

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

**KAVUN (*Cucumis melo* L.) BİTKİSİNDE KURAKLIK İLE İLİŞKİLİ BAZI
HAREKETLİ GENETİK ELEMENTLERİN (TRANSPONON) VE FİZYO-
BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Sadettin ÇİÇEK
(163106004)**

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

**Danışman: Doç. Dr. Behcet İNAL
II. Danışman: Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU**

**Ekim-2019
SİİRT**

TEZ KABUL VE ONAYI

Sadettin ÇİÇEK tarafından hazırlanan “Kavun (*Cucumis melo* L.) Bitkisinde Kuraklık İle İlişkili Bazı Hareketli Genetik Elementlerin (Transpozon) ve Fizyolojik-Biyokimyasal Parametrelerin İncelenmesi” adlı tez çalışması 07/10/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Muhemet Zeki KARİPÇİN

İmza



Danışman

Doç. Dr. Behcet İNAL



Üye

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa RÜSTEMOĞLU



Yukarıdaki sonucu onaylarım.



Doç. Dr. Fevzi HANSU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez çalışması SİÜBAP tarafından 2017-SİÜFEB-62 nolu proje ile desteklenmiştir.

ÖN SÖZ

Kavun bitkisi uzun zamandan beri insanoğlunun faydalandığı önemli bitkiler arasında yer almaktadır. Özellikle antioksidant seviyesinin yüksek olduğu önemli bazı bileşenler içermesi sebebi ile sağlık açısından tüketilmesi de uzun zamandan beri bir beslenme öğesi olarak görülmüştür. Ancak çeşitli olumsuzluklara bağlı olarak kuraklığın yer kürede gittikçe arttığı da bilinmektedir. Özellikle bitkilerin bu kuraklık stresine karşı verdiği fizyolojik ve moleküler cevapların nasıl olduğu son zamanlarda oldukça merak edilen bilimsel soruları oluşturmuştur. Özellikle bitkide kuraklığa karşı gen düzeyinde meydana gelen değişik tepkimeler araştırmaya değerdir.

Bu çalışmada kuraklık stresine farklı derecede tepki verdiği daha önce yapılmış çalışmalar ile tesbit edilmiş olan farklı kavun genotiplerinde (kuraklığa hassas ve dayanıklı) Tnt1, Tto1, Tos17, Tto5, BARE1, EARE-1, Remel ve Ttd1a transpozonlarının gen düzeyinde ifade seviyeleri gerçek zamanlı PZR ile ölçülmüştür. Böylece, bitki fonksiyonel genomu ve transkriptomu üzerindeki işlevleri henüz çok bilinmeyen söz konusu transpozonlar diğer adı ile sıçrayan genler kuraklık stresi uygulanmış kavun bitkisinde ilk defa bakılmış ayrıca farklı bitki türlerine ait olan bu genlerin türler arası geçişlilik durumları da değerlendirilmiştir. Diğer taraftan elde edilen transpozon gen ifade sonuçları, bitkide önemli reaksiyonlar sonucu elde edilen bazı fizyolojik ve biyokimyasal analizler ile de karşılaştırılmıştır. Böylece, kavun bitkisindeki kuraklık mekanizmasının moleküler-fizyoloji yönünü aydınlatmaya yönelik literatüre önemli yeni bilgiler kazandırılması hedeflenmiştir.

Yukarıda bahsedilen ve yüksek lisans tezimin kosnusununu oluşturan analizlerin yapılmasında, değerlendirilmesinde ve tezimin yazımının her aşamasında bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren danışman hocam, Doç. Dr. Behcet İNAL 'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez yazım aşamasında benden yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Yusuf TEĞİN ve Öğr. Üyesi Ümran CANSU'ya teşekkürlerimi sunarım.

2017-SİİFEB-62 nolu proje ile gerekli malzemelere sahip olmamızı sağlayan Siirt Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğüne teşekkürlerimi sunarım.

Sadettin ÇİÇEK
SİİRT-2019



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖN SÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	viii
ÖZET	ix
YÜKSEK LİSANS TEZİ.....	ix
KAVUN (<i>Cucumis melo</i> L.) BİTKİSİNDE KURAKLIK İLE İLİŞKİLİ BAZI HAREKETLİ GENETİK ELEMENTLERİN (TRANSPozON) VE FİZYO-BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİN İNCELENMESİ	ix
ABSTRACT.....	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Kavun Bitkisinin Morfolojik Özellikleri	1
1.1.1. Kök.....	1
1.1.2. Gövde ve dallar	2
1.1.3. Yaprak.....	2
1.1.4. Çiçek	2
1.1.5. Meyve	3
1.1.6. Tohum	3
1.2. Kavunun Sistematikteki Yeri	3
1.3. Kavunun Ülkemizde ve Dünya Üzerindeki Dağılımı	4
1.4. Abiyotik Stresler	4
1.5. Kuraklık	5
1.6. Transpozon.....	6
1.6.1. Transpozonların sınıflandırılması ve hareket mekanizması	7
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	8
3. MATERYAL VE METOT.....	12
3.1. Bitkilerin Yetiştirilmesi	12
3.2. Yaş ve Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi	12
3.3. Gövde Boyu ve Çapının Belirlenmesi	13
3.4. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi	13
3.5. Yaprak Sıcaklık Ölçümleri	14
3.6. Bitki Kuru Madde Oranı (%)	14
3.7. Ortalama Meyve Ağırlığı	14
3.8. Ortalama Meyve Yüksekliği	14
3.9. Ortalama Meyve Çapı	14

3.10. Dış Kabuk Kalınlığı	14
3.11. Suda Çözünebilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM)	15
3.12. Klorofil Miktarının Belirlenmesi	15
3.13. Glutasyon Redüktaz (GR) Aktivitesi	15
3.14. RNA İzolasyonu	16
3.15. qRT-PCR ile Kuraklık ile İlişkili Transpozonların İfade Analizi.....	16
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	17
4.1. Kuraklık Stresi Altında Örneklerin Yaş ve Kuru Ağırlıkların Hesaplanması	17
4.2. Gövde Boyu ve Çapının Ölçülmesi	18
4.3. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Analizi.....	19
4.4. Kuraklık Stresi Uygulanmış Yapraklarda Klorofil Miktarının Ölçülmesi	20
4.5. Kuraklık Stresi Uygulanmış Yapraklarda Glutasyon Redüktaz (GR) Aktivitesi	21
4.6. Yaprak Sıcaklık Ölçümlerinin Analiz Edilmesi	22
4.7. Yaprak Dokularından RNA'nın izole edilmesi ve cDNA'nın Sentezinin Yapılması	23
4.8. qRT-PCR ile Kuraklık ile İlişkili Transpozonların İfade Seviyesinin Ölçülmesi	23
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	31
5.1. Sonuçlar	31
5.2. Öneriler	31
6. KAYNAKLAR	33
ÖZGEÇMİŞ	38

TABLULAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. 1. Başlıca Kavun Üreticileri ve Üretim Miktarları (FAOSTAT, 2017)	4
Tablo 4. 1. Kuraklık stresi uygulanmış ve uygulanmamış örneklerinin kuru ve yaş ağırlıkları.....	18
Tablo 4. 2. Kuraklık stresi uygulanmış ve uygulanmamış örneklerin boy uzunlukları ve gövde çapları.....	19
Tablo 4. 3. Kuraklık stresi uygulanmış ve uygulanmamış örneklerin yaprak oransal su içeriğinin analizi	19
Tablo 4. 4. Örneklerin klorofil miktarının spektrofotometre ölçüm sonuçları	20
Tablo 4. 5. Örneklerin klorofil a,b miktarlarının ölçümü	21
Tablo 4. 6 Kavun çeşitlerinin infrared termometre yardımı ile yaprak sıcaklık ölçüm sonuçlarını tespit edilmesi	22

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1. Transpozonların mısır fenotipindeki etkileri (Url-3).....	7
Şekil 3. 1. Kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerinin tarladaki görünümü.....	12
Şekil 3. 2. Kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerinden tesadufi olarak seçilen 3 bitkinin kuru ve yaş ağırlıklarının belirlenmesi.....	13
Şekil 3. 3. Kavun çeşitlerinin kumpas yardımı ile gövde boyu ve gövde çapının hesaplanmasının yapılması	13
Şekil 3.4. Kavun genotiplerinin meyve kabuk kalınlıklarının cetvel ve dijital kumpas ile ölçülmesi	15
Şekil 4. 1. Örneklerin Glutatyon Redüktaz Aktiviteleri (K=Kontrol, U=Uygulama)	22
Şekil 4. 2. Örneklerin RNA izolasyonlarının jel görüntüsü (K=Kontrol, U=Uygulama). 23	
Şekil 4. 3. Ttd1a retrotranspozonun kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerindeki gen ifade seviyesi gösterilmektedir.(K=Kontrol, U=Uygulama)	24
Şekil 4. 4. BARE1 retrotranspozonun kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerindeki aktivitesi (K=Kontrol, U=Uygulama)	25
Şekil 4. 5. Tnt1 retrotranspozonun kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerindeki gen ifade seviyesi (K=Kontrol, U=Uygulama)	26
Şekil 4. 6. EARE1 retrotranspozonun kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerindeki gen ifade seviyesi (K=Kontrol, U=Uygulama)	27
Şekil 4. 7. Tto1 retrotranspozonun kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerindeki gen ifade seviyesi (K=Kontrol, U=Uygulama)	28
Şekil 4. 8. Tto5 retrotranspozonun kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerindeki gen ifade seviyesi (K=Kontrol, U=Uygulama)	28
Şekil 4. 9. Tos17 retrotranspozonun kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerindeki gen ifade seviyesi (K=Kontrol, U=Uygulama)	29
Şekil 4. 10. Reme1 retrotranspozonun kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerindeki gen ifade seviyesi (K=Kontrol, U=Uygulama)	30

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

<u>Kısaltma</u>	<u>Açıklama</u>
cDNA	: Komplementer DNA
DNA	: Deoksiribonükleikasit
GR	: Glutasyon Redüktaz
LTR	: Long Terminal Repeat
mRNA	: Messenger RNA
NADPH	: Nikotinamid Adenin Dinükleotid Fosfat
PBS	: Primer Binding Site
PCR	: Polymerase Chain Reaction
PPT	: Polypurine Tract
RNA	: Ribo Nükleik Asit
ROS	: Reaktif Oksijen Türleri
RT	: Reverse Transcriptase
SÇKM	: Suda Çözünebilir Kuru Madde
TIR	: Terminal Inverted Repeats
tRNA	: Transfer RNA
UV	: Ultraviyole
YOSİ	: Yaprak Oransal Su İçeriği
YNSİ	: Yaprak Nispi Su İçeriği

<u>Simge</u>	<u>Açıklama</u>
abs	: Absorbans
cm	: Santimetre
g	: Gram
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
mM	: Milimolar
nm	: Nanometre
ph	: Power of Hydrogen
µl	: Mikrolitre
° C	: Santigrat

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KAVUN (*Cucumis melo* L.) BİTKİSİNDE KURAKLIK İLE İLİŞKİLİ BAZI HAREKETLİ GENETİK ELEMENTLERİN (TRANSPOZON) VE FİZYO-BİYOKİMYASAL PARAMETRELERİN İNCELENMESİ

Sadettin ÇİÇEK

Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Behcet İNAL

II. Danışman: Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU

2019, 38 Sayfa

Biyotik ve abiyotik stres koşulları birçok bitkide önemli ürün kayıplarına sebep olmakta, insan ve hayvan beslenmesine olumsuz yönde etki etmektedir. Abiyotik stres koşullarından en çok bilinenlerinden birisi kuraklıktır. Dünyadaki kullanılabilir alanlar stres faktörlerine göre sınıflandırıldığında kuraklık stresi %26'lık payla en büyük orana denk gelmektedir. Bitkilerin kuraklığa karşı dayanıklılık mekanizmalarının gelişmesi için oldukça karmaşık ve uzun bir zaman gerekmektedir. Bundan dolayı bitkilerin moleküler, biyokimyasal, fizyolojik ve morfolojik gibi bazı özelliklerini değişik çevre koşullarında çalışmak önemlidir. Bitkilerin yetiştirildikleri ortamda, kuraklığa dayanıklılığı etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu durumda kuraklığa dayanıklı genotiplerin geliştirilmesi oldukça zorlaşmaktadır.

Bu çalışmada ilk defa Tnt1, Tto1, Tos17, Tto5, BARE1, EARE-1 Reme1 ve Ttd1a transpozonları kuraklık stresi altındaki kavun bitkisinde bakılmıştır. Böylece, bitki genomundaki işlevleri henüz çok bilinmeyen söz konusu transpozonlar kuraklık stresi uygulanmış kavun bitkisinde ilk defa bakılmıştır. Ayrıca bahsedilen transpozon elementlerinin, türler arası transfer olabilirliği de bu çalışmanın ayrı bir göstergesi olmuştur. Bunula birlikte, elde edilen transpozon gen ifade sonuçları, önemli bazı fizyo-biyokimyasal parametreler ile karşılaştırılarak ve kavun bitkisindeki kuraklık mekanizmasının moleküler-fizyoloji yönünü aydınlatmaya yönelik önemli literatür bilgileri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gen İfadesi, Glutasyon, Kavun, Kuraklık, Klorofil, Transpozon

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION SOME MOBILITY GENETIC ELEMENTS (TRANSPOZON) AND PHYSIO-BIOCHEMICAL PARAMETERS THAT RESPONSE TO DROUGHT IN *Cucumis melo* L.

