50im	162.16dg	152.83DF	174.40ln	212.66dh	193.53BC	158.95kn	187.41dg	173.18CF
ADK-694	113.33qr	139.96in	126.65JK	149.96ps	178.30km	164.13FG	131.65t	159.13kn	145.39K
ADA-9516	157.16er	208.86a	183.01A	196.63gk	271.76a	234.20A	176.90gj	240.31a	208.60A
FAMOSO	153.86ek	176.10bd	164.98BC	178.53km	222.03ce	200.28B	166.20lk	199.06cd	182.63B
P32T83	154.96ej	204.40a	179.68A	201.63ej	244.26b	222.95A	178.30gr	224.33b	201.31A
Ortalama	133.33B	168.10A		159.32B	207.18A		146.33B	187.64A	
Yıl Ort.	150.72b			183.25a					
LSD(2015)	SuKıs:11.82**,		Genotip:11.08**,	SuKıs*genotip:14.28**					
LSD(2016)	SuKıs:1.93**,		Genotip:12.01**,	SuKıs*genotip:17.01**					
LSD(2015-2016)	Yıl:3.85**,SuKıs:3.85**,Kıs*genotip:10.99**,		Yıl*sukıs:5.45**,genotip:7.76**,Yıl*SuKıs*genotip:15.54*		Yıl*genotip:10.99**,		Su		

*Aynı sütunda yer alan aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında duncan testine göre % 5 seviyesinde önemli farklılık yoktur. **P<0.01, *P<0.05, ns: önemsiz

Birleştirilmiş (2015-2016) interaksyon analiz sonuçlarına göre; en düşük yaprak sayısı 10.56 adet (% 50, B-106) olarak elde edilirken, en yüksek ise 16.38 adet (% 100, CML-442) olarak elde edilmiştir. Denemenin ilk yılı yaprak sayısı ortalaması, 13.01 adet iken, 2016 yılında 13.47 adet olarak sayılmıştır (Çizelge 8). Ana ürün (15 Mayıs) ekimlerinden dolayı, denemenin her iki yılı ve su uygulamalarında (% 100, % 50) kaydedilen yüksek sıcaklıklar mısır hat ve çeşitleri olumsuz yönde etkiledikleri belirlenmiştir. Bitkiler ayrıca su stresine de maruz bırakılmışlardır. Tam sulamalarda bile sıcaklıklardan dolayı bitkiler strese girmiş ve daha az yaprak oluşturmuşlardır. Stres koşullarında bitkilerde yaşanan fizyolojik aksaklıklar (stomaların kapanması ve fotosentezde ki aksamalar) yaprak sayılarının azalmasına yol açmıştır. Bulgularımıza benzer olarak; Kurak koşullarda mısır bitkilerinde ortalama bitkide yaprak sayısı; 8.7 adet iken, stressiz koşullarda 14.68 adet'e ulaştığı bildirilmiştir (Khodarahmpour,

2013). Yapılan başka bir araştırmada ki mısır genotiplerinin her bitkideki yaprak sayıları kurak koşullarda azaldığı ifade edilmiştir (Zamaninejad ve ark., 2013).

Çizelge 8 Farklı su kısıntılarında yetiştirilen mısır genotiplerinin yaprak sayısı (adet/bitki) ortalama değerleri ve duncan çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Genotip	2015			2016			2015-2016		
	%50	%100	Ortalama	%50	%100	Ortalama	%50	%100	Ortalama
MAE-9301	13.60ej	16.16ab	14.88AB	14.66ce	16.33ab	15.50B	14.13df	16.25a	15.19B
ANT-910251	12.00ko	12.83hm	12.41DE	11.70ko	13.56di	12.63FG	11.85lq	13.20fj	12.52GH
CML-324	12.66in	13.66ei	13.16CD	12.36in	15.36bc	13.86DE	12.51im	14.51be	13.51EF
FRB-73	14.00dh	14.66ce	14.33AB	14.16cg	14.53cf	14.35CE	14.08df	14.60bd	14.34CD
ADK-737	10.50qr	11.50nr	11.00F	11.70ko	12.53im	12.11G	11.10ps	12.01kp	11.55J
ADK-719	12.33jn	13.66ei	13.00D	11.33p	13.20fi	12.26G	11.83lq	13.43fi	12.63GH
ANT-910252	13.33in	16.33a	14.50AB	14.16cg	16.16ab	15.16BC	13.41fi	16.25a	14.83BC
B-106	10.50qr	11.66mq	11.08F	10.63op	11.00np	10.81HI	10.56s	11.33os	10.95K
ADK-716	14.16dg	15.00bd	14.58AB	10.43op	10.26p	10.35I	12.30jn	12.63hl	12.46GH
ANT-910254	11.83jp	14.00dh	12.91D	13.13ij	14.96bd	14.05DE	12.48im	14.48be	13.48EF
AKD-90-1	11.00or	12.00ko	11.50EF	11.73jp	13.26ei	12.50G	11.36rs	12.63hl	12.00HJ
B-76	12.33jn	12.83hml	12.58D	12.73hl	14.33cg	13.53EF	12.53im	13.58eh	13.05FG
ADK-691	10.66pr	11.83jp	11.25F	11.00np	12.56im	11.78GH	10.83rs	12.20ko	11.51JK
FrMo 17	10.66pr	11.83jp	11.25F	11.30mp	13.13ij	12.21G	10.98qs	12.48im	11.73IJ
ANT-910255	13.33ij	15.00bd	14.16B	13.03gk	15.16bc	14.10DE	13.18ij	15.08bc	14.13DE
CML-442	14.33df	15.83ac	15.08A	16.20ab	16.93a	15.56A	15.26b	16.38a	15.82A
ADK-694	10.23r	11.83jp	11.03F	13.00gk	14.00ch	13.50EF	11.61mr	12.91gk	12.26HI
ADA-9516	13.50ej	15.83ac	14.66AB	14.23cg	16.80a	15.51B	13.86dg	16.31a	15.09B
FAMOSO	12.53in	13.16fk	12.85D	12.56im	15.00bc	13.78E	12.55im	14.08df	13.31F
P32T83	13.00gj	15.00bd	14.00BC	14.23cg	15.33bc	14.78BD	13.61eg	15.16b	14.39CD
Ortalama	12.29B	13.73A		12.71B	14.22A		12.50B	13.97A	
Yıl Ort.	13.01a			13.47a					
LSD(2015)	Su Kıs.:0.43**			Genotip:0.75**			Su Kıs.*genotip:1.07**		
LSD(2016)	Su Kıs.:1.37*			Genotip:0.81**			Su Kıs.*genotip:1.15*		
LSD(2015-2016)	Yıl:0.47*			Su Kıs.:0.47*			Yıl*su kıs.:ns , genotip:0.55**		
	yıl*genotip:0.76** ,			Su Kıs.*genotip:0.76** ,			Yıl*Su Kıs.*genotip:ns		

*Aynı sütunda yer alan aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında duncan testine göre % 5 seviyesinde önemli farklılık yoktur. **P<0.01, *P<0.05, ns: önemsiz

Birleştirilmiş (2015-2016) İnteraksiyon analiz sonuçlarına göre; bintane ağırlıkları 187.55 g (% 50, B-106) ile 378.56 g (% 100, P32T83) arasında değişmiştir. Su kısıntısı (% 50) uygulamasında ki genotiplerin bintane ağırlığı ortalaması, 252.23 g iken, tam sulama (% 100) uygulamasının 283.65 g olarak elde edilmiştir. Yıl ortalamaları arasında da farklar oluşmuştur. Denemenin ilk yılı (2015) bintane ağırlığı ortalaması, 257.67 g olurken, ikinci yıl bu ortalama 278.21 g' a yükselmiştir (Çizelge 9). İki yılın birleşik analiz sonuçlarına göre; % 50 su kısıntısı ve FrMo hattında en düşük hektolitre ağırlığı (60.32 kg/hl⁻¹) elde edilirken, % 100 tam sulamada ve ADA-9516 hibrit mısır çeşidinde en yüksek hektolitre ağırlığı (77.66 kg/hl⁻¹) elde edilmiştir. Su kısıntısında (% 50) mısır genotiplerinin ortalama hektolitre ağırlığı, 68.45 kg/hl⁻¹ iken, tam sulama (% 100)' da ise 72.02 kg/hl⁻¹ olarak elde edilmiştir. Araştırmanın ilk yılında ortalama hektolitre ağırlığı 69.03 kg/hl⁻¹ olarak ölçülürken, ikinci yılında ortalama hektolitre ağırlığı, 71.45 kg/hl⁻¹ olarak ölçülmüştür (Çizelge 10). Denemenin ikinci yılına nazaran daha sıcak

geçen ilk yılda bintane ve hektolitre ağırlıkları düşmüştür. Sıcaklıklarla beraber mısır genotiplerine uygulanan su kısıntısı, bintane ve hektolitre ağırlıklarının düşüşünü artırmıştır. Tepe püskülü çiçeklenme döneminde yaşanan yüksek sıcaklıklar ve uygulanan su kısıntısı polen canlılık oranlarını azaltmış buna paralel bintane ve hektolitre ağırlıklarında düşüşler görülmüştür.

