



*Türk Doğa ve Fen Dergisi*  
*Turkish Journal of Nature and Science*

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



## Bazı makarnalık buğday genotiplerinde fizyolojik ve morfolojik parametrelerin sıcaklık stresi ile ilişkisi

Sertaç TEKDAL<sup>\*1</sup>, Mehmet YILDIRIM<sup>2</sup>

### Özet

Bu çalışmada, makarnalık buğdayda sıcaklık stresine dayanıklılıkla ilişkili kolay ve hızlı ölçülebilen bazı fizyolojik ve morfolojik parametreler incelenmiştir. On üç makarnalık buğday genotipinin kullanıldığı deneme, sulu şartlarda tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak normal ve geç ekim şeklinde GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi (GAP UTAEM) deneme alanında yürütülmüştür. Sulama ile kuraklık stresi elemine edilmiş, geç ekimle sıcaklık stresi oluşturulmuştur. Tane verimi üzerinden hesaplanan sıcaklık hassasiyet indeksine (SHİ) göre Fırat-93 ve Diyarbakır-81 çeşitleri tolerant; Fuatbey-2000, Sarıçanak-98, Ç-1252, Özberk, Zühre ve Şahinbey çeşitleri orta tolerant ve Sorgül, Svevo, Bağacak, Şölen ile Omrabi çeşitleri ise hassas reaksiyona sahip olmuşlardır. Düşük bitki örtüsü sıcaklığı ve tane dolum hızı sığa dayanıklılıkla ilişkili bulunmuştur. Yaprak klorofil içeriği, yaprak dikliği ve mumsuluk değerleri ile sığa dayanıklılık arasında ilişki olmamakla birlikte yüksek verimli genotiplerin seçiminde kullanılabileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Fizyolojik özellikler, makarnalık buğday, sıcaklık stresi

## Relation of physiological and morphological parameters with heat stress in the some durum wheat genotypes

### Abstract

In this study, some physiological and morphological parameters, which can be easily and quickly measured, were examined in durum wheat breeding for resistance to heat stress. Thirteen of durum wheat genotypes were used as a material. Trial were conducted in irrigated conditions according to randomized complete blocks design with split plots with 3 replications as normal and late planting time at the GAP International Agricultural Research and Training Center trial field. Drought stress was eliminated with irrigation and heat stress was formed with late sowing. According to heat susceptibility index (HSI), calculated over grain yield, Fırat-93, Diyarbakır-81 cultivars showed tolerant; Fuatbey-2000, Sarıçanak-98, Ç-1252, Özberk, Zühre and Şahinbey cultivars showed medium tolerant; Sorgül, Svevo, Bağacak, Şölen and Omrabi cultivars showed sensitive reaction. Low canopy temperature (CT) and grain filling speed were related with heat tolerance. Although SPAD 502 chlorophyll meter, erectness and waxiness did not relate heat tolerance, those can be used to select the genotypes which have high yield potential.

**Keywords:** Physiological parameters, durum wheat, heat stress

### 1. Giriş

Beslenme kaynağımızın en temel besini olan buğdayda gerçekleşen verim ve kalite kayıplarının engellenmesi, günümüz buğday ıslah çalışmalarının esasını teşkil etmektedir. Verim ve kalitenin düşmesine neden olan biyotik ve abiyotik stres etmenleri içerisinde, verim kayıplarının % 71'inin abiyotik çevresel faktörlerden kaynaklandığı bildirilmektedir [1]. Buğday türleri içerisinde önemli bir yeri olan makarnalık buğdaylar, dünyanın belirli bölgelerinde sınırlı olarak yetiştirilebilmektedir. Güneydoğu

Anadolu Bölgesinin geniş arazi varlığı ve uygun iklim şartları, makarnalık buğday için büyük bir tarımsal potansiyele sahiptir. Bölgenin ekolojik şartları makarnalık buğday için dünyanın sayılı yerlerinden kabul edilmektedir [2]. Günümüzde durum buğdayın üretim miktarının artırılması yanında kalitesinin de artırılması ayrı bir önem taşımaktadır. Bu amaçla kaliteli durum buğday üretimine sahip ülkemizde toplam buğday üretimi içerisinde durum buğday üretiminin artırılması gerekmektedir [3]. Ancak bölgenin üstünlüğüne rağmen bölgedeki makarnalık buğday kalite ve veriminde önemli kayıplara neden olan en önemli abiyotik stres faktörlerinden biri, yüksek sıcaklık stresidir.

Yüksek sıcaklık stresi, bitkilerin büyüme ve gelişmesini sınırlayan abiyotik stres koşullarından biridir [4] ve birçok önemli tarımsal ürün grubunun verimliliğini

<sup>1</sup> GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Diyarbakır, Türkiye

<sup>2</sup> Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Diyarbakır, Türkiye

\*Sorumlu yazar E-posta: [sertac79@hotmail.com](mailto:sertac79@hotmail.com)

sınırlandırmaktadır [5, 6]. Yüksek sıcaklık stresi, bitkilerde fizyolojik ve biyokimyasal işlevlere zarar vererek büyüme, verim ve kalitede azalmaya neden olmaktadır. Her bitki türünün optimum fonksiyon gösterdiği optimum sıcaklık aralığı vardır ve bu aralığın dışında hücresel metabolizma ve dolayısıyla bitki büyümesi olumsuz etkilenmektedir [7]. Tane dolurma döneminde ortalama sıcaklıktaki her 1°C'lik artış ile verimde % 3-5 oranında azalma olduğu ortaya çıkmıştır [8]. Kısa süreli çok yüksek sıcaklıkların (örneğin tane dolum dönemindeki 35°C' nin üzerindeki 3-5 günlük sıcaklıklar) da buğdayın verim ve kalitesinde kayıplara neden olmaktadır [9].

