



**BUĞDAY İLERİ MUTANT HATLARININ
TARIMSAL ÖZELLİKLERİNİN ERZURUM
KURU TARIM ŞARTLARINDA
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Hasan KOŞUNKARTAY

**Yüksek Lisans Tezi
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Tahıllar ve Yemelik Baklagiller Bilim Dalı
Prof. Dr. Kamil HALİLOĞLU
2019
Her hakkı saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BUĞDAY İLERİ MUTANT HATLARININ TARIMSAL
ÖZELLİKLERİNİN ERZURUM KURU TARIM ŞARTLARINDA
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Hasan KOŞUNKARTAY

**TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
Tahıllar ve Yemelik Baklagiller Bilim Dalı**

**ERZURUM
2019**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**BUĞDAY İLERİ MUTANT HATLARININ TARIMSAL ÖZELLİKLERİNİN
ERZURUM KURU TARIM ŞARTLARINDA DEĞERLENDİRİLMESİ**

Prof. Dr. Kamil HALİLOĞLU danışmanlığında, Hasan KOŞUNKARTAY tarafından hazırlanan bu çalışma, 03./01./2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Tahıllar ve Yemelik Baklagiller Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği / oy çokluğu (3./0.) ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Kamil HALİLOĞLU

İmza :

Üye : Prof. Dr. Metin TOSUN

İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Emre İLHAN

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu .10./01./2019 tarih ve .02./...32..... nolu kararı
ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BUĞDAY İLERİ MUTANT HATLARININ TARIMSAL ÖZELLİKLERİNİN ERZURUM KURU TARIM ŞARTLARINDA DEĞERLENDİRİLMESİ

Hasan KOŞUNKARTAY

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
Tahıllar ve Yemeklik Baklagiller

Danışman: Prof. Dr. Kamil HALİLOĞLU

Buğday genotiplerinin kuraklığa dayanıklılık yönünden iyileştirilmesi, kurak koşullarda verim artışı sağlayabilme ve ıslah programlarında ebeveyn olarak kullanılacak genotiplerin seçilmesi açısından önemlidir. Bu araştırma, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Yayım Merkezi Müdürlüğüne ait 4 numaralı deneme alanında yürütülmüştür. Araştırmada mutagen uygulaması sonucu elde edilen 37 EMS ve 39 NaN₃ ileri buğday mutant aday hattı kullanılmış; verim ve kuraklık parametreleri yarı kurak koşullara dayanıklılık açısından değerlendirilmiştir. İncelenen seleksiyon ölçütleri yönünden mutant aday hatlar arasında önemli farklar olduğu tespit edilmiştir. Vejetatif dönem mutant hatlarda (MH) 15,7 ile 21,8 gün; tane dolum süresi 26,3 ile 31,7 gün; bitki boyu 81,0 ile 107,6 cm; metrekaresindeki başak sayısı 104,3 ile 1358,7 adet; başaktaki tane sayısı 4,8 ile 28,8 adet; bin tane ağırlığı 32,5 ile 42,3 g; biyolojik verim 198,4 ile 2887,5 kg/da; tane verimi 22,7 ile 670,6 kg/da; hasat indeksi %8,9 ile 31,2; kanopi sıcaklık farkı 8,40 ile 14,48°C; yaprak klorofil içeriği 33,8 ile 52,4 birim; F₀ 134,0 ile 418,7; F_m 144,0-1203,0; F_v 256,4 ile 1549,0; F_v/F_m ise 0,2594 ile 0,7820 arasında değişim göstermiştir. Tane verimleri yanında m²'deki başak sayısı da yüksek olan EMS uygulanmış MH arasında E21 hattı ve NaN₃ uygulanmış MH arasında ise N149 hattı yarı kurak koşullara dayanıklılık açısından ıslah programlarında ebeveyn olarak kullanılabilir.

2019, 64 sayfa

Anahtar Kelimeler: Mutasyon, ıslah, yarı kuraklık, tane verimi

ABSTRACT

Master Thesis

EVALUATION OF AGRICULTURAL PROPERTIES OF ADVANCED WHEAT MUTANT LINES UNDER DRY AGRICULTURAL CONDITIONS OF ERZURUM

Hasan KOŞUNKARTAY

Ataturk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Field Crops
Cereals and Edible Legumes

Supervisor: Prof. Dr. Kamil HALILOĞLU

Improving wheat genotypes in terms of drought tolerance increases the yield in dry conditions as well as it is important in the selection of genotypes that can be used as parents in breeding programs. This research was carried out in Ataturk University Plant Production Application and Research Center, experimental station number 4. In this study, as a result of mutagen application, 37 EMS and 39 NaN₃ advanced wheat mutant candidate line was used; the yield and drought parameters were evaluated under semi-arid conditions. Significant differences among the mutant candidate lines was determined based on inspected selection criteria. The vegetative period of the mutant lines was ranged between (MH) 15,7 – 21,8 days; grain filling period 26,3 – 31,7 days; plant height 81,0 – 107,6 cm; number of spikes per square meter 104,3 – 1358,7; number of grains spike 4,8 – 28,8; 1000 grain weight 32,5 – 42,3 g; biological yield 198,4 to 2887,5 kg/da; grain yield 22,7 – 670,6 kg/da; harvest index 8,9 and 31,2%; temperature differences of the canopy 8,40 – 14,48°C; leaf chlorophyll content 33,8 – 52,4 units; F₀ 134,0 – 418,7; F_m 144,0-1203,0; F_v 256,4 – 1549,0; and F_v/F_m was varied between 0,2594 – 0,7820. In addition to the grain yield, high number of spikes per square meter of line E21 from EMS applicaiton and line N149 from NaN₃ applicaiton can be used as a parent in breeding programs under semi-arid conditions in terms of drought tolerance.

2019, 64 pages

Keywords: Mutation, breeding, semi arid, grain yield

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmam boyunca benden bilimsel desteklerini esirgemeyen, öneri ve yorumları ile çalışmamı düzenleyen değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Kamil HALİLOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İstatistik analiz ve bilimsel katkılarıyla çalışmama güç katan Sayın Doç. Dr. Murat AYDIN'a, tezimin her aşamasında bana yardımcı olan ve yön veren Sayın Dr. Arash HOSSEIN POUR'a, arazi çalışmalarımda bana yardımcı olan Sayın Araş. Gör. Selçuk KODAZ'a ve Sayın Zir. Yük. Müh. Güller ÖZKAN'a en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Her zaman ve her konuda yardımlarını ve desteklerini benden esirgemeyen ve göstermiş oldukları sabırdan dolayı aileme teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Sonuç olarak araştırmanın tamamlanmasında yakından ve uzaktan katkısı ve yardımı olan herkese şükranlarımı sunarım.

Hasan KOŞUNKARTAY

Ocak, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	20
3.1. Materyal.....	20
3.1.1. Bitki materyalinin kaynağı	20
3.1.2. Kullanılan bitki materyali.....	20
3.1.3. Deneme yerinin iklim ve toprak özellikleri.....	22
3.2. Yöntem	23
3.2.1. Fenolojik, morfolojik ve verimle ilgili verilerin elde edilişi	23
3.2.1.a. Vejetatif Dönem (gün).....	23
3.2.1.b. Tane dolum süresi (gün).....	24
3.2.1.c. Bitki boyu (cm).....	24
3.2.1.d. Metrekaredeki başak sayısı	24
3.2.1.e. Başaktaki tane sayısı.....	24
3.2.1.f. Bin tane ağırlığı (g)	24
3.2.1.g. Biyolojik verim (kg/da)	25
3.2.1.ğ. Tane verimi (kg/da)	25
3.2.1.h. Hasat indeksi (%)	25
3.2.2. Kuraklığa toleranslılığın belirlenmesine ilişkin verilerin elde edilişi	25
3.2.2.a. Canopy sıcaklık farkı (°C).....	25
3.2.2.b. Yaprak klorofil içeriği (SPAD)	26
3.2.2.c. Yaprak klorofil floresans parametreleri.....	26
3.2.3. Verilerin istatistikî analizleri	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	27

4.1. Vejetatif Dönem (gün).....	27
4.2. Tane Dolum Süresi (gün)	32
4.3. Bitki Boyu	34
4.4. Metrekaredeki Başak Sayısı	35
4.5. Başaktaki Tane Sayısı	36
4.6. Bin Tane Ağırlığı.....	37
4.7. Biyolojik Verim.....	38
4.8. Tane Verimi.....	40
4.9. Hasat İndeksi	41
4.10. Kanopi Sıcaklık Farkı.....	42
4.11. Yaprak Klorofil İçeriği (SPAD).....	48
4.12. Minimum Floresans Verimi (F_0)	49
4.13. Maksimum Floresans Verimi (F_m)	50
4.14. Değişken floresans verimi (F_v).....	51
4.15. Fotosistem II (PS II) maksimum enerji verimi (F_v/F_m)	52
5. SONUÇ	55
KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ	65

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
°C	santigrat derece
BB	bitki boyu
BTA	bin tane ağırlığı
BTS	başakta tane sayısı
BV	biyolojik verim
cm	santimetre
cm ²	santimetrekare
da	dekar
DNA	Deoksiribo nükleik asit
EMS	Etil metansülfonat
F ₀	minimum floresans
F _m	maksimum floresans
F _v	değişken floresans
F _v /F _m	PS II maksimum enerji verimi
g	gram
ha	hektar
Hİ	hasat indeksi
K	Potasyum
KÇ	kontrol çeşitleri
kg	kilogram
m	metre
m ²	metrekare
MBS	metrekaredeki başak sayısı
MH	mutant hatlar
N	Azot
NaN ₃	Sodyum azit
P	Fosfor
pH	Toprağın asitlik-bazlık derecesi

SPAD	yaprak klorofil içeriği
TDS	tane dolum süresi
TV	tane verimi
VD	vejetatif dönem



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırmada farklı mutagen uygulamalarından seçilen hatlar ve kontrol çeşitleri (KÇ)	21
Çizelge 3.2. Erzurum ilinin araştırmanın yürütüldüğü 2017 yılı ile uzun yıllar ortalamasına (UYO: 1990-2016) ait bazı iklim verileri*	22
Çizelge 4.1. EMS uygulaması yapılmış mutant aday hatların vejetatif dönem (VD), tane dolum süresi (TDS), bitki boyu (BB), metrekaresindeki başak sayısı (MBS), başakta tane sayısı (BTS), bin tane ağırlığı (BTA), biyolojik verim (BV), tane verimi (TV) ve hasat indeksine (Hİ) ait varyans analizi sonuçları	28
Çizelge 4.2. NaN_3 uygulaması yapılmış mutant aday hatların vejetatif dönem (VD), tane dolum süresi (TDS), bitki boyu (BB), metrekaresindeki başak sayısı (MBS), başakta tane sayısı (BTS), bin tane ağırlığı (BTA), biyolojik verim (BV), tane verimi (TV) ve hasat indeksine (Hİ) ait varyans analizi sonuçları	29
Çizelge 4.3. EMS uygulaması yapılmış mutant aday hatların vejetatif dönem (VD), tane dolum süresi (TDS), bitki boyu (BB), metrekaresindeki başak sayısı (MBS), başakta tane sayısı (BTS), bin tane ağırlığı (BTA), biyolojik verim (BV), tane verimi (TV) ve hasat indeksine (Hİ) ait ortalamalar	30
Çizelge 4.4. NaN_3 uygulaması yapılmış mutant aday hatların vejetatif dönem (VD), tane dolum süresi (TDS), bitki boyu (BB), metrekaresindeki başak sayısı (MBS), başakta tane sayısı (BTS), bin tane ağırlığı (BTA), biyolojik verim (BV), tane verimi (TV) ve hasat indeksine (Hİ) ait ortalamalar	31
Çizelge 4.5. EMS uygulaması yapılmış mutant aday hatların kanopi sıcaklık farkı, yaprak klorofil içeriği (SPAD), minimum floresans (F_0), değişken floresans (F_v), maksimum floresans (F_m) ve PS II maksimum enerji verimlerine (F_v/F_m) ait varyans analizi sonuçları	43

Çizelge 4.6. NaN ₃ uygulaması yapılmış mutant aday hatların kanopi sıcaklık farkı, yaprak klorofil içeriği (SPAD), minimum floresans (F ₀), değişken floresans (F _v), maksimum floresans (F _m) ve PS II maksimum enerji verimlerine (F _v /F _m) ait varyans analizi sonuçları.	44
Çizelge 4.7. EMS uygulaması yapılmış mutant aday hatların kanopi sıcaklık farkı, yaprak klorofil içeriği (SPAD), minimum floresans (F ₀), değişken floresans (F _v), maksimum floresans (F _m) ve PS II maksimum enerji verimlerine (F _v /F _m) ait ortalamalar.....	45
Çizelge 4.8. NaN ₃ uygulaması yapılmış mutant aday hatların kanopi sıcaklık farkı, yaprak klorofil içeriği (SPAD), minimum floresans (F ₀), değişken floresans (F _v), maksimum floresans (F _m) ve PS II maksimum enerji verimlerine (F _v /F _m) ait ortalamalar.....	46

1. GİRİŞ

Yaşadığımız yerküre üzerinde insanların hayatlarını sürdürebilmesi için tarım, insanların ihtiyaç duyduğu besinlerin üretimini üstlenmiştir. Dünya’da ve ülkemizde insanların ekimini yaptığı ürünlerin başında tahıllar gelmektedir. Dolayısıyla tahılların insan beslenmesindeki yeri ve önemi azımsanamayacak kadar çoktur.

Buğday dünyada en yaygın yetişen türlerden birisi olup, 670,8 milyon tonluk bir üretimle küresel nüfusun üçte birinden fazlasını besler (Rahaie *et al.* 2013; Shahzad *et al.* 2013). Buğday, çoğunlukla ekmek, makarna, bulgur, erişte, kek ve bisküvilerde kullanılır (Eren *et al.* 2015).

Ülkemizde tarım yapılabilir 23,9 milyon hektarlık alan içerisinde %49 ile en büyük payı tahıllar almaktadır. Toplam tahıl alanları içerisinde ise %67’lik pay ile buğday ilk sırada yer almaktadır. Buğdayı %24’lük pay ile arpa, %6’lık pay ile mısır, %1’lik pay ile çeltik takip etmektedir. Yulaf ve çavdar üretimimiz ise yeterli düzeyde olup %1’lik paya karşılık gelmektedir (TMO 2016). Türkiye’de 2017 yılında buğday ekiliş alanı 76 688 785 da, üretim 21,5 milyon ton, verim ise 280 kg/da olarak gerçekleşmiştir (TÜİK 2017).

Dünyada ve ülkemizde buğday ekiliş ve üretim bakımından çok büyük bir pay almasına karşın, çeşitli stres faktörlerinden dolayı yetiştiriciliği kısıtlanmaktadır. En önemli stres faktörlerinden birisi kuraklıktır ve buğday üretimini mevsime bağlı olarak ciddi bir şekilde kısıtlayabilir. Kuraklık dünya üzerindeki ekilebilir alanlarda görünen stres faktörlerinden en önemlisi olup, %26’lık payla en büyük dilimi almaktadır (Blum and Jordan 1985). Kuraklık; toprağın sahip olduğu suyun bitkilerin gelişmesinde yetersiz olmasına veya bitkilerin gelişmelerinde gözle görülebilecek kadar uzun süren yağışsız bir süreçtir. Yağışsız geçen dönemin kuraklık oluşturması; toprağın su tutma kapasitesi ve evapotranspirasyon hızına bağlı olarak değişmektedir (Levitt 1980).

Doğal koşullar sonucunda meydana gelen kuraklık, dünyadaki tarım alanlarının büyük bir kısmında bitkisel verimi düşüren en önemli faktördür. Buğday üretimi çoğunlukla kuru tarım alanlarında yapılmakta olup, kuraklık bu alanlardaki buğday üretiminde ciddi problemlere neden olmaktadır (Öztürk 1999).

Ülkemizde yetiştirilen buğdayın büyük bir çoğunluğu (%80) yağışa bağlı tarım yapılan alanlarda yetiştiriciliği yapılmaktadır; bunun büyük bir bölümünü ise Orta Anadolu ve Geçit Bölgeleri kapsamaktadır. Bu bölgede verimi kısıtlayan etkilerin başında, yetersiz yağış miktarı ve yağışın yetiştirme periyodu içindeki düzensiz dağılımı gelmektedir (Sade 2008). Bunun sonucunda, kuraklığın dağılımına ve verimine bağlı olarak %40-65'lere varan verim kayıpları olabilmektedir (Öztürk 1999).

Düzensiz yağış dağılımlarının etkisine ilave olarak, bitkiler üzerindeki kuraklık şiddetinin etkisi, buğdayın gelişim dönemine bağlı olarak da değişkenlik gösterebilmektedir (Gupta *et al.* 2001). Başaklanmadan sonraki kuru madde birikimi, tane veriminin başlıca kaynağı olduğu için (Schnyder 1993; Saidi *et al.* 2008) tane dolum dönemi kuraklığı, bitki gelişme dönemleri bakımından kritik bir öneme sahiptir.

Kuraklık stresi, büyüme hızı, kök uzaması, yaprak genişlemesi ve stomal hareketlerde etkili olup, bitki büyümesi ve üretkenliğine neden olan bir takım fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerde değişikliğe sebep olur (Balouchi 2010).

Geniş adaptasyon yeteneği ve insan beslenmesindeki öneminden dolayı Dünya'nın önde gelen bitkisi olan buğdayın kuraklık sonucunda veriminin azalması tarım alanında sürdürülebilirliği ve dünyanın besin güvencesini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, kurak koşullar altında verimi artırabilmek için yüksek verimli ve kuraklığa dayanıklı genotiplerin ıslah edilmesi önemli olmaktadır. Kurak koşullarda sadece verim yönünden yapılacak seleksiyonun başarısı, tane veriminin düşük kalıtım derecesi nedeniyle düşük olacaktır (Blum *et al.* 1988). Bu sebeple, stres koşulları altında, önemli ölçüde verim düşüşlerini engelleyen belirli bazı özelliklerin tane verimiyle kombine edilmesi gerektiği savunulmuştur (Sharma and Thakur 2004).

Kurak koşullarda bitkilerde kuraklığa dayanıklılık ıslahı, strese dayanıklılık ıslah programlarında önemli bir yer teşkil eder. Bitkilerde olgunlaşma süresi kısalığı veya erken çiçeklenme geç dönem kuraklıklarından kaçma noktasından ıslaha katkıda bulunan önemli bir karektardır. Kanopi sıcaklığı kuraklık stresi durumunda ölçülen ve kurak koşullarda bitkinin yapısındaki su durumunu belirten bir metottur. Kurak şartlardaki düşük kanopi sıcaklığı değeri bitki bünyesinin yeterli miktarda su oranına sahip olduğunu belirtmektedir (Blum 2000). Kuraklık stresinin olmadığı normal durumlarda genotipler arasındaki kanopi sıcaklığında çok az fark olurken, kuraklık stresinin yaşandığı durumda genotiplerde kanopi sıcaklıkları farkında artış olmaktadır (Blum 2000).

Kanopi sıcaklığı, bitki, toprak ve atmosfer arasındaki etkileşimi gösterir. Bu tüm ürün seviyesinde dolaylı transpirasyonun bir ölçüsüdür. Kuraklık stresli bitkilerde, daha yüksek transpirasyon, daha soğuk yapraklar, daha yüksek stoma iletkenliği nispeten daha düşük bir kanopi sıcaklığı anlamına gelmektedir; bu da toprak nemi almak veya daha iyi bir bitki su durumu sağlamak için nispeten daha büyük kapasiteyi gösterir (Monneveux *et al.* 2012).

Fotosentez, kuraklık stresine duyarlı olup, tane verimini belirleyen ana metabolik etkenlerden birisidir (Araus *et al.* 2003). Klorofil floresan gibi erken tarama testleri buğdayda kuraklık toleransını değerlendirmek için faydalıdır (Sayar *et al.* 2008). Kuraklığa güçlü bir şekilde bağlı olan klorofil içeriği ve klorofil floresans parametreleri, buğdayda kuraklığa toleranslı genotipleri belirtmek için kullanılmıştır (Kumar *et al.* 2012). Klorofil içeriği fotosentez oranı ile pozitif bir ilişki içerisinde (Gutierrez-Rodriguez *et al.* 2004) ve daha uzun bir süre için daha yüksek klorofil içeriğini korumak, kurak koşullar altında tahıl verimini arttırmak için kullanılan stratejilerden birisidir (Guo *et al.* 2008). Kumar *et al.* (2012), kuraklığa toleranslı çeşitleri, stres koşulları altında daha fazla yaprak klorofil retansiyonu açısından tanımlamıştır. İlk floresans (Fo), maksimum floresans (Fm), değişken floresans (Fv) ve maksimum kuantum verimliliği PSII (Fv/Fm) gibi klorofil floresans parametreleri, kuraklık stresine cevap olarak genotipik farklılıkları ortaya çıkarmak için kullanılmıştır.

Bitki ıslahı, bitkilerin kalıtsal yapısını insanların arzuları doğrultusunda değiştirmesi ve geliştirmesidir (Tosun 2015). Bitki ıslahı, yaklaşık 10 000 yıl önce bitkilerin kùltùre alınmaya başlanmasından günümüze kadar tarımsal üretimin temel bir kısmını oluşturmaktadır. Bitki ıslahı, kùltür bitkilerinin verim ve kalitesinin artırılmasına katkıda bulunan önemli bir bilim dalı olup, bitkisel üretim artışında en temel unsurların başında gelmektedir. Bitki yetiştiriciliğinde yüksek verim önemli bir özellik olması nedeniyle verimin artırılması neredeyse her ıslah programının nihai bir amacıdır. Bitki ıslahının en önemli amacı türün ekonomik değerine katkı sağlayan özellikleri iyileştirmektir. Bununla birlikte bitkilerin birçok özellikleri değiştirilmiş ve değiştirilmeye devam etmektedir (Tosun 2015).

Mutasyonlar, bitki büyüme ve gelişiminin temelini oluşturan yapı taşları ve genlerin doğasını ve işlevlerini incelemek için kullanılan araçlar olup, ekonomik ürünlerin genetik olarak geliştirilmesi için hammaddeler üretmektedir (Adamu and Aliyu 2007). Bitki ıslahında ilk adım, var olan genotipler arasında istenilen genleri içeren uygun genotipleri tanımlamak veya doğada bulunmaması halinde mutasyonlar oluşturmaktır. Varyasyon, doğada genetik kombinasyonun ve mutasyonların bir sonucu olarak ortaya çıkar ve varyasyon olmadan, bitki ıslahı imkânsız olurdu (Oladosu *et al.* 2015).

Bitkilerde mutasyon oluşturmak için fiziksel veya kimyasal mutagenler kullanılmaktadır. Tüm mutagenler içerisinde, etil metansülfanat (EMS) ve sodyum azit kullanım kolaylığı ve genomdaki rastgele nokta mutasyonlarının oluşması yüzünden en çok tercih edilenlerdir (Mago *et al.* 2017).

Etil metansülfonat (EMS), özellikle mutasyonların tohum materyaline uygulanması ile tavsiye edilen, mutasyonların sonucunun uygulanması ve izlenmesi nispeten kolay olduğundan, yaygın, güçlü ve en etkili kimyasal mutagenlerden biridir. Bitkilerde, EMS genellikle nokta mutasyonlarına neden olmaktadır (Okagaki *et al.* 1991).

Sodyum azit (NaN_3) kimyasal bir mutagendir ve kùltür bitkilerinin tarımsal özelliklerini iyileştirmek için önemli bir araç haline gelmiştir. Sodyum azit, bitkilerde nokta

mutasyonu oluşturur, böylece mutant bitkilerde üretilen protein normal bitkilere göre farklı işlevlere sahip olur. Sodyum azit mualemesi ile üretilen mutant bitkiler, çeşitli olumsuz koşullar altında hayatta kalabilmekte ve normal bitkilere kıyasla daha iyi verimlere, strese karşı daha yüksek toleransa ve daha uzun raf ömrüne sahip olabilmektedir (Khan *et al.* 2009).