Çizelge 9 Farklı su kısıntılarında yetiştirilen mısır genotiplerinin bintane ağırlığı (gr) ortalama değerleri ve duncan çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Genotip	2015			2016			2015-2016		
	% 50	% 100	Ortalama	% 50	% 100	Ortalama	% 50	% 100	Ortalama
MAE-9301	260.33	302.06	281.20 C	250.33 kn	326.66 cf	288.50 DE	255.33 j	314.36 fg	284.85 D
ANT-910251	220.90	242.16	231.53 E	248.00 kn	252.33 km	250.16 FG	234.45 km	247.25 jl	240.85 EF
CML-324	224.86	247.00	235.93 E	305.00 dh	316.33 dg	310.66 C	264.93 ij	281.66 hl	273.30 D
FRB-73	183.66	224.00	203.83 G	228.50 mq	234.50 mo	231.50 GH	206.08 pr	229.25 ln	217.66 GH
ADK-737	317.83	336.83	327.33 A	372.66 ab	386.66 a	379.66 A	345.25 cd	361.75 ac	353.50 A
ADK-719	256.83	282.96	269.90 CD	191.00 rs	221.33 nr	206.16 IJ	223.91 mp	252.15 jk	238.03 EF
ANT-910252	206.33	253.00	229.66 EF	299.66 ei	327.33 cf	313.50 C	253.00 jk	290.16 h	271.58 D
B-106	201.76	250.66	226.21 EF	173.33 s	203.66 ps	188.50 J	187.55 r	227.16 lo	207.35 H
ADK-716	217.66	251.83	234.75 E	238.66 mo	272.66 il	255.66 F	228.16 lo	262.25 j	245.20 E
ANT-910254	284.66	319.00	301.83 B	313.11 df	377.00 ab	345.05 B	298.89 gh	348.00 bd	323.44 B
AKD-90-1	206.26	217.83	212.05 FG	213.00 or	234.00 mp	223.50 HI	209.63 nq	225.91 mp	217.77 GH
B-76	243.14	276.40	259.77 D	275.44 hk	313.33 dg	294.38 CD	259.29 j	294.86 gh	277.08 D
ADK-691	206.40	250.43	228.41 EF	243.33 lo	258.00 jm	250.66 FG	224.86 mp	254.21 jk	239.54 EF
FiMo 17	175.33	212.50	193.91 G	216.11 or	248.00 kn	232.05 GH	195.72 qr	230.25 lm	212.98 H
ANT-910255	268.46	287.90	278.18 CD	248.33 kn	286.33 gj	267.33 EF	258.40 j	287.11 h	272.75 D
CML-442	217.83	257.83	237.90 E	199.00 qs	236.66 mo	217.83 HI	208.48 oq	247.25 jl	227.86 FG
ADK-694	221.30	233.33	227.31 EF	248.00 kn	274.00 ik	261.00 F	234.65 km	253.66 jk	244.15 E
ADA-9516	286.00	314.80	300.40 B	298.83 fi	330.00 ce	314.41 C	292.41 h	322.40 ef	307.40 C
FAMOSO	323.16	341.16	332.16 A	356.00 bc	388.33 a	372.16 A	339.58 de	364.75 ab	352.16 A
P32T83	313.06	359.13	341.10 A	335.00 cd	388.00 a	361.50 AB	324.03 ef	378.56 a	351.30 A
Ortalama	241.79 B	273.54 A		262.66 B	293.75 A		252.23 B	283.65 A	
Yıl Ort.	257.67 b			278.21 a					
LSD(2015)	Su Kıs.:6.19**,			Genotip:15.95**,			Su Kıs.*genotip:ns		
LSD(2016)	Su Kıs.:6.14**,			Genotip:17.69**,			Su Kıs.*genotip:25.01**		
LSD(2015-2016)	Yıl:2.79**, Su Kıs.:2.79**, Yıl*genotip:16.68**,			Yıl*su kıs.:ns, Su kıs.*genotip:16.68**,			Genotip:11.78** Yıl*Su Kıs.*genotip:ns		

* Aynı sütunda yer alan aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında duncan testine göre % 5 seviyesinde önemli farklılık yoktur. **P<0.01, *P<0.05, ns: önemsiz

Bulgularımıza benzer olarak; Bintane ve hektolitre ağırlıkları, kuraklık uygulamalarına nazaran tam sulama (I100, I125) konularında en yüksek değerleri aldıkları ifade edilmiş, kurak şartlarda mısır bitkilerinin ortalama bintane ve hektolitre ağırlıkları sırasıyla; 261.2 gr ve 63.1 kg/hl⁻¹ iken, tam sulama uygulamalarında 309.3 gr ve 69.2 kg/hl⁻¹ olduğu bildirilmiştir. (Karasu ve ark., 2015). Diğer benzer bir çalışmada, kurak şartlarda mısır bitkilerinin ortalama bintane ağırlıkları; 207.2 gr iken, tam sulama uygulamalarında 328.5 gr' a çıktığı tespit edilmiştir (Koca ve ark., 2015).

Çizelge 10. Farklı su kısıntılarında yetiştirilen mısır genotiplerinin hektolitre ağırlığı (kg/hl⁻¹) ortalama değerleri ve duncan çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Genotip	2015			2016			2015-2016		
	% 50	% 100	Ortalama	% 50	% 100	Ortalama	% 50	% 100	Ortalama
MAE-9301	70.17 el	71.34 ch	70.75 DE	72.34 fi	74.18 cf	73.26 BF	71.26 gl	72.76 ch	72.01 DG
ANT-910251	68.96 ln	71.04 ci	70.00 DF	71.67 fi	72.92 dh	72.29 DG	70.32 jm	71.98 fj	71.15 FH
CML-324	68.47 io	70.34 el	69.40 EG	71.09 gj	72.80 dh	71.95 EG	69.78 kn	71.57 gk	70.67 GH
FRB-73	72.00 cf	73.23 bd	72.61 BC	73.43 cg	74.43 cf	73.93 BE	72.71 ch	73.83 bf	73.27 CD
ADK-737	72.40 be	74.66 ab	73.53 AB	72.64 eh	75.73 bd	74.18 BD	72.52 di	75.20 b	73.86 BC
ADK-719	69.23 gm	70.71 dj	69.97 DF	71.87 fi	73.35 cg	72.61 DG	70.55 im	72.03 fj	71.29 EH
ANT-910252	61.13 u	73.43 bc	67.28 HI	62.36 p	75.57 be	68.96 IJ	61.75 st	74.50 bc	68.12 J
B-106	65.80 pr	71.86 cf	68.83 FI	66.90 ln	72.16 fi	69.53 HJ	66.35 oq	72.01 fj	69.18 IJ
ADK-716	66.76 mr	71.21 ch	68.99 EH	69.33 il	73.02 ch	71.17 FH	68.05 no	72.11 fj	70.08 HI
ANT-910254	66.43 nr	69.50 fl	67.96 GI	69.47 il	71.63 fi	70.55 GI	67.95 no	70.56 im	69.25 IJ
AKD-90-1	61.03 u	65.36 qs	63.20 J	65.73 mo	66.94 ln	66.34 K	63.38 rs	66.15 oq	64.77 K
B-76	68.30 jp	74.76 ab	71.53 CD	70.44 gk	75.63 be	73.04 CF	69.37 ln	75.20 b	72.28 DF
ADK-691	66.16 or	68.08 kp	67.12 I	67.60 mp	70.01 hk	68.80 IJ	66.88 op	69.05 mn	67.96 J
FitMo 17	57.80 v	62.30 tu	60.05 K	62.90 op	64.81 np	63.85 L	60.35 t	63.55 rs	61.95 L
ANT-910255	71.56 cg	76.45 a	74.00 AB	72.87 dh	77.58 ab	75.23 B	72.22 ej	77.01 a	74.61 B
CML-442	62.80 su	72.01 cf	67.40 HI	66.54 ln	74.44 cf	70.49 GI	64.67 qr	73.23 cg	68.95 IJ
ADK-694	64.24 it	62.46 tu	63.35 J	68.27 jm	67.64 kn	67.95 JK	66.26 oq	65.05 pr	65.65 K
ADA-9516	72.26 be	76.56 a	74.41 A	76.07 ac	78.76 a	77.42 A	74.17 be	77.66 a	75.91 A
FAMOSO	70.00 el	70.66 dk	70.33 DF	71.73 fi	78.05 ab	74.89 BC	70.86 hm	74.36 bd	72.61 CE
P32T83	67.86 lq	71.77 cg	69.82 DF	71.56 fi	73.43 cg	72.50 DG	69.71 kn	72.60 ch	71.16 FH
Ortalama	67.17 B	70.89 A		69.74	73.15		68.45 B	72.02 A	
Yıl Ort.	69.03 b			71.45 a					
LSD(2015)	Su Kıs.:0.43**,			Genotip:1.49**,			Su Kıs.*genotip:2.10**		
LSD(2016)	Su Kıs.:ns,			Genotip:1.77**,			Su Kıs.*genotip:2.50**		
LSD(2015-2016)	Yıl:1.46**, Su Kıs.:1.46**, Su Kıs.*genotip:1.61**,			Yıl*su kıs.:ns, Yıl*Su Kıs.*genotip:ns			Genotip:1.14**, Yıl*genotip:1.61*		