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde buğdayda çiçeklenme ve tane dolum döneminde 35-40 °C'lere varan yüksek sıcaklıklar nedeniyle buğdayda oluşan verim ve kalite kayıpları bölge çiftçisinin yıllardır şikâyet konusu olmuştur [10]. Bölgede çalışmış olan bitki ıslahçıları GAP projesi ile sulanan ve yağışa dayalı yetiştiricilik yapılan alanlarda özellikle tane dolum dönemindeki yüksek sıcaklıklardan kaynaklanan verim ve kalite kayıplarının önüne geçilemediğini bildirmişlerdir [11]. Bu çalışmayla, ıslah programlarında kullanılacak sıcaklık stresi ile ilişkili pratik ve basit bir şekilde ölçülebilen parametrelerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Deneme yeri ve deneme materyali

Bu araştırma, 2010-2011 yetiştirme sezonunda normal ve geç ekim yapmak suretiyle GAP UTAEM deneme alanında yürütülmüştür. Normal ekim 6 Kasım 2010, geç ekim ise 3 Mart 2011 tarihinde ekilmiştir. Araştırmada farklı özellikte 13 makarnalık buğday genotipi seçilmiş olup bu genotiplerin isim, ıslahçı kuruluş/menşei Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Araştırmada kullanılan makarnalık buğday genotipleri

Genotip	Islahçı Kuruluş veya Menşei
Sorgül	Yerel Çeşit (Güneydoğu Anadolu Bölgesi)
Bağacak	Yerel Çeşit (Güneydoğu Anadolu Bölgesi)
Özberk	Harran Üniversitesi / Şanlıurfa
Diyarbakır-81	GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi / Diyarbakır
Fırat-93	GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi / Diyarbakır
Sarıçanak-98	GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi / Diyarbakır
Şahinbey	GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi / Diyarbakır
Zühre	GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi / Diyarbakır
Ç-1252	Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü / Ankara
Şölen-2002	Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü / İzmir
Fuatbey-2000	Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü / Adana
Svevo	TASACO Tarım / Antalya
Omrabi	ICARDA / Suriye

### 2.2. Deneme yerinin toprak ve iklim özellikleri

Denemenin yürütüldüğü alandan 30 cm derinliğinden alınan toprak örnekleriyle, GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkez laboratuvarında gerçekleştirilen analiz sonucuna göre; deneme yeri toprağının killi-tınlı

bünyede olduğu ve organik madde oranının ise % 0,45 olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca toplam tuz % 0,08, PH 7,95, kireç % 13,13, yarayışlı fosfor (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 2,36 kg da<sup>-1</sup> olarak saptanmıştır.

Denemenin yürütüldüğü 2010-2011 yılı buğday yetiştirme dönemi ile uzun yıllara ait iklim verileri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'de de görüldüğü gibi, uzun yıllar yıllık sıcaklık değerleri ortalaması 12,7 °C olarak kaydedilirken, araştırmanın yürütüldüğü 2010-2011 yetiştirme sezonunda 13,6 °C olarak kaydedilmiştir. Ayrıca uzun yıllar yıllık nisbi nem ortalaması % 59,9, 2010-2011 yetiştirme sezonunda % 57,4 olarak tespit edilmiştir. Diyarbakır iline ait uzun yıllar toplam yağış miktarı 475,0 mm iken, çalışmanın yürütüldüğü 2010-2011 yetiştirme sezonunda 553,0 mm şeklinde kaydedilmiştir.

**Çizelge 2.** Araştırmanın yürütüldüğü Diyarbakır iklim verileri

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)		Ortalama Nisbi Nem (%)		Toplam Yağış Miktarı (mm)	
	2010-2011	Uzun Yıllar	2010-2011	Uzun Yıllar	2010-2011	Uzun Yıllar
Eylül	27,0	24,7	27,4	31,2	0,4	6,1
Ekim	18,1	17,2	56,0	48,4	63,4	32,6
Kasım	11,1	9,0	41,1	68,0	2,0	53,2
Aralık	6,5	3,7	68,9	77,5	48,0	69,7
Ocak	3,5	1,5	73,4	77,2	40,0	63,4
Şubat	4,7	3,5	69,5	73,3	49,9	68,2
Mart	9,0	8,6	56,4	66,5	46,6	67,8
Nisan	13,0	13,8	75,7	63,4	209,0	64,3
Mayıs	17,7	19,3	67,6	56,8	80,1	38,7
Haziran	25,5	26,3	38,0	36,6	13,6	9,3
<b>Ort / Top.</b>	<b>13,6</b>	<b>12,7</b>	<b>57,4</b>	<b>59,9</b>	<b>553,0</b>	<b>475,0</b>

### 2.3. Denemelerin kurulmasında ve yürütülmesinde kullanılan yöntemler

Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak, alt parsel çeşit ve ana parsel ekim zamanı olacak şekilde iki farklı ekim zamanında 13 genotiple yürütülmüştür. Ekimler, 6 sıralı parsel mibzeri ile 500 adet m<sup>2</sup> hesaplanarak ekim yapılmıştır. Parseller, ekimde 7,2 m<sup>2</sup> (6 sıra x 20 cm sıra arası x 6 m uzunluk), hasatta ise 6 m<sup>2</sup> (6 sıra x 20 cm sıra arası x 5 m uzunluk) şeklinde oluşturulmuştur. Denemelerde gübreleme, ekimle birlikte taban gübresi olarak saf madde üzerinden 8 N (kg da<sup>-1</sup>) + 8 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg da<sup>-1</sup>) 20.20.0 kompoze, kardeşlenme döneminde ise üst gübre olarak saf madde üzerinden 6 N (kg da<sup>-1</sup>) % 33 Amonyum Nitrat formunda yapılmıştır. Deneme sulu şartlarda yürütülmüştür. Sulama işlemi, toprakta su stresi oluşmayacak şekilde normal ekim sütün olum döneminde 1 kez, geç ekimde başaklanma ve sütün olum döneminde olmak üzere 2 kez yapılmıştır. Denemelerde yabancı ot kontrolü için bir kez ilaçlama yapılmış olup, hasat işlemi ise parsel biçerdöveri ile yapılmıştır. Araştırmada, bitki örtüsü sıcaklığı, klorofil içeriği, tane dolum süresi, tane dolum hızı, mumsuluk, yaprak dikliği ve tane verimi incelenmiş olup, sıcaklık hassasiyet indeksi hesaplanmıştır.