Sadettin ÇİÇEK

**The Graduate School of Natural and Applied Science of Siirt University
The Degree of Master of Science
Department of Horticulture**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Behcet İNAL

Co-Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU

2019, 38 Pages

Biotic and abiotic stress conditions cause significant crop losses in many plants and also adversely affect the human and animal nutrition. Drought is one of the most well-known abiotic stress conditions. When the available areas of the world are classified according to stress factors, drought stress accounts for the largest proportion with a share of 26%. The development of drought resistance mechanisms of plants is quite complex and takes a long time. Therefore, it is important to study some properties of plants such as molecular, biochemical, physiological and morphological under different environmental conditions. There are many factors affecting the drought resistance in the environment where the plants are grown. In this case, the development of drought resistant genotypes becomes quite difficult.

In current study, firstly Tnt1, Tto1, Tos17, Tto5, BARE1, EARE-1, Rem1 and Ttd1a transposons were examined in melon plants under drought stress. Thus, these transposons whose functions in the plant genome are not yet known were studied for the first time in melon plants under the drought stress. In addition, the inter-species transferability of these transposon elements has been a separate aim of this study. However, the results of transposon gene expression were compared with some important physio-biochemical parameters and important literature knowledge that revealed to clarify the molecular-physiology aspect of drought mechanism in melon plant was gained.

Keywords: Gene Expression, Glutathione, Melon, Drought, Chlorophyll, Transposon

1. GİRİŞ

Kavun, tek yıllık otsu bir bitki olup kabakgiller familyasında yer almaktadır. Kromozom sayısı $2n=2x=24$ ve dikotil bir bitkidir. Kavun ayrıca sürüngen gövdeli bir bitki türü olup bu bitkinin iri meyvesine verilen isim olarak da bilinir. Kavun aynı zamanda, biyolojik, sağlık ve ekonomik öneminden dolayı oldukça yoğun ilgilenen bir türdür. Kantalop kavunun (*Cucumis melo* var. *cantaloupensis*) orjin merkezlerinden birisi de özellikle Diyarbakır ve Van ili çevresi gösterilmektedir (Günay, 1975; Bayraktar, 1979). Dünya üretimi yaklaşık 18 milyon ton olan kavun üretiminde Çin'den sonra ikinci sırada yer alan Türkiye 1,7 milyon ton üretim değeri ve %10'luk pay ile yerini almaktadır (FAOSTAT, 2017). TÜİK verilerine göre Türkiye'de yaklaşık 100-110 bin hektar alanda kavun yetiştirilmekte ve bu alanda 1,8 milyon ton dolaylarında üretim gerçekleştirilmektedir (TÜİK, 2018). Genetik materyal bakımından sahip olunan eşsiz zenginliğimize rağmen ıslah edilmiş ve abiyotik streslere özellikle de kuraklığa karşı dayanıklı çeşitlerimizin azlığı; verim ve kalite özellikleri yüksek fakat ülkemizin pazar isteklerine tam olarak uymayan yabancı çeşitlerin ülkeye girmesine neden olacağından, bu durum yerli materyalimizin kaybolup gitmesine yol açabilecek çok riskli bir sonuca işaret etmektedir (Öztürk ve Şahin, 2010).

Kuraklık, tarımsal ve ekolojik sistemler üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Bitkiler, stresin yoğunluğu ve süresi kadar bitki çeşidine ve gelişim aşamasına bağlı olarak farklı şekillerde tepkiler gösterirler. Bitkilerin gösterdikleri bu tepkiler, strese toleransın ortaya çıkmasında büyük bir öneme sahiptir (Reddy ve ark., 2004; Jaleel ve ark., 2007). Özellikle kuraklık stresine karşı bitkide meydana gelen gen düzeyinde değişiklikler, fizyolojik ve biyokimyasal etkileri konu alan çalışmalar son zamanlarda oldukça önem kazanmıştır. Bu çalışmada da ele alınan hareketli genetik elementlerin (transpozonlar) kuraklık stresi karşısındaki tepkileri söz konusu çalışmanın özgünlüğünü güçlendirmiştir.

1.1. Kavun Bitkisinin Morfolojik Özellikleri

1.1.1. Kök

Kavunlarda kök sistemi uygun toprak ve yetiştirme koşullarında toprak yüzeyine yakın olarak gelişir. İyi hazırlanmış elverişli toprak koşullarında oldukça yüzeysel olarak gelişim gösterir. Tohumlar çimlendikten sonra başlangıç olarak 20-30 cm derinliğe inen kazık kökler gelişir. Daha sonra yan kökler oluşmaya başlar. Yan köklerin bir kısmı derinliğine, bir kısmı ise yan tarafa doğru gelişir. Köklerin derine ve

yanlara doğru yayılarak gelişmelerine toprak yapısı ve sulama durumu etki eder. Köklerin %70-75'i 40-50 cm derinlikte toplanmıştır. Bazı koşullarda kavunun kökleri 80-90 cm kadar derinliğe inebilir. Çoğunlukla toprak yüzeyine yakın ve en çok 45 cm kadar derinlikte yayılan saçak kökleri bulunur (Kuşvuran, 2010).

1.1.2. Gövde ve dallar

Kavunlarda ana gövde budanmazsa 1-2 m'ye kadar boy alır. Yan dalların uzunluğu ise 2-3 m, bazen 5 m'ye kadar uzayabilir. Kavun bitkisinin gövdesi başlangıçta otsu yuvarlak ve üstü sert tüylerle kaplıdır. Gövde daha sonra kısmen odunlaşmış çok köşeli bir görünüm alır. Gövde üzerindeki tüyler azalır ve sert bir yapı kazanır. Normal bir bitkide budama yapılmazsa 3-6 adet dal meydana gelir. Budama yapılırsa yan dal sayısı artar. Gövdede renk yeşilden koyu yeşile kadar değişim gösterir. Gövde üzerinde ince ve uzun sülükler bulunur (Kıllı, 2010).

1.1.3. Yaprak

Yapraklar oldukça iridir. Yaprakların şekli yuvarlak ve kısmen kalp şeklinde fazla girintili ve çıkıntılı olmayan 5 köşelidir. Yaprakların alt ve üst yüzü tüylüdür. Yaprak kenarlarında keskin dişler bulunur. Yaprakların renkleri yeşil ve koyu yeşile kadar değişir. Yaprak sapı uzun ve ortası olukludur. Sap enine kesildiğinde yuvarlaktır. Sap üzerinde tüyler bulunur.

1.1.4. Çiçek

Parlak sarı renkte ve beşlidir. Dişi çiçeklerde üç tepelik vardır. Kavunlarda biyolojik bakımdan çiçekler büyük bir çoğunlukla "andromonoecious" karakterdedir. Yani aynı bitki üzerinde fakat ayrı yerlerde erkek ve erselik çiçekler teşekkül etmektedir. Az olmakla birlikte monoik (tek evcikli) yani aynı bitki üzerinde fakat ayrı yerlerde yalnız erkek ve yalnız dişi çiçekler teşekkül eden bitkiler de vardır. Monoik karakterli çiçeklerde dölleme arı ve diğer böcekler vasıtasıyla erkek çiçeklerden alınan polen tozlarının dişi çiçeğe getirilmesi ile normal olarak meydana gelmektedir. Çiçekler hangi karakterde olursa olsun daima yabancı dölleme mevcuttur.

Çiçekler yaprak koltuklarında meydana gelir. Erkek ve dişi çiçeklerin açılmaya başlamaları ve oranları için kesin bir şey söylenememektedir. Bununla beraber, büyük bir çoğunlukla erkek çiçekler daha önce açmakta ve birçok çeşitlerde erkek çiçek sayısı dişilerden fazla meydana gelmektedir. Yetiştirme ve bakım şartlarının bu konuda büyük rolü vardır.

1.1.5. Meyve

Kavunda meyve şekilleri her çeşitte farklılık gösterir. Kavun meyveleri yuvarlak, basık-yuvarlak, uzun-yuvarlak, oval ve yumurta biçiminde olabilir. Meyveler düz veya alacalı renktedir. Düz renkli kavun meyveleri beyaz, yeşil, sarı ve koyu yeşil üzerine değişik renkte benekler veya çizgiler şeklinde olabilir. Meyve kabuğu inceden başlar kalın kabuğa kadar değişim gösterir. Kabuk içi rengi beyaz, yeşil, sarı, turuncu ve kiremit kırmızısıdır. Meyve eti rengi ise beyaz, yeşil, sarı ve turuncudur. Meyve eti çok sert susuz olabildiği gibi çok sulu ve daha yumuşak bir yapıya sahip olabilir. Meyve eti çok tatlıdan tatsıza çok aromalıdan aromasıza kadar değişiklik gösterir.

Meyvede çekirdek evi boşluğu farklılıklar göstermektedir. Çekirdeklerin meyve etine bağlantılı ya da gömülü olanlarına da rastlanır. Meyvelerin olgunluğu çeşitlerin yazlık ya da kışlık oluşlarına göre farklılık gösterir. Yazlık çeşitlerde meyve olgunluğu bitki üzerinde meydana gelir. Bu çeşitlerin meyveleri birkaç gün veya birkaç hafta içinde tüketilmelidir. Kışlık çeşitlerde meyveler hasattan belli bir süre sonra depoya alınarak bekletilir. Hasat edilen kışlık kavun meyveleri depolama sırasında olgunlaşır ve depoda olgunluğa geldikten sonra tüketilir. Hasat edilen meyvelerin ağırlıkları çeşitlere göre değişiklik gösterir. Meyve ağırlıkları 300 gramdan başlayarak 10-15 kg'a kadar çıkar. Erkenci ve yazlık çeşitlerin meyveleri kışlık ve geççi çeşitlere göre daha küçüktür (Url-1).

1.1.6. Tohum

Kavun tohumları şekil bakımından ilk bakışta hıyar tohumlarına benzese de biraz daha iridir. Tohumlar düz, uzun, oval-elips şekilli, parlak, genelde sarı ve koyu sarı renktedir. Bir gramda 20-50 adet tohum bulunur. Tohumların çimlenme kabiliyeti %95 ve üzerinde olmalıdır. Kavun tohumları canlılıklarını normal koşullarda 5-8 yıl muhafaza eder. Tohumların çimlenebilmesi için toprak sıcaklığının 10-12°C'nin üstünde olması gerekir. Bu sıcaklığın altında çimlenme süresi uzar ve çimlenme yüzdesi düşük olur. Optimum çimlenme sıcaklığı 25-30°C'dir. Düşük sıcaklık koşullarında olduğu gibi 35°C ve üzerindeki sıcaklıklarda da çimlenme oranı düşmeye başlar.

1.2. Kavunun Sistematikteki Yeri

- **Alem:** Bitkiler (*Plantae*)
- **Bölüm:** Kapalı Tohumlular (*Magnoliophyta*)
- **Sınıf:** İki Çenekliler (*Magnoliopsida*)

- **Takım:** *Cucurbitales*
- **Familiya:** *Cucurbitaceae* (Kabakgiller)
- **Cins:** *Cucumis*
- **Tür:** *Cucumis melo*
(Url-2).

1.3. Kavunun Ülkemizde ve Dünya Üzerindeki Dağılımı

Anavatanı Güneydoğu Afrika olarak bilinen kavunun buradan İran ve Türkmenistan'a geçtiği daha sonra da dünyanın diğer bölgelerine yayıldığı bilinmektedir. Gen merkezi içerisinde Anadolu, İran ve Afganistan'ın da bulunduğu bildirilmektedir (Pitrat ve ark, 1999; Sarı ve ark, 2000). Kantalop kavunun (*Cucumis melo var. cantaloupensis*) orjin merkezlerinden biriside özellikle Diyarbakır ve Van ili çevresi gösterilmektedir (Günay, 1975; Bayraktar, 1979).

Tablo 1. 1. Başlıca Kavun Üreticileri ve Üretim Miktarları (FAOSTAT, 2017)

	Üretim	Üretim Miktarı(ton)	Toplam Üretim İçindeki Büyüklüğü (%)
1	Çin	17.082.608	65,44%
2	Türkiye	1.813.422	6,95%
3	İran	1.591.414	6,10%
4	Mısır	1.102.599	4,22%
5	Hindistan	1.033.844	3,96%
6	Kazakistan	812.498	3,11%
7	ABD	779.557	2,99%
8	İspanya	655.677	2,51%
9	Fas	618588	2,37%
10	Guatemala	615.880	2,36%
Toplam Üretim Hacmi		26.106.087	100,00%

1.4. Abiyotik Stresler

Dünya çapında mahsulden elde edilecek verimin düşmesine neden olan en önemli etmen abiyotik strestir. Abiyotik stresin, verimi yaklaşık olarak %50 oranında düşürdüğü belirlenmiştir (Wang ve ark., 2003, Grigorova ve ark., 2011). Verimin düşmesine neden olan bu stres etmenlerinin gelecek yıllarda küresel mevsim değişiklikleri nedeniyle daha da artacağı düşünülmektedir. (Hirayama ve ark., 2010).

Abiyotik stres, bitkinin verimliliğini ve büyümesini etkileyen bazı biyokimyasal, moleküler, morfolojik ve fizyolojik değişikliklere neden olmaktadır. Kuraklık ve tuz stresi bitkide osmotik stresin ortaya çıkmasına buna bağlı olarak da iyon dengesinin bozulmasına sebep olmaktadır. Tuzluluk, kuraklık veya yüksek sıcaklık stresiyle birlikte ortaya çıkan oksidatif stres yapısal ve fonksiyonel proteinlerin denatürasyonuna sebep olur (Wang ve ark., 2003). Bu değişiklikler bitkiyi ölüme kadar götürebilir. Ancak bitkiler stres karşısında benzersiz ve karmaşık bir mekanizma geliştirmişlerdir. Fakat bu mekanizmanın bitkiyi koruma derecesi bitkiden bitkiye değişiklik göstermektedir (Redondo-Gomez, 2013).