* Aynı sütunda yer alan aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında duncan testine göre % 5 seviyesinde önemli farklılık yoktur. **P<0.01, *P<0.05, ns: önemsiz

Birleşik yıl analiz sonuçlarına göre, 17 mısır hattı ve 3 hibrit mısır çeşidi içerisinde en düşük tane verimi, % 50 su kısıntısı ve FRB-73 hattında 1.80 kg/da⁻¹ olarak elde edilirken, en yüksek değer, % 100 ve ADA-9516 mısır çeşidinde 634.70 kg/da⁻¹ olarak elde edilmiştir. Birleşik analizde yıllar ve su uygulamaları arasında farklar oluşmuştur. Denemenin birinci yıl ve ikinci yılı ortalama tane verimleri sırasıyla; 69.03 kg/da⁻¹ ve 71.45 kg/da⁻¹ olarak elde edilmiştir. Su kısıntısı (% 50) uygulama ortalaması 68.45 kg/da⁻¹ değerini alırken, tam sulama (% 100) uygulama ortalaması 72.02 kg/da⁻¹ değerini aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 11).

Çizelge 11. Farklı su kısıntılarında yetiştirilen mısır genotiplerinin tane verimi (kg/da⁻¹) ortalama değerleri ve duncan çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

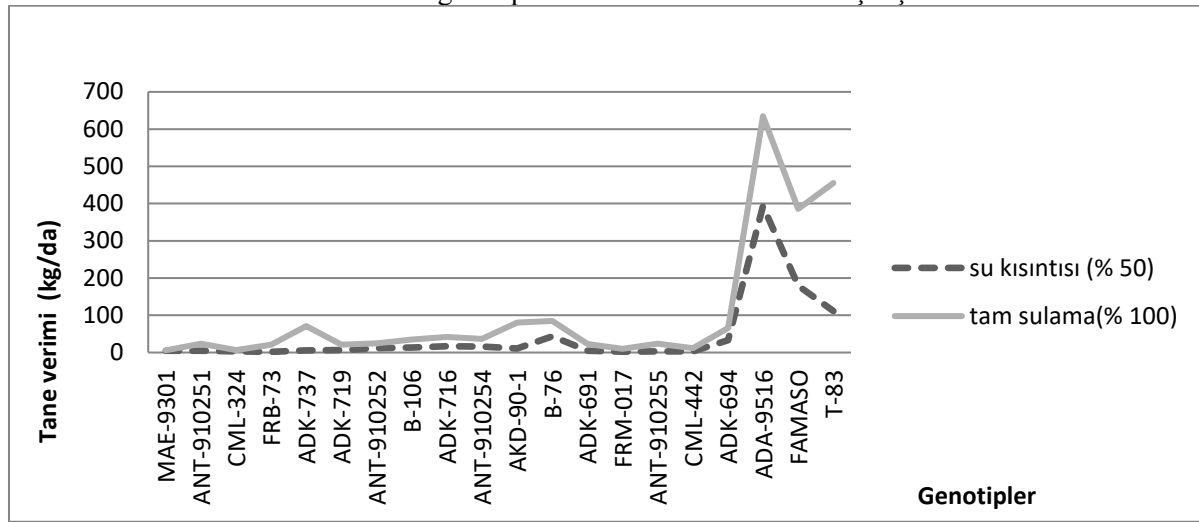
Genotip	2015			2016			2015-2016		
	%50	%100	Ortalama	%50	%100	Ortalama	%50	%100	Ortalama
MAE-9301	3.85km	5.38jm	4.61 G	4.91 tu	6.40tu	5.65l	4.38qr	5.89pr	5.13JK
ANT-910251	2.83km	9.12im	5.98 FG	6.67ru	38.73mn	22.70 G	4.75pr	23.93jl	14.34HI
CML-324	1.08m	2.15lm	1.62 G	4.90tu	11.51qu	8.20 HI	2.99r	6.83pr	4.91 K
FRB-73	1.99lm	23.86hj	12.92FG	1.62u	18.51ot	10.06HI	1.80r	21.18ko	11.49HK
ADK-737	4.98jm	53.03fg	29.00 E	6.20tu	88.39ı	47.29 E	5.59pr	70.71 gh	38.15 E
ADK-719	4.43jm	16.90hm	10.67 FG	9.37ru	25.96np	17.66 GH	6.90pr	21.43 ko	14.16 HI
ANT-910252	2.03lm	4.80jm	3.41 G	20.76or	44.25lm	32.50 F	11.39nr	24.53jl	17.96 GH
B-106	3.99km	11.51 im	7.75 FG	23.01oq	59.03jk	41.02 EF	13.50lr	35.27 j	24.39 FG
ADK-716	3.80km	21.07hl	12.43 FG	29.03no	63.14j	46.08 E	16.41lp	42.10ı	29.26 F
ANT-910254	10.98im	26.30hi	18.64 EF	20.17os	47.22km	33.70 F	15.58lq	36.76ı	26.17 FG
AKD-90-1	1.42lm	21.90hk	11.66 FG	21.00or	139.84g	80.42 D	11.21nr	80.87fg	46.04 DE
B-76	33.96gh	61.89f	47.92 D	53.34jl	107.14h	80.24 D	43.65ı	84.51 f	64.08 C
ADK-691	3.93km	17.95hm	10.94 FG	6.15tu	27.44np	16.79 GH	5.04pr	22.69kn	13.86 HI
FrMo 17	1.68lm	8.37im	5.02 FG	2.64u	11.40qu	7.02l	2.16r	9.88or	6.02 IK
ANT-910255	2.43km	26.92hi	14.67 FG	3.65u	20.34or	11.99 HI	3.04r	23.63jm	13.33 HJ
CML-442	2.20lm	9.39im	5.80 FG	4.58u	14.29pu	9.44 HI	3.39r	11.84mr	7.62 IK
ADK-694	6.54jm	14.26 im	10.40 FG	59.05jk	11.68h	88.37 D	32.80 ik	65.97 h	49.38 D
ADA-9516	280.03c	604.39a	442.21 A	506.70c	665.01 a	585.86 A	393.36c	634.70a	514.03 A
FAMOSO	141.13e	250.99d	196.06 C	217.62e	519.80b	368.71 B	179.37d	385.40c	282.38 B
P32T83	60.00f	462.49b	261.25 B	162.38f	448.13d	305.25 C	111.19e	455.31 b	283.25 B
Ortalama	28.66 B	82.63 A		58.19 B	123.71 A		43.42 B	103.17 A	
Yıl Ort.	55.65 b			90.95 a					
LSD(2015)	Su Kıs.:8.90**			Genotip:11.40**			Su Kıs.*genotip:16.11**		
LSD(2016)	Su Kıs.:1.50**			Genotip:7.88**			Su Kıs.*genotip:11.16**		
LSD(2015-2016)	Yıl:2.90** , Su Kıs.:2.90** , Yıl*genotip:9.69**			Yıl*su kıs.:4.09** , Su Kıs.*genotip:9.69**			Genotip:6.85** Yıl*Su Kıs.*genotip:13.73**		

*Aynı sütunda yer alan aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında duncan testine göre % 5 seviyesinde önemli farklılık yoktur. **P<0.01, *P<0.05, ns: önemsiz

Ana ürün (15 Mayıs) ekimleri ve % 50 su kısıntı uygulaması hibrit çeşitlerden ziyade mısır hatlarını daha çok etkilediği, hatların kendilemeden dolayı çevresel duyarlılıklarının ve toleranslarının düşük olduğu bu sebeple etkilenmenin hibrit çeşitlerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Abiyotik stres (yüksek sıcaklık ve su stresi) koşullarında ki bitkiler sağlıklı bir fotosentez ve stomal aktivite yapamamışlardır. Yüksek sıcaklıklara denk gelen tepe püskülü çiçeklenme döneminde canlı polen oranları düşmüş, bu düşüş daha az tane tutumuna ve sonuçta verim kayıpları yaşanmıştır. Genel anlamda Çizelge 12'de görüldüğü üzere su kısıntısı (% 50) uygulamalarında ki mısır genotiplerinin tane verimlerinin, tam sulama (% 100) uygulamalarına göre daha düşük değerler aldıkları tespit edilmiştir. Araştırmada 17 adet saf mısır hat'ı ve bölgede yaygın ekimi yapılan 3 adet hibrit mısır çeşidi kullanılmıştır. Yüksek sıcaklık koşullarında, 2015-2016 interaksiyonunda mısır hat ve çeşitlerin tane verimleri karşılaştırıldığında; ADA-9516, P32T83 ve FAMOSO mısır çeşitlerinin tane verimleri en yüksek değerleri alırken, FrMo 17, Cml-442, Cml-324 ve Mae-9301 mısır hatlarının tane verimleri en düşük değeri aldığı tespit edilmiştir. Bulgularımıza benzer olarak; Kurak

koşullarda mısır bitkilerinde ortalama tane verimi; 75 kg/da⁻¹ iken, stressiz koşullarda 274.8 kg/da⁻¹'a ulaştığı bildirilmiştir (Khodarahmpour, 2013). Bintane, koçanda tane sayısı ve bitkide koçan sayısı gibi parametreler kurak koşullara nazaran sulanan koşullarda arttığı ve şiddetli kuraklık şartlarında verim kompanetlerinde yaşanan düşüşler, mısır verimini % 15-30 oranında düşürdüğü rapor edilmiştir (Maazou ve ark., 2016).