### 2.4. Verilerin analizi

Bu araştırma sonucunda elde edilen verilerin JMP 5.0.1 paket programı ile varyans analizi yapılmış, ortalamalar arası farklılık, LSD (% 5) çoklu karşılaştırma testine [12] göre tespit edilmiştir. Çalışmada özellikler arası ilişkileri görsel olarak inceleme ve değerlendirmek amacıyla genotip verileri ile oluşturulan GGE Biplot analizleri, Yan [12] ile

Yan ve Kang [13]'ün belirttiği yöntemler esas alınarak gerçekleştirilmiş, grafiklerdeki önemlilik dereceleri ise vektör grafiklerindeki vektörler arası açılar dikkate alınarak belirlenmiştir [13, 14, 15, 16, 35]. Çalışmada GGE Biplot analiz grafikleri Genstat 14th istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Bitki Örtüsü Sıcaklığı (BÖS) (°C)

Bitkinin serinleme yeteneğini ifade eden ve Infrared Termometre ile ölçülen bu özelliğin sıcaklık stresinin mevcut olduğu durumlarda düşük olması arzu edilmektedir. Araştırmada bitki örtüsü sıcaklığı açısından zaman, çeşit x zaman interaksyonu % 1 düzeyinde önemli bulunurken, çeşit ortalaması önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Bitki örtüsü sıcaklığına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Genotipler	Çeşit x Zaman İnteraksyonu		Ortalama
	Normal Ekim	Geç Ekim	
Ç-1252	22,5 e	26,7 cd	24,6
Diyarbakır-81	22,3 e	26,6 d	24,5
Fırat-93	22,3 e	26,5 d	24,4
Fuatbey-2000	22,3 e	26,8 b-d	24,6
Bağacak	22,0 ef	26,6 d	24,3
Özberk	22,4 e	27,0 a-d	24,7
Sarıçanak-98	22,5 e	27,1 a-d	24,8
Sorgül	22,2 ef	26,8 b-d	24,5
Svevo	22,2 ef	27,3 a-d	24,8
Şahinbey	21,8 ef	27,5 a-d	24,6
Şölen	22,3 e	27,9 a-c	25,1
Zühre	22,1 ef	28,1 a	25,1
Omrabi	21,1 f	27,9 ab	24,5
Zaman	22,1 b	27,1 a	<b>24,6</b>
CV (%)	<b>4,1</b>		

En düşük BÖS, normal ekimde Omrabi çeşidinde, geç ekimde Fırat-93 ve Diyarbakır-81 çeşitlerinden elde edilmiştir. Geç ekimde sıcaklıkların artışı ile beraber çeşitlerin BÖS değeri de yükselmiştir. Geç ekimde en düşük BÖS'ye sahip olan Diyarbakır-81 ve Fırat-93 çeşitlerinin SHİ açısından da en düşük değerlere sahip olarak (Çizelge 10) sıcaklık stresine tolerant/orta tolerant olmaları, BÖS'nin önemli bir seleksiyon kriteri olabileceğini göstermektedir. Bu sonuç, düşük SHİ ile tolerant özelliğe sahip genotiplerin bitki örtüsü sıcaklıklarını daha serin tutabildiklerini ve verim kayıplarını minimuma indirdiklerini ifade etmektedir. Nitekim başka araştırmacılar da aynı görüşü ifade etmektedirler [17, 18]. Ayrıca Munjal ve Rana [19], düşük BÖS değerinin yüksek sıcaklık stresine katlanmada önemli bir fizyolojik esas olduğunu bildirmişlerdir.

#### 3.2. Klorofil İçeriği (SPAD)

Yaprakların toplam klorofil miktarını temsil eden bu özellik için SPAD 502 klorofil metre cihazı kullanılmıştır. Klorofil içeriğinin yüksek olması arzu edilmektedir. Bu özelliğin son yıllarda çok kullanıldığı ve seleksiyon kriteri olarak ıslah programlarında yer alarak verimde ilerleme sağladığı bildirilmektedir [20]. Araştırmada klorofil içeriği açısından çeşit ortalamaları % 1 düzeyinde önemli, zaman ve çeşit x zaman interaksyonu ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** Klorofil içeriğine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Genotipler	Çeşit x Zaman İnteraksyonu		Ortalama
	Normal Ekim	Geç Ekim	
Ç-1252	49,1	48,6	48,8 c-e
Diyarbakır-81	47,7	46,4	47,1 fg
Fırat-93	48,4	50,7	49,5 cd
Fuatbey-2000	49,5	49,9	49,7 c
Bağacak	46,2	46,3	46,3 gh
Özberk	47,9	46,6	47,3 fg
Sarıçanak-98	48,8	49,1	49,0 c-e
Sorgül	46,3	44,7	45,5 h
Svevo	47,8	48,6	48,2 d-f
Şahinbey	50,0	49,5	49,8 bc
Şölen	52,9	51,8	52,4 a
Zühre	47,6	47,7	51,1 ab
Omrabi	51,1	51,1	47,7 ef
Zaman	48,7	48,5	<b>48,6</b>
CV (%)	<b>3,3</b>		