1.5. Kuraklık

Dünya üzerindeki kullanılabilir alanlar stres faktörlerine göre sınıflandırıldığında %26'lık oranla en fazla görülen doğal stres faktörü kuraklık olarak gözlenmiştir (Kalefetoğlu ve ark., 2005). Son yıllarda nüfus artışı ve küresel ısınmayla birlikte daha da önemli bir meteorolojik olay haline gelmektedir. Yağış miktarındaki azalmadan ya da düzensizlikten dolayı meydana gelen duruma kuraklık denir. Belli bir bölgedeki yağış ve buharlaşma arasındaki dengenin bozulması sonucunda kuraklıktan bahsedilir. Yüksek sıcaklık, yağış yoğunluklarındaki değişiklikler, yağış mevsiminin gecikmesi, şiddetli rüzgar ve düşük nem miktarı kuraklığın oluşmasında rol alan önemli etkenler arasında sayılabilir. Kuraklığın oluşması oldukça yavaş olup etkinliği uzun süre devam eder. Toprakta bitkinin ihtiyacının karşılanacağı miktarda su bulunmaması tarımsal kuraklık olarak tanımlanır. Bitkilerin gelişiminde yavaşlamaya ve ürün miktarında azalmaya neden olur (Miyashita ve ark., 2005; Çırak ve Esendal, 2006).

Kuraklık, bitkiyi farklı seviyelerde, fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda olumsuz yönde etkiler. Öncelikle kuraklık başladığında hücre genişlemesi ve büyümesinde azalmalar görülür. Kuraklıkta ilerleme devam ettiği takdirde bitkideki zararlanmalar da artar. Özellikle fotosentez bundan oldukça fazla etkilenir. Transpirasyon oranı düşer; dokularda osmotik potansiyel ve solunum aktivasyonu azalır. Hücresel seviyede ise membranlar ve proteinler hidrasyonun azalmasıyla ve ROS artışıyla zarar görecektir (Redondo-Gomez, 2013, Verma ve ark., 2013).

Yavaş ve uzun süren bir karaktere sahip olan kuraklığa karşı alınması gereken önlemlerin de uzun dönemde ortadan kaldıracak özellikte olması gerekmektedir (Wilhite ve ark., 2000). Bundan dolayı kuraklığa dayanıklı çeşitlerin belirlenmesi ve geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

1.6. Transpozon

Transpozon kromozom üzerinde yeni bir yerleşim noktasına hareket eden DNA parçasıdır. İlk kez Barbara McClintock tarafından 1948 yılında mısır bitkisinde keşfedilmiştir (McClintock, 1950). Bitki genomlarının %50-90 kadarı transpozonlardan oluşmuştur. Transpozonlar tarafından oluşturulan genom hareketlerine transpozisyon denir. Genel olarak transpozonlar genomdaki transpozisyon mekanizmalarına göre retrotranspozonlar ve DNA transpozonları olmak üzere iki gruba ayrılırlar (Bennetzen, 2000; Pagnotta ve ark., 2009). Transpozonlar kromozomlarda yeni yerleştikleri yerlerdeki genlerin anlatımlarında önemli değişikliklere neden olurlar. Retrotranspozonlar bitkinin abiyotik stres mekanizmaları ile ilgili genlerde dâhil gen anlatımını değiştiren, mutasyonları uyaran ve genom büyümesine sebep olan en önemli epigenetik değişimlerden biri olarak görülmektedir. Epigenetik mekanizmalar, bazı koşullar altında sessiz transpozonları aktive ederler. Bunun en güzel örneği gelişim sürecinde sessiz olup hem biyotik hem de abiyotik stres koşullarında etkin hale geçen bitki retrotranspozonlarıdır. Epigenetik olarak aktive edilen bu LTR'li retrotranspozonlar, buldukları yerdeki komşu genlerin de gen anlatımını epigenetik yollarla etkilediklerinden, LTR'li retrotranspozonların bitki gelişim ve evriminde önemli rol oynadıkları düşünülmektedir (Mansour, 2007). Kavun bitkisinin genomun dizilenmesi sonucunda elde edilen veriler ışığında, genomun yaklaşık olarak %40'nın transpozonlardan oluştuğu bulunmuştur. Daha önce yapılan bir çalışmada, CmACS-7, CmWIP1 transpozon elementlerinin kavunda dişi, erkek ve hemofrodit çiçeklerin oluşmasında önemli bir rol oynadıkları belirlenmiştir (Martin et al., 2009). LTR transpozonlarında olan MCIRE ve ZmM11'in sırası ile yonca ve mısır bitkisinde soğukluk stresi ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Yine OAREI transpozonunun, yulaf bitkisinde UV ışığı, yaralanma, fungal inokulasyon, jasmonik asit ve salisilik aside maruz bırakıldığında ifade seviyesinin değiştiği bulunmuştur. Virüs enfeksiyonu durumunda BsI transpozon elementinin ifade seviyesinin değiştiği görülmüştür. Görüldüğü üzere transpozon elementlerinin birçok bitkide çeşitli abiyotik-biyotik stres mekanizmalarda rol aldığı bulunmuştur. Kavun bitkisinde şimdiye değin literatürde geçen kuraklık ile ilgili herhangi bir transpozon elementinin ilişkisini ortaya çıkaran bir çalışma bulunmamakla birlikte, sadece UV ışığı stresi altındaki kavun bitkisinde Reme1 transpozon elementinin etkilendiği bulunmuştur.



Şekil 1. 1. Transpozonların mısır fenotipindeki etkileri (Url-3)

1.6.1. Transpozonların sınıflandırılması ve hareket mekanizması

Transpozon ilk defa David J. Finnegan tarafından 1989 yılında kategorilere ayrılmıştır. Transpozonun transpozisyon hareketine bağlı olarak iki gruba ayrılmıştır. Bunlar RNA ve DNA transpozonları olarak bildirilmiştir (Wicker, 2007). Retrotranspozonlar olarak bilinen RNA transpozonları, RNA polimeraz enzimi vasıtasıyla transpozonun mRNA'ya transkripsiyonunu yapar ve sonrasında ters transkriptaz yolu ile bu mRNA cDNA'ya çevrilir. Sentez sonrasında cDNA genomdaki ilgili yere yerleşerek yerini alır. Basit bir şekilde kopyala-yapıştır "copy-paste" mekanizması da 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).

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Mansour ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada arpa bitkilerinde sorbitol tedavisi ile özellikle Bare-1 retroelementlerin aktivasyonu arasındaki bağlantı incelenmiştir. Yapılan çalışmada sorbitolün etkisi, her iki grup için spesifik primerler kullanılarak, hem Copia hem de Gypsy retrotranspozon grupları karşılaştırılmıştır. 4, 24 ve 34 saatlik sorbitol uygulamalarından sonra Copia elementleri grubu üzerinde sorbitolün güçlü bir etki yarattığı belirtilmiştir. Ayrıca Copia elementlerinin özellikle Bare-1 retrotranspozonunun transkripsiyonel aktivitesini artırma kapasitesine sahip olduğu belirtilmiştir.

Gao (2016) tarafından yapılan çalışmada retrotranspozonun stres koşulları ile aktive edilebildiğini gösteren primer Ty1-copia retrotranspozon ters transkriptaz (RT) kullanılarak, soğuk stres ve ozmotik stres tarafından indüklenen yaklaşık 260 bp'lik korunmuş ters transkriptaz alanı PCR ile çoğaltılmıştır. Yapılan çalışmada Ty1-copia 241 retrotranspozonlarının RT sekanslarının ekspresyonu ile *D. officinale'deki* bitki savunma tepkisi arasında bazı bağlantılar olduğu belirtilmiştir.

Ramallo ve ark. (2008) yılında yaptıkları çalışmada transkripsiyonel olarak UV ışığı ile uyarılan kavun bitkisinde retrotranspozon incelemiştir. Bir retrotranspozon fragmanından başlayarak, 5,149 bp uzunluğunda Remel adlı bütün bir kavun retrotranspozonu klonlanmış ve karakterize edilmiştir. Çalışma sonucunda Remel transkriptlerinin cDNA'ları, Remel genomik dizimlerinden daha az çeşitlilik gösterdiği ve bu elementlerin bir alt ailesinin UV'ye farklı şekilde yanıt verdiğini belirlemiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda Remel'in bazı öğelerinin veya alt ailesinin transkripsiyonel olarak aktif olduğunu tespit etmişlerdir.

Kuşvuran ve ark. (2012) yılında yaptıkları bir çalışmada kavun genotiplerinin kuraklığa toleransının belirlenmesi için 30 farklı kavun genotipi ile Galia F1 çeşitlerini kuraklık stresi altında yetiştirmişlerdir. Bitkiler üç-dört yapraklı genç bitki aşamasına geldiklerinde sulamayı tamamen keserek kuraklık ortamı oluşturmuşlar. Bitkileri 14 gün stres altında yetiştirdikten sonra kurak zararının semptomları görülünce genotipler görsel olarak 0-5 skalasına göre değerlendirmişler, yeşil aksam, yaş ve kuru ağırlık, bitki boyu, gövde çapı ve yaprak alanları incelemiştir. Sonuç olarak, kavun genotiplerinin kuraklık stresi karşısında geniş bir varyasyon gösterdiğini belirlemiştir.

Kıran ve ark. (2014) yılında daha önce tuza tolerans düzeyleri belirlenmiş olan 4 kavun genotiplerinin (Midyat, Şemame, Ananas, Yuva), kuraklık stresi koşullarında

göstermiş oldukları tepkiler arasındaki farklılık veya benzerliklerin incelenmesi amacıyla bitkilerin, yaprak alanı, nispi nem, stoma iletkenliği, yaprak su potansiyeli ve yaprak sıcaklığı gibi özellikleri değerlendirmişler. Çalışma sonunda kuraklık toleransın belirlenmesinde stoma iletkenliği, yaprak sıcaklığı ve yaprak alanının etkin parametreler arasında olduğu sonucuna varmışlardır.

Kuraklık stresinin bitkiler üzerindeki etkisini araştırmak için Pool ve Lakso (2000)'de 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 kurumanın meydana geldiğini tespit etmişlerdir.

Bitkilerin aktif birkaç retrotranspozondan biri olan Retrotranspozon Tto1'in tütünde transkripsiyonel aktivasyonu Takeda ve ark. (1998) tarafından yapılan bir çalışma ile incelenmiştir. Söz konusu çalışmada Tto1 ekspresyonunun tütün yapraklarında yaralanmanın etkisiyle indüklenebileceği gösterilmiştir. Ayrıca metil jasmonatın Tto1 RNA ekspresyonunu da indüklediği tespit edilmiştir. Tto1 RNA, yaralama / kesme işleminden sonra 2 ila 4 saat içinde saptandığı belirtilirken 48 saat boyunca artan Tto1 RNA seviyeleri gözlemlendiği belirtilmiştir. Bunun yanında kesme işleminden sonra Tto1 RNA'nın ekspresyonu, yaşlı olgun yapraklardan ziyade genç genişleyen yapraklarda daha farklı bir şekilde indüklendiği tespit edilmiştir.

Kavun genomundan Copia ve Gypsy retrotranspozon dizisinin elde edilip analiz edildiği çalışma Ramolla ve ark., 2008 tarafından gerçekleştirilmiştir. Bir retrotranspozon fragmanından başlayarak, 5,149 bp uzunluğunda Reme1 adlı bir bütün kavun retrotranspozonunu klonlanıp karakterize edildiği çalışmada, yaklaşık 120 adet Reme1 kopyası bulunan kavun genomunda birkaç Reme1 kopyası düşük seviyelerde ters transkripsiyon PCR (RT-PCR) ve sekanslama ile analiz tespit edilip transkripsiyonel olarak aktif olduğu belirtilmiştir. Bununla birlikte, kavun yaprakları UV ışığı ile muamele edildiğinde transkript havuzunun önemli ölçüde arttığı belirtilmiştir.

Varonova ve ark. (2014) sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) genomunda retrotranspozon benzeri sekansların strese bağlı transkripsiyonel aktivasyonunu incelediği çalışmada çam yünü yaprak bitlerinin ısı stresine maruz bırakıldıktan sonra salisilik asit ve absisik asit tedavisi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre çeşitli stres koşulları altında farklı şekilde ifade edilen bazı retrotranspozon sınıflarının tespit edildiğini görmüşlerdir.

Cui ve ark. (2013) yaptıkları bir çalışmada Tnt1 retrotransposon'un soya fasulyesinde (*Glycine max L.*) bir mutagenез stratejisi olarak kullanımı değerlendirmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, Tnt1 elementinin *Agrobacterium tumefaciens* aracılı transformasyonla soya fasulyesi bitkilerine stabil bir şekilde dönüştürüldüğü görülmüştür. Ayrıca Tnt1 yerleştirmelerini taşıyan yirmi yedi bağımsız transgenik çizginin üretildiği ve Tnt1 eklemeleri, 20 soya fasulyesi kromozomunun hepsinde tespit edilmiştir. Bu nedenle Tnt1 retrotransposon'un güçlü bir etken olduğu ve soya fasulyesinde etkili bir şekilde büyük ölçekli yerleştirme mutagenезinde kullanılabileceği belirtilmiştir.

