

**T.C.  
SİİRT ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BUĞDAY (*Triticum aestivum* L.) BİTKİSİNDE KURAKLIK İLE İLİŞKİLİ BAZI  
HAREKETLİ GENETİK ELEMENTLERİN (TRANSPOZON) VE FİZYO-  
BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Yusuf TEĞİN  
(143104005)**

**Biyoloji Anabilim Dalı**

**Danışman : Dr. Öğretim Üyesi Behcet İNAL  
II. Danışman : Doç. Dr. Atilla DURMUŞ**

**Aralık-2018  
SİİRT**

## TEZ KABUL VE ONAYI

Yusuf TEĞİN tarafından hazırlanan "**Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bitkisinde Kuraklık İle İlişkili Bazı Hareketli Genetik Elementlerin (Transpozon) ve Fizyo- Biyokimyasal Parametrelerin İncelenmesi**" adlı yüksek lisans tez çalışması 10/12/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

imza

#### Başkan

Unvanı Adı SOYADI

Doç. Dr. Mehmet Emre EREZ

#### Danışman

Unvanı Adı SOYADI

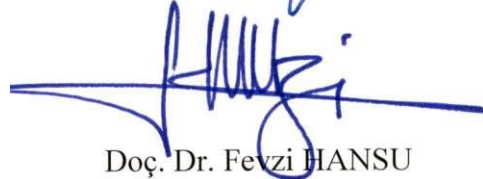
Dr. Öğr. Üyesi Behcet İNAL

#### Üye

Unvanı Adı SOYADI

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa RÜSTEMOĞLU

Yukarıdaki sonucu onaylarım.



Doç. Dr. Fevzi HANSU  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez alışması Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinatörlüğü tarafından 2017-SİÜFEBöTnolu proje ile desteklenmiştir.

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında kuraklık stresi uygulanmış kuraklığa hasas Bezostaja ve kuraklığa karşı toleranslı Gün-91 olan iki farklı buğday çeşidinde, gen fonksiyonu ve genom üzerinde önemli etkileri bulunan bazı transpozon genlerinin ifade seviyeleri eş-zamanlı PZR ile ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar, bitki gelişimi için önemli klorofil, glutatyon redüktaz, yaprak oransal su içeriği, kuru ve yaş ağırlık gibi bazı fizyobiyokimyasal parametreler açısından'da karşılaştırılmıştır. Dolayısı ile farklı buğday çeşitlerinin kuraklık stresine karşı gösterdiği bazı moleküler ve fizyolojik cevaplar ortaya konulmuştur. Bu durumda, insan ve hayvan yaşamında önemli bir besin bitkisi olan buğdayın, özelde ülkemizi ve genelde de dünyayı tehdit eden kuraklığa karşı moleküler-fizyoloji seviyesinde nasıl bir tepki verdiği konusunda literatüre yeni bilgiler kazandırılmıştır.

Yüksek lisansın her aşamasında bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren danışman hocam, Dr. Öğr. Üyesi Behcet İNAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuar çalışmalarında bana destek veren Dr. Öğr. Gör. Oğuzhan ÖZDEMİR'e ve tez yazım aşamasında yanımda olan değerli arkadaşım Biyolog Adem KARAKAYA'ya teşekkürlerimi sunuyorum. Üniversite hayatımda ve çalışmalarımında her zaman yanımda olan ve beni destekleyen değerli hocam sayın Doç.Dr. Halil DEMİR 'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca dostlukları ile hep yanımda olan Cahit ELMA, Mehmet Kadir ODUNCU, Deniz GEÇER, Reşat YOLBAŞ, Erkan YILMAZ ve Asım YILMAZ' a teşekkürlerimi sunuyorum.

2017SİÜFEB61 nolu proje ile gerekli malzemelere sahip olmamızı sağlayan Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğüne 'ne teşekkürlerimi sunarım.

Yusuf TEĞİN  
SİİRT-2018

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
TABLolar LİSTESİ .....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	vii
KISALTMALAR VE SİMGELERLİSTESİ.....	viii
ÖZET .....	ix
ABSTRACT.....	x
<b>1. GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1. Buğday Bitkisi .....	2
1.1.1. Buğday taksonomisi ve buğday genetiği .....	3
1.2. Antioksidan Sistemler.....	5
1.3. Transpozonlar (Mobile Genetik Elementler).....	7
1.3.1. Transpozonların biyolojik önemleri ve görevleri .....	8
1.3.2. Transpozonların sınıflandırılması ve hareket mekanizması .....	10
<b>2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>12</b>
<b>3. MATERYAL VE METOT.....</b>	<b>15</b>
3.1. Bitkilerin Yetiştirilmesi .....	15
3.2. Yaş ve Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi .....	16
3.3. Gövde Boyu ve Çapının Belirlenmesi .....	16
3.4. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi .....	17
3.5. Klorofil Miktarının Belirlenmesi .....	17
3.6. Glutasyon Redüktaz (GR) Aktivitesi .....	18
3.7. RNA İzolasyonu ve cDNA Sentezinin yapılması.....	19
3.8. qRT-PCR ile Kuraklık ile İlişkili Transpozonların İfade Analizi.....	21
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>	<b>22</b>
4.1. Kuraklık Stresi Altında Örneklerin Yaş ve Kuru Ağırlık Analizi .....	22
4.2. Gövde Boyu ve Çapının Ölçülmesi .....	23
4.3. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Analizi.....	24
4.4. Kuraklık Stresi Uygulanmış Yapraklarda Klorofil Miktarının Ölçülmesi .....	25
4.5. Kuraklık Stresi Uygulanmış Yapraklarda Glutasyon Redüktaz (GR) Aktivitesinin Analizi.....	27
4.6. Kuraklığa Maruz Bırakılmış Yapraklardan RNA'nın İzole Edilmesi ve cDNA'nın Sentezi.....	27
4.7. qRT-PCR ile Kuraklık ile İlişkili Transpozonların İfade Seviyesinin Ölçülmesi 28	

<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>37</b>
5.1. Sonuçlar .....	37
5.2. Öneriler .....	38
<b>6. KAYNAKLAR .....</b>	<b>39</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>45</b>



## TABLolar LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 1.1.</b> Dünyada ve başlıca üretici ülkelerde buğday verimi.....	3
<b>Tablo 4.1.</b> Kuraklık stresi uygulanmış ve uygulanmamış yaprak örneklerinin kuru ve yaş ağırlıkları .....	23
<b>Tablo 4.2.</b> Kuraklık stresi uygulanmış ve uygulanmamış örneklerin boy uzunlukları ve gövde çapları.....	24
<b>Tablo 4.3.</b> Buğday örneklerinin yaprak oransal su içeriğinin hesaplanması.....	25
<b>Tablo 4.4.</b> Örneklerin klorofil miktarının spektrofotometrede ölçüm sonuçları.....	26
<b>Tablo 4.5.</b> Örneklerin klorofil a ve klorofil b miktarları.....	26



## ŞEKİLLER LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1. Antikozidantların sınıflandırılması.....	6
Şekil 1.2. Transpozonların mısır fenotipindeki etkileri.....	8
Şekil 1.3. Transpozonların sınıflandırılması.....	11
Şekil 3.1. Kuraklığa karşı hassas ve dayanıklı buğday çeşitleri.....	15
Şekil 3.2. Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerinden rasgele seçilen üçer örneğin yaş ve kuru ağırlıklarının hassas terazide hesaplanması.....	16
Şekil 3.3. Buğday çeşitlerinin kumpas yardımı ile gövde boyu ve gövde çapının hesaplanmasının yapılması.....	17
Şekil 3.4. Kuraklık stresi uygulanmış ve uygulanmamış yaprak örneklerinde klorofil miktarının belirlenmesi.....	18
Şekil 3.5. RNA İzolasyonu.....	20
Şekil 4.1. Örneklerin glutatyon redüktaz aktiviteleri.....	27
Şekil 4.2. RNA izolasyonları jel görüntüsü.....	28
Şekil 4.3. Ttd1a retrotranspozonun Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerindeki aktivitesi.....	29
Şekil 4.4. BARE1 retrotranspozonun Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerindeki aktivitesi.....	30
Şekil 4.5. Tnt1 retrotranspozonun Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerindeki gen ifade seviyesi.....	31
Şekil 4.6. EARE1 retrotranspozonun Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerindeki gen ifade seviyesi.....	32
Şekil 4.7. Tto1 retrotranspozonun Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerindeki gen ifade seviyesi.....	33
Şekil 4.8. Tto5 retrotranspozonun Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerindeki gen ifade seviyesi.....	34
Şekil 4.9. Tos17 retrotranspozonun Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerindeki gen ifade seviyesi.....	35
Şekil 4.10. Reme1 retrotranspozonun Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerindeki gen ifade seviyesi.....	36

## KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

<b><u>Kısaltma</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
<b>ABA</b>	: Absisik asit
<b>BHA</b>	: Butillendirilmiş hidroksianisol
<b>BHT</b>	: Butillendirilmiş Hidroksitoluen
<b>cDNA</b>	:Komplementer DNA
<b>CS</b>	: Chinese Spring
<b>DNA</b>	: Deoksiribonükleik asit
<b>GR</b>	: Glatasyon Redüktaz
<b>LTR</b>	: Long Terminal Repeat
<b>MITEs</b>	: Miniature Inverted-Repeat Transposable Elements
<b>NADPH</b>	: Nikotinamid Adenin Dinükleotit Fosfat
<b>OH</b>	: Hidroksil Radikali
<b>PZR</b>	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
<b>RNA</b>	: Ribo Nükleik Asit
<b>ROT</b>	: Reaktif Oksijen Türleri
<b>RT</b>	:Reverse Transcriptase
<b>Rubisco</b>	: Ribulozbisfosfat karboksilaz
<b>SOD</b>	:Süperoksit Dismutaz
<b>SR</b>	: Serbest Radikaller
<b>TSD</b>	:Target Site Duplications
<b>YNSİ</b>	: Yaprak Nispi Su İçeriği
<b>YOSİ</b>	: Yaprak Oransal Su İçeriği

<b><u>Simge</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
<b>µl</b>	: Mikrolitre
<b>g</b>	: Gram
<b>abs</b>	: Absorbans
<b>mg</b>	: Miligram
<b>ml</b>	: Mililitre
<b>mM</b>	: Milimolar
<b>nm</b>	: Nanometre
<b>° C</b>	: Santigrat



## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### **Buğday (*Triticum aestivum* L.) Bitkisinde Kuraklık İle İlişkili Bazı Hareketli Genetik Elementlerin (Transpozon) ve Fizyo-Biyokimyasal Parametrelerin İncelenmesi**

**Yusuf TEĞİN**

**Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı**

**Danışman : Dr. Öğretim Üyesi Behcet İNAL**

**II. Danışman : Doç. Dr. Atilla DURMUŞ**

**2018, 45 Sayfa**

Biyotik ve abiyotik stres etmenleri çeşitli bitkilerde önemli ürün kayıplarına neden olmakta, insan ve hayvan beslenmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Kuraklık en bilinen abiyotik stres faktörlerinden birisidir. Dünya üzerindeki kullanılabilir alanlar stres faktörlerine göre sınıflandırıldığında doğal bir stres faktörü olan kuraklık stresi %26'lık payıyla en büyük dilimi içermektedir. Bitkilerde kurağa dayanıklılık mekanizmasının geliştirilmesi oldukça karmaşık ve uzun bir süre gerektiren işlemdir. Bu yüzden bitkinin bazı moleküler, biyokimyasal fizyolojik ve morfolojik özelliklerinin değişik çevre koşulları altında büyük önem taşımaktadır. Bitkilerin yetistirildikleri çevrede, kurağa dayanımını etkileyen çok sayıda faktör vardır. Bu durum, kurağa dayanıklı genotiplerin geliştirilmesini oldukça güçleştirmektedir. Kurağa dayanıklılık gösteren bitkilerdeki moleküler fizyolojik ve biyokimyasal sistemler ise karmaşık yapıyı oluşturmaktadır. Kurak koşullar altında bu sistemler arasındaki etkileşimler ve verim ile olan ilişkileri yapıyı daha da karmaşık hale getirmektedir.

Bu tez çalışmasında, kuraklık stresi uygulanmış farklı buğday çeşitlerinde (Gün91, Bezostaja), gen fonksiyonu ve genom üzerinde önemli etkileri bulunan bazı transpozon genlerinin ifade seviyeleri eş-zamanlı PZR ile ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar, bitki gelişimi için önemli olarak tanımlanan klorofil, glutatyon redüktaz, yaprak oransal su içeriği, kuru ve yaş ağırlık gibi bazı fizyo-biyokimyasal parametreler ile karşılaştırılmıştır. Dolayısı ile ekmeklik farklı buğday çeşitlerinin kuraklık stresine karşı gösterdiği moleküler fizyolojik cevaplar ortaya konulmuştur.

Sonuç olarak, bu tez çalışması ile kuraklık stresi altında ki buğdayın geliştirdiği moleküler ve fizyo-biyokimyasal değişimler ile ilgili literature yeni bilgiler kazandırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan, Buğday, Gen İfadesi, Kuraklık Stresi, Klorofil, Transpozon

## **ABSTRACT**

## **MS THESIS**

# **INVESTIGATION OF DIFFERENTIAL GENETIC ELEMENTS (TRANSPOZON) AND PHYSIO--BIOCHEMICAL PARAMETERS RELATED TO DROUGHT IN *Triticum aestivum* L.**

**Yusuf TEĞİN**

**The Graduate School of Natural and Applied Science of Siirt University  
The Degree of Master of Science  
In Biology**

**Supervisor : Assist. Prof. Dr. Behcet İNAL**

**Co-Supervisor : Assoc. Prof. Atilla DURMUŞ**

**2018, 45 Pages**

Biotic and abiotic stressors cause significant product losses in various plants and adversely affect human and animal nutrition. Drought is one of the most known abiotic stress factors. When the usable areas in the world are classified according to stress factors, drought stress, which is a natural stress factor, contains the largest tranche with a share of 26%. The development of the drought-resistant mechanism in plants is a very complex and long-term process. Therefore, some molecular, biochemical, physiological and morphological characters of the plant show significant relationships under different environmental conditions. In the environment where plants are grown, there are many factors affecting the resistance of the drought. This makes plant difficult to develop drought-resistant genotypes. Molecular, physiological and biochemical systems in plants constitute the complex structure in terms of drought resistance. The interactions and interactions between these systems under drought conditions make further complicate the structure. In this thesis, the expression levels of some transposon genes that have a significant effects on gene function and genome were measured by q-RT PCR in wheat varieties (Gün91, Bezostaja). This results were compared to some physio-biochemical parameters such as chlorophyll, glutathione reductase, leaf water content, dry and wet weight which important for plant growth. Therefore, the molecular physiological responses of different wheat varieties against drought stress have been demonstrated in this study. As a result, with this thesis, new literature informations about the molecular and physico-biochemical changes developed by the wheat under drought stress has been gained.

**Key Words:** Antioxidant, Wheat, Gene Expression, Drought Stress, Chlorophyll, Transposon

## 1. GİRİŞ

Buğday, tüm tarım ürünleri arasında en çok kullanılan temel besin kaynağıdır. Buğday birçok gıda ürününün hammaddesi olarak kullanılmakta ve artan dünya nüfusu ile beraber buğdaya olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Ayrıca dünya nüfusunun artmasına paralel olarak küresel ısınma ve abiyotik stresler karşısında buğday tarımının azalması hatta yok olma tehlikesi bulunmaktadır (Aslın, 1986). Bitkilerin gelişimini ve büyümesini olumsuz yönde etkileyen en önemli etken kuraklık stresidir. Bu durum bitkilerde birçok biyolojik aktiviteye neden olmakta ve fizyolojik, biyokimyasal, moleküler olayları etkileyerek bitkinin olumsuz şartlara göre dengeyi sağlaması için tolerans mekanizmaları gelişmesini sağlamaktadırlar. Küresel çapta kullanılabilen tarım alanlarına etki eden abiyotik stres faktörleri göz önüne alındığında, kuraklık stresinin %26, mineral madde stresinin %20 ve soğuk stresinin %15 oranında etki ettiği tespit edilmiştir. Bunların dışında kalan %29'luk kısım, diğer stres faktörlerin etkisinde iken toplam kullanılabilen alanların sadece %10'luk kısmı herhangi bir stres etkisi altında değildir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Dünya'nın yıllık yağış ortalaması 1000 mm<sup>3</sup> iken, Türkiye'de ise 643 mm<sup>3</sup>'tür. Buna göre kuraklık ülkemizin karakteristik bir özelliğidir (Sade, 2008).

Biyotik ve abiyotik stres etmenleri çeşitli bitkilerde önemli ürün kayıplarına neden olmakta, insan ve hayvan beslenmesini olumsuz yönde etkilemektedir. Optimum koşullarda çeşitli bitkilerden biyotik ve abiyotik stres etmenlerinin etkisiyle ortalama ürün kaybı %65 ile %87 arasında değişirken, abiyotik etmenlerin neden olduğu ortalama ürün kaybı %51 ile %82 arasında değişmektedir (Kaçar ve ark., 2009). Kuraklığın hakim olduğu durumlarda bitkide fotosentezin azalması ve yaprakların yaşlanmasına bağlı olarak ürün miktarında düşüş meydana gelmektedir. Bunlara paralel olarak klorofil parçalanması meydana gelmekte ve fotosentez hızı düşmektedir (Saeedipour ve Moradi, 2010).