İslah çalışmasının bir bölümünü kapsayan bu araştırmada; Kırık çeşidinin kalite özelliklerine sahip, kuraklığa dayanıklı ve yüksek verimli hatların geliştirilmesi amaçlanmıştır. EMS ve NaN₃ kimyasal mutagenleri uygulanmış ve elde edilen M₄ mutant hatlarından istenilen özelliklere sahip M₅ mutant hatların seçilmesi ve bu çalışma neticesinde geliştirilen hatların, farklı ıslah programlarında gen kaynağı olarak veya yeni bir çeşidin elde edilmesinde ana materyal olarak kullanılabilmeleri amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Dünyada ve ülkemizde bitki yetiştiriciliğini kısıtlayan faktörlerin başında biyotik ve abiyotik stres faktörleri gelmektedir. Abiyotik stres faktörleri içerisinde en büyük paya sahip olan stres faktörü kuraklık stresidir. Kuraklık stresi, doğal koşullardan kaynaklanmaktadır ve dünyadaki tarım alanlarının büyük bir bölümünde bitkisel verimi azaltan en önemli faktördür. Buğday üretimi daha çok kuru tarım alanlarında yapıldığından kuraklık bu alanlarındaki buğday üretiminde ciddi problemlere neden olmaktadır (Öztürk 1999). Bu durumda bitkilerin kuraklık karşısında verdiği tepkilerin anlaşılması artan dünya nüfusunun beslenme sorunlarının çözümünde büyük bir önem taşımaktadır.

Ortalama küresel sıcaklığın her 10 yılda bir 0,18°C arttığı rapor edilmiştir (Annual Climate Summary 2010; Hansen *et al.* 2012). Küresel iklim değişikliği sonucunda kuraklığın etkisinin daha da artacağı göz önünde bulundurulduğunda, gelecekteki gıda güvencesi endişelerini hafifletmek için genetik olarak kuraklığa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi önemli bir strateji olmaktadır. Bu bağlamda, potansiyel genetik kaynaklar olan kültürü yapılan çeşitler, yerel ırklar ve yabani formların detaylı bir şekilde incelenerek ıslah programlarında kullanılabilecek özelliklerin ortaya konulması ve su stresine tepkileri ile adaptasyon mekanizmalarının daha iyi anlaşılması önemli olmaktadır (Peleg *et al.* 2005; Xiong *et al.* 2007). Ayrıca, yeni bitki çeşitlerini gelecekteki iklime uyarlamak için, bitkilerin yüksek sıcaklıklara nasıl tepki verdiğini ve sıcaklığa karşı toleransın nasıl geliştirilebileceğini anlamamız gerekir (Halford 2009).

Bitkilerde kuraklık stresi çok sayıda morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal tepkiye neden olduğundan, bitkiler buna karşılık olarak, kurak koşullara uyum sağlamaya yardımcı olan dayanıklılık mekanizmaları geliştirebilmektedir (Arora *et al.* 2002). Bitkiler, kuraktan kaçma (kurak dönemin başlangıcından önce hayat devresini tamamlama), kuraktan korunma (su alımını yükseltmek veya transpirasyonu düşürmek suretiyle doku su potansiyelini korumak) ve kurağa tolerans (fizyolojik veya biyokimyasal mekanizmalarla su kaybını geciktirme) olmak üzere üç kategoride

kuraklık mekanizması geliştirmiştir. Kuraktan kaçan bitkiler yalnızca orta şiddetteki koşullarda hayatta kalabilirken, kurağa toleranslı olan bitkiler koruyucu mekanizmaları sayesinde hayatlarını sürdürebilmektedir (Kalefetoğu ve Ekmekçi 2005).

Bitkiler kuraklık stresine maruz kaldığı durumlarda yaşamlarını sürdürebilmek için yaşam döngüsünü (olgunlaşma süresi) düzenleme, derin bir kök sistemi oluşturma ve hücresel olarak bazı düzenlemeleri geliştirmek gibi mekanizmalar gerçekleştirmişlerdir (Mohamed *et al.* 2000). Bitkilerin hayatta kalabilmek için sadece tek bir özellikte değişim göstermesi yeterli olmadığından, bazı araştırmacılar hücresel düzeyde değişikliklerin kurağa toleransta önemli olduğuunu belirtmişlerdir (Mohamed *et al.* 2000; Errabii *et al.* 2006).

Öztürk (1999), yağmur korunakları kullandığı araştırmasında, kuraklığın Doğu-88 buğday çeşidinin gelişmesi ve verime etkisini araştırmıştır. Erzurum koşullarında, sulu koşullar (SK), kuru koşullar (KK), erken kuraklık (EK), geç kuraklık (GK) ve tam kuraklık (TK) uygulamalarını incelemiştir. Araştırmada, EK'nın SK'a göre tane sayısının %44,4, bin tane ağırlığının %6,9 ve tane veriminin ise %46,6 oranında azalmasına neden olduğu sonucuna varmıştır. GK'nın yeşil dokulardaki yaşlanmayı hızlandırmasından dolayı bitkide sap başına yeşil kalan alan sresinde kısılma, bin tane ağırlığında düşme ve tane veriminde azalma olduğu sonucunu elde etmiştir. TK, SK'a göre birim alandaki tane sayısını (%54,9), tane ağırlığını (%19,9) ve tane verimini (%65,6) azalttığını bildirmişlerdir.

Başer vd (2005), 1998-1999 ve 1999-2000 yılları içerisinde Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında araştırmalarını yürütmüştür. Tarla denemesinde 8 ekmeklik buğday çeşidi ve 19 ileri ümitvar ekmeklik buğday hattı kurağa dayanıklılık yönünden değerlendirmişlerdir. Araştırmada, başaklanma gün sayısı, tane dolum periyodu, bitki boyu, mumluluk oranı, bayrak yaprak alanı, stoma sayısı, 4-5 yapraklı dönemde ve başaklanma sresinde yaprak su tutma yeteneği arasında basit ve çoklu ilişkiler incelenmiştir. Çalışmanın ilk yılında (648 mm) yetiştirme dönemi süresince ikinci yıla (540 mm) oranla daha çok yağış

olmasına rağmen ilk yılda kuraklığın etkisinin daha yoğun olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bunun sebebini yüksek yağış miktarına rağmen buğdayın çiçeklenme dönemine denk gelen aylarda birinci yılda ikinci yıla oranla yağış miktarının daha az olmasına bağlamışlardır. Tane dolum süresi, yaprak su tutma yeteneği ve bayrak yaprağı alanının kuraklığa dayanıklılıkta önemli seleksiyon ölçütleri olabileceğini açıklamışlardır.

Çağlar vd (2006), 2001-2002 ve 2002-2003 yılları içerisinde yürüttükleri çalışmada, 25 ekmeklik buğday çeşidinin Erzurum koşullarına adaptasyonunu araştırmış ve inceledikleri karakterler yönünden çeşitler arasında önemli derecede farklar olduğunu belirtmişlerdir. Tane verimi ve m²'deki başak sayısında en yüksek değeri Doğu 88 çeşidinde elde etmişlerdir. Ayrıca bitki boyu dışında, diğer karakterler yönünden yıl x çevre interaksyonları önemli bulunmuştur.

Ayrancı vd (2017), Orta Anadolu Bölgesi'nde tane doldurma döneminde ortaya çıkan kuraklığın kontrollü tarla şartlarında, ekmeklik buğday genotiplerinin verim ve bazı fenolojik özelliklerinin tepkilerini belirlemek için 2009-2010 yıllarında Konya'da çalışmayı yapmışlardır. Çalışma, yağmur korunakları altında, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada, tane doldurma döneminde genotiplerin verim ve fenolojik özelliklerinin kuraklığa tepkileri araştırılmıştır. Çalışmada, tane doldurma süresi parametresi, geç dönemde etkili olan kuraklık için, toleranslı genotip geliştirmek için, seleksiyon parametresi olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Bitki genotiplerinde değişen çevre koşullarına uyum ve adaptasyon yeteneklerinin artırılması, verim ve kalite özelliklerinin geliştirilmesi, kuraklık, hastalık ve soğuk gibi streslere dayanıklılığın artırılması farklı ıslah metotları ile mümkün olabilmektedir. Günümüz şartlarında tahıl ekim alanlarını artırma olanağı mümkün olmadığından, artan dünya nüfusunun isteklerinin karşılanabilmesi için birim alan veriminin artırılması gerekir. Bundan dolayı, genellikle kuru tarım yapılan alanlarda, kurağa dayanıklılığı iyi olan çeşitlerin geliştirilmesi ve birim alanda üretimi artırma tekniklerinin araştırılması bitki ıslahçıların temel hedefleri arasında yer almaktadır (Kalaycı vd 1998). Kuraklık

buğday üretimini sınırlayan abiyotik stres faktörlerinden en önemlisi olduğundan, kuraklığa dayanıklılık ıslahı daha fazla önem arz etmektedir. Normal koşullara göre karşılaştırıldığında, kurak koşullar; bitkide sapların daha zayıf, başağın daha küçük, biyolojik verimde azalma ve kuru ağırlıkta daha fazla azalmaya neden olmaktadır. Kurak koşullardan aynı zamanda başakta tane sayısı ve tane verimi önemli oranda etkilenmektedir. Kuraklığa toleranslı olan çeşitlerin verim unsurları açısından kuraklıktan etkilenmeleri daha az olmaktadır (Majer *et al.* 2008).

Son yıllarda iklim değişikliğiyle, dünyanın birçok yerinde kuraklık stresi yaşanmıştır. Ayrıca sulanan bölgelerin çoğunda, su temini azlığı sadece sınırlı sulama sağlamaktadır. Bu koşullar buğday gibi tahıllar dahil olmak üzere birçok ürünün verimini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle farklı ürünlerde kuraklık/su stres toleransı genetiği, öncelikli bir çalışma haline gelmiştir (Gupta *et al.* 2017).

Kutlu (2010), derlemesinde, kuraklığın farklı çevrelerde ve farklı bitki gelişim dönemlerindeki etkileri, tahıllarda kuraklığa tolerans ıslahında kullanılan seleksiyon kriterleri ve kuraklık zararını azaltabilecek kültürel önlemler üzerinde durmuştur. Bitkinin mevcut su durumunu koruması ve solgunluğunu geciktirmesi, bitkinin bünyesindeki düşük su durumunda bile fonksiyonlarını devam ettirmesi ve stres durumundan sonra bitki fonksiyolarının ve bitki su durumunun eski haline dönmesi önemli üç faktördür. Kuraklığa dayanıklılığı iyi olan çeşit geliştirmenin yanı sıra toprağı uygun işlenmek, toprağı organik maddece zenginleştirmek, yabancı ot mücadelesi yapmak, uygun gübreleme tekniklerini belirlemek, ekim zamanını iyi ayarlamak ve destekleme sulama yapmak gibi kültürel önlemler kuraklık zararını azaltabilmektedir.

Fizyolojik özellikler verimi belirlemek için önemli bir role sahiptir ve ıslah programlarında kullanılabilir (Mollasadeghi *et al.* 2011a). Yüksek sıcaklık ve kuraklık, yaprak fotosentezini azaltma ve yaprak yaşlanma oranlarını artırma da dahil olmak üzere bitki verimleri üzerinde çok sayıda olumsuz etkiye sahiptir. Bununla birlikte, verim tespiti için daha da kritik olanı, yüksek sıcaklık stresinin çiçeklenme öncesi ve çiçeklenme sırasında meydana gelmesi ve tane doldurma sırasında meydana geldiğinde

tane ağırlığını düşürmesidir (Porter and Gawith 1999; Dolferus *et al.* 2011). Kuraklık yavaş yavaş gelişen ve yoğunlaşan bir süreci gösterirken, sıcaklık stresi çok aniden ortaya çıkabilir ve hatta yüksek sıcaklıktaki kısa aşamalarda tane veriminde ciddi bir düşüşe neden olabilir. Hem yüksek sıcaklık stresi hem de kuraklığın birlikte ortaya çıktığı bu gerçek, yüksek sıcaklık stresinin tarla koşulları altında tane verimi üzerindeki etkisini değerlendirmeyi ve karıştırıcı etki riskini ortaya çıkarmayı zorlaştırır (Rajala *et al.* 2009).

Kanopi sıcaklığı ve kanopi sıcaklık depresyonu son yıllarda ıslahçıların dikkatini çekmiştir, çünkü hesaplanması kolaydır ve çok sayıda materyali tek bir günde taramak için kullanılabilir (Brennan *et al.* 2007; Karimizadeh and Mohammadi 2011). Kanopi sıcaklığı, yağmurlu ortamlarda yüksek buğday verimini tahmin etmek için bir tarama aracı olarak kullanılmıştır (Blum *et al.* 1989; Araus *et al.* 2002,2003; Olivares-Villegas *et al.* 2007). Su buharlaştığı zaman yaprak sıcaklığı hava sıcaklığı altına düştüğü için kanopi sıcaklığı, tüm bitki düzeyinde (Reynolds *et al.* 2001) ve bitki su durumunun (Araus *et al.* 2003) (ani) transpirasyonun dolaylı bir ölçüsüdür.

Ortam sıcaklığına göre kanopi sıcaklığı ölçümü genellikle su eksikliği veya yüksek sıcaklıktan kaynaklanan bitki stresini değerlendirmek için kullanılır (Gonzalez-Dugo *et al.* 2006; Reynolds *et al.* 2007; Siebert *et al.* 2014) ve aynı su eksikliği veya yüksek sıcaklık stresi koşulları altında diğer genotiplere kıyasla daha düşük kanopi sıcaklığını koruyan genotiplerin belirlenmesinde kullanılmıştır (Rashid *et al.* 1999; Balota *et al.* 2008; Kashiwagi *et al.* 2008). Kurağa duyarlı genotipler, kuraklığa toleranslı çeşitlerden daha sıcak kanopiler göstermiştir (Reynolds *et al.* 2001). Büyümesi sırasında daha fazla su kullanabilen bir bitki, daha açık stomaların bir sonucu olarak daha düşük kanopi sıcaklığına sahip olacaktır. Yaprak klorofil içeriği ve kanopi sıcaklığı, yüksek sıcaklık stresi altında verim ile yüksek genetik korelasyon göstermiştir (Reynolds *et al.* 1998, 2007).

Saint Pierre *et al.* (2010), farklı ortamlarda (sıcaklık, kuraklık ve iyi sulanan koşullarda) yetişen beş buğday populasyonunda kanopi sıcaklığını kontrol eden gen hareketini

belirlemeyi amaçlamıştır. Kanopi sıcaklığı, kuraklık ve iyi sulanan ortamlarda tane verimi ile negatif fenotipik korelasyon göstermiştir. Kuraklığa toleransı attırmak için kanopi sıcaklığının bir seçim kriteri olarak kullanılması, tane verimi ve çeşitler arasında gözlemlenen genotip farklılıkları ile önemli bir ilişkiden dolayı desteklenmiştir. Araştırma bulguları, buğdayda kanopi sıcaklığı için genetik kazanımların geleneksel ıslah yoluyla sağlanabileceğini göstermiştir.

Abdipour *et al.* (2013), 2008-2009 ve 2009-2010 yetiştirme mevsiminde yarı kurak koşullarda kuraklığa dayanıklı buğday genotiplerinin taranması dönemindeki farklı gelişme aşamalarında kanopi sıcaklığı depresyonu ve klorofil içeriğinin etkinliğini değerlendirmek için dört adet toleranslı ve dört adet hassas ekmeklik buğday genotipini test etmiştir. Araştırmada verim parametreleri, kanopi sıcaklığı depresyonu, klorofil içeriği ve ürün fenolojisi incelenmiştir. Kullanılan genotiplerin farklı seviyelerde kuraklık toleransı göz önüne alınarak, tüm özellikler için (başak uzunluğu hariç) buğday genotipleri arasında önemli farklılıklar gözlemlenmiştir.

Kanopi sıcaklığına ek olarak klorofil içeriği, ya hızlı bir şekilde fenotip olabilecek ve kuraklığa ya da yüksek sıcaklığa ne şekilde adapte olabileceği konusunda bilgi verici olabilen diğer önemli bir fizyolojik özelliktir (Abdipur *et al.* 2013). Bazı araştırmacılar, SPAD okumalarının (klorofil içeriği) hızlılık ve güvenilirliği nedeniyle yüksek sıcaklık toleransı için ıslah materyalini seçmek için bir tarama yöntemi olarak kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir (Karademir *et al.* 2012).

Fotosentez kapasitesini etkileyen bitki dokularındaki klorofil içeriği önemli bir faktör olup kuraklık stresi koşullarında klorofilin korunması fotosentez için esas bir özelliktir (Chandrasekar *et al.* 2000). Klorofil, fotosentezde yer alan son derece önemli bir pigment molekülüdür ve bitkinin ışık enerjisini kimyasal enerjiye dönüştürmesine yardımcı olur. Klorofil, ışınımı elektromanyetik spektrumun mavi bölgesinde daha kuvvetli bir şekilde emer ve onu kırmızıyla takip eder. Bununla birlikte, spektrumun yeşil ve yeşile yakın bölgelerinin zayıf bir emicisidir, bu nedenle klorofil içeren dokular yeşildir (Wood *et al.* 1993). Bir yaprakta, fotosentez süresi boyunca etkili olan iç

faktörlerin değerlendirilmesinde yaprak klorofil içeriğinin ve klorofil floresans parametrelerinin dikkate alınması önemli bir yaklaşım şekli olup kurağa toleransın belirlenmesinde hızlı ve gerçekçi metot olarak kabul edilmektedir. Fotosentez için temel kloroplast unsurlarından biri olan yaprak klorofil içeriği, fotosentez oranı ile pozitif ilişkilidir ve kurak şartlarda daha yüksek verimler yüksek klorofil içeriğini daha uzun sürdürebilme kabiliyetine bağlıdır (Guo *et al.* 2008).

Çeşitli çalışmalar, hücre yapısı, kloroplast hareketleri gibi yaprak fizyolojik özelliklerinin yaprak optik özellikleri üzerinde önemli etkilere sahip olabileceğini (Park *et al.* 1996; Jeong *et al.* 2002; Kasahara *et al.* 2002) ve dolayısıyla klorofil ölçüm cihazının CCI (Chlorophyll Content Index) değerini de etkilediğini göstermektedir. Işınımdaki değişiklikler, ışığa bağımlı kloroplast hareketlerine neden olur ve bu da yaprak absorbansını (Trojan *et al.* 1996; Kasahara *et al.* 2002) ve klorofil ölçüm değerini değiştirir (Hoel and Solhague 1998).

Son zamanlarda, tarla koşullarında yürütülen ekolojik ve fizyolojik araştırmalarda bitkilerin fotosentetik performanslarının ölçülmesinde klorofil floresans tekniğinin kullanımı önemli ölçüde artmıştır. Klorofil floresans tekniğinin temelini oluşturan teori oldukça karmaşık olmasına karşın, taşınabilir klorofil fluorometre ile ölçümü oldukça basit olmaktadır. Klorofil molekülleri tarafından tutulan ışık enerjisi ya fotosentezde kullanılabilir, ya ısı olarak yayılabilir, ya da ışık olarak geri yansıyabilir (klorofil floresans). Bu her üç süreç rekabet halinde ortaya çıktığından, herhangi birinin etkinliğindeki artış miktarı, diğer ikisinin verim miktarında azalma ile sonuçlanır (Maxwell and Johnson 2000). Fotosentezin önemli bir unsuru olan Fotosistem II (PSII) bitki fotosentezinin önemli bir unsuru olup özellikle kuraklığa duyarlıdır ve kuraklık biyokimyasal reaksiyonlarda ve PSII reaksiyon merkezlerinde ışık tarafından engellenmeye neden olarak fotosentezi kısıtlar. Klorofil floresans, fotosentez sisteminin enerjik durumunun bir göstergesi olarak kabul edilmiş ve esas olarak 680-740 nm spektrum aralığında PSII tarafından yansıtılmaktadır (Guo *et al.* 2008).

Kuraklık, dünya çapında gıda üretimini ciddi şekilde etkileyen önemli bir abiyotik strestir. Kuraklık toleransı ile ilişkili tarımsal ve fizyolojik özellikler, ıslah programındaki su açığının ürün verimine etkisini azaltmak için kuraklığa toleranslı genotiplerin seçiminde uygun göstergelerdir. Rog-hua *et al.* (2006), arpa (*Hordeum vulgare* L.)’da fotosentetik özelliklerin analizi yoluyla kuraklık toleransı ile ilgili göstergeleri tanımlamayı amaçlamıştır. Bu özellikler arasında klorofil içeriği, başlangıç floresansı (F_0), fotosistem II fotokimyasının maksimum birincil verimi (F_v/F_0) ve fotosistem II’nin maksimum kuantum verimi (F_v/F_m) bulunmaktadır. Kuraklık toleransındaki dört genotip (Tadmor, Arta, Morocco9-75 ve WI2291) bu özellikler ile kuraklık toleransı arasındaki korelasyonu araştırmak için kullanılmıştır. Sonuçlar, bu özelliklerin tümünün farklı çiçeklenme sonrası kuraklık stresi altındaki dört genotipin de olumsuz etkilendiğini, ancak kuraklığa toleranslı genotiplerdeki azalmanın kuraklığa duyarlı genotiplerden çok daha az olduğunu göstermiştir. Ayrıca sonuçlar, kuraklığa dayanıklı genotipler nispeten daha az etkilenirken, fotosentetik aparat bileşenlerinin kuraklığa duyarlı genotiplerde önemli ölçüde zarar görebileceğini ortaya çıkarmıştır. Öte yandan, kuraklığa toleranslı olan genotiplerde klorofil içeriği, F_0 , F_v/F_0 ve F_v/F_m değerleri, kuraklık stresi altındaki kuraklığa duyarlı genotiplerden önemli ölçüde yüksek olduğu bildirilmiştir. Kuraklık toleransı için arpa gen kaynaklarının taranmasında klorofil içeriğinin, F_0 , F_v/F_0 ve F_v/F_m güvenilir göstergeler olarak kabul edilebileceği sonucuna varılmıştır.

Geravandi *et al.* (2011), bazı fizyolojik özelliklerin kuraklığa toleranslı ekmeklik buğday genotiplerini tanımlayabilme yeteneğini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla, çiçeklenme sonrası kuraklık stresi (yağmurla beslenen) ve sulanan koşullar altında yirmi adet ekmeklik buğday genotipini değerlendirmişlerdir. Stres Tolerans İndeksi (STI) kuraklık toleransı ölçüsü olarak kullanılmıştır. STI ve Hücre Zarı Kararlılığı (CMS), Prolin Konsantrasyonu (PC), Bağlı Su İçeriği (RWC), Klorofil a / b Oranı (Chl a / b), Bağlı Klorofil İçeriği (RCC), Kesilmiş Yaprak Su Tutma (ELWR) ve Bağlı Su Kaybı (RWL) arasındaki ilişkiler bu fizyolojik özelliklerin kuraklık toleransı göstergeleri olarak kullanılıp kullanılamayacağını anlamak için belirlenmiştir. Sonuçlar,

ELWR, RWL ve CMS'nin kuraklık toleransı için buğday genotiplerini taramasında güvenilir göstergeler olarak düşünülebileceğini göstermiştir.