En yüksek klorofil içeriği Şölen çeşidinden elde edilirken, en düşük klorofil içeriği Sorgül yerel çeşidinden elde edilmiştir. Tüm şartlarda yerel çeşitlerin en düşük klorofil içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Güncel çeşitlerde klorofil oranının yüksek olması Türkiye koşulları için geliştirilen yüksek verimli çeşitlerin dolaylı olarak yüksek klorofil içeriğine sahip hatlar arasından seçildiği kanısını oluşturmaktadır. Bu kanaat, Yıldırım ve Ark. [20] ile Kılıç ve Yağbasanlar [21] tarafından da elde edilen sonuçlarla desteklenmektedir. SHİ değeri açısından en yüksek klorofil içeriğine sahip olan Şölen ile en düşük klorofil içeriğine sahip olan Sorgül hassas reaksiyon göstermişlerdir (Çizelge 10). Dolayısıyla klorofil içeriğinin SHİ ile ilişkili olmadığı anlaşılmaktadır. Ancak yüksek klorofil içeriğine sahip genotiplerin yüksek tane verimine de sahip oldukları görülmektedir (Çizelge 4 ve 10). Bu da bu parametrenin verimle ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu durum biplot grafiklerinde de görülmektedir (Şekil 1 ve 2). Ayrıca çeşit x zaman interaksyonunun önemsiz olması ve yüksek klorofil içeriğine sahip genotiplerin her koşulda aynı sonuçları vermesi, bu parametrenin daha çok genotip etkisi altında olduğunu ve SPAD metre cihazının da ıslahçılar tarafından seleksiyonda güvenli olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Nitekim Yıldırım ve Ark. [22], ekmeklik buğday F<sub>2</sub> açılma kuşaklarında süt olum döneminde hem normal hem de geç ekimde yüksek verim potansiyeline sahip bitkilerin seçilmesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

#### 3.3. Tane Dolu Süresi (gün)

Tane dolu süresi, çiçeklenme ile fizyolojik olum arasında geçen süre olarak hesaplanmış olup, bu özellik açısından tüm varyasyon kaynakları % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 5).

Çeşit ortalamalarına göre en yüksek tane dolu süresi Omrabi çeşidinden elde edilirken, en düşük tane dolu süresi Ç-1252 çeşidinden elde edilmiştir. Normal ekimde en yüksek tane dolu süresi Omrabi çeşidinden, en düşük tane dolu süresi ise Ç-1252 çeşidinden elde edilmiştir. Geç ekimde ise en yüksek tane dolu süresi Şahinbey çeşidinden, en düşük tane dolu süresi yine Ç-1252 çeşidinden elde edilmiştir. Geç ekim değerlerinin normal ekime göre daha düşük olduğu da gözlenmektedir. Yapılan çalışmalarında da geç ekim/stres şartlarında tane dolu süresinin düştüğü görülmektedir [21, 23, 24, 25].

**Çizelge 5.** Tane dolum süresine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar (gün)

Çeşitler	Çeşit x Zaman İnteraksiyonu		Ortalama
	Normal Ekim	Geç Ekim	
Ç-1252	32,3 g	27,3 j	29,8 d
Diyarbakır-81	35,7 c-f	31,0 g-1	33,3 b
Fırat-93	35,0 ef	31,0 g-1	33,0 bc
Fuatbey-2000	35,7 c-f	32,0 gh	33,8 b
Bağacak	35,7 c-f	31,7 g-1	33,7 b
Özberk	37,0 bc	30,7 hı	33,8 b
Sarıçanak-98	35,0 ef	31,3 g-1	33,2 bc
Sorgül	34,3 f	30,3 ı	32,3 c
Svevo	38,3 b	32,3 g	35,3 a
Şahinbey	36,7 cd	34,7 ef	35,7 a
Şölen	36,0 c-e	31,3 g-1	33,7 b
Zühre	35,3 d-f	31,3 g-1	33,3 b
Omrabi	40,0 a	32,3 g	36,2 a
Zaman	35,9 a	31,3 b	
CV	2,5		

### 3.4. Tane Dolu Hızı (mg gün<sup>-1</sup>)

Yıldırım ve Ark. [20]'na göre, tek tane ağırlığının tane dolum süresine oranı olarak hesaplanan tane dolum hızına ilişkin olarak çeşit ve ekim zamanları arasındaki fark % 1 düzeyinde önemli bulunurken, çeşit x zaman interaksiyonu önemsiz bulunmuştur (Çizelge 6).

**Çizelge 6.** Tane dolum hızına ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar (mg/gün)

Çeşitler	Çeşit x Zaman İnteraksiyonu		Ortalama
	Normal Ekim	Geç Ekim	
Ç-1252	1,30	1,41	1,36 de
Diyarbakır-81	1,23	1,46	1,35 d-f
Fırat-93	1,55	1,58	1,56 a
Fuatbey-2000	1,38	1,44	1,41 b-d
Bağacak	1,24	1,31	1,27 fg
Özberk	1,39	1,57	1,48 b
Sarıçanak-98	1,27	1,33	1,30 e-g
Sorgül	1,39	1,39	1,39 cd
Svevo	1,15	1,30	1,22 gh
Şahinbey	1,45	1,48	1,46 bc
Şölen	1,35	1,38	1,37 de
Zühre	1,25	1,26	1,25 fg
Omrabi	1,12	1,20	1,16 h
Zaman	1,31 b	1,39 a	
CV	4,4		

Çeşit x zaman interaksiyonu önemsiz olup, en yüksek tane dolum hızı Fırat-93 çeşidinden, en düşük tane dolum hızı ise Omrabi çeşidinden elde edilmiştir. Geç ekimde tane dolum hızı, normal ekime göre daha yüksek değere sahip olmuştur. Bu sonuç, Paulsen [5] ve Kahraman [23] tarafından yapılan çalışmalarla uyum içindedir. Söz konusu çalışmalarda da ifade edildiği üzere, stres koşullarının buğdayda tane dolum hızında artışlara neden olmaktadır. Normal ekimde tane dolum hızı düşük seviyede olan Diyarbakır-81 çeşidinin stres şartlarında hızını büyük oranda arttırdığı görülmektedir. Nitekim söz konusu çeşit en düşük SHİ değeriyle tolerant reaksiyona sahip olmuştur.

### 3.5. Mumsuluk (1-5)

Stresli koşullarda radyasyon yansıtma ve su kullanım etkinliğini artırma ile yaprak sıcaklığı ve transpirasyonun azalması ile ilişkili olan bu parametre, özellikle çiçeklenme

sonrası stres koşullarında maksimum fayda sağlamaktadır [26, 27, 28]. Araştırmada mumsuluk yönünden çeşitler arasındaki fark % 1 düzeyinde önemli bulunurken, ekim zamanı ve çeşit x zaman interaksiyonu önemsiz bulunmuştur (Çizelge 7).