Bitkiler hareket edemediklerinden dolayı stres koşullarında hayatta kalmak için bazı fizyolojik, morfolojik, biyokimyasal ve moleküler aktivitelerde bulunup bu streslere karşı özel proteinler sentezledikleri belirlenmiştir (Kimpel ve Key, 1985; Linquist, 1986; Vierling, 1991).

Bitkilerde kurağa dayanıklılık mekanizmasının geliştirilmesi oldukça karmaşık ve uzun bir süre gerektiren işlemdir. Bu yüzden bitkinin bazı fizyolojik ve morfolojik

özelliklerinin değişik çevre koşulları altında verim ile gösterdiği ilişkiler ve kalıtım özellikleri de büyük önem taşımaktadır. Bitkilerin yetiştirildikleri çevrede, kurağa dayanımını etkileyen çok sayıda faktör vardır. Bu durum, kurağa dayanıklı genotiplerin geliştirilmesini oldukça güçleştirmektedir. Kurağa dayanıklılık yönünden bitkilerdeki fizyolojik, morfolojik ve biyokimyasal sistemler ise karmaşık yapıyı oluşturmaktadır. Kurak koşullar altında bu sistemler arasındaki etkileşimler ve verim ile olan ilişkileri yapıyı daha da karmaşık hale getirmektedir.

Bu çalışmada'da kuraklık stresi uygulanmış ve sırası ile kuraklığa karşı hassas ve dayanıklı olan Bezostaja ve Gün-91 buğday çeşitlerinde, kuraklık stresi mekanizmasını anlamak amacı ile gen fonksiyonu ve genom üzerinde önemli etkileri bulunan bazı transpozon genlerinin ifade seviyeleri eş-zamanlı PZR ile ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar, bitki gelişimi için önemli klorofil, glutatyon redüktaz, yaprak oransal su içeriği, kuru ve yaş ağırlık gibi bazı fizyo-biyokimyasal parametreler ile karşılaştırılmıştır.

### **1.1. Buğday Bitkisi**

Buğday (*Triticum aestivum* L.), dünyada temel besin kaynağı olup büyük bir uyum sağlama yeteneğine sahip, içerdiği protein, mineral, vitamin vb. öğelerle tarım ürünlerinin başında yer alan, tek yıllık otsu bir bitkidir. Buğday, iyi bir besin hammaddesi oluşu, adaptasyon sınırının genişliği, üretim, taşıma, depolama ve işleme kolaylığı gibi nedenlerden dolayı dünya nüfusunun yaklaşık %35'inin temel besin kaynağı durumundadır. Buğday tanesi yaklaşık olarak %65-75 nişasta, %8-15 protein, %1-5 yağ, %1,5- 3 şeker, %1-2 kül, %11-13 su içerir. Buğday tanesinde karbonhidrat, yağ ve proteinin yanında, insan ve hayvan beslenmesinde önemli derecede rol oynayan vitaminler de bulunmaktadır (Aslın, 1986). Buğday, temel besin kaynağı olması nedeniyle tüm dünyada üretimine önem verilmekte ve meydana gelen küresel kuraklık için önlemler alınmaya çalışılmaktadır.

Canlılar üzerindeki stres faktörleri biyotik ve abiyotik faktörlerdir. Bunlardan abiyotik stres faktörleri; kuraklık, sıcaklık, soğukluk, tuzluluk, radyasyon, çeşitli kimyasallar, rüzgâr, besin yetersizliği gibi etmenlerdir. Biyotik stres faktörleri ise virüs, bakteri, mantarlar, böcekler vb. etkilere kaynaklanmaktadır (Lawlor ve Cornic, 2002; Wang ve ark., 2003; Mahajan ve Tuteja, 2005). Abiyotik stresin; bitkilerde ortalama %50'den fazla ürün kaybına neden olduğu tespit edilmiştir (Bray ve ark., 2000). Abiyotik stres sebebiyle oluşan zarar

bitkinin türüne, tolerans ve adaptasyon kabiliyetine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Kadioğlu, 2004; Madhova ve ark., 2005).

Toprak Mahsuleleri Ofisinin (TMO) verilerine göre dünya genelinde buğday üretimi yapan ülkelerin 2017 yılına ait bilgileri aşağıda verilmiştir (Tablo 1.1). Tabloda görüldüğü gibi buğday üretim miktarında yıllara göre dalgalanmalar olmuştur. Bu dalgalanmaların nedeinin biyotik ve abiyotik stres faktörlerinden kaynaklandığı düşünölmektedir.

**Tablo 1.1.** Dünyada ve başlıca üretici ölkelerde buğday verimi (Ton/Ha) (TMO, 2017) (Url-1).

Ölkeler	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18*
AB (28)	5,27	5,28	5,20	5,57	5,84	5,97	5,34	5,80
Çin	4,75	4,84	4,98	5,06	5,24	5,39	5,33	5,41
Ukrayna	2,68	3,35	2,80	3,39	3,94	3,83	4,14	4,06
Arjantin	3,51	3,23	2,66	2,67	2,80	2,86	3,30	3,56
Kanada	2,82	2,96	2,86	3,59	3,10	2,88	3,57	3,34
Rusya	1,91	2,26	1,77	2,23	2,50	2,39	2,68	3,17
ABD	3,10	2,93	3,11	3,17	2,94	2,93	3,54	3,11
Hindistan	2,84	2,99	3,18	3,12	3,15	2,75	2,85	3,10
Pakistan	2,65	2,72	2,69	2,79	2,82	2,78	2,78	2,93
Türkiye	2,43	2,69	2,67	2,84	2,40	2,88	2,69	2,76
Avustralya	2,03	2,15	1,76	2,01	1,92	1,97	2,72	1,74
Kazakistan	0,68	1,64	0,73	1,07	1,05	1,19	1,21	1,24
<b>Dünya</b>	<b>3,00</b>	<b>3,17</b>	<b>3,05</b>	<b>3,26</b>	<b>3,29</b>	<b>3,30</b>	<b>3,39</b>	<b>3,45</b>

### 1.1.1. Buğday taksonomisi ve buğday genetiği

Kromozom sayısına göre buğday çeşitleri üç kategoride toplanmaktadır. Bunlar; diploid ( $2n=14$ ) *Triticum monococcum* AA, tetraploid ( $2n=28$ ) *Triticum turgidum* ssp. *durum* AABB (makarnalık buğday, durum buğdayı) ve hekzaploid ( $2n=42$ ) *Triticum aestivum* ssp. *aestivum* AABBDD (ekmeklik buğday)'dır (Joppa, 1993).

### Triticum cinsinin sistematigi

Domain	: <i>Eukaryota</i> (Ökaryotlar)
Kingdom	: <i>Plantae</i> (Bitkiler)
Phylum :	: <i>Spermatophyta</i> (Tohumlu Bitkiler)
Subphylum	: <i>Angiospermae</i>
Class	: <i>Monocotyledonae</i> (Tek Çenekliler)
Order	: <i>Cyperales</i>
Family	: <i>Poaceae</i> (Buğdaygiller)
Genus	: <i>Triticum</i> (Buğday)
Species	: <i>Triticum aestivum</i> L.
(Url-2).	

En iyi gelişme sıcaklığı 25 °C olan buğdayın genotipleri farklı iklim ve toprak koşullarında yetişebilir. Yıllık yağışın 375-875 mm<sup>3</sup> olduğu yerlerde en iyi gelişme gösterir. Buğdayın Kuzey Yarımküredeki ılıman bölgelerde hasat mevsimi nisan ve eylül ayları iken; Güney Yarımküredeki hasat mevsimi ekim ve ocak aylarıdır (Leonard ve Martin, 1963).

Çalışmada kullanılan ekmeklik Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerinin özellikleri ile ilgili bazı bilgiler aşağıda yer almaktadır.

### Bezostaja özellikleri

Sap uzunluğu kısa, kılçıksız, beyaz kavuzlu, orta uzun, orta sık ve dik başaklıdır. Sert-kırmızı ve camsı taneli olup, 1000 tane ağırlığı 40-44 gr'dır. Tanelerde karın yarığı derin olup, karın yanakları keskindir ve tanenin sırtı yüksektir. Kışlık bir çeşit olup, soğuğa karşı dayanıklıdır. Fakat kurağa karşı dayanıklılığı azdır. Kardeşlenmesi azdır, gübreye karşı tepkisi iyidir. Erkenciliği orta olup yatmaya karşı dayanıklıdır. En iyi sonuç sonbaharda erken çıkış sağlandığında alınır. Kardeşlenmesinin düşük olmasından dolayı verim potansiyeli tane ve başak büyüklüğünden kaynaklanır. İlkbahar son donlarından zarar görmez. Ancak yaz kuraklarından fazlaca etkilendiği için kır-bayır tarlalar ve yeterli yağış almayan yörelerdeki

alanlar için uygun değildir. Sarı pasa dayanıklı olup, kara ve kahverengi pasa orta derecede dayanıklıdır. Sürme ve راستیға orta hassastır. Kök ve kök boğazı çürüklüklerinden önemli ölçüde etkilenir (Url-3).

### Gün 91 özellikleri

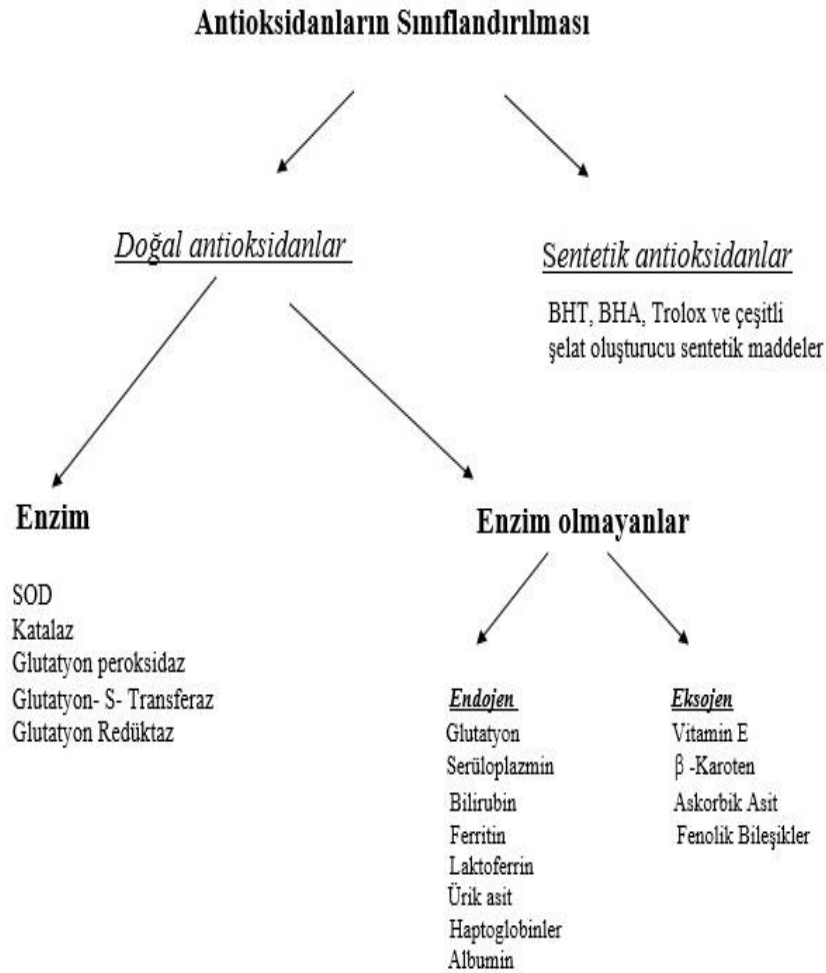
Kırmızı ve sert taneli, kılçıklı ve beyaz başaklı, başakları uzun, orta sık ve yarı yatık bir yapıya sahip ekmeklik buğday çeşididir. Başaktaki tane sayısı oldukça yüksek, sağlam saplı ve orta boyludur. İlkbaharda gelişmesi çok iyi olduğundan yabancı otlarla rekabeti oldukça iyi, soğuğa karşı, kışa ve kuraklığa karşı dayanıklı, kardeşlenmesi yüksek, gübreye reaksiyonu iyi, yatma görülmeyen ve harman olma kabiliyeti iyi olan bir buğdayçeşitidir (Url-4).

## **1.2. Antioksidan Sistemler**

Antioksidanlar, serbest radikal olan nitrojen türü ve reaktif oksijen benzeri oksidatiflere karşı koruyan kimyasal maddelerdir. Antioksidanların en önemli kaynağı bitkisel kaynaklı ürünlerdir. Gıda ürünlerindeki doğal antioksidan bileşenler; indirgen ajan, serbest radikal bağlayıcılar, singlet oksijen tutucu sistemlerdir (Lee ve ark., 2004). Antioksidanlar, canlıların yapısındaki serbest dolaşan radikalleri yakalayıp nötralize eden ve hücrelerin onlardan etkilenmesini engelleyen, zararsız hale getiren maddelerdir (Gök ve Serteser, 2003). Antioksidanlar hücrede serbest gezen radikallerle tepkimeye girerek tümörlerin oluşmasını engel olurlar (Baser, 2002). Canlıların yaşamlarını devam ettirebilmeleri için oksijene ihtiyaçları vardır fakat oksijen molekülü yeterince indirgenmezse canlılar için hücrede zararlı olan Reaktif Oksijen Türleri (ROT) oluşmaktadır. Böylece hücrede oluşan ROT ve serbest radikaller (SR), oksidatif stres denen durumu oluştururlar. Oksidatif stres sonucunda hücre dengesinde olumsuz durumlar meydana gelir. Hidroksil Radikali (OH) ve serbest radikaller Deoksiribonükleik Asit (DNA) bazlarının değişmesine, DNA zincirlerinin kırılmasına ve kanser oluşumuna, hücrelerin yaşlanmasına hatta ölmesine neden olmaktadır (Moldovan, 2004). Gıdaların sahip olduğu antioksidan içerikleri gıda ürünlerinin cinsine, hasat süresine, muhafaza edilme koşullarına, ışık, iklim ve nemine bağlı olarak değişmektedir (Cornelli, 2009; Moure ve ark., 2000).

Canlıların metabolizmasında her zaman çeşitli oksidasyon olayları oluşmakta, dışarıdan hücreye alınan reaktif oksijen türleri de bu oksidasyon olaylarında görev alarak bu reaksiyonu hızlandırmaktadır (Karabulut ve Gülay, 2016). Örneğin bir tiyol olan glutatyon hücrede serbest

halde bulunan radikallerin ve reaktif oksijen moleküllerinin zararlı etkisini yok etmede, DNA ve protein sentezinde, ksenobiyotiklerin ve bazı antineoplastik ilaçların zararlı etkisini yok etmede, aminoasitlerin transportunda, bir kısım proteinlerin disülfür bağlarının koparılmasında, hücrede sistein deposu olarak bulunarak ve bir kısım enzimlerin reaksiyonunda görev alarak hücrede metabolizmasının düzenlenmesinde görev almaktadır (Temel ve ark., 2017).



Şekil 1.1. Antikoksidanların sınıflandırılması (Yavaşer, 2011).



### 1.3. Transpozonlar (Mobile Genetik Elementler)

Transpozon genom içerisinde transpozisyon olarak yer değiştiren DNA parçacıklarıdır. Bu DNA parçacıkları kromozomun bir yerinden başka yerine hareket etmektedirler (Okamoto ve Hirochika, 2001; Bowen ve Jordan, 2002; Grzebelus, 2006; Wicker ve ark., 2007; Jurka, 2008; Huang ve ark., 2009). Plazmodium cinsinin birkaç türü dışında tüm ökaryotlarda ve hemen hemen tüm prokaryotlarda transpozonların genomda büyük bir pay oluşturduğunu tespit edilmiştir. Transpozonların hareketi, genomda DNA miktarının değişmesine ve mutasyonlara neden olmaktadır. Transpozonlar bitki genomlarının yaklaşık %50-90'nı ve hayvan genomlarının ise yaklaşık olarak %3-45 kadarını oluşturmaktadır. Prokaryotlarda ise bu oranın %1-3 olduğu tespit edilmiştir. Mayada %3, memelilerde %25-45, insanda %45, Graminaceae ve Liliaceae de %90-98 civarında olduğu tespit edilmiştir (Bowen ve Jordan, 2002; Schulman ve Kalendar, 2005; Mansour, 2007; Wicker ve ark., 2007; Roberts ve ark., 2008; Wessler, 2009).

Transpozon elementi ile ilgilenen bilimcilerin başında, mısır genetikçisi Rollins Adams Emerson ve sitogenetiki Marcus Morton Rhoades gelmektedir. Bu bilim insanları, mısırdaki transpozonların sebep olduğu fenotipik değişiklikleri ve genetik mekanizmalarını araştırmışlardır. Ancak bu değişimlere transpozonların sebep olduğunu fark edememişlerdir (Federoff, 2001). 1948 yılında Barbara McClintock mutant mısır (*Zea mays* L.) tanelerdeki farklı pigmentlerin oluşmasına (şekil.1.2.) transpozonların neden olduğunu ortaya çıkarmıştır (Feschotte ve ark., 2002).



Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

**Şekil 1.2.**Transpozonların mısır fenotipindeki etkileri (url-5)

Kromozomlardaki genlerin sabit olduğu fikrinden dolayı, McClintock'un "kontrol elementleri" ismini verdiği transpozonlar dönemin bilim insanları tarafından pek dikkate alınmamıştır. Fakat daha sonra genetik çalışmaların ilerlemesi ve özelliklerinin daha iyi anlaşılmasından sonra 1983 yılında McClintock'a Nobel tıp ödülü verilmiştir (Maraklı, 2012).

McClintock'un çalışmaları devam ederken transpozonlara tarihsel süreç içerisinde, hareketli genler "mobile (genetic) elements", zıplayan genler "jumping genes", yer değiştiren genler "transposable (genetic) elements" gibi birçok isim verilmiştir. Günümüzde ise "yer değiştirebilen elementler" "transposable elements" olarak ifade edilmektedirler (Miller, 2004).

### **1.3.1. Transpozonların biyolojik önemleri ve görevleri**

Transpozonlar genlerin arasına girip genleri pasif hale getirebildikleri gibi yapısını da bozabilirler. Bunun dışında yerleşim gösterip sayılarını arttırabilirler. Kopyasını arttıran transpozonlar genomun büyümesine neden olabilmektedirler. Ayrıca genin işlevini, şeklini ve yapısını değişmesine hatta genom ve kromozomunda yapısının değişmesine neden olabilmektedirler. Özellikle genlerin promotor bölgelerine yerleşip insersiyon yapabilirler ve böylece genin pasifleşmesine neden olurlar (Bennetzen, 2000). Transpozonlar moleküler biyologlar ve birçok araştırmacı tarafından farklı alanlarda kullanılmaktadırlar. Transpozonların

neden olduğu insersiyon polimorfizmleri, moleküler yöntemler kullanılarak belirlenip, parmakizi, filogeni çalışmaları ve genomun çıkarılmasında markır olarak kullanılmaktadırlar. Ayrıca gen klonlanması, transgenetik organizmaların eldesi ve mutasyon aracı olarak da kullanılırlar (Grzebelus, 2006).

Grandbastien (1998)'de yaptığı bir çalışmada, retrotranspozonların yüksek bitkilerin genomik organizasyonlarını açık bir resmi olarak bitkiler için karakterize olup ayrıca evrim ile beraber meydana geldiğini öne sürmüştür. Buna rağmen kardeş kopyaların transkripsiyonundan entegrasyonuna kadar transkripsiyon döngüsünün kontrolünde yer almaları tam olarak anlaşılammıştır. Aktif bitki retrotranspozonlarının kısmi, karakterizasyonları üzerine yapılan son çalışmalarla birlikte bitki genomları üzerindeki etkileri daha iyi anlaşılması gereken ve öneme sahip olan kısımlardır. Sınıf II elementlerinin aktivitesi bitkilerde kısmi olarak mevcut olup kolay bir şekilde izlenmektedir. Çünkü transpozisyonların koruyucu mekanizmaları sıklıkla somatik kararsızlıklara neden olmaktadır. Retrotranspozonların insersiyonları stabil olup, birçok bitki retrotranspozonları ise tesadüfen inaktive insersiyon olarak bulunmuştur. Bazı retrotranspozonların kod bölgelerinin yüksek korunması verimi baz alındığında özellikle de tütün incelendiğinde, bu durum retrotranspozonların transkripsiyon ürünlerinden retrotranspozisyon sekanslarının izole edilebilmelerine izin vermektedir. Böylece aktif kopyalardan elde edilen temsil edilen sekansların olasılıkları arttırılmış olmaktadır. Farklı türler üzerine yapılan birçok çalışma ile özel stres koşullarında retrotranspozon sekanslarının izolasyonu üzerine yoğunlaşmıştır. Bu strateji birçok bitki türü üzerine uygulanabilir ve yeni aktif elementlerin karakterizasyonuna şüphesiz izin vermektedir. Bununla beraber bunların ekspresyon ve mobiliteleri koşulları hakkında önemli bilgi sağlamaktadır. Birçok iyi karakterize olmuş bitki retrotranspozonlarının düzenleyici özellikleri bu elementlerin bitkilerde stresin hassas markırı olup, biyoteknolojik uygulamalarda kullanımlarının mümkün olabileceği ifade edilmektedir. Retrotranspozonların promotörleri ayrıca transgen ekspresyonu bitki patojenlerine direnç oluşturmada ve stres sinyallerine karşı koruyucu özellik vermede işe yarayabileceğini bildirmiştir. LTR bölgelerinin füzyonu bitkilerde çevresel strese, agrokimyasal ve kirleticilere karşı cevap oluşturan hassas indikatörlerdir. Bitki koruma geni promotörleri üzerinde retrotranspozon sekanslarının en önemli avantajı retrotranspozonların düzenleyici özelliklerinin sıkıştırılmış bölgelerle taşınabilir olmasıdır. Bu nedenle transpoze olabilen elementler genomun farklı bölgelerine yerleştiğinde aktif kalabilmektedir.

### 1.3.2. Transpozonların sınıflandırılması ve hareket mekanizması

Transpozon kategorisi ilk defa David J. Finnegan 1989 yılında yapmıştır. Transpozonun transpozisyon hareketine bağlı olarak RNA ve DNA transpozonları olmak üzere 2'ye ayırmıştır (Wicker, 2007). Retrotranspozonlar da denilen RNA transpozonları, RNA polimeraz enzimi yardımıyla transpozonun mRNA'ya transkripsiyonu yapılır ve sonrasında ters transkriptaz aracılığı ile bu mRNA cDNA'ya çevrilir. Sentez sonucunda cDNA genomdaki ilgili yere yerleşerek yerini alır. Kısacası kopyala-yapıştır "copy-paste" mekanizması denilebilir (Wicker, 2007; Huang ve ark., 2009; Marco ve Marin 2005; Evrensel, 2010). DNA Transpozonları ise buldukları kromozom bölgesinden kendilerini keserek çıkarırlar ve sonrasında hedef bölgeye insersiyon ile yerleşirler. Buna da kes-yapıştır "cut-paste" mekanizması denilebilir (Wicker, 2007; Huang, 2009). LTR dizileri, genellikle 5'-TG...CA-3' ters tekrarlar ile başlayıp biten hareketli genetik elementlerin iç bölgelerini sınırlandıran ve kodlama yapmayan DNA dizileridir (Voytas ve Boeke, 2002). LTR dizileri; U3, R ve U5 olarak bölgelere ayrılmıştır. U3 bölgesi 200-1.200 nükleotit uzunluğunda olup promotörlerin bulunduğu yerdir. R bölgesi, tekrar eden bölümlerden oluşur. U5 bölgesi, 75-250 nükleotit uzunluğunda olup transkripsiyonu yapılmış genomun ilk kısmını meydana getirir. PBS olarak isimlendirilen 18 nükleotit kısım genellikle 5' LTR ucunda bulunur. PBS, hücresel tRNA'nın 3' ucuna tamamlayıcıdır ve 5' LTR'nin R-U5 bölgesine tamamlayıcısı olan DNA ipliğinin sentezlenmesi için ters transkriptaz ("reverse transcriptase" - RT) aracılığı ile primer olarak kullanılır. Diğer küçük bir bölge olan PPT ise 3' LTR ucunda görülür ve konak hücre genomuna integre olmuş viral DNA formu olan proviral DNA ipliğinin sentezinin başlamasında görevlidir. Bazen'de LTR'ler arası rekombinasyon, LTR dizilerinin yalnız kalmasına sebep olmaktadır. Tek başına genomda kalan LTR dizilerine de solo-LTR denir (Shirasu ve ark., 2000).

TIR dizileri, transpozaz tarafından tanınan DNA bağlanma bölgeleri içerir ve böylece transpozon genomik DNA'dan kolayca ayrılıp hareket etmesini sağlar (Craig ve ark., 2002). TIR dizileri, iki kısım altında incelemek mümkündür. İlk kısım, iki ya da üç baz çifti uzunluğunda uç tekrarlarından meydana gelmiş hareket mekanizmasında görev alırken; diğer kısım ise transpozona özgü tanıma ve bağlanma için görev almaktadır (Craig ve ark., 2002; Szabo ve ark., 2010).

Sınıflandırma	Yapı	HBD	Kod	Bulunduğu organizmalar	
Order	Superfamily				
<b>Sınıf I (retrotranspozonlar)</b>					
LTR	<i>Copia</i>		4-6	RLC	P, M, F, O
	<i>Gypsy</i>		4-6	RLG	P, M, F, O
	<i>Bel-Pao</i>		4-6	RLB	M
	<i>Retrovirus</i>		4-6	RLR	M
	<i>ERV</i>		4-6	RLE	M
DIRS	<i>DIRS</i>		0	RYD	P, M, F, O
	<i>Ngaro</i>		0	RYN	M, F
	<i>VIPER</i>		0	RYV	O
PLE	<i>Penelope</i>		Değişken	RPP	P, M, F, O
LINE	<i>R2</i>		Değişken	RIR	M
	<i>RTE</i>		Değişken	RIT	M
	<i>Jockey</i>		Değişken	RIJ	M
	<i>L1</i>		Değişken	RIL	P, M, F, O
	<i>I</i>		Değişken	RII	P, M, F
SINE	<i>tRNA</i>		Değişken	RST	P, M, F
	<i>7SL</i>		Değişken	RSL	P, M, F
	<i>5S</i>		Değişken	RSS	M, O
<b>Sınıf II (DNA transpozonları)- Alt sınıf 1</b>					
TIR	<i>Tc1-Mariner</i>		TA	DTT	P, M, F, O
	<i>hAT</i>		8	DTA	P, M, F, O
	<i>Mutator</i>		9-11	DTM	P, M, F, O
	<i>Merlin</i>		8-9	DTE	M, O
	<i>Transib</i>		5	DTR	M, F
	<i>P</i>		8	DTP	P, M
	<i>PiggyBac</i>		TTAA	DTB	M, O
	<i>PIF-Harbinger</i>		3	DTH	P, M, F, O
	<i>CACTA</i>		2-3	DTC	P, M, F
Crypton	<i>Crypton</i>		0	DYC	F
<b>Sınıf II (DNA transpozonları)- Alt sınıf 2</b>					
Helitron	<i>Helitron</i>		0	DHH	P, M, F
Maverick	<i>Maverick</i>		6	DMM	M, F, O

Semboller			
	Long Terminal Repeats (LTR): Uzun uç tekrar dizileri		Terminal Inverted Repeats (TIR): Ters çevrilmiş uç tekrarları
	Kodlanmayan bölgelerde diyagnostik şekil		Kodlanan Bölge
	Kodlanmayan Bölge		Birden fazla ORF içeren bölge

Protein Kodlayan Domainler				
AP: Aspartik Proteinaz	APE: Apürinik endonükleaz	ATP: ATPaz paketlenme	C-INT: C-integraz	CYP: Sistein proteaz
ENV: Envelope Protein (Kılıf proteini)	GAG: Kapsid proteini	HEL: helikaz	INT: integraz	ORF: Fonksiyonu bilinmeyen açık okuma bölgesi (Open reading frame)
POL B: DNA polimeraz B	RH: RNaz H	RPA: Replikasyon proteini A (Sadece bitkilerde bulunur)	EN: Endonükleaz	RT: Revers Transkriptaz (Ters Transkriptaz)
Tase: DDE motifli Transpozaz		YR: Tirosin rekombinaz		Y2: YY motifli YR

Bulunduğu Organizmalar	
P: Plants (Bitkiler)	M: Metazoans (Metazoalar) F: Fungi (Mantarlar) O: Others (Diğer organizmalar)

Şekil 1.3. Transpozonların sınıflandırılması (Wicker ve ark., 2007)

## 2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Freeling (1988)'de yürüttüğü bir çalışmada mısırdaki *Mu* transpozonu varlığı Robertson's Mutatoru olarak adlandırılmakta olup yüksek seviyede mutajenik zincir içerisinde bulunduğu belirtmiştir. Bitkilerdeki bazı zincirlerde 10-50 kopya içeren *Mu* elementine karşılık, çoğu mısır ve diğer bitkilerde bu elementten bulunduğunu bildirmiştir. Mutator bitkiler *Mu* geni kopyası içermeyen, soy içi 1S2P geni ile çaprazlandığında progen bitkiler yaklaşık olarak aynı *Mu* dizisine sahip sekanslar içerdiğini tespit etmiştir. Yaklaşık olarak bu kopyaların bir yarısı bu ebeveynlerinden ayrılmış olup, bir diğer yarısı ise transpozisyon ile gerçekleşmiştir ve bu durumda genomlar yeni pozisyonlarını almıştır. Kopyalanmış numara varlığının sayısı *Mu* elementlerinin transpozisyon hızlarına bağlı olarak gerçekleştiğini bildirmiştir. Mutator bitkiler kendi kendilerine tozlaşma yaptıklarında birinci genarasyonda *Mu* kopya numaraları kendilerini çiftleştirdiğini fakat yeterli kendine tozlaşma ile sabit sayıda *Mu* sekansı korunduğunu belirtmiştir.

King ve ark. (1992); Hassan ve ark. (2015); Eren ve ark. (2015) buğdayda miR482 üzerine yaptıkları çalışmada; tuz stresi altındaki buğday çeşitlerinde Zma-miR482-5p (f-box LRR-repeat protein 3-like) uygulamaya bağlı olarak dayanıklı çeşidin ifadesinde artış gösterirken, hassas çeşitte ise ifadesinde azalma olduğunu gözlemlemişlerdir. Zma-miR482-5p'nin buğdaydaki hedefi su ile ilişkili bir dehidrin proteinini kodlayan ve absisikasit (ABA) duyarlı rab15B geni olduğu belirlemişlerdir. Tuz stresi altında dirençli çeşitte miR482 ifadesinde meydana gelen artış; miR482'nin sadece biyotik stres şartlarında değil, aynı zamanda abiyotik stres şartlarında da önemli görevler üstlendiğini bildirmişlerdir.

Kuraklık stresinin etkilerini incelemek için Kamali ve Lösel (1996), İngilterede yaptıkları bir çalışmada: saksı ortamında yetiştirdikleri makarnalık buğday çeşitlerini 17 gün boyunca normal olarak sulamışlar ve 17. günden sonra su veremeyi kesip kuraklık stresini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda buğday bitkisinde kuraklık stresine bağlı olarak bitki oransal nem içeriğinde, yaprak sayısı ve alanında, kuru ve yaş ağırlığında düşüş olduğunu kaydetmişlerdir.

Busk ve Pages (1998)'de yaptıkları bir çalışmada su stresi altında bitki yapraklarında ABA sentezinde artış meydana geldiği ve buna bağlı olarak ABA'nın kuraklığa aracı olduğunu belirtmişlerdir.

Maças ve ark. (2000)'de 9 makarnalık ve 8 ekmeklik buğday çeşidi üzerinde yaptıkları bir çalışmada yüksek sıcaklığın buğday verimi üzerinde olumsuz etki yarattığını bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda yüksek sıcaklığın tane verimi ve tane ağırlığı üzerinde önemli oranda etkili olduğunu ve bu karakterlerde azalma meydana getirdiğini bildirmişlerdir.

Pool ve Lakso (2000)'de kuraklık stresinin bitkiler üzerindeki etkilerini incelemek için asma bitkisi üzerinde yaptıkları bir çalışmada asma bitkisinin kuraklığa bağlı olarak meyve boyutunda küçülme, tanelerde büzüşme, salkımlarda azalma, olgunlaşmanın geç gerçekleşmesi ve bitkinin eksen uçlarında kurumunun meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Özberk ve ark. (2002)'de Harran Ovası koşullarında ekmeklik buğday üzerine yaptıkları bir çalışmada yağışların; başakta tane sayısı, başak ağırlığı ve tane verimi açısından istatistiksel olarak olumlu sonuçlar oluştuğunu açıklamışlardır.

Abdalla ve El-Khoshiban (2007)'de kuraklığın buğday üzerindeki etkisi ile ilgili yaptıkları çalışmada, gövde boyunda %43-58 oranda azalma meydana geldiğini, yaş ağırlığında ise denek bitkisi Fairy-8 çeşidinde %85 oranında azalma meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Çalışmada kuraklığa bağlı olarak kuru ağırlığında düşüş olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca stres sonucunda da buğday bitkisinin kök ağırlık ve sayısında artışlar oluştuğu da ifade etmişlerdir.

Kuraklık stresinin etkilerini inceleyen Mut ve Sezer (2008)'de yaptıkları çalışmalarında; kuraklık stresinin bitkinin turgor kaybı yaşadığının ve stomaların kapanarak böylece CO<sub>2</sub> girişinin azalmasına ve fotosentez olayının yavaşlamasına bağlı olarak kloroplastların yapısının zarar görmesi ile klorofil miktarının azaldığını kaydetmişlerdir.