Karimizadeh *et al.* (2011), çeşitli çevresel koşullar altında makarnalık buğday genotiplerinin kuraklık toleransının belirlenmesinde fizyolojik özelliklerin (kanopi sıcaklığı ve klorofil içeriği gibi) kullanımını değerlendirmeyi amaçlayan bir araştırma yapmıştır. Bu bağlamda, İran'ın Gachsaran eyaletinde iki yıl (2008-2009) boyunca yağmur suyu ve tamamlayıcı sulama koşullarında altı makarnalık buğday genotipi ekimini yapmışlardır. Araştırmada, Stres duyarlılık indeksi (SSI), stres tolerans indeksi (STI), tolerans indeksi (TOL), ortalama üretkenlik (MP) ve geometrik ortalama üretkenlik (GMP)'i kapsayan beş kuraklık toleransı indeksi hesaplanmıştır. Ürün verimini tahmin etmek ve genotipleri sıralamak için kanopi sıcaklık depresyonu (KTD) ve klorofil içeriği (CHL) kullanılmıştır. MP, SSI, STI, CHL ve KTD'nin anlamlı ve pozitif korelasyonu, bu indekslerin her iki koşul altında yüksek verimli genotiplerin belirlenmesinde daha etkili olduğunu göstermiş ve sonuçlar, buğdayda tane veriminin fizyolojik temelini araştırmak için KTD ve CHL'nin önemli rol oynadığını ve KTD ve CHL'nin ıslah programlarında bir seçim kriteri olarak başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

Khakwani *et al.* (2013), Reading Üniversitesi'nde 2009 yılı boyunca çiçeklenme ve çiçeklenme sonrası aşamalarında stres koşulları altında buğday çeşitlerinin verim ve verime katkıda bulunan özelliklerine göre stoma ve klorofil etkilerini belirlemişlerdir. Klorofil floresan, klorofil içeriği, stoma iletkenliği, yaprak alanı, nispi su içeriği ve bitki başına tane verimi üzerine önemli su stresi etkileri gözlenmiştir. Tüm çeşitler bağımsız olarak davranmış ve fizyolojik ve verim özellikleri için önemli ölçüde farklı olmuştur.

Kuraklık toleransı, özellikle yarı kurak koşullarda yetiştirilen hububat bitkilerine dahil edilmesi gereken esas özelliktir. Kuraklık toleransının biyofiziksel temelini anlamak, çeşitli bitki çeşitlerini geliştirmek için seçim stratejilerinin geliştirilmesinde yardımcı olacaktır. Bu bağlamda, Parihar and Soni (2016), kuraklığa toleranslı (Harshita: HI - 1531) ve kuraklığa duyarlı (Raj-4037) buğday çeşitlerinin fotosentetik mekanizmalarda

kuraklık kaynaklı değişiklikleri değerlendirmeyi amaçlamıştır. PS-II fotokimya (F_v/F_m) parametresinin maksimum kuantum verimi, HI-1531 ile karşılaştırıldığında Raj-4037’de kuraklık stresine karşı duyarlı bulunmuştur.

Geç kuraklık direnci ve buğdayda tane verimi artışı için seçim kriteri olarak bir dizi fizyolojik özellik önerilmiştir. Öztürk and Aydın (2017), geç kuraklık direnci koşullarını karakterize etmek için, 64 buğday genotipi, Erzurum’da 2011-12 ve 2012-13 dönemleri içerisinde, sulanan ve geç kuraklık koşullarında olmak üzere iki tarla denemesi kurmuştur. Denemede, kanopi sıcaklık farkı (KTD), yaprak yaşlanma oranı (LSR), SPAD klorofil değeri, başlangıç floransı (F_0), maksimum floresan (F_m), değişken floresan (F_v), PSII’nin maksimum kuantum verimi (F_v/F_m), yaprak kül içeriği ve tane kül içeriği ölçölmüştür. Tüm özellikler için genotipler arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Geç kuraklık, tane verimini, KTD, SPAD, F_m , F_v , F_v/F_m ve yaprak kül içeriğini azaltmış, ancak LSR ve tane kül içeriğini arttırmıştır. Genotiplerin kuraklık duyarlılığı geç kuraklık koşullarında ölçölen 25 özelliğe dayalı bir sıralama yöntemi ile belirlenmiştir. Genotiplerin rank-sum (RS) değerlerine göre, 4 genotip dirençli, 15 genotip orta dirençli, 34 genotip orta duyarlı ve 11 genotip duyarlı olarak belirlenmiştir. Dirençli genotipler Müfitbey ve Dağdaş 94, geç kuraklık koşullarında en yüksek tane verimini elde etmiş ve dayanıklı çeşitlerin yetiştirilmesi için umut veren ebeveynler olarak ortaya çıkmıştır. RS, KTD, SPAD, F_m , F_v ve F_v/F_m ile negatif korelasyon gösterirken, LSR ile pozitif korelasyon göstermiştir. Geç kuraklığa dayanıklı genotiplerin taranması için, anter oluşumu sonrası 15 gün (15DPA) F_v , KTD ve SPAD ölçömleri için en uygun zamandır. Aşamalı oklu doğrusal regresyon analizi, F_v 15DPA, F_v 25DPA, KTD15DPA ve SPAD15DPA’nın RS’deki toplam varyasyonun %75,2’sini açıklayabildiğini göstermiştir. Bu nedenle, F_v 15DPA, F_v 25DPA, KTD15DPA ve SPAD15DPA özellikleri, geç kuraklığa dayanıklılık açısından buğday genotiplerinin sınıflandırılması için seçim kriterleri olarak kullanılabilir.

Kuraklığa toleransın geliştirilmesi, kuraklık ile ilgili genlerin ve QTL’lerin modern buğday çeşitlerine tanıtılmasıyla sağlanabilir. Bu nedenle, “omics” çalışmaları ve QTL haritalaması ile ele alınan kuraklık toleransına dahil olan aday moleküllerin veya

lokusların belirlenmesi gerekmektedir. Budak *et al.* (2013), kuraklık ile ilgili gen / QTL tanımlaması, kuraklığa bağlı moleküler yollar üzerine çalışmalar ve kuraklık toleransı için buğday çeşitlerinin iyileştirilmesine yönelik mevcut çalışmalar üzerinde araştırmalar yapmıştır.

1920'li yıllarda kullanılmaya başlayan mutasyon ıslahı son 20 yıl içerisinde bitki ıslah çalışmalarında etkisini artırmıştır. Mutasyon ıslahı tekniği ile bitki boyu, meyve uzunluğu, büyüklük, renk gibi tane özellikleri, tohumun kimyasal yapısı ve besin değerleri ve hastalık ve zararlılara dayanıklılık yönünden bitkiler geliştirilmiştir (Şehirali ve Özgen 2007). Mutasyon ıslahı, bir ıslah programında genetik taban aralığını genişletmek ve özel amaçlı ıslah çalışmaları için kullanılmakta olup, günümüze kadar birçok başarılı sonuç alınmış ve mutant çeşitler elde edilmiştir. Bunlardan bazıları doğrudan mutant yeni çeşitler olup, bazıları ise mutant bireylerin melezlemelerde kullanılması sonucunda elde edilen çeşitlerdir (Efe ve Ünal 2017). Mutasyon ıslahı tekniği klasik ıslah yöntemleri ile karşılaştırıldığında daha kısa sürede varyasyon oluşturmaya ve ıslahçıya zaman kazandırması açısından önemlidir. Bu teknik ile ucuz ve kolay bir varyasyon oluşturmak ve yeni materyal içerisinde istenilen özelliğe sahip bitkileri seçmek mümkün olmaktadır (Şehirali ve Özgen 2007).

Bitki ıslahının en önemli amacı bitkilerin genetik yapılarını insanların gereksinimlerini karşılayacak bir şekilde iyileştirmek ve değiştirmektir. Değişik mutasyon oluşturunca etkenler (mutagenler), bitkilerde kromozomların yapı ve sayılarında ya da genlerin fiziksel ve kimyasal yapılarında ani şekilde bir takım kalıtsal değişiklikler yaparak, onlara yeni özellikler kazandırabilmektedir (Çoban vd 2017).

Bitkilerin genetik yapısında aniden ortaya çıkan kalıtsal değişimlere mutasyon denir. Mutasyonlar doğal (kendiliğinden) ya da yapay olarak meydana gelirler. Doğal mutasyonların ortaya çıkmasında özellikle resesif genlerin etkisi ve populasyon frekanslarının düşük olması gibi nedenlerden dolayı mutant tiplerin belirlenmesinde zorluklarla karşılaşan ıslahçılar yapay mutasyonlar elde etme gayretine girmişlerdir.

Yapay mutasyonlar ise ya radyasyon ışınları ile ya da kimyasal maddeler ile oluşturulmaktadır (Genç ve Yağbasanlar 1994).

Kimyasal mutagenlerin sayısı çok olmakla birlikte, bitkilerde mutasyonların uyarılmasında sadece birkaçı yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunların çoğu alkilleştirici etmenler sınıfı içerisinde. Kimyasal mutagenlerin uygulanması basit olmasının yanı sıra zararlı etkisi daha az olduğundan araştırmacılar tarafından radyasyona tercih edilmektedir. En yaygın olarak kullanılan kimyasal mutagen etil metansülfonattır (EMS). Kimyasal mutagenlerin etkileri, iyonize edici radyasyonlara göre daha az şiddetli olması yanında, daha fazla gen mutasyonu ve daha az kromozom mutasyonu oluşturur (Tosun 2015).

Laboratuvarlarda çeşitli amaçlar için yaygın olarak kullanılan diğer bir kimyasal mutagen sodyum azit (NaN_3)'tir (Rines 1985). Sodyum azit pozitif sodyum iyonu ve negatif azit iyonunu içeren beyaz kristal bir tozdur. Metabolik zehir olan Sodyum azit hücrelerde belli anahtar enzimleri engeller ve bitkiler için potansiyel bir mutagendir. Sodyum azit aynı zamanda bitki fizyolojisini etkileyen bir mutagendir (Wen and Liang 1995).

Sodyum azidin buğday üzerine uygulanması, agronomik özelliklerin geliştirilmesi için kolay ve ucuzdur. Sodyum azidin mutajenik etkileri tohum ekiminden hemen sonra ortaya çıkar ve çıplak gözle görülebilir. Ancak, çeşitli ürünlerde sodyum azid, verim ve kalite özelliklerini geliştirmek ve biyotik ve abiyotik streslere karşı direnç oluşturmak için kullanılmaktadır. Bitki genlerinde Sodyum azidin neden olduğu tek baz değişikliklerinin varlığını tanıyabilen birkaç teknik vardır. Herhangi bir bitki türünde Sodyum azidin neden olduğu nokta mutasyonu, PCR tabanlı ve PCR tabanlı olmayan tekniklerle tespit edilebilir. Bu nedenle, zararlı patojenlere karşı oldukça hassas olan ve çiftçiler için ekonomik olarak ucuz ve faydalı hale getiren buğday gibi birçok ürünlerde mutasyon oluşturmak için Sodyum azid kullanılmalıdır (Dubey *et al.* 2017).

Günümüze kadar mutasyon ıslahı ile 232 farklı bitki türünde 3222 adet mutant hat tescil ettirilmiştir. En fazla mutant çeşit 810 adet ile Çin’de tescil ettirilmiş, bunu 481 adet ile Japonya ve 310 adet ile Hindistan takip etmiştir. Dünya üzerinde en fazla mutant çeşit 815 adet ile çeltik bitkisinde gerçekleştirilmiştir. Mutasyon ıslahı, geleneksel ıslaha kıyasla çok daha kısa bir süre içerisinde bitkilerde hem kalitatif hem de kantitatif özelliklerin iyileştirilmesi için yüksek potansiyele sahiptir (Oladosu *et al.* 2015).

Bahar and Akkaya (2009), farklı oranlarda Etil-metan Sülfonat (EMS) mutajeninin tohum çimlenmesi, kök ve sürgün büyümesi üzerindeki etkilerini tespit edip, TILLING gibi başarılı mutagenез araştırmaları için en etkili EMS dozunun uygulanabilmesini amaç edinmiştir. Bu amaçla Gerek-79 ekmeklik buğday çeşidinin tohumları %0,1, 0,2 ve 0,3 EMS dozları ile muamele edilmiştir. Tohum çimlenmesi, mevcut koleoptil, mevcut ilk yaprak, embriyonik kök uzunluğu, koleoptil uzunluğu, fide boyu, fide büyüme hızı, ilk yaprak uzunluğu, kök ve sürgünün taze ve kuru ağırlıkları ve kök sürgün oranı işlenmemiş materyallere göre değerlendirilmiştir. Çoğunlukla, değerlendirilen tüm karakterler için EMS muameleleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Farklılık seviyeleri, EMS’nin artan dozları ile daha belirgin olarak görülmüştür. Bu nedenle, bu çalışmada değerlendirilen karakterler etkili ve optimum EMS muamelelerinin değerlendirilmesi ile ilgili olmuştur. Bu şekilde M1 bitkileri daha sonraki deneyler için büyük ölçekli mutant üretiminden önce en iyi cevabı elde etmek için EMS mutagen uygulamalarının gösterge özelliklerine dayanarak büyümenin erken aşamalarında seçilebileceği sonucuna varılmıştır.

Efe ve Ünal (2017), üç Macar fiği çeşidinin (Anadolu Pembesi-2002, Oğuz-2002 ve Tarm Beyazı-98) tohumlarına uygulanan dört farklı gama ışını dozlarının M₄ ve M₅ generasyonu bitkilerde bazı morfolojik ve tarımsal özellikler üzerine etkilerini araştırmışlardır. Genel olarak gama ışını uygulamalarının M₄ ve M₅ generasyonunda incelenen özelliklerin çeşitlere göre değiştiğini ve incelenen özellikler üzerinde de farklı etki gösterdiğini belirtmişlerdir.

Khan and Goyal (2009), EMS ve gama ışını mutagenlerini uyguladıkları maş fasulyesi üzerinde bitki başına dal sayısı, bakla sayısı ve tohum verimi gibi özelliklerde genetik çeşitliliği oluşturmak ve verimi artırmak için seleksiyon çalışmaları yapmışlardır. M₅ generasyonunda inceledikleri özelliklerde ve genetik parametrelerde kontrole göre mutantların ortalama değerlerinin daha yüksek olduğunu ve mutantların genetik avantajları ile yüksek kalıtım dereceleriyle gelecek generasyonlarda ilerleme sağlanabileceğini belirtmişlerdir.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki materyalinin kaynağı

Bu çalışmada Arash HOSSEIN POUR'un (2016) doktora tezi çalışmasında elde edilen mutant hatlar kullanılmıştır. Bu hatlar, Doğu Anadolu Tarımsal Aştırma Enstitüsü'nden temin edilen ekmeklik buğday Kırık çeşidine ait tohumlara, kimyasal mutagen olan etil metansülfonat (EMS) ve sodyum azit (NaN_3) uygulanması sonucu elde edilmiştir. Mutagen uygulanan M_1 tohumların ekimi 2013 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Yayım Merkezi Müdürlüğü'nün 4 nolu deneme alanında yapılmıştır. Olgunlaşmasını tamamlayan bitkiler hasat edilip M_2 tohumları elde edilmiştir. M_2 kuşağındaki tohumlar -10 bar'lık PEG 6000 ortamında çimlendirmeye alınıp, kuraklığa dayanıklılık yönünden test edilmiş ve seleksiyon yapılmıştır. Belirtilen ozmotik stres ortamında çimlenen tohumlar önce viyollere alınıp bir ay bekletilmiş, sonra tarlaya şaşırtılmış ve olgunlaşmasını tamamlayan bitkiler hasat edilip M_3 tohumları elde edilmiştir. Elde edilen M_3 tohumları Ziraat Fakültesi bahçesinde 10 Mayıs 2016'da ekilmiş ve çiçeklenmeden önce polietilen örtü ile bitkilerin üzeri kapatılmıştır. Daha sonra kuraklık parametreleri olan kanopi sıcaklık farkı ($^{\circ}\text{C}$) Araghi and Assad (1998), yaprak klorofil içeriği (SPAD) Rodriguez *et al.* (2004) ve yaprak klorofil floresans parametreleri Guo *et al.* (2008) yöntemlerine göre elde edilmiştir. Bu aşamada EMS uygulamasına ait 37 hat ve sodyum azit uygulamasına ait 39 hat seçilmiş ve bunlar hasat edilerek M_4 tohumları elde edilmiştir.

3.1.2. Kullanılan bitki materyali

Bu araştırma, Eylül 2016 tarihinde, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Yayım Merkezi Müdürlüğüne ait 4 numaralı deneme alanında yürütülmüştür. Araştırmada bitki materyali olarak, kuraklığa tolerans bakımından aday

hatlar olarak seçilen M₄ kuşağına ait toplam 76 adet (37 EMS, 39 NaN₃) mutant hat ile kontrol çeşitler olarak Kırık, Doğu 88 ve Dağdaş 94 genotipleri kullanılmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Araştırmada farklı mutagen uygulamalarından seçilen hatlar ve kontrol çeşitler (KÇ).

Sıra No	Genotipler	Sıra No	Genotipler
KÇ1	Doğu 88	KÇ1	Doğu 88
KÇ2	Dağdaş 94	KÇ2	Dağdaş 94
KÇ3	Kırık	KÇ3	Kırık
1	E1	1	N149
2	E11	2	N177
3	E14	3	N214
4	E15	4	N217
5	E16	5	N221
6	E17	6	N239
7	E18	7	N240
8	E19	8	N266
9	E2	9	N3
10	E20	10	N338
11	E21	11	N382
12	E24	12	N4
13	E25	13	N410
14	E26	14	N411
15	E27	15	N445
16	E3	16	N446
17	E31	17	N449
18	E32	18	N452
19	E33	19	N454
20	E35	20	N464
21	E37	21	N488
22	E39	22	N490
23	E4	23	N519
24	E40	24	N520
25	E42	25	N522
26	E43	26	N523
27	E44	27	N524
28	E45	28	N553
29	E5	29	N554
30	E50	30	N555
31	E51	31	N637
32	E53	32	N672
33	E54	33	N685
34	E55	34	N686
35	E6	35	N687
36	E7	36	N706
37	E8	37	N707
		38	N708
		39	N76

3.1.3. Deneme yerinin iklim ve toprak özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü 2016-2017 yılı içerisinde Erzurum ilinin uzun yıllar ortalamasını içeren bazı iklim verileri Çizelge 3.2’de verilmiştir. Erzurum’da karasal iklim hakimdir ve deniz seviyesinden yüksekliği 1853 m’dir. Gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farkı ve mevsimler arasındaki sıcaklık farkı fazla olup, genellikle kışlar uzun ve karla kaplı, yazlar ise serin ve kurak olmaktadır. İlk donlar Eylül ayının ortalarında başlar, son donlar ise Mayıs ayının ortalarına kadar sürmektedir. Çizelge 3.2’de de görüldüğü gibi, Erzurum iline ait uzun yıllar ortalaması toplam yağış miktarı 395,2 mm’dir. Araştırmanın yürütüldüğü 2016-2017 yılı içerisinde toplam yağış 315,2 mm olmuştur. Araştırmanın yürütüldüğü ürün yılında uzun yıllar ortalamasına göre daha az miktarda yağış olmuştur. Yıllık sıcaklık ortalaması 4,5°C, uzun yıllar sıcaklık ortalaması ise 5,2°C’dir ve yıllık sıcaklık ortalaması uzun yıllar sıcaklık ortalamasına göre önemli derecede düşük olmuştur. Yıllık ortalama nispi nem %63,0 olup, uzun yıllar ortalamasına (%66,4) göre daha düşük oranda gerçeklemiştir.

Çizelge 3.2. Erzurum ilinin araştırmanın yürütüldüğü 2017 yılı ile uzun yıllar ortalamasına (UYO: 1990-2016) ait bazı iklim verileri*

Aylar	Toplam yağış (mm)		Ortalama sıcaklık (°C)		Ortalama nispi nem (%)		En düşük sıcaklık (°C)	En yüksek sıcaklık (°C)
	2016-2017	UYO	2016-2017	UYO	2016-2017	UYO		
Eylül	76,2	21,4	12,5	13,9	57,4	51,8	-2,6	20,9
Ekim	18,6	49,6	7,7	7,7	64,0	65,9	-6,7	16,2
Kasım	21,8	27,0	1,1	-0,2	71,6	73,6	-16,3	6,3
Aralık	27,4	22,2	-5,1	-7,2	80,3	79,9	-35,2	-6,1
Ocak	10,6	16,2	-13,4	-10,5	79,1	79,1	-31,1	-6,7
Şubat	1,2	20,1	-12,8	-9,1	79,3	78,8	-32,3	-5,1
Mart	21,0	33,9	-1,0	-2,3	76,7	75,1	-17,0	4,9
Nisan	44,8	57,0	5,6	5,4	63,1	67,3	-8,4	12,7
Mayıs	59,0	66,2	10,6	10,5	65,3	64,3	-1,1	17,9
Haziran	12,6	42,6	15,7	14,5	56,8	59,0	1,2	24,3
Temmuz	6,8	23,4	20,8	19,2	45,0	52,8	6,0	30,6
Ağustos	15,2	15,7	21,6	19,5	38,8	49,0	4,4	31,1
Top./Ort.	315,2	395,2	4,5	5,2	63,0	66,4		

* Erzurum Meteoroloji Bölge Müdürlüğü’nün yıllık iklim rasatlarından alınmıştır.

Deneme yeri topraklarının tekstür sınıfı killi-tınlı, nötür reaksiyonlu (pH = 7,1-7,1), organik madde oranlarının az, fosfor yönünden az, kireç yönünden zengin, potasyum yönünden ise çok zengin olduğu belirlenmiştir (Topbaş 1987; Ergene 1993).

3.2. Yöntem

Bu denemede, önceki çalışmalarda kuraklığa toleranslı olduğu tespit edilen M₄ kuşağına ait 37 adet EMS ve 39 adet sodyum azit hattı kullanılmış ve iki farklı deneme olacak şekilde y r t lm ştir. Denemelerde kontrol olarak, Kırık, Doğu 88 ve Dağdaş 94  eşitleri kullanılmıştır. Denemeler Augmented deneme desenine göre kurulmuştur. Kontrol  eşitler her blokta yer almış, 37 EMS ve 39 sodyum azit toplam 76 hat tekerr rs z olarak 12 blok (6 blok EMS ve 6 blok sodyum azit) içerisinde denenmiştir. Ekim işlemleri, Eylül 2016 tarihinde elle ve her hat iki sıraya olacak şekilde yapılmıştır. Tava haline getirilen deneme alanı, 6 kg/da N ve 5 kg/da P₂O₅ gübresiyle g brelenip tırmıkla toprağa karıştırılmıştır. Fosforun tamamı ve azotun yarısı ekimle birlikte, azotun diğer yarısı ise bitkinin sapa kalkma başlangıcında uygulanmıştır (Harrel *et al.* 1993). Aday hatlar, 1 m uzunluğunda, 3-5 cm derinliğinde ve 20 cm aralıklarla açılan mark r sıralarına, m²'ye 475 tohum olacak şekilde ekilmiştir. Tohumların  imlenebilmesi için sadece bir kereye mahsus olmak üzere can suyu verilip, bitkilerin sapa kalktığı zamana kadar, gerektiği durumlarda elle yabancı ot temizliği yapılmıştır. Gelişmesini tamamlayan bitkiler elle hasat edilip, Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde harman makinesi ile harman edilmiştir.

3.2.1. Fenolojik, morfolojik ve verimle ilgili verilerin elde edilişi

3.2.1.a. Vejetatif Dönem (gün)

1 Haziran tarihinden itibaren parseldeki başakların yaklaşık %50'sinde orta kısımlardaki çiçeklerde anterlerin dışarı çıkış zamanına kadar geçen gün sayısı çiçeklenme tarihi olarak not edilmiştir ( ağlar vd 2006).

3.2.1.b. Tane dolum süresi (gün)

Çiçeklenme tarihindeki günden itibaren, parseldeki başakların yaklaşık %50'sinde yeşil rengin tamamen kaybolduğu zamana kadar geçen gün fizyolojik olgunluk tarihi olarak not edilmiştir (Çağlar vd 2006).

3.2.1.c. Bitki boyu (cm)

Hasat olgunluğu zamanında, her sırada şansa bağlı olarak seçilen 10 sap üzerinde, kök boğazından başağın en üst başakçık ucuna kadar olan kısım ölçülmüş ve ortalaması alınmıştır (Öztürk 1999).

3.2.1.d. Metrekaredeki başak sayısı

Olgunluk zamanında, 1 m uzunluğundaki sıranın içerisindeki başaklar sayılarak 5 ile çarpılmıştır (Öztürk 1999).