Çizelge 12 Denemenin 2015-2016 yıl interaksyonu su kısıntısı (% 50) ve tam sulama (% 100) konularında mısır genotiplerinin tane verimlerinin karşılaştırılması



Birleştirilmiş yıl interaksiyon tablosunda, en düşük yaprak sıcaklığı, 26.84 °C ile tam sulama (% 100) ve ADK-691 hattından elde edilirken, en yüksek yaprak sıcaklığı, 35.16 °C ile su kısıntısı (% 50) ile FrMo 17 hattından elde edilmiştir. Denemenin birinci yıl yaprak sıcaklık ortalaması 32.99 °C iken, ikinci yıl ortalaması, 28.65 °C olarak elde edilmiştir. Genotiplerin su kısıntısı (% 50) ortalamaları göz önüne alındığında, 32.14 °C'lere ulaştığı, tam sulama uygulamasında, 29.50 °C'lere düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 13). Hem su uygulamaları arasında ki farklardan kaynaklı hemde yıllar arasında ki iklimsel farklardan dolayı, mısır genotipleri arasında yaprak sıcaklık farkları oluşmuştur. Denemenin 2015 yılına nazaran, 2016 yılında bitkiler açısından daha ideal iklim değerleri yaşanmış, bunun neticesinde yaprak sıcaklıkları daha düşük düzeylerde kaldığı belirlenmiştir. Araştırmanın 2015 yılında yüksek sıcaklıklar ve bu stres durumunu tolere edecek yüksek nem değerlerinin olmaması nedeniyle bitkiler stomalarını kapalı tutmuş kapalı olan stomalar sebebiyle bitkilerde yeterli transpirasyon (terleme) olmadığı buna bağlı olarak soğutma mekanizmasının çalışmadığı, soğutma mekanizması çalışmayan genotiplerin yaprak sıcaklıklarının arttığı tahmin edilmektedir. Belirtilen durumun su kısıntısı uygulamalarında da yaşandığı düşünülmektedir. Su kısıntısı (%

50) uygulamasındaki bitkilerin kök bölgesinde az miktarda su potansiyelinin olmasından dolayı, bitki yaprak ve organellerine yeterli su taşınımı olmadığı tespit edilmiştir. Yetersiz su miktarından dolayı, bitkilerin stomalarını kapattığı ve stoma iletkenliklerinin düşük olduğu tespit edilmiş, stomaların kapalı olması sebebiyle bitkilerde yeterince transpirasyon (terleme) olmadığı buna bağlı olarak soğutma mekanizmasını çalıştıramadığı sonuç olarak, yaprak sıcaklıklarının arttığı düşünülmektedir Bulgularımıza benzer olarak; Kuraklık koşullarında ortalama yaprak sıcaklıkları; 38.83 °C iken, kontrol (% 100) sulama konusunda 37.0 °C'ye düştüğü, kurak koşullarda ki bitkilerin yaprak stomalarının kapalı olması sebebiyle, yaprakta terleme olmadığı buna bağlı olarak yaprak sıcaklıklarının arttığı ve bu artışın 1-3 °C arasında arttığı ifade edilmiştir (Shahzad ve ark., 2011).

Çizelge 13 Farklı su kısıntılarında yetiştirilen mısır genotiplerinin yaprak sıcaklığı (°C) ortalama değerleri ve duncan çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Genotip	2015			2016			2015-2016		
	%50	%100	Ortalama	%50	%100	Ortalama	%50	%100	Ortalama
MAE-9301	30.70lo	34.70bh	32.70BF	27.10ch	32.66ab	29.88BE	28.90jm	33.68ab	31.29AD
ANT-910251	35.26be	33.16dl	34.21AB	32.67ab	25.61fh	29.14BE	33.97ab	29.38im	31.67AB
CML-324	35.50bd	30.76lo	33.13BF	31.02ae	24.30gh	27.66CF	33.26ac	27.53km	30.39BF
FRB-73	30.23mo	35.33be	32.78BF	33.73a	33.39a	33.56A	31.98bı	34.36ab	33.17A
ADK-737	34.36bı	29.43no	31.90FG	31.77ad	30.64af	31.21AC	33.07ae	30.04fl	31.55AC
ADK-719	32.23hm	28.93o	30.58G	27.50ch	26.91dh	27.20DF	29.86g	27.92jm	28.89EF
ANT-910252	35.43bd	32.50gm	33.96AD	33.20a	26.13eh	29.66BE	34.31ab	29.31im	31.81AB
B-106	29.16no	34.26bj	31.71FG	27.21ch	29.97af	28.59BF	28.18jm	32.12bı	30.15BF
ADK-716	35.16bg	30.00mo	32.58BF	28.80ag	24.42gh	26.61EG	31.98bı	27.21lm	29.59CF
ANT-910254	33.56ck	30.53lo	32.05EG	30.56af	28.62ag	29.59BE	32.06bı	29.58im	30.82BE
AKD-90-1	35.43bd	32.53fm	33.98AD	30.98ae	27.45ch	29.22BE	33.21ad	29.99fl	31.60AC
B-76	35.23bf	30.03mo	32.63BF	26.33eh	24.33gh	25.33FG	30.78cj	27.18lm	28.98EF
ADK-691	36.63b	31.16ko	33.90BE	24.12gh	22.51h	23.31G	30.37dk	26.84m	28.60F
FrMo 17	39.73a	31.76in	35.75A	30.58af	26.11eh	28.34BF	35.16a	28.93jm	32.04AB
ANT-910255	36.13bc	32.43hm	34.28AB	29.04ag	25.76fh	27.40DF	32.58ah	29.09jm	30.84BE
CML-442	34.63bh	31.63jo	33.13BF	30.63af	25.74fh	28.18CF	32.63ag	28.68jm	30.65BE
ADK-694	33.66ck	30.80lo	32.23DG	32.07ac	28.64ag	30.35AD	32.87af	29.72hm	31.29AD
ADA-9516	35.73bd	32.66em	34.20AC	30.73af	27.98bg	29.36BE	33.23ad	30.32ek	31.78AB
FAMOSO	34.66bh	29.20no	31.93FG	33.70a	30.17af	31.93AB	34.18ab	29.68im	31.93AB
P32T83	33.76ck	30.80lo	32.28CG	26.75dh	26.04eh	26.40EG	30.26ek	28.42jm	29.34DF
Ortalama	34.36 A	31.63 B		29.92 A	27.37 B		32.14 A	29.50 B	
Yıl Ort.	32.99 a			28.65 b					
LSD (2015)	Su Kıs.:0.64**, Genotip:1.57**, Su Kıs*genotip:2.22**								
LSD (2016)	Su Kıs.:1.16**, Genotip:2.96**, Su Kıs*genotip:4.19**								
LSD (2015-2016)	Yıl:0.44**, Su Kıs.:0.44**, Yıl*su kıs.:ns, Genotip:1.65**								
	Yıl*genotip:2.34**, Su Kıs.*genotip:2.34**, Yıl*Su Kıs.*genotip:ns								

*Aynı sütunda yer alan aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında duncan testine göre % 5 seviyesinde önemli farklılık yoktur. **P<0.01, *P<0.05, ns: önemsiz

Birleşik interaksiyon tablosunda, su kısıntısı (%50) uygulaması ve FrMo 17 mısır hattında 29.53 spad klorofil içeriği elde edilirken, tam sulama (% 100) uygulaması ve Famoso hibrit mısır çeşidinde 56.11 spad klorofil içeriği elde edilmiştir. Aynı interaksiyon tablosunda yıllar ve su uygulamaları arasında da farklar oluşmuştur. Araştırmanın ilk yılı ve ikinci yılı klorofil

içerikleri sırasıyla, 41.82 ve 47.89 spad değerlerini almıştır. Su kısıntısı (% 50) ortalama klorofil içeriği 40.54 spad değerinde kalırken, tam sulama (% 100) uygulamasında ortalama klorofil içeriği, 49.17 spad değerini aldığı belirlenmiştir (Çizelge 14). Hem 2016 yılına nazaran, 2015 yılında ki daha yüksek sıcaklık ve düşük nisbi nem oranları hemde tam sulamaya (% 100) nazaran, su kısıntısı (% 50) uygulamasında, bitki yapraklarında stomaların sağlıklı çalışması, gaz alışverişini, CO₂ alımını aksatmış bunun neticesinde klorofil alt pigmentlerinde bozulmalar ve azalmalar olmuş, buna bağlı olarak klorofil içeriklerinin düştüğü düşünülmektedir. Su kısıntısı (% 50) uygulamasındaki bitkilerin kök bölgesinde az miktarda su potansiyelinin olmasından dolayı, bitki yaprak ve organellerine yeterli su ve besin elementi taşınımı olmamış ve sağlıklı bitki gelişimine paralel yeterli büyüklüğe ulaşmayan ve deformasyona uğrayan yaprakların oluştuğu tespit edilmiştir. Küçük ve deforme olmuş yaprak alanlarında düşük klorofil miktarları oluştuğu belirlenmiştir.