Su stresinin buğday taneleri üzerindeki etkileri ile ilgili yapılan çalışmada, ekmeklik buğday çeşitlerinden Chinese Spring (CS), CS-5 AL-10 ve makarnalık buğday çeşitlerinden Creso, orta düzeyde kuraklık ve şiddetli kuraklık stresi altında transkripsiyonel profil incelemesinde, tanenin boşluğu doldurabilmesinin değişik genom bölgelerinde değişik stres etkileri araştırılmıştır. PCR-bazlı haritalandırmada kromozom lokasyonlarının bu genlerdeki yerlerinin D genomu üzerinde olduğu doğrulanmıştır. Ekmeklik ve makarnalık buğday genotipleri farklı fizyolojik reaksiyonları su stresi altında farklı moleküler cevaplar vermiştir. D genomu üzerinde yüzlerce seviyedeki genlerin lokasyonunun genom organizasyonunda değişik etkiler verdiği belirlenmiş ve genomik stres olduğunda düşük su erişilebilirliği ile



transpozonların ve retrotranspozonların aktivasyonu üzerinde moleküler düzeyde cevaplar oluşturduğu görülmüştür (Aprile ve ark., 2009).

Lu ve ark. (2008) ve Shuai ve ark. (2013) yaptıkları çalışmalarda bitkilerde kuraklık ve tuz stresi gibi abiyotik streslerde miR472 ve miR482'nin ifade seviyelerinde artış olduğu belirtilmiştir.

Casacuberta ve Gonzalez (2013), transpozable elementlerin çevresel faktörler ile ilişkisinin incelenledikleri çalışmada, TEs kapasitesinin çok fazla sayıda mutasyonları etkilediği ve böylece çevresel etmenlere karşı daha uyarıcı hal aldığını bildirmişlerdir. TEs'lerin varlığı ev sahibi genomların evrimleşmesinin çevresel adaptasyonlar üzerinde olumlu etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Belirli bir TEs ve TEs kalıntısının nükleotit sekansında tanımlanması yeteneği çevresel adaptasyon ile TEs eklentilerinin saptanmasına bağlı kaldığı bilgisine ulaşmışlardır.

Mao ve ark. (2015)' de yaptıkları bir çalışmada; inverted repeat transposable elementlerin başlatıcı gen olan NAC (ZmNAC111) genin mısırlarda kuraklıktan sorumlu olduğu belirtmişlerdir. RNA-tarafından DNA metilasyonu ve H3K9 dimetilasyonu yoluyla 82-bp MITE engelleyicisi ile ZmNAC111 geninin arttığını bildirmişlerdir. Bu durum da bu genler *Arabidopsis* yolu ile heterologsal olarak çoğaldığını tespit etmişlerdir. Transgenetik mısırdaki kuraklık toleransı ZmNAC111 geninin çoğaltılması ile artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Bu durumda su kullanım etkinliğini geliştirmekte ve su stresi altındaki bu genler kuraklık cevabının azaltılmasında etkili olduğunu bildirmişlerdir. Başlatıcı ZmNAC111 genine MITE yerleştirilmesi ile mısırın evcilleştirilmesi sağlanmakta ve ılıman germoplazm arasında yayıldığını göstermişlerdir. MITE yerleşmesinin tespiti doğal varyasyon ile mısırdaki kuraklık toleransının genetik temellendirilmesinin anlaşılmasında etkili olduğunu bildirmişlerdir.



### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Bitkilerin Yetiştirilmesi

Bu çalışma Siirt Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezine ait Laboratuvarında 2 (iki) adet buğday çeşidi olan kuraklığa hassas Bezostaja ve kuraklığa dayanıklı Gün-91 buğday çeşitlerinden alınan tohumlar 10-15°C ve % 60 nem ortamında, 2:1 oranında karıştırılmış torf: perlit karışımı içeren 28 gözlü (7x4) viyollere ekilmiştir (Şekil 3.1.).



**Şekil 3.1.** Kuraklığa karşı hassas ve dayanıklı buğday çeşitleri a) Kuraklığa karşı hassas Bezostaja çeşidinin kontrol grubu, (b) Kuraklığa karşı hassas Bezostaja çeşidinin uygulama grubu, (c) Kuraklığa karşı dayanıklı Gün-91 çeşidinin kontrol grubu, (d) Kuraklığa karşı dayanıklı Gün-91 çeşidinin uygulama grubu

Çalışmada kullanılmak üzere ekilen Bezostaja ve Gün-91 buğday çeşitlerinin kontrol ve kuraklık uygulama grupları gerçek yapraklara ulaşıncaya kadar yeterince sulanmıştır. Ancak

gerçek yapraklar verdikten sonra sadece kontrol grubunu sulanmaya devam edilmiş kuraklık uygulama grupları ise 15 gün boyunca hiç sulanmamıştır. Örnekler uygulama grubunun stres belirtilerini gösterdiği ilk 15. günden hemen sonra örnekler hasat edilmiş ve etiketlenerek kilitli torbalar içinde derin dondurucuya konulmuştur.

### 3.2. Yaş ve Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi

Stres uygulamaları sonucunda hasat edilen bitkilerden rastgele seçilen 3'er bitki Şekil 3.2.'de gösterilen hassas terazide tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiş; daha sonra aynı örnekler etüvde 65 °C'de 48 saat süreyle kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları hesaplanmıştır.



Şekil 3.2. Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerinden rasgele seçilen üçer örneğin yaş ve kuru ağırlıklarının hassas terazide hesaplanması

### 3.3. Gövde Boyu ve Çapının Belirlenmesi

Bitkide kök boğazından büyüme ucuna kadar olan bölge cm ( $\pm 0.5$ ) cinsinden metre ile ölçülmüş ve gövde çapı Şekil 3.3'teki sayısal kumpas yardımı ile mm ( $\pm 0.1$ ) olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.3. Buğday çeşitlerinin kumpas yardımı ile gövde boyu ve gövde çapının hesaplanmasının yapılması

### 3.4. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi

Tuzluluğa ve kuraklığa tolerans denemelerinde, Yaprak Oransal Su içeriği (YOSİ) (%) Sanchez ve ark. (2004) ve Türkan ve ark. (2005)'e göre yapılmıştır. Stres sonunda bitkilerden alınan yaprak örneklerinin oransal su içeriklerinin belirlenmesi için taze ağırlıkları alınmış daha sonra alınan yaprak 4 (dört) saat süre ile saf su içerisinde bekletilerek bu süre sonunda turgor ağırlıkları saptanmıştır. Ağırlıkları belirlenen yaprak örnekleri etüvde 65 °C'de 48 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlık gram (g) olarak alınmıştır. Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar aşağıdaki formül yardımıyla oranlanarak yaprak oransal su içerikleri (%) hesaplanmıştır.

$$YOSI=(TA-KA)/(TuA-KA)\times 100$$

TA: Taze Ağırlık KA: Kuru Ağırlık TuA: Turgor Ağırlığı

### 3.5. Klorofil Miktarının Belirlenmesi

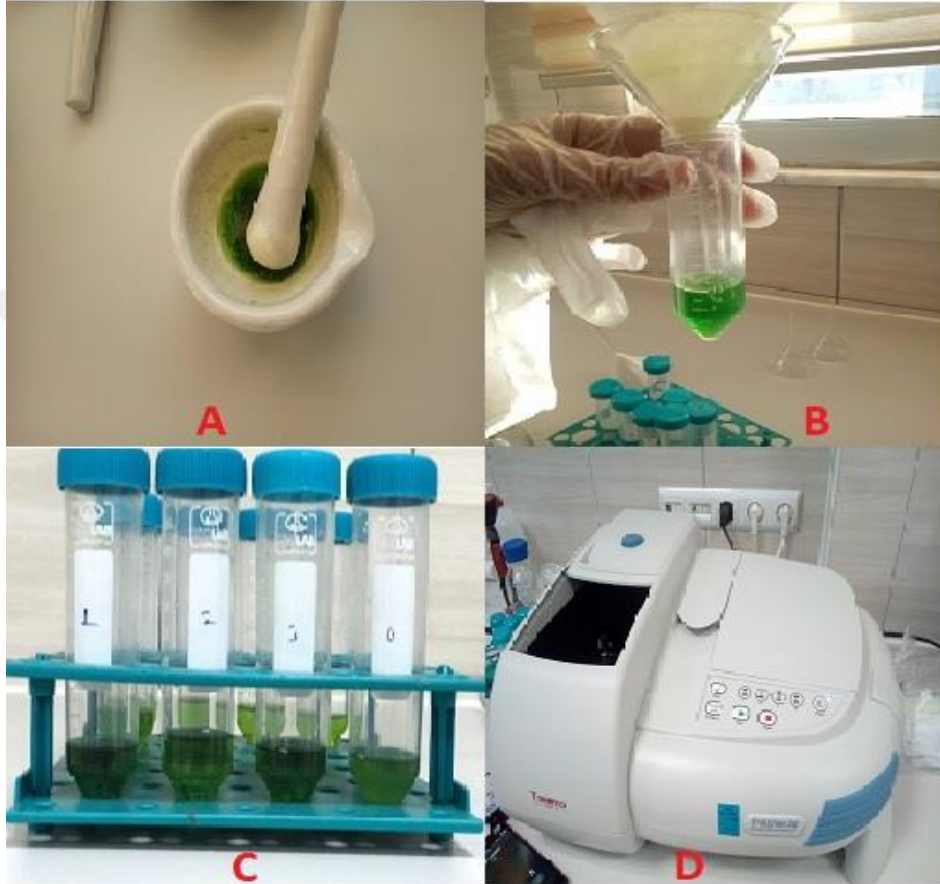
Klorofil miktarının belirlenmesi Arnon (1949)'a göre yapıldı. Buna göre taze yaprak örnekleri (200 mg) 15 mL %80'lik (hacim/hacim) aseton ile homojenize edilerek filtre kâğıdı ile süzüldü. Filtre edilen örnekler 663 nm'de klorofil a, 645 nm'de klorofil b hesaplamaları yapılmıştır (Şekil 3.4.).

Hesaplamalar Lichtenthaler ve Wellburn (1983) tarafından aşağıda verilen formüllere göre yapıldı (A:ölçülen absorbans değeri).



Klorofil A (Kl a) =  $(11.75 \times A_{663} - 2.35 \times A_{645}) \times 20$  / mg örnek ağırlığı

Klorofil B (Klb) =  $(18.61 \times A_{645} - 3.96 \times A_{663}) \times 20$  / mg örnek ağırlığı



**Şekil 3.4.** Kuraklık stresi uygulanmış ve uygulanmamış yaprak örneklerinde klorofil miktarının belirlenmesi  
(a) Yaprak örneklerinin huni içerisinde %80 lik aseton ile homojenize edilmesi, (b) Homojenize edilmiş yaprakların filtrelenmesi, (c) Filtre edildikten sonra spektrofotometre için hazırlanması, (d) Spektrofotometrede okutulması işlemleri yapılmıştır.

### 3.6. Glutatyon Redüktaz (GR) Aktivitesi

Çakmak ve Marschner (1992) göre 340 nm'de ( $E=6.2 \text{ mM cm}^{-1}$ ) NADPH'nın oksidasyonu esas alınarak ölçülmüş. Buna göre, son hacmi 1 mL olacak şekilde ayarlanan reaksiyon ortamına 0.1 mM EDTA içeren 50 mM'lık fosfor tamponu (pH= 7.6), 0.1 ml 0.5

mm okside glutatyon (GSSG), 0.1 mL 0.12 mM NADPH ve enzim ekstraktı ilave edilerek NADPH oksidasyonu 340 nm'de okunmuştur.

### **3.7. RNA İzolasyonu ve cDNA Sentezinin yapılması**

Kuraklık ile ilişkili transpozonların tanımlama/saptaması ve ifade düzeylerini belirlemesi için stres uygulanmış yaprak ve kontrol yapraklarından total RNA izolasyonları, Trizol (Invitrogen) kimyasalı kullanılarak yapılmıştır. Bunun için 100 mg bitki örnekleri sıvı azot kullanılarak öğütüldükten sonra, 1 mL TRIzol reaktifi içeren steril tüplerde homojenize edilmiştir. Daha sonra örnekler 5 dk. oda sıcaklığında bekletildikten sonra 1 mL TRIzol reaktifi için 0.2 mL kloroform eklenmiştir. Tüplerin kapakları iyice kapatılıp 15 sn. boyunca elle kuvvetlice çalkalayarak karıştırılmış ve 2-3 dk. oda sıcaklıkta bekletilip +4 °C 'de 15000 rpm de 20 dk. santrifuj edilmiştir. Üst faz yeni bir tüpe aktarılmış ve TRIzol reaktifinin yarısı kadar isopropil alkol eklenerek ve karıştırarak RNA'ların çöktürülmesi sağlanmıştır. Örnekler oda sıcaklığında 10 dk. bekletilip daha sonra 10 dk. 14000 rpm de +4 °C de santrifuj edilerek üst faz dikkatli şekilde uzaklaştırılmıştır. Sonra Kullanılan TRIzol reaktifinin eşit hacmi kadar %70'lik etanol, pelletin üzerine ilave edilip ve pelletin yüzmesi sağlanmış ve ardından 5 dk. 10000 rpm de +4 °C de santrifuj edilmiş. Santrifüjden sonra RNA çökeltisi 5-10 dk. kurumaya bırakılmış ve RNA 30 µL steril su ile çözülüp ve 8-10 dk. 55°C de bekletilip daha sonra elde edilen RNA'ların kalite ve miktarları %2'lik agaroz jel ve nano-drop spektrofotometrede kontrol edilip -80°C de saklanmıştır.



**Şekil 3.5** RNA izolasyonu

İzole edilmiş total RNA örneklerinden cDNA elde edilmesi İnal ve ark., (2014)'e göre yapılmıştır. Buna göre; fermentas kiti kullanılmıştır. Eşit miktarda RNA ile çalışmaya başlamak amacıyla, her bir dokuya ait total RNA'lerden 1000 ng olacak şekilde, ayarlanarak RNA kullanılmış. 1X için 1µl Oligo dT, 1000 ng RNA olacak şekilde üzerine su eklenerek toplam hacim 11 µL ye tamamlanmış. Tüpler PZR cihazında 65°C'de 5 dk tutulduktan sonra hemen buza gömülmüş ve en az 2 dk. buzda bekletilmiştir. Ardından her bir tüpe 4 µL 5X Buffer, 2 µL 10 mM dNTP, 1 µL RNase out, 2 µL Revers Transkriptaz enzimi eklenerek toplam hacim 20 µL ye tamamlanmıştır. 37 °C'de 60 dk PZR cihazına konuldu ve 70°C'de 5 dk. bekletilip ve +4 °C'de reaksiyon durdurulmuştur. Ardından oluşturulan tüm cDNA lar, 18S rRNA primerleriyle PZR optimizasyonu yapılmış ve cDNA ların oluşup oluşmadığının kontrolü %1'lik jel yürütülerek tespit edilmiştir.

### 3.8. qRT-PCR ile Kuraklık ile İlişkili Transpozonların İfade Analizi

Total RNA'yı cDNA'ya çevirdikten sonra kuraklık stresi uygulanmış genotiplerine ait yaprak dokuları arasında ifade seviyesinin farklı olduğu düşünölen, transpozonların ifade seviyeleri q-RT-PCR ile ortaya konulmuştur. Transpozon genlerine ait primerler primer3 (Untergasser ve ark., 2012) kullanılmıştır. Verilerin analizi için 'threshold' (Ct) değeri alınacak ve Pfaffl's modeli kullanılmıştır. Thermo piko-real cihazı ve SYBR Green I Master karışım kiti kullanılmıştır. qRT-PCR deneyleri üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Öncelikle her bir örnekteki RNA miktarı 18S rRNA primerleri (X16077.1) kullanılarak normalize edilmiştir. Bu primerlerin dizileri; 18SrRNA ileri 5'-TTTGACTCAACACGGGGAAA-3' ve 18S rRNA Geri 5'-CAGACAA ATCGCTCCACCAA-3'dir. Hazırlanan karışımdan deney planına göre belirlenen kuyucuklara 18'er µl dağıtılmıştır. 'Plate' in üzeri özel yapıştırma jelatiniyle kapatılıp, q-RT-PCR cihazına yerleştirildi. q-RT-PCR sonucu çıkan datalar 2 - ΔΔCt metodu ile analiz edilmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Kuraklık Stresi Altında Örneklerin Yaş ve Kuru Ağırlık Analizi

Gün-91 buğday çeşidinde kontrol grubundan rastgele seçilen 3'er örneğin yaş ağırlık ortalaması 0,53 g olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.1). Aynı şekilde uygulama kısmında yaş ağırlık 0,48 g hesaplandı. Kuraklık stresinin Gün-91 buğday çeşidi yaş ağırlığında azalma meydana getirdiği tespit edilmiştir. Kuraklığa hassas buğday çeşidi olan Bezostaja da ise kontrol ve uygulama çalışmasında; yaş ağırlık, kontrol grubunda ortalama 0,59 g iken, uygulama grubunda ise 0,47g olarak hesaplanmıştır. Kuraklık stresinin Bezostaja buğday çeşidinin yaş ağırlığında da azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Kuru ağırlık hesaplanmasında ise; Gün-91 buğday çeşidinden 3'er örnek rastgele olarak alınıp ortalama ağırlık hesaplandığında kontrol grubunda ağırlık 0,068 g olarak hesaplanırken uygulama gruplarında ise 0,065g olarak hesaplanmıştır. Aynı şekilde kuraklığın kuru ağırlık üzerinde azalma meydana getirdiği tespit edilmiştir. Bezostaja çeşidinde ise aynı şekilde hesaplamalar yapılmış olup kontrol grubunda kuru ağırlık 0,086g, uygulama çalışmasında ise ortalama kuru ağırlık 0,075g olarak analiz edilmiştir. Yaptığımız çalışma sonunda kuraklık stresinin Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerinin ağırlıkları daha önce yapılan benzer çalışmalara paralel olarak azalma meydana geldiği gözlemlenmiştir. Daha önce Karakas ve ark. (1997)'de yaptıkları bir çalışmada kuraklık stresi altında bamyada bitkisinde %78 oranında ağırlık kaybının olduğu ve tütün bitkisinde ise kuru ağırlığında %56 ile % 60 civarında değişim olduğunu kaydetmişlerdir. Benzer bir başka çalışmada Kuşvuran ve Abak (2012), otuz bir tane farklı kavun genotipi üzerinde kuraklık çalışmalarında bitkinin yeşil aksam ağırlıklarında azalış ve bitki büyümesinde de duraklama meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Abdalla ve El-Khoshiban (2007)'de kuraklığın buğday üzerindeki etkisi ile ilgili yaptıkları çalışmada, denek bitkisi Fairy-8 çeşidinin yaş ağırlığında %85 oranında azalma meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Çalışmada kuraklığa bağlı olarak kuru ağırlığında düşüş meydana geldiğini bildirmişlerdir.