3.2.1.e. Başaktaki tane sayısı

Hasat olgunluğunda, 1 m uzunluğundaki sıranın içindeki başaklardan şansa bağlı olarak 10 adet başak alınıp, elle harman edilmiş ve başaktaki ortalama tane sayısı hesaplanmıştır (Öztürk 1999).

3.2.1.f. Bin tane ağırlığı (g)

Her sıradan alınan tohumlardan 4 defa yüzer tane sayılarak 0,001 g duyarlı terazide tartılmış ve ortalaması alınıp 10 ile çarpılarak 1000 tane ağırlığı elde edilmiştir (Öztürk 1999).

3.2.1.g. Biyolojik verim (kg/da)

Bitkiler hasat edildikten sonra tarlada 3 gün kurutulmuş ve daha sonra tartılmıştır. Elde edilen değerler hasat alanına oranlanarak biyolojik verimler elde edilmiştir (Öztürk 1999).

3.2.1.ğ. Tane verimi (kg/da)

Harmandan sonra elde edilen tohumlar temizlenmiş ve tartılmıştır. Elde edilen değer hasat alanına oranlanmış ve tane verimi elde edilmiştir (Öztürk 1999).

3.2.1.h. Hasat indeksi (%)

Elde edilen tane veriminin biyolojik verime oranlanması ile hesaplanmıştır (Öztürk 1999).

3.2.2. Kuraklığa toleranslılığın belirlenmesine ilişkin verilerin elde edilişi

3.2.2.a. Kanopi sıcaklık farkı (°C)

Kanopi sıcaklığı (Tc), çiçeklenmeden 15 gün sonra, her sırada şansa bağlı olarak seçilen bitkide, bulutsuz ve yağmursuz bir günde, taşınabilir bir kızılötesi termometre ile (Model AG-42, Telatemp Corp., Fullerton, CA), bitkiye 1,0 m uzak bir mesafeden, bitkinin başak seviyesinden 50 cm yüksek bir mesafen yatayla yaklaşık 30 derece bir açıyla okunarak elde edilmiştir. Aynı zamanda bitki boyu ile aynı yükseklikteki hava sıcaklığı (Ta) sıcaklık ve ölçer dijital bir termometre ile (Temperature-Humidity TFA Dostman /Wertheim) ölçülmüş ve Ta-Tc arasındaki sıcaklık farkı elde edilmiştir (Araghi and Assad 1998).

3.2.2.b. Yaprak klorofil içeriği (SPAD)

Çiçeklenmeden 15 gün sonra, her sıradan şansa bağlı olarak seçilen 5 bayrak yaprağı ayası uç, orta ve dip kısmı olmak üzere klorofil metre (Model SPAD 502, Minolta, Japan) ile yapılan klorofil okumalarının ortalaması alınarak belirlenmiş ve sonuçlar SPAD birim olacak şekilde ifade edilmiştir (Rodriguez *et al.* 2004).

3.2.2.c. Yaprak klorofil floresans parametreleri

Çiçeklenmeden 15 gün sonra, gündüz saatlerinde, her sırada şansa bağlı olarak seçilen 5 bitkinin bayrak yaprağı ayası ışığı tutan klipsler ile 20-25 dakika karanlığa alıştırılmıştır. Daha sonra taşınabilir bir klorofil floresans sistemi (Handy Pea, Hansatech Instruments Kink's Lynn, UK) ile minimum floresans (F_0), maksimum floresans (F_m), değişken floresans (F_v) ve PSII maksimum enerji verimleri (F_v/F_m) ölçümleri yapılmış ve bu ölçümlerin ortalaması alınarak klorofil floresans parametreleri elde edilmiştir (Guo *et al.* 2008).

3.2.3. Verilerin istatistikî analizleri

Elde edilen veriler, Augmented deneme desenine uygun olarak SAS v9.4 bilgisayar programı ile varyans analizi yapılmış ve genotiplere ait ortalamaların karşılaştırılmasında %5 önemlilik düzeyine göre Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

4. ARAşTIRMA BULGULARI ve TARTIşMA

4.1. Vejetatif Dönem (gün)

Denemede Erzurum koşullarında yetiştirilen, kuraklığa toleranslılık bakımından aday buğday mutant hatlarının 2016-2017 ürün yılındaki vejetatif dönemlerine ait varyans analiz sonuçları izelge 4.1 ve 4.2’de hatların vejetatif dönemlerine ait ortalamalar izelge 4.3 ve 4.4’te verilmiştir. Vejetatif dönem süresi açısından bloklar arasındaki fark önemli bulunmazken hatlar arasındaki fark önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.1. EMS uygulaması yapılmış mutant aday hatların vejetatif dönem (VD), tane dolum süresi (TDS), bitki boyu (BB), metrekaresindeki başak sayısı (MBS), başakta tane sayısı (BTS), bin tane ağırlığı (BTA), biyolojik verim (BV), tane verimi (TV) ve hasat indeksine (Hİ) ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	KARELER ORTALAMASI									
	SD	VD	TDS	BB	MBS	BTS	BTA	BV	TV	Hİ
Blok	5	0,08	1,78*	0,37*	0,09	0,09*	0,01	15,61	56,06*	0,11*
Genotipler	39	3,41*	3,34*	27,45*	62377,05*	8,73*	4,33*	390568,44*	56742,91*	78,28*
MH	36	1,15*	3,20*	20,06*	55199,67*	6,84*	3,92*	344223,30*	37030,96*	43,33*
KÇ	2	7,21*	6,40*	151,07*	161646,23*	24,64*	0,86	857736,47*	107409,46*	100,87*
MH ve KÇ Karşılaştırma	1	15,90*	2,12*	60,28*	3632,61*	95,32*	9,75*	2554,64*	106359,29*	370,88*
Hata	10	0,22	0,18	0,07	15,07	0,00	0,26	34,50	5,42	0,03
Toplam	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1. *, p<0,05; **, p<0,01 düzeyinde önemlidir.

2. Mutant hatlar (MH) ve kontrol çeşitleri (KÇ).

Çizelge 4.2. NaN₃ uygulaması yapılmış mutant aday hatların vejetatif dönem (VD), tane dolum süresi (TDS), bitki boyu (BB), metrekaresindeki başak sayısı (MBS), başakta tane sayısı (BTS), bin tane ağırlığı (BTA), biyolojik verim (BV), tane verimi (TV) ve hasat indeksine (Hİ) ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	KARELER ORTALAMASI									
	SD	VD	TDS	BB	MBS	BTS	BTA	BV	TV	Hİ
Blok	5	0,35	0,35	0,79*	1,06	0,09*	0,38	6,27	25,87*	0,06
Genotipler	41	10,12*	21,56*	245,00*	72268,08*	24,79*	35,30*	328117,44*	55975,48*	101,61*
MH	38	9,44*	20,19*	241,86*	73362,70*	25,68*	36,51*	234950,75*	21533,05*	39,50*
KÇ	2	4,22*	10,72*	113,13*	31400,00*	16,64*	5,54*	83709,82*	2084,70*	16,08*
MH ve KÇ Karşılaştırma	1	48,82*	96,49*	638,47*	107520,21*	6,66*	49,35*	4431261,55*	1481949,80*	2628,60*
Hata	10	0,48	0,38	0,12	8,26	0,00	0,61	51,07	1,85	0,033
Toplam	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1. *, p<0,05; **, p<0,01 düzeyinde önemlidir.

2. Mutant hatlar (MH) ve kontrol çeşitleri (KÇ).

Çizelge 4.3. EMS uygulaması yapılmış mutant aday hatların vejetatif dönem (VD), tane dolum süresi (TDS), bitki boyu (BB), metrekaresindeki başak sayısı (MBS), başakta tane sayısı (BTS), bin tane ağırlığı (BTA), biyolojik verim (BV), tane verimi (TV) ve hasat indeksine (HI) ait ortalamalar.

No	Genotipler	VD (gün)	TDS(gün)	BB(cm)	MBS	BTS	BTA(g)	BV(kg/da)	TV(kg/da)	HI(%)
1	Doğu 88	20,6 a	29,0 cde	105,0 ab	825,4 e	21,0 t	40,4 abc	1882,7 e	600,3 c	31,9 c
2	Dağdaş 94	20,0 ab	31,0 b	99,1 op	698,4 hi	23,4 e	40,6 ab	1670,4 g	582,9 d	34,9 a
3	Kırık	18,7 bcd	32,8 a	101,7 f-j	687,8 ij	21,8 m	40,4 a-c	1705,5 f	565,2 e	33,1 b
4	E1	16,1 cd	28,9 b-f	85,7 uv	150,2 v	28,8 a	39,1 a-g	310,0 y	52,0 z	18,0 m-r
5	E11	19,1 a-d	29,3 b-f	96,7 rs	360,2 q	12,4 (2)n	39,0 a-h	672,5 u	106,8 x	16,3 stu
6	E14	16,1 cd	26,9 ef	103,7 b-e	297,7 s	22,0 l	34,8 hi	397,5 x	63,5 yz	16,9 r-u
7	E15	18,1 a-d	28,9 b-f	101,8 d-k	479,8 no	18,1 (2)e	35,6 ghi	1390,1 m	245,3 op	17,5 n-s
8	E16	17,8 a-d	30,9 abc	83,7 v	320,0 rs	21,0 s	37,3 c-i	612,5 v	96,8 x	15,8 uv
9	E17	17,1 bcd	27,3 def	98,7 m-r	840,2 de	21,8 o	39,0 a-h	1622,5 h	343,9 i	21,3 fg
10	E18	16,1 cd	29,6 b-f	97,0 qrs	919,8 c	22,0 k	39,2 a-g	2215,1 c	657,2 a	29,7 d
11	E19	16,8 cd	29,3 b-f	104,7 abc	977,5 b	23,6 d	38,6 a-h	1987,5 d	615,2 b	31,0 cd
12	E2	17,1 bcd	28,9 b-f	95,6 s	260,2 t	24,0 b	38,2 b-i	597,5 v	71,6 y	12,5 w
13	E20	16,8 cd	29,9 b-e	92,6 t	342,5 qr	15,1 (2)m	38,9 a-h	675,0 u	110,7 x	16,4 stu
14	E21	15,8 d	28,9 b-f	105,6 ab	1140,0 a	16,4 (2)l	37,3 c-i	2887,5 a	670,6 a	23,2 e
15	E24	17,1 bcd	29,9 b-e	100,8 I-n	544,8 m	23,8 c	36,7 d-i	1052,6 pq	155,8 v	14,6 v
16	E25	15,8 d	30,3 a-e	106,1 a	977,5 b	17,2 (2)h	40,7 a-d	1950,0 d	366,0 h	18,8 I-n
17	E26	17,1 bcd	28,6 b-f	93,0 t	229,8 tu	22,3 j	38,6 a-h	490,1 w	66,5 yz	12,8 w
18	E27	15,8 d	29,3 b-f	99,7 k-p	545,0 m	23,0 g	38,6 a-h	1100,0 p	230,1 pq	20,9 f-h
19	E3	18,1 a-d	27,9 c-f	105,5 ab	374,8 pq	18,8 (2)b	42,0 ab	1040,1 qr	227,2 qr	21,6 f
20	E31	16,1 cd	29,6 b-f	103,0 c-i	864,8 d	19,0 y	35,6 ghi	1515,1 ij	292,3 kl	19,2 i-m
21	E32	19,1 a-d	27,9 c-f	101,0 g-m	505,2 n	21,7 p	40,5 a-e	1010,0 qrs	173,2 uv	17,4 o-t
22	E33	17,1 bcd	28,3 c-f	103,2 c-h	712,7 gh	16,8 (2)i	39,6 a-g	1422,5 lm	316,0 j	22,3 ef
23	E35	16,8 cd	29,3 b-f	100,9 h-n	500,0 n	18,5 (2)c	41,5 a-c	1000,0 rs	199,6 st	20,0 g-j
24	E37	16,1 cd	26,3 f	103,0 c-i	475,2 no	18,9 z	38,7 a-h	1310,0 n	210,1 rs	16,2 stu
25	E39	19,8 abc	27,9 c-f	98,2 pqr	175,0 v	17,6 (2)f	40,9 a-d	375,0 x	55,1 yz	14,7 v
26	E4	18,1 a-d	27,9 c-f	102,8 c-j	397,7 p	22,4 i	38,3 b-i	585,0 v	134,0 w	23,4 e
27	E40	16,1 cd	27,6 c-f	101,3 f-l	784,8 f	19,9 w	33,9 i	1277,6 n	258,0 no	20,1 ghi
28	E42	17,1 bcd	28,9 b-f	101,6 e-k	504,8 n	18,8 (2)a	37,1 d-i	977,6 s	181,3 tu	18,3 l-q
29	E43	15,7 d	30,3 a-e	103,1 c-i	667,5 jk	17,6 (2)g	42,2 ab	1487,5 jk	273,6 lmn	18,4 k-p
30	E44	16,7 cd	29,9 b-e	86,6 u	210,0 u	21,3 q	36,3 e-i	487,5 w	57,6 yz	11,8 w
31	E45	17,1 bcd	27,3 def	99,0 m-q	327,7 rs	16,7 (2)j	38,3 a-i	1397,5 lm	237,4 pq	17,1 p-u
32	E5	18,1 a-d	30,6 a-d	103,6 b-e	717,3 gh	21,8 n	37,9 a-h	1215,1 o	237,8 pq	19,4 i-l
33	E50	17,1 bcd	28,3 c-f	102,5 c-j	687,7 hij	23,3 f	40,1 a-f	1547,5 i	343,5 i	22,3 ef
34	E51	15,8 d	29,3 b-f	104,0 bcd	700,0 ghi	16,4 (2)k	39,4 a-g	1862,5 e	404,2 g	21,7 f
35	E53	16,8 ccd	30,3 a-e	103,4 b-f	710,0 ghi	18,40 (2)d	38,5 a-h	1212,5 o	207,0 s	17,1 q-u
36	E54	17,1 bcd	26,9 ef	101,0 g-m	605,2 l	21,2 r	42,3 a	1435,0 lm	301,9 jk	21,1 fgh
37	E55	17,1 bcd	29,9 b-e	96,7 qrs	459,8 o	20,3 v	37,4 c-i	827,6 t	136,6 w	16,2 tu
38	E6	17,1 bcd	29,9 b-e	99,5 l-p	732,3 g	19,5 x	40,3 a-e	1427,6 lm	285,6 klm	19,9 g-j
39	E7	16,8 cd	27,9 c-f	104,0 a-d	992,5 b	22,7 h	38,2 a-i	2575,0 b	509,7 f	19,8 h-k
40	E8	17,1 bcd	28,6 b-f	100,5 j-o	644,8 k	20,4 u	35,9 f-i	1440,1 kl	271,2 mn	18,7 j-o

1. Aynı harf ile gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.4. NaN₃ uygulaması yapılmış mutant aday hatların vejetatif dönem (VD), tane dolum süresi (TDS), bitki boyu (BB), metrekaresindeki başak sayısı (MBS), başakta tane sayısı (BTS), bin tane ağırlığı (BTA), biyolojik verim (BV), tane verimi (TV) ve hasat indeksine (Hİ) ait ortalamalar.

No	Genotipler	VD(gün)	TDS(gün)	BB(cm)	MBS	BTS	BTA(g)	BV(kg/da)	TV(kg/da)	Hİ(%)
1	Doğu 88	19,7 ab	30,5 ab	106,2 ab	818,0 h	20,2 (2)c	39,2 a-d	1877,9 d	590,3 c	31,4 c
2	Dağdaş 94	20,7 ab	31,7 ab	97,8 ghi	698,0 l	23,4 l	37,8 a-e	1655,3 g	573,3 d	34,6 a
3	Kırık	19,0 ab	33,2 a	100,0 f	688,0 m	21,0 y	39,7 abc	1698,2 ef	553,1 e	32,6 b
4	N149	16,8 ab	29,4 b	99,6 e-h	1358,7 a	22,7 s	36,4 a-f	2239,1 a	654,0 a	29,3 e
5	N177	18,4 ab	29,8 b	101,1 def	844,3 fg	22,6 t	39,3 a-e	1498,4 hi	326,3 l	21,8 hi
6	N214	18,8 ab	29,4 b	96,2 i-n	373,7 s	21,0 x	37,7 a-f	589,1 wx	125,8 x	21,1 h-k
7	N217	16,8 ab	30,4 ab	98,6 f-i	685,7 lm	16,7 (2)n	38,7 a-f	1051,6 pq	117,3 xy	11,1 tu
8	N221	17,8 ab	30,1 ab	107,6 a	278,0 v	17,0 (2)m	39,2 a-e	575,0 x	127,8 wx	22,2 hi
9	N239	16,8 ab	29,4 b	96,0 i-n	943,0 d	23,0 p	39,1 a-f	1637,5 g	272,4 m	16,6 nop
10	N240	19,8 ab	31,4 ab	99,6 e-h	705,7 klm	24,5 g	38,6 a-f	1289,1 l	260,2 no	20,2 jk
11	N266	16,8 ab	29,1 b	91,1 prs	743,7 j	18,7 (2)h	35,2 b-g	1089,1 op	121,7 x	11,1 tu
12	N3	18,8 ab	30,1 ab	104,8 bc	840,0 g	27,5 a	39,4 a-e	1850,0 d	394,2 i	21,3 hij
13	N338	17,8 ab	30,1 ab	94,8 j-o	370,7 st	22,5 u	38,3 a-f	714,1 u	156,8 uv	21,7 hij
14	N382	17,8 ab	28,1 bc	87,7 t	595,0 n	20,9 z	34,6 def	937,5 st	106,1 yz	11,3 stu
15	N4	17,8 ab	30,4 ab	98,4 f-i	868,7 ef	27,3 b	37,1 a-f	1414,1 jk	164,0 u	11,6 r-u
16	N410	18,4 ab	29,1 b	93,9 l-q	547,3 o	24,2 h	38,7 a-e	1048,4 pq	92,6 (2)a	8,9 v
17	N411	21,4 ab	29,1 b	95,8 i-n	967,3 d	22,8 r	36,2 a-f	1510,9 hi	454,6 g	30,1 de
18	N445	18,4 ab	30,1 ab	103,5 cd	1162,3 b	23,3 m	37,4 a-f	2148,4 b	517,3 f	24,0 fg
19	N446	16,8 ab	30,1 ab	96,9 g-l	578,7 n	19,1 (2)f	39,6 a-e	1276,6 lm	376,6 j	29,5 e
20	N449	17,4 ab	29,1 b	99,5 efg	517,3 p	19,5 (2)d	37,8 a-f	885,9 t	116,5 xyz	13,3 q
21	N452	17,4 ab	29,8 b	95,9 i-n	692,3 lm	18,9 (2)g	41,6 a	1185,9 n	210,8 r	17,8 mn
22	N454	17,8 ab	30,4 ab	90,6 rst	748,7 j	25,8 e	34,0 ef	1239,1 lmn	230,4 q	18,6 lm
23	N464	17,8 ab	29,1 b	97,2 g-j	763,0 j	21,8 v	38,9 a-f	1462,5 ij	153,2 uv	10,5 u
24	N488	17,4 ab	28,8 bc	81,0 u	104,3 w	4,8 (2)p	36,9 a-f	198,4 z	22,7 (2)c	12,8 qrs
25	N490	19,4 ab	29,8 b	94,0 k-p	479,3 q	23,8 k	40,7 a-d	1023,4 qr	216,7 r	21,3 hij
26	N519	21,8 a	30,4 ab	93,4 n-r	373,0 s	17,7 (2)j	34,9 c-g	625,0 vwx	81,0 (2)b	13,0 qr
27	N520	20,8 ab	31,1 ab	89,9 st	425,7 r	18,5 (2)i	36,0 a-f	639,1 vw	105,0 z	16,2 op
28	N522	17,8 ab	29,4 b	102,9 cd	578,0 n	24,1 j	38,5 a-f	1125,0 o	137,7 w	12,2 q-t
29	N523	20,8 ab	30,4 ab	96,1 i-n	318,7 u	25,3 f	37,7 a-f	664,1 uv	83,6 (2)ab	12,3 q-t
30	N524	16,8 ab	28,4 bc	96,1 i-m	590,0 n	17,3 (2)l	39,1 a-f	1387,5 k	183,5 t	13,2 q
31	N553	19,4 ab	29,1 b	104,3 bc	807,3 hi	23,0 o	39,1 a-e	1523,4 h	268,3 mn	17,6 mno
32	N554	20,4 ab	29,1 b	96,7 h-m	347,3 t	15,9 (2)o	32,5 f	510,9 y	78,5 (2)b	15,8 p
33	N555	19,4 ab	29,8 b	96,3 i-n	499,3 pq	19,2 (2)e	37,3 a-f	985,9 rs	247,0 p	25,1 f
34	N637	17,8 ab	28,4 bc	92,2 o-s	495,0 pq	23,1 n	39,4 a-e	1000,0 qr	126,7 x	12,7 qrs
35	N672	16,8 ab	29,1 b	94,4 k-o	790,0 i	20,4 (2)b	38,5 a-f	1125,0 o	254,6 op	22,6 gh
36	N685	18,4 ab	30,1 ab	94,4 j-o	1084,3 c	21,3 w	35,2 a-f	1673,4 fg	351,1 k	21,0 ijk
37	N686	16,8 ab	30,1 ab	102,3 cde	883,7 e	25,9 d	40,6 a-e	2001,6 c	623,6 b	31,2 cd
38	N687	15,8 b	30,1 ab	97,5 ghi	950,7 d	22,9 q	37,9 a-f	1739,1 e	435,2 h	25,1 f
39	N706	17,4 ab	29,8 b	95,6 i-n	717,3 k	20,6 (2)a	35,9 a-f	1023,4 qr	200,4 s	19,7 kl
40	N707	16,8 ab	30,1 ab	93,9 m-q	430,7 r	24,2 i	41,4 ab	914,1 t	267,5 mn	29,2 e
41	N708	19,4 ab	29,8 b	96,1 i-n	424,3 r	17,6 (2)k	41,1 a-d	723,4 u	151,1 v	21,1 hij
42	N76	18,8 ab	30,1 ab	98,6 f-i	765,0 j	26,5 c	35,4 a-f	1225,0 mn	196,1 s	16,0 p

1. Aynı harf ile gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır.

Vejetatif dönem açısından EMS uygulanmış mutant hatlar (MH) 15,7 ile 19,8 gün, NaN_3 uygulaması yapılmış MH ise 15,8 ile 21,8 gün arasında değişim göstermiştir. Hatların çiçeklenme tarihleri incelendiğinde EMS uygulanmış MH arasında 4,1 gün, NaN_3 uygulaması yapılmış MH arasında ise 6,0 günlük bir fark olduğu tespit edilmiştir. EMS uygulanmış MH içerisinde en uzun vejetatif dönemi Doğu 88 (20,6 gün) ve Dağdaş 94 (20,0 gün) kontrol çeşitlerine yakın değerde E39 (19,8 gün) hattı gösterirken, en kısa vejetatif dönemi ise E43 (15,7 gün), E21(15,8), E25 (15,8), E27 (15,8 gün) ve E51 (15,8 gün) hatları göstermiştir. NaN_3 uygulanmış MH içerisinde ise en uzun vejetatif dönem N519 (21,8 gün), N411 (21,4 gün), N520 (20,8 gün) ve N523 (20,8 gün), en kısa ise N687 (15,8 gün) ve N149, N217, N239, N266, N446, N524, N672, N686 ve N707 hatlarında 16,8 gün olarak saptanmıştır. Özcan vd, (2006), 2001-2002 ve 2002-2003 ürün yılında 25 ekmeklik buğday çeşidinin Erzurum koşullarına adaptasyonu üzerine yaptıkları araştırmada, ürün yıllarının ortalaması olarak vejetatif periyodun 14,1 ile 22,5 gün (8,4 gün fark) arasında değiştiği sonucunu elde etmişlerdir. Öztürk ve Aydın, (2016), Erzurum’da yürüttükleri araştırmada, 64 ekmeklik buğday genotiplerinin vejetatif dönemlerinin geç kuraklık stresi koşullarında 2011-2012 ürün yılında 14,3 ile 22,7 gün (8,4 gün fark), 2012-2013 ürün yılında ise 9,8 ile 15,8 gün (6 gün fark) arasında değiştiğini not etmiştir. Bu sonuçlar, genotiplerin çiçeklenme tarihleri arasında geç kuraklık stresi koşullarında 6,0 ile 8,4 gün fark olduğunu göstermektedir. Ayrıca buğday genotiplerinin vejetatif dönem yönünden önemli derecede farklılık gösterdiklerine dikkat çeken araştırmacılar, bulgularımıza yakın olarak genotiplerin çiçeklenme tarihleri arasında 8-11 gün (Wiegand *et al.* 1981), 6-9 gün (Öztürk ve Akkaya 1996) fark bulmuşlardır.