Çizelge 14 Farklı su kısıntılarında yetiştirilen mısır genotiplerinin klorofil içeriği (spad) ortalama değerleri ve duncan çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Genotip	2015			2016			2015-2016		
	%50	%100	Ortalama	%50	%100	Ortalama	%50	%100	Ortalama
MAE-9301	41.60ej	52.49ad	47.04B	56.36ac	56.96ac	56.66A	48.98ei	54.73ad	51.85AB
ANT-910251	33.40jn	44.03eh	38.71DG	47.86dl	48.80dk	48.33CE	40.63lp	46.41fk	43.52EG
CML-324	34.66in	44.46dh	39.56CG	45.30fm	46.26dm	45.78EG	39.98mq	45.36fn	42.67FFH
FRB-73	29.10mo	41.50fj	35.30FH	31.93p	52.03bf	41.98G	30.51r	46.76fk	38.64I
ADK-737	38.70hl	58.00ab	48.35B	35.46op	53.31ad	44.39EG	37.08oq	55.65ab	46.37CF
ADK-719	49.00cf	58.90a	53.95A	51.20bg	51.46bg	51.33BD	50.10ch	55.18ac	52.64A
ANT-910252	41.06fj	44.40dh	42.73BE	53.33ad	57.10ab	55.21AB	47.20fk	50.75bf	48.97BC
B-106	34.23jn	44.43dh	39.33DG	44.30gm	50.00bi	47.15CF	39.26nq	47.21fk	43.24EH
ADK-716	44.60dh	44.00eh	44.30BD	40.66lb	48.30dk	44.48EG	42.63jo	46.15fl	44.39EG
ANT-910254	27.00no	43.60eh	35.30FH	43.06in	48.57dk	45.82EG	35.03qr	46.08fl	40.56GI
AKD-90-1	32.36kn	47.43oq	39.90CF	42.06ko	50.96bg	46.51DG	37.21oq	49.20dl	43.20EH
B-76	38.28hl	43.43eh	40.85CF	51.53bg	52.86ae	52.20AC	44.90gm	48.15ej	46.52CF
ADK-691	44.43dh	50.10be	47.26B	48.66dk	50.23bi	49.45CE	46.55fk	50.16og	48.35BD
FrMo 17	23.13o	39.30gk	31.21H	35.93np	49.83cj	42.88FG	29.53r	44.56hn	37.05I
ANT-910255	33.50jn	42.83ei	38.16EG	40.30mo	45.76em	43.03FG	36.90pq	44.30in	40.60GI
CML-442	38.10hl	48.20cf	43.15BE	42.60jp	53.16ad	47.88CF	40.35mq	50.68bf	45.51CF
ADK-694	30.33lb	37.10hm	33.71GH	43.26im	47.36dm	45.31EG	36.80pq	42.23kp	39.51HI
ADA-9516	37.20hm	53.66ac	45.43B	43.50hm	53.46ad	48.48CE	40.35mq	53.56ae	46.95CE
FAMOSO	43.10ei	52.83ad	47.96B	50.76bh	59.40a	55.08AB	46.93fk	56.11a	51.52AB
P32T83	39.56gk	48.90cf	44.23BD	40.10mo	51.66bf	45.88EG	39.83mq	50.28bg	45.05DF
Ortalama	36.66B	46.98A		44.41B	51.37A		40.54B	49.17A	
Yıl Ort.	41.82b			47.89a					
LSD (2015)	Su Kıs.:7.35*,			Genotip:4.91**,			Su Kıs.*genotip:6.96*		
LSD (2016)	Su Kıs.:3.13**,			Genotip:4.21**,			Su Kıs.*genotip:5.95**		
LSD (2015-2016)	Yıl:2.57**, Su Kıs.:2.57*,			Yıl*su kıs.:ns,			Genotip:3.21**		
	Yıl*genotip:4.53**,			Su Kıs.*genotip:4.53**,			Yıl*Su Kıs.*genotip:ns		

* Aynı sütunda yer alan aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında duncan testine göre % 5 seviyesinde önemli farklılık yoktur. **P<0.01, *P<0.05, ns: önemsiz

Bulgularımıza benzer olarak; Maazou ve ark., (2016)' nun yaptığı bir araştırmada, klorofil değerlerinin tam sulama (%100) konusunda en yüksek değerleri alırken, % 0 (şiddetli kuraklık) konusunda en düşük değerleri aldığı, kuraklığa maruz kalan mısır bitkilerinin stomalarını kapattığı, fotosentez işleyişini yavaşlattığı, kloroplastlarda gaz alışverişini azalttığı için daha az CO₂'i bünyesine aldığı, bu yaşanan olumsuzluklar neticesinde fotosentez oranının düştüğü ve verim kayıplarının yaşandığını bildirilmiştir. Kuraklık stresi koşullarında bitkilerin klorofil oranlarının düşmesi, ışığı toplayan klorofil proteinlerinin lamel içeriğinin düşmesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Randall ve ark., 1977).

Çizelge 15 Farklı su kısıntılarında yetiştirilen mısır genotiplerinin Hücre membran zararlanma oranı (%) ortalama değerleri ve duncan çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Genotip	2015			2016			2015-2016		
	%50	%100	Ortalama	%50	%100	Ortalama	%50	%100	Ortalama
MAE-9301	52.18 ad	44.79 eh	48.48 AC	49.33 a	43.36 bd	46.34 A	50.75 a	44.07 fj	47.41 A
ANT-910251	43.26 fk	19.86 q	31.56 K	43.27 bd	37.81 hi	40.54 C	43.26 hj	28.83 p	36.05 FG
CML-324	44.44 fh	28.26 p	36.35 U	40.20 fg	30.08 pq	35.14 HI	42.32 j	29.17 p	35.74 G
FRB-73	54.12 ab	37.70 b	45.91 BE	40.41 f	34.73 j	37.57 EG	47.27 be	36.21 ln	41.74 C
ADK-737	45.15 eh	39.70 kn	42.42 EH	43.73 bc	32.37 mp	38.05 DF	44.44 ei	36.03 lo	40.24 CE
ADK-719	52.83 ac	37.13 ln	44.98 BF	41.37 df	31.98 np	36.67 FH	47.10 cf	34.55 mo	40.83 CD
ANT-910252	46.52 dg	44.29 fi	45.41 BF	47.24 a	37.97 gi	42.60 B	46.88 dg	41.13 jk	44.00 B
B-106	46.86 dg	36.49 ln	41.68 FH	44.10 b	34.61 jm	39.35 CD	45.48 dh	35.55 mo	40.51 CD
ADK-716	50.65 ae	44.88 eh	47.76 AD	49.29 a	41.78 cf	45.53 A	49.97 ac	43.33 hj	46.65 A
ANT-910254	54.45 ab	43.40 fk	48.93 AB	41.55 cf	29.30 qr	35.42 HI	48.00 ad	36.35 ln	42.18 BC
AKD-90-1	51.14 ad	38.45 in	44.79 CF	44.49 b	32.77 lo	38.63 DE	47.81 ad	35.61 mo	41.71 C
B-76	43.96 j	34.66 mo	39.31 HI	38.09 gi	31.20 oq	34.64 I	41.02 jk	32.93 o	36.97 FG
ADK-691	48.02 cf	40.55 hm	44.29 DG	39.75 fh	32.49 lo	36.12 GI	43.88 g	36.52 ln	40.20 CE
FrMo 17	44.19 fi	34.00 np	39.09 HJ	40.68 ef	33.64 kn	37.16 EG	42.43 hj	33.82 no	38.12 EF
ANT-910255	51.59 ad	48.83 bf	50.21 A	48.81 a	41.53 cf	45.17 A	50.20 ab	45.18 di	47.69 A
CML-442	41.18 gj	28.96 op	35.07 JK	36.89 ij	23.30 s	30.09 J	39.03 kl	26.13 p	32.58 H
ADK-694	45.13 eh	35.75 ln	40.44 GI	42.85 be	33.23 ko	38.04 DF	43.99 fj	34.49 mo	39.24 DE
ADA-9516	38.06 jn	34.88 mn	36.47 U	36.79 j	35.36 jk	36.07 GI	37.42 lm	35.12 mo	36.27 FG
FAMOSO	45.02 eh	39.56 hn	42.29 EH	32.80 b	27.40 r	30.10 J	38.91 kl	33.48 no	36.19 FG
P32T83	56.15 a	35.40 ln	45.78 BF	39.62 fh	34.66 jm	37.14 EG	47.88 ad	35.03 mo	41.46 C
Ortalama	47.74 A	37.38 B		42.06 A	33.98 B		44.90 A	35.68 B	
Yıl Ort.	42.56 a			38.02 b					
LSD (2015)	Su Kıs.:3.78**, Genotip:3.42**, Su Kıs.*genotip:4.83**								
LSD (2016)	Su Kıs.:1.59**, Genotip:1.33**, Su Kıs.*genotip:1.89**								
LSD (2015-2016)	Yıl:1.30**, Su Kıs.:1.30**, Yıl*su kıs.:ns, Genotip: 1.81**								
	Yıl*genotip:2.56**, Su Kıs.*genotip:2.56**, Yıl*Su Kıs.*genotip:3.62**								