Benzer şekilde kuraklık stresinin bitkinin kuru ve yaş ağırlığında azalma, büyümesinde yavaşlama, yaprak alanı gibi bazı değerlerde düşüş meydana geldiğini bildirilmiştir (Anyia ve Herzog, 2004; Kusvuran ve ark., 2008; Sankar ve ark., 2008).



**Tablo 4.1.** Kuraklık stresi uygulanmış ve uygulanmamış yaprak örneklerinin kuru ve yaş ağırlıkları

Çeşitler	Örnekler	Kontrol		Kuraklık Uygulama	
		Yaş Ağırlık (mg)	Kuru Ağırlık (mg)	Yaş Ağırlık (mg)	Kuru Ağırlık (mg)
Gün-91	1.Örnek	0,57	0,064	0,43	0,067
	2.Örnek	0,56	0,057	0,51	0,071
	3.Örnek	0,46	0,083	0,50	0,058
	<b>Ortalama</b>	<b>0,53</b>	<b>0,068</b>	<b>0,48</b>	<b>0,065</b>
Bezostaja	1.ÖRNEK	0,59	0,057	0,55	0,073
	2.ÖRNEK	0,59	0,126	0,50	0,059
	3.ÖRNEK	0,60	0,075	0,38	0,093
	<b>Ortalama</b>	<b>0,59</b>	<b>0,086</b>	<b>0,47</b>	<b>0,075</b>

#### 4.2. Gövde Boyu ve Çapının Ölçülmesi

Kuraklığa dayanıklı Gün-91 buğday çeşidinin kontrol ve uygulama çalışmalarında rastgele olarak seçilen 3 örneğin ortalama boy uzunlukları hesaplanmıştır. Gün-91 kontrol grubunda 3 örneğin boy ortalaması 6,7cm iken uygulama çalışmasında ise 6,2 cm olarak hesaplanmıştır. Buna göre kuraklığa dayanıklı Gün-91 çeşidinde kuraklık stresine karşı fazla bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir. Yapılan diğer çalışmada, kuraklığa hassas buğday çeşidi olan Bezostaja’da rastgele seçilen 3 örneğin kontrol grubunda boy uzunluğu 6,9 cm, uygulama çalışmasında ise boy uzunluğu 5,2 cm olarak ölçüldü. Buna göre kuraklığın Bezostaja çeşidinde gövde boyu üzerinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Tablo.4.2.).

Gövde çapının hesaplanması çalışmasında, Gün-91 buğday çeşidinde yine 3’er örneğin gövde çapları kumpas yardımı ile ölçüldü ve gövde çap ortalamaları hesaplandı. Kontrol ve uygulama çalışmalarında gövde çaplarının 0,15mm olarak hesaplandı. Buna göre Gün-91 buğday çeşidinde gövde çapında bir değişme görülmedi. Gün 91 buğday çeşidinin kuraklığa dayanıklılığı yüksek olduğundan dolayı gövde çapında bir değişim olmadığı tahmin edilmektedir.

Kuraklığa hassas Bezostaja buğday çeşidinde kontrol ve uygulama çalışmasında, rastgele alınan 3’er örneğin gövde çapları ölçüldü ve ortalamaları hesaplanmıştır. Kontrol

grubunda gövde çapı 0,16 mm iken uygulama çalışmasında 0,13 mm olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlara göre kuraklığın Bezostaja uygulama çeşidinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Benzer olarak Kalaycı ve ark. (1998), ekmeklik buğday bitkisi üzerinde yaptıkları bir çalışmada stres koşulları altında bayrak yaprak boyunda önemli bir şekilde azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir. Kuşvuran ve Abak (2012), kavun bitkisi üzerinde yaptıkları çalışmada kuraklık stresi altında bitkinin boylarında azalmanın meydana geldiğini belirlemişlerdir. Abdalla ve El-Khoshiban (2007), yaptıkları araştırmada kuraklığın buğday üzerindeki etkisinde, gövde boyunda %43-58 oranında azalma meydana geldiği tespit edilmişlerdir.

**Tablo 4.2.** Kuraklık stresi uygulanmış ve uygulanmamış örneklerin boy uzunlukları ve gövde çapları

Çeşitler	Örnekler	Kontrol		Kuraklık Uygulama	
		Boy (cm)	Gövde Çapı (mm)	Boy(cm)	Gövde Çapı (mm)
Gün-91	1.Örnek	7,1	0,2	5,6	0,1
	2.Örnek	6,5	0,15	6,7	0,15
	3.Örnek	6,7	0,1	6,5	0,2
	<b>Ortalama</b>	<b>6,7</b>	<b>0,15</b>	<b>6,2</b>	<b>0,15</b>
Bezostaja	1.ÖRNEK	6,4	0,2	6,2	0,2
	2.ÖRNEK	7,5	0,1	3,3	0,1
	3.ÖRNEK	6,9	0,2	6,3	0,1
	<b>Ortalama</b>	<b>6.9</b>	<b>0.16</b>	<b>5,2</b>	<b>0.13</b>

### 4.3. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Analizi

Yaptığımız bu çalışmada kuraklığa dayanıklı Gün-91 kontrol grubunda YOSİ değeri %72 olarak, Gün-91 uygulama grubunda ise YOSİ değeri %59,8 olarak hesaplandı. Kuraklığa hassas Bezostaja buğday çeşidinin uygulama çalışmasında YOSİ değeri %90,9 olarak, Bezostaja kontrol grubunda ise %65 olarak hesaplandı. Çalışma sonucunda kuraklık uygulamasının YOSİ değerinde azalma meydana getirdiği gözlemlenmiştir. Buna benzer bir çalışmada Öztürk (1999), kuraklık koşullarında Yaprak Nispi Su İçeriği (YNSİ)'nin sulu koşullara göre düşüş gösterdiğini raporlamıştır.

Bir diğerk çalışmada Schonfeld ve ark. (1988), kuraklığa maruz kalmış buğday ve normal koşullardaki buğday genotiplerinin YNSİ'nin hesaplanmasında normal koşullarda %85,4 olarak kuraklığın etkisi ile bu oran %77,8 olarak kaydetmiş ve kuraklığın önemli ölçüde etki ettiğini belirtmişlerdir.

**Tablo 4.3.** Buğday örneklelerinin yaprak oransal su içeriğinin hesaplanması

Çeşitler	Örneklemler	Kontrol				Uygulama			
		%YOSİ	*TuA	Taze Ağırlık (mg)	Kuru Ağırlık (mg)	%YOSİ	*TuA	Taze Ağırlık (mg)	Kuru Ağırlık (mg)
Gün-91	1.Örnek	65	0,84	0,57	0,064	55,5	0,72	0,43	0,067
	2.Örnek	65	0,83	0,56	0,057	61,9	0,78	0,51	0,071
	3.Örnek	86,2	0,52	0,46	0,083	62	0,77	0,50	0,058
	<b>Ortalama</b>	<b>72</b>	<b>0,73</b>	<b>0,53</b>	<b>0,068</b>	<b>59,8</b>	<b>0,75</b>	<b>0,48</b>	<b>0,065</b>
Bezostaja	1. Örnek	91,4	0,64	0,59	0,057	69,4	0,76	0,55	0,073
	2. Örnek	90,2	0,64	0,59	0,126	62,9	0,76	0,50	0,059
	3. Örnek	91,3	0,65	0,60	0,075	62,8	0,55	0,38	0,093
	<b>Ortalama</b>	<b>90,9</b>	<b>0,64</b>	<b>0,59</b>	<b>0,086</b>	<b>65</b>	<b>0,69</b>	<b>0,47</b>	<b>0,075</b>

\*TuA: Turgor Ağırlığı

#### 4.4. Kuraklık Stresi Uygulanmış Yapraklarda Klorofil Miktarının Ölçülmesi

Spektrofotometrede 663 nm ve 645 nm dalga boylarında yapılan ölçümlerde, Tablo 4.4.'te görüldüğü gibi Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerinin kontrol ve uygulama çalışmalarının absorbans değerleri incelendiğinde kuraklık koşullarına maruz bırakılan Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerinin absorbans değerlerinde düşüş olduğu belirlendi.

**Tablo 4.4.** Örneklerin klorofil miktarının spektrofotometrede ölçüm sonuçları

Örnekler	663nm	645nm	340nm
Gün-91-Kontrol	3,106	1,433	3,564
Gün-91- Uygulama	1,725	0,754	1,705
Bezostaja -Konrol	2,799	1,241	3,678
Bezostaja-Uygulama	1,936	0,824	2,406

Kuraklık stres uygulaması yapılan Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerinin klorofil a ve klorofil b miktarları incelendiğinde Tablo.4.5 te görüldüğü gibi kuraklık koşullarının etkisi ile miktarlarında düşüş gerçekleştiği görülmüştür. Klorofil düşüşünün, Bezostaja göre Gün-91 çeşidinde daha çok meydana geldiği gözlemlenmiştir.

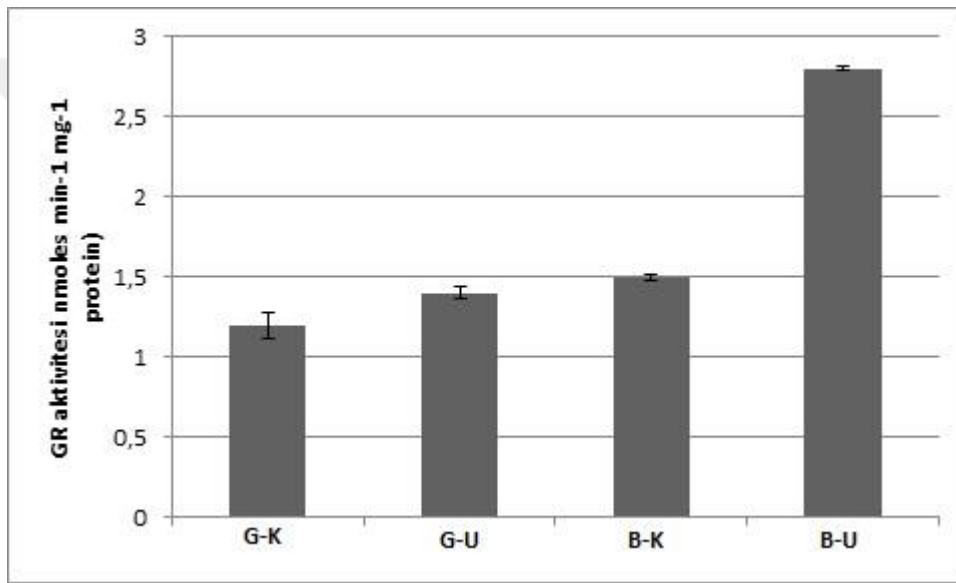
**Tablo 4.5.** Örneklerin klorofil a ve klorofil b miktarları (mg/g)

Örnekler	Klorofil a	Klorofil b
Gün-91 Kontrol	3,31	1,44
Gün-91 Uygulama	1,85	0,72
Bezostaja Konrol	2,99	1,20
Bezostaja Uygulama	2,07	0,76

Benzer olarak Ziska ve ark. (1990), yaptıkları bir çalışmada stresin artmasına bağlı olarak ribulozbisfosfat karboksilaz (Rubisco) aktivitesinde ve klorofil içeriğinde düşüş gerçekleştiğini tespit etmişlerdir. Buna karşın Ashraf ve Arfan (2005), bamya bitkisi üzerinde yaptığı başka bir çalışmada, kuraklık stresi altında bamya bitkisinin klorofil miktarının arttığını kaydetmişlerdir. Yapılan bir diğer çalışmada Shubha ve Tyagi (2007), su stresi altındaki çalılış fasulyesinin klorofil miktarında azalma ve tohum kalitesinde düşüş, çözünebilir şeker miktarında ise artış olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmalara bağlı olarak klorofil miktarının bitki çeşidine, biyotik ve abiyotik koşullara, fizyo-biyokimyasal yapılarına göre farklılık gösterdiği tahmin edilmektedir.

#### 4.5. Kuraklık Stresi Uygulanmış Yapraklarda Glutatyon Redüktaz (GR) Aktivitesinin Analizi

Yapılan analizler sonucunda glutatyon redüktaz aktivitesinin, kuraklığa dayanıklı Gün-91 çeşidinde önemli bir değişim olmamasına rağmen, Bezostaja çeşidinin uygulama grubunda Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi yüksek aktivite göstermiştir. Bu aktivitenin Bezostaja türünde fazla olmasının nedeni strese bağlı olarak hücrede savunma mekanizmasının devreye girdiği ve bitkiyi korumaya çalıştığı düşünülmektedir.

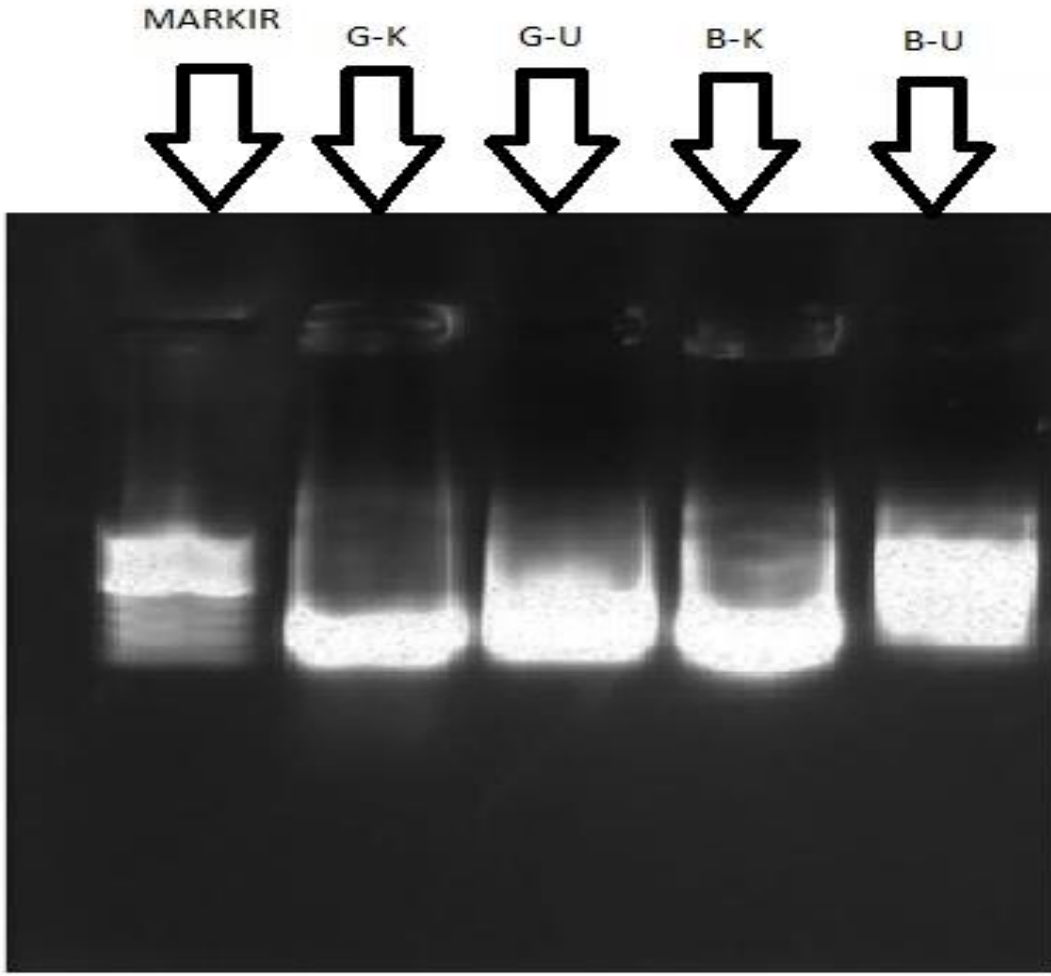


Şekil 4.1. Örneklerin Glutatyon Redüktaz aktiviteleri (G=Gün-91, B=Bezostaja, K=Kontrol, U=Uygulama)

Daha önce yapılmış bir çalışmada kuraklık koşulları altında *Oryza sativa* fidelerinde GR aktivitesinde artış meydana geldiğini kaydetmişlerdir (Sharma ve Dubey, 2005).