Makarevitch ve ark. (2015) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Transposable elementlerin (TE), çevresel değişimlere verdiği tepkide gen ekspresyonu üzerindeki etkisini analiz etmek için, bazı abiyotik streslere maruz kalan mısır fidelerinde gen ve TE transkript seviyeleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlarda, abiyotik strese cevaben düzenlenmiş genlerin % 20'sine kadar ve sadece strese cevap olarak ifade edilen genlerin % 33 kadarının etkilenmesi TE ailesinin yukarı regüle edilmiş gen ekspresyonu ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Gerçekleştirilen bu çalışma sonucunda TE eklerinin varlığı ile gen ekspresyonunun strese duyarlı yukarı regülasyonu arasında güçlü bir ilişki olduğunu gösterilmiştir.

Makarnalık buğdayda tuz ve hafif stres altında yeni bir Ty1-copia retrotransposonunu incelediği çalışma Woodrow ve ark. (2010) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada makarnalık buğday genomundan izole edilen Ty1 retrotranspozonu, strese dayalı aktivasyon yollarının belirlenmesi için tuz ve stres koşulları altında analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda, strese maruz kalan bitkilerde Ttd1a yerleştirme polimorfizmlerini tarandığı ve dirençli genin yakınında yeni bir yerleştirmenin bulunduğunu belirtilmiştir. Ayrıca Ttd1a'nın aktivasyonu ve mobilizasyonunun, tuz ve hafif stresler tarafından kontrol edildiği ve çevresel streslere karşı savunma yanıtında rol oynayabileceğine değinilmiştir.

Tütündeki retrotranspozon Tto1'in düşük enerjili N⁺ iyon ışını implantasyonu ile aktivasyonunun araştırıldığı çalışma Yuan ve ark. (2010) tarafından gerçekleştirilmiştir. İyon ışını implantasyonunun tütün genomik içindeki Tto1 kopya sayısını artırıp arttırmadığını tespit etmek için gerçek zamanlı PCR kullanılmıştır. Gerçekleştirilen çalışmada retrotranspozon Tto1'e dayanan büyük genetik farklılık ve Ttol'in artan kopya sayısı, Ttol'in iyon implantasyonuna maruz bırakılmasıyla da aktive edildiğini göstermiştir. Ayrıca UPGMA analizi sonucu ile elde edilen veriler iyonun

radasyonunun, kısmi muamele görmüş numuneler ve kontroller arasında büyük farklılıklara (farklılık katsayısı > 0.6) neden olduğunu göstermiştir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Bitkilerin Yetiştirilmesi

Bu çalışmada kullanılan materyaller, Siirt Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü gen havuzunda bulunan ve kuraklığa toleranlıkları bilinen iki adet kavun genotipidir. Çalışmada kullanılan söz konusu bu iki adet kavun genotipine ait tohumlar tarla koşullarında ekilmiştir. Bitkilerin bakımı karşılanarak tam sulamalar, yabancı ot mücadelesi, boğaz doldurma ve zararlı-hastalıklarla mücadele gibi kültürel işlemler zamanında yerine getirilmiştir. Bitkiler üç gerçek yapraklı aşamaya gelinceye kadar tüm parsellerde tam sulama uygulanmıştır. Bu aşamadan sonra kuraklık uygulanan parsellerde hiç su verilmemiştir. Stres belirtilerinin görüldüğü 21. günde, tüm parsellerden çalışmalarda kullanılmak üzere ayrı ayrı yaprak örnekleri alınmıştır.



Şekil 3. 1. Kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerinin tarladaki görünümü

3.2. Yaş ve Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi

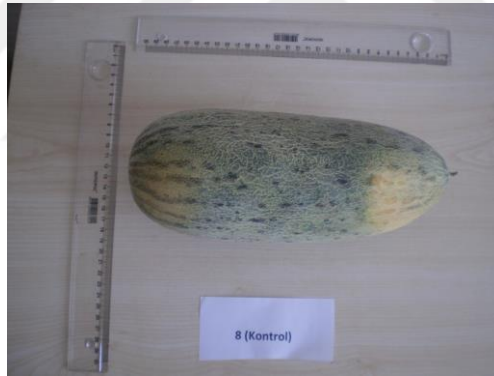
Stres uygulamaları sonucunda hasat edilen bitkilerde tesadüfi olarak seçilen 3' er bitki hassas terazide tartılarak yaş ağırlıkları belirlenmiştir; daha sonra aynı örnekler 65°C etüvde 48 saat süreyle kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları da hesaplanmıştır.



Şekil 3. 2. Kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerinden tesadufi olarak seçilen 3 bitkinin kuru ve yaş ağırlıklarının belirlenmesi

3.3. Gövde Boyu ve Çapının Belirlenmesi

Bitkide kök boğazından büyüme ucuna kadar olan bölge cm (± 0.5) cinsinden mezru ile ölçülmüştür. Gövde çapı sayısal kompast yardımcı ile mm (± 0.1) olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. 3. Kavun çeşitlerinin kumpas yardımı ile gövde boyu ve gövde çapının hesaplanmasının yapılması

3.4. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Belirlenmesi

Kuraklığa tolerans denemelerinde, Yaprak Oransal Su İçeriği (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 alınarak, daha sonra alınan yaprak 4 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 ağırlıkları g olarak alınmıştır. Elde edilen taze ve kuru ağırlıklar aşağıdaki formül yardımıyla oranlanarak yaprak su içerikleri (%) hesaplanmıştır.

(Taze Ağırlık-Kuru Ağırlık) / (Turgor Ağırlık-Kuru Ağırlık) X 100

3.5. Yaprak Sıcaklık Ölçümleri

İnfrared termometre yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Önceden belirlenen bitkilerin dört yöndeki her bir yaprağın sıcaklığı günün en sıcak saatleri olan 11.00-13.00 zaman dilimlerinde 15 günde bir tespit edilmiştir.

3.6. Bitki Kuru Madde Oranı (%)

Ayda bir olmak üzere toplam 3 kez bitki kuru madde oranı tespit edilmiştir. Bitkiler kök boğazından 2 cm yukarısından kesilerek yaş ağırlıkları belirlenmiştir. Oda sıcaklığında bir süre kuruması için bekletilmiş sonra etüvde 65 °C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra bitki kuru ağırlıkları saptanmıştır. Bitki kuru madde oranının tespitinde (Kuru Ağırlık/Taze Ağırlık)x100 formülü kullanılmıştır.

3.7. Ortalama Meyve Ağırlığı

Her parselden tesadüfi olarak alınan 3’er adet meyvede ortalama meyve ağırlıkları hassas terazi yardımıyla tartılıp ortalamaları belirlenmiştir.

3.8. Ortalama Meyve Yüksekliği

Her parselden tesadüfi olarak alınan 3’er adet meyvede ortalama meyve yükseklikleri cetvel yardımıyla ölçülüp ortalamaları belirlenmiştir.

3.9. Ortalama Meyve Çapı

Her parselden tesadüfi olarak alınan 3’er adet meyvede ortalama meyve çapları cetvel yardımıyla ölçülüp ortalamaları belirlenmiştir.

3.10. Dış Kabuk Kalınlığı

Her parselden tesadüfi olarak alınan 3’er adet meyvede ortalama meyve kabuk kalınlıkları dijital kumpas yardımıyla ölçülüp ortalamaları belirlenmiştir.



Şekil 3. 4. Kavun genotiplerinin meyve kabuk kalınlıklarının cetvel ve dijital kumpas ile ölçülmesi

3.11. Suda Çözünabilir Kuru Madde Miktarı (SÇKM)

Suda çözünabilir kuru madde miktarı bitki genotipinin yanı sıra, sulama ve kullanılan anacın karakteri ile yakın ilişkiindedir ve en önemli parametrelerdendir. Tüketim kalitesini ve depolama süresini etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Bu parametre de her parselden tesadüfi olarak alınan 3'er adet meyvede dijital refraktometre yardımıyla ölçülmüştür.

3.12. Klorofil Miktarının Belirlenmesi

Klorofil analizi Arnon (1949)'a göre belirlenmiştir. 200 mg taze yaprak örnekleri doğrudan ışık gelmeyen loş bir yerde %80'lik aseton içerisinde homojonize edilip filitre edildikten sonra ekstrakt aseton ile 10 ml'ye tamamlanmıştır. Örneklerdeki klorofil miktarı, spektrofotometre'de ölçülmüş ve mg olarak hesap edilmiştir.

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

$$\text{Klorofil a} = 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645}$$

$$\text{Klorofil b} = 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663}$$

3.13. Glutatiyon Redüktaz (GR) Aktivitesi

Çakmak ve Marschner (1992) ve Çakmak (1994)'a göre 340 nm'de (E=6.2 mM cm⁻¹) NADPH'nin oksidasyonu esas alınarak ölçülmüştür. Buna göre, son hacmi 1 ml olacak şekilde ayarlanan reaksiyon ortamına 0.1 mM EDTA içeren 50mM'lık fosfor tamponu (ph=7.6), 0.1 ml 0.5 mM okside glutatiyon (GSSG), 0.1 ml 0.12 mM NADPH ve enzim ekstraktı ilave edilerek NADPH oksidasyonu 340 nm'de okunmuştur.

3.14. RNA İzolasyonu

Kuraklık stresine maruz bırakılmış kavun genotiplerinin yaprak dokularında seçilen transpozonların tanımlama/saptaması ve ifade profillerinin belirlenmesi için kontrol ve stres uygulaması yapılmış yapraklardan total RNA izolasyonları Trizol (Invitrogen) kimyasalı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Buna göre yaprak dokuları öğütüldükten sonra, 1 ml TRIzol reaktifi içeren steril tüplerde homojenize edilmiştir. Daha sonra örnekler 5dk. oda sıcaklığında bekletildikten sonra 1 ml TRIzol reaktifi için 0.2 ml kloroform eklenmiştir. Tüplerin kapakları iyice kapatılıp 15 sn. boyunca elle kuvvetlice çalkalayarak karıştırılmıştır ve 2-3 dk. oda sıcaklığında bekletilip 20 dk. 4 °C’de 15000 rpm de santrifuj edilmiştir. Üst faz yeni bir tüpe aktarılarak ve TRIzol reaktifinin yarısı kadar isopropil alkolle eklenerek ve karıştırarak RNA’ların çöktürülmesi sağlanmıştır. Örnekler oda sıcaklığında 10 dk. bekletilip daha sonra 14000 rpm de 4 °C’de 10 dk. santrifuj edilerek ve üst faz dikkatli şekilde uzaklaştırılmıştır. Sonra kullanılan TRIzol reaktifinin eşit hacmi kadar %70’lik etanol pelletin üzerine ilave edilip ve pelletin yüzmesi sağlanarak ve ardından 5 dk. 10000 rpmde 4 °C’de santrifuj edilmiştir. Sonra RNA çökeltisi 5-10 dk. kurumaya bırakılıp 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 spektrofotometre kontrol edilip ve -80 °C’de saklanmıştır.

3.15. 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 düşünülen, transpozonların ifade seviyeleri q-RT-PCR ile ortaya konulmuştur. Transpozon genlerine ait primerler primer3 (Untergrasser ve ark., 2012) kullanılmıştır. Verilerin analizi için ‘threshold’ (Ct) değeri alınıp ve Pfaffl’s modeli kullanılmıştır. Thermo piko-real cihazı ve SYBR Green I Master Mix kiti kullanıldı. qRT-PCR deneyleri üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Öncelikle her bir örnekteki RNA miktarı 18S rRNA primerleri kullanılarak normalize edilmiştir. Hazırlanan karışımdan deney planına göre belirlenen kuyucuklara 18’er µL dağıtılmıştır. ‘Plate’ in üzerine özel yapıştırma jelatiniyle kapatılıp, q-RT-PCR cihazına yerleştirilmiştir. q-RT-PCR sonucu çıkan datalar 2 – $\Delta\Delta C_t$ metodu ile analiz edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Kuraklık Stresi Altında Örneklerin Yaş ve Kuru Ağırlıkların Hesaplanması

Kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipinin kontrol grubundan rastgele seçilen 3'er örneğin yaş ağırlık ortalaması 241 g olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.1). Aynı şekilde kuraklık stresi uygulanmış örneklere ait ortalama yaş ağırlık 204,03 g olarak hesaplanmıştır. Kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipinin uygulama grubunda yaş ağırlığında bir azalmanın meydana getirdiği tespit edilmiştir. Kuraklığa karşı hassas kavun çeşidi olan 45 nolu genotipte ise kontrol ve uygulama gruplarında; yaş ağırlıkları ait ortalama ağırlık sırası ile 181,73 ve 151,86 g olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.1). Kuraklık stresinin, kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotipinin yaş ağırlığında da bir azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Kuru ağırlık hesaplanmasında ise; kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipinden rastgele alınan 3'er örnekte kontrol grubunda ortalama 89,16 g, uygulama gruplarında ise 73,26 g olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.1). Kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotipinde ise aynı şekilde hesaplamalar yapıp kontrol grubunda kuru ağırlık 75,1 g, uygulama çalışmasında ortalama kuru ağırlık 50,63 g olarak hesaplanmıştır. Yaptığımız çalışma sonucunda, kuraklık stresinin, gerek kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile gereksede kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerinin ağırlıklarında daha önce yapılan aşağıda bahsedilen benzer çalışmalarla da desteklendiği gibi genel olarak bir azalmaya neden olduğu ortaya çıkmıştır.

Kamali ve Lösel (1996), yaptıkları bir çalışmada kuraklık stresinin etkilerini incelemek için saksı ortamında yetiştirdikleri bitki çeşitlerini 17 gün boyunca normal bir şekilde sulamışlar ve 17. günden sonra su vermeyi bırakıp kuraklık stresini incelemişlerdir. Sonuç olarak bitkilerde kuraklık stresine bağlı olarak bitki oransal nem içeriğinde, yaprak sayısı ve alanında, kuru ve yaş ağırlığında düşüş olduğunu gözlemlemişlerdir. Benzer bir çalışma daha da Kuşvuran ve Abak (2012), tarafından 31 farklı kavun genotipi üzerinde yaptıkları kuraklık stresi uygulamasında bitkinin yeşil aksam ağırlığıyla azalma bitki büyümesinde ise bir duraksama tespit etmişlerdir.