4.2. Tane Dolum Süresi (gün)

Denemede Erzurum koşullarında yetiştirilen EMS ve NaN_3 ’e ait kuraklığa toleranslı buğday aday hatlarının 2016-17 ürün yılındaki tane dolum süresine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1 ve 4.2’de ve tane dolum süreleri Çizelge 4.3 ve 4.4’te verilmiştir. Tane dolum süresi bakımından NaN_3 uygulanmış mutant hatlar (MH)’da bloklar arasındaki fark önemsiz bulunurken, hatlar arasındaki fark ise önemli bulunmuştur.

EMS uygulaması yapılmış MH'da ise hem bloklar hem de hatlar arasındaki fark önemli bulunmuştur.

Tane dolum süresi bakımından EMS uygulaması yapılmış MH arasında 26,3 ile 30,9 gün, NaN_3 uygulanmış MH ise 28,1 ile 31,4 gün arasında değişmiştir. Tane dolum süresi EMS uygulanmış MH arasında 4,6 gün, NaN_3 uygulanmış MH arasında ise 3,3 günlük bir değişim göstermiştir. EMS uygulanmış MH içerisinde en uzun tane dolum süresi, Kırık (32,8 gün) ve Dağdaş 94 (31,0 gün) kontrol çeşitlerine yakın değerlerde E16 (30,9 gün) hattında, en kısa ise E37 (26,3 gün), E14 (26,9 gün) ve E54 (26,9 gün) hatlarında elde edilmiştir. NaN_3 uygulaması yapılmış MH içerisinde ise en uzun tane dolum süresi Kırık (33,2 gün) ve Dağdaş 94 (31,7 gün) kontrol çeşitlerine yakın değerlerde N240 (31,4 gün) hattında, en kısa ise N382 (28,1 gün), N524 (28,4 gün) ve N637 (28,4 gün) hatlarında elde edilmiştir. Öztürk ve Akten (1999), tane dolum süresinin tanelere biriken asimilat miktarını etkilediğinden tane ağırlığı ve tane verimi ile olumlu ilişki gösterdiğini belirtmişlerdir. Tane gelişiminde en önemli etkenlerden birisi tane dolum süresidir (Voltas *et al.* 1999). Tane dolum döneminde meydana gelen kuraklık tane dolum sayısında ve ağırlığında azalmaya neden olur. Dolayısıyla su eksikliğinden kaynaklanan tane dolum sayısı ve tane ağırlığı verimde düşüşe neden olacaktır (Pandey *et al.* 2014).

Tane dolum süresini araştıran diğer araştırmacılar; Özcan vd (2006), 2001-2002 ve 2002-2003 ürün yılında 25 ekmeklik buğday çeşidinin Erzurum koşullarına adaptasyonunu araştırmış ve ürün yıllarının ortalaması olarak tane dolum süresinin çeşitler arasında 34,4 ile 39,3 (4,9 gün fark) değiştiğini bildirmişlerdir. Öztürk ve Aydın (2016), Erzurum'da yaptıkları araştırmada 64 ekmeklik buğday genotiplerinin tane dolum sürelerinin geç kuraklık stresi koşullarında 2011-2012 ürün yılında 30,6 ile 39,9 gün (9,3 gün fark) değiştiğini rapor etmişlerdir. 2012-13 ürün yılında ise tane dolum sürelerinin 19,8 ile 29,8 gün (10 gün fark) arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Yılların ortalaması olarak ise 27,2 ile 32,5 (5,3 gün fark) gün arasında değiştiği sonucunu elde etmişlerdir. Hunt *et al.* (1991), tane dolum süresinin 34,9 ile 39,3 gün arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir.

4.3. Bitki Boyu

Denemede Erzurum koşullarında yetiştirilen EMS ve NaN_3 'e ait kuraklığa toleranslı aday buğday hatlarının 2016-2017 ürün yılındaki bitki boylarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1 ve 4.2'de ve hatların bitki boylarına ait ortalamalar ise Çizelge 4.3 ve 4.4'te verilmiştir. Hatlar arasında bitki boyları açısından önemli farklılıklar bulunmuştur.

Bitki boyu EMS uygulaması yapılmış mutant hatlar (MH) arasında 83,7 ile 106,1 cm arasında, NaN_3 uygulaması yapılmış MH içerisinde ise 81,0 ile 107,6 cm arasında değişmiştir. Bitki boyları ortalaması EMS uygulanmış MH'da 99,7 cm, NaN_3 uygulanmış MH'da ise 96,6 cm olarak bulunmuştur. EMS uygulanan MH içerisinde en uzun bitki boyu E25 (106,1 cm), E21 (105,6 cm) ve E3 (105,5 cm), en kısa bitki boyu ise E16 (83,7 cm), E1 (85,7 cm) ve E44 (86,6 cm) hatlarında elde edilmiştir. NaN_3 uygulanan MH içerisinde ise, en uzun bitki boyu N221 (107,6 cm), N3 (104,8 cm) hatlarında ve kontrol çeşidi olan Doğu 88 (106,2 cm), en kısa bitki boyu ise N488 (81,0 cm), N382 (87,7 cm) ve N520 (89,9 cm) hatlarında elde edilmiştir. Gomez-Macpherson ve Richards (1995), bitki boyunu kuraklığa çok duyarlı bir karakter olarak tanımlamıştır. Bitki boyu genelde sapa kalkma başlangıcı ile başaklanma arasındaki çevre koşullarından etkilenmektedir ve bu dönemde meydana gelebilecek kuraklık boğum aralarının ksalmasına neden olarak bitki boyunu önemli ölçüde düşürmektedir (Öztürk 1999). Soylu vd (1999), Konya koşullarında yaptıkları araştırmada bitki boyunun 62,7 ile 101,1 cm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Özcan vd (2006), 25 ekmeklik buğday çeşidinin Erzurum koşullarına adaptasyonunu araştırmış ve bitki boyları ortalamalarının 72,5 ile 99,3 cm arasında değiştiğini rapor etmiştir. Öztürk ve Avcı (2014), Edirne'de ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve bazı tarımsal ve fizyolojik özellikleri belirlemek amacıyla 22 ekmeklik buğday çeşidini kullanmış ve bitki boyunun 72,9 ile 120,3 cm arasında değiştiğini not etmiştir. Aydoğan ve Soylu (2017), Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsünde 2014-2015 yılı yetiştirme döneminde kuru koşullarda yetiştirilen 14 ekmeklik buğday çeşidinin bitki boylarının 79,5 ile 115,0 cm arasında değiştiğini saptamışlardır.

Mutasyon bitki boyunda varyasyonun oluşmasında etkili olmaktadır (Sakin vd 2004). Sakin vd (2004). Sofu ve Gediz-75 makarnalık buğday çeşitlerini kullandılar ve verim ve verim öğelerini inceledikleri mutasyon ıslahı çalışmasında, ileri mutant hatlarında bitki boyu bakımından gözledikleri farklılıkların çevreden ziyade mutasyon kaynaklı genetik yapıda meydana gelen değişimlerden kaynaklandığını rapor etmişlerdir. Ndou *et al.* (2015) kimyasal mutagen olan etil metensülfonat (EMS) kullanarak seçilen iki buğday çeşidinden (SST 56 and SST 875) SST 875 çeşidinde bitki boyunun önemli ölçüde kısaldığını (21 cm) belirtmişlerdir.

4.4. Metrekaredeki Başak Sayısı

Denemede Erzurum koşullarında yetiştirilen EMS ve NaN_3 'e ait kuraklığa toleranslı aday buğday hatlarının 2016-2017 ürün yılındaki metrekaredeki başak sayısına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1 ve 4.2'de ve hatların metrekaredeki başak sayısına ait ortalamalar Çizelge 4.3 ve 4.4'te verilmiştir. Metrekaredeki başak sayısı açısından EMS ve NaN_3 uygulanmış mutant aday hatlarda bloklar arısında varyasyon önemsiz bulunurken hatlar arısında ise önemli farklılıklar elde edilmiştir.

Metrekaredeki başak sayıları EMS uygulanmış mutant hatlar (MH) içerisinde 150,2 ile 1140,0 adet, NaN_3 uygulanmış MH ise 104,3 ile 1358,7 adet arasında değişim göstermiştir. M^2 'de en fazla başak sayısına EMS uygulanmış MH içerisinde E21 (1140,0 adet), E19 (977,5 adet) ve E25 (977,5 adet) hatları, en az başak sayısına ise E1 (150,2 adet), E39 (175,0 adet) ve E44 (210,0 adet) hatları sahip olmuştur. NaN_3 uygulanmış MH içerisinde ise en fazla başak sayısına N149 (1358,7 adet), N445 (1162,3 adet) ve N685 (1084,3 adet) hatları, en az başak sayısına ise N488 (104,3 adet), N523 (318,7 adet) ve N554 (347,3 adet) hatları sahip olmuştur. Bitkilerin kısa girdikleri gelişme dönemi, kar örtüsünün kalkması ile birlikte ilkbaharda yeniden büyümeye başlama zamanı ve sonraki süreçteki sıcaklık ve nem koşullarına bağlı olarak bitki çıkış oranları değişebilmektedir (Öztürk ve Aydın 2016). Bu durum araştırmamızda bazı mutant hatlarda metrekaredeki başak sayısının çok düşük olmasına neden olmuştur. Ayrıca kardeşlenme derecesi ve fertil kardeşleri bitki hasadına kadar sürdürebilme yeteneğinin

genotiplere göre değişmesi sebebiyle de genotiplerin metrekaresindeki başak sayıları da değişmektedir (Valerio *et al.* 2009). Özcan vd (2006), 25 ekmeklik buğday çeşidinin Erzurum koşullarına adaptasyonunu araştırmış ve m²'deki başak sayıları ortalamalarının 373,8 ile 604,4 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Öztürk ve Korkut (2018), farklı gelişme dönemlerinde kuraklığın bazı ekmeklik buğdaylarda verim ve verim unsurlarına etkisini araştırdığı çalışmada, metrekaresindeki başak sayısı ortalamalarının 366,9 ile 486,8 arasında değiştiğini ve sapa kalkma döneminden itibaren başlayan kuraklık uygulamalarının metrekaresindeki başak sayısını önemli oranda azalttığını belirtmişlerdir.

4.5. Başaktaki Tane Sayısı

Erzurum koşullarında yetiştirilen EMS ve NaN₃'e ait kuraklığa toleranslı aday buğday hatlarının 2016-2017 ürün yılındaki başaktaki tane sayısına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1 ve 4.2'de ve başaktaki tane sayısına ait ortalamalar Çizelge 4.3 ve 4.4'te verilmiştir. Hatlar arasında başaktaki tane sayısı açısından önemli oranda farklılıklar elde edilmiştir.

Başaktaki tane sayısı EMS uygulaması yapılmış mutant hatlar (MH) arasında 12,4 ile 28,8 adet, NaN₃ uygulaması yapılmış MH ise 4,8 ile 27,5 adet arasında bir değişim göstermiştir. Ortalamalar ise EMS uygulanmış MH'da 20,1, NaN₃ uygulanmış MH'da ise 21,3 adet olarak bulunmuştur. Başaktaki tane sayısı EMS uygulanmış MH içerisinde en fazla E1 (28,8 adet), E2 (24,0 adet) ve E24 (23,8 adet), en az ise E11 (12,4 adet), E20 (15,1 adet) ve E21 (16,4 adet) hatlarında elde edilmiştir. NaN₃ uygulanmış MH içerisinde ise en fazla N3 (27,5 adet), N4 (27,3 adet) ve N76 (26,5 adet), en az ise N488 (4,8 adet), N554 (15,9 adet) ve N217 (16,7 adet) hatlarında elde edilmiştir. Çiçeklenme sonrası meydana gelen kuraklık tane sayısını etkilediği (Pireivatlou and Yazdansepas, 2008) gibi bu dönem kuraklık uygulaması genotiplerde verim ve verim unsurlarını olumsuz bir şekilde etkilemektedir (Emam *et al.* 2007). Kuraklık, başaktaki başakçık ve başakçıkta çiçek sayısını düşürerek ve döllenmiş çiçeklerin ölümüne yol açarak başaktaki tane sayısını sınırlamaktadır (Öztürk 1999a). Genotiplere göre başaktaki fertil başakçık ve fertil çiçek sayısının değişmesi nedeniyle, başaktaki tane sayısı bakımından

genotipler arasında önemli farklar meydana gelmektedir (Öztürk 1999). Özcan vd (2006), Erzurum koşullarında başaktaki tane sayısını ürün yılı ortalamalarına göre 19,9 - 30,4 adet bulmuştur. Aydoğan ve Soylu (2017), kuru koşullarda yetiştirilen 14 ekmeklik buğday çeşidinin bulgularımıza göre daha yüksek olarak başaktaki tane sayısının 31,2 ile 44,9 adet arasında değiştiği ve ortalama 37,9 adet olduğu sonucunu elde etmişlerdir. Ayrıca, Öztürk ve Korkut (2018), Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme alanında ekmeklik buğdayın farklı gelişme dönemlerinde kuraklığın verim ve verim unsurlarına etkisini incelediği araştırmalarında, başaktaki tane sayısı ortalamalarının 30,20 ile 38,33 adet arasında değiştiği sonucunu elde etmişlerdir ve bu sonuçlar bulgularımıza göre daha yüksektir.

Sakin vd (2004) makarnalık buğday genotipleri kullanarak yaptıkları mutasyon çalışmasında, Gediz-75 mutant hatların çoğunun başakta tane sayılarında M₄ kuşağında önemli derecede azalmalar meydana getirdiğini ve bu azalmaların M₅ kuşağında da devam ettiğini açıklamışlardır. Bu sonuçların aksine Ndou *et al.* (2015) kimyasal mutagen kullanarak yaptıkları çalışmada iki buğday çeşidinden (SST 56 and SST 875) SST 56 çeşidinde başakta tane sayısının önemli oranda arttığını ve EMS uygulaması nedeniyle başak başına yedi tohum artışı olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşın aynı denemede SST 875 çeşidinde ise başakta tane sayısının önemli ölçüde azaldığını (6 ila 4 tohum) belirtmişlerdir.

4.6. Bin Tane Ağırlığı

Denemede Erzurum koşullarında yetiştirilen EMS ve NaN₃'e ait kuraklığa toleranslı aday buğday hatlarının 2016-2017 ürün yılındaki bin tane ağırlığına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1 ve 4.2'de ve hatların bin tane ağırlığına ait ortalamalar Çizelge 4.3 ve 4.4'te verilmiştir. Bin tane ağırlığı açısından EMS uygulanmış mutant hatlar (MH)'da bloklar ve kontrol çeşitleri arasındaki fark önemsiz bulunurken, hatlar arasında önemli farklılıklar elde edilmiştir. NaN₃ uygulanmış MH içerisinde bloklar arasındaki fark önemsiz, hatlar arasındaki fark ise önemli bulunmuştur.

Bin tane ağırlığı EMS uygulanmış MH içerisinde 33,9 ile 42,3 g arasında, NaN_3 uygulanmış MH içerisinde ise 32,5 ile 41,6 g arasında değişmiştir. Ortalamalar ise EMS uygulanmış MH'da 38,6 g, NaN_3 uygulanmış MH'da ise 37,8 g olarak bulunmuştur. Bin tane ağırlığı EMS uygulanmış MH arasında en yüksek E54 (42,3 g), E43 (42,2 g) ve E3 (42,0 g), en düşük ise E40 (33,9 g), E14 (34,8 g), E15 (35,6 g) ve E31(35,6 g) hatlarında elde edilmiştir. NaN_3 uygulanmış MH içerisinde ise en yüksek N452 (41,6 g), N707 (41,4 g) ve N708 (41,1 g), en düşük ise N554 (32,5 g), N454 (34,0 g) ve N382 (34,6 g) hatlarında elde edilmiştir. Bin tane ağırlığı, kardeşlenme derecesi, m^2 'deki başak sayısı ve başaktaki tane sayısı gibi çok sayıda fizyolojik süreç tarafından etkilenmektedir. Bu fizyolojik olayların genotiplere göre farklılık göstermesi, 1000 tane ağırlığının da farklı olmasına yol açmaktadır. Çağlar vd (2006), 25 ekmeklik buğday çeşidinin Erzurum koşullarına adaptasyonunu araştırmış ve 1000 tane ağırlığının yıllara göre ortalamalarının 34,1 ile 42,5 g arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Saeidi *et al.* (2015), vejetatif dönem kuraklığının 1000 tane ağırlığında önemli bir değişiklik göstermediğini, ancak biyolojik verim, tane verimi ve başakta tane sayısı gibi agronomik özelliklerde azalmaya neden olduğu sonucunu elde etmişlerdir. Aydoğan ve Soylu (2017), kuru koşullarda yetiştirilen 14 ekmeklik buğday çeşidinin bin tane ağırlığının 30,9 ile 46,4 g arasında değiştiğini ve ortalamasının ise 38,3 g olduğunu rapor etmişlerdir.

Sakin vd (2004), Makarnalık buğday Gediz-75 mutantlarının M_4 kuşağında kontrole göre düşük veya yüksek bin tane ağırlığı ortalamalarına sahip olduğunu, M_5 kuşağında ise bin tane ağırlıklarının azaldığı ve kontrol ortalamasına yaklaştığını gözlemlemişlerdir. Ndou *et al.* (2015), kimyasal mutagen EMS uygulamanın denemeye alınan her iki çeşitte de bin tane ağırlığı artırdığını belirtmişlerdir.

4.7. Biyolojik Verim

Erzurum koşullarında yetiştirilen EMS ve NaN_3 'e ait kuraklığa toleranslı aday buğday hatlarının 2016-2017 ürün yılındaki biyolojik verime ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1 ve 4.2'de ve hatların biyolojik verimlerine ait ortalamalar ise Çizelge 4.3 ve

4.4'te verilmiştir. Biyolojik verimde hem EMS hem de NaN_3 uygulanmış mutant hatlar (MH) içerisinde bloklar arasındaki varyasyon önemsiz bulunmuşken hatlar arasındaki varyasyon ise önemli bulunmuştur.

Biyolojik verim EMS uygulanmış MH içerisinde 310,0 ile 2887,5 kg/da, NaN_3 uygulanmış MH içerisinde ise 198,4 ile 2239,1 kg/da arasında varyasyon göstermiştir. Biyolojik verim ortalaması EMS uygulanmış MH'da 1226,7 kg/da, NaN_3 uygulanmış MH'da ise 1173,1 kg/da olarak bulunmuştur. Biyolojik verim, EMS uygulaması yapılmış MH arasında en fazla E21 (2887,5 kg/da), E7 (2575,0 kg/da) ve E18 (2215,1 kg/da), en az ise E1 (310,0 kg/da), E39 (375,0 kg/da) ve E14 (397,5 kg/da) hatlarında tespit edilmiştir. NaN_3 uygulanmış MH arasında ise en fazla N149 (2239,1 kg/da), N445 (2148,4 kg/da) ve N686 (2001,6 kg/da), en az ise N488 (198,4 kg/da), N554 (510,9 kg/da) ve N221 (575,0 kg/da) hatlarında tespit edilmiştir. Birim alandaki bitki sayısı, bitki boyu, vejetasyon süresi, yaprak alanı ve su kullanım etkinliği gibi çok sayıda morfolojik ve fizyolojik karakterlerdeki farklılıklar nedeniyle, toplam biyolojik verim ve kuru madde üretimi yönünden buğday genotipleri arasında önemli oranda farklar bulunmaktadır (Nawaz *et al.* 2013). Kuraklığın şiddeti ve süresine bağlı olarak kullanılan hatların biyolojik verim yönünden kuraklığa tepkileri arasındaki farklar, kuraklık uygulamalarına bağlı biyolojik verim düşüşlerini önemli oranda etkileyebilir (Nawaz *et al.* 2013).

Öztürk ve Korkut (2018), farklı gelişme dönemlerinde kuraklığın bazı ekmeklik buğdaylarda verim ve verim unsurlarına etkisini araştırdığı çalışmada, biyolojik verim ortalamalarının 2017,0 ile 2539,4 kg/da arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Çiçeklenme sonrası kuraklık uygulamasının biyolojik verimde neden olduğu azalma oranı %36,5 (Bogale and Tesfaye 2011), ve %8,2 (Nawaz *et al.* 2013) olduğu tespit edilmiştir.

4.8. Tane Verimi

Erzurum koşullarında yetiştirilen EMS ve NaN_3 'e ait kuraklığa toleranslı aday buğday hatlarının 2016-2017 ürün yılındaki tane verime ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1 ve 4.2'de ve hatların tane verimlerine ait ortalamalar Çizelge 4.3 ve 4.4'te verilmiştir. Hem EMS hem de NaN_3 uygulanmış mutant hatlar (MH) içerisinde tane veriminde farklılıklar elde edilmiştir.

Tane verimi EMS uygulanmış MH içerisinde 52,0 ile 670,6 kg/da, NaN_3 uygulanmış MH içerisinde ise 22,7 ile 654,0 kg/da arasında değişmiştir. EMS uygulanmış MH'nin tane verimi ortalaması 247,7 kg/da, NaN_3 uygulanmış MH'nin tane verimi ortalaması ise 231,0 kg/da olarak elde edilmiştir. Tane verimi EMS uygulanmış MH içerisinde en fazla E21 (670,6 kg/da), E18 (657,2 kg/da) ve E19 (615,2 kg/da), en az ise E1 (52,0 kg/da), E39 (55,1 kg/da) ve E44 (57,6 kg/da) hatlarında elde edilmiştir. NaN_3 uygulanmış MH içerisinde en fazla N149 (654,0 kg/da) ve N686 (623,6 kg/da) hatlarında ve Doğu 88 (590,3 kg/da) kontrol çeşidinde, en az ise N488 (22,7 kg/da), N554 (78,5 kg/da) ve N519 (81,0 kg/da) hatlarında elde edilmiştir. Buğdayın tane verimi genellikle genetik ve çevresel faktörler tarafından belirlenir. Birim alandaki m^2 'deki başak sayısı, başaktaki tane sayısı ve 1000 tane ağırlığı yönünden hatlar arasında farklılıkların olması tane veriminde de önemli oranda farklılıkların olmasına neden olmuştur. Tane verimi; verim potansiyeli, iklim koşulları, kurağa dayanıklılık, kışa dayanıklılık ve hastalıklara dayanıklılık gibi birden fazla faktör tarafından etkilenmektedir (Bayram 2013). Tane veriminin başlıca kaynağı, başaklanmadan sonraki aşamada kuru madde birikimi olduğundan (Schnyder 1993; Saidi *et al.* 2008) bitki dönemleri açısından tane dolum dönemi kuraklığı kritik bir öneme sahiptir. Çağlar vd (2006), 25 ekmeklik buğday çeşidinin Erzurum koşullarına adaptasyonunu araştırmış ve tane veriminin yıllara göre ortalamalarının 302,4 ile 460,7 kg/da arasında değiştiği sonucunu elde etmiştir. Karaman vd (2014), bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde fizyolojik parametreler ile tane veriminin arasındaki ilişkiyi araştırdıkları denemelerinde, tane veriminin 491,6 ile 688,8 kg/da arasında değiştiği sonucunu elde etmişlerdir. Aydoğan ve Soylu (2017), kuru koşullarda yetiştirilen 14 ekmeklik buğday

çeşidinin tane verimlerinin 447,4 ile 709,0 kg/da arasında değiştiğini ve ortalamanın ise 584,0 kg/da olduğunu belirtmişlerdir. Öztürk and Aydın (2017), Erzurum’da yürüttükleri araştırmada, 64 buğday genotipi için tane veriminin sulu denemede 476,3 ile 936,0 kg/da; geç kuraklıkta ise 216,1 ile 528,2 kg/da arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Öztürk ve Korkut (2018), farklı gelişme dönemlerinde kuraklığın bazı ekmeklik buğdaylarda verim ve verim unsurlarına etkisini araştırdığı çalışmada, tane verimi ortalamalarının 383,0 ile 658,3 kg/da arasında değiştiği sonucunu bulmuşlardır.