#### 4.6. Kuraklığa Maruz Bırakılmış Yapraklardan RNA'nın İzole Edilmesi ve cDNA'nın Sentezi

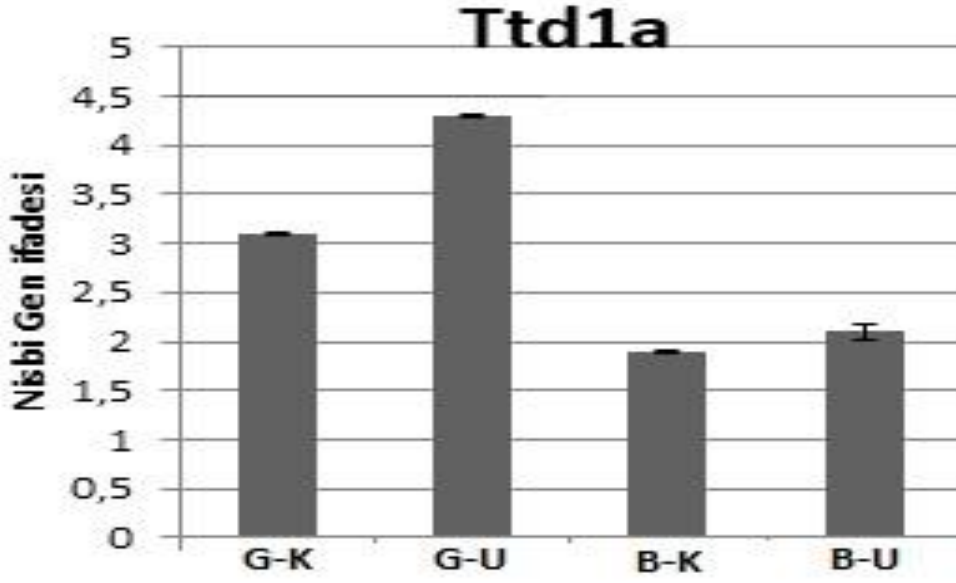
Kuraklık stresi uygulanmış Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerinde yapılan RNA izolasyonu sonucunda, RNA molekülü kalitatif özelliklerini belirlemek için % 1'lik agaroz jelde yürütülmüş ve Şekil 4.2.'de görüldüğü gibi kaliteli ve çalışılabilir bir RNA molekülü izole edilmiştir.



Şekil 4.2. RNA izolasyonlarının jel görüntüsü (G=Gün-91, B=Bezostaja, K=Kontrol, U=Uygulama)

#### 4.7. qRT-PCR ile Kuraklık ile İlişkili Transpozonların İfade Seviyesinin Ölçülmesi

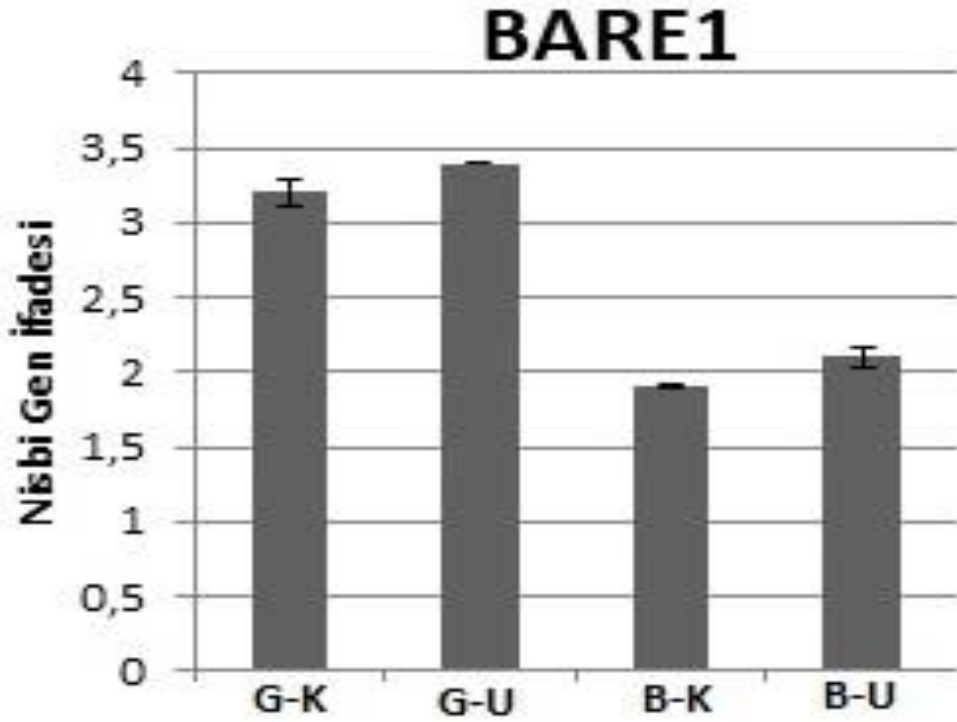
Kuraklık stresi altında Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerinde Ttd1a, BARE1, Tnt1, EARE-1, Tto1, Tto5, Tos17, Reme1 transpozonların gen düzeydeki ekspresyon seviyeleri analiz edilerek; retrotranspozonlarının kuraklık mekanizması ile ilgili olan ilişkileri incelenmiştir. Analiz sonuçları aşağıda grafiksel olarak gösterilmiştir.



**Şekil 4.3.**Ttd1aretrotranspozunun Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerindeki aktivitesi gösterilmektedir (G=Gün-91, B=Bezostaja, K=Kontrol, U=Uygulama).

Yaptığımız bu çalışmada Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerinde kuraklık stresine bağlı olarak Şekil 4.3.'te görüldüğü gibi Ttd1a retrotranspozunun Gün-91 çeşidinin uygulama grubunda yüksek oranda aktivasyonu tespit edilmiştir. Ttd1a retrotranspozunun kuraklığa hassas Bezostaja uygulama çeşidinde ise artış olmasına rağmen Gün-91 uygulama çeşidi kadar bir artış gerçekleşmediği ortaya konulmuştur. Bunun sonucunda, Ttd1a geninin buğdayda kuraklığa karşı dayanıklılık mekanizmasını oluşturmada önemli bir görev üstlendiği tahmin edilmektedir.

Benzer şekilde, Woodrow ve ark. (2011)'de makarnalık buğday üzerine yaptıkları çalışmada Ty1-copia retrontrasposonundan izole ettikleri Ttd1a geninin; tuz ve ışık stresi koşullarında aktive olduğunu tespit etmişlerdir.

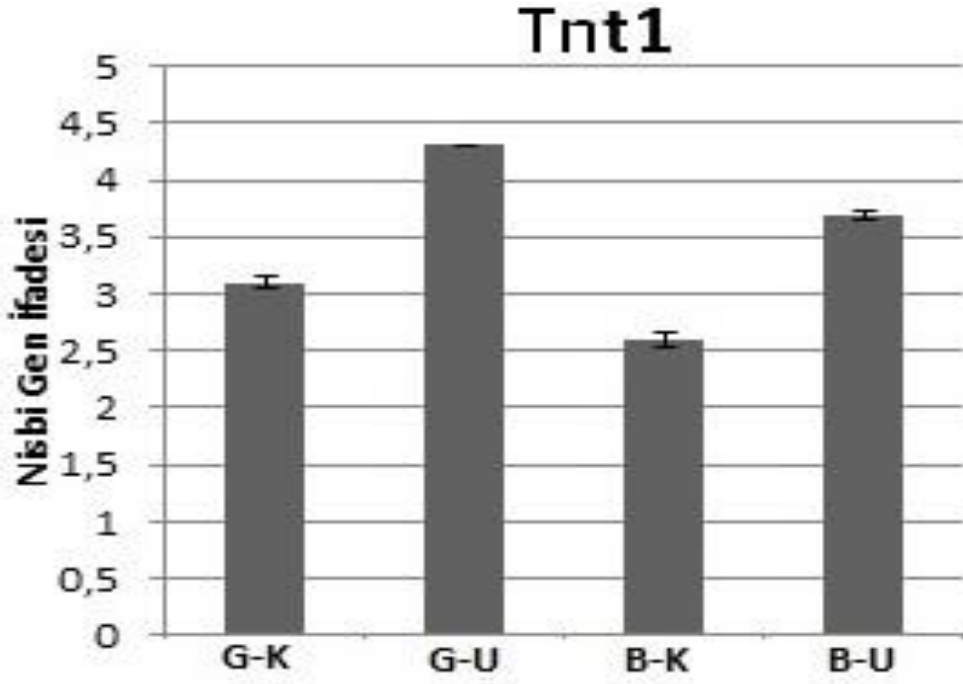


Şekil 4.4. BARE1 retrotranspozonun Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerindeki aktivitesi (G=Gün-91, B=Bezostaja, K=Kontrol, U=Uygulama)

Yaptığımız bu çalışmada BARE1 retrotranspozonun Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerindeki gen düzeyindeki aktivitesine bakılmıştır. Kuraklık stresi koşulları uygulanmış, uygulama grubu Gün-91 ve Bezostaja çeşitlerinde BARE1 retrotranspozonun varlığında az bir artış olduğu gözlemlendi (Şekil 4.4.).

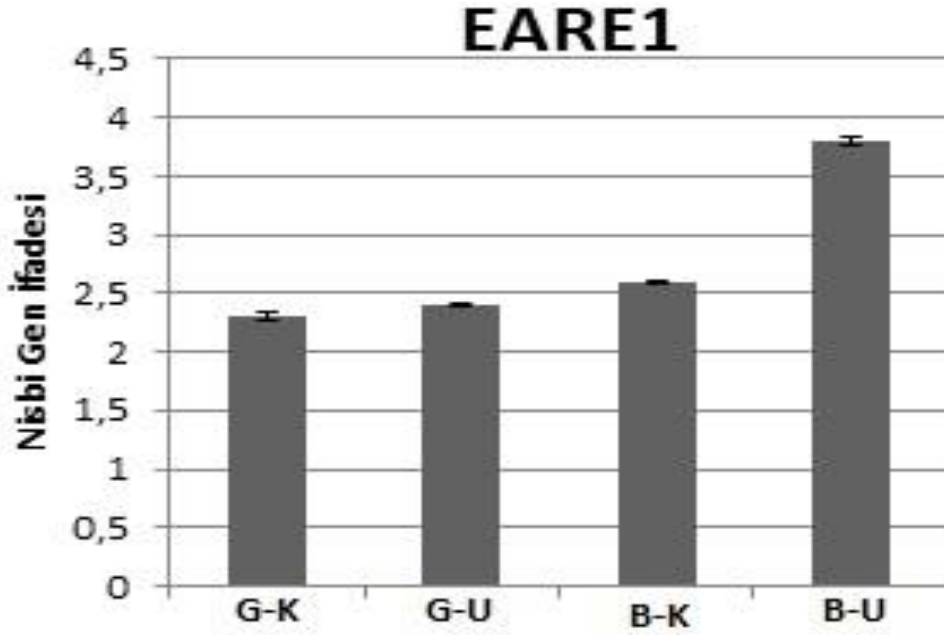
BARE 1 retrotranspozonu daha önce arpada bulunduğunu ve transkripsiyonel olarak aktif olduğu kaydedilmiştir (Vicent ve ark. 1999).





Şekil 4.5. Tnt1 retrotranspozonunun Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerindeki gen ifade seviyesi (G=Gün-91, B=Bezostaja, K=Kontrol, U=Uygulama)

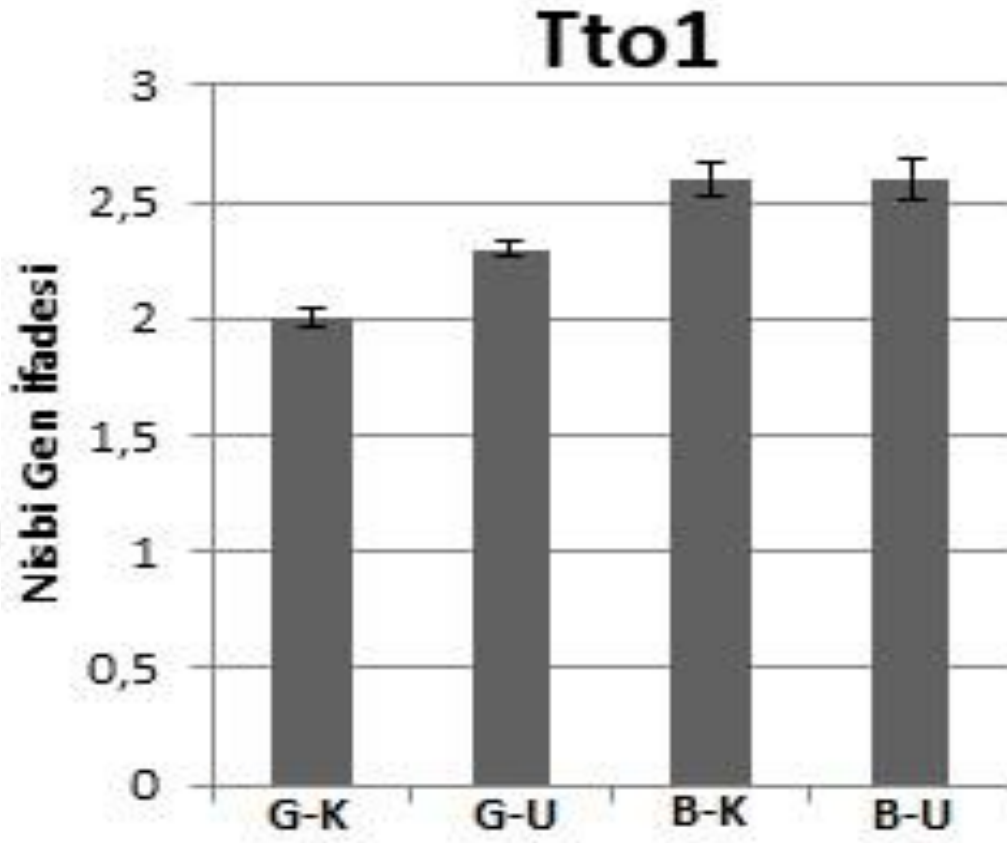
Yaptığımız çalışmada Şekil 4.5.'te görüldüğü gibi Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerinde kuraklık stresi altında Tnt1 retrotranspozonunda belirgin bir şekilde artış gözlenmiştir. Mhiri ve ark., (1997)'de Tnt1 retrotranspozonunun ekspresyonunu aynı zamanda heterolog türlerden domates ve *Arabidopsis*; yaralama, dondurma ve diğer abiyotik stres faktörleri ile bitkinin salisilik asit,  $CuCl_2$  ya da oksidatif stres ile savunmaya geçtiğini tespit etmişlerdir.



Şekil 4.6. EARE1 retrotranspozunun Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerindeki gen ifade seviyesi (G=Gün-91, B=Bezostaja, K=Kontrol, U=Uygulama)

Yaptığımız bu çalışmada kuraklık stres koşulları altında Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerinde, Gün-91 çeşitinde EARE-1 retrotranspozonu transkripsiyonu önemli bir artış göstermemesine rağmen, Bezostaja uygulama çeşidinde EARE-1 retrotranspozonu transkripsiyonu kontrol grubuna kıyasla büyük bir artış gösterdiği belirlendi (Şekil 4.6.).

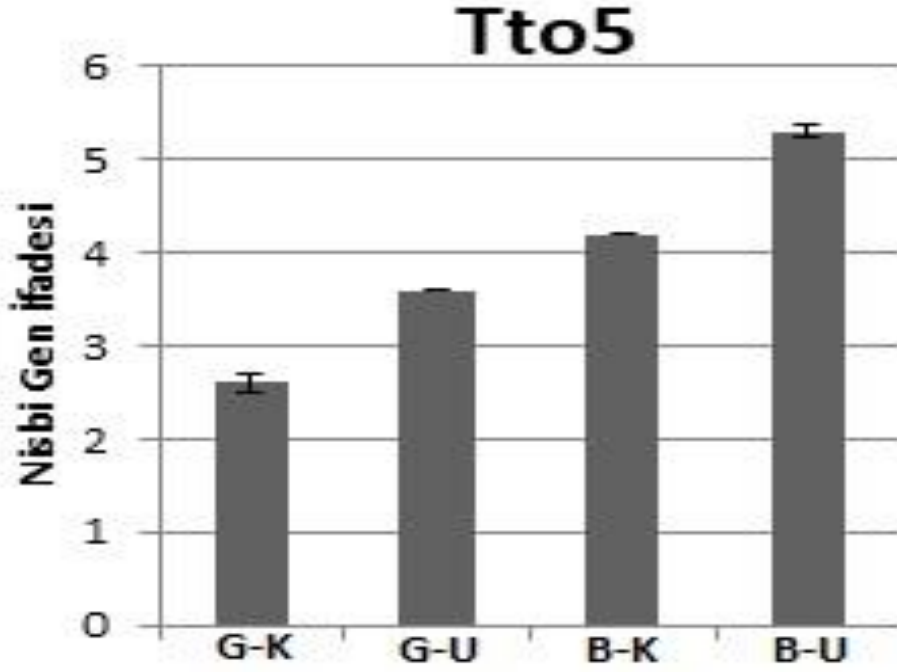
Benzer şekilde Huang ve ark. (2017)'de yaptıkları çalışmada RT-PCR çalışmaları sonucunda *Excoecaria agallocha*'nın tüm organlarının stres koşulları altında EARE-1 transkripsiyonun önemli bir şekilde arttığını göstermişlerdir.