Tablo 4. 1. Kuraklık stresi uygulanmış ve uygulanmamış örneklerinin kuru ve yaş ağırlıkları

Genotipler		Kontrol		Kuraklık Uygulama	
		Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)
8	1.Örnek	227,5	91,8	205,3	75,2
	2.Örnek	245,2	85,2	198,1	70,8
	3.Örnek	250,3	90,5	208,7	73,8
	Ortalama	241	89,16	204,03	73,26
45	1.Örnek	198,5	80,5	158,2	50,8
	2.Örnek	185,9	75,3	147,3	51,4
	3.Örnek	160,80	69,5	150,1	49,7
	Ortalama	181,73	75,1	151,86	50,63

4.2. Gövde Boyu ve Çapının Ölçülmesi

Kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipinin kontrol ve uygulama örneklerinde restgele olarak seçilen 3 örneğin ortalama boy uzunlukları hesaplanmıştır. Kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipinin kontrol grubunda 3 örneğin boy ortalaması 13,73 cm, kuraklık uygulama ölçümlerinde ise 6,26 cm olarak bulunmuştur. Buna göre kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipinde kuraklık stresine karşı bir azalma olduğu gözlenmiştir. Yapılan diğer çalışmada, kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotipinden rastgele seçilen 3 örneğin kontrol grubunda boy uzunluğu 14,53 cm, uygulama çalışmasında ise boy uzunluğu 5,26 cm olarak ölçülmüştür. Buna göre kuraklığın kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotipinde de gövde boyu üzerinde bir azalma olduğu tespit edilmiştir (Tablo.4.2).

Gövde çapının hesaplanmasında yapılan çalışmada, kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipinde yine 3 örneğin gövde çapları kumpas yardımı ile ölçülmüş ve gövde çap ortalamaları hesaplanmıştır. Kontrol grubunda gövde çapı 12,6 mm iken uygulama çalışmasında 11,93 mm olarak ölçülmüştür. Buna göre kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipinde kuraklık stresine karşı bir azalma olduğu gözlenmiştir.

Kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotipinde kontrol ve uygulama çalışmasında, rastgele alınan 3'er örneğin gövde çapları ölçülmüş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Kontrol grubunda gövde çapı 14,20 mm iken uygulama çalışmasında

13,07 mm olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlara göre kuraklığın kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotipinin uygulama grubunda da etkili olduğu gözlenmiştir. Kuşvuran ve Abak (2012), tarafından farklı kavun genotipleri üzerinde yaptıkları kuraklık stresi çalışmasında bitki boylarında biz azalma olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmalara benzer olarak Abdalla ve El-Khoshiban (2007), buğday üzerinde yaptıkları kuraklık stresi çalışmasında gövde boyunda azalma olduğunu gözlemlemişler.

Tablo 4. 2. Kuraklık stresi uygulanmış ve uygulanmamış örneklerin boy uzunlukları ve gövde çapları

Genotipler	Kontrol		Kuraklık Uygulama		
	Boy (cm)	Gövde çapı (mm)	Boy(cm)	Gövde çapı (mm)	
8	1.Örnek	14,2	12,6	5,6	11,2
	2.Örnek	13	12,8	6,7	11,8
	3.Örnek	14	12,4	6,5	12,8
	Ortalama	13,73	12,6	6,26	11,93
45	1. Örnek	15	14,8	6,2	13,5
	2. Örnek	14,5	13,8	3,3	12,7
	3. Örnek	14,1	14,01	6,3	13,02
	Ortalama	14,53	14,20	5,26	13,07

4.3. Yaprak Oransal Su İçeriğinin Analizi

Yaptığımız bu çalışmada kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipinin kontrol grubunda YOSİ değeri %77,81 olarak, kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipinin uygulama grubunda ise YOSİ değeri %68,49 olarak hesaplanmıştır. Kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotipinin uygulama çalışmasında YOSİ değeri %64,65 olarak, kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotipinin kontrol grubunda ise %55,68 olarak hesaplanmıştır (Tablo 4.3). Çalışma sonucunda YOSİ değerinde azalma meydana geldiği gözlemlenmiştir.

Benzer bir çalışma Schonfeld ve ark. (1998), tarafından yaptıkları çalışmada kuraklığa maruz kalmış bitkilerde YOSİ değerinin önemli ölçüde azaldığını gözlemlemişlerdir.

Tablo 4. 3. Kuraklık stresi uygulanmış ve uygulanmamış örneklerin yaprak oransal su içeriğinin analizi

Genotipler	Örnek sayısı	Kontrol				Uygulama			
		%YOSİ	TuA	Taze Ağırlık (mg)	Kuru Ağırlık (mg)	%YOSİ	TuA	Taze Ağırlık (mg)	Kuru Ağırlık (mg)
8	1 Örnek	71,95	280,4	227,5	91,8	70,32	260,21	205,3	75,2
	2.Örnek	80,20	284,7	245,2	85,2	65,73	264,47	198,1	70,8
	3.Örnek	81,28	287,1	250,3	90,5	69,42	268,1	208,7	73,8
	Ortalama	77,81	284,06	241	89,16	68,49	264,26	204,03	73,26
45	1. Örnek	73,88	240,21	198,5	80,5	61,58	225,2	158,2	50,8
	2. Örnek	66,43	241,78	185,9	75,3	48,09	250,8	147,3	51,4
	3. Örnek	53,64	239,7	160,80	69,5	57,37	224,7	150,1	49,7
	Ortalama	64,65	240,56	181,73	75,1	55,68	233,56	151,86	50,63

4.4. Kuraklık Stresi Uygulanmış Yapraklarda Klorofil Miktarının Ölçülmesi

Spektrofotometrede 663 nm, 645 nm dalga boylarında yapılan ölçümlerde, Tablo 4.4.'te görüldüğü gibi kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerinin kontrol ve uygulama çalışmalarının absorbans değerleri incelendiğinde kuraklık koşullarına maruz bırakılan kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerinin absorbans değerlerinde düşüş olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4. 4. Örneklerin klorofil miktarının spektrofotometre ölçüm sonuçları

Örnekler	663nm	645nm
8 Kontrol	2,24	1,85
8 Uygulama	1,85	0,47
45 Kontrol	3,85	2,65
45 Uygulama	1,9	1,1

Kuraklık stres uygulaması yapılan kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerinin klorofil a ve b miktarları incelendiğinde Tablo.4.5 te kuraklık koşullarının etkisi ile miktarlarında düşüş gerçekleştiği görülmüştür.

Benzer bir şekilde Ziska ve ark. (1990), yaptıkları bir çalışmada bitkilerde kuraklık stresin artmasına bağlı olarak klorofil miktarlarında bir azalma olduğunu

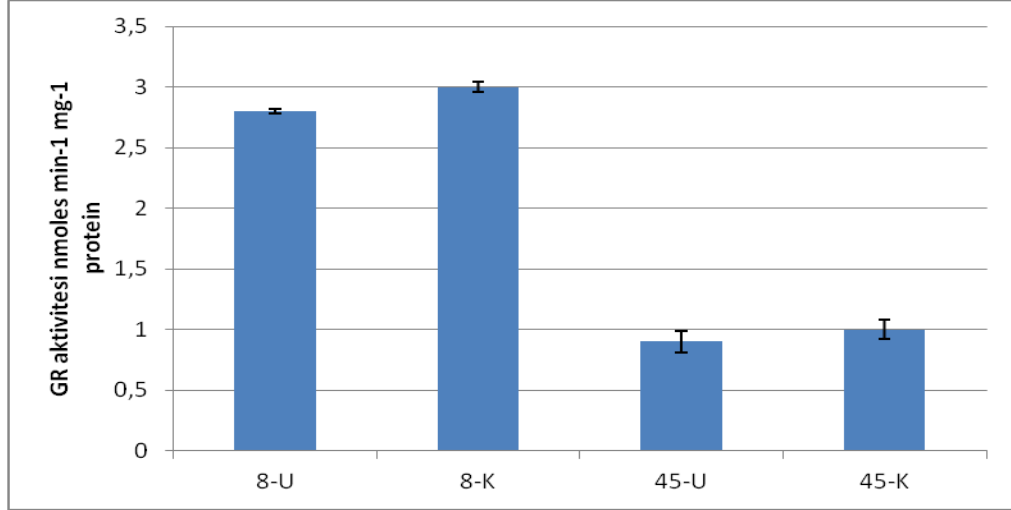
gözlemlemişler. Bir başka benzer çalışma da Shubha ve Tyagi (2007), su stresi altındaki çalı fasulyesinin klorofil miktarı ve tohum kalitesinde bir azalma, çözünebilir şeker miktarında ise bir artış gözlemlemişler. Farklı bir çalışma da Ashraf ve Arfan (2005), bamya bitkisi üzerinde yaptıkları çalışmada kuraklık stresi altında bamya bitkisinde klorofil miktarının arttığını gözlemlemişlerdir.

Tablo 4. 5. Örneklerin klorofil a,b miktarlarının ölçümü (mg/g)

Örnekler	Klorofil a	Klorofil b
8 Kontrol	23,47	31,88
8 Uygulama	22,23	2,10
45 Konrol	41,76	42,66
45 Uygulama	21,17	16,29

4.5. Kuraklık Stresi Uygulanmış Yapraklarda Glutasyon Redüktaz (GR) Aktivitesi

Yapılan analizler sonucunda Glutasyon Redüktaz (GR) aktivitesinde, kuraklığa dayanıklı 8 nolu kavun genotipinin uygulama kısmında kontrol grubuna göre bir azalma görülmüştür aynı şekilde kuraklığa hassas 45 nolu kavun genotipinde de şekil 4.1.'de görüldüğü gibi uygulama grubunda kontrol grubuna göre bir azalma olduğu görülmüştür. Bu sonucun nedeni açıklamak gerekirse, öncelikle GR enziminin genellikle stres altındaki dokularda meydana gelen zararlı ajanları inhibe ettiği düşünülürse kuraklık stresine maruz kalmış dokudaki miktarında gözlemlenen artışın doğru ve doğal olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan, stres altındaki dokularda meydana gelen zararlı ajanları yok etmede görev alan tepkilerde kullanıldığı için dolayısı ile kontrol grubuna göre daha az çıkması beklenen bir sonuçtur. Kavunda yapılmış daha önceki bir çalışmada abiyotik stres (don zararı) durumunda GR aktivitesinde oldukça hareketli bir değişikliğin meydana geldiği bulunmuştur (Fogelman ve ark., 2011). Kuvuran ve ark. (2007) kavunda, Li (2009) domatesde ve Wang ve ark., (2011) in alfalfa bitkilerinde abiyotik stres altında GR aktivitesinin oldukça hareketli olduğu gözlemlemişlerdir.



Şekil 4. 1. Örneklerin Glutasyon Redüktaz Aktiviteleri (K=Kontrol, U=Uygulama)

4.6. Yaprak Sıcaklık Ölçümlerinin Analiz Edilmesi

Kuraklık stresi, farklı sulama uygulamalarında yaprak sıcaklığında önemli düzeyde artışlara yol açmıştır. Yaprak sıcaklığı bakımından genotiplerde kontrollerine göre meydana gelen değişimler incelendiğinde; her iki kavun genotipinde de uygulama grubu kontrol grubuna göre daha yüksek bir artış görülmüştür (Tablo 4.6). Yaprak sıcaklığındaki artışlar stomaların kapanmasına ve CO₂ alımının engellenmesine, dolayısı ile fotosentetik aktivitenin durmasına neden olmaktadır (Vermeulen ve ark., 2007). Bu nedenle yaprak sıcaklığı, bitki osmotik potansiyeli hakkında bilgi veren ve stomatal regülasyonu ile su stresi belirleyicisi olarak kullanılabilen bir parametre olarak öne çıkmıştır (Leinonen ve Jones, 2004; Ya ve ark., 2009; Khan ve ark., 2010).