**Çizelge 7.** Mumsuluğa ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar (1-5)

Çeşitler	Çeşit x Zaman İnteraksiyonu		Ortalama
	Normal Ekim	Geç Ekim	
Ç-1252	5,00	4,33	4,67 ab
Diyarbakır-81	4,33	4,33	4,33 bc
Fırat-93	5,00	5,00	5,00 a
Fuatbey-2000	5,00	5,00	5,00 a
Bağacak	2,67	3,67	3,17 e
Özberk	3,67	3,67	3,67 de
Sarıçanak-98	4,33	5,00	4,67 ab
Sorgül	2,00	3,00	2,50 f
Svevo	3,67	4,00	3,83 cd
Şahinbey	4,67	5,00	4,83 ab
Şölen	5,00	5,00	5,00 a
Zühre	4,00	4,00	4,00 cd
Omrabi	3,67	4,00	3,83 cd
Zaman	4,08	4,31	
CV	8,0		

En yüksek mumsuluk değeri Fırat-93, Fuatbey-2000 ve Şölen çeşitlerinden, en düşük değer ise Sorgül yerel çeşidinden elde edilmiştir. Çeşitlerin stres şartlarına dayanıklılıklarını ifade eden SHİ değerleri açısından bakıldığında, en yüksek mumsuluk değeri gösteren Fırat-93 ve Şölen çeşitlerinden biri tolerant iken diğeri hassastır. Bu da mumsuluk ile SHİ arasında önemli bir ilişkinin olmadığını göstermektedir. Ancak mumsuluğun, bitkinin aşırı radyasyon yüklenmesini engellediği ve böylece yüksek sıcaklık stresine dayanıklılık sağladığı bildirilmektedir [18].

Mumsuluğun ekim zamanlarından etkilenmemesi ve çeşit x zaman interaksiyonunun bulunmaması, bu özelliğin ıslahçılar tarafından stabil bir özellik olarak kullanılabilirliği ve özellikle stresli koşullara sahip olan Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yüksek verim potansiyeline sahip olduğu anlaşılmaktadır.

### 3.6. Yaprak Dikliği (0-90°)

Radyasyon kullanım etkinliği ile ilişkili olan bu parametre, özellikle su stresinin yaşanmadığı alanlarda yüksek fayda sağlamaktadır [28, 29, 30]. Nitekim bu çalışmada su stresinin elemine edilmesi amacıyla sulama gerçekleştirilmiş ve sadece sıcaklık stresi altında test edilmeye çalışılmıştır. Araştırmada yaprak dikliği yönünden tüm varyasyon kaynakları % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 8).

Her iki zamanda da en yüksek yaprak dikliği Fırat-93 çeşidinden elde edilirken, en düşük yaprak dikliği Sorgül yerel çeşidinden elde edilmiştir. Geç ekimlerde yaprak dikliğinin yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu durum, geç ekimde bitki boylarının genellikle daha kısa olmasından kaynaklanmış olabilir. Yaprak dikliğinin aynı genotip için ekim zamanlarında değiştiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte Fırat-93 çeşidinin her koşulda yüksek yaprak dikliğine sahip olması bu özellik yönünden stabil genetik yapıya sahip genotiplerin de bulunduğu ve bu genotiplerin ıslahta yaprak dikliği yönünden kullanılabilirliğine işaret etmektedir. Yüksek yaprak dikliğine sahip olan genotiplerin

yüksek tane verimine de sahip olduğu görülmektedir. Bu durum biplot grafiğinde de gözlenmektedir (Şekil 1 ve 2).

**Çizelge 8.** Yaprak dikliğine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar (0-90°)

Çeşit x Zaman İnteraksiyonu			
Çeşitler	Normal Ekim		Ortalama
	Normal Ekim	Geç Ekim	
Ç-1252	71,67 d-g	65,00 gh	68,33 bc
Diyarbakır-81	43,33 ı	61,67 h	52,50 de
Fırat-93	81,67 ab	86,67 a	84,17 a
Fuatbey-2000	81,33 ab	83,33 ab	82,33 a
Bağacak	50,00 ı	61,67 h	55,83 d
Özberk	80,00 a-c	80,00 a-c	80,00 ab
Sarıçanak-98	46,67 ı	70,00 e-g	58,33 d
Sorgül	30,00 j	50,00 ı	40,00 e
Svevo	68,33 f-h	81,67 ab	75,00 bc
Şahinbey	61,67 h	76,67 b-e	69,17 c
Şölen	80,00 a-c	80,00 a-c	80,00 ab
Zühre	73,33 c-f	85,67 a	79,50 ab
Omrabi	78,33 b-d	81,67 ab	80,00 ab
Zaman	65,13 b	74,23 a	
CV	6,8		

### 3.7. Tane Verimi (kg da<sup>-1</sup>)

Araştırmada incelenen tane verimi açısından tüm varyasyon kaynakları % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 9).

**Çizelge 9.** Tane verimine ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar (kg/da)

Çeşit x Zaman İnteraksiyonu			
Çeşitler	Normal ekim		Ortalama
	Normal ekim	Geç Ekim	
Ç-1252	666,9 d-j	577,8 j-l	622,36 cd
Diyarbakır-81	700,8 c-h	653,4 e-k	677,10 bc
Fırat-93	612,7 h-k	563,4 kl	588,06 d
Fuatbey-2000	676,7 d-ı	592,2 ı-l	634,44 b-d
Bağacak	521,7 l	393,2 mn	457,44 e
Özberk	712,5 c-g	613,4 h-k	662,97 bc
Sarıçanak-98	719,6 c-f	629,5 g-k	674,56 bc
Sorgül	415,0 m	317,0 n	366,00 f
Svevo	784,7 bc	596,3 ı-l	690,50 b
Şahinbey	731,1 c-e	618,4 h-k	674,75 bc
Şölen	894,4 a	642,7 e-k	768,55 a
Zühre	745,6 cd	632,3 f-k	688,94 b
Omrabi	871,4 ab	418,6 m	645,00 b-d
Zaman	696,4 a	557,6 b	
CV	8,6		