*Aynı sütunda yer alan aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında duncan testine göre % 5 seviyesinde önemli farklılık yoktur. **P<0.01, *P<0.05, ns: önemsiz

Kuraklık stresi bitki hücrelerindeki 'Tilakoid' membranlarına zarar vererek, onun fonksiyonlarının bozulmasına sonuçta fotosentez oranının düşmesine ve verim kayıplarının yaşanmasına sebep olduğu rapor edilmiştir (Huseynova ve ark., 2007). Birleşik yıl bölümünü incelediğimizde, en düşük hücre membran zararlanma oranı % 28.83 ile tam sulama (% 100) ve ANT-910251 mısır hattında elde edilirken, en yüksek zararlanma % 50.75 ile MAE-9301 mısır hattında ve su kısıntısı (% 50) uygulamasında elde edilmiştir. Aynı bölümde su kısıntısı

ve tam sulama uygulamaları ortalama hücre membran zararlanma oranları sırasıyla, % 44.90 ve 35.68 olarak elde edilmiştir. Araştırma yılları arasında da farklar oluşmuş; 2015 yılında ortalama değer, % 42.56 olarak ölçülürken, 2016 yılında ki hücre membran zararlanma oranı, % 38.02 olarak ölçülmüştür (Çizelge 15). Stres koşullarında (su kısıntısı, yüksek sıcaklık) yaprak oransal su içeriklerinin düşmesi, stomaların kapalı ve iletiminin zayıf olması, klorofil içeriklerinin düşük olması neticesinde, hücrelerin membranlarında EC (elektriksel iletkenlik) artmış ve artan EC (elektriksel iletkenlik) miktarları hücrede elektrolit sızıntıya ve hücre membranlarının zararlanmasına sebep olduğu tahmin edilmektedir.

Çizelge 16 Farklı su kısıntılarında yetiştirilen mısır genotiplerinin polen canlılığı (%) ortalama değerleri ve duncan çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Genotip	2015			2016			2015-2016		
	%50	%100	Ortalama	%50	%100	Ortalama	%50	%100	Ortalama
MAE-9301	15.28k	18.55j	16.91 E	15.53hm	19.92gi	17.72 EG	15.40lh	19.23hk	17.32 F
ANT-910251	1.27tu	3.08rt	2.17l	2.86p	9.47jp	6.17K	2.07 u	6.27qt	4.17 J
CML-324	3.79rs	14.09k	8.94 G	11.46jo	19.41gi	15.43 FH	7.62qs	16.75jm	12.18 GH
FRB-73	7.57op	26.72g	17.14 E	3.63p	20.85fi	12.24 HJ	5.60su	23.78eg	14.69 G
ADK-737	6.20pq	20.83ı	13.52 F	5.33op	18.83gi	12.08 HJ	5.76ru	19.84hk	12.80 GH
ADK-719	3.28rs	14.47k	8.87 G	7.30np	22.12dh	14.71 GH	5.29su	18.29il	11.79 H
ANT-910252	7.26p	10.61mn	8.93 G	16.30hm	23.68dg	19.99 EF	11.78np	17.14jm	14.46 G
B-106	4.56qr	14.83k	9.69 G	9.75kp	21.15eh	15.45 FH	7.16qt	17.99il	12.57 GH
ADK-716	1.11 u	1.95su	1.53l	5.98op	9.13mp	7.56 JK	3.55tu	5.54su	4.54 J
ANT-910254	13.69kl	29.21ef	21.45 D	18.77gi	40.96c	29.86 C	16.23km	35.08d	25.65 E
AKD-90-1	3.95 r	14.09k	9.02 G	15.81 hm	37.01 c	26.41 CD	9.88oq	25.55e	17.71 F
B-76	17.64j	30.75e	24.19 C	28.19de	53.04b	40.61 B	22.91 eh	41.89c	32.40 D
ADK-691	7.72op	11.23mn	9.47 G	11.13jo	16.95gk	14.04 GI	9.43pr	14.09mn	11.76 H
FrMo 17	3.72rs	10.18mn	6.95 H	5.26op	13.81 in	9.54 IK	4.49su	11.99np	8.24 I
ANT-910255	3.15rt	23.13h	13.14 F	4.73op	17.56gj	11.14 HK	3.94su	20.34gj	12.14 GH
CML-442	4.98qr	11.80lm	8.39 G	9.97kp	16.66gj	13.31 GI	7.47qs	14.23mn	10.85 HI
ADK-694	9.46no	15.42k	12.44 F	17.36gj	28.08df	22.72 DE	13.41 mo	21.75fi	17.58 F
ADA-9516	28.40fg	55.36a	41.88 A	51.42b	60.80a	56.11 A	39.91 c	58.08a	48.99 A
FAMOSO	22.20hi	43.46c	32.83 B	28.64d	52.69b	40.66 B	25.42 ef	48.07b	36.74 C
P32T83	43.77d	48.00b	40.88 A	38.52c	50.13b	44.32 B	36.14d	49.06b	42.60 B
Ortalama	9.95 B	20.89 A		15.40 B	27.61 A		12.67 B	24.25 A	
Yıl Ort.	15.42 b			21.50 a					
LSD (2015)	Su Kıs.:1.33**, Genotip:1.11**, Su Kıs.*genotip:1.57**								
LSD (2016)	Su Kıs.:2.06**, Genotip:4.21**, Su Kıs.*genotip:5.97**								
LSD (2015-2016)	Yıl:0.77**, Su Kıs.:0.77**, Yıl*su kıs.:ns, Genotip :2.14**								
	Yıl*genotip:3.05**, Su Kıs.*genotip:3.05**, Yıl*Su Kıs.*genotip:4.31**								

*Aynı sütunda yer alan aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında duncan testine göre % 5 seviyesinde önemli farklılık yoktur. **P<0.01, *P<0.05, ns: önemsiz

Bulgularımıza benzer olarak; Kuraklık ve tuz stresi altında mısır bitkilerinde ortalama hücre membran zararlanması yüzdesi, % 66.4 iken, kontrolde (sulama koşulları) % 13.3 değerinde kaldığı, stres koşullarında bitkilerin hücre membranlarının zarar gördüğü rapor edilmiştir (Fahad ve Bano, 2012). Birleşik yıl interaksiyon analiz sonuçlarına göre; en düşük polen canlılığı, % 2.07 ile ANT-910251 mısır hattında ve % 50 su kısıntısı uygulamasında elde edilirken, en yüksek değer, ADA-9516 hibrit mısır çeşidi ve % 100 tam sulama uygulamasında

elde edilmiştir (Çizelge 16). Ana ürün ekimlerinden (15 Mayıs) dolayı, mısır genotiplerinin tepe püskülü çiçeklenme zamanları sıcaklıkların en yüksek düzeyde olduğu döneme denk gelmiş ve bunun sonucu olarak polenler canlılıklarını yitirmiştir. Tam sulama (% 100) uygulamalarında bile, polenlerin yaklaşık 3/4'ünün canlılığını yitirdiği tespit edilmiştir. Hem su kısıntısı (% 50) hemde yüksek sıcaklıklar beraber polenlerde daha büyük oranlarda hasarlara sebep olmuş, polenlerin 9/10'u canlılığını yitirdiği belirlenmiştir. Sonuçlarımızla örtüşecek şekilde, mısır bitkilerine uygulanan su kısıntısı ve yüksek sıcaklıkların bitkilerdeki canlı polenleri yüksek oranda azalttığı ifade edilmiştir (Schoper ve ark., 1986).