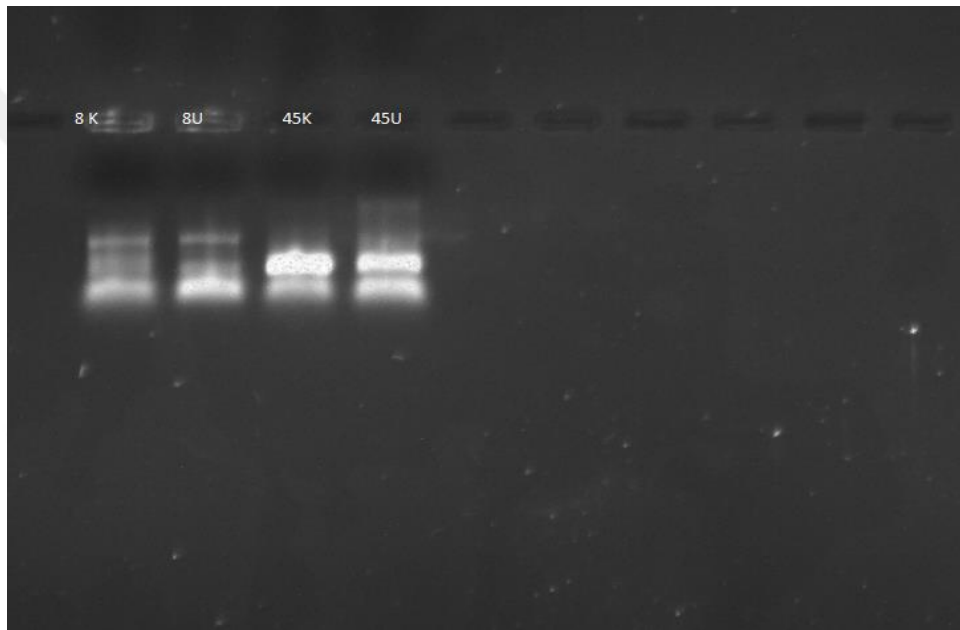
Tablo 4. 6 Kavun çeşitlerinin infrared termometre yardımı ile yaprak sıcaklık ölçüm sonuçlarını tespit edilmesi

Genotipler	Örnekler	Kontrol	Uygulama
		Sıcaklık (°C)	Sıcaklık (°C)
8	1.Örnek	38	39,5
	2. Örnek	38,5	39
	3. Örnek	38,7	39,9
	Ortalama	38,4	39,4
45	1. Örnek	37	38,8
	2. Örnek	37,8	38,7
	3. Örnek	37,6	37,9
	Ortalama	37,4	38,4

4.7. Yaprak Dokularından RNA'nın izole edilmesi ve cDNA'nın Sentezinin

Yapılması

Kuraklığa dayanıklı (8 nolu genotip) ve kuraklığa hassas (45 nolu genotip) genotiplere ait uygulama yapılmış ve kontrol gruplarında hasat edilen yaprak örneklerinde sıvı azot yardımı ile Trizol kimyasalı kullanılarak RNA izole edilmiştir (Şekil 4.2). İzole edilen RNA'nın nanodrop ölçümleri yapılmış olup değerler 1,9-2 arası çıkmıştır. Ayrıca bütünlük açısından bakıldığında ribozom alt birimleri belirgin bir şekilde gözlemlenmiştir. Kantitatif ve kalitatif olarak kaliteli olduğuna karar verilen RNA örneklerin ticari bir firmaya ait (Thermo) cDNA sentez kiti ile cDNA üretilmiştir.



Şekil 4. 2. Örneklerin RNA izolasyonlarının jel görüntüsü (K=Kontrol, U=Uygulama)

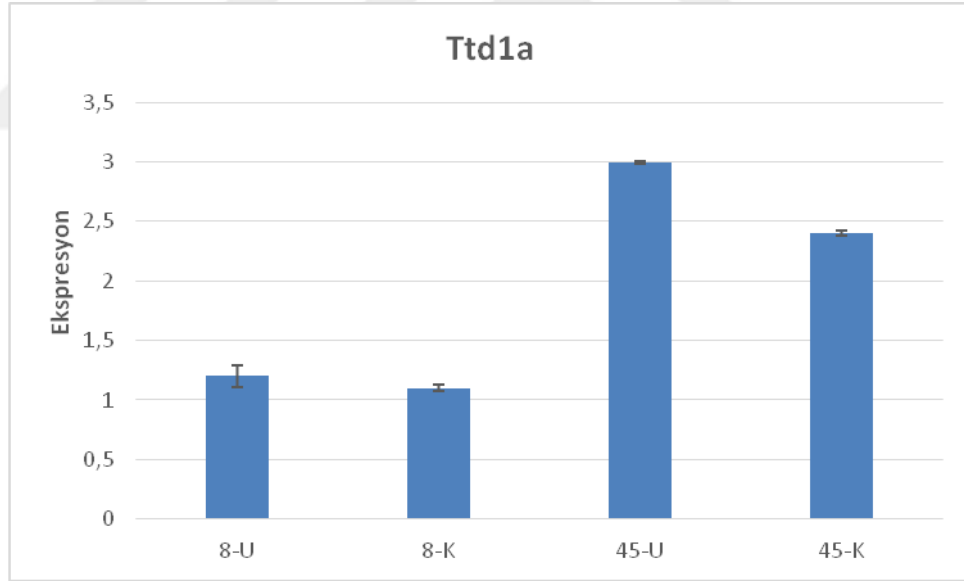
4.8. qRT-PCR ile Kuraklık ile İlişkili Transpozonların İfade Seviyesinin Ölçülmesi

Kuraklık stresi altında kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerinin gen ekspresyonları analiz edilerek; Ttd1a, BARE1, Tnt1, EARE-1, Tto1, Tto5, Tos17, Reme1 retrotranspozonlarının ifade seviyeleri q-RT PCR ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen gen profilindeki değişimler aşağıda grafiksel olarak gösterilerek tartışılmıştır.

Yapılan bu çalışmada kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerinde kuraklık stresine bağlı olarak Şekil 4.3.'te görüldüğü gibi Ttd1a retrotranspozonunun kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotipinin uygulama grubunda yüksek oranda bir gen ifadesi tespit edilmiştir. Ttd1a

retrotranspozonun kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipinin uygulama çeşidinde ise artış olmasına rağmen kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotipinin uygulama çeşidi kadar bir artış gerçekleşmediği tespit edilmiştir. Bunun sonucunda, Ttd1a geninin kavunda kuraklığa karşı dayanıklılık mekanizmasını oluşturmada önemli bir görev üstlendiği tahmin edilmiştir.

Daha önce yapılmış birçok çalışmada, abiyotik stresi altında yetiştirilen bitkilerde retrotranspozonunu hareketli bir ifade değişimi gösterdiği bulunmuştur (Woodrow ve ark., 2010). Yapılan çalışmada ayrıca söz konusu bitki genomundan izole edilen Ty1 retrotranspozonu, strese dayalı aktivasyon yollarının belirlenmesi için tuz ve stres koşulları altında analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlarda, strese yakalanan bitkilerde Ttd1a yerleştirme polimorfizmlerini tarandığı ve dirençli genin yakınında yeni bir yerleştirmenin bulunduğunu belirtilmiştir. Ayrıca Ttd1a'nın aktivasyonu ve mobilizasyonunun, tuz ve hafif stresler tarafından kontrol edildiği ve çevresel streslere karşı savunma yanıtında rol oynayabileceğine değinilmiştir (Woodrow ve ark., 2010).

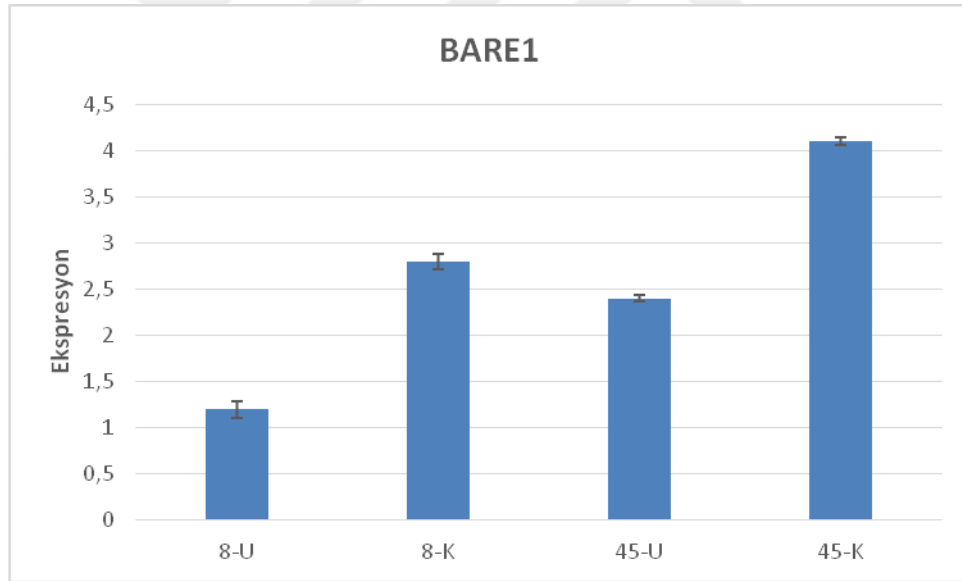


Şekil 4. 3. Ttd1a retrotranspozonunun kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerindeki gen ifade seviyesi gösterilmektedir. (K=Kontrol, U=Uygulama)

Bu çalışmada bağlamında analiz edilen bir başka retrotranspozonda BARE1'dir. Söz konusu bu retrotranspozonun kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerindeki aktivitelerine bakılmıştır. Kuraklık stresi koşulları uygulanmış, kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı

hassas 45 nolu kavun genotiplerinin uygulama grubunda BARE1 retrotranspozonun varlığında yüksek oranda bir azalma olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.4.).

Mansour ve ark. (2008) tarafından yapılan çalışmada arpa bitkilerinde sorbitol uygulaması sonucunda özellikle Bare-1 retroelementlerin aktivasyonu arasındaki bağlantı incelenmiştir. Yapılan çalışmada sorbitolün etkisi, her iki grup için spesifik primerler kullanılarak, hem Copia hem de Gypsy retrotranspozon grupları karşılaştırılmıştır. 4, 24 ve 34 saatlik sorbitol uygulamalarından sonra Copia elementleri grubu üzerinde sorbitolün güçlü bir etki yarattığını belirtilmiştir. Ayrıca Copia elementlerinin özellikle Bare-1 retrotranspozonunun transkripsiyonel aktivitesini artırma kapasitesine sahip olduğu belirtilmiştir.

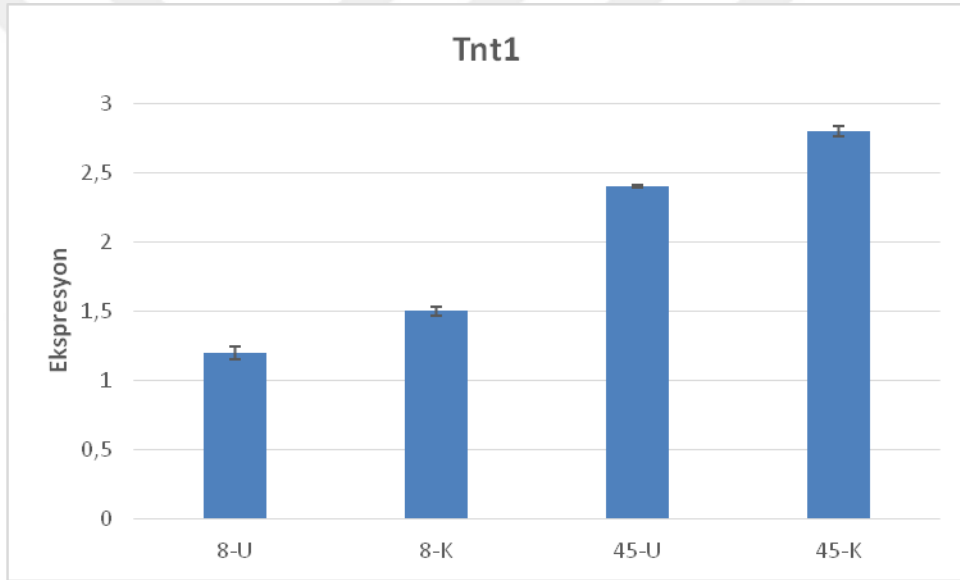


Şekil 4. 4. BARE1 retrotranspozonun kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerindeki aktivitesi (K=Kontrol, U=Uygulama)

Yapılan bu çalışmada gen ifadesi incelenmiş başka bir tranpozonda Tnt1'dir Şekil 4.5.'te görüldüğü gibi kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotipinin uygulama kısmında kontrol kısmına göre kuraklık stresi altında Tnt1 retrotranspozonun miktarında bir azalma gözlemlenmiştir. Kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipinin uygulama kısmında da kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotipinde de olduğu gibi

Tnt1 retrotranspozunun miktarında kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotipinin miktarı kadar olmasa da bir azalma gözlemlenmiştir.

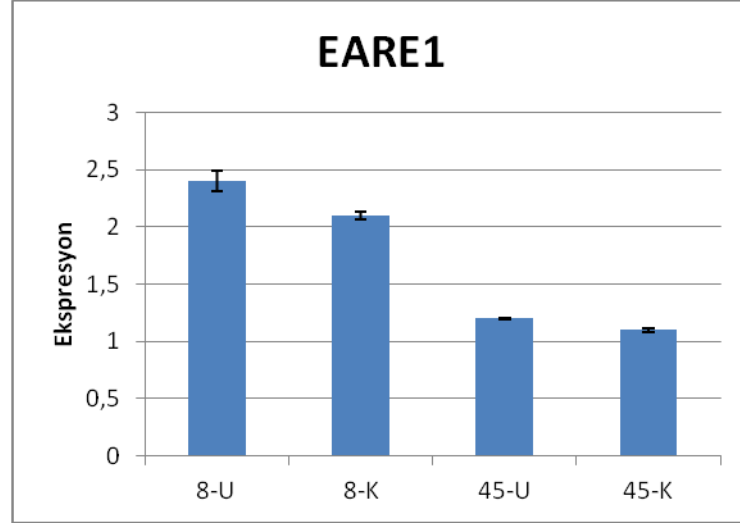
Cui ve ark. (2013) yaptıkları bir çalışmada Tnt1 retrotranspozon'un soya fasulyesinde (*Glycine max*) bir mutagenesis stratejisi olarak kullanımı değerlendirmiştir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, Tnt1 elementinin *Agrobacterium tumefaciens* aracılı transformasyonla soya fasulyesi bitkilerine stabil bir şekilde dönüştürüldüğünü görülmüştür. Ayrıca Tnt1 yerleştirmelerini taşıyan yirmi yedi bağımsız transgenik çizginin üretildiği ve Tnt1 eklemeleri, 20 soya fasulyesi kromozomunun hepsinde tespit edilmiştir. Bu nedenle Tnt1 retrotranspozon'un güçlü bir etken olduğu ve soya fasulyesinde etkili bir şekilde büyük ölçekli yerleştirme mutajenezinde kullanılabilirliği belirtilmiştir.