Bazı araştırmacılar, verim ve bileşenlerinin değişiminin mutajenik uygulamalara yanıt olarak bileşenler arasındaki olumlu ilişkiye bağlı olduğunu bildirmiştir (Khan and Quereshi 2006). Khan *et al.* (2004), sodyum azit uyguladıkları iki maş fasulyesi çeşidinde, verim ve verim ile ilişkili parametrelerde artışın M₃ kuşağında M₂ kuşağından daha fazla olduğunu açıklamışlardır. Ndou *et al.* (2015), EMS kullanarak seçilen iki buğday çeşidinin (SST 56 and SST 875) agro-morfolojik özelliklerinde varyasyonları araştırmış ve EMS’nin her iki çeşitte de önemli oranda tane verimini düşürdüğü sonucunu elde etmişlerdir. Sakin vd (2004), Makarnalık buğday Gediz-75 mutantlarının bin tane ağırlıklarında artış olmasına rağmen kardeşlenme kapasitesinin düşük olmasından dolayı tane veriminin olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle tane veriminin belirlenmesinde en önemli verim unsurunun başak sayısının olabileceği söylenebilir (Aydın vd 1999).

4.9. Hasat İndeksi

Denemede Erzurum koşullarında yetiştirilen EMS ve NaN₃’e ait kuraklığa toleranslı aday buğday hatlarının 2016-2017 ürün yılındaki hasat indekslerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1 ve 4.2’de ve hatların hasat indekslerine ait ortalamalar ise Çizelge 4.3 ve 4.4’te verilmiştir. Hatlar arasında hasat indeksleri açısından önemli farklılıklar bulunmuştur. NaN₃ uygulanmış MH’da bloklar arasında fark önemsiz bulunmuştur.

Hasat indeksi EMS uygulanmış mutant hatlar (MH) içerisinde %11,8 ile 31,0, NaN₃ uygulanmış MH içerisinde ise %8,9 ile 31,2 arasında değişim göstermiştir. Hasat

indeksleri ortalaması EMS uygulanmış MH'da %19,0, NaN_3 uygulanmış MH'da ise %18,7 olarak bulunmuştur. EMS uygulanmış MH içerisinde en yüksek hasat indeksleri Dağdaş 94 (%34,9), Kırık (%33,1) ve Doğu 88 (%31,9) çeşitlerinde, en düşük ise E44 (%11,8), E24 (%14,6) ve E39 (%14,7) hatlarında hesaplanmıştır. NaN_3 uygulanmış MH içerisinde ise en yüksek hasat indeksleri Dağdaş 94 (%34,6), Kırık (%32,6) ve Doğu 88 (%31,4) çeşitlerinde, en düşük ise N410 (%8,9), N464 (%10,5), N217 (%11,1) ve N266 (%11,1) hatlarında hesaplanmıştır. Araştırmamızda hiçbir MH, kontrol çeşitlerinden daha yüksek hasat indeksine sahip olmamıştır. Hasat indeksi kuraklığın meydana gelme dönemine bağlı olarak farklı oranda varyasyon göstermektedir. Öztürk (1999), kuraklık uygulamalarının hasat indeksini azalttığını belirtmiş, hasat indeksini sulu koşullarda %35,7, tam kuraklıkta %21,4, erken kuraklıkta %29,0 ve geç kuraklık uygulamasında ise %30,8 olarak elde etmiştir. Öztürk ve Korkut (2018), farklı gelişme dönemlerinde kuraklığın bazı ekmeklik buğdaylarda verim ve verim unsurlarına etkisini araştırdığı çalışmada, hasat indeksinin %26,9 ile 40,8 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

4.10. Kanopi Sıcaklık Farkı

Erzurum koşullarında yetiştirilen EMS ve NaN_3 'e ait kuraklığa toleranslı aday buğday hatlarının 2016-2017 ürün yılındaki çiçeklenmeden 15 sonra ölçülen kanopi sıcaklık farkları varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5 ve 4.6'da ve hatların kanopi sıcaklık farkı ortalamaları Çizelge 4.7 ve 4.8'de verilmiştir. Hatlar arasında kanopi sıcaklık farkı açısından önemli varyasyonlar elde edilmiştir. NaN_3 uygulanmış MH'da bloklar arasındaki varyasyon önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 4.5. EMS uygulaması yapılmış mutant aday hatların kanopi sıcaklık farkı, yaprak klorofil içeriği (SPAD), minimum floresans (F_0), değişken floresans (F_v), maksimum floresans (F_m) ve PS II maksimum enerji verimlerine (F_v/F_m) ait varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	KARELER ORTALAMASI						
	SD	Kanopi	SPAD	F_0	F_v	F_m	F_v/F_m
Blok	5	0,30*	7,07*	390,15*	74,81	806,66	0,00003
Genotipler	39	1,62*	14,97*	994,95*	63311,26*	109036,49*	0,00993*
MH	36	1,33*	12,42*	998,27*	65774,40*	60861,61*	0,00964*
KÇ	2	4,00*	25,53*	2026,74*	39346,39*	77379,52*	0,00101*
MH ve KÇ Karşılaştırma	1	0,19*	6,42	954,28*	1492,59	654210,81*	0,01316*
Hata	10	0,02	1,56	69,05	9560,61	10924,31	0,00009
Toplam	54	-	-	-	-	-	-

1. *, $p < 0,05$; **, $p < 0,01$ düzeyinde önemlidir.

2. Mutant hatlar (MH) ve kontrol çeşitleri (KÇ).

Çizelge 4.6. NaN₃ uygulaması yapılmış mutant aday hatların kanopi sıcaklık farkı, yaprak klorofil içeriği (SPAD), minimum floresans (F₀), değişken floresans (F_v), maksimum floresans (F_m) ve PS II maksimum enerji verimlerine (F_v/F_m) ait varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	KARELER ORTALAMASI						
	SD	Kanopi	SPAD	F ₀	F _v	F _m	F _v /F _m
Blok	5	0,04	0,003	141,06	3760,41	6869,40	0,000015
Genotipler	41	4,47*	55,113*	5163,27*	72162,59*	147621,11*	0,023683*
MH	38	3,98*	57,771*	5126,61*	77095,65*	51761,7*	0,019461*
KÇ	2	2,56*	18,835*	66,50	2834,00	6885,37	0,000306
MH ve KÇ Karşılaştırma	1	29,03*	25,876*	16471,88*	15973,67	4184953,55*	0,239711*
Hata	10	0,09	0,468889	62,06	5401,26	3844,95	0,000435
Toplam	57	-	-	-	-	-	-

1. *, p<0,05; **, p<0,01 düzeyinde önemlidir.

2. Mutant hatlar (MH) ve kontrol çeşitleri (KÇ).

Çizelge 4.7. EMS uygulaması yapılmış mutant aday hatların kanopi sıcaklık farkı, yaprak klorofil içeriği (SPAD), minimum floresans (F_0), değişken floresans (F_v), maksimum floresans (F_m) ve PS II maksimum enerji verimlerine (F_v/F_m) ait ortalamalar.

No	Genotipler	Kanopi (°C)	SPAD	F_0	F_v	F_m	F_v/F_m
1	Doğu 88	13,01 a-d	45,7 a-e	302,5 efg	1096,3 ab	1398,8 ab	0,7780 a-e
2	Dağdaş 94	11,83 ghi	48,5 a-d	316,3 cde	1193,5 ab	1509,8 a	0,7883 a
3	Kırık	11,00 k-n	45,7 a-e	320,5 b-e	965,5 abc	1286,0 abc	0,7447 b-f
4	E1	10,15 n-r	41,0 b-g	378,3 a	1406,6 ab	1053,8 a-e	0,7350 a-h
5	E11	10,15 m-r	43,2 a-g	319,1 a-h	1401,8 ab	1108,3 a-d	0,7740 a-f
6	E14	9,65 p-s	52,4 a	369,8 ab	1362,1 ab	1017,8 a-e	0,7230 b-h
7	E15	11,61 f-l	44,6 a-f	314,1 a-h	1468,4 ab	1128,9 a-d	0,7790 a-d
8	E16	11,25 g-n	33,8 g	251,0 h-k	732,3 abc	481,3 de	0,4700 i
9	E17	9,65 o-r	47,1 a-e	340,6 a-e	1456,3 ab	1141,3 a-d	0,7580 a-f
10	E18	13,36 ab	46,9 a-e	306,1 b-i	1190,2 abc	858,7 b-e	0,7310 a-g
11	E19	11,75 e-k	44,3 a-g	339,0 a-e	1452,3 ab	1113,3 a-d	0,7640 a-d
12	E2	13,15 abc	44,8 a-f	362,8 a-c	1251,6 ab	914,3 a-e	0,7150 b-h
13	E20	10,50 k-q	42,6 a-g	308,3 b-h	1292,8 ab	984,5 a-e	0,7400 a-g
14	E21	10,75 j-q	44,8 a-f	304,0 b-i	1371,3 ab	1067,3 a-e	0,7400 a-g
15	E24	11,61 f-l	46,1 a-e	322,3 a-f	1476,4 ab	1128,7 a-d	0,7750 a-d
16	E25	12,50 a-h	41,3 b-g	349,5 a-e	1182,0 abc	832,5 b-e	0,6920 fgh
17	E26	11,86d-l	42,5 a-g	347,8 a-e	1091,7 abc	718,4 cde	0,6540 h
18	E27	11,75 e-k	39,6 d-g	321,0 a-g	1195,0 abc	874,0 a-e	0,6980 d-h
19	E3	10,86 l-p	36,2 fg	237,3 ik	815,9 abc	553,2 de	0,6580 gh
20	E31	12,86 a-f	42,0 a-g	325,3 a-f	1541,2 a	1190,4 a-d	0,7840 abc
21	E32	9,65 p-s	43,9 a-g	347,8 a-e	1219,8 abc	897,6 a-e	0,7170 b-h
22	E33	8,40 s	46,2 a-f	255,6 f-k	732,1 bc	502,1 de	0,5230 i
23	E35	11,50 f-n	42,8 a-g	323,3 a-g	1489,8 ab	1166,5 a-d	0,7820 ab
24	E37	9,40 qrs	46,6 a-f	350,1 a-e	1231,8 abc	907,3 a-e	0,7200 b-h
25	E39	13,50 ab	48,2 a-e	314,0 a-g	1357,5 ab	1043,5 a-e	0,7620 a-f
26	E4	10,90 i-o	49,3 abc	337,8 a-e	1446,8 ab	1134,6 a-d	0,7670 a-f
27	E40	13,11 a-e	38,1 efg	329,6 a-e	1433,4 ab	1078,4 a-e	0,7540 a-f
28	E42	10,61 k-q	41,2 b-g	190,1 k	429,7 c	214,2 e	0,2630 j
29	E43	13,00 a-d	46,0 a-f	336,8 a-e	1199,0 abc	862,3 b-e	0,7060 c-h
30	E44	11,50 f-n	50,5 abc	293,5 d-i	1363,5 ab	1070,0 a-e	0,7810 abc
31	E45	11,15 h-n	48,1 a-e	322,3 a-g	1207,6 abc	910,8 a-e	0,7370 a-g
32	E5	12,61 b-g	38,3 e-g	330,1 a-e	1290,2 ab	934,7 a-e	0,7190 b-h
33	E50	11,40 g-n	44,4 a-f	340,3 a-e	1394,6 ab	1079,8 a-e	0,7560 a-f
34	E51	12,00 c-j	43,7 a-g	331,5 a-e	1178,5 abc	847,0 b-e	0,7180 b-h
35	E53	10,50 l-q	42,5 a-g	349,0 a-e	1485,8 ab	1136,8 a-d	0,7650 a-d
36	E54	11,40 g-m	47,7 a-e	339,8 a-e	1354,1 ab	1039,8 a-e	0,7510 a-f
37	E55	9,11 rs	41,4 b-g	253,8 g-j	1076,2 abc	796,9 b-e	0,7430 a-f
38	E6	13,11 a-e	40,1 c-g	304,3 b-h	1273,2 ab	943,4 a-e	0,7540 a-f
39	E7	13,00 a-e	43,0 a-f	359,8 a-d	1403,0 ab	1043,3 a-e	0,7430 a-f
40	E8	13,86 a	44,3 a-g	323,6 a-g	1433,2 ab	1084,2 a-e	0,7680 a-f

1. Aynı harf ile gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.8. NaN_3 uygulaması yapılmış mutant aday hatların kanopi sıcaklık farkı, yaprak klorofil içeriği (SPAD), minimum floresans (F_0), değişken floresans (F_v), maksimum floresans (F_m) ve PS II maksimum enerji verimlerine (F_v/F_m) ait ortalamalar.

No	Genotipler	Kanopi (°C)	SPAD	F_0	F_v	F_m	F_v/F_m
1	Doğu 88	12,77 b-f	44,9 c-g	333,5 bcd	903,8 d-g	1237,3 a	0,7293 a-d
2	Dağdaş 94	13,90 abc	45,0 c-g	333,0 bcd	930,8 d-g	1263,8 a	0,7280 a-d
3	Kırık	12,77 b-f	41,9 i-m	327,5 b-e	887,8 d-g	1196,5 ab	0,7410 abc
4	N149	13,14 a-g	48,3 abc	356,0 abc	1289,9 a-d	955,5 a-f	0,7184 a-d
5	N177	11,38 e-k	41,1 e-l	209,1 nop	782,2 c-h	551,5 c-k	0,5684 d-j
6	N214	11,94 b-j	44,7 b-i	337,0 b-h	1086,6 a-g	771,3 b-i	0,6764 a-g
7	N217	12,14 a-j	39,3 j-n	343,0 b-f	1219,9 a-d	898,5 a-g	0,7084 a-e
8	N221	9,98 ij	50,1 ab	346,0 b-e	1549,0 a	1203,0 ab	0,7771 a
9	N239	14,48 a	47,2 a-d	270,8 h-n	992,5 a-g	721,8 b-j	0,5881 d-j
10	N240	12,14 a-j	41,2 e-n	282,0 e-m	968,6 a-g	708,3 b-j	0,6894 a-f
11	N266	11,14 f-j	43,9 c-k	418,7 a	919,1 b-g	522,0 f-m	0,5274 f-j
12	N3	11,28 e-k	46,2 a-h	323,8 b-i	998,3 b-g	674,5 c-j	0,6601 a-h
13	N338	12,44 a-j	40,9 g-n	318,7 b-j	1011,9 a-g	714,8 b-j	0,6024 b-i
14	N382	11,98 b-j	45,9 a-i	315,8 b-j	705,8 d-h	390,0 g-m	0,5281 f-j
15	N4	12,14 a-j	48,1 abc	283,2 e-m	908,6 b-g	647,0 c-k	0,6514 a-h
16	N410	11,68 c-j	37,4 ln	322,1 b-i	567,7 e-i	224,0 jkm	0,3394 kl
17	N411	12,38 a-i	44,3 b-j	255,8 j-n	973,7 a-g	696,3 b-i	0,5684 d-j
18	N445	13,38 a-f	43,8 c-k	245,8 k-o	938,2 a-g	670,8 c-k	0,6654 a-f
19	N446	11,14 f-j	40,2 i-n	322,2 b-j	1058,4 a-g	757,8 b-i	0,6274 a-h
20	N449	12,18 a-i	45,5 a-i	178,8 pq	554,9 f-j	354,5 h-m	0,4334 i-l
21	N452	13,88 a-d	36,0 n	341,8 b-f	1078,7 a-f	715,3 b-j	0,6714 a-g
22	N454	11,44 c-j	47,1 a-d	361,5 abc	1072,9 a-g	733,0 b-j	0,6234 a-h
23	N464	11,78 c-j	44,4 c-j	344,0 b-e	951,8 b-g	607,8 c-k	0,6271 a-h
24	N488	10,88 f-j	43,7 c-j	187,8 opq	509,9 g-j	300,5 i-m	0,4194 jkl
25	N490	10,68 g-j	42,2 d-l	273,1 g-l	923,4 b-g	628,8 c-k	0,6444 a-h
26	N519	11,78 c-j	46,2 a-h	326,5 b-h	1256,8 a-d	930,3 a-f	0,7331 a-d
27	N520	11,44 c-j	50,6 a	332,5 b-h	868,6 b-g	557,8 c-k	0,4864 h-k
28	N522	13,78 a-e	43,1 c-l	257,3 i-n	1168,0 a-f	910,8 a-g	0,7591 ab
29	N523	10,44 hij	45,8 a-i	351,5 bcd	1401,9 abc	1072,0 a-d	0,7364 a-d
30	N524	11,48 d-k	44,3 b-j	301,5 c-k	881,0 b-h	579,5 c-k	0,6361 a-h
31	N553	12,38 a-i	37,3 ln	301,3 c-k	837,9 b-h	542,0 e-l	0,5684 d-j
32	N554	9,88 j	37,5 ln	228,8 l-p	814,9 b-h	564,5 c-k	0,5104 g-j
33	N555	11,68 c-j	40,5 h-n	321,3 b-j	1100,4 a-f	757,5 b-h	0,7124 a-e
34	N637	13,98 ab	41,2 e-n	276,8 f-m	842,5 b-h	565,8 c-k	0,5351 e-j
35	N672	9,98 ij	40,8 f-n	320,8 b-j	921,3 b-g	600,5 d-l	0,6351 a-h
36	N685	11,68 c-j	47,6 a-d	312,8 b-j	1104,2 a-g	769,8 b-i	0,7104 a-e
37	N686	11,94 b-j	43,9 c-k	134,0 q	256,4 hi	144,0 km	0,2594 l
38	N687	13,14 a-g	46,5 a-f	373,0 ab	1139,4 a-f	788,0 b-i	0,6584 a-g
39	N706	11,18 f-j	38,2 kln	286,8 d-l	892,2 b-g	583,8 c-k	0,6104 a-i
40	N707	11,14 f-j	46,3 a-f	338,2 b-g	956,4 a-g	639,8 c-j	0,5304 f-j
41	N708	12,88 a-h	38,8 j-n	326,1 b-h	810,4 b-h	462,8 f-m	0,5884 c-i
42	N76	11,98 b-j	48,3 abc	363,8 abc	1424,0 ab	1060,3 a-e	0,7421 abc

1. Aynı harf ile gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır.

Kanopi sıcaklık farkları EMS uygulanmış mutant hatlar (MH) arasında 8,40 ile 13,86°C, NaN₃ uygulanmış MH arasında ise 9,88 ile 14,48°C arasında değişmiştir. Ortalamalar ise EMS uygulanmış MH içerisinde 11,43°C, NaN₃ uygulanmış MH içerisinde ise 11,91 °C olmuştur. EMS uygulaması yapılmış MH içerisinde en yüksek kanopi sıcaklık farkı E8 (13,86°C), E39 (13,50°C) ve E18 (13,36°C), en düşük E33 (8,40°C), E55 (9,1°C) ve E37 (9,40°C) hatlarında elde edilmiştir. NaN₃ uygulaması yapılmış MH içerisinde ise en yüksek kanopi sıcaklık farkı N239 (14,48°C) ve N637 (13,98°C) hatlarında ve Dağdaş 94 (13,90°C) çeşidinde, en düşük ise N554 (9,88°C), N221 (9,98°C) ve N672 (9,98°C) hatlarında elde edilmiştir.

Kurak şartlardaki düşük oranda kanopi sıcaklığı değeri bitki bünyesinin yeterli miktarda su oranına sahip olduğunu belirtmektedir. Kuraklık stresinin ortaya çıkmadığı normal koşullarda genotipler arasındaki kanopi sıcaklığında çok az fark ortaya çıkarken, kuraklık stresinin ortaya çıktığı koşullarda genotiplerde kanopi sıcaklıkları farkında artış ortaya çıkmaktadır (Blum 2000). Kanopi sıcaklık farkı, kurak koşullarda bir genotipin fizyolojik sağlığının bir göstergesidir ve artan kök derinliği ve topraktan alınan nem kapasitesine bağlı olarak daha yüksek transpirasyon oranlarından kaynaklandığı savunulur (Monneveux *et al.* 2012). Daha soğuk bir kanopi sıcaklığı, yüksek sıcaklık ve kuraklık koşullarında tahıllarda verimle ilgili önemli bir özelliktir (Kumari *et al.* 2013).

Kanopi sıcaklık farkı, bitki gelişme dönemi, ortam sıcaklığı, toprağın su durumu, ışık şiddeti, rüzgâr hızı, nipi nem ve bulutluluk gibi çok sayıda faktöre göre değişebilmektedir (Öztürk and Aydın 2017). Pinto *et al.* (2010), kurak, sıcak ve sulanan koşullarda buğdayın vejetatif ve generatif gelişme dönemlerinde düşük kanopi sıcaklığını sürdürme yeteneğinin aynı genler ile ilişkili olabileceğini, kurak koşullarda düşük oranda kanopi sıcaklığının artan kök derinliği ve kök kapasitesine bağlı olarak yüksek transpirasyon oranlarından kaynaklandığını açıklamışlardır. Öztürk ve Avcı (2014), ekmeklik buğdayda tane verimi ile bazı tarımsal karakterler arasındaki ilişkiyi araştırmış ve kanopi sıcaklığının 22,66 ile 25,75°C arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Ayrıca araştırmada, klorofil miktarının artması kanopi sıcaklığını düşürdüğünü tespit etmişlerdir. Öztürk and Aydın (2017), Erzurum'da 64 buğday

genotipinin çiçeklenmeden 15 gün sonraki kanopi sıcaklık farklarının sulu koşullarda 7,43 ile 11,12°C; geç kuraklık koşullarında ise 4,08 ile 7,43°C arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

4.11. Yaprak Klorofil İçeriği (SPAD)

Denemede Erzurum koşullarında yetiştirilen EMS ve NaN₃'e ait kuraklığa toleranslı aday buğday hatlarının 2016-2017 ürün yılındaki çiçeklenmeden 15 sonra ölçülen yaprak klorofil içeriklerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5 ve 4.6'da ve hatların yaprak klorofil içeriği ortalamaları ise Çizelge 4.7 ve 4.8'de verilmiştir. Hatlar arasında yaprak klorofil içeriğinde önemli farklılıklar elde edilmiştir. EMS uygulanmış mutant hatlar (MH)'da hatlar ve kontrol çeşitleri arasında önemli bir fark bulunmazken, NaN₃ uygulanmış MH'da ise bloklar arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

SPAD klorofil değerleri EMS uygulanmış mutant hatlar (MH) içerisinde 33,8 ile 52,4 birim, NaN₃ uygulanmış MH içerisinde ise 36,0 ile 50,6 birim arasında değişiklik göstermiştir. EMS uygulanmış MH içerisinde en yüksek SPAD klorofil değerleri E14 (52,4 birim), E 44 (50,5 birim) ve E4 (49,3 birim), en düşük ise E16 (33,8 birim), E3 (36,2 birim) ve E40 (38,1 birim) hatlarında ölçülmüştür. NaN₃ uygulanmış MH içerisinde ise en yüksek SPAD klorofil değerleri N520 (50,6 birim), N221 (50,1 birim), N149 (48,3 birim) ve N76 (48,3), en düşük ise N452 (36,0 birim), N553 (37,3 birim) ve N410 (37,4 birim) hatlarında ölçülmüştür.