Şekil 4.7. Tto1 retrotranspozonun Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerindeki gen ifade seviyesi(G=Gün-91, B=Bezostaja, K=Kontrol, U=Uygulama)

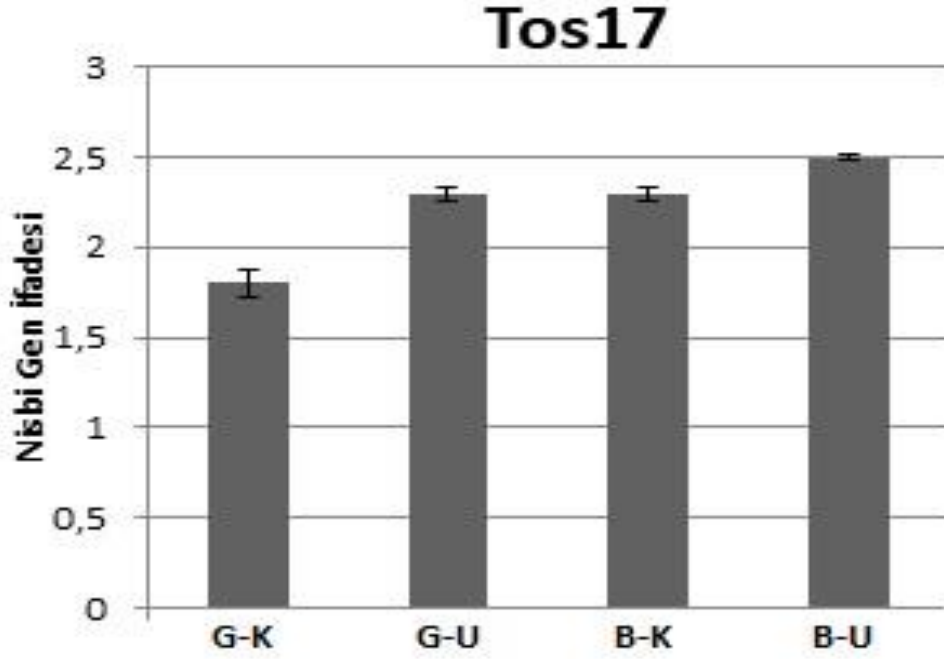
Şekil 4.7.'de görüldüğü gibi yaptığımız mevcut çalışmada, Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerine kuraklık stres koşulları uygulanmış ve Tto1 retrotranspozonu gen seviyesinde analiz edilmiştir. Gün-91 uygulama grubunda Tto1 retrotranspozonda az bir artış gözlemlenirken Bezostaja çeşidinde Tto1 retrotranspozonunda ifade seviyesinde herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir.

Hirochika ve ark. (1996)'da bitkilerin birkaç aktif retrotranspozonlarından biri olan Ttol'in tam nükleotid dizisini bütün bitkisinden izole ettiklerini bildirmişlerdir. Ayrıca yaptıkları çalışmada Ttol, heterolog konakçılarda otonom transpozisyonunu incelemek için pirinç içine yerleştirilmiş ve Tto1 in transkripsiyonu ve transpozisyonu, pirinç hücrelerinde gözlemiştirler. Grandbastien (1998)'de ise yaptığı bir çalışmada da Tnt1A retrotranspozonunun yaralama, mikrobiyal kaynaklar, salisilik asit, viral saldırılar ve diğer bileşiklerin etkisi ile aktive edildiğini kaydetmiştir fakat bitki savunmasında Tnt1 dışındaki diğer retrotranspozonların çalışılması gerektiğini ayrıca Tto1 retrotranspozonunun savunma aktivitesinin henüz bilinmediğini kaydetmiştir.



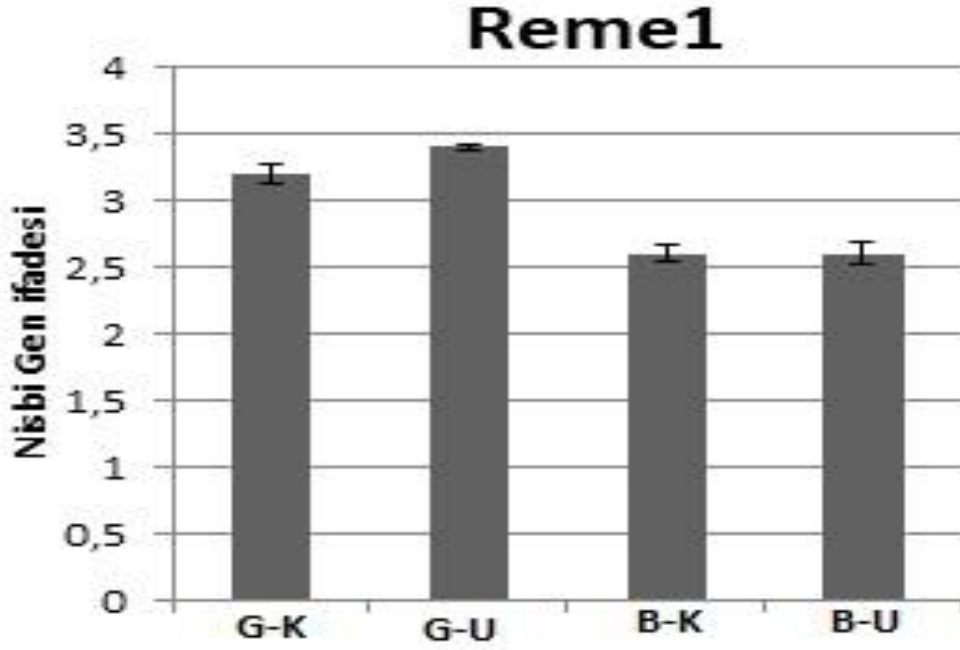
Şekil 4.8. Tto5 retrotranspozonunun Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerindeki gen ifade seviyesi (G=Gün-91, B=Bezostaja, K=Kontrol, U=Uygulama)

Yaptığımız bu çalışmada, kuraklık stresi uygulanmış Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerinde Tto5 retrotranspozonunun aktivasyonu incelendi (Şekil 4.8.). Her iki uygulama grubunda da kuraklık stresinin Tto5 retrotranspozonunun benzer bir şekilde artış gösterdiği görüldü. Bu retrotranspozon üzerine yapılan başka bir çalışmada Todorovska (2007)'de Tto5 retrotranspozonunun viral saldırıdan sonra aktif hale geldiği kaydetmiştir.



Şekil 4.9. Tos17 retrotranspozonunun Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerindeki gen ifade seviyesi (G=Gün-91, B=Bezostaja, K=Kontrol, U=Uygulama)

Yapılan çalışma sonucunda Şekil 4.9.'da görüldüğü gibi stres koşulları altında kuraklığa dayanıklı Gün-91 ve kuraklığa hassas Bezostaja buğday çeşitlerinde Tos17 retrotranspozon aktivitesi gözlemlenmiştir. Gün-91 buğday çeşidinde Tos17 retrotranspozonunun aktivitesi Bezostaja buğday çeşidine kıyasla daha fazla gerçekleştiği görülmüştür. Wendel ve Wessler (2000), yaptıkları bir çalışmada, karakterize edilen aktif bitki öğelerinin çoğunun transkripsiyonu normal gelişme sırasında büyük ölçüde sessiz olduğu fakat biyotik ya da abiyotik stres; patojen bir saldırı veya yaralama gibi bir durum söz konusu olduğunda bu öğelerin uyarıldığı görülmüştür. Bu öğelerden birinin, tütün bitkisinde bulunan Tnt1 retrotranspozonu ve pirinç bitkisinde bulunan Tos17 retrotranspozonu olduğunu bildirmişler ve bu retrotranspozonların miktarında artış olduğunu kaydetmişlerdir.



Şekil 4.10. Reme1 retrotranspozunun Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerindeki gen ifade seviyesi (G=Gün-91, B=Bezostaja, K=Kontrol, U=Uygulama)

Şekil 4.10.'de görüldüğü gibi mevcut çalışmada stres uygulanmış Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerinde, Reme1 retrotranspozonu gen düzeyinde ifade seviyesi ölçülmüştür. Çalışma sonucunda, Bezostaja buğday çeşidinde Reme1 retrotranspozonunda herhangi bir artış görülmezken, Gün-91 buğday çeşidinde ise az miktarda artış gerçekleştiği görüldü. RT-PCR kullanarak Reme1 retrotranspozonu normal şartlarda yapraklarda gözlemlendiği ve Reme1 retrotranspozonunun stressiz ortamlarda çimenlerde de bol bulunması sıra dışı bir durum olduğu bildirilmiştir (Suoniemi ve ark., 1996; Meyers ve ark., 2001; Vicient ve ark., 2001; Echenique ve ark., 2002; Araujo ve ark., 2005; Gomez ve ark., 2006).

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 5.1. Sonuçlar

Bu tez çalışmasında kuraklığa dayanıklı Gün-91 ve kuraklığa hassas Bezostaja buğday çeşitlerinde bazı transpozon genlerinin ifade seviyeleri eş-zamanlı PZR ile ölçülmüş ayrıca bitki gelişimi için önemli klorofil miktarı, glutasyon redüktaz (GR) aktivitesi, yaprak oransal su içeriği (YOSİ), kuru ve yaş ağırlık gibi bazı fizyo-biyokimyasal parametrelerde çalışılmıştır. Çalışma sonucunda kuraklık stresine maruz bırakılan Gün-91 ve Bezostaja buğday çeşitlerinin yaş ve kuru ağırlığı, bitki boyu ve gövde çapı, yaprak oransal su içeriği gibi büyüme parametrelerinin daha önceki bilim adamlarınca yapılan çalışmalara paralel olarak olumsuz etkilendiği görülmüştür. Ayrıca glutasyon redüktaz aktivitesinde genel bir artış olmasına karşın kuraklığa hassas Bezostaja çeşidinde daha fazla bir artış gerçekleşmiştir. Bunun nedeninin Bezostaja buğday çeşidinin daha hassas olmasından dolayı kuraklık stresine giren bitkinin hücrelerinde bitkiye zarar veren zararlı moleküllerin artması ve buna bağlı olarak GR nin savunma sisteminde destek olarak artış göstermesidir. Ayrıca çalışmamızda kuraklık stresine maruz bırakılan buğday örneklerinde; Ttd1a, BARE1, Tnt1, EARE1, Tto1, Tto5, Tos17, Remel retrotranspozonların gen düzeyinde ifade seviyeleri ölçülmüştür. Her transpozonun gen ifade seviyesi buğday çeşidine göre farklı sonuçlar ortaya çıkardığı görülmüştür. Bu retrotranspozonlardan Ttd1a, Gün-91 buğday çeşidinde yüksek aktivite gösterirken Bezostaja çeşidinde daha az bir aktivite göstermiştir. BARE1 retrotranspozonu ise, kuraklık altındaki her iki çeşitte'de az bir artış gerçekleştirmiştir. Tnt1 retrotranspozonunun iki buğday çeşidinde belirgin bir artışla aktivitesini göstermiştir. EARE1 retrotranspozonunun Gün-91 de fazla bir etki göstermemiş fakat Bezostaja çeşidinde yüksek bir aktivite göstermiştir. Tto1 retrotranspozonunun Gün-91 de az bir aktivitesi gözlemlenirken Bezostaja çeşidinde etkili olmadığı görülmüştür. Tto5 retrotranspozonunun iki çeşitte de belirgin aktivitesi gözlenmiştir. Tos17 retrotranspozonunun iki çeşitte de artış göstermesine rağmen Gün-91 de daha aktif olduğu görülmüştür. Son olarak, Remel retrotranspozonunun ise Gün-91 de aktivitesi gözlemlenirken Bezostaja çeşidinde ise aktivite gözlenmemiştir. Genel olarak ele aldığımızda Gün-91 buğday çeşidinde kuraklık stresi altında en çok aktiviteyi Ttd1a, Tnt1, Tto5, Tos17, Tto1 retrotranspozonları gerçekleştirirken en az aktiviteyi BARE1, EARE1 ve Remel retrotranspozonları gerçekleştirmiştir. Bezostaja buğday çeşidinde ise en çok aktiviteyi Tnt1, EARE1, Tto5 retrotranspozonları, en az aktiviteyi Ttd1a, BARE1, Tos17 gerçekleştirirken

Tto1 ve Remel retrotranspozonlarında herhangi bir aktivite gözlemlenmemiştir. Buna bağlı olarak her bitkinin farklı stresler altında vereceği cevapların değişik olacağı tahmin edilmektedir. Bu gen ifadelerinin daha iyi anlaşılması için çalışmaların yagınlaştırılması ve farklı stresler altında aktiviteleri incelenmeleri gerekmektedir. Dolayısı ile bu çalışma ile farklı buğday çeşitlerinin kuraklık stresine karşı gösterdiği moleküler fizyolojik cevaplar ortaya konulmuştur. Bu durumda, insan ve hayvan yaşamında önemli bir besin bitkisi olan buğdayın, özede ülkemizi ve genelde de dünyayı tehdit eden kuraklığa karşı moleküler-fizyoloji seviyesinde nasıl bir tepki verdiği konusunda literature yeni bilgiler kazandırılmıştır.

## 5.2. Öneriler

Çalışmamızda kuraklığa karşı hassas ve toleranslı olmak üzere iki farklı buğday çeşidi kullanılmış olup bunların kuraklık stresi altında ve kuraklık mekanizması ile ilişkili çeşitli fzyo-biyokimyasal aktiviteleri ve önemli bir hareketli genetik oyuncu olan bazı retrotranspozonların gen ifade seviyeleri ölçüldü. Çalışmada fizyo-biyokimyasal aktiviteler daha önceki çalışmaları destekleyecek şekilde bir profil göstermesine rağmen incelenen retrotransozonlar ise ilk defa bu çalışmada Bezostaja ve Gün-91 buğday çeşitlerinde gen düzeyinde ifade seviyeleri ölçülmüştür. Bu transpozonların daha önce farklı bitkilerde aktivitelerin olması ile bu genetik elementlerin türler arası geçiş yapabileceği'de ortaya konulmuştur. Ancak özellikle bu retrotranspozonların kuraklık mekanizmasında rollerinin daha da iyi anlaşılması için daha farklı bitki türlerindeki gen aktivitelerine bakılması, daha farklı retrotranspozonların çalışılması, kuraklık stresine cevap veren retrotranspozonların başka türlere aktarılması ve sonuçların izlenmesi gibi yaklaşımlar ile daha da somut çıktılar meydana gelmesi sağlanacaktır.



## 6. KAYNAKLAR

- Abdalla, M.M. and Khoshiban, N.H., 2007. The influence of water stress on growth, relative water content, photosynthetic pigments, some metabolic and hormonal contents of two triticium aestivum cultivars, *Journal of Applied Sciences Research*, 3(12): 2062-2074.
- Anyia, A.O. and Herzog, H., 2004. Genotypic variability in drought performance and recovery in cowpea under controlled environment, *Journal of Agronomy & Crop Science*, 190: 151-159
- Arnon, D.I., 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast: polyphenoloxidase in *Beta vulgaris.*, *Plant Physiology.*, 14: 1-15.
- Aprile, A., Mastrangelo, M.A., Leonardis, A., 2009. Transcriptional profiling in response to terminal drought stress reveals differential responses along the wheat genome published, *Bmc Genomics*, 10:279 Doi:10.1186/1471-2164-10-2.
- Araujo, P.G., Rossi, M., de Jesus, E.M., Saccaro, N.L., Kajihara, D., Massa, R., de Felix, J.M., Drummond, R.D., Falco, M.C., Chabregas, S.M., Ulian, E.C., Menossi, M., Van Sluys, M.A., 2005. Transcriptionally active transposable elements in recent hybrid sugarcane, *Plant Journal*.44:707–717.
- Ashraf, M. and Arfan, M., 2005. Gas exchange characteristics and water relations in two cultivars of Hibicus esculentus under waterlogging, *Biologia Plantarum*, 49 (3): 459-462.
- Aslın, H., 1986. Çeşitli Triticum (Buğday) türlerinde morfolojik, anatomik ve bazı fizyolojik özellikler üzerine araştırmalar, *Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*
- Baser, K.H.C., 2002. Fonksiyonel gıdalar ve nutrasötikler, 14. *Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı*, Eskisehir.
- Bennetzen, J.L., 2000. Transposable element contributions to plant gene and genome evolution, *Plant Molecular Biology*. 42(1):251-69.
- Bray, E.A., Buchanan, B., Gruissem, W., Jones, R., 2000. Responses to abiotic stresses, biochemistry and molecular biology of plants, *Engineering for Stress Tolerance, Planta*, 218, 1-14.
- Bowen, N.J. and Jordan, K., 2002. Transposable elements and the evolution of eukaryotic complexity, *Current Issues in Molecular Biology*, 4, 65-76.
- Busk, P.K. and Pages, M., 1998. Regulation of abscisic acid-induced transcription. *Plant molecular Biology*, 37:425-435.
- Casacuberta, E. and Gonzalez, J., 2013. The impact of transposable elements in environmental adaptation *Molecular Ecology*, 22: 1503–1517.
- Cornelli, U., 2009. Antioxidant Use İn Nutraceuticals, *Clinical Dermatology*; 27: 175–94.
- Çakmak, İ. and Marschner, H., 1992. Magnesium deficiency and highlight intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves, *Plant Physiology*, 98:1222-1226.