Şekil 4. 5. Tnt1 retrotranspozunun kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerindeki gen ifade seviyesi (K=Kontrol, U=Uygulama)

Yaptığımız bu çalışmada kuraklık stresi koşulları altında kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerinin uygulama kısımlarında kontrol kısımlarına göre EARE-1 retrotranspozonu transkripsiyonu önemli bir artış gözlenmemiştir (Şekil 4.6.).

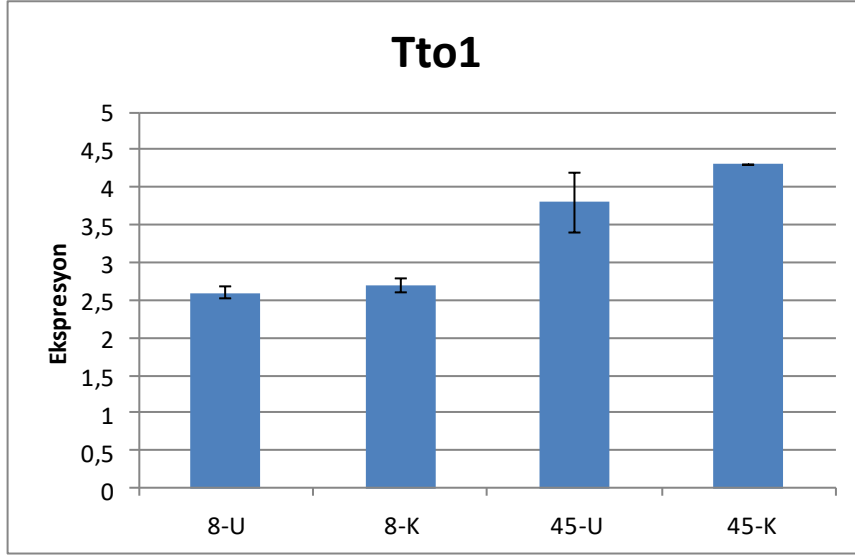
Huang ve ark. (2017)'de yaptıkları bir çalışmada RT-PCR çalışmaları sonunda *Excoecaria agallocha*'nın tüm organlarının stres koşulları altında EARE-1 transkripsiyonunun önemli bir şekilde arttığını gözlemlemişlerdir.



Şekil 4. 6. EARE1 retrotranspozonun kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerindeki gen ifade seviyesi (K=Kontrol, U=Uygulama)

Şekil 4.7.'de görüldüğü gibi yaptığımız çalışmada kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerine kuraklık stres koşulları uygulanmış ve Tto1 retrotranspozonu analiz edilmiştir. Yaptığımız çalışmada Şekil 4.7.'de görüldüğü gibi kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipinin uygulama kısmında kontrol kısmına göre kuraklık stresi altında Tto1 retrotranspozonunda az miktarda bir azalma gözlenmiştir. Kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotipinin uygulama kısmı ise kontrol kısmına göre kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipinden daha fazla bir azalma olduğu gözlenmiştir.

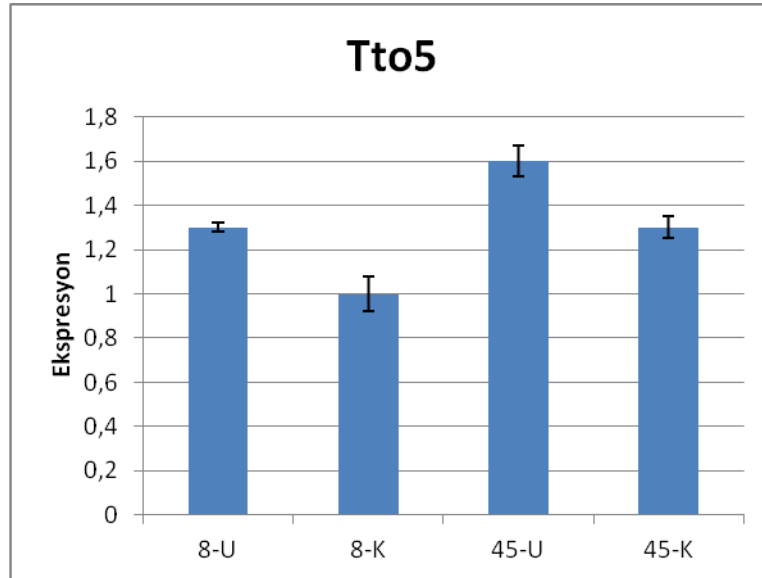
Tütündeki retrotranspozon Tto1'in düşük enerjili N+ iyon ışını implantasyonu ile aktivasyonunun araştırıldığı çalışma Yuan ve ark., (2010) tarafından gerçekleştirilmiştir. İyon ışını implantasyonunun tütün genomik içindeki Tto1 kopya sayısını artırıp artırmadığını tespit etmek için gerçek zamanlı PCR kullanılmıştır. Gerçekleştirilen çalışmada retrotranspozon Tto1'e dayanan büyük genetik farklılık ve Tto1'in artan kopya sayısı, Tto1'in iyon implantasyonuna maruz bırakılmasıyla da aktive edildiğini göstermiştir. Ayrıca kümelenme UPGMA yönteminin analizi ile, iyonun radyasyonunun, kısmi muamele görmüş numuneler ve kontroller arasında büyük farklılıklara (farklılık katsayısı > 0.6) neden olduğunu göstermiştir.



Şekil 4. 7. Tto1 retrotranspozonun kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerindeki gen ifade seviyesi (K=Kontrol, U=Uygulama)

Yaptığımız bu çalışmada, kuraklık stresi uygulanmış kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerinde Tto5 retrotranspozonun ifade profili incelenmiştir (Şekil 4.8). Yapılan incelemede her iki kavun çeşidinde de uygulama gruplarında kuraklık stresinin Tto5 retrotranspozonun benzer bir şekilde önemli bir artış gösterdiği gözlemlenmiştir.

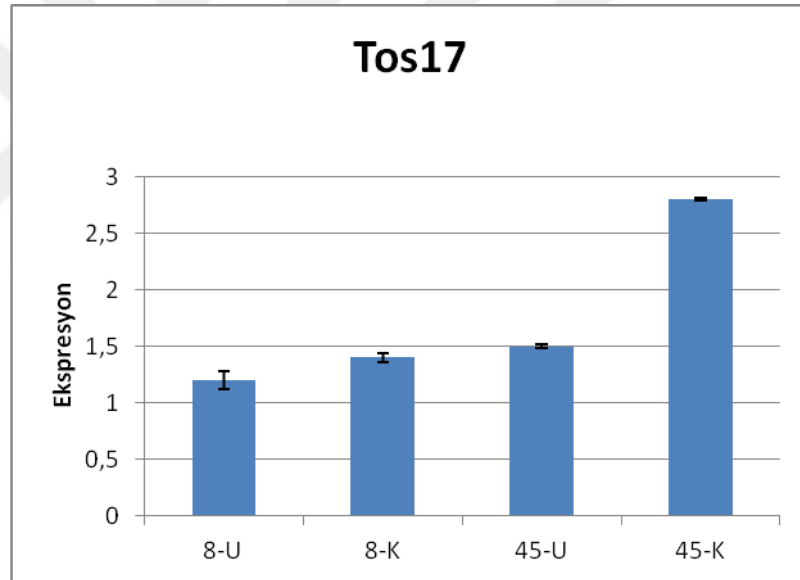
Todorovska (2007)'de tarafından yapılan bir çalışmada Tto5 retrotranspozonun viral saldırıdan sonra aktif hale geldiğini gözlemlemiştir.



Şekil 4. 8. Tto5 retrotranspozonun kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerindeki gen ifade seviyesi (K=Kontrol, U=Uygulama)

Yapılan çalışma sonucunda Şekil 4.9.'da görüldüğü gibi stres koşulları altında kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerinde Tos17 retrotranspozon ifade durumu gözlemlenmiştir. Buna göre kuraklığa karşı dayanıklı olan 8 nolu kavun genotipinin uygulama grubunda Tos17 retrotranspozonun aktivitesinin kontrol grubuna göre az bir azalma olduğu görülmüştür (Şekil 4.9). Kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotipinin uygulama kısmında ise Tos17 retrotranspozonun aktivitesinin kontrol grubuna göre önemli bir azalma olduğu gözlenmiştir.

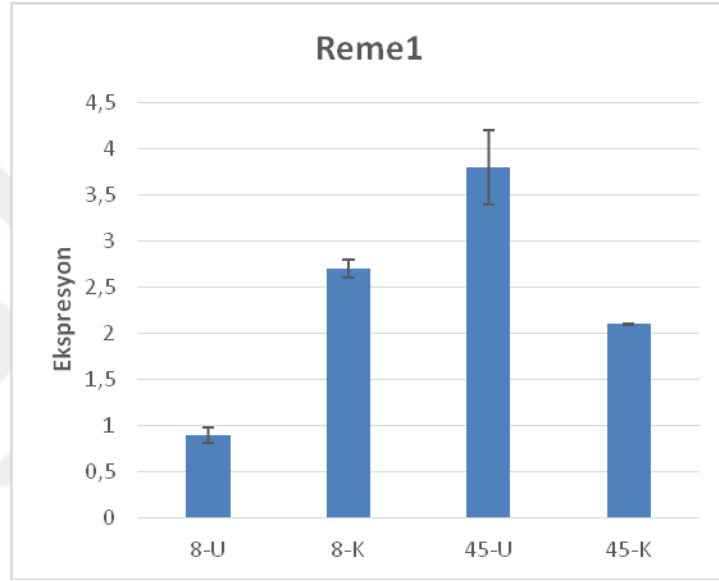
Pirinç kültürünün Oryza Tag Line (OTL) T-DNA doku kültürü ile indüklenmiş Ty1-copia retrotranspozon Tos17'nin yeni aktarılmış kopyalarının yerleştirme yerlerini karakterize edildiği çalışma Piffanelli ve ark. (2007) tarafından gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4. 9. Tos17 retrotranspozonun kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerindeki gen ifade seviyesi (K=Kontrol, U=Uygulama)

Şekil 4.10.'da görüldüğü gibi yaptığımız çalışmada stres uygulanmış kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerinde, Reme1 retrotranspozonu incelenmiştir. Çalışma sonucunda kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipinin uygulama kısmı kontrol kısmına göre Reme1 retrotranspozonunda önemli bir miktarda azalma görülürken kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotipinin ise kontrol kısmında uygulama kısmına göre Reme1 retrotranspozonunda önemli bir azalma olduğu gözlemlenmiştir.

Ramallo ve ark. (2008) yılında yaptıkları çalışmada transkripsiyonel olarak UV ışığı ile uyarılan kavun bitkisinde retrotransposon incelenmiştir. Bir retrotransposon fragmanından başlayarak, 5,149 bp uzunluğunda Reme1 adlı bütün bir kavun retrotranspozonunu klonlanmış ve karakterize edilmiştir. Yapılan çalışmalarda Reme1 transkriptlerinin cDNA'ları, Reme1 genomik dizilimlerinden daha az çeşitlilik gösterdiği ve bu elementlerin bir alt ailesinin UV'ye farklı şekilde yanıt verdiğini belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda Reme1'in bazı öğelerinin veya alt ailesinin transkripsiyonel olarak aktif olduğunu tespit etmişlerdir.



Şekil 4. 10. Reme1 retrotranspozonunun kuraklığa karşı dayanıklı 8 nolu kavun genotipi ile kuraklığa karşı hassas 45 nolu kavun genotiplerindeki gen ifade seviyesi (K=Kontrol, U=Uygulama)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Ülkemizde önemli bir gen kaynağı niteliğine sahip kavun bitkisi, insanların gıda tüketiminde kullandığı önemli bir zirai üründür. Ayrıca antioksidan etkisinin yüksek olması ve kokusunun hoş olması itibari ile gıda, kozmetik ve ilaç endüstrisinde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Ancak bu kadar önemli olan bir bitkinin küresel ısınmaya bağlı olarak kuraklık stresi etkisi ile kavunun ekimi ve elde edilen verim giderek azalmaktadır. Bu bağlamda kuraklık stresine karşı kavun bitkisinin geliştirdiği fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler mekanizmaların anlaşılması oldukça önemli ve dikkat çekici araştırma konuları arasında yer almıştır. Özellikle moleküler anlamda transpozonların, son zamanlarda abiyotik-biyotik stres altında nasıl bir fonksiyona sahip olduklarını konu alan çalışmalar hız kazanmıştır. Bu dinamik sürecin birçok nedeni olmasının yanında en önemli nedeni bu genetik elementlerin dış kaynaklı ve hareketli olmasının yanında bazende konukçu genomunda uygun yerde sabitlenmesidir. Dış kaynak olarak bunlar çoğunlukla bakteriyel ve virütik kökene sahiptirler. Dolayısı ile ilgili konukçu genomunda hibrit ya da rekombinant bir yapı oluşturmaları münasebeti ile oldukça çok sayıda bilim insanının ilgisini çekmiştir. Bu çalışmada da kavun bitkisinde kuraklık mekanizmasına karşı dayanıklılık mekanizmasını anlamak ve araştırmak için öncelikle kuraklığa hassas ve dayanıklı iki ayrı genotip seçilmiştir. Bu genotipler kullanılarak amaca yönelik bazı morfolojik, fizyolojik ve moleküler analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde, kuraklık stresi altındaki gruplarda önemli moleküler, fizyolojik ve morfolojik değişimler olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle kuraklık uygulaması altındaki bitki gruplarında, klorofil miktarının arttığı ancak glutatyon redüktaz enzimi miktarının azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca kavun bitkisinde ilk defa bu çalışmada ele alınan söz konusu retrotraspozonların ifade seviyesi tek tip bir ifade profili sergilemeyip genel olarak değişkenlik göstermiştir. Elde edilen bir başka önemli sonuç da farklı türlerden alınan bu söz konusu transpozonlara ait transkriplerin kavun bitkisinde de uygun bir şekilde gen düzeyinde ifade edildiği ve bunların türler arası transfer olabileceği sonucu da elde edilmiştir.