En yüksek tane verimi normal ekimde Şölen çeşidinden elde edilirken, geç ekimde Diyarbakır-81 çeşidinden elde edilmiştir. Her iki ekimde de en düşük tane verimi Sorgül yerel çeşidinden elde edilmiştir. Tüm genotiplerde geç ekim tane verimi, normal ekime göre daha düşük seviyelerde seyretmiştir. Bunun da genotiplerin hem geç ekiminden hem de stres şartlarına maruz kalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim yapılan çalışmalarda, normal ekimden farklı olarak gerçekleştirilen geç ekimlerin tane verimlerinde düşüşlere neden olduğu bildirilmektedir [21, 23, 24 25, 31, 32]. Ancak geç ekim durumu tüm genotipler için eşit bir uygulama olmasına rağmen çeşit x zaman interaksiyonunun önemli çıkmasından dolayı, genotiplerin stres şartlarına gösterdikleri reaksiyon daha fazla ön plana çıkmaktadır.

### 3.8. Sıcaklık Hassasiyet İndeksi (SHİ)

Sıcaklık hassasiyet indeksi, Fischer & Maurer (1978)'a göre aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Sınıflandırma (<0,5=Tolerant, 0,5-1=Orta tolerant, >1=Hassas) Khanna-Chopra ve Viswanathan [33]'a göre yapılmıştır.

$$SHI = \frac{Gn - Gs}{On - Os} \quad (1)$$

Denklemden; Gn: Normal şartlarda genotip performansı, Gs: Stres şartlarında genotip performansı, On: Normal şartlarda genel ortalama, Os: Stres şartlarında genel ortalama.

Yüksek sıcaklık stresine karşı tepkileri incelenen makarnalık buğday genotiplerine ait sıcaklık hassasiyet indeks değerleri ve sıcaklık stresine karşı reaksiyonları Çizelge 10'da verilmiştir.

**Çizelge 10.** Genotiplerin sıcaklık hassasiyet indeksi değerleri (SHİ)

Çeşitler	SHİ	Sıcaklık Stresine Reaksiyon
Ç-1252	0,67	Orta Tolerant
Diyarbakır-81	0,41	Tolerant
Fırat-93	0,40	Tolerant
Fuatbey-2000	0,62	Orta Tolerant
Bağacak	1,23	Hassas
Özberk	0,70	Orta Tolerant
Sarıçanak-98	0,63	Orta Tolerant
Sorgül	1,18	Hassas
Svevo	1,20	Hassas
Şahinbey	0,77	Orta Tolerant
Şölen	1,35	Hassas
Zühre	0,76	Orta Tolerant
Omrabi	2,60	Hassas

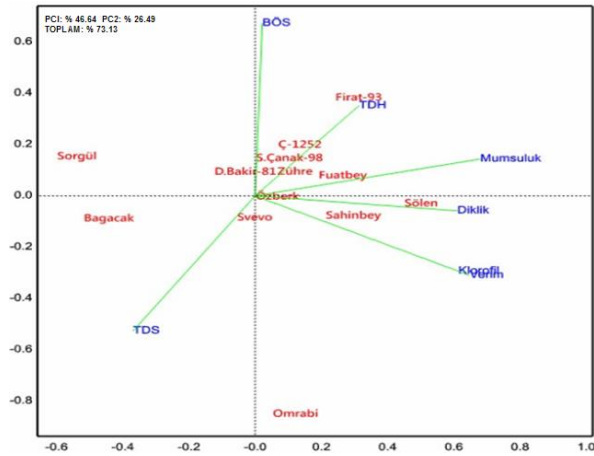
Bu parametrenin düşük olması arzu edilmektedir. Çünkü genotiplerin 1'den düşük hassasiyet indeksi değeri ile tolerant özelliğe sahip olması, daha az verim kaybına uğramış olduklarını göstermektedir [34]. Diyarbakır-81 ve Fırat-93 çeşitleri 0-0,5 arasında bir değer göstererek sıcaklık stresine tolerant; Ç-1252, Fuatbey-2000, Özberk, Sarıçanak-98, Şahinbey ve Zühre çeşitleri, 0,5-1 arasında değerlere sahip olmuş ve orta tolerant; Bağacak ve Sorgül yerel çeşitleri ile Svevo, Şölen ve Omrabi çeşitleri ise 1'den büyük değerlere sahip olarak hassas bir reaksiyon göstermişlerdir.

Yüksek tane verimi elde edilen Şölen çeşidinin ekim zamanları arasındaki tane verim farkının oldukça yüksek olması nedeniyle SHİ değeri yüksek olmuş ve hassas genotipler arasına girmiştir. Stresli koşullarda (geç ekimde) verim düşüşüne rağmen diğer çeşitlere kıyasla bu çeşidin halen yüksek verim potansiyeline sahip olması nedeniyle SHİ değerlendirmesine göre seleksiyonla bitki elemek, popülasyondaki performanslı genotiplerin elemine edilmesine neden olacaktır. Bu nedenle SHİ, ıslahata seleksiyondan ziyade dayanıklılık yönünden donör olabilecek genotiplerin belirlenmesinde kullanılması daha yararlı olacaktır. Burada sığağa dayanıklılık mekanizmasının varlığını genel anlamda tetkik etmek bakımından dikkat edilmesi gereken, genotipin geç ekimde en yüksek tane verimine sahip olmasından ziyade, normal ekimde sahip olduğu tane verimini geç ekimde yani stres şartlarında ne kadar koruyabildiğidir. Nitekim söz konusu çeşidin normal ekimdeki yüksek tane verimini geç ekimde

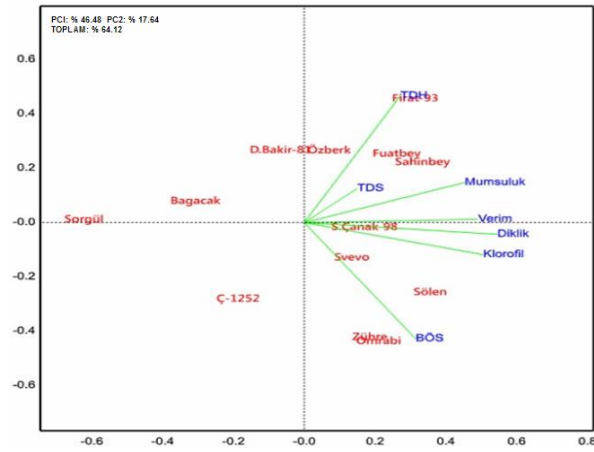
koruyamadığını görmekteyiz. Bu düşüşün şiddetli sıcaklık stresinde daha da artacağı varsayılabilir.