Çizelge 17 Farklı su kısıntılarında yetiştirilen mısır genotiplerinin absisik asit içeriği (nmol/g⁻¹ DW) ortalama değerleri ve duncan çoklu karşılaştırma testine göre oluşan gruplar

Genotip	2015			2016			2015-2016		
	%50	%100	Ortalama	%50	%100	Ortalama	%50	%100	Ortalama
MAE-9301	19.28 eg	10.60 pq	14.94 l	16.84 fi	7.96 su	12.40 l	18.06 gj	9.28 st	13.67 H
ANT-910251	24.65 b	13.77 mn	19.21 FG	22.21 b	10.49 qr	16.35 EF	23.43 b	12.13 p	17.78 D
CML-324	8.63 rs	8.56 it	8.60 M	6.86 uy	6.33 vy	6.59 M	7.75 uv	7.44 vy	7.59 M
FRB-73	7.19 tu	7.62 su	7.41 N	5.79 yz	4.34 z(5.06 N	6.49 yz	5.98 z(6.24 N
ADK-737	15.19 lm	9.74 qr	12.46 K	12.75 op	7.43 tv	10.09 K	13.97 no	8.58 tu	11.28 K
ADK-719	20.50 de	16.27 kl	18.39 G	18.06 df	12.99 np	15.53 FG	19.28 ef	14.63 mn	16.96 EF
ANT-910252	18.33 fi	19.47 ef	18.90 FG	17.56 eg	16.19 gj	16.87 DE	17.94 g	17.83 hi	17.89 D
B-106	11.48 op	11.36 op	11.42 L	9.04 rs	8.08 su	8.56 L	10.26 qs	9.72 rs	9.99 L
ADK-716	23.53 b	17.11 ik	20.32 DE	15.80 hk	13.83 mo	14.82 GH	19.67 e	15.47 km	17.57 DE
ANT-910254	26.20 a	20.49 de	23.35 A	23.76 a	17.21 eh	20.49 A	24.98 a	18.85 eg	21.92 A
AKD-90-1	23.79 b	18.76 fh	21.27 BD	21.35 b	15.48 il	18.41 BC	22.57 bc	17.12 ij	19.84 B
B-76	24.56 b	18.04 gj	21.30 BC	22.12 b	14.76 jm	18.44 BC	23.34 b	16.40 jk	19.87 B
ADK-691	21.72 cd	16.90 jk	19.31 FG	15.01 jm	13.62 mo	14.31 H	18.36 fh	15.26 lm	16.81 F
FrMo 17	15.04 lm	12.00 op	13.52 J	12.60 op	8.72 st	10.66 JK	13.82 no	10.36 qr	12.09 J
ANT-910255	24.31 b	15.19 lm	19.75 EF	19.07 cd	11.91 pq	15.49 FG	21.69 cd	13.55 o	17.62 DE
CML-442	9.37 qr	6.91 u	8.14 MN	5.93 y	3.63 (4.78 N	7.65 uv	5.27 (6.46 N
ADK-694	26.06 a	17.51 hk	21.79 B	23.62 a	14.23 ln	18.93 B	24.84 a	15.87 kl	20.36 B
ADA-9516	22.01 c	19.16 eg	20.58 CE	19.57 c	15.88 hk	17.72 CD	20.79 d	17.52 hi	19.15 C
FAMOSO	17.08 ik	11.68 op	14.38 J	14.64 km	8.40 st	11.52 U	15.86 kl	10.04 qs	12.95 I
P32T83	20.96 cd	12.68 no	16.82 H	18.52 ce	9.40 rs	13.96 H	19.74 e	11.04 q	15.39 G
Ortalama	18.99 A	14.19 B		16.05 A	11.04 B		17.52 A	12.62 B	
Yıl Ort	16.59 a			13.55 b					
LSD (2015)	Su Kis.:1.03**		Genotip:0.81**	Su Kis.*genotip:1.15**					
LSD (2016)	Su Kis.:0.90**		Genotip:0.83**	Su Kis.*genotip:1.17**					
LSD (2015-2016)	Yıl:0.44**		Su Kis.:0.44**	Yıl*sukis.:ns		Genotip:0.57**			
	Yıl*genotip:0.82**		Su Kis.*genotip:0.82**	Yıl*Sukis.*genotip:1.16**					

*Aynı sütunda yer alan aynı harf grubuna giren ortalamalar arasında duncan testine göre % 5 seviyesinde önemli farklılık yoktur. **P<0.01, *P<0.05, ns: önemsiz

Birleşik yıl analiz sonuçlarına göre; En düşük ve en yüksek absisik asit içeriği sırasıyla, CML-442 mısır hattı ile % 100 tam sulama uygulamasında 5.27 nmol/g⁻¹ DW ve ANT-910254 mısır hattı ile % 50 su kısıntısında 24.98 nmol/g⁻¹ DW olarak elde edilmiştir. Yıllar ve su uygulamaları arasında farklar oluşmuştur. Denemenin ilk yıl absisik asit içeriği ortalaması, 16.59 nmol/g⁻¹ DW değerini alırken, ikinci yıl bu değer 13.55 nmol/g⁻¹ DW 'ye düşmüştür. Su kısıntısı (% 50) uygulamasında ortalama absisik asit içeriği, 17.52 nmol/g⁻¹ DW iken, tam

sulama (% 100) uygulamasında bu değer 12.62 nmol/g⁻¹ DW'e düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 17). Araştırmada sıcaklık ve su uygulamaları farklarından dolayı, hem su uygulamaları hemde yıllar arasında absisik asit içeriği bakımından farklar oluşmuş, stres koşullarının olduğu 2015 yılı ve su kısıntısı uygulamalarında ki absisik asit içerikleri daha yüksek bulunmuştur. Mısır genotipleri abiyotik stres koşullarında (yüksek sıcaklık ve su kısıntısı) absisik asit hormonunun seviyesini yapraklarında artırdıkları tespit edilmiştir. Hücrenel düzeydeki absisik asit değişimleri tane verimindeki kayıpları önleyemediği, bitkilerin hem sıcaklık hem de su kısıntısı stresi altında hayatiyetlerini devam etme çabası gösterdikleri gözlemlenmiştir. Bulgularımıza benzer olarak; su kısıntısı uygulamalarında ortalama absisik asit değerleri; 21.4 nmol g⁻¹ DW iken, tam sulama uygulamasında 2.7 nmol g⁻¹ DW değerini aldığı rapor edilmiştir (Jiang ve Zhang.,2002). Diğer birçok araştırmacının farklı bölgelerde yaptıkları araştırmalarda, absisik asit hormonunun, stres koşullarında miktarını artırarak, bitki yapraklarında stomaların kapanmamasını ve bitkinin bünyesindeki suyun transpirasyonla kaybedilmemesini sağladığı bildirilmiştir (Hancock ve ark., 2011).

SONUÇ

Her iki araştırma yılında; % 50 (kısıntılı sulama) konularında tane verimlerinin, % 100 (tam sulama) konularına nazaran daha düşük değerler aldığı tespit edilmiştir. Ekim ile beraber su kısıntısı uygulanan bitkilerin kök bölgesinde yeterli su haznesi olmadığından dolayı bitkinin organlarına bitki besin elementleri yeterince taşınamamıştır. Su kısıntısı şartlarında yetersiz besin elementi ve yetersiz su sebeplerinden dolayı, koçanlardaki mısır tanelerinde yeterli nişasta ve protein birikimi olmamış, koçandaki taneler cılız ve küçük kaldığı belirlenmiştir. Cılız ve küçük kalan tanelerin bintane ve hektolitre ağırlık değerleri düşük çıktığı tespit edilmiştir. Tane verimlerini olumsuz etkileyen diğer bir faktör, su kısıntısı (% 50) uygulamalarında canlı polen oranları ve canlı kalma süreleri yüksek oranlarda düştüğü tespit edilmiştir. Düşük polen canlılıklarından dolayı koçanlar hem az tane tutmuş hem de taneler normal sulanan bitkilerin tanelerine göre daha küçük kaldıkları buna bağlı olarak tane verimlerinin yüksek oranda düştüğü tespit edilmiştir. Araştırmamızda bitkilerin maruz kaldıkları abiyotik stres (yüksek sıcaklık, su kısıntısı) faktörlerinden dolayı, Verim kompanetlerinde (bitki boyu, yaprak sayısı, bintane, hektolitre) düşük değerler buna bağlı tane verimlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan 3 adet hibrit mısır çeşidinin (Famoso, P32T83, ADA-9516) tane verimleri saf mısır hatlarından daha yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Genel anlamda yüksek sıcaklık stres koşulu altında olan her iki sulama seviyesinde (% 50, % 100) verim kayıpları