5.2. Öneriler

Elde edilen sonuçlar kavunda kuraklık stresine karşı olan fizyolojik ve moleküler dayanıklılık mekanizmasının çok karışık ve çözülmesi gereken bir konu

olduğu kanısına varılmıştır. Bu olguyu özömlleme adına ele alınan hali hazırdaki analizlerin genişletilmesi ve yüksek hacimli tekniklerin uygulanması gerekmektedir. Kavun bitkisi iyi bir antioksidan özelliğe sahip olduğundan ilaç ve kozmetik endüstrisinde kullanma potansiyeli giderek artmaktadır. Kuraklık stresine karşı dayanıklılık mekanizmasının geliştirilmesi için ölkemizin bölgesel gen kaynaklarının korunması ve değerlendirilmesi amacı ile yapılan çalışmaların farkındalığının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Kavun bitkisinin kuraklık dayanıklılık mekanizması niteleyici, niceleyici, moleküler gibi birçok farklı parametreden etkilendiği bilinen bir gerçektir. Tüm faktörler ile birlikte meyvenin gen kaynağı ve özelliğinin de önemli olduğu bilinmektedir. Bölgesel gen kaynağı değerinin ve kullanma potansiyelinin geliştirilip anlaşılması için farklı disiplinlere yönelik analizlerin bir arada bütönlöşmiş bir şekilde çalışılması gerekmektedir. Bu amaçla yapılan çalışma ile yerel kavunların kuraklığa karşı dayanıklılık mekanizmasının belirlenmesi ve buna yönelik üretimin artırılması katkı sağlayacağı ve ileriki çalışmalar için temel bir basamak oluşturacağı düşünölmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Abdalla, M.M. and El-Khoshıban, 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.
- Amon, D.I., 1949. Copper Enzymes in Isolated Chloroplast: Polyphenoloxidase in Beta Vulgaris., *Plant Physiol.*, 14: 1-15.
- Anonim, 2019. DSİ Yayınları.
- Ashraf, M. and Arfan, M., 2005. Gas exchange characteristics and water relations in two cultivars of Hibiscus esculentus under waterlogging, *Biologia Plantarum*, 49 (3), 459- 462.
- Bayraktar, K., 1979. Sebze Yetiştirme. Cilt: 11. Kltr Sebzeleri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No: 169*.
- Bennetzen, J.L., 2000. Transposable element contributions to plant gene and genome evolution. *Plant Molecular Biology*. 2000 Jan; 42(1), 251-69.
- Cui, Y., Barampuram, S., Stacey, M. G., Hancock, C. N., Findley, S., Mathieu, M., Zhang, Z., Parrott, W. A., Stacey, G. 2013. Tnt1 retrotransposon mutagenesis: A tool for soybean functional genomics. *Plant Physiology*, 161: 36–47.
- akmak, I. and Marschner, H., 1992. Magnesium Deficiency and High Light Intensity Enhance Activities of Superoxide Dismutase, Ascorbate Peroxidase and Glutathione Reductase in Bean Leaves, *Plant Physiology*. 98: 1222-1226.
- akmak, I., Atlı, M., Kaya, R., Evliya, H., Marschner, H., 1994. Association of High Light and Zinc Deficiency in Cold-Induced Leaf Chlorosis in Grapefruit and Mandarin Trees, *Journal of Plant Physiology.*, 146: 355-360.
- ıracak, C. and Esendal, E., 2006. Soyada Kuraklık Stresi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Dergisi*, 21 (2), 231-237.
- Evrensel, C., 2010. Arpa (Hordeum vulgare L.) doku kültürlerinde transpozon analizi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- FAOSTAT, F. 2017. <http://www.fao.org/faostat/en/#data.QC> (Erişim tarihi:20.08.2017).
- Fogelman, E., Kaplan, A., Tanami, Z., Ginzberg, I., 2011. Antioxidative activity associated with chilling injury of muskmelon (Cucumis melo L.) rind. *Scientia Horticulturae*, 128 (3), 267-273.
- Gao, Y., 2016. Activation of Ty1-copia group retrotransposons of dendrobium officinale under abiotic stress conditions. *Hereditary Genetics* 5: 161.
- Gong, H., Zhu, X., Chen, K., Wang, S., Chenglie, Z., 2005. Silicon Alleviates Oxidative Damage of Wheat Plants in Pots under Drought. *Plant Science*, 169 (2), 313-321.
- Grigorova, B., Vaseva, I.I., Demirevska, K., Feller, U., 2011. Expression of Selected Heat Shock Proteins After Individually Applied and Combined Drought and Heat Stress. *Acta Physiol Plant* 33: 2041-2049.

- Günay, A., 1975. Kantalop Kavunun Gen Merkezi ve Türkiye’de Yetiştirilen Kantalop Kavun Çeşitleri Üzerinde Arştırmalar. *Tübitak V. Bilim Kongresi. Toag Tebliğleri. Bahçe Bitkileri Ve Tarımsal Mekanizasyonu Seksiyonu*. 29 Eylül- 2 Ekim 1975, İzmir.
- Hirayama, T. and Shinozak, K., 2010. Research on Plant Abiotic Stress Responses in The Post-Genome Era: Past, Present and Future. *The Plant Journal* 61 (6), 1041–1052.
- Huang, J., Wang Y., Liu W., Shen X., Fan Q., Jian S., 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*, 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.
- Jaleel, C.A., Manivannan, P., Sankar, B., Kishorekumar, A., Gopi, R., Somasundaram, R., Panneerselvam, R., 2007. Water Deficit Stress Mitigation by Calcium Chloride in *Catharanthus Roseus*. Effects on Oxidative Stress, *Proline Metabolism and Indole Alkaloid Accumulation*. *Biointerfaces*, 60: 110-116.
- Kalefetoğlu, T. and Ekmekçi, Y., 2005. The Effect of Drought on Plants and Tolerance Mechanisms. *G. U. Journal Of Science*, 18(4): 723- 740.
- Kamali, A. and Lösel, D.M., 1996. Growth and sugar accumulation in durum wheat plants under water stres, *New Phytologist*, 132: 57-62.
- Khan, H.R., Paull, J.G., Siddique, K.H.M., Stoddard, F.L., 2010. Faba bean breeding for drought-affected environments: A physiological and agronomic perspective. *Field Crops Research*. 115: 279–286.
- Kıllı, O., 2010. Dihaploidizasyon Tekniği ile Geliştirilen Yuva ve Kırkağaç Saf Hatlarının Morfolojik Karakterizasyonu, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana
- Kıran, S., Özkay, F., Ellialtıoğlu, Ş., Kuşvuran, Ş., 2014. Kuraklık Stresi Uygulanan Kavun Genotiplerinde Bazı Fizyolojik Değişimler Üzerine Arştırmalar, *Toprak Su Dergisi* 3 (1), 53-58
- Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, S., Yaşar, F., Abak, K., 2007. Effects of salt stress on ion accumulations and some of the antioxidant enzymes activities in melon (*Cucumis melo L.*) *Inter. J. Food Agric. Environ.*, 2 (5), 351-354.
- Kuşvuran, Ş., 2010. Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana
- Kuşvuran, Ş. and Abak, K., 2012. Kavun Genotiplerinin Kuraklık Stresine Tepkileri, *Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 28-5.
- Leinonen, I. and Jones, H.G., 2004. Combining thermal and visible imagery for estimating canopy temperature and identifying plant stress. *Journal of Experimental Botany*, 55 (401), 1423-1431.

- Lichtenthaler, H.K., ve Wellburn, A.R., 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophyll a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochem. Soc. Transac.*, 11: 591-592.
- Li, Y., 2009. Physiological responses of tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum*) to salt stress. *Modern Appl. Sci.*, 3 (3), 171-176.
- Makarevitch, I., Waters, A.J., West, P.T., Stitzer, M., Hirsch, C.N., Ibarra, J.R., Springer, N.M., 2015. Transposable elements contribute to activation of maize genes in response to abiotic stress. *Plos Genetics*, 11 (1), 1-12.
- Mansour, A., 2007. Epigenetic Activation of Genomic Retrotransposons, *Journal of Cell And Molecular Biology*, 6 (2), 99-107.
- Mansour, A., Jääskeläinen, M.J., Chang, W., Schulman, A.H., 2008. Activation of *Bare-1* retrotransposons in barley under sorbitol stress. *Egyptian Journal of Genetics And Cytology.*, 37: 239-248.
- Marco, A. and Marin, I., 2005. Retrovirus-like elements in plants, *Recent Research for Development Plant Sciences*, 81-7736-245-3.
- Martin, J., Paola, C., Abreu, V., Neal, J., Sheets, B. 2009. Sequence stratigraphy of experimental strata under known conditions of differential subsidence and variable base level. *AAPG bulletin*, 93(4), 503-533.
- McClintock, B., 1950. The Origin And Behavior of Mutable Loci In Maize, *Proceedings of The National Academy of Science*, 36, 344-355.
- Miyashita, K., Tanakamaru, S., Maitani, T., Kimura, K., 2005. Recovery Responses of Photosynthesis, Transpiration, and Stomatal Conductance in Kidney Bean Following Drought Stress. *Environmental and Experimental Botany* 53 (2), 205–214.
- Öztürk, A. and Şahin, A., 2005. Buğday ve Kuraklık Stresi, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 27-1.
- Pagnotta, M.A., Mondini, L. And Porceddu, E., 2009. Quantification and Organization of WIS2-1A and BARE-1 Retrotransposons in Different Genomes of Triticum and Aegilops Species, *Molecular Genetics and Genomics*, 282, 245-255.
- Piffanelli, P., Droc, G., Mieulet, D., Lanau, N., Be`s, M., Bourgeois, E., Rouvière, C., Gavory, F., Cruaud, C., Ghesquière, A., Guiderdoni, E. 2007. Large-scale characterization of Tos17 insertion sites in a rice T-DNA mutant library. *Plant Molecular Biology*, 65: 587–601.
- Pitrat, M., Chauvet, M., Foury, C. 1999. Diversity, *History and Production of Cultivated Cucurbits. Acta Horticulturae.*, 492: 21-28.
- 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.
- Ramallo, E., Kalendar, R., Schulman, A.H., Martí'nez-Izquierdo, J.A., 2008. Reme1, a Copia retrotransposon in melon, is transcriptionally induced by UV light. *Plant Molecular Biology*, 66: 137–150.

- Reddy, A.R., Chaitanya, K.V., Jutur, P.P., Sumithra, K., 2004. Differential Antioxidative Responses to Water Stress Among Five Mulberry (*Morus alba* L.) Cultivars. *Environmental and Experimental Botany*, 52: 33–42.
- Redondo-Gomez, S., 2013. Abiotic and Biotic Stress Tolerance in Plants. *Molecular Stress Physiology of Plants* 1: 1-20.
- Sarı, N., Abak, K., Daşgan, H.Y., 2000. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Kavun Yetiştiriciliği. *Tübitak Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları*.
- 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 Stres. *Field Crops Research*, 86: 81-90.
- Schonfeld, M.A., John, R.L., Carver, B.F., 1988. Mornhinweg, D.W., Water Relations in Winter Wheat as Drought Resistance Indicators, *Crop Science*, 28: 526-531.
- Schroder, F.G. and Lieth, J.H., 2002. Irrigation Control In Hydroponics. In: Savvas D, Passam P (Eds), Hydroponic Production of Vegetables And Ornamentals. *Embryo Publications. Athens, Greece*, 263-269.
- 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.
- Takeda, S., Sugimoto, K., Otsuki, H., Hirochika, H., 1998. Transcriptional activation of the tobacco retrotransposon Tto1 by wounding and methyl jasmonate. *Plant Molecular Biology* 36: 365–376.
- 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 P. *Vulgaris* L. Subjected To Polyethylene Glycol Mediates Water Stres. *Plant Science*, 168: 223-231.
- TÜİK, 2018 Türkiye istatistik kurumu, Bitkisel üretim verileri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim tarihi: 10.06.2018)
- Untergasser, A., Cutcutache, I., Koressaar, T., Ye, J., Faircloth, B.C., Remm, M. and Rozen, S.G., 2012. Primer3--new capabilities and interfaces. *Nucleic Acids Research*. 40 (15), e115.
- Wang, W., Vinocur, B., Altman, A., 2003. Plant Responses to Drought, Salinity and Extreme Temperatures: Towards Genetic Engineering For Stress Tolerance. *Planta* 218: 1–14.
- Wang, X., Wei, Z., Liu, D., Zhao, G., 2011. Effects of NaCl and silicon on activities of antioxidative enzymes in roots, shoots and leaves of alfalfa. *African Journal of Biotechnology*, 10 (4), 545-549.
- 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.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı Sadettin ÇİÇEK
Doğum Yeri ve Tarihi Nusaybin 12.07.1988
Telefon 542-3062724
E-posta Sagdo_47@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Nusaybin Lisesi	2006
Üniversite	: Yüzüncü Yıl Üniversitesi	2013
Yüksek Lisans	: Siirt Üniversitesi	2019