### 3.9. GGE Biplot Grafikleri ile Genotip ve Özelliklerin Değerlendirilmesi

GGE biplot grafiklerine göre araştırmada normal ve geç ekim şartlarında da mumsuluk, diklik ve klorofil içeriğinin verimle aynı yönde yer aldığı görülmektedir. (Şekil 1 ve 2). Dolayısıyla, tüm şartlarda bu özelliklerin birbirleri ile önemli pozitif ilişkiye sahip oldukları söylenebilir. Yıldırım ve Ark. [20] ile Kılıç ve Yağbasanlar [21] da klorofil ile tane verimi arasında önemli pozitif ilişki tespit etmişlerdir. Çekiç [18] de, mumsuluğun bitkinin aşırı radyasyon yüklenmesini engellediğini ve böylece yüksek sıcaklık stresine dayanıklılık sağladığını bildirmektedir.



Şekil 1. GGE Biplot analiz yöntemi ile normal ekimde özelliklerin gruplandırması



Şekil 2. GGE Biplot analiz yöntemi ile geç ekimde özelliklerin gruplandırması

### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada, on üç makarnalık buğday genotipinin yüksek sıcaklık stresine dayanıklılıkta kullanılabilecek bazı fizyolojik ve morfolojik özellikleri ile stres koşullarına tepkileri incelenmiştir. Denemede kullanılan Fırat-93 ve Diyarbakır-81 çeşitleri 0-0,5 arasında bir Sıcaklık Hassasiyet İndeksi (SHİ) değerine sahip olarak tolerant; Ç-1252, Fuatbey-2000, Özberk, Sarıçanak-98, Şahinbey ve Zühre çeşitleri 0,5-1 arasındaki değerlerle orta tolerant ve Svevo, Şölen, Omrabi çeşitleri ile Sorgül ve Bağacak yerel

çeşitleri 1'den büyük değerlere sahip olarak hassas özelliğe sahip olmuşlardır.

Sıcağa hassasiyet yönünden tolerant görülen Fırat-93 ve Diyarbakır-81 çeşitlerinin geç ekimde en düşük bitki örtüsü sıcaklığına (BÖS) sahip oldukları gözlenmiştir. Yüksek verim potansiyelli Şölen çeşidi hassas reaksiyon ve en yüksek bitki örtüsü sıcaklığına (BÖS) sahip olmuştur. Diğer fizyolojik parametre olan klorofil içeriğinin (SPAD) tane verimi ile önemli bir ilişkiye sahip olduğu saptanmıştır. Morfolojik özellikler açısından çalışmanın yürütüldüğü tüm şartlarda mumsuluk ve yaprak dikliğinin, tane verimi ile önemli pozitif bir ilişkiye sahip olduğu da belirlenmiştir.

Sonuç olarak; hem pratik hem de hızlı ölçülebilen bitki örtüsü sıcaklığı (BÖS) ile klorofil içeriği (SPAD) gibi fizyolojik özellikler, sırasıyla stres şartları ve yüksek verim açısından önemli seleksiyon parametreleri olarak gözlenirken; mumsuluk ve yaprak dikliği gibi morfolojik özelliklerin de yüksek verim amacıyla gerçekleştirilen çalışmalarda önemli seleksiyon kriteri olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

### 5. KAYNAKLAR

- [1] Boyer J.S., Plant productivity and environment, Science 218: 443-448, 1982.
- [2] Genç İ, Yağbasanlar T, Özkan H., Kılınc M., Seçilmiş bazı makarnalık buğday hatlarının Güneydoğu Anadolu bölgesi sulmuş koşullarında adaptasyonu üzerine araştırmalar. Makarnalık buğday ve mamülleri sempozyumu, Ankara, 261, 1993.
- [3] Kızılgöçer F., Akıncı C., Biçer B.T., Albayrak Ö., Yıldırım M., Tane rengi ve protein miktarı yönünden F5 makarnalık buğday (Triticum durum desf.) populasyonlarının değerlendirilmesi. DUFED 5(2), 51-55, 2016.
- [4] Larkindale J., Huang B., Changes of lipid composition and saturation level in leaves and roots for heat-stressed and heat-acclimated creeping bentgrass (Agrostis stolonifera), Environ. Exp. Bot., 51: 57-67, 2004.
- [5] Paulsen G.M., High temperature responses of crop plants. In K. J. Boote, J. M. Bennett, T. R. Sinclair, ve G. M Paulsen (eds.). Physiology and Determination of Crop Yield. American Society of Agronomy. Madison, WI., 365-389, 1994.
- [6] Ishaq H.M., Mohammed A.B., Phasic development of spring wheat and stability of yield and its components in hot environments, Field Crops Res., 46, 169-176, 1996.
- [7] Burke J.J., High temperature stress and adaptation in crops, In: Alscher, R.G., Cummings, J.R. (Eds.), Stress response in plants: adaptation and acclimation mechanisms, Wiley Liss, NewYork, 295-309, 1990.
- [8] Gibson L.R., Paulsen G.M., Yield components of wheat grown under high temperature stress during reproductive growth 677 S. Segoe Rd., Madison, WI 53711 Usa Crop Science 39:1841-1846, 1999.
- [9] Stone P.J., Nicholas M.E., A Survey of the effects of high temperature during grain filling on yield and quality of 75 wheat cultivars. Aust. J. Agric. Res., 46(3): 475-492, 1995.
- [10] Kılıç H., Aktaş H., Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü 2006/2007 Sezonu Serin iklim tahılları gelişme raporu, Diyarbakır, 2007.
- [11] Özberk İ., Özberk F., GAP Bölgesinde ilave sulanan şartlarda yetiştirilen bazı makarnalık buğday çeşitlerinin performans ve stabiliteyi. TARM Dergisi, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, 9(1-2):91-99, 2000.