Klorofil, fotosentez için ana kloroplast unsurlarından biri olup, yaprak klorofil içeriği fotosentez oranı ile pozitif ilişkilidir ve kurak koşullarında daha yüksek verimler, yüksek klorofil içeriğini daha uzun süre sürdürebilme yeteneğine bağlı olmaktadır (Guo *et al.* 2008). Yapraklardaki klorofil içeriği, fotosentez aktivitesini ve buğday bitkisinin verim potansiyelini yansıtmaktadır (Barutçular *et al.* 2016). SPAD değerleri yer, ekim zamanı, sulama ve gelişim evresinden etkilenmektedir (Barutçular *et al.* 2016). Stres koşullarında klorofil içeriği yüksek ve tane dolum döneminde klorofil içeriği azalma oranı daha düşük olan genotipler kurağa toleranslı olarak belirtilmiştir

(Chandrasekar *et al.* 2000). Fotovat *et al.* (2007) ve Balouchi *et al.* (2010), çeşitlerin SPAD değerlerinde meydana gelen değişikliklerin sıcaklık ve kuraklık koşullarına bağlı olarak farklılık gösterdiklerini belirtmişlerdir. Razzaq *et al.* (2013), Farklı kuraklık koşulları altında dokuz buğday çeşidinin fiziksel tepkilerini ve kurağa dayanıklılık indeksini araştırdıkları denemelerinde SPAD değerlerinin 16,63 ile 51,53 arasında değiştiğini sunmuşlardır. Karaman vd (2014), bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde fizyolojik parametreler ile tane veriminin arasındaki ilişkiyi araştırdıkları denemelerinde, çiçeklenme dönemi bayrak yaprak klorofil içeriğinin 41,7 ile 50,0 birim arasında değiştiği sonucunu elde etmişlerdir. Öztürk and Aydın (2017), Erzurum’da 64 buğday genotipinin çiçeklenmeden 15 gün sonra SPAD değerlerini ölçmüştür. SPAD değerlerinin sulu koşullarda 41,9 ile 56,7 birim; geç kuraklık koşullarında ise 34,2 ile 52,8 birim arasında değiştiğini rapor etmiştir.

4.12. Minimum Floresans Verimi (F_0)

Denemede Erzurum koşullarında yetiştirilen EMS ve NaN_3 ’e ait kuraklığa toleranslı aday buğday hatlarının 2016-2017 ürün yılındaki çiçeklenmeden 15 sonra ölçülen minimum floresans verimlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5 ve 4.6’da ve hatların minimum floresans verimleri ortalamaları Çizelge 4.7 ve 4.8’de sunulmuştur. Hatlar arasında minimum floresans verimleri yönünden önemli farklılıklar elde edilmiştir. NaN_3 uygulanmış MH’da bloklar arasında ve kontrol çeşitlerinde varyasyon önemsiz bulunmuştur.

Minimum floresans verimleri EMS uygulanmış mutant hatlar (MH) içerisinde 190,1 ile 378,3, NaN_3 uygulanmış MH içerisinde ise 134,0 ile 418,7 arasında değişim göstermiştir. EMS uygulanmış MH içerisinde en yüksek minimum floresans verimleri E1 (378,3), E14 (369,8) ve E2 (362,8), en az ise E42 (190,1), E3 (237,3) ve E55 (253,8) hatlarında elde edilmiştir. NaN_3 uygulanmış MH içerisinde ise en yüksek minimum floresans verimleri N266 (418,7), N687 (373,0) ve N76 (363,8), en az ise N686 (134,0), N449 (178,8) ve N488 (187,8) hatlarında elde edilmiştir.

Klorofil floresans, herhangi bir strese yanıt olarak bitkilerde fotokimyasal ve fotokimyasal olmayan süreçleri incelemek için hızlı, ucuz, güçlü ve tahribatsız bir kriterdir (Azam *et al.* 2015). Bir yaprakta klorofil molekülleri tarafından tutulan ışık enerjisi ya fotosentezde kullanılır ya ısı olarak yayılır ya da ışık olarak geri yansır (klorofil floresans). Bu üç süreç rekabet halinde ortaya çıktığından, herhangi birinin etkinliğindeki artış miktarı, diğer ikisinin verim miktarında azalma ile sonuçlanır (Maxwell and Johnson, 2000). Kuraklık, bitki fotosentezinin önemli bir unsuru olarak kabul görülen ve kurağa özellikle duyarlı olan PS II reaksiyon merkezlerinde fotoinhibisyona (ışık tarafından engellenme) ve biyokimyasal bozulmalara neden olarak fotosentezi kısıtlar (Guo *et al.* 2008). Klorofil floresans, esas olarak 680 ile 740 nm spektrum aralığında PS II tarafından yansıtılmaktadır (Guo *et al.* 2008). Klorofil floresans parametrelerinden biri olan F_0 değerindeki artış, PS II reaksiyon merkezlerinin aktif olmadığını veya anten sistemlerinden reaksiyon merkezlerine başlangıç enerjisi transferinin azaldığını belirtir (Zlatev 2009). Paknejad *et al.* (2007), çiçeklenmeden 20 gün sonra F_0 değerinin 317 ile 327 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Bogale *et al.* (2011), 18 makarnalık buğday genotipinde bulgularımıza göre daha yüksek F_0 değerlerini (689,7 ile 940,3 arasında) ölçmüşlerdir. Öztürk and Aydın (2017), Erzurum'da yürüttükleri araştırmada, 64 buğday genotipinde geç kuraklık stresi koşullarında buğday genotiplerinin çiçeklenmeden 15 gün sonra minimum floresans verimlerinin (F_0) 302,5 ile 349,2 arasında varyasyon gösterdiğini belirtmişlerdir.

4.13. Maksimum Floresans Verimi (F_m)

Denemede Erzurum koşullarında yetiştirilen EMS ve NaN_3 'e ait kuraklığa toleranslı aday buğday hatlarının 2016-2017 ürün yılındaki çiçeklenmeden 15 sonra ölçülen maksimum floresans verimlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5 ve 4.6'da ve hatların maksimum floresans verimleri ortalamaları ise Çizelge 4.7 ve 4.8'de verilmiştir. Maksimum floresans verimleri yönünden EMS uygulanmış mutant hatlar (MH)'da sadece bloklar arasındaki varyasyon önemsiz bulunurken, NaN_3 uygulanmış MH'da ise hem bloklar arasındaki varyasyon hem de kontrol çeşitleri arasındaki varyasyon önemsiz bulunmuştur. Mutant hatlar arasındaki varyasyon ise önemli bulunmuştur.

Maksimum floresans verimleri (F_m) EMS uygulanmış mutant hatlar (MH) içerisinde 214,2 ile 1190,4, NaN_3 uygulanmış MH içerisinde ise 144,0 ile 1203,0 arasında değişmiştir. F_m değeri EMS uygulanmış MH'ın hiçbir kontrol çeşitlerinden yüksek bulunmayıp, en yüksek Dağdaş 94 (1509,8), Doğu 88 (1398,8) ve Kırık (1286,0) çeşitlerinde, en düşük ise E42 (214,2), E16 (481,3) ve E33 (502,1) hatlarında ölçülmüştür. NaN_3 uygulanmış MH içerisinde ise en yüksek F_m değeri, Dağdaş 94 (1263,8) ve Doğu 88 (1237,3) kontrol çeşitlerine yakın olarak N221 (1203,0) hattında, en düşük ise N686 (114,0), N410 (224,0) ve N488 (300,5) hatlarında ölçülmüştür.

Fotosentezde suyun ayrışmasını sağlayan enzim bileşiği aktivitesi ve PS II reaksiyon merkezlerindeki elektron taşınım aktivitesi ile ilgili olan parametre F_m 'dir ve stres koşullarında F_m değerindeki azalma, PS II reaksiyon merkezlerinde fotokimyasal olmayan yatıştırma (ışığın ısıya dönüştürülmesi) sürecinde meydana gelen artışın göstergesidir (Zlatev 2009). Bogale *et al.* (2011), 18 makarnalık buğday genotipinde F_m değerlerini 2807,3 ile 3310,2 arasında bulmuşlardır ve bu değerler bulgularımızın çok üzerinde değerlerdir. Öztürk and Aydın (2017), Erzurum'da yürüttükleri araştırmada, 64 buğday genotipinde geç kuraklık stresi koşullarında çiçeklenmeden 15 gün sonra F_m değerlerinin 1127,5 ile 1549,7 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir. Guo *et al.* (2008), farklı arpa genotiplerinde çiçeklenmeden 12 gün sonra F_m değerlerini ölçmüş ve F_m değerlerinin sulu koşullarda 913 ile 1368, kuraklık stresi koşullarında ise 182 ile 1324 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

4.14. Değişken floresans verimi (F_v)

Erzurum koşullarında yetiştirilen EMS ve NaN_3 'e ait kuraklığa toleranslı aday buğday hatlarının 2016-2017 ürün yılındaki çiçeklenmeden 15 sonra ölçülen değişken floresans verimlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5 ve 4.6'da ve hatların değişken floresans verimleri ortalamaları ise Çizelge 4.7 ve 4.8'de sunulmuştur. Değişken floresans verimi yönünden mutant hatlar (MH) arasındaki varyasyon önemli bulunmuştur.

Değişken floresans verimi (F_v) EMS uygulanmış MH içerisinde 429,7 ile 1541,2, NaN_3 uygulanmış MH içerisinde ise 256,4 ile 1549,0 arasında ölçülmüştür. EMS uygulaması yapılmış MH arasında F_v değeri sırasıyla en yüksek E31 (1541,2), E35 (1489,8) ve E53 (1485,8), en düşük E42 (429,7), E33 (732,1) ve E16 (732,3) hatlarında ölçülmüştür. NaN_3 uygulanmış MH arasında ise F_v değeri sırasıyla en yüksek N221 (1549,0), N76 (1424,0) ve N523 (1401,9), en düşük ise N686 (256,4), N488 (509,9) ve N449 (554,9) hatlarında ölçülmüştür. Guo *et al.* (2008), arpa genotiplerinde çiçeklenmeden 12 gün sonra F_v değerlerini sulu koşullarda 712 ile 1131, kuraklık stresi koşullarında ise 3 ile 1086 arasında ölçmüşlerdir. Bogale *et al.* (2011), 18 makarnalık buğday genotipinde çiçeklenme ve tane dolum dönemlerindeki F_v değerlerini 1828,2 ile 2590,3 arasında ölçmüşlerdir. Öztürk and Aydın (2017), Erzurum’da 64 buğday genotipinde geç kuraklık stresi koşullarında çiçeklenmeden 15 gün sonra F_v değerlerinin 806,9 ile 1207,0 arasında değiştiğini rapor etmişlerdir.

4.15. Fotosistem II (PS II) maksimum enerji verimi (F_v/F_m)

Denemede Erzurum koşullarında yetiştirilen EMS ve NaN_3 ’e ait kuraklığa toleranslı aday buğday hatlarının 2016-2017 ürün yılındaki çiçeklenmeden 15 sonra ölçülen PS II maksimum enerji verimlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5 ve 4.6’da ve hatların PS II maksimum enerji verimleri ortalamaları Çizelge 4.7 ve 4.8’de sunulmuştur. PS II maksimum enerji verimlerinde EMS uygulanmış mutant hatlar (MH)’da sadece bloklar arasında; NaN_3 uygulanmış MH’da ise bloklar arasında ve kontroller arasında varyasyon önemsiz bulunmuştur.

Fotosistem II (PS II) maksimum enerji verimleri (F_v/F_m), EMS uygulanmış mutant hatlar (MH) içerisinde 0,2630 ile 0,7820, NaN_3 uygulanmış MH içerisinde ise 0,2594 ile 0,7771 arasında değişmiştir. Sonuçlardan da görüldüğü gibi hem EMS hem de NaN_3 uygulanmış MH içerisinde çok geniş bir varyasyon görülmektedir. EMS uygulanmış MH içerisinde F_v/F_m değeri, en yüksek E35 (0,7820) ve E44 (0,7810) hatlarında ve Dağdaş94 (0,7883) çeşidinde, en düşük E42 (0,2630), E16 (0,4700) ve E33 (0,5230) hatlarında elde edilmiştir. NaN_3 uygulanmış MH içerisinde ise F_v/F_m değeri sırasıyla en

yüksek N221(0,7771), N522 (0,7591) ve N76 (0,7421), en düşük ise N686 (0,2594), N410 (0,3394) ve N488 (0,4194) hatlarında elde edilmiştir.

Genotiplerin kuraklık stresine tepkilerinin incelendiği araştırmalarda en yaygın olarak kullanılan parametre F_v/F_m 'dir (Munns *et al.* 2010). F_v/F_m floresans parametresinde bir azalma, bitkilerde stresi tespit etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Maxwell and Johnson 2000). Klorofil floresans parametresi, F_v/F_m 'nin daha önce karanlığa adapte edilmiş yapraklarda PS II fotokimyasının maksimum kuantum verimliliğini yansıttığı bildirilmiştir (Maxwell and Johnson 2000; Baker and Rosenqvist 2004; Baker 2008). F_v/F_m , fotosentezde hayati bir rol oynar ve stres toleransı için tarama kriteri olarak kullanılabilir (Blum and Ebercon 1981; Prasad *et al.* 2007). Düşük F_v/F_m oranı düşük fotosentetik etkinliği gösterir, bu nedenle düşük F_v/F_m 'ye sahip genotipler strese duyarlı olarak bildirilirken, stres koşullarında daha yüksek F_v/F_m değerine sahip genotipler ise strese karşı toleranslı olarak adlandırılabilir (Azam *et al.* 2015). Kuraklık stresinde F_v/F_m 'nin etkisini araştıran diğer araştırmacılar da bulgularımız ile benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Öztürk and Aydın (2017), 64 buğday genotipinde geç kuraklık stres koşullarında çiçeklenmeden 15 gün sonra F_v/F_m değerlerinin 0,706 ile 0,790 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Yeni bitki çeşitlerinin geliştirilmesinde doğada bulunan veya değişik yöntemlerle ortaya çıkarılacak varyasyondan faydalanılmaktadır. Farklı özelliklere sahip genotiplerin oluşturulması amacıyla günümüze kadar ıslah yöntemlerinin başında melezle tekniğinin geldiği bilinen bir gerçektir. Ancak, özellikle son yıllarda uygulamaya geçirilen mutasyon tekniği doğrudan veya melezleme tekniğinin bir tamamlayıcısı olarak büyük önem kazanmıştır (Genç ve Yağbasanlar 1994).

Mutasyon ıslahında gen transferi yapılmamaktadır, ancak kromozomlar kırılır veya DNA'nın yapısında genler değiştirilir. Doğal bir mutasyonun oluşması yıllar alabileceğinden, kimyasal ve fiziksel mutajenler ile mutasyon oluşturulma ıslah çalışmalarına kazandırılmıştır (Ulukapi and Nasircilar 2015). Kimyasal ve fiziksel mutajenik ajanlar, genlerin spontan (kendiliğinden olan) baz hattının üzerindeki hızlarda

mutasyona uğramasına neden olur ve böylelikle bir dizi yeni özellik oluşturmakta ve bitkilerin genetik çeşitliliğini artırmaya neden olmaktadır (Lagoda 2007).

Doğal mutasyonlar, melezlemeler ve doğal seleksiyonlar bitkilerde evrimin temelini oluşturmaktadır. M_1 ve sonraki generasyonlarda kromozom mutasyonları; M_2 generasyonunda ise daha çok resesif oldukları için gen mutasyonları belirlenebilmektedir. M_3 generasyonunda yapılacak döl kontrolü ile de bu değişikliğin bir mutasyon mu yoksa bir modifikasyon mu olduğu saptanabilir (Başer vd 2007). Açılan kuşaklarda (M_2 , M_3) ortaya çıkan genetik değişiklik istenilen özelliklere sahip mutant tiplerin seçimine imkan verir. Seçilen mutant tipler ilk olarak M_4 ve M_5 kuşaklarında tarla denemelerine alınıp, mutantların ıslah değerlerinin kontrolü için seçim iki veya üç kuşak devam ettirilir. Böylelikle ortaya çıkmış bazı zararlı genetik değişimlerin elemine edilmesi gerçekleşmiş olur. Sonuçta farklı özellikler bakımından istenen mutant tip ya da tiplerin seçilmesi yapılan mutasyon ıslahının başarısını artırır. Daha sonra ise seçilen en iyi mutantlar M_6 ve sonraki kuşaklarda birkaç lokasyonda teste tabi tutulur (Sakin vd 2004). Mutantların seçimlerinin yapılması özellikle hatların durulmaya başladığı M_5 kuşağında yapılması başarıyı arttırabilir (Borojevic 1991). Elde edilmek istenen mutantların sıklığı ve değişim aralığı uygulanan mutagen ve genotipe göre farklılık göstermektedir (Konzak 1987). Elde ettiğimiz bulgulardan da görüleceği gibi kontrole göre düşük veya yüksek ortalamalara sahip mutant hatların bulunması yapılan mutasyon ıslahının potansiyelini göstermektedir (Çağırğan 1989).

5. SONUÇ

Bu çalışma, buğdayda ileri mutant hatlarının (M₄) verim ve kuraklık parametreleri esas alınarak yarı kurak koşullarda performanslarını belirlemek ve sonraki kuşaklarda ıslah materyali olarak kullanılabilecek üstün özelliklere sahip ileri mutant hatları seçmek amacıyla yürütülmüştür.

Çalışmamızda denemeye aldığımız tüm parametrelerde yarı kurak koşullar altında önemli varyasyonlar belirlenmiştir. Bu varyasyonların temel kaynağı çevre şartları ile beraber uygulanan kimyasal mutagenlerdir. Literatürde de benzer mutasyon çalışmalarının yapıldığı ve üstün özellikli hat ve çeşitlerin geliştirildiği ile ilgili çok sayıda bilgi mevcuttur. Çalışmamızda da kuraklığa dayanıklılıkta seleksiyon kriteri olarak kullanılan ve verim ile ilişkili parametrelerde, kontrol çeşitlerine göre çoğunlukla olumsuz yönde değişimler gözlenmesine rağmen ıslah programlarında kullanılabilecek üstün özellikli hatlar da elde edilmiştir. Tane verimleri yarı kurak koşullarda EMS uygulanmış mutant hatlardan E21’de 670,6 kg/da, E18’de 657,2 kg/da ve E19’da 615,2 kg/da; NaN₃ uygulanmış mutant hatlarda ise N149’da 654,0 kg/da ve N686’da 623,6 kg/da olmuş ve bu değerler kontrol çeşitlere göre daha yüksek olmuştur. Özellikle tane verimleri yanında m²’deki başak sayısı da yüksek olan E21 hattı ile N149 hattının yarı kurak koşullara dayanıklılık açısından ıslah programlarında ebeveyn olarak kullanılabilecekleri sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abdipur, M., Ramezani, H.R., Bavei, V., Talaei, S., 2013. Effectiveness of canopy temperature and chlorophyll content measurements at different plant growth stages for screening of drought tolerant wheat genotypes. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 13(10), 1325-1338.
- Adamu A.K., Aliyu, H., 2007. Morphological effects of sodium azide on tomato (*Lycopersicon esculentum*. Mill). *Science World Journal*, 2(4), 9-12.
- Annual Climate Summary (2010). Issued by National Climate Centre Office of the Additional Director General of Meteorology (Research) India Meteorological Department, Pune-411 005.
- Anonim, TMO 2016. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü Kurum Verileri. 2016 Yılı Hububat Raporu, Ankara.
- Araghi, S.G., Assad, M.T., 1998. Evaluation of four screening techniques for drought resistance and their relationship to yield reduction ratio in wheat. *Euphytica*, 103 (2), 293-299.
- Araus, J.L., Bort, J., Steduto, P., Villegas, D., Royo, C., 2003. Breeding cereals for Mediterranean conditions: ecophysiological clues for biotechnology application. *Annals of Applied Biology*, 142(2), 129-141.
- Araus, J.L., Slafer, G.A., Reynolds, M.P., Royo, C., 2002. Plant breeding and drought in C3 cereals: what should we breed for?. *Annals of botany*, 89(7), 925-940.
- Arora, A., Sairam, R.K. and Srivastava, G.C., 2002. Oxidative stress and antioxidative system in plants. *Current Science*, 82(10), 1227-1238.
- Aydın, M., Öztürk, A., 2016. Ekmeklik Buğday Genotiplerinde Geç Kuraklığın Vejetatif Dönem ve Tane Dolum Süresine Etkisi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(Özel sayı-1), 129-135.
- Aydın, N., Tugay, E., Sakin, M. A., & Gökmen, S. (1999). Tokat Kazova koşullarında makarnalık buğday çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu*, 621-625, Konya.
- Aydoğan, S., Soylu, S., 2017. Ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve verim öğeleri ile bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(1), 24-30.
- Aydoğan, S., Soylu, S., 2017. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Verim Öğeleri ile Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26(1), 24-30.
- Ayrancı, R., Sade, B., Soylu S., 2017. Ekmeklik buğday genotiplerinin verim ve fenolojik özelliklerinin tane doldurma dönemindeki kuraklık stresine tepkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 26 (Özel Sayı), 112-118.
- Azam, F.I., Chang, X., Jing, R. 2015. Mapping QTL for chlorophyll fluorescence kinetics parameters at seedling stage as indicators of heat tolerance in wheat. *Euphytica*, 202(2), 245-258.
- Bahar, B., Akkaya, M. S., 2009. Effects of EMS treatment on the seed germination in wheat. *Journal of Applied Biological Sciences*, 3(1), 59-64.

- Baker, N. R., 2008. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 89-113.4
- Baker, N. R., Rosenqvist, E., 2004. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. *Journal of Experimental Botany*, 55(403), 1607-1621.
- Balota, M., Payne, W.A., Evett, S.R., Peters, T.R., 2008. Morphological and physiological traits associated with canopy temperature depression in three closely related wheat lines. *Crop Science*, 48 (5): 1897-1910.
- Balouchi, H.R., 2010. Screening wheat parents of mapping population for heat and drought tolerance, detection of wheat genetic variation. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, 4 (1), 63-73.
- Barutçular, C., Yıldırım, M., Koç, M., Akıncı, C., Toptaş, I., Albayrak, O., El Sabagh, A., 2016. Evaluation of SPAD chlorophyll in spring wheat genotypes under different environments. *Fresenius Environmental Bulletin*, 25(4), 1258-1266.
- Başer, İ., Bilgin, O., Korkut, K.Z., Balkan, A., 2007. Improvement of some quantitative characters by mutation breeding in durum wheat. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13 (4) 346-353.
- Başer, İ., Korkut, K.Z., Bilgin, O., 2005. Ekmeklik buğdayda (*Triticum aestivum* L.) kurağa dayanıklılıkla ilgili özellikler arasındaki ilişkiler. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(3), 253-259.
- Bayram, S., 2013. Fide kalımı, çim kını uzunluğu ve fide kuvveti ölçütleri ile buğday genotiplerinin erken dönem kuraklığa dayanıklılık yönünden karakterizasyonu. *Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.*
- Blum, A. (2000). Towards standard assays of drought resistance in crop plants. *Production in Water-Limited Environments*, 29-35.
- Blum, A., 1988. *Plant Breeding for Stress Environments*. Boca Raton, FL CRF Press.
- Blum, A., Ebercon, A., 1981. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat 1. *Crop Science*, 21(1), 43-47.
- Blum, A., Jordan, W. R. 1985. Breeding crop varieties for stress environments. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2(3), 199-238.
- Blum, A., Shpiler, L., Gozlan, G., Mayer, J., 1989. Yield stability and canopy temperature of wheat genotypes under drought stress. *Field Crops Research*, 22(4), 289-296.
- Bogale, A., Tesfaye, K., 2011. Relationships between kernel ash content, water use efficiency and yield in durum wheat under water deficit induced at different growth stages. *African Journal Basic & Applied Sciences.*, 3(3), 80-86.
- Borojevic, K. 1991. Induced mutations and their genetic aspects in wheat (*Triticum aestivum vulgare*), IAEA, 2, 317-326.
- Brennan, J. P., Condon, A. G., Ginkel, M. V., Reynolds, M. P., 2007. An economic assessment of the use of physiological selection for stomatal aperture-related traits in the CIMMYT wheat breeding programme. *Journal of Agricultural Science*, 145, 187-194.
- Budak, H., Kantar, M., Yucebilgili Kurtoglu, K., 2013. Drought tolerance in modern and wild wheat. *The Scientific World Journal*, 1-16.
- Chandrasekar, V., Sairam, R.K., Srivastava, G.C., 2000. Physiological and biochemical responses of hexaploid and tetraploid wheat to drought stress. *J. Agron. Crop Sci.*, 185 (4): 219-227.