yaşandığı belirlenmiştir. Yüksek sıcaklık stresine su kısıntısı stresinin eşlik ettiği konuda daha ağır tane verim kayıpları tespit edilmiştir. Tam sulama (% 100) uygulamalarına nazaran, su kısıntısı (% 50) uygulamalarında ki fizyolojik parametrelerde (Klorofil İçeriği (spad), Hücre membran zararlanması (%) ve Polen Canlılığı (%)) daha düşük değerler elde edilmiştir. Fizyolojik parametrelerde ki yaşanan azalmalar tane veriminin azalmasına sebep olan ikincil etken olarak belirlenmiştir. Su kısıntısı (% 50) uygulamasında; absisik asit gibi büyüme düzenleyicilerinin miktarlarında artış olmasına rağmen, olumlu yönde tane verimlerine yansımaları olmadığı tespit edilmiştir. Hormon seviyelerinde ki (absisik asit) artışın, tane verimlerini artırmadan ziyade, bitkilerin stres koşullarında hayatiyetlerini devam ettirmesini sağladığı belirlenmiştir. Araştırma sonucunda ADA-9516, P32T83 ve FAMOSO hibrit mısır çeşitleri ve B-76 hattının su kısıntısı ve yüksek sıcaklık stresine yüksek toleranslı genotipler olduğu tespit edilirken, B-106, FRB-73, FrMo 17, ANT-910251 ve MAE-9301 mısır hatlarının su kısıntısına ve yüksek sıcaklıklara hassas genotipler oldukları tespit edilmiştir. Hücre membran zararlanması, klorofil içeriği ve polen canlılığı gibi ölçümler stresin düzeyini ölçmede en pratik ve ucuz parametreler olarak belirlenmişlerdir. Pratik olan fizyolojik parametreler, abiyotik stres koşullarında yürütülen mısır ıslah programlarında mısır hatlarının tolerans düzeyini belirlemede ve bunları sınıflandırmada çok katkılar sunacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜRLER

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Bazı Mısır Genotiplerinin (*Zea mays* L.) Yüksek sıcaklık ve Su Stresine Toleranslarının Belirlenmesi adlı 07/11/2017 yılında tamamlanan doktora tezinden türetilmiştir.

KAYNAKÇA

Adamsen, F.J. and Rice, R.C., 1999. Nitrate and Water Transport as Affected by Fertilizer and Irrigation Management. In Proc. 21st Century Conf.: Clean Water - Clean Environment: Vol. II. Nutrients, 1-4. St. Joseph, Mich.: ASAE.

Anonim, 2014. Beşinci İklim Değişikliği Raporu. <http://www.abmaliye.gov.tr/egisikligi%20Raporu.pdf>, Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC). Son Erişim Tarihi: 15 Ocak 2014

Anonim, 2016a. Dünya Mısır Ekim Alanları, Üretim ve Birim Alan Verimi, Food and Agriculture Organization of The United Nations <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>, Son Erişim Tarihi: 12.11.2016.

Anonim, 2016b. Türkiye İstatistik Kurumu, ‘Ülkemizde ve Şanlıurfa’da 2000-2012 Yılları Arasında Mısır Ekim Alanı ve Verim Değişimleri’ <http://www.tuik.gov.tr>, Son Erişim Tarihi: 10 Aralık 2016.

Anjum, A.S., Xie, X., Wang, L., Saleem, F.M., Man, C. and Lei, W., 2011. Morphological, Physiological and Biochemical Responses of Plants to Drought Stress. African Journal of Agricultural Research, 6(9): 2026-2032.

Beyce, Ö., Madanoğlu, K., Ayla, Ç., 1972. Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Sulanır Mahsullerin Su İhtlakleri. Merkez Toprak Su Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın, No: 15, Teknik Yayınlar No: 12, Ankara.

Bray, E.A., Buchanan, B., Grissem, W. and Jones, R. 2000. Responses to Abiotic Stresses in Biochemistry and Molecular Biology of Plants. Rockville Journal, 1158-1203.

Cerit, İ., Turkay, M.A., Sarihan, H. ve Şen, H.M., 2001. ‘‘Mısır Yetiştiriciliği’’, www.tarimsalbilgi.org.

Çetin, Ö. ve Nacar, A. S., 1995. Harran Ovası Koşullarında Çeşitli Bitkilerin Alttan Sızdırma (Porous Pipes) Yöntemiyle Sulanma Olanakları. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı, T.C. Başbakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü APK Daire Başkanlığı, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü Yayınları, No:98, ANKARA, s109.

Fahad, S., Bano, A., 2012. Effect of Salicylic Acid on Physiological and Biochemical Characterization of Maize Grown in Saline Area. Pak., Journal Botany, 44(4): 1433-1438.

Huseynova, I.M., Suleymanov, S.Y. and Aliyev, J.A., 2007. Structural Functional State of Thylakoid Membranes of Wheat Genotypes Under Water Stress. Biochim Biophys Acta Molecular Cell Research Journal, 1767: 869-875.

Jiang, M. and Zhang, J., 2002. Water Stress-Induced Abscisic Acid Accumulation Triggers The Increased Generation of Reactive Oxygen Species and Up-Regulates The Activities of Antioxidant Enzymes in Maize Leaves. Journal of Experimental Botany, 379: 2401-2410.

Kabot, C., Poschenrieder, C.H. and Barcelo, J.A. 1986. Rapid Method for Extraction and Estimation of Abscisic Acid From Plant Tissue Using High Performance Liquid Chromatography. Journal of Liquid Chrom., 9(13): 2977-2986.

Kapur, B, Kanber, R. ve Ünlü, M., 2008. Aşağı Seyhan Ovasında İklim Değişikliği ve Buğday-Mısır ve Pamuk Üretimi Üzerine Etkileri, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, DSİ Genel Müdürlüğü, DSİ VI. Bölge Müdürlüğü, 5. Dünya Su forumu Bölgesel Hazırlık Süreci DSİ Yurtiçi Bölgesel Su Toplantıları Sulama –Drenaj Konferansı Bildiri Kitabı, 10 – 11 Nisan 2008, Adana.

Karasu, A., Kuşçu, H., Öz , M ve Bayram, G., 2015. The Effect of Different Irrigation Water Levels on Grain Yield, Yield Components and Some Quality Parameters of Silage Maize (*Zea Mays Indentata Sturt.*) in Marmara Region of Turkey. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Journal*, 43(1):138-145.

Khodarahmpour, Z., 2013. Study of Some Quantitative Traits in Maize (*Zea Mays L.*) Inbred Lines under The Drought Stress Using Multivariate Analysis. *International Journal of Agriculture And Crop Sciences*, 14: 1547-1552.

Koca, Y.O., Kaptan, M.A., Erekul, O. ve Alkan, Ü., 2015. Effect of Extra Potassium Supply on Corn Yield and Seed Quality Under Deficit Irrigation Conditions. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 8: 2285-5785.

Maazou, A.R.S., Tu, J.L., Qiu, J. and Liu, Z.Z., 2016. Breeding for Drought Tolerance in Maize (*Zea mays L.*). *American Journal of Plant Sciences*, 7:1858-1870.

Öztürk, S., 2007. Doğu Akdeniz Bölgesinde Yetiştirilen Yerfıstıklarında Zararlı Virüs Hastalılarının Saptanması ve Tanımlanması. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Master tezi, Adana.

Parfitt, D.E. and Ganeshan, S. 1989. Comparison of Procedures for Estimating Viability of Prunus Polen. *Journal of HortScience*, 24(2): 354-356.

Randall, S.A., Thrnber, P. and Fiscus, E., 1977. Water Stress Effects on The Content and Organization of Chlorophyll in Mesophyll and Bundle Sheath Chloroplasts of Maize. *Journal of Plant Physiology*, 59: 351-353.

Sairam, R.K., 1994. Effect of Moisture Stress on Physiological Activities of Two Contrasting Wheat Genotypes. *Indian Journal Experimental Biology*, 32: 584-593.

Schooper, J. B., Lambert, R.J. and Vasilas, B.L., 1986. Maize Pollen Viability and Ear Receptivity Under Water and High Temperature Stress. *Journal of Crop Science*, 26: 1029-1033.

- Seyedzavar, J., Norouzi, M., Aharizad, S. and Tahmasebpour, B., 2014. Evaluation of Correlation Among Traits in Corn Hybrids Under Drought Stress Conditions. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 3 (10): 1088-1091.
- Shahzad, Z.A., Basra, M.A., Munir, H., Mahmood, A. and Yousaf, S., 2011. Mitigation of Drought Stress in Maize by Natural and Synthetic Growth Promoters. *Journal of Agriculture & Social Sciences*, 7:56-62
- Vierling, E., 1991. The Roles of Heat Shock Proteins in Plants. *Annual Review Plant physiology, Plant Molbiol*, 42: 79-620.
- Wang, W.X., 2001. Biotechnology of Plant Osmotic Stress Tolerance Physiological and Molecular Considerations. *Acta Horticulturae Journal*, 560: 285-292.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotlar. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 121, Teknik Yayın No: 56, Ankara.
- Zamaninejad, M., Khorasani, S.K., Moeini, M.J., and Heidarian, A.R., 2013. Effect of Salicylic Acid on Morphological Characteristics, Yield and Yield Components of Corn (*Zea mays* L.) under Drought Condition. *European Journal of Experimental Biology*, 3(2):153-161.