- Echenique, V., Stamova, B., Wolters, P., Lazo, G., Carollo, L., Dubcovsky, J., 2002. Frequencies of Ty1-copia and Ty3-gypsy retroelements within the Triticeae EST databases. *Theoretical and Applied Genetics*, 104:840–844.
- Eren, A.H., İlhan, E., İnal, B., 2015. miR482 ve Bitkilerdeki İzofomları *Türkiye Tarımsal Araştırma Dergisi*, 3(2): 184-191.
- Evrensel, C., 2010. Arpa (*Hordeum vulgare* L.) doku kültürlerinde transpozon analizi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Federoff, N., 2001. How Jumping Genes Were Discovered, *Nature Structural Biology*, 8 (4), 300-301.
- Freeling, M., 1988. Mutagenesis Using Robertson's Mutator Lines and Consequent Insertions at the Adh1 Gene in Maize *Plant Transposable Elements*, pp 279-288.
- Feschotte, C., Jiang, N., and Wessler, S.R., 2002. Plant Transposable Elements: Where Genetics Meets, *Genomics, Nature*, 3, 329-341.
- Finnegan, D.J., 1989. Eukaryotic Transposable Elements and Genome Evolution, *Trends in Genetics*, 5: 103-107.
- Gomez, E., Schulman, A.H., Martinez-Izquierdo, J.A, Vicient, C.M, 2006. Integrase diversity and transcription of the maize retrotransposon Grande. *Genome* 49:558–562.
- Gök,V. ve Serteser, A., 2003. Doğal Antioksidanların Biyoyararlılığı, 3. *Gıda Mühendisliği Kongresi, Ankara 2-4*
- Grzebelus, D., 2006. Transposon Insertion Polymorphism As A New Source of Molecular Markers, *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14 (1), 21-29.
- Grandbastien, M.A., 1998. Activation of plant retrotransposons under stress conditions, *Plant Science*, 3: 181–187.
- Hassan, N.M., El-Bastawisy, Z.M., El-Sayed, A.K., Ebeed, H.T., Alla, M.M.N., 2015. Roles of dehydrin genes in wheat tolerance to drought stress, *Journal of Advanced Research*, 6(2): 179-188.
- Hirochika, H., Sugimoto, K., Otsuki, Y., Tsugawa, H., and Kanda, M., 1996. Retrotransposons of rice involved in mutations induced by tissue culture, *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*93, 7783–7788.
- Huang, J., Wang Y., Liu W., Shen X., Fan Q., Jian S., and Tang T., 2017. *EARE-1*, a transcriptionally active ty1/copia-like retrotransposon has colonized the genome of *Excoecaria agallocha* through horizontal transfer, *Frontiers in Plant Science*, 2017; 8: 45.
- Huang, J., Zhang, K., Shen, Y., Huang, Z. L., M., Tang, D., Gu. M. Cheng, Z., 2009. Identification of a high frequency transposon induced by tissue culture, daiz, a member of the hAT family in rice, *Genomics*, 93, 274-281.
- İnal, B., Turktas M, Eren H, İlhan E, Okay S, Atak M, Erayman M, Ünver T., 2014. Genome-wide fungal stress responsive miRNA expression in wheat, *Planta* 240:1287–1298.
- Joppa, L.R., 1993. Chromosome engineering in tetraploid wheat, *Crop Science*, 33, 908-913.
- Jurka, J., 2008. Conserved Eukaryotic Transposable Elements and the Evolution of Gene Regulation, *Cellular and Molecular Life Sciences*, 65, 201-204.

- Kaçar, B., Katkat, V., Öztürk, Ş., 2009. Bitki fizyolojisi, *Nobel Yayın Dağıtım, Ankara*, 485-531.
- Kadıoğlu, A., 2004. Bitki fizyolojisi, *Lokman Yayın, Trabzon*, s. 453.
- Kalefetoğlu, T., ve Ekmekçi Y., 2005. Bitkilerde kuraklık stresinin etkileri ve dayanıklılık mekanizmaları, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 18(4): 723-740.
- Kalaycı, M., Aydın, M., Özbek, V., Çekiç, C., Ekiz, H., Yılmaz, A., Çakmak, İ., Keser, M., Altay, F., Kınacı, E., Dayioğlu, R., 1998. Determination of droughtresistant wheat genotypes and related morphological and physiological parameters under Central Anatolian conditions, *TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu*, 62.
- Kamali, A. and Lösel, D.M., 1996. Growth and sugar accumulation in durum wheat plants under water stres, *New Phytologist*, 132: 57-62.
- Karabulut, H. ve Gülay, M.Ş., 2016. Antioksidanlar, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergisi*, Burdur, 1 (1): 65-76.
- Karakas, B., Ozias-Akins, P., Stushnoff, C., Suefferheld, M., Rieger, M., 1997. Salinity and drought tolerance of mannitol accumulating transgenic tobacco, *Plant, Cell and Environment*, 20: 609-616.
- King, S.W., Joshi, C.P., Nguyen, H.T., 1992. DNA sequence of an aba-responsive gene (Rab-15) from water-stressed wheat roots, *Plant Molecular Biology*, 18(1): 119-121.
- Kimpel, J.A. and J.L. Key., 1985. Heat shock in plants, *Trends In Biochemical Sciences* 10:353-357.
- Kuşvuran, Ş. and Abak, K., 2012. Kavun genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri. *Çukurova Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Adana, Cilt:28-5
- Lawlor, D.W. and Cornic, G., 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants, *Plant, Cell & Environment*; 25: 275-294.
- Lee, J., Koo, N., Min, D.B., 2004. Reactive oxygen species, aging, and antioxidative nutraceuticals, *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*; 3: 21- 33.
- Leonard, W.H., Martin, J.H., 1963. Cereal crops, *Macmillan Publishing*, New York, USA.
- Lichtenthaler, H.K. and Wellburn, A.R., 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophyll a and b of leaf extracts in different solvents, *Biochemical Society Transactions*; 11: 591-592.
- Linquist, S., 1986. The heat shock response, *Annual Review Biochemistry*; 45: 39-72.
- Lu, S.F., Sun, Y.H., Chiang, V.L., 2008. Stressresponsive microRNAs in populus, *The Plant Journal*; 55(1): 131-151.
- Mao, H., Wang, H., Liu, S., Li, Z., Yang, X., Yan, J., Li, J., Son, P.T., Qin, F., 2015. A transposable element in a nac gene is associated with drought tolerance in maize seedlings, *Nature Communications*; 6: Article number: 8326.
- Maças, B., Gomes, M.C., Dias, A.S., Coutinho, J., 2000. The tolerance of durum wheat to high temperatures during grain filling: durum wheat improvement in the mediterranean region, *CIHEAM-IAMZ, New Challenges, Zaragoza*, 257-261.

- Mahajan, S. and Tuteja N., 2005. Cold, salinity and drought stress: an overview, *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444: 139-158.
- Maraklı, S., 2012. Arpa (*Hordeum vulgare*) Kültür varyetelerinde transpozon ve kromozom analizleri, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 7-8.
- Marco, A. and Marin, I., 2005. Retrovirus-like elements in plants, *Recent Research for Development Plant Sciences*, 81-7736-245-3.
- Mansour, A., 2007. Epigenetic activation of genomic retrotransposons, *journal of cell and molecular biology*, 6 (2), 99-107.
- Moure, A., Cruz, J.M., Franco, J.D., 2000. Natural antioxidants from residual sources, *Food Chemistry*, 172: 145–71.
- Meyers, B.C., Tingey, S.V., Morgante, M., 2001. Abundance, distribution and transcriptional activity of repetitive elements in the maize genome, *Genome Research*, 11:1660–1676.
- Mhiri, C., Morell, J.B., Vernhettes, S., Casacuberta, J.M., Lucas, H., Grandbastien M.A., 1997. The promoter of the tobacco Tnt1 retrotransposon is induced by wounding and by abiotic stress, *Plant Molecular Biology*, 33: 257–266.
- Miller, W.J., 2004. Mobile Genetic Elements – protocols and genomic applications edited, *Humana Press Inc*, 999, New Jersey, ABD, 1- 58829-007-7.
- Moldovan, L. and Moldovan, N., 2004. Oxygen free radicals and redox biology of organelles, *Histochemistry and Cell Biology*, 122: 395 – 412.
- Mut, Z. ve Sezer, İ., 2008. Kuraklık stresi ve buğday, *Ülkesel Tahıl Sempozyumu*, 782-788, Konya.
- Okamoto, H. and Hirochika, H., 2001. Silencing of transposable elements in plants, *Trends in Plant Science*, 6 (11), 527-534.
- Özberk, G., Özberk, F., Öktem, A., 2002. Harran Ovası koşullarında ekmeçlik buğday bölge verim denemelerinde bazı istatistik analizler, *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3), 11-118.
- Öztürk, A., 1999. Kuraklığın kışık buğdayın gelişmesi ve verimine etkisi, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23, 531-540.
- Pool, R.M. and Lakso, A.N., 2000. Recognizing and responding to drought stress in maturing grapevines, *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 10, 1469-8137.
- Rao, M.K.V., Raghavendra, A.S., Janardhan, R.K., 2005. Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants, *Netherlands: Springer*: 345-7.
- Roberts, A.P., Chandler, M., Courvalin, P., Guédon, G., Mullany, P., Pembroke, T., Rood, J.I., Smith, J., Summers, A.O., Tsuda, M., Berg, D.E., 2008. Revise nomenclature for transposable genetic elements, *Journal Plasmid*, 60, 167-173.
- Sade, B., 2008. Yeni boyutlarıyla kuraklık ve nadas, *Ülkesel Tahıl Sempozyumu*, 230-235.
- Sanchez, F.J., Andres, E.F., Tenorio, J.L., Ayerbe, L., 2004. Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pisum sativum* L.) Subjected to Water Stress, *Field Crops Research*, 86: 81-90.

- Sankar, B., AbdulJaleel, C., Manivannan, P., Kishorekumar, A., Somasundaram, R., Panneerselvam, R., 2008. Relative efficacy of water use in five varieties of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. under water-limited conditions, *Colloids and Surfaces*, 62: 125–129
- Saeedipour, S. and Moradi, F., 2011. Effect of drought at the post-anthesis stage on remobilization of carbon reserves and some physiological changes in the flag leaf of two wheat cultivars differing in drought resistance, *Journal of Agricultural Science*, 3 (3):81-92.
- Schonfeld, M.A., John, R.L., Carver, B.F., Mornhinweg, D.W., 1988. Water relations in winter wheat as drought resistance indicators, *Crop Science*, 28, 526-531.
- Schulman, A.H. and Kalendar, R., 2005. Cytogenetic and Genome *Research*, 110, 598-605.
- Sharma, P. and Dubey, R.S., 2005. Modulation of nitrate reductase activity in rice seedlings under aluminium toxicity and water stress: role of osmolytes as enzyme protectant, *Journal of Plant Physiology* 162:854–864
- Shuai, P., Liang, D., Zhang, Z.J., Yin, W.L., Xia, X.L., 2013. Identification of drought-responsive and novel *Populus trichocarpa* microRNAs by highthroughput sequencing and their targets using degradome analysis, *BMC Genomics*, 14(1): 1-14.
- Shirasu, K., Schulman, A.H., Lahaye, T., Schulze-Lefert, P., 2000. A Contiguous 66-Kb Barley DNA sequence provides evidence for reversible genome expansion, *Genome Research*, 10, 908-915.
- Shubha, V. and Tyagi, A.K., 2007. Emerging trends in the functional genomics of the abiotic stress response in crop plants, *Plant Biotechnology Journal*, 5 (3): 361-380.
- Suoniemi, A., Narvanto, A., Schulman, A.H., 1996. The BARE-1 retrotransposon is transcribed in barley from an LTR promoter active in transient assays, *Plant Molecular Biology* 31:295–306.
- Szabo, M., Kiss, J., Olasz, F., 2010. Functional organization of the inverted repeats of  $\lambda$  30, *Journal of Bacteriology*, 192, 3414-3423.
- Temel, Y., Bozkuş, T., Karagözoğlu, Y., Çiftci, M., 2017. Glutasyon Redüktaz (GR) enziminin japon bildircin (*coturnix coturnix japonica*) eritrositlerinden saflaştırılması ve karakterizasyonu, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(3): 143-150.
- Todorovska, E., 2007. Retrotransposons and their Role in Plant—Genome Evolution, *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 21:3, 294-305.
- Türkan, İ., Bor, M., Özdemir, F., Koca, H., 2005. Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* Gray and drought sensitive *Phaseolus vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediates water stress, *Plant Science*, 168; 223-231.
- Untergasser, A., Cutcutache, I., Koressaar, T., Ye, J., Faircloth, B.C., Remm, M., Rozen, S.G., 2012. Primer3--new capabilities and interfaces. *Nucleic Acids Research*, 1;40(15):e115.
- Vicient, C.M., Annu- Suoniemi, A., Anamthawat-Jónsson, K., Tanskanen, J., Beharav, A., Nevo, E., Schulman, A.H., 1999. Retrotransposon BARE-1 and its role in genome evolution in the genus *hordeum*, *The Plant Cell*, Volum 11, 1769–1784

- Vicient, C.M., Kalendar, R., Schulman, A.H., 2001. Active retrotransposons are a common feature of grass genomes. *Plant Physiology*, 125:1283–1292
- Vierling, E., 1991. The roles of heat shock proteins in plants, *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* Volum, 42:579-620.
- Voytas, D.F. and Boeke, J.D., 2002. Ty1 and Ty5 of *Saccharomyces Cerevisiae*, In *Mobile DNA II*. Edited By Craig, N.L., Craigie, R., Gellert, M., Lambowitz, A.L., Washington Dc: *Asm Press*; 631-662.
- Wang, W.X., Vinnocur, B., Altman, A., 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures, towards genetic engineering for stress tolerance, *Planta*, 218, 1-14.
- Wendel, J.F. and Wessler, S.R., 2000. Retrotransposon-mediated genome evolution on a local ecological scale, *Department of Botany, Iowa State University, Ames, IA 50011; and Departments of Botany and Genetics, University of Georgia, Athens, GA 30602*.
- Wessler, S. R. 2006. Eukaryotic transposable elements: teaching old genomes new tricks, *The implicit genome*, p138-165.
- Wicker, T., Sabot, F., Hua-Van, A., Bennetzen, J., Capy, P., Chalhoub, B., Flavell, A., Leroy, P., Morgante, M., Panaud, O., Paux, E., Sanmiguel, P., Schulman, A.H., 2007. A unified classification system for eukaryotic transposable elements, *Nature Genetics*, 8,973-982.
- Woodrow, P., Pontecorvo, G., Ciarmiello, L.F., Fuggi, A., Carillo, P., 2011. Ttd1a promoter is involved in DNA–protein binding by salt and light stresses *Molecular Biology Report*, 38:3787–3794
- Yavaşer, R., 2011. Doğal ve sentetik antioksidan bileşiklerin antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aydın, 6-7.
- Ziska, L.H., Seemann, J.R., DeJong, T.M., 1990. Salinity induced limitations on photosynthesis in *Prunus salinica*, a deciduous tree species. *Plant Physiology*, 93: 864-870.

[Url-1: www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hububat/HububatRaporu2017.pdf](http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hububat/HububatRaporu2017.pdf),

[Erişim tarihi: 28 Kasım 2018](#)

[Url-2: https://www.cabi.org/isc/datasheet/55204](https://www.cabi.org/isc/datasheet/55204), [Erişim tarihi: 1 Aralık 2018](#)

[Url-3:http://ankomer.com/Sayfa.aspx?pid=57&cid=0&Lang=tr](http://ankomer.com/Sayfa.aspx?pid=57&cid=0&Lang=tr), [Erişim tarihi: 15 Kasım 2018](#)

[Url-4:https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tarlabitkileri/Belgeler/cesitler/bugday.pdf](https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tarlabitkileri/Belgeler/cesitler/bugday.pdf), [Erişim tarihi: 2 Kasım 2018](#).

[Url-5:https://evrimagaci.org/evrim-mekanizmalari-10-transpozonlar-247](https://evrimagaci.org/evrim-mekanizmalari-10-transpozonlar-247), [Erişim tarihi: 2 Kasım 2018](#)

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** Yusuf TEĞİN  
**Doğum Yeri ve Tarihi** Eruh 31.07.1983  
**Telefon** 542-8421474  
**E-posta** yusuftegin@hotmail.com

### EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Siirt Lisesi (Y.D.A)	2004
Üniversite	: Siirt Üniversitesi	2013
Yüksek Lisans	: Siirt Üniversitesi	2018

### İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2013-Devam ediyor	D.H.M.i	Danışma gör

### UZMANLIK ALANI

Bitki Biyoteknolojisi

### YABANCI DİLLER

İngilizce  
İtalyanca