- Chandrasekar, V., Sairam, R.K., Srivastava, G.C., 2000. Physiological and biochemical responses of hexaploid and tetraploid wheat to drought stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 185 (4): 219-227.
- Çağırğan, İ., 1989. Arpa mutant populasyonlarındaki genotipik varyasyonun belirlenmesi ve seleksiyon yoluyla değerlendirilmesi üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 167 S.
- Çağlar, Ö., Öztürk, A., Bulut, S., 2006. Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin Erzurum ovası koşullarına adaptasyonu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37 (1), 1-7.
- Çoban, M., Çiçek, S., Yazıcı, L., 2017. Farklı Gama Işını Dozlarının İpek 607 Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) çeşidinin M4 Popülasyonundaki Etkilerinin Belirlenmesi. *Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(Özel sayı), 232-235.
- Dolferus, R., Ji, X., Richards, R. A., 2011. Abiotic stress and control of grain number in cereals. *Plant science*, 181(4), 331-341.
- Dubey, S., Bist, R., Misra, S., 2017. Sodium azide induced mutagenesis in wheat plant. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6(10), 294-304.
- Efe, B., Ünal, S., 2017. Farklı Gama Işını Dozlarının Macar Fiği Çeşitlerindeki Bazı Kantitatif Özelliklere Etkisi. *Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(Özel sayı), 135-145.
- Emam, Y., Ranjbar, A. M., Bahrani, M. J., 2007. Evaluation of yield and yield components in wheat genotypes under post-anthesis drought stress, *JWSS-Isfahan University of Technology*, 11(1), 317-328.
- Eren, H., Pekmezci, M. Y., Okay, S., Turktas, M., Inal, B., İlhan, E., Unver, T., 2015. Hexaploid wheat (*Triticum aestivum*) root miRNome analysis in response to salt stress. *Annals of Applied Biology*, 167(2), 208-216.
- Ergene, A., 1993. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 267. Ders Kitapları Serisi No: 42, 560 s. Erzurum.
- Errabii, T., Gandonou, C. B., Essalmani, H., Abrini, J., Idaomar, M., Skali-Senhaji, N., 2006. Growth, proline and ion accumulation in sugarcane callus cultures under drought-induced osmotic stress and its subsequent relief. *African Journal of Biotechnology*, 5(16), 1488-1493.
- Fotovat, R., Valizadeh, M., Toorchi, M., 2007. Association between water-use efficiency components and total chlorophyll content (SPAD) in wheat (*Triticum aestivum* L.) under well-watered and drought stress conditions. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 5 (3-4), 225-227.
- Genç, İ., Yağbasanlar, T., 1994. Bitki Islahı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Genel Yayın, 59.
- Geravandi, M., Farshadfar, E., Kahrizi, D., 2011. Evaluation of some physiological traits as indicators of drought tolerance in bread wheat genotypes. *Russian Journal of Plant Physiology*, 58(1), 69-75.
- Guo, P., Baum, M., Varshney, R.K., Graner, A., Grando, S., Ceccarelli, S., 2008. QTL for chlorophyll and chlorophyll fluorescence parameters in barley under post flowering drought. *Euphytica*, 163 (2), 203-214.
- Gupta, N. K., Gupta, S., Kumar, A., 2001. Effect of water stress on physiological attributes and their relationship with growth and yield of wheat cultivars at different stages. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 186(1), 55-62.

- Gupta, P.K., Balyan, H.S., Gahlaut, V., 2017. QTL analysis for drought tolerance in wheat: present status and future possibilities. *Agronomy*, 7 (5), 1-21.
- Gutierrez-Rodriguez, M., Reynolds, M. P., Escalante-Estrada, J. A., Rodriguez-Gonzalez, M.T., 2004. Association between canopy reflectance indices and yield and physiological traits in bread wheat under drought and well-irrigated conditions. *Australian Journal of Agricultural Research*, 55(11), 1139-1147.
- Halford, N.G., 2009. New insights on the effects of heat stress on crops. *Journal of experimental botany*, 60(15), 4215-4216.
- Hansen, J., Sato, MK., Ruedy, R., 2012. Perception of climate change. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 109,14726-14727.
- Harrel, D.M., Wilhelm, W.W., McMaster, G.S., 1993. Scales: A computer program to convert among three developmental stage scales for wheat. *Agronomy Journal*, 85 (3), 758-763.
- Hoel, B. O., Solhaug, K. A., 1998. Effect of irradiance on chlorophyll estimation with the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. *Annals of Botany*, 82(3), 389-392.
- Hunt, L.A., Van der Porten, G., Pararajasingham, S., 1991. Postanthesis temperature effects on duration and rate of grain filling in some winter and spring wheats. *Canadian Journal of Plant Science*, 71 (3), 609-617.
- Jeong, W. J., Park, Y. I., Suh, K., Raven, J. A., Yoo, O. J., Liu, J. R., 2002. A large population of small chloroplasts in tobacco leaf cells allows more effective chloroplast movement than a few enlarged chloroplasts. *Plant Physiology*, 129(1), 112-121.
- Kalaycı, M., V. Özbek., C. Çekiç., H. Ekiz., M. Keser., F. Altay, 1998. Orta Anadolu koşullarında kurağa dayanıklı buğday genotiplerinin belirlenmesi ve morfolojik ve fizyolojik parametrelerin geliştirilmesi. TÜBİTAK Araştırma Projesi Kesin Raporu, Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Eskişehir.
- Kalefetoğlu, T., Ekmekçi, Y., 2005. Bitkilerde kuraklık stresinin etkileri ve dayanıklılık mekanizması. *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 18(4), 723-740.
- Karademir, E., Karademir, Ç., Ekinci, R., Başbağ, S., Başal, H., 2012. Screening cotton varieties (*Gossypium hirsutum* L.) for heat tolerance under field conditions. *African Journal of Agricultural Research*, 7(47), 6335-6342.
- Karaman, M., Akıncı, C., Yıldırım, M., 2014. Bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde fizyolojik parametreler ile tane verimi arasındaki ilişkinin araştırılması. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 15(1), 41-46.
- Karimizadeh, R., Mohammadi, M., 2011. Association of canopy temperature depression with yield of durum wheat genotypes under supplementary irrigated and rainfed conditions. *Australian Journal of Crop Science*, 5(2), 138-146.
- Kasahara, M., Kagawa, T., Oikawa, K., Suetsugu, N., Miyao, M., Wada, M., 2002. Chloroplast avoidance movement reduces photodamage in plants. *Nature*, 420(6917), 829.
- Kashiwagi, J., Krishnamurthy, L., Upadhyaya, H. D., Gaur, P. M., 2008. Rapid screening technique for canopy temperature status and its relevance to drought tolerance improvement in chickpea. *Journal of SAT Agricultural Research*, 6, 1-4.

- Kebede, H., Abbas, H. K., Fisher, D. K., Bellaloui, N., 2012. Relationship between aflatoxin contamination and physiological responses of corn plants under drought and heat stress. *Toxins*, 4(11), 1385-1403.
- Khakwani, A. A., Dennett, M. D., Khan, N. U., Munir, M., Baloch, M. J., Latif, A., Gul, S., 2013. Stomatal and chlorophyll limitations of wheat cultivars subjected to water stress at booting and anthesis stages. *Pak. J. Bot*, 45(6), 1925-1932.
- Khan, M.R., Qureshi, A.S. 2006. Induced genetic variability in quantitative traits of kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences*, 43(2), 87-94
- Khan, M.R., Qureshi, A.S., 2006. Induced genetic variability in quantitative traits of kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences*, 43(2), 87-94.
- Khan, S., Al-Qurainy, F., Anwar, F., 2009. Sodium azide: a chemical mutagen for enhancement of agronomical traits of crop plants. *Environment International Journal Science Technology*, 4, 1-21.
- Khan, S., Wani, M.R., Parveen, K., 2004. Induced genetic variability for quantitative traits in *Vigna radiata* (L.) Wilczek. *Pakistan Journal of Botany*, 36(4), 845-850.
- Konzak, C. F., 1987. Mutations and Mutation Breeding. In: E.G. Heyne (ed.), *Wheat and Wheat Improvement*, Second Edition, 428-443, ASA. CSSA. SSSA. Inc. Press, Madison, Wisconsin, USA.
- Kumar, S., Sehgal, S. K., Kumar, U., Prasad, P. V., Joshi, A. K., Gill, B. S., 2012. Genomic characterization of drought tolerance-related traits in spring wheat. *Euphytica*, 186(1), 265-276.
- Kumari, M., Pudake, R.N., Singh, V.P., Joshi, A.K., 2013. Association of staygreen trait with canopy temperature depression and yield traits under terminal heat stress in wheat (*Triticum Aestivum* L.). *Euphytica*, 190 (1), 87-97.
- Kutlu, İ., 2010. Tahıllarda kuraklık stresi. *Türk Bilimsel Denemeler Dergisi*, 3(1), 35-41.
- Lagoda, P.J.L., 2007. Effects of mutagenic agents on the DNA sequence in plants. *Plant Breeding and Genetics Newsletter*, 19, 13-14.
- Levitt, J., 1980. *Response of Plants to Environmental Stresses*. Academic Press. Orlando
- Mago, R., Till, B., Periyannan, S., Yu, G., Wulff, B. B., Lagudah, E., 2017. Generation of Loss-of-Function Mutants for Wheat Rust Disease Resistance Gene Cloning. In *Wheat Rust Diseases*, 1659, 199-205.
- Majer, P., Sass, L., Lelley, T., Cseuz, L., Vass, I., Dudits, D., Pauk, J., 2008. Testing drought tolerance of wheat by a complex stress diagnostic system installed in greenhouse. *Acta Biologica Szegediensis*, 52(1), 97-100.
- Maxwell, K., Johnson, G. N., 2000. Chlorophyll fluorescence—a practical guide. *Journal of experimental botany*, 51(345), 659-668.
- Maxwell, K., Johnson, N., 2000. Chlorophyll fluorescence-a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, 51 (345), 659-668.
- Mohamed, M. H., Harris, P. J. C., Henderson, J., 2000. In vitro selection and characterisation of a drought tolerant clone of *Tagetes minuta*. *Plant Science*, 159(2), 213-222.
- Mollasadeghi, V., Valizadeh, M., Shahryari, R., Imani, A.A., 2011. Evaluation of end drought tolerance of 12 wheat genotypes by stress indices. *World Applied Sciences Journal*, 13(3), 545-551.

- Monneveux, P., Jing, R., Misra, S.C., 2012. Phenotyping for drought adaptation in wheat using physiological traits. *Frontiers in Physiology*, 3, 1-12.
- Munns, R., James, R.A., Sirault, X.R.R., Furbank, R.T., Jones, H.G., 2010. New phenotyping methods for screening wheat and barley for beneficial responses to water deficit. *Journal of Experimental Botany*, 61 (13), 3499-3507.
- Nawaz, A., Farooq, M., Cheema, S.A., Yasmeen, A., Wahid, A., 2013. Stay green character at grain filling ensures resistance against terminal drought in wheat. *International Journal of Agriculture and Biology*, 15(6), 1272-1276.
- Ndou, V., Shimelis, H., Odindo, A., Modi, A., 2015. Agro-morphological variation among two selected wheat varieties after ethylmethanesulphonate mutagenesis. *Research on Crops*, 16(1), 27-36.
- Okagaki, R.J., Neuffer, M.G., Wessler, R., 1991. A deletion common to two independently derived waxy mutations of maize. *Genetics*, 128(2), 425-431.
- Oladosu, Y., Rafii, M.Y., Abdullah, N., Hussin, G., Ramli, A., Rahim, H.A., Miah, G., Usman, M., 2015. Principle and application of plant mutagenesis in crop improvement: a review. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 30(1), 1-16.
- Olivares-Villegas, J.J., Reynolds, M.P., McDonald, G.K., 2007. Drought-adaptive attributes in the Seri/Babax hexaploid wheat population. *Functional Plant Biology*, 34(3), 189-203.
- Öztürk, A., 1999. Kuraklığın Kışlık Buğdayın Gelişmesi ve Verimine Etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(5), 531-540.
- Öztürk, A., Akkaya, A., 1996. Kışlık buğday genotiplerinde (*Triticum aestivum* L.) tane verimi, verim unsurları ve fenolojik dönemler üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27 (2), 187-202.
- Öztürk, A., Akten, Ş., 1999. Kışlık buğdayda bazı morfofizyolojik karakterler ve tane verimine etkileri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23 (Ek sayı 2), 409-422.
- Öztürk, A., Aydın, M. 2017. Physiological characterization of Turkish bread wheat genotypes for resistance to late drought stress. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 41(6), 414-440.
- Öztürk, İ., Avcı, R., 2014. Ekmeklik Buğdayda (*Triticum aestivum* L.) Tane Verimi ile Bazı Tarımsal Karakterler Arası İlişkiler. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 23(2), 49-55.
- Öztürk, İ., Korkut, K.Z., 2018. Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.)'ın Farklı Gelişme Dönemlerinde Kuraklığın Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2), 128-137.
- Paknejad, F., Nasri, M., Moghadam, H.R.T., Zahedi, H., Alahmadi, M.J., 2007. Effects of drought on chlorophyll fluorescence parameters, chlorophyll content and grain yield of wheat cultivars. *Journal of Biological Sciences*, 7 (6), 841-847.
- Pandey, A., Kumar, A., Pandey, D.S., Thongbam, P.D., 2014. Rice quality under water stress. *Indian Journal of Advances in Plant Research* 1(2), 23-26.
- Parihar, S., Soni, V., 2016. Biophysical characterization of drought tolerance in Wheat (*Triticum aestivum* L.) through polyphasic chlorophyll fluorescence OJIP analysis. *Biotechnological Research*, 2(1), 48-52.

- Park, Y. I., Chow, W. S., Anderson, J. M., 1996. Chloroplast movement in the shade plant *Tradescantia albiflora* helps protect photosystem II against light stress. *Plant Physiology*, 111(3), 867-875.
- Peleg, Z., Fahima, T., Abbo, S., Krugman, T., Nevo, E., Yakir, D., Saranga, Y., 2005. Genetic diversity for drought resistance in wild emmer wheat and its ecogeographical associations. *Plant Cell Environ.*, 28 (2), 176-191.
- Pinto, R.S., Reynolds, M.P., Mathews, K.L., McIntyre, C.L., Villegas, J.J.O., Chapman, S.C., 2010. Heat and drought adaptive QTL in a wheat population designed to minimize confounding agronomic effects. *Theoretical and Applied Genetics.*, 121 (6), 1001-1021.
- Pireivatlou, S.A., Yazdansepar, A., 2008. Mobilization of dry matter and its relations with drought stress in wheat genotypes.
- Porter, J.R., Gawith, M., 1999. Temperatures and the growth and development of wheat: a review. *European Journal of Agronomy*, 10(1), 23–36.
- Prasad, B., Carver, B.F., Stone, M.L., Babar, M.A., Raun, W.R., Klatt, A.R., 2007. Genetic analysis of indirect selection for winter wheat grain yield using spectral reflectance indices. *Crop science*, 47(4), 1416-1425.
- Rahaie, M., Xue, G. P., Schenk, P. M., 2013. The role of transcription factors in wheat under different abiotic stresses. *InTech*, 367-385.
- Rajala, A., Hakala, K., Makela, P., Muurinen, S., Peltonen-Sainio, P., 2009. Spring wheat response to timing of water deficit through sink and grain filling capacity. *Field Crops Research*, 114(2), 263-271.
- Rashid, A., Stark, J.C., Tanveer, A., Mustafa, T., 1999. Use of canopy temperature measurements as a screening tool for drought tolerance in spring wheat. *Journal of agronomy and crop science*, 182 (4), 231-237.
- Razzaq, A., Ali, Q., Qayyum, A., Mahmood, I., Ahmad, M., Rashedd, M., 2013. Physiological responses and drought resistance index of nine wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under different moisture conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 45 (1), 151-155.
- Reynolds, M. P., Pierre, C. S., Saad, A. S. I., Vargas, M., Condon, A. G., 2007. Evaluating potential genetic gains in wheat associated with stress-adaptive trait expression in elite genetic resources under drought and heat stress. *Crop Science*, 47(Supplement_3), 172-189
- Reynolds, M.P., Ortiz-Monasterio, J.I., McNab, A. 2001. Application of physiology in wheat breeding. *CIMMYT, Mexico*, 124–135.
- Reynolds, M.P., Pierre, C.S., Saad, A.S., Vargas, M., Condon, A.G., 2007. Evaluating potential genetic gains in wheat associated with stress-adaptive trait expression in elite genetic resources under drought and heat stress. *Crop Science*, 47(Supplement_3), 172-189.
- Reynolds, M.P., Singh, R.P., Ibrahim, A., Ageeb, O.A.A., Saavedra, A.L., Quick, J.S., 1998. Evaluating physiological traits to complement empirical selection for wheat in warm environments. *Euphytica*, 100 (1-3), 85-94.
- Rines, H.W., 1985. Sodium azide mutagenesis in diploid and hexaploid oats and comparison with ethyl methanesulfonate treatments. *Environmental and experimental botany*, 25(1), 7-16.
- Rodriguez, M.G., Reynolds, M.P., Estrada, J.A.E., Gonzales, M.T.R., 2004. Association between canopy reflectance indices and yield and physiological traits in bread

- wheat under drought and well irrigated conditions. Aust. J. Agric. Res., 55 (11), 1139-1147.
- Rong-hua, L., Pei-guo, G., Baum, M., Grando, S., Ceccarelli, S., 2006. Evaluation of chlorophyll content and fluorescence parameters as indicators of drought tolerance in barley. Agricultural Sciences in China, 5(10), 751-757.
- Sade B., 2008. Yeni boyutlarıyla kuraklık ve nadas. Ülkesel Tahıl Sempozyumu, Konya, Türkiye.
- Saeidi, M., Ardalani, S., Jalali-Honarmand, S., Ghobadi, M.E., Abdoli, M., 2015. Evaluation of drought stress at vegetative growth stage on the grain yield formation and some physiological traits as well as fluorescence parameters of different bread wheat cultivars. Acta Biologica Szegediensis, 59(1), 35-44.
- Saidi A., Ookawa T., Motobayashi T., Hirasawa T., 2008. Effects of soil moisture conditions before heading on growth of wheat plants under drought conditions in the ripening stage: insufficient soil moisture conditions before heading render wheat plants more resistant to drought to ripening. Plant Production Science, 11(4), 403-414.
- Saidi, A., Ookawa, T., Motobayashi, T., Hirasawa, T., 2008. Effects of soil moisture conditions before heading on growth of wheat plants under drought conditions in the ripening stage: insufficient soil moisture conditions before heading render wheat plants more resistant to drought during ripening. Plant production science, 11(4), 403-414.
- Saint Pierre, C., Crossa, J., Manes, Y., Reynolds, M. P., 2010. Gene action of canopy temperature in bread wheat under diverse environments. Theoretical and Applied Genetics, 120(6), 1107-1117.
- Sakin, M.A., Yıldırım, A., Gökmen, S., 2004. Makarnalık Buğday Mutantlarının M4 ve M5 Kuşaklarında Verim ve Verim Ögelerinin incelenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (1), 96-103.
- Sayar, R., Khemira, H., Kameli, A., Mosbahi, M. 2008. Physiological tests as predictive appreciation for drought tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Agronomy research, 6(1), 79-90.
- Schnyder H., 1993. The role of carbohydrate storage and redistribution in the source-sink relations of wheat and barley during grain filling-a review. New Phytologist Journal., 123(2), 233-245
- Schnyder H., 1993. The role of carbohydrate storage and redistribution in the source-sink relations of wheat and barley during grain filling-a review. New Phytologist Journal., 123(2), 233-245.
- Shahzad, A., Iqbal, M., Asif, M., Hirani, A. H., Goyal, A. 2013. Growing wheat on saline lands: can a dream come true?. Australian Journal of Crop Science, 7(4), 515.
- Sharma, S.C., Thakur, K.S., 2004. Selection criteria for drought tolerance in spring wheat (*T. aestivum* L.). Crop Science Congress, Brisbane, Australia.
- Siebert, S., Ewert, F., Rezaei, E. E., Kage, H., Graß, R., 2014. Impact of heat stress on crop yield—on the importance of considering canopy temperature. Environmental Research Letters, 9(4), 1-8.
- Soylu, S., Topal, A., Sade, B., Akgün, N., 1999. Konya şartlarında bazı ekmeklik buğday çeşitlerinin verim ve verim ögelerinin belirlenmesi. S.Ü. Ziraat Fak. Derg., 13 (1): 60-73.

- Şehirali, S., Özgen, M., 2007. Bitki Islahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:1553, Ankara. Aydın
- Topbaş, M.T., 1987. Azotlu Gübreler. Selçuk Üniversitesi Yayınları. Ders Kitabı No: 36, Selçuk Üniversitesi Basımevi, 176 s, Konya.
- Tosun, M., 2015. Bitki Islahı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 480 s, Erzurum.
- Tosun, M., 2015. Mutasyon Islahı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 364 s, Erzurum.
- Trojan, A., Gabrys, H., 1996. Chloroplast distribution in *Arabidopsis thaliana* (L.) depends on light conditions during growth. *Plant Physiology*, 111(2), 419-425.
- TÜİK, 2017. Buğday. Ankara http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=1562 12.11.2018
- Ulukapi, K., Nasircilar, A.G., 2015. Developments of gamma ray application on mutation breeding studies in recent years. International Conference on Advances in Agricultural, Biological & Environmental Sciences (AABES-2015), London, United Kingdom, 31-34.
- Valerio, I.P., Carvalho, F.I.F., Oliveira, A.C., Benin, G., Souza, V.Q., Machado, A.A., Bertan, I., Busato, C.C., Silveira, G., Fonseca, D.A.R., 2009. Seeding density in wheat genotypes as a function of tillering potential. *Scientia Agricola*, 66(1), 28-39.
- Voltas, J., Romagosa, I., Munoz, P., Araus, J.L., 1998. Mineral accumulation, carbon isotope discrimination and indirect selection for grain yield in two-rowed barley grown under semiarid condition. *European Journal of Agronomy*, 9 (2-3), 147-155.
- Wen, J., Liang, H., 1995. Effects of KCN and NaN₃ (3) pretreatment on the cyanide-resistant respiration in tobacco callus. *Acta Botanica Sinica*, 37(9), 711-717.
- Wiegand, C.L., Gebermann, A.H., Cuellar, J.A., 1981. Development and yield of hard red winter wheats under semitropical conditions. *Agronomy Journal*, 73(1), 29-37.
- Wood, C.W., Reeves, D.W., Himelrick, D.G., 1993. Relationships between chlorophyll meter readings and leaf chlorophyll concentration, N status, and crop yield: A review. *Proceeding Agronomy Society New Zealand*, 23,1-9.
- Xiong, Y.C., Li, F.M., Zhang, T., Xia, C., 2007. Evolution mechanism of non-hydraulic root-to-shoot signal during the anti-drought genetic breeding of spring wheat. *Environ Exp. Bot.*, 59 (2), 193-205.
- Zlatev, Z., 2009. Drought induced changes in chlorophyll fluorescence of young wheat plants. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 23 (2), 438-441.

ÖZGEÇMİŞ

Bingöl İli Göltepesi Köyü’nde 1989 yılında doğdu. İlkokul, ortaokul ve lise eğitimini Bingöl İli’nde tamamladı. 2010 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi’nde öğrenim görmeye başladı. 2014 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü’nden mezun oldu. 2015 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı.