- [12] Steel G.D., Torrie J.H., Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 2. Ed. McGraw-Hill Publ. Company, New York, 1980
- [12] Yan W., GGE biplot: A windows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types of two way data. *Agronomy Journal* 93: 1111-1118, 2001.
- [13] Yan W., Kang M.S., GGE Biplot Analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. CRC Press, Boca Raton, FL, pp.288, 2003.
- [14] Yan W., Singular value partitioning for biplot analysis of multi-environment trial data. *Agronomy Journal* 94: 990-996, 2002.
- [15] İlker E, Aykut Tonk F, Çaylak Ö, Tosun M & Özmen İ., Assessment of genotype x environment interactions for grain yield in maize hybrids using AMMI and GGE biplot analyses. *Turkish Journal of Field Crops* 14(2): 123 – 135, 2009.
- [16] Kendal E., Sayar M.S., The stability of some spring triticale genotypes using biplot analysis. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 26(3): 2016, Page: 754-765 ISSN: 1018-7081, 2016.
- [17] Fischer RA., Rees D., Sayre K.D., Lu Z.M., Condon A.G., Larqué-Saavedra A., Wheat yield progress is associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. *Crop Sci.*, 38: 1467-1475, 1998.
- [18] Çekiç C., Kurağa dayanıklı buğday (*triticum aestivum* l.) ıslahında seleksiyon kriteri olabilecek fizyolojik parametrelerin araştırılması. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi), Ankara, 2007.
- [19] Munjal R., Rana R.K., Evaluation of physiological traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) for terminal high temperature tolerance. *Proceedings of the tenth international wheat genetics symposium*, 1-6 September 2003, Poestum, Italy. Volume 2, Section 3 - Classical and Molecular breeding, 804-805, 2003.
- [20] Yıldırım M., Akıncı C., Koç M., Barutçular C., Bitki örtüsü serinliği ve klorofil miktarının makarnalık buğday ıslahında kullanım olanakları, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(3): 158-166, 2009.
- [21] Kılıç H., Yağbasanlar T., The Effect of Drought Stress on Grain Yield, Yield Components and some Quality Traits of Durum Wheat (*Triticum turgidum* ssp. durum) Cultivars *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj* 38 (1), 164-170, 2010.
- [22] Yıldırım M., Koç M., Akıncı C., Barutçular C., Variations in morphological and physiological traits of bread wheat diallel crosses under timely and late sowing conditions. *Field Crops Research*, 140:9-17, 2013.
- [23] Kahraman T., Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde farklı ekim zamanı ve azotlu gübreleme uygulamalarının, tane dolum süresi ve tane dolum oranı ile verim ve kalite unsurlarına etkilerinin belirlenmesi. Tekirdağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora Tezi), Tekirdağ, 2006.
- [24] Al-doss A.A., Saleh M., Moustafa K.A., Elshafei A.A., Barakat M.N., Grain yield stability and molecular characterization of durum wheat genotypes under heat stress conditions, *African Journal of Agricultural Research*, 5(22): 3065-3074, 2010.
- [25] Riaz-ud-din M.S., Naeem A., Makhdoom H., Aziz ur Rahman, Effect of temperature on development and grain formation in spring wheat. *Pak. J. Bot.*, 42(2): 899-906, 2010.
- [26] Jhonson D.A., Richards R.A., Turner N.C., Yield, water relations, gas exchange and surface reflectances of near-isogenic wheat lines differing in glaucousness. *Crop Science* 23: 318-325, 1983.
- [27] Richards R.A., Rawson H.M., Jhonson D.A., Glaucousness in wheat: Its development and effect on water-use efficiency, gas exchange and phot synthetic tissue. *Australian Journal of Plant Physiology* 13: 465-473, 1986.
- [28] Royo C., Luis F.G., Gustavo S., Nachit MM., Araus JL., Selection tools for improving yield-associated physiological traits. In: Royo C, Nachit MM, Di Fonzo N, Araus JL, Wolfgang P., Gustavo A.S. (eds), *Durum Wheat Breeding*, Volume 2, 563-598, 2005.
- [29] Innes P., Blackwell R.D., Some effects of leaf posture on the yield and water economy of winter wheat. *Journal of Agricultural Science* 101:367-401, 1987.
- [30] Austin R.B., Yield of wheat in the UK: Recent advances and prospects. *Crop Science* 39: 1604-1610, 1999.
- [31] Maçãs B., Gomes MC., Dias AS., Coutinho J., The tolerance of durum wheat to high temperatures during grain filling. In: Royo C, Nachit MM, Di Fonzo N, Araus JL (eds), *Options Méditerranéennes. Durum wheat improvement in the Mediterranean region: new challenges*, CIHEAM, Zaragoza. 257-261, 2000.
- [32] Aftab W., Abid H., Ashfaq A., Goheer AR., Muhammed İ., Musaddique M., Effect of sowing date and plant population on biomass, grain yield and yield components of wheat. *International Journal Of Agriculture & Biology*, 1560-8530/2004/06-6-1003-1005, 2004.
- [33] Khanna-Chopra R., Viswanathan C., Evaluation of heat stress tolerance in irrigated environment of *T. aestivum* and related species. I. Stability in yield and yield components. *Euphytica* 106, 169—180, 1999.
- [34] Bruckner P.L., Frohberg R.C., Stress tolerance and adaptation in spring wheat. *Crop Sci.*, 27: 31-36, 1987.
- [35] Sayar, M.S., Han, Y., Determination of seed yield and yield components of grasspea (*Lathyrussativus* L.) lines and evaluations using GGE Biplot analysis method. *Tarım Bilimleri Dergisi- J. Agric.Sci.*, 21(1): 78-92, 